



AFD Adapt'Action

The Nature Conservancy



Protecting nature. Preserving life.™



CATHOLIC RELIEF SERVICES

Etude de faisabilité d'un projet de démonstration visant à améliorer de façon durable la zone de captage des forages de Pout au Sénégal

ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE RESTREINTE



Etude de faisabilité d'un projet de démonstration visant à améliorer de façon durable la zone de captage des forages de Pout au Sénégal

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	CONTROLÉ PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
1	Etude environnementale et sociale restreinte	Philip Butler	Marc Boisson Sandra Galvis- Rodriguez	Marc Boisson	31/08/2021
ARTELIA 6 Rue de Lorraine, 38130 Échirolles – TEL : +33 476334000					

SOMMAIRE

GLOSSAIRE DES ACRONYMES.....	7
1 PRÉAMBULE.....	8
2 ANALYSE SUCCINCTE DU CONTEXTE D'INTERVENTION	9
2.1 L'étude de faisabilité d'un projet de démonstration d'adaptation au changement climatique (programme Adapt'Action).....	9
2.2 Objectif de l'étude environnementale et sociale restreinte.....	9
3 DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DU PROJET ENVISAGÉ.....	10
4 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX DE LA ZONE DU PROJET	14
4.1 Zone d'étude.....	14
4.2 Environnement physique	14
4.2.1 Climat.....	14
4.2.2 Air, bruit et vibrations	15
4.2.3 Géologie et pédologie	16
4.2.4 Hydrologie.....	21
4.3 Environnement biologique.....	22
4.3.1 Flore.....	22
4.3.2 Faune	25
4.3.3 Zones naturelles	25
4.4 Environnement humain.....	28
4.4.1 Aménagement du territoire et occupation des sols	28
4.4.2 Economie	29
4.4.3 Population : éducation et santé.....	37
4.4.4 Ethnicité et religion	37
4.4.5 Questions de genre	37

4.4.6	Assainissement	37
4.5	Synthèse des enjeux dans la zone du projet	38
5	EVALUATION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX ET LES IMPACTS DU PROJET	39
5.1	Les principes de modélisation des interactions au moyen d'un diagramme d'influences.....	39
5.1.1	Lecture des diagrammes d'influence	39
5.2	Diagramme d'influence	40
5.2.1	Fondements du projet.....	40
6	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX	43
6.1.1	Amélioration de la gestion des ressources en eau (via contrat de nappe ou gouvernance d'un ouvrage – bassin de rétention)	43
6.1.2	Augmentation de l'eau disponible pour le maraîchage	43
6.1.3	Réduction des terres restant disponible pour le milieu naturel .	43
6.1.4	Réduction de la disponibilité des terres cultivables	44
6.1.5	Modification de l'état hydrique du 'lac' Tanma	44
6.1.6	Amélioration de la préservation des sols	45
6.1.7	Dégâts sur la végétation ou les sols lors des travaux antiérosifs	45
6.1.8	Baisse de la pollution par pesticides	45
6.1.9	Diminution du taux de remplacement des systèmes de goutte à goutte.....	45
6.1.10	Enrichissement de la teneur en carbone des sols.....	46
6.1.11	Accès à l'eau facilité	46
6.1.12	Valorisation du métier de maraîcher	46
6.1.13	Augmentation du revenu des maraîchers	47
7	CADRE DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (CGES)	48
7.1	Mesures institutionnelles.....	48
7.1.1	Implication de l'OLAC dans les contrats de nappe	48
7.2	Mesures sociales	48

7.2.1	Préparation d'un plan d'action de réinstallation économique ...	48
7.2.2	Préparation d'un plan d'engagement des parties prenantes (système de recharge artificielle de nappe).....	48
7.2.3	Mesures de formation, d'information et de sensibilisation des acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet	49
7.3	Mesures environnementales.....	49
7.3.1	Choix d'implantation de la zone du pilote de recharge artificielle 49	
7.3.2	Choix des plantes antiérosives	49
7.3.3	Choix des plantes brise-vent.....	50
7.3.4	Choix d'implantation des zones pour les mesures antiérosives .	50
7.3.5	Bonnes pratiques de construction pour les travaux de bassin de recharge de nappe	50
7.3.6	Bonnes pratiques pour les travaux contre l'érosion.....	51
7.4	Mesures de suivi	51
7.4.1	Suivi socio-économique et agronomique.....	51
8	CONCLUSIONS.....	53
9	REFERENCES.....	54

LISTE DES FIGURES

Figure 4-1. Localisation de la zone d'étude.....	14
Figure 4-2. Diagramme ombrothermique de Mont Rolland (températures et précipitations mensuelles)	15
Figure 4-3. Direction des vents significatifs à Thiès. Source : https://weatherspark.com	15
Figure 4-4. Sols dans la zone d'étude	16
Figure 4-5. Erosion sur les reliefs	18
Figure 4-6. Erosion en plaine	19
Figure 4-7. Mesures antiérosives utilisées dans la zone d'étude	20
Figure 5-8. Stabilisation des berges par réalisation de 'peignes' de branchage (Tanzanie)	20
Figure 4-9. Localisation des bassins versants de la zone d'étude	21
Figure 4-10. Image satellite montrant le 'lac' Tanma totalement à sec en mars 2020. Source : Google Earth.....	22
Figure 4-11. Végétation dans la zone d'étude.....	23
Figure 4-12. Végétation du 'Lac' Tanma	24
Figure 4-13. Bassin hydrographique du 'lac' Tanma	27
Figure 4-14. Carte des grandes affectations du territoire (ANAT, 2014)	28
Figure 4-15. Diffusion du plan d'occupation des sols	29
Figure 4-16. Concessions minières dans la zone d'étude. Source : Cadastre minier de la République du Sénégal.....	31
Figure 4-17. Carrières dans la zone du projet.	32
Figure 4-18. Maraichage.....	34
Figure 4-19. Pratiques d'utilisation de l'eau par les maraîchers.	35
Figure 4-20. Agrobusiness.	36
Figure 4-21. Elevage dans la zone du projet.	37
Figure 5-1. Diagramme d'influence du projet	41

GLOSSAIRE DES ACRONYMES

AFD	Agence Française de Développement
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
CRS	Catholic Relief Services
DBRLA	Direction des Bassins de Rétention et des Lacs Artificiels
DEEC	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
DGPRE	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau
ETP	EvapoTranspiration Potentielle
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
KMS 3	3 ^{ème} Usine de traitement d'eau potable à Keur Momar Sarr
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
QFS	Quality Fruits Sénégal
SDADT	Schéma Directeur d'Aménagement et de Développement du Territoire
SDAEP	Schéma Directeur d'Adduction et de Distribution autour des pôles Urbains de Développement de Dakar et de la Petite Côte
SfN	Solutions fondées sur la Nature
SONES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
TNC	The Nature Conservancy

1 PREAMBULE

Face au changement climatique et au stress hydrique touchant la capitale et la zone de Pout et ses environs, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) et le Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA) en partenariat avec l'Agence Française de Développement (AFD), via sa facilité Adapt'Action et avec le soutien de The Nature Conservancy (TNC) et Catholic Relief Services (CRS), ont initié une étude de faisabilité d'un projet de démonstration d'adaptation au changement climatique.

Le projet de démonstration, objet de la présente étude de faisabilité, vise à réduire de façon durable la vulnérabilité au stress hydrique de la zone des forages de Pout dans un contexte d'adaptation au changement climatique. Il a également pour objectif de démontrer l'intérêt de l'apport des solutions fondées sur la nature (SfN) pour la protection des ressources en eau.

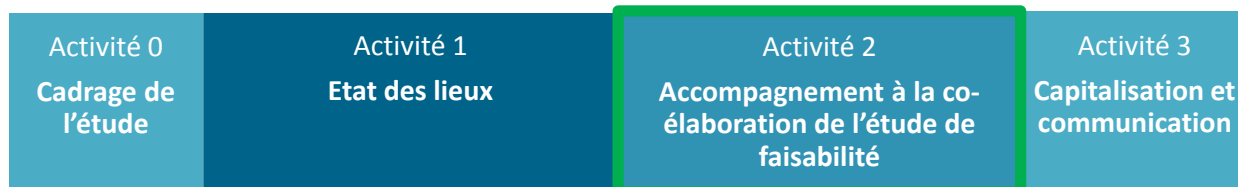
Le groupement Stantec, Artelia, Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), Adelante a été retenu pour la réalisation de cette étude de faisabilité. Artelia est le leader opérationnel de l'étude.

L'étude est développée selon 4 activités principales :

- i) le cadrage de l'étude,
- ii) l'état de lieux,
- iii) la co-élaboration à l'étude de faisabilité et
- iv) une activité transversale de capitalisation et communication.

Le rapport de démarrage (Livrable L1) a été remis le XXXX.

Le rapport rendant compte de l'Activité 1 'Etat des lieux' (Livrable L2) a été remis le XXXX.



Le présent rapport d'Etude Environnementale et Sociale Restreinte accompagne le rapport de faisabilité (Livrable L3¹) associé à l'activité 2.

¹ Ce dernier fournit plus d'information sur le projet ainsi que sur les bases du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique de la zone d'étude et les usages de l'eau

2 ANALYSE SUCCINCTE DU CONTEXTE D'INTERVENTION

2.1 L'étude de faisabilité d'un projet de démonstration d'adaptation au changement climatique (programme Adapt'Action)

Le projet de démonstration d'adaptation au changement climatique définit lors de l'étude de faisabilité se situe dans le cadre du programme Adapt'Action de l'AFD.

En parallèle au déroulement de l'étude de faisabilité, un processus d'élaboration d'un dossier de demande de financement interne de l'AFD a été initié et les premières phases de son instruction ont été effectuées.

2.2 Objectif de l'étude environnementale et sociale restreinte

Le CCTP de l'étude de faisabilité indique que tous les projets financés par l'AFD doivent présenter à minima une EESR, assortie d'un cadre de Gestion Environnementale et Sociale (CGES), en conformité avec la Politique de Maitrise des risques environnementaux et sociaux liés aux opérations financées par l'AFD (Annexe 5) et selon le cadre juridique sénégalais en vigueur².

L'EESR permettra de déterminer les enjeux Environnementaux et sociaux (E&S) du projet.

Elle déterminera de manière intégrée tous les risques environnementaux et sociaux (notamment liés au genre) et les impacts directs, indirects et cumulatifs du projet.

L'EESR a pour objet également d'écarter, pour ce qui concerne les composantes du projet impliquant des travaux, les sites potentiels présentant des risques environnementaux et sociaux (E&S) élevés et d'identifier des sites éligibles pour le projet.

Concernant les mesures de gestion des risques environnementaux et sociaux à mettre en place, il s'agira de définir des mesures hiérarchisées d'ERC (Elimination, Réduction, Compensation).

Si nécessaire en fonction des activités du projet présenté, le bilan carbone du projet de démonstration devra également être réalisé dans le cadre de la présente étude de faisabilité.

Une analyse de la situation de référence (sans projet) devra être réalisée ainsi qu'une analyse des modifications de cette situation avec la mise en œuvre du projet.

² Note : la notion d'Etude Environnementale et Sociale *Restreinte* n'existe dans la réglementation sénégalaise

3 DESCRIPTION SYNTHETIQUE DU PROJET ENVISAGE

Le projet a été élaboré de manière participative au cours de plusieurs ateliers (co-construction).

L'approche développée pour définir les composantes du projet repose sur une triple approche :

- construire un cadre pour aboutir à une meilleure répartition de l'eau entre usagers,
- améliorer la balance hydrique (augmentation des volumes d'eau disponibles³),
- définir et mettre en œuvre un programme d'économie d'eau pour le maraichage et d'amélioration de la préservation des sols.

Le projet comprendra l'aménagement de dispositifs de recharge artificielle de nappe ainsi que des actions de renforcement de capacités. Son contenu reste encore à préciser dans le cadre de l'étude de faisabilité qui est en cours de réalisation. Il se décline en quatre composantes :

- Composante 1 - Améliorer la gouvernance de la ressource en eau
- Composante 2 – Réduire le déficit de la balance hydrique par une baisse organisée des prélèvements et par la recharge artificielle de la nappe
- Composante 3 – Promouvoir un meilleur usage de l'eau et améliorer la lutte contre l'érosion hydrique des sols
- Composante 4 – Etudes complémentaires, assistance technique à maîtrise d'ouvrage et gestion de projet

Composante 1 - Améliorer la gouvernance de la ressource en eau

Cette composante consistera en des actions à deux échelles : à un niveau « local » (système aquifère de la zone de Pout) et au niveau de la gestion d'un ouvrage (bassin de rétention).

a) L'amélioration de la gouvernance des ressources en eau à un niveau « local » (zone de Pout)

La zone des nappes aquifères de Pout est située dans l'UGP Sine Saloum, au niveau duquel un schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est actuellement développé (instance de concertation : Comité de Gestion et de Planification de l'Eau). Pour chaque Sous-UGP un plan de gestion des eaux (PGE) est développé (instance de concertation : Sous-Comité de Gestion et de Planification de l'Eau). Afin de prendre en compte la particularité du système aquifère de la zone de Pout, qui est situé sur 2 sous-UGP (la Sous-UGP de la Somone (communes de Keur Moussa et Pout) ainsi que sur la sous-UGP du littoral nord (communes de Mont Rolland et Diender), le projet permettra de développer un contrat de nappe qui soit cohérent avec (et inclus dans) les PGE des 2 sous-UGP.

De façon plus détaillée, le projet contribuera :

- A l'amélioration de la connaissance des ressources en eau et des écosystèmes et du suivi de l'exploitation des ressources en eau (Zone des forages de Pout) ;
- A l'amélioration de la protection des ressources en eau et des sols ;
- Au développement des cadres de concertation pour inclure dans le Plan Local de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PLGIRE) de chaque commune concernée (Pout, Keur Mousseu, Diender, Mont Rolland) des actions spécifiques pour la protection de la ressource en eau. Celles-ci consisteraient notamment à définir les limites à imposer à l'exploitation des ressources, la stratégie de résolution des conflits d'usage ou des problématiques identifiées, en identifiant les harmonisations nécessaires entre les divers plans sectoriels et/ou locaux ou régionaux de développement.

³ Toute chose égale par ailleurs

- A un appui à la communication des résultats pour favoriser la perception de l'intérêt d'une telle approche et contribuer à son développement dans d'autres zones (notion de répliquabilité).

Cet appui à la gouvernance de l'eau constitue une action concomitante et indispensable au développement des autres composantes du projet.

b) L'amélioration de la gouvernance des ressources au niveau d'un ouvrage de gestion de la ressource (bassins de rétention)

Cette sous-composante cible en particulier le bassin de rétention de Mont-Rolland où une dynamique participative est observée dans la gestion du bassin de rétention.

L'amélioration de la gouvernance du bassin de rétention de Mont Rolland impliquerait notamment de rassembler l'ensemble des parties prenantes (Direction des bassins de rétention, maraichers irrigants, pasteurs, mairie, ONG biodiversité – pour recenser les écosystèmes et sensibiliser à l'intérêt des Solutions fondées sur la nature -, GRET, Lycée Brave Hippolyte) au sein d'une structure de gouvernance – au plus près des usages du bassin – avec a minima des moyens d'opération et maintenance de l'ouvrage. Ces moyens devraient couvrir les réparations en cas de dommages mais également, par exemple, des dispositifs visant à limiter l'ensablement du bassin (techniques de génie végétal en amont) ou encore des actions de communication/sensibilisation. Au-delà des moyens, des règles de gestion seraient à définir entre les différents usages (actuellement il existe une certaine compétition entre les maraichers irrigants et les pasteurs pour l'accès à l'eau) en prenant en compte les écosystèmes développés autour du bassin de rétention. L'approche pourrait être développée au sein du Plan communal de gestion intégrée des ressources en eaux (instance de concertation : comité communal de l'eau). Elle pourrait consister en un appui à :

- La création d'un groupe de travail spécifique à la gestion et l'opération du bassin de rétention et à une contribution à son fonctionnement ;
- L'amélioration de l'efficacité du bassin :
 - o Définition des travaux à effectuer pour réparer de façon durable la digue
 - o Contribution aux travaux de réparation
 - o Définition et mise en œuvre de végétalisation/reboisement en amont du bassin pour préserver les sols, limiter les apports de sédiments dans le bassin, contribuer à la création d'un espace favorable pour la faune et l'avifaune o instrumentation du bassin pour aboutir à un bilan hydraulique et anticiper les évolutions du niveau du bassin (pour in fine fournir un appui aux règles de gestion)
- La définition de règles de partage de la ressource (maraichers irrigants, pasteurs, écosystèmes, voire pisciculture) ;
- La sensibilisation à une gestion partagée de la ressource.

Composante 2 – Réduire le déficit de la balance hydrique par une baisse organisée des prélèvements et par la recharge artificielle de la nappe

a) Baisse organisée des prélèvements.

Cette sous-composante concerne en premier lieu la SONES, que le projet appuiera à définir un plan de diminution des prélèvements d'eau dans la zone de Pout, de manière coordonnée avec les autres utilisateurs.

Les activités envisagées sont les suivantes :

- Analyse de la baisse globale a priori envisagée par la SONES (quels forages, quelles baisses de débits) ;
- Analyse des critères de la SONES relatifs aux modalités de baisse (coûts, sécurisation AEP ...)
- Détermination de modalités de baisses de prélèvements qui auraient l'impact le plus positif vis-à-vis des vulnérabilités des usages (y compris écosystèmes). Les modalités de cette diminution peuvent en effet être variées : à titre d'illustration, arrêt définitif de certains forages (par exemple ceux présentant des problèmes de qualité d'eau et/ou ayant des coûts d'exploitation trop élevés) ou maintien du parc actuel avec diminution des volumes prélevés sur chaque forage (de façon à maintenir une capacité de production élevée dans le cadre de la sécurisation de l'AEP de

Dakar en cas de dysfonctionnement sur les mamelles ou KMS3). Les différentes modalités de diminution n'auront pas les mêmes effets sur les autres usages de l'eau (du fait de l'interconnexion des nappes) ;

- Discussion avec la SONES et recommandations pour une baisse organisée des prélèvements non pas basée uniquement sur une diminution des coûts d'exploitation mais permettant de diminuer la vulnérabilité des usages les plus sensibles.
- Analyse des consommations des autres « gros préleveurs » et formulation de recommandations relatives à des économies d'eau.

b) Recharge artificielle de la nappe.

Cette sous-composante consiste à aménager d'un bassin d'infiltration, des forages d'injection directe ou autres dispositifs favorisant la recharge, dans des zones propices à l'infiltration de l'aquifère superficiel quaternaire. La recharge artificielle dans la zone sélectionnée devra permettre de procurer – rapidement - (par rapport à une recharge d'aquifères profonds) un surplus d'eau qui bénéficiera en priorité aux usages très sensibles au stress hydrique (maraichage irrigué). Cet apport d'eau (douce) contribuera par ailleurs à améliorer la qualité des eaux (moindre salinité). Les eaux à infiltrer seraient les eaux abondantes de la saison des pluies (hivernage).

Cet aménagement physique sera accompagné d'une amélioration voire même la création d'un cadre réglementaire concernant la recharge de nappe, qui sera accompagnée dans le cadre de la composante 1 du projet, afin de mettre en place ou de développer une gouvernance de l'ouvrage qui assure la pérennité de son fonctionnement.

Cette approche est innovante et sera amenée à se développer d'autant plus que les réseaux et systèmes d'assainissement se développeront (disponibilité accrue d'eau non conventionnelle). Il est alors pertinent d'initier cette approche à très court terme, à la fois pour développer une stratégie d'adaptation, améliorer la résilience et capitaliser pour de futurs projets.

Les activités qui pourraient être envisagées dans le cadre de la réalisation d'un projet pilote de démonstration sont les suivantes :

- Identification des zones favorables à la recharge artificielle de la nappe ;
- Analyse de la problématique foncière ;
- Conception d'un projet de recharge artificielle de nappe ;
- Construction d'un projet de recharge artificielle de nappe ;
- Supervision de la construction ;
- Développement d'une gouvernance pérenne avec une autonomie de moyens pour l'opération et la maintenance de l'ouvrage ;
- Assistance à l'opération et la maintenance de l'ouvrage ;
- Capitalisation/Communication/Dissémination sur la démarche et les résultats obtenus.

Les trois premières activités seront mises en œuvre au sein de la composante 4 du projet qui est transversale aux autres composantes, jusqu'à l'émission d'un document d'appel d'offres pour la construction du dispositif, pour la supervision des travaux et pour l'appui à la gestion de l'ouvrage.

Il peut être noté qu'au niveau de l'étude de faisabilité le site où sera implanté le système de recharge artificielle n'est pas défini et qu'en conséquence le dimensionnement n'est pas réalisable. Aussi les éléments nécessaires à l'établissement d'un bilan carbone ne sont pas disponibles. Un fois le site sélectionné et la conception du système réalisé, l'étude environnementale et sociale inclura un bilan carbone.

Composante 3 – Promouvoir un meilleur usage de l'eau et renforcer la lutte contre l'érosion hydrique des sols

De façon à anticiper les impacts du changement climatique et afin de prendre en compte la forte pression sur la ressource en eau, cette composante promouvra des pratiques destinées à induire des rendements agricoles à minima

identiques voire supérieurs en ayant recours à des quantités d'eau plus faibles et au développement d'opérations de lutte contre l'érosion hydrique des sols afin de favoriser la préservation des sols et la restauration des écosystèmes.

La technique du « goutte à goutte » est particulièrement envisagée. Elle est déjà utilisée dans la zone de Pout bien qu'il subsiste une problématique d'accès pour une certaine partie des maraichers. Par ailleurs, son utilisation reste encore à améliorer au regard de pratiques constatées lors de l'étude.

Le projet apporterait un appui qui pourrait consister en la réalisation de cours, d'ateliers pratiques par des experts agronomes avec une approche participative et en la fourniture de matériel. Les pratiques agricoles concernées seraient les suivantes :

- La conception et diffusion d'un 'Guide pour une gestion raisonnée de l'eau pour le maraichage' (de façon à fournir un appui pour la formation des formateurs) ;
- La réalisation d'une étude sur le non accès au goutte-à-goutte et proposition d'un plan d'action ;
- La formation des 'relais' via des Ateliers avec éventuellement une collaboration avec la future école d'agronomie de Mont Rolland (Un appui au développement d'une école agronomique à Mont-Rolland pourrait également être inclus) ;
- La sensibilisation sur l'état des ressources (à préserver) et à une gestion raisonnée de l'irrigation et la promotion de pratiques réduisant le stress hydrique (Campagnes d'IEC) ;
- La réalisation d'un dispositif pilote (gestion goutte-à-goutte, brise vents, paillage, ...) sur les quatre communes de la zone avec plusieurs parcelles par commune (parcelle en pente, dans une dépression, ...) :
 - Sollicitation (=base volontariat), pour chaque parcelle pilote, pour qu'un maraicher gère l'irrigation de la moitié de sa parcelle selon les recommandations du guide et avec l'appui technique régulier de l'ANCAR/ONG/...
 - Appui à la gestion des parcelles pilotes ;
- Restitutions régulières (après la grande campagne, oct-fév, et la petite campagne, mars-juin) ;
 - Développement d'une approche innovante (via images satellites) de gestion du besoin en eau des plantes (Normalized difference vegetation index, NVDI) sur certaines parcelles.

Composante 4 – Etudes préalables, gestion de projet et assistance technique

De façon transversale aux trois premières composantes, cette quatrième composante comprendra les activités suivantes :

- Réalisation des études préalables aux trois premières composantes, avec notamment l'élaboration des cahiers de charges y afférentes et l'appui au recrutement de prestataires qui seront chargés de mettre en œuvre les activités ;
- Réalisation des études techniques et d'impact environnemental et social relatives aux aménagements prévus ;
- Recherche/montage de financements complémentaires pour un déploiement du projet au-delà de la phase pilote : en plus d'explorer des pistes auprès de structures comme le Fonds Vert pour le Climat, cette activité étudiera la possibilité de création d'un fonds de l'eau mobilisant les financements d'acteurs aussi bien publics que privés ;
- Information/communication/valorisation du projet au niveau national ;
- Assistance technique à la maîtrise d'ouvrage pour la gestion du projet.

4 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX DE LA ZONE DU PROJET

4.1 Zone d'étude

La zone d'étude a été définie comme la zone des forages⁴ de Pout (ligne pointillée de la figure ci-après). Cette zone, d'environ 400 km², correspond au bassin versant de la partie Est du 'lac' Tanma ainsi qu'une partie à l'amont du bassin versant de La Somone. La zone est localisée sur les communes de Mont Rolland, Pout, Keur Moussa et Diender.

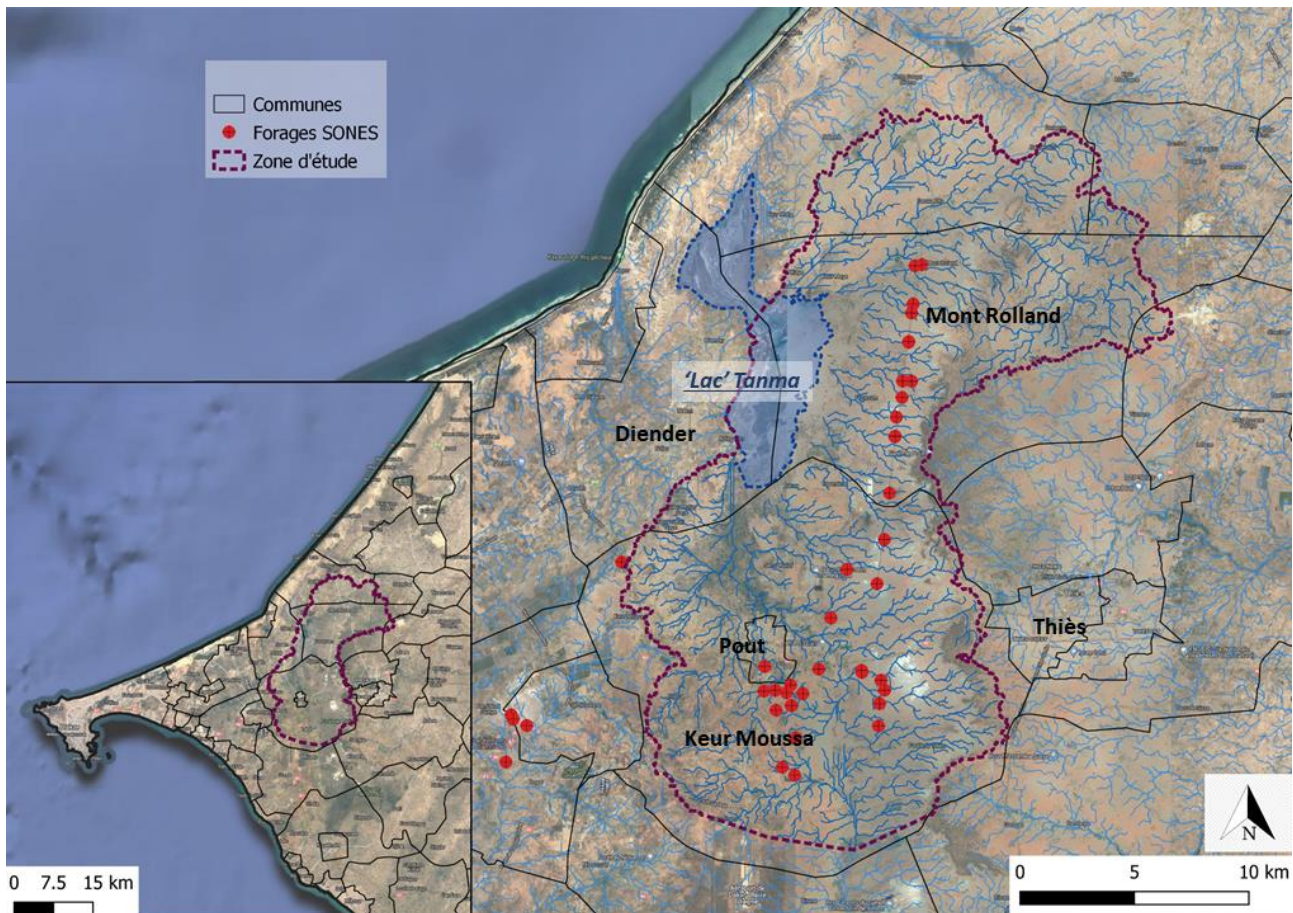


Figure 4-1. Localisation de la zone d'étude

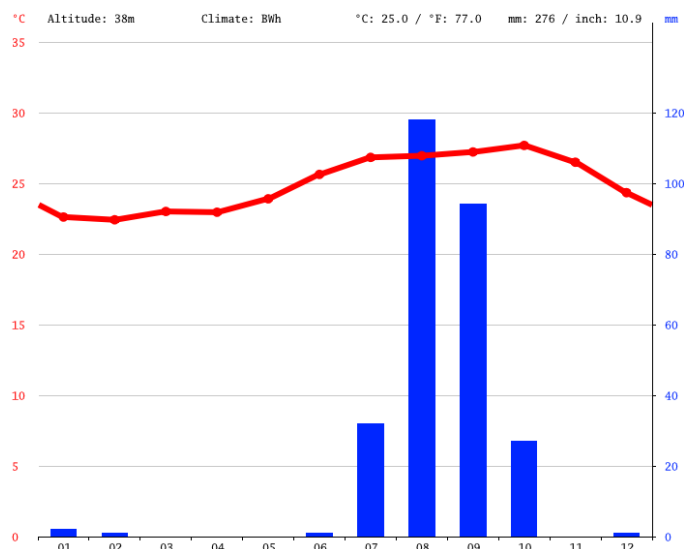
4.2 Environnement physique

4.2.1 Climat

La Figure 4-2 montre le diagramme ombrothermique⁵ pour Mont Rolland, avec une pluviométrie de 263 mm et une température moyenne de 24°C.

⁴ De la SONES

⁵ Un diagramme ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique représentant les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations selon des gradations standardisées : ici une gradation de l'échelle des précipitations correspond à deux gradations de l'échelle des températures (P = 4T). Il a été développé pour mettre en évidence les périodes de sécheresses définies par une courbe des précipitations (ici histogramme bleu) se situant en dessous de la courbe des températures (ici courbe rouge).



Source : <https://climate-data.org>

Figure 4-2. Diagramme ombrothermique de Mont Rolland (températures et précipitations mensuelles)

Le climatogramme de Thiès, pour lequel les données enregistrées sont plus complètes, est très similaire, avec une pluviométrie moyenne de 360 mm et une température de 25,6°C. Ainsi selon les périodes considérées, le climat de ces stations dans la classification de Köppen-Geiger oscille entre climat semi-aride chaud (BSh) et climat désertique chaud (BWh).

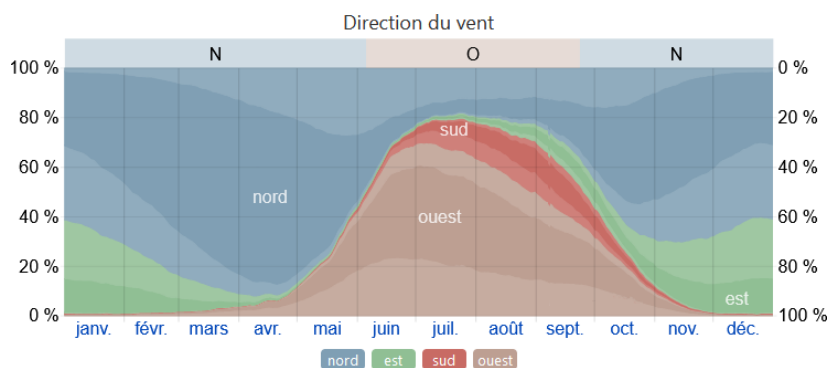


Figure 4-3. Direction des vents significatifs à Thiès. Source : <https://weatherspark.com>

Les directions de vent supérieurs à 0.4 m/s sont indiquées dans la Figure 4-3 : elles montrent une alternance entre l'harmatan des secteurs N et NE en saison sèche et les alizés maritimes de S à ONO en saison des pluies.

La dérive climatique, d'ici à 2060, induirait une élévation des températures de 1 à 3°C, avec une plus grande irrégularité des précipitations et une violence accrue des orages (USAID 2017, UKAid/NERC 2015, AMMA2050⁶).

4.2.2 Air, bruit et vibrations

La zone du projet est peu bruyante. La principale nuisance est liée aux poussières engendrées par les carrières.

Un terrain militaire est présent juste à l'est de la piste desservant les puits de la SONES. Celui-ci ne paraît pas générer de nuisances excessives puisqu'il est avant tout consacré à l'entraînement de l'infanterie.

⁶ <https://www.amma2050.org/> (accédé août 2021)

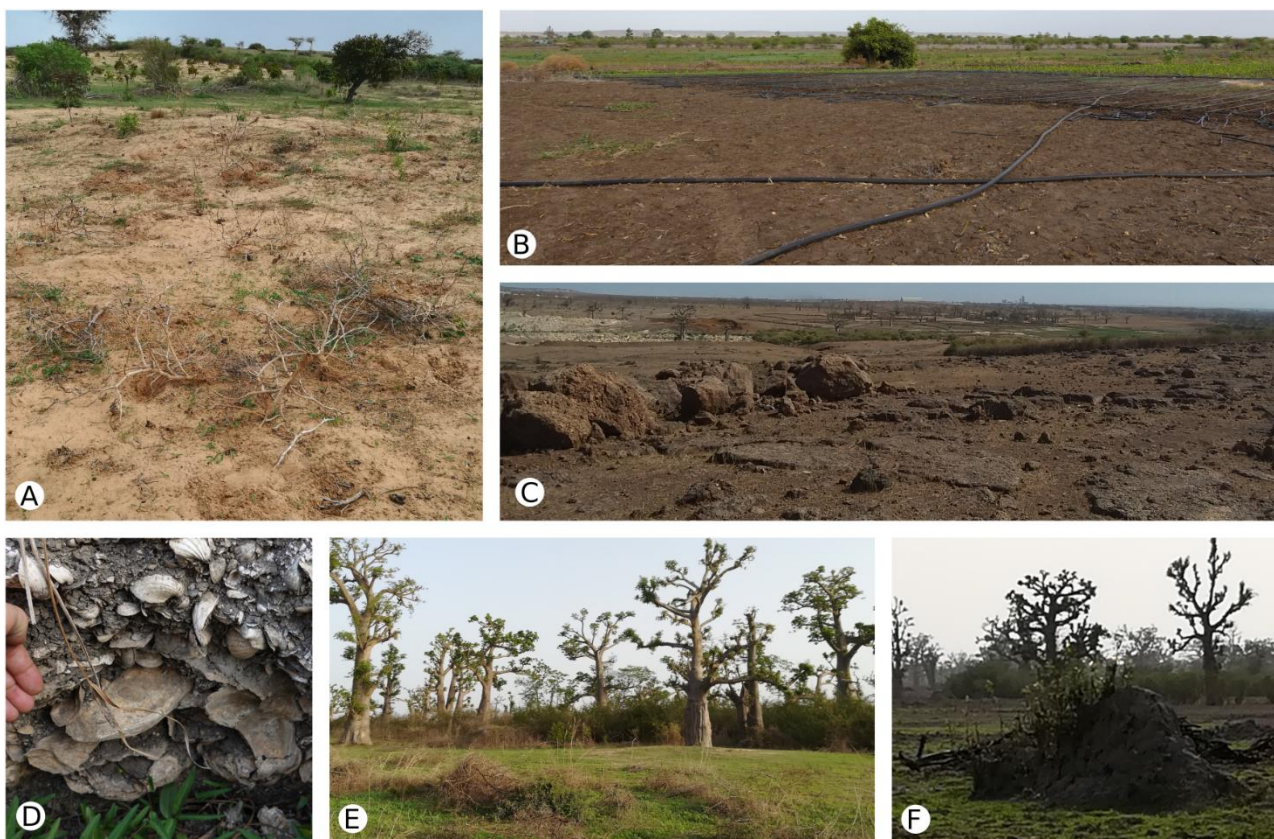
4.2.3 Géologie et pédologie

4.2.3.1 Fond géologique

Structurellement, la zone d'étude appartient au horst de Ndiass, dont la faille limitante côté est correspond sensiblement à la bordure du plateau de Thiès.

Les formations affleurantes sont assez variées :

- On trouve à quelques dizaines de cm sous le fond du 'lac' Tanma des argiles noires marines très riches en coquilles d'huîtres et de coques *Senilia senilis*, typiques de la transgressions nouakchottienne ;
- Le sous-sol calcaire affleure régulièrement au gré de l'exploitation des carrières et de l'érosion, notamment au pied du bord du plateau de Thiès ;
- Quelques points surélevés dans la partie basse de l'ouest de la zone correspondent à de la cuirasse latéritique ;
- De vastes placages de sables sont présents, par exemple dans le nord de la zone d'étude autour de Keur Maye (commune de Mont Rolland), correspondant aux dunes ogoliennes fixées ;
- Les zones à plus forte densité de baobabs, dans la partie occidentale, semblent correspondre à des zones plus argileuses ;
- Enfin, les zones de la partie basse qui ne sont ni sableuses ni argileuses présentent un aspect assez sombre et sont vraisemblablement les plus fertiles, c'est là que sont en particulier implantés les agro-business.



A: sol sableux; **B:** sol riche en matière organique; **C:** cuirasse latéritique; **D:** niveaux à huitres et *Senilia senilis* du lac Tanma; **E:** groupement de baobabs typique des zones argileuses; **F:** grande termitière dans un point bas

Figure 4-4. Sols dans la zone d'étude

4.2.3.2 Erosion

L'érosion des sols est étroitement couplée avec l'infiltration des eaux de ruissèlement vers les nappes superficielles. Ainsi l'infiltration vers les nappes superficielles diminue avec le dépôt de fines (ce point est à prendre en compte dans le cadre de système de recharge artificielle de nappe à partir d'eau de ruissèlement). Avec l'intensification de la violence des orages qu'apporte le changement climatique ce phénomène jouera un rôle fondamental pour le projet.

On observe deux grands contextes érosifs dans la zone d'étude :

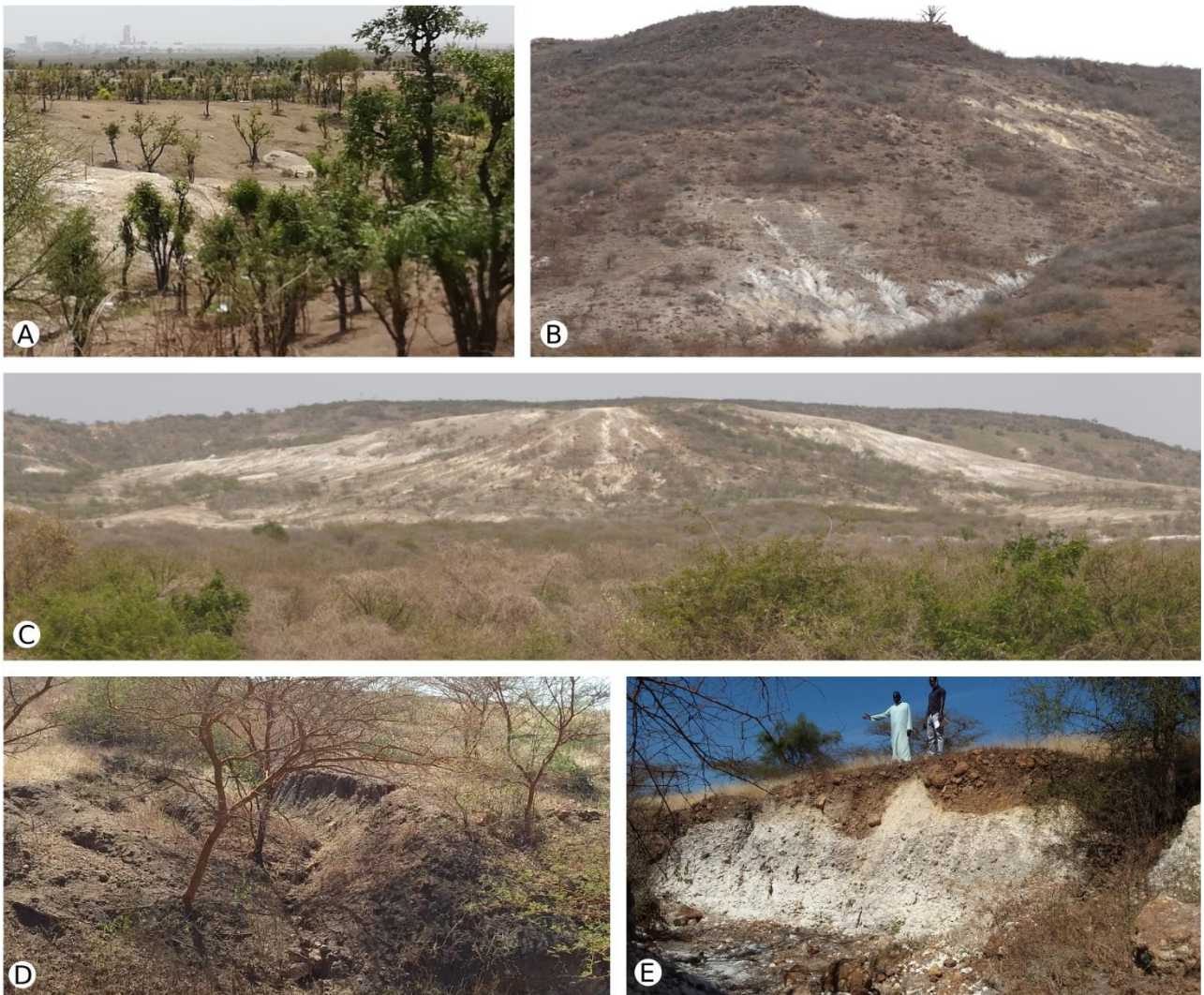
- Sur les pentes de la « cuesta » de Thiès (Figure 4-5), se développent des ravines en peigne, qui font suite à une érosion 'en nappe'⁷ sur ces fortes pentes où la végétation⁸ n'est plus en état de retenir les sols (A, C). Ces formes sont particulièrement saisissantes lorsque le blanc intense du calcaire sous-jacent est mis à nu et contraste avec les résidus des sols végétaux (B). Ces ravines semblent s'inciser avec un profil en forme de V (D), qui s'évase en forme de U (E) lorsqu'elles atteignent la roche dure.
- Dans la plaine (Figure 4-6), entre la piste qui dessert les puits de la SONES et le 'lac' Tanma, les cours d'eau saisonniers traversent des sédiments meubles. Leur géométrie évolue dans le temps du fait d'une non stabilisation des berges. Le fait que les cours d'eau érodent les berges contribue à la perte de terres agricoles adjacentes.

Faisant partie de ce contexte érosif, on trouve en plusieurs points des situations exacerbées par l'obstacle que constitue les routes (A), en particulier lorsque le côté amont des buses a été bouché (B), certainement pour faciliter l'abreuvement du bétail ou l'irrigation de cultures.

L'augmentation attendue de l'intensité des orages suite à la dérive climatique fait craindre une augmentation de l'érosion dans les deux contextes.

⁷ On parle d'érosion 'en nappe' (à ne pas confondre avec les nappes d'eau souterraine) ou aréolaire (sheet erosion) parce que l'énergie des gouttes de pluie s'applique à toute la surface du sol et le transport des matériaux détachés s'effectue par le ruissèlement en nappe. C'est le stade initial de la dégradation des sols par érosion

⁸ Quasi-inexistante sur les pentes



A: sol peu couvert à la rupture de pente; **B:** ravinement régressive intense; **C:** étendue des zones érodées; **D:** ravine à fond en V; **E:** ravine à fond plat

Figure 4-5. Erosion sur les reliefs



A: érosion intense en aval de buses; **B:** buse colmatée; **C:** ruisseau fortement raviné; **D:** ravine exposant les racines

Figure 4-6. Erosion en plaine

Parmi les mesures antiérosives qui ont été mises en œuvre dans la région (Figure 4-7) on trouve :

- Des cordons pierreux (A, B) sur les pentes faits en particulier pour protéger de l'envasement les bassins de rétention ;
- Des digues filtrantes dans les talwegs situés dans la pente du plateau de Thiès ;
- Des profils rectifiés, taillés avec un profil 2H:1V et renforcés par des rangs de vétiver irrigué (C). Ces mesures sont mises en place par l'agro-business Quality Fruit Sénégal (QFS) pour protéger les terres cultivées des aléas de l'érosion.



A et B: cordons pierreux; **C:** plantation de Vetiver irrigué sur berges;

Figure 4-7. Mesures antiérosives utilisées dans la zone d'étude

A titre comparatif, dans un contexte comparable en Tanzanie, des éléments qui favorisent la stabilité des berges sont la réalisation de peignes en branchages morts d'acacia issus de la préparation des champs (Figure 4-8) ou encore la présence naturelle de grandes termitières qui renforce suffisamment les sols pour modifier le tracé des cours d'eau partout où elles sont présentes.



Figure 4-8. Stabilisation des berges par réalisation de 'peignes' de branchage (Tanzanie)

4.2.4 Hydrologie

La Figure 4-9 présente la localisation des bassins versants étudiés. Le réseau hydrographique de ces bassins versants est intermittent. Il s'agit de ruisseaux anaclinaux⁹ dont l'activité dépend des grosses averses qui provoquent un écoulement de type torrentiel très circonscrit dans le temps. Tous ces ruisseaux convergent vers la zone dépressionnaire du 'lac' Tanma à l'exception de la partie extrême sud de la zone d'étude qui s'écoule vers la Somone.

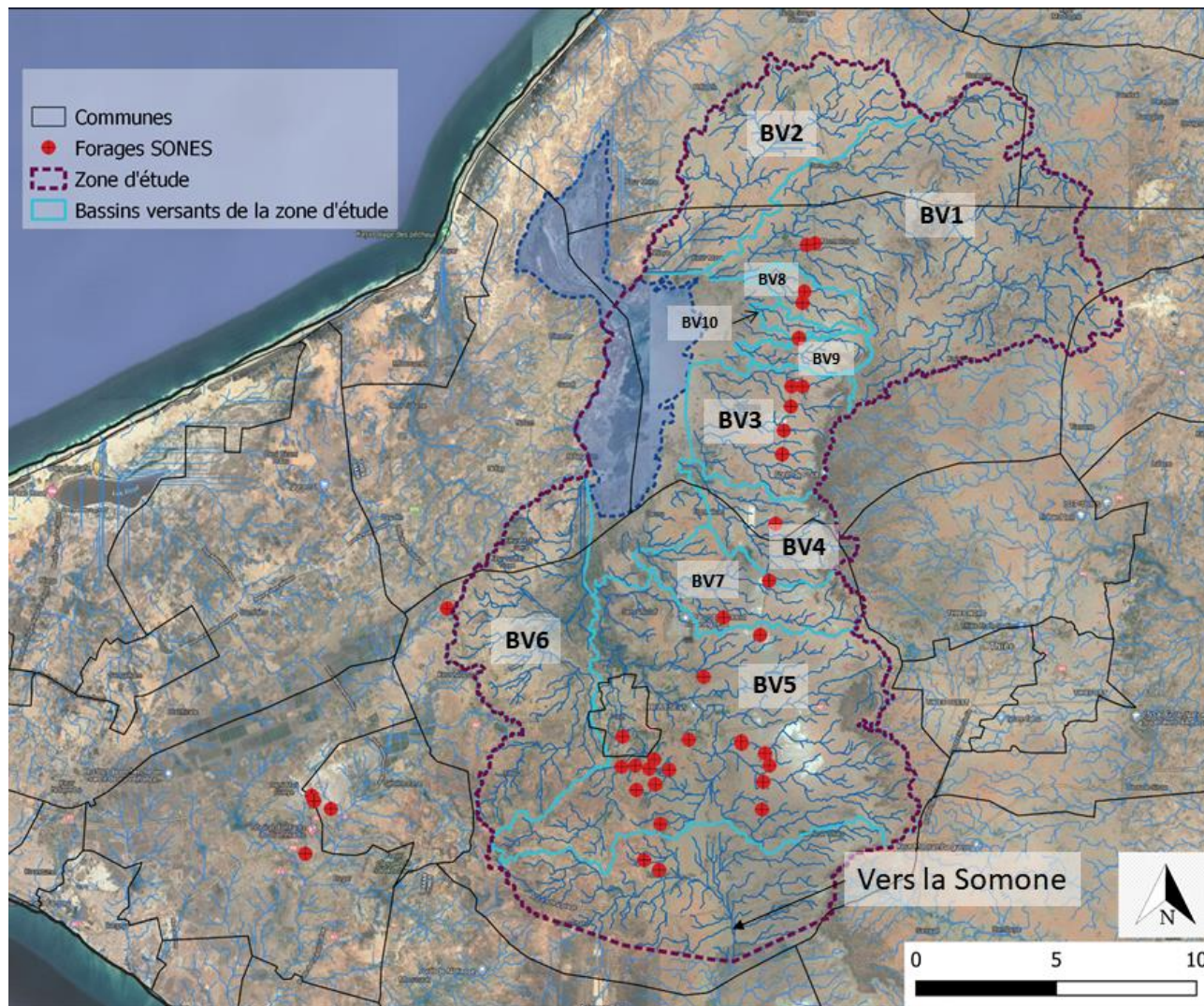


Figure 4-9. Localisation des bassins versants de la zone d'étude

Les cours d'eau drainent de petits bassins versants, sans réseau hydrométrique, qui se jettent directement quelque fois, en dehors du 'lac' Tanma, dans des dépressions fermées tel que les carrières. Ces petits bassins ont des crues parfois très fortes (en fonction de volumes précipités) qui provoquent une importante érosion détruisant les voies de communications et une dégradation des sols dont les effets cumulés sont très perceptibles sur les pentes du plateau de Thiès.

Du fait de la très forte différence entre les températures (et donc l'évaporation) et la pluviométrie (Cf. Figure 4-2) les eaux accumulées dans le 'lac' Tanma s'évaporent très rapidement, et la zone est complètement asséchée chaque année quelques mois après l'hivernage.

⁹ i.e. le sens d'écoulement est opposé au sens de pendage des couches des formations géologiques



Figure 4-10. Image satellite montrant le 'lac' Tanma totalement à sec en mars 2020. Source : Google Earth

4.3 Environnement biologique

En termes de biogéographie, la zone du projet est généralement considérée comme faisant partie de la zone de transition entre la savane soudanaïenne occidentale (code AT0722 de la classification par écorégions du WWF), qui s'étend de Dakar à l'Est du Nigéria et couvre la majorité du Sénégal, et la Savane sahélienne à acacias (code AT0023). Sur le terrain, la végétation confirme qu'on est dans une zone sahélo-soudanaïenne. A l'échelle de l'Afrique comme à celle de la région de Thiès, l'écosystème des savanes soudanaïennes occidentales est menacé par une forte anthropisation liée à ses conditions propices pour l'agriculture.

4.3.1 Flore

Une vaste zone de la région de Pout était classée comme forêt protégée en 1953, mais il ne reste quasiment plus d'arbres en dehors de baobabs, dont certains sont particulièrement majestueux (Figure 4-11A) et qui subsistent soit individuellement soit par bosquets (C) dans les zones plus argileuses. La forêt est devenue une savane arbustive (B, E).

Le classement est ancien et ne correspond plus à une forêt, en partie à cause des effets cumulés de l'anthropisation du paysage et de la sécheresse.

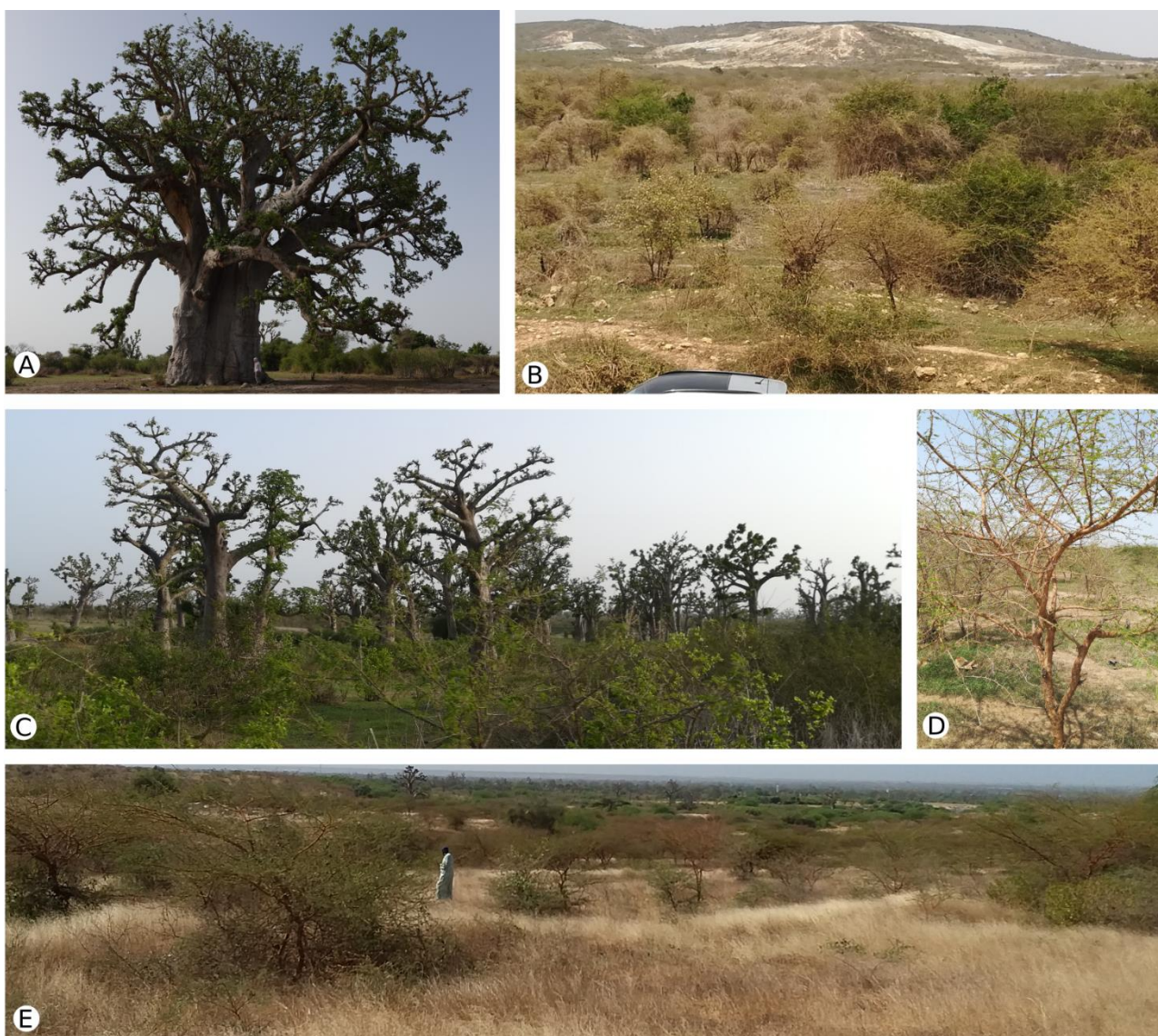
La forêt classée de Thiès a été déclarée classée en 1934 sur une superficie de 11600 ha, et la forêt classée de Pout en 1933 sur une superficie de 8342 ha. En 2013, la superficie classée de ces forêts était réduite à 11081 ha et 7288 ha respectivement (soit 1573 ha déclassés).

Ainsi, actuellement les « forêts » classées de Pout et de Thiès ne sont plus des forêts du fait de la densité très faible de la strate arborée et de la quasi-absence de strates intermédiaires.

Parmi les facteurs explicatifs c'est en partie l'exploitation de la forêt (des années 30 aux années 70-80) et surtout la sécheresse prolongée (à partir des années 70) qui sont à l'origine des transformations des 'forêts' classées.

Cette péjoration climatique a eu pour conséquence plus globale l'assèchement des zones humides, le recul du niveau piézométrique, la salinisation des bas-fonds et la mortalité de la végétation subguinéenne dont les exigences écologiques ne sont plus adaptées aux conditions environnementales.

Ndiaye (1990) constatait déjà, après la période de forte sécheresse qui avait commencée au début des années 70, que le cortège des espèces commençait à passer d'espèces à affinités soudaniennes à des espèces plus sahéliennes. Par exemple les quelques observations qui ont peut-être faites pour l'étude ont montré que *Vachellia seyal* (= *Acacia seyal*) (Figure 4-11 D) est fortement représenté, et accompagné d'espèces plus sahéliennes que soudaniennes, telles que *Balanites aegyptiaca* ou *Ziziphus* sp., tandis que des *Combretum* sp. étaient certes présents mais assez éparés.



A: baobab remarquable; **B:** brousse à acacias; **C:** bosquets de baobabs dans un bas fond; **D:** petit acacia; **E:** savane arbustive

Figure 4-11. Végétation dans la zone d'étude

Enfin de nombreuses espèces végétales ont déjà été importées dans la région, en particulier filao (*Casuarina equisetifolia*) pour stabiliser les dunes, eucalyptus, euphorbes (*Euphorbia balsamifera*) pour les haies bordant les champs.



Figure 4-12. Végétation du 'Lac' Tanma

4.3.2 Faune

La zone du projet est fortement anthropisée. Divers oiseaux typiques des savanes sahélo-soudaniennes ont pu être observés, et il est probable que les rongeurs soient assez diversifiés (cf. Hubert 1977). Parmi les grands mammifères, la présence des singes, a été citée spontanément par plusieurs maraîchers, il pourrait s'agir de vervets (*Chlorocebus sabaeus*). Les singes viennent souvent en bandes (jusqu'à 40 individus) pour dérober les récoltes, en particulier les oignons.

4.3.3 Zones naturelles

Dans le cahier des charges de la présente étude, les écosystèmes sont mentionnés de façon non spécifique à l'exception de la forêt classée de Pout¹⁰.

Dans ce paragraphe les différents écosystèmes identifiés dans cette phase de l'étude (activité 1) sont présentés ainsi que les problématiques associées aux ressources en eau.

4.3.3.1 Les écosystèmes associés aux zones de maraichage

Les zones de maraichages sont très souvent associées à de l'arboriculture (manguiers principalement). Par ailleurs pour éviter le passage du bétail sur les zones maraichères celles-ci sont entourées de haies végétales impénétrables (qui jouent aussi partiellement le rôle de brise-vent). Ainsi un écosystème existe autour des zones maraichères (notamment avifaune).

Par ailleurs la présence de maraichage entraîne la venue très fréquente de singes. La protection des cultures vis-à-vis des singes reste problématique pour les maraîchers.

4.3.3.2 Les écosystèmes à proximité des bassins de rétention

Autours des bassins de rétention, du fait de la présence d'un milieu humide semi-permanent, une végétation arborée s'est développée. Celle-ci contribue à créer un écosystème avec la présence notamment d'avifaune.

Une des difficultés¹¹ du maintien d'un écosystème autour des bassins de rétention est lié au fait que les bassins de rétention s'assèchent. Ceci est lié à l'absence de régulation de la part des usagers (maraîchers et pasteurs) qui prennent l'eau du bassin jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus.

4.3.3.3 Le 'Lac' Tanma

Pour bien comprendre ce qu'était le 'lac' Tanma et son évolution il peut être utile dans un premier temps de décrire son origine.

Origine du lac Tanma

La géologie du Lac Tanma présentée ici est issue des travaux de Michel P., 1973, Tersier F. 1952, Elouard, 1959 et a été synthétisée par Boumédiène Bénaricha, 1985 et est décrite depuis les périodes quaternaires les plus anciennes.

- L'ogolien (21 000 à 15 000 ans BP¹²)

Au cours de cette période une grande transgression¹³ a eu lieu. Cette transgression coïncide avec une période aride. L'action érosive intense du vent sur les sédiments marins a conduit à la formation des ergs¹⁴ constitués de dunes

¹⁰ La forêt classée de Bandia est évoquée mais elle se situe en dehors de la zone des forages (de la SONES) de Pout. Il est fait également mention de 'zones humides' mais le climat de la zone d'étude est semi-aride et il n'y a pas de zones humides permanentes.

¹¹ Difficulté relative, puisque cet écosystème existe

¹² BP : Before Present

longitudinales orientées NE-SO. Celles-ci ont recouvert toute la partie nord du Sénégal occidental vers 18 000 BP et sont encore bien visible dans la zone des Niayes.

- Période post-ogolienne (15 000 à 7 000 ans BP)

Une phase humide remplaça progressivement cette période sèche. Pendant cette période les cordons dunaires se sont abaissés et leurs formes se sont émoussées. Ces dunes sont maintenant fixées par une steppe arbustive ou une savane arborée.

- Le Nouakchottien (7 000 à 4 200 ans BP)

Entre 7000 et 6500 ans BP, la mer a pénétré à l'intérieur du continent (transgression nouakchottienne) en pénétrant par les interdunes en doigts de gants. Elle remonte peu à peu et submerge les basses vallées des fleuves. Le matériel sableux a été étalé en de vastes plages sableuses riches en bivalves (*arcus senilis*). Pendant cette transgression les eaux salées ont envahi le bassin du Sénégal.

- Le Post-Nouakchotien (4 200 à 2 000 BP)

La mer se retire progressivement (régression). Les cuvettes interdunes qui s'étaient transformées en vasières marines au Nouakchottien sont alors alimentées par les crues (cas du lac Tanma). Une période plus aride voit la formation de petites dunes continentales issues du remaniement des ergs anciens. Ces dunes récentes ont isolé les lacs salés témoins de la dernière transgression.

Ce qu'il importe de retenir *c'est que le milieu salé du lac Tanma (nappe superficielle) est déterminé avant tout par une communication ancienne avec la mer.*

Cette salinité a eu un impact fort sur les projets de reboisement du lac Tanma menés dans les années 60.

Il est ainsi possible de citer un projet de reboisement de 264 ha initié en 1965 sur la partie nord-ouest du lac Tanma. Les essences introduites étaient :

- Melaleuca (Niaouli) ;
- Filao ;
- Eucalyptus.

La sécheresse et la salinité des nappes ont affecté le Niaouli et l'eucalyptus. Ainsi en 1978 le taux de mortalité atteignait presque 50%. En 1985, la mortalité des espèces introduites atteignait les presque trois-quarts de la zone reboisée.

Ainsi actuellement cette zone ne correspond plus à un lac, dans le sens hydrologique du terme, c'est-à-dire que ce n'est plus une étendue d'eau *permanente*. Cependant dans le langage courant l'appellation 'lac' est encore utilisée.

L'alimentation en eau du 'lac' Tanma

Le 'lac' est alimenté par un réseau hydrographique composé de cours d'eau intermittents. L'alimentation du lac a lieu durant la saison pluvieuse. La zone des forages de Pout appartient au bassin du lac (Cf. figure ci-après).

¹³ Transgression : avancée de la mer à l'intérieur des terres

¹⁴ Étendue de dunes

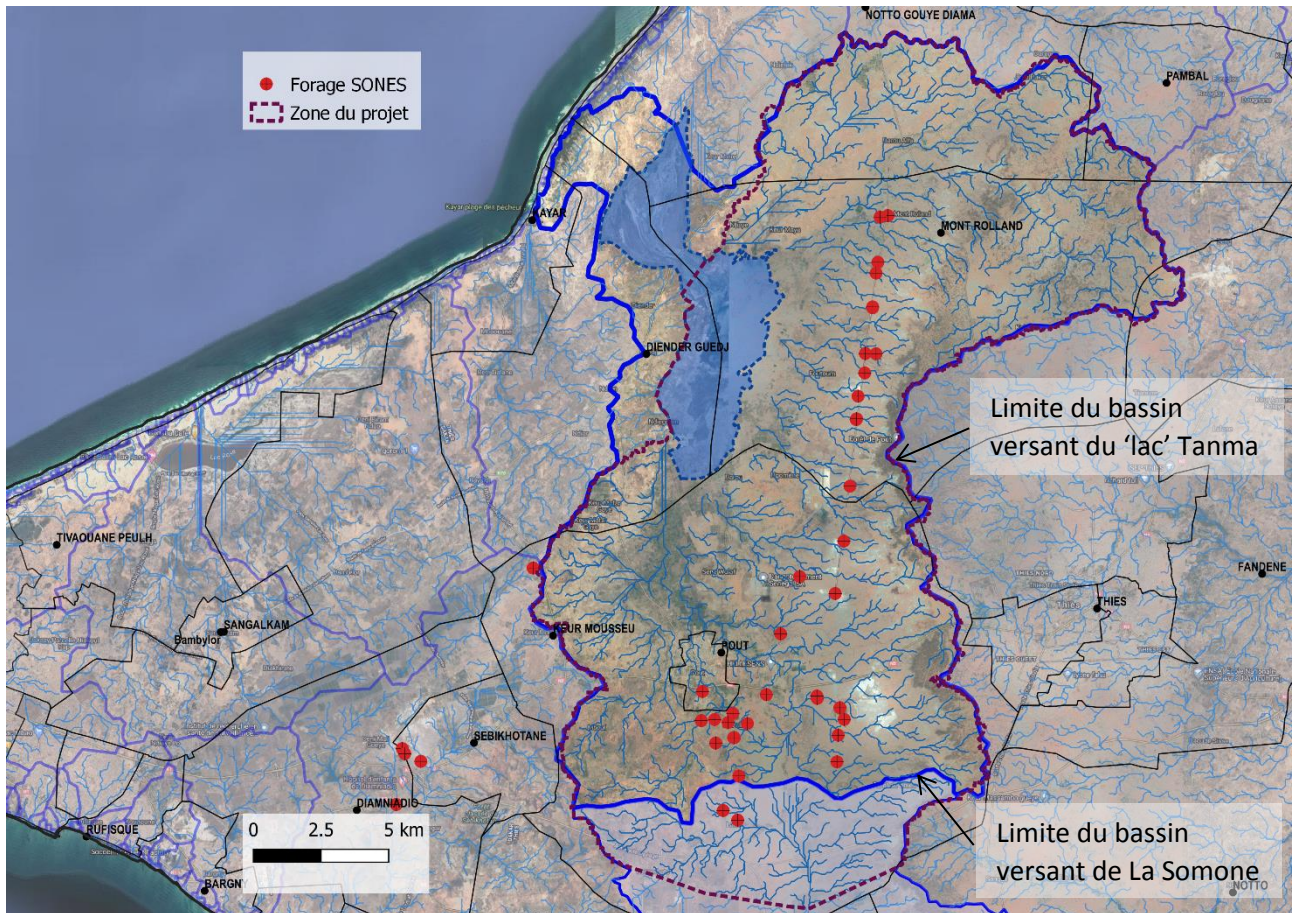


Figure 4-13. Bassin hydrographique du 'lac' Tanma

Dans la zone actuelle du lac existait un réseau hydrographique perpendiculaire à la mer. La communication avec l'océan a été par la suite rompue par l'installation des dunes durant les périodes sèches du Quaternaire, ce qui est à l'origine de l'évolution du réseau hydrographique vers le lac.

En saison pluvieuse, les cours d'eau intermittents mobilisent les eaux de ruissellement nées des reliefs (plateaux de Thiès et massif de Ndiass) en direction des cuvettes et des mares. Ce ruissellement peut être diffus au départ mais s'accumule pour former des cours d'eau intermittents qui, en période de crue, provoquent un écoulement en direction du 'lac' Tanma.

La plupart de ces cours d'eau intermittents ont un grand effet érosif et leurs crues sont souvent dévastatrices. Dans la partie située au nord et nord-est du lac, surtout dans la commune rurale de Mont-Rolland, ils peuvent entraîner des ruptures des voies de communication et ainsi accentuer l'enclavement de la zone. Ces phénomènes se produisent aussi dans la zone traversée par le cours d'eau intermittent de Pout, à l'est du 'lac'.

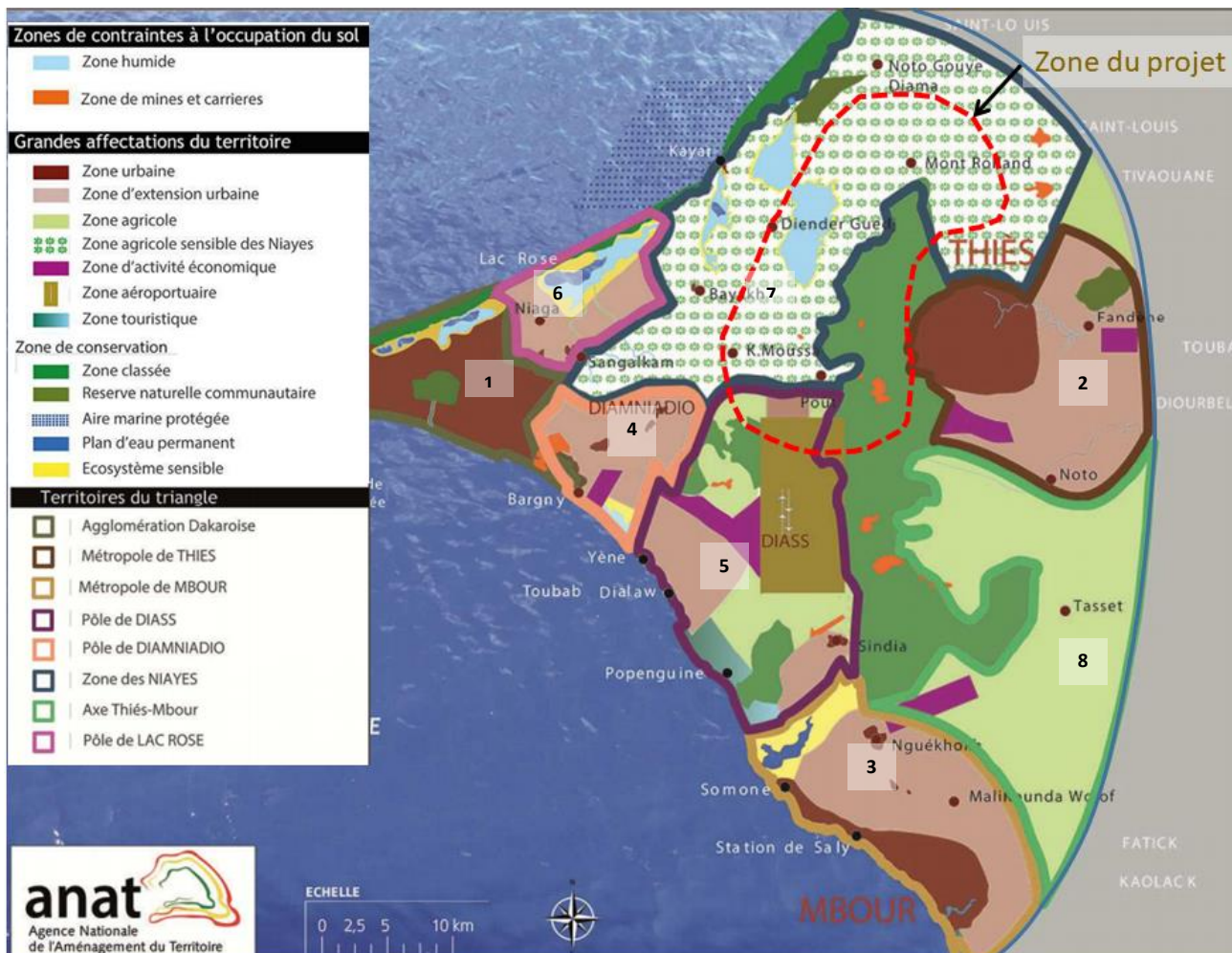
4.4 Environnement humain

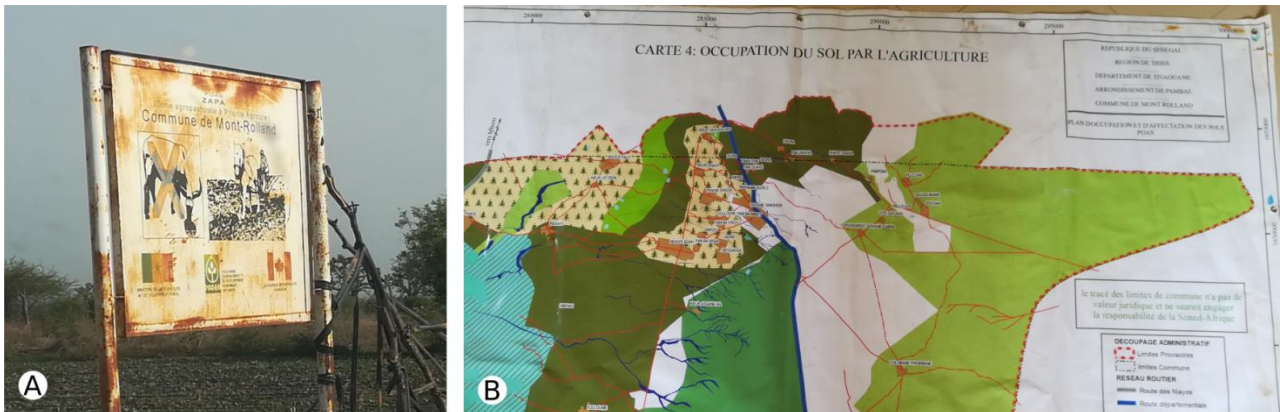
4.4.1 Aménagement du territoire et occupation des sols

La zone d'étude dispose de plusieurs documents d'aménagement qui l'aident à faire face à l'expansion de Dakar, notamment : un schéma directeur, le SDADT (ANAT 2015) et de façon plus locale il peut être cité une analyse du contexte de Thiès (Le Moigne *et al.*, 2012) et le un Plan d'occupation et d'affectation des sols pour la Commune de Mont-Rolland (2014).

La carte des grandes affectations du territoire (Figure 4-14, ANAT 2015) indique pour la zone d'étude une double vocation agricole d'une part, et de conservation d'autre part, qui inclut à la fois des zones classées et la zone humide du 'lac' de Tanma. Il convient toutefois de modérer cette vue, en effet :

- La zone humide du lac Tanma n'est que saisonnière ;
- Les forêts classées sont souvent considérablement dégradées et n'existent souvent que sur le papier ;
- Les permis miniers octroyés dépassent largement les surfaces indiquées, surfaces qui ne concernent que les zones effectivement exploitées jusqu'à présent (et en général non remises en état).





A: panneau matérialisant les limites de zones d'occupation; **B:** carte d'occupation des sols imprimée sur une grande bache;

Figure 4-15. Diffusion du plan d'occupation des sols

Le Plan d'Occupation des sols de Mont-Rolland, définit clairement les limites entre zones agricoles et pastorales afin de faciliter la bonne harmonie entre éleveurs et cultivateurs. Ce plan est bien connu de tous : la mairie en dispose d'une version imprimée sur une bache pour les présentations (Figure 4-15 B), et les limites de zones sont matérialisées par de nombreux panneaux (Figure 4-15 A).

Les déplacements sont contraints par le clôturage des agrobusiness, la présence de carrières profondes et une moindre mesure par les nombreuses haies d'euphorbes ou de barrières en épineux qui entourent les champs.

4.4.2 Economie

4.4.2.1 Secteur minier

La région de Thiès est la principale région minière du pays. Les ressources présentes dans cette région incluent :

- Des phosphates d'aluminium et de calcium ;
- De l'attapulгите et quelques ressources d'argiles céramiques ;
- Des matériaux de construction, dont l'exploitation est favorisée par la proximité de Dakar :
 - Matières entrant dans la fabrication du ciment (calcaires et argiles) ;
 - Calcaires pour concassés ;
 - Basalte, qui par son utilité est exploité même sur de petits affleurements ;
 - Rognons de silex situés géologiquement sous les calcaires, et qui sont parfois exploités après extraction des calcaires par les cimentiers ;
 - Latérite ;
 - Sable dunaire ;
- Des sables titanifères, situés au large des côtes ;
- Des roches organiques : tourbe et lignite.

Selon le site web du Ministère des mines et de la Géologie¹⁵, les permis indiqués dans le tableau suivant sont applicables dans la zone du projet (communes de Mont Rolland, Pout, Keur Moussa et Diender). Cette liste paraît incomplète, en particulier par l'absence des données sur la SOCOCIM.

Tableau 4-1. Permis indiqués sur le site du Ministère des mines et de la géologie

Type de contrat	N°	Substance	Catégories	Entreprise	Année de signature	Code minier applicable
Convention minière Attapulгите – DMAR GESTION - Périmètre DIENDER	96	Attapulгите & substances connexes, Convention permis de recherche	Permis de recherche	DMAR GESTION	2019	Code minier 2016 (Loi 2016-32)
Convention minière - Calcaire - CIMAF - Périmètre POUT	64	Calcaire; substances connexes, Convention permis d'exploitation	Convention permis d'exploitation	CIMAF	2016	Code minier 2003 (Loi 2003-36)
Convention minière - Calcaire, Argile et latérite - Périmètre de POUT-BANDIA-TCHIKY	18	Calcaire, Argile et Latérite	Convention Permis de Pout-Est; Bandia; Tchiky	DANGOTE INDUSTRIES SENEGAL SA	2007	Code minier 2003 (Loi 2003-36)

Le Sénégal a rejoint l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives en 2013¹⁶; Celle-ci a jugé que les progrès du Sénégal étaient très significatifs en la matière. Le pays est actuellement en train de mettre en place un nouveau Système de Gestion du Cadastre Minier, pour lequel l'atelier de lancement a eu lieu en juin 2021¹⁷.

¹⁵ <https://minesgeologie.gouv.sn/node/74>

¹⁶ <https://itie.sn/>

¹⁷ <https://www.minesgeologie.gouv.sn/node/94>

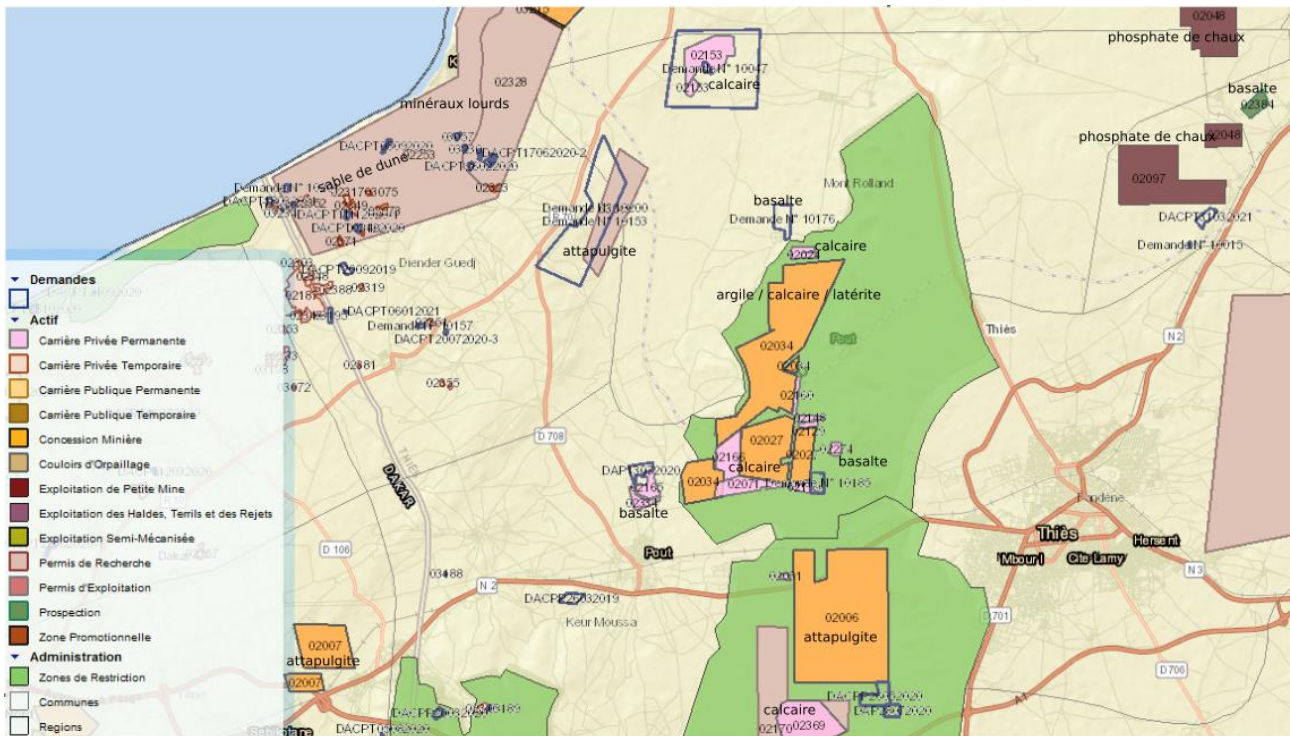


Figure 4-16. Concessions minières dans la zone d'étude. Source : Cadastre minier de la République du Sénégal¹⁸

La cimenterie de Dangote (Figure 4-17 F) est un des principaux exploitants. Le calcaire est exploité à l'aide de machines de type « surface miner » qui génèrent peu de poussières, puis est acheminé vers la cimenterie par bande transporteuse (B) pour lequel un écran végétal contre la poussière est prévu, et enfin la cimenterie utilise un procédé moderne où les composants sont mélangés à sec. La zone exploitée actuellement est profonde de plus de 20 m.

D'autres exploitants, notamment pour les granulats, abattent le calcaire au brise-roche hydraulique (Figure 4-17 A) ; le concassage peut être fortement émissif de poussières (C) et la remise en état des carrières après avoir exploité de vastes volumes, est loin d'être résolu (E). De vastes zones ont été défrichées vraisemblablement en préparation à l'exploitation.

¹⁸ <https://portals.landfolio.com/Senegal/fr/>



A: brise-roche hydraulique à l'arrêt; **B:** "surface miner" en action; **C:** concassage générant de la poussière; **D:** bande transporteuse vers la cimenterie; **E:** carrière de calcaire non remise en état; **F:** cimenterie et avant plan défriché;

Figure 4-17. Carrières dans la zone du projet.

4.4.2.2 Agriculture et élevage

La zone du projet fait partie des principales zones de culture maraîchère du Sénégal. Elle constitue le prolongement de la zone des Niayes où les activités agricoles dominantes sont l'arboriculture et les cultures maraîchères.

L'agriculture peut être divisée en deux groupes de producteurs :

- Le maraîchage¹⁹ réalisé par les petits producteurs : C'est la principale activité de la zone. Elle occupe la majeure partie de la population et reste la première source de revenu. Elle se modernise aujourd'hui grâce à l'introduction de l'exhaure motorisée qui permet d'irriguer de très vastes surfaces (Dieng, 2008). Aujourd'hui, malgré la baisse continue du niveau des nappes et la perte de qualité des sols, les rendements restent satisfaisants grâce à l'introduction de nouvelles techniques comme les systèmes d'irrigation par goutte à goutte.

¹⁹ Par maraichage, il sera entendu dans ce rapport les activités de maraichage et d'arboriculture

- Les Agro-business : Exploitants (souvent non autochtones) qui louent de vastes surfaces pour les mettre en valeur. La plupart d'entre elles sont équipées de forages profonds, ce qui permet d'irriguer de vastes surfaces. Ces surfaces sont transformées en de véritables fermes exclusivement vouées à l'agriculture et parfois à l'élevage (Banque Mondiale, 2020).

L'agriculture constitue la principale activité économique des populations de la zone. Sur la zone d'étude l'agriculture pluviale est limitée (elle dépend exclusivement des aléas de l'hivernage). Les cultures pluviales sont essentiellement le mil, l'arachide, le niébé et le manioc. Certains maraichers profitent de la décrue progressive des zones inondables dans la zone d'Alou Kagn (Pout) pour une culture 'de décrue' de la tomate. Ceci a également lieu à proximité du 'lac' Tanma avant son assèchement.

Grâce à la proximité de Dakar, le maraîchage par irrigation est développé et est pratiqué dans les endroits où la nappe phréatique est peu profonde ou à proximité de retenues d'eau de surface. L'agriculture par irrigation occupe la majeure partie de la population et reste la première source de revenu. Elle comprend le maraîchage et l'arboriculture qui se superposent de manière générale. Les spéculations les plus importantes sont l'oignon (la zone est la principale productrice d'oignon au Sénégal), le chou, la tomate, le piment et la laitue. L'arboriculture est principalement constituée par les manguiers et les agrumes. L'exploitation des palmiers rôniers est également observée. L'agriculture par irrigation implique aussi bien les hommes, les jeunes et les vieux encore en activité ainsi que les femmes (ces dernières s'occupent souvent de la commercialisation sauf au niveau d'agrobusiness où elles travaillent dans les champs).

Les parcelles ont généralement une taille comprise entre 0.5 ha et 2 ha (avec une taille moyenne d'environ 1 ha). Généralement sur une parcelle d'1 ha seulement la moitié est cultivée de façon à limiter les coûts de production, dont notamment les coûts liés à la ressource en eau (que ce soit les coûts énergétiques et d'amortissement des investissements dans le cas de pompage ou les coûts d'approvisionnement au réseau SONES sur le quota maraîchage).

Les difficultés remontées par les maraichers sont l'approvisionnement en eau et la déprédation des récoltes par les singes.



A: sarclage près d'un puits en cours de fonçage; **B:** stockage temporaire de jeunes plants sous des feuillages; **C:** sarclage et mise en place du goutte à goutte; **D:** limite entre zones agricole et naturelle; **E:** arbres fruitiers dans un champ entouré de haies vives; **F:** brise vent synthétique; **G:** repiquage; **H:** chien destiné à effaroucher les singes; **I:** champ d'oignons

Figure 4-18. Maraichage



A: système de goutte à goutte; **B:** culture de tomates dans un bassin de rétention; **C:** aspersion de salades; **D:** puits en cours de fonçage; **E:** lignes électriques basse tension de grande longueur; **F:** raccordement au réseau SONES; **G:** cultures de décrue au bord du lac Tanma; **H:** tuyaux de gros diamètre venant d'un bassin de rétention

Figure 4-19. Pratiques d'utilisation de l'eau par les maraîchers.

L'archétype de l'agrobusiness dans le secteur est Quality Fruit Sénégal, qui pratique l'arboriculture et le maraichage à échelle industrielle, généralement en conservant les baobabs dans les champs. Ces entreprises sont économiquement assez puissantes pour faire forer des puits profonds dans la nappe du Maastrichtien (> 200 m), réduisant la compétition pour l'eau avec le secteur artisanal. On note une volonté de travailler avec les maraîchers traditionnels plutôt que contre eux et ceux-ci restent propriétaires des terres qui sont gérées par l'agrobusiness. Les agrobusiness offrent aussi une source d'emploi salarié, qui est notamment utilisé par les femmes. Enfin, la présence d'agrobusiness tire vers le haut le niveau de technicité et la formation du personnel a des retombées sur le secteur artisanal.

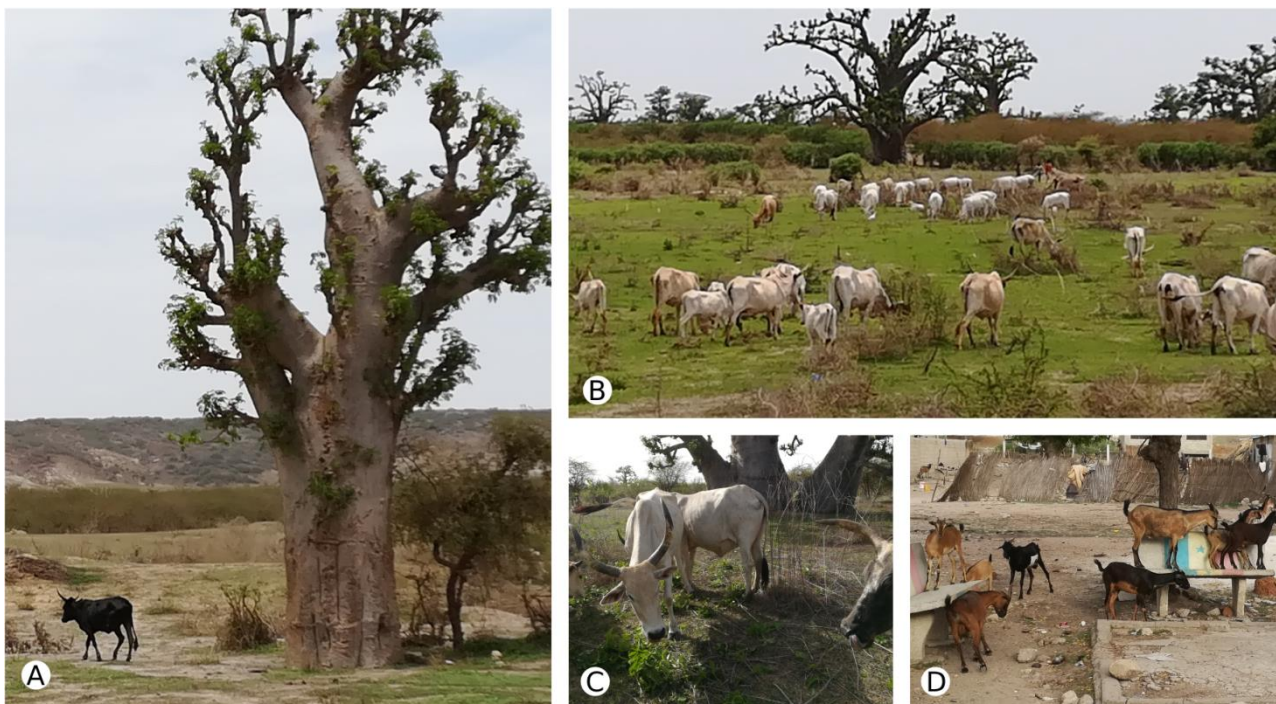


A: réalisation d'un forage d'eau; **B:** plantation de jeunes manguiers, baobab préservé et clôture; **C:** bus de transport du personnel;
D: point de distribution pour l'eau d'irrigation; **E:** culture sur buttes irriguées; **F:** brise-vent synthétiques

Figure 4-20. Agrobusiness.

L'élevage (Figure 4-21) se pratique sur les zones de forêt / savane, avec un système de zonage bien organisé pour éviter que le bétail ne détruise les récoltes ; il concerne surtout les bovins, avec quelques caprins et ovins. Les agriculteurs possèdent également un peu de petit bétail.

L'accès à l'eau d'abreuvement n'est pas toujours aisé en saison sèche.



A et B: bovins dans les zones de repousse; **C:** nourrissage aux feuilles de baobab; **D:** chèvres dans le village de Tivigne Tanghor;

Figure 4-21. Elevage dans la zone du projet.

4.4.3 Population : éducation et santé

La population est dans l'ensemble très jeune.

D'après les données statistiques de l'ANDS, la région d'étude est plutôt mieux pourvue que la moyenne nationale, car elle bénéficie de la proximité de Dakar. On note l'établissement récent d'une pharmacie à Mont Rolland²⁰.

Comme partout dans la région de Dakar, la population s'adonne volontiers aux activités sportives, même après une journée de labeur.

4.4.4 Ethnicité et religion

Le regroupement à Mont Rolland sous la même commune de villages où sont pratiquées des religions différentes (Islam et Catholicisme) semble favoriser, s'il en est besoin, les bonnes relations, les communautés s'invitant facilement l'une l'autre à l'occasion des grandes fêtes.

4.4.5 Questions de genre

Aucune spécificité régionale aux questions de genre n'a pu être identifiée. Les femmes travaillent plus volontiers que les hommes dans le secteur de l'agrobusiness afin de sécuriser un revenu stable.

4.4.6 Assainissement

La région de Dakar possède 4 stations d'épuration des eaux usées (Camberène, Niayes, SHS, Rufisque²¹) avec une capacité totale de traitement de 23 526 m³ par jour tandis que les anciens quartiers la presque île rejettent leurs eaux usées directement dans la mer.

²⁰ Qui n'est probablement pas sans lien avec la présence de QFS sur la commune

Il n'y a pas de stations d'épuration sur la zone de Pout.

La commune de Mont Rolland dispose d'un centre de tri des déchets mis en place avec la GIZ. Il gère en particulier les déchets plastiques agricoles tels que les tuyaux de goutte à goutte en fin de vie.

4.5 Synthèse des enjeux dans la zone du projet

Les enjeux environnementaux principaux dans la zone d'étude sont :

- La baisse de la nappe, qui affecte l'agriculture comme la végétation naturelle ;
- L'érosion intense, par laquelle la perte des sols rend encore plus irréversible les dégradations dues au changement climatique ;
- Les singes, qui volent une partie des récoltes, probablement en partie suite à la perte de leur habitat naturel ;
- Les poussières engendrées par les carrières ;
- La question de la pérennité du 'lac' Tanma.

²¹ <https://pdudakar.sec.gouv.sn/Assainissement.html>

5 EVALUATION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX ET LES IMPACTS DU PROJET

5.1 Les principes de modélisation des interactions au moyen d'un diagramme d'influences

Cette évaluation s'appuie sur l'élaboration d'un diagramme d'influences.

Les diagrammes d'influence sont une représentation qui met en valeur les cascades d'interactions et les interactions croisées au sein d'un système complexe, comme celui du projet qui mêle aspects hydrologiques, agronomiques, écologiques et sociaux. Ils sont particulièrement intéressants dans un cas comme celui du projet Adapt'Action, où il s'agit avant tout d'obtenir un effet de levier à travers d'autres acteurs sans pouvoir agir directement sur les objectifs.

5.1.1 Lecture des diagrammes d'influence

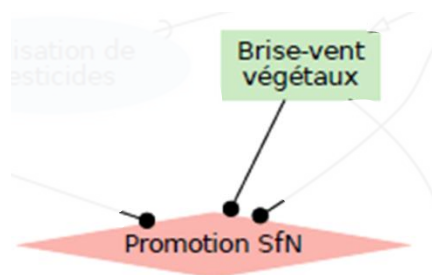
La figure suivante (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) est un diagramme d'influences (voir par exemple Coyle, 1996 et Bielza *et al.*, 2010), qui montre les relations entre :

- les décisions et les actions que le porteur du projet maîtrise (**rectangles verts**) et
- les conséquences finales sur les objectifs à atteindre explicites et implicites (**losanges rouges**)

Ces interactions se font 'à travers' et impactent divers paramètres (**ovales bleus**).

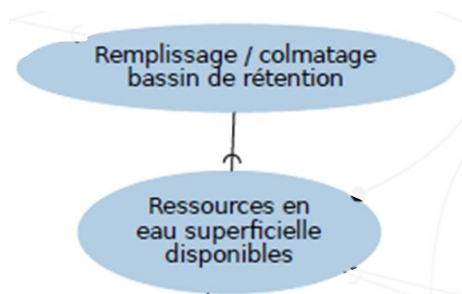
Les arcs reliant les nœuds du diagramme d'influences peuvent être :

- soit des flèches simples (→) : Les flèches classiques sont utilisées lorsque le sens de l'influence n'est pas connu ou non-monotone, ou lorsqu'on ne peut pas raisonner en termes de sens d'évolution, comme pour de nombreux arcs pointant vers une décision / action ;
- soit indiquer un signe :
 - o une extrémité d'arrivée en forme de boule signifiant un effet 'allant dans le même sens' entre les deux paramètres reliés,

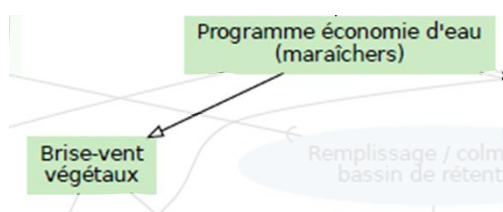


Dans l'exemple ci-dessus, plus on réalise de brise vents végétaux, plus on favorise la promotion des SfN.

- o un petit arc de cercle a un effet inverse. Dans l'exemple ci-dessous l'augmentation du remplissage d'un bassin de rétention va diminuer les ressources en eaux superficielles disponibles.



- Soit une flèche dont la pointe est un triangle vide indique des sous-composantes d'actions. Dans l'exemple ci-dessous les brise-vent végétaux sont une des composantes du programme d'économie d'eau (le brise-vent limite l'évapotranspiration et donc le besoin en eau des plantes, ce qui induit une économie d'eau)



5.2 Diagramme d'influence

5.2.1 Fondements du projet

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** montre une « vue d'oiseau » du projet dans son environnement. Dans un cadre de disponibilité en eau réduite et accentuée par la **Dérive climatique**, il s'agit fondamentalement de concilier la **Répartition des eaux de surface** entre les nappes superficielles, qui alimentent les maraîchers et permettent donc d'améliorer le **Bien-être des populations vulnérables**, et les écoulements vers le lac Tanma afin qu'il puisse, si possible, continuer à fonctionner comme un **écosystème** viable. Le facteur qui permet d'espérer que cela est possible est l'existence de **plans de la SONES** pour diminuer les pompages dans la zone de Pout. On regrettera au passage l'impossibilité actuelle, tant du point de vue technique que de celui de l'acceptabilité sociale de valoriser les **Eaux usées traitées de Dakar**, comme cela est prévu pour les eaux de ruissellement de l'aéroport.

Dans la pratique, les moyens disponibles pour contrôler les pompages abusifs sont limités et la zone de Pout n'est pas prioritaire ; cet état de fait risque peu de changer. On assiste donc au pompage par les maraîchers de l'intégralité des ressources en eau disponibles dans les nappes superficielles, avec pour seule limite les contraintes économiques : coût du pompage qui augmente à mesure que le niveau de la nappe baisse, et risque d'échec lors du fonçage ou de l'approfondissement des puits.

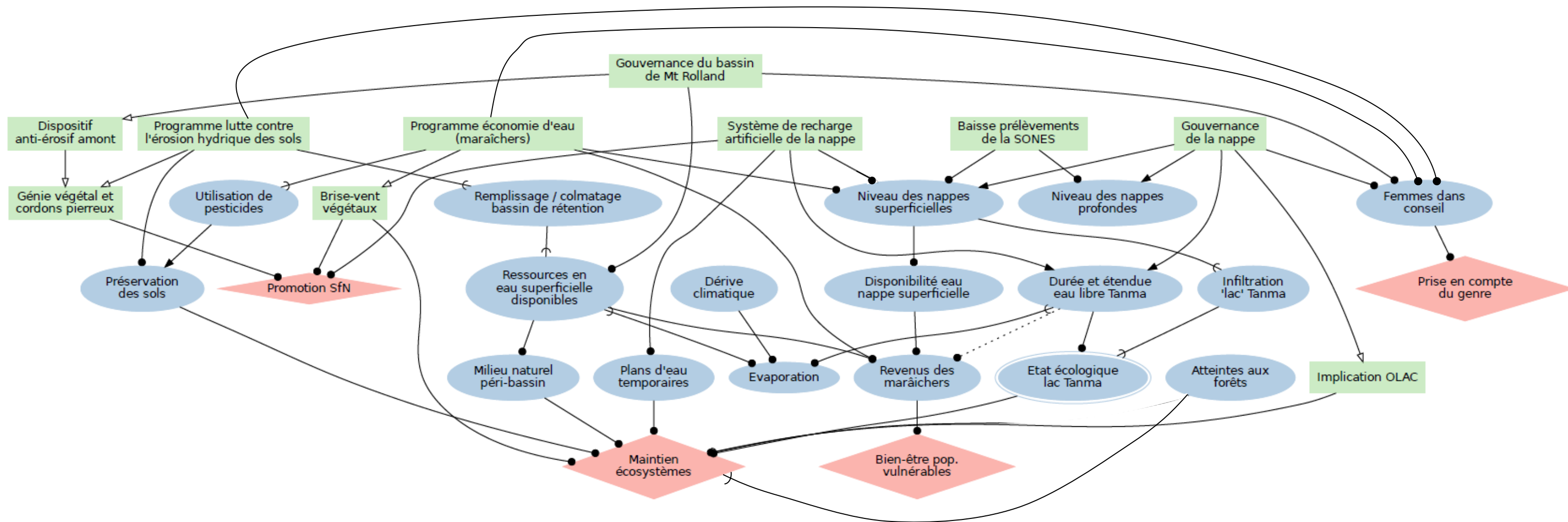


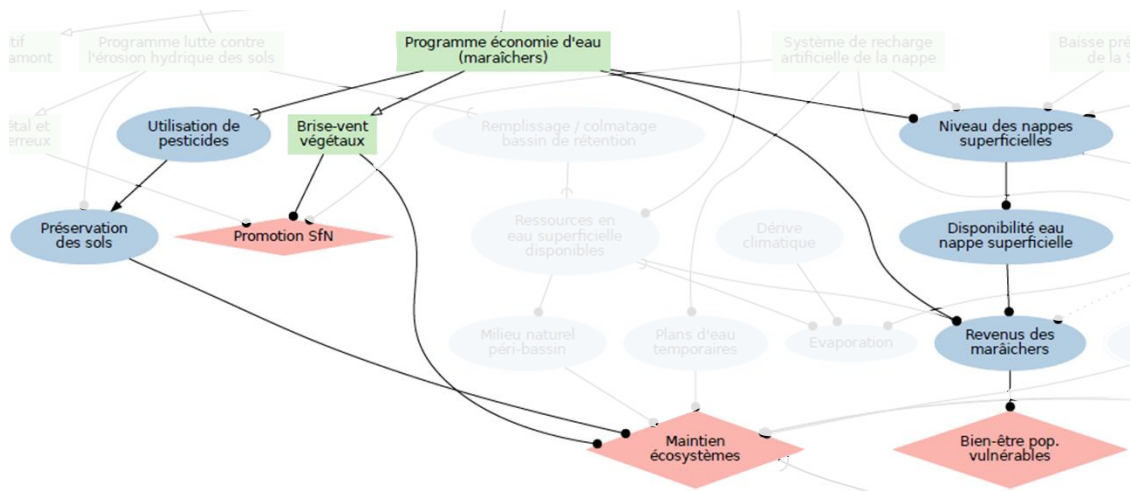
Figure 5-1. Diagramme d'influence du projet

A titre d'illustration le **programme d'économies d'eau** repose en partie sur la formation à l'optimisation du goutte à goutte, permettant de limiter la sur-irrigation qui asphyxie les racines (baisse de rendement) et favorise la prolifération de champignons et d'insectes qui s'en nourrissent. La limitation de la sur-irrigation a donc aussi pour conséquence une **diminution de l'usage des pesticides**.

Le fait de moins consommer d'eau (toute chose égale par ailleurs) aura un **effet bénéfique sur le niveau des nappes superficielles**.

Le fait que le niveau des nappes superficielles soit moins profond induira une baisse des coûts de pompage.

Ces différents facteurs (moins de coût de pompage d'eau, meilleurs rendement, moins de dépenses pour les pesticides) vont induire une **augmentation de revenus pour les maraichers**.



La mise en place de **Brise-vent** va réduire la consommation d'eau en freinant l'évapotranspiration. Les brise-vents vont aussi favoriser la **présence d'un écosystème** (co-bénéfice) et **promouvoir les Solutions fondées sur la Nature**.

6 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX

La présente section reprend sous forme de catalogue les impacts identifiés dans la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

A l'étape de l'évaluation environnementale et sociale restreinte, les impacts des activités prévues ne peuvent pas être analysés de manière précise (identification et évaluation) en raison de l'absence de définition précise des sites d'intervention (espaces fonciers retenus, situation, configuration, organisation du milieu, etc.).

C'est pour cela que les impacts qui sont présentés ici restent globaux et transversaux. Aussi, une fois les zones d'intervention connues avec exactitude, selon les dispositions du code de l'environnement des évaluations environnementales plus approfondies devront, si nécessaire, être conduites afin d'affiner localement les orientations définies en matière de gestion des impacts.

Cette analyse des enjeux environnementaux et sociaux restreinte du projet a été réalisée à travers une analyse croisée au plan environnemental et social des objectifs et activités du projet au regard de la zone d'intervention. Elle a été faite suivant une démarche participative qui a permis une consultation des différents acteurs sociaux concernés directement ou indirectement par le projet à travers les missions de diagnostic des vulnérabilités.

6.1.1 Amélioration de la gestion des ressources en eau (via contrat de nappe ou gouvernance d'un ouvrage – bassin de rétention)

En améliorant la gestion des ressources en eau, le projet devrait aboutir à une exploitation durable, une distribution plus équitable à l'accès de l'eau, une meilleure visibilité des écosystèmes, donc protection du meilleur naturel, et une meilleure prise en compte du genre avec la participation de femmes dans les instances de gouvernance.

Facteurs de modération :

- Le projet nécessite une implication forte de toutes les parties prenantes, la prise de conscience d'une ressource partagée et la volonté de limiter les consommations.

Cet impact est évalué comme étant un **Fort impact positif**.

6.1.2 Augmentation de l'eau disponible pour le maraîchage

En augmentant les infiltrations et en diminuant les pertes, le projet devrait augmenter la quantité totale d'eau disponible pour le maraîchage.

Facteurs d'amplification :

- L'arrêt des pompages par la SONES permettra de diminuer les prélèvements dans les nappes profondes et notamment celles qui sont en relation hydraulique avec les nappes superficielles

Cet impact est évalué comme étant un **Fort impact positif**.

6.1.3 Réduction des terres restant disponible pour le milieu naturel

Avec une meilleure gestion de l'eau il y a un risque d'effet rebond, et que l'augmentation des quantités d'eau disponibles mène à une augmentation des terres mises sous cultures, au détriment de ce qui reste de zones naturelles ou de parcours.

Facteurs de modération :

- Seulement la moitié des terres agricoles est exploitée à un moment donné à cause du manque d'eau, ce qui en première approximation permet de doubler la quantité d'eau disponible avant d'avoir besoin d'augmenter la surface agricole.

Facteurs d'atténuation :

- Le contrat de nappe devrait définir des objectifs pour chaque partie prenante visant à obtenir une exploitation durable de la ressource en eau (et donc limiter les terres consacrées aux activités de maraichage)

Facteurs d'amplification :

- La pression pour augmenter la production agricole de la zone de Pout pourrait contribuer à une diminution des terres disponibles pour le milieu naturel

Cet impact est évalué comme étant un **Faible impact négatif**.

6.1.4 Réduction de la disponibilité des terres cultivables

La création d'un projet pilote de bassin de recharge artificielle de nappe exige de l'espace (environ 2 à 3 ha). Ces terres peuvent empiéter sur le domaine cultivable.

Facteurs de modération :

- Le paysage est assez diversifié et la taille du bassin relativement réduite pour qu'il soit a priori possible d'éviter d'empiéter sur les terres les plus prisées.

Facteurs d'atténuation :

- Il existe une certaine souplesse pour choisir les lieux d'implantation des bassins.
- Seule la moitié des terres cultivées sont mises en valeur à un moment donné étant donné le manque d'eau : l'eau est le facteur limitant pour la production agricole, pas les terres.
- La taille moyenne des parcelles cultivables par maraicher est d'environ 1 ha (et seulement 0.5 ha sont cultivées), donc la quantité de maraichers potentiellement impactés est très bas.

Cet impact est évalué comme étant un **Faible impact négatif**.

6.1.5 Modification de l'état hydrique du 'lac' Tanma

Favoriser l'infiltration en nappe (système de recharge artificiel de nappe), ainsi que les bassins de rétention, diminuent la quantité d'eau s'écoulant vers le lac Tanma, ce qui peut impacter l'état hydrique du lac.

Par ailleurs si le niveau de nappe superficielle augmente (par baisse de pompage SONES, ou système de recharge artificiel de nappe) le projet favorisera une amélioration de l'état hydrique du 'lac'.

Facteurs d'atténuation :

- Le 'lac' Tanma ne fonctionne déjà plus comme un lac étant donné qu'il n'est pas en eau toute l'année. Les espèces nécessitant une étendue d'eau libre toute l'année devraient donc avoir déjà disparu, mais des espèces capables de survivre la saison sèche en s'enfouissant dans la vase, telles que des batraciens ou des poissons dipneustes (*Protopterus annectens*) pourraient être présentes.
- Le volume cumulé d'eau retenu dans les bassins de rétention et potentiellement dans les bassins d'infiltration représentent seulement un pourcentage minimal de l'eau totale s'écoulant vers le lac.

Cet impact est évalué comme étant un **Très Faible impact négatif**.

6.1.6 Amélioration de la préservation des sols

L'érosion des sols est déjà forte tant sur les pentes que dans plaines et devrait s'accroître avec la dérive climatique. Elle engendre une perte de terre pour la végétation (forêt / savane, pâturage...) ainsi qu'un envasement accéléré des bassins de rétention et futurs bassins d'infiltration. Le projet comprend un volet de lutte contre l'érosion afin de protéger ces derniers.

Facteurs de bonification :

- L'état de dégradation est tel que même une relativement faible amélioration de la situation en pourcentage peut avoir des effets importants en valeur absolue.

Cet impact est évalué comme étant un **impact positif**.

6.1.7 Dégâts sur la végétation ou les sols lors des travaux antiérosifs

Les sites où les mesures antiérosives doivent être mises en place peuvent être situés loin des chemins carrossables, ce qui peut poser un problème pour amener les matériaux (pierres, branchages...) : les dernières étapes du transport, hors voies carrossables, sont susceptibles d'engendrer des dégâts sur la végétation ou les sols.

Facteurs d'atténuation :

- En saison sèche, les potentialités pour générer des dégâts sont plus limitées.
- Remise en état des sols à effectuer après les travaux

Cet impact est évalué comme étant un **Très Faible impact négatif**.

6.1.8 Baisse de la pollution par pesticides

L'évitement de la sur-irrigation grâce à une meilleure formation permettra de diminuer l'humidité au niveau des plantes, la présence d'insectes ravageurs des cultures et le développement d'adventices, et donc la consommation de pesticides ainsi que la pollution de la nappe superficielle, avec des bénéfices pour la santé, pour l'environnement et pour les revenus des maraichers. La présence de brise-vents végétaux est également susceptible d'abriter une faune pouvant réguler les insectes ravageurs (araignées, oiseaux...) et donc diminuer également l'usage des pesticides.

Facteurs de modération :

- Une meilleure disponibilité de l'eau devrait augmenter les surfaces cultivées, ce qui pourrait partiellement neutraliser la diminution de la pollution (sauf si la pratique de l'évitement de la sur-irrigation est pratiquée de façon extensive).

Cet impact est évalué comme étant un **impact positif**.

6.1.9 Diminution du taux de remplacement des systèmes de goutte à goutte

L'apprentissage à une gestion optimisée des systèmes d'irrigation par goutte à goutte devrait permettre d'allonger considérablement la durée de vie des rampes grâce à une diminution du risque d'obstruction de leurs pores par les sels (carbonates et chlorures). En effet, la durée de vie du matériel est actuellement limitée à 2 campagnes (6 mois). Les conséquences sont doublement bénéfiques : diminution des coûts, et diminution du volume des déchets.

Facteurs d'amplification :

- Cet impact est susceptible d'être encore plus important mais nécessiterait des moyens qui ne sont pas disponibles immédiatement, notamment la possibilité d'augmenter la pression de façon à décolmater les rampes.

Cet impact est évalué comme étant un **faible impact positif** (car projet de démonstration).

6.1.10 Enrichissement de la teneur en carbone des sols

Les brise-vents végétaux contribueront à augmenter la teneur en matière organique des sols directement par leurs racines et indirectement par la fumure lorsqu'elles sont exploitées pour leur valeur fourragère.

Facteurs d'amplification

- Les maraîchers possèdent souvent du petit bétail
- Les agrobusiness pratiquent déjà des cultures intermédiaires dont ils broient les résidus pour incorporation dans le sol. Etant donné le recrutement de leur personnel parmi les familles de maraîchers, cette pratique peut se propager.

Cet impact est évalué comme étant un **faible impact positif** (car projet de démonstration).

6.1.11 Accès à l'eau facilité

Favoriser l'infiltration en nappe augmentera la disponibilité en eau dans les nappes superficielles tout en diminuant l'énergie qui doit être consacrée au pompage.

Facteurs de bonification

- L'aspect « facilité de pompage » est d'autant plus important que les installations de pompage des maraîchers sont assez sommaires, avec de fortes pertes de charge en tirant des câbles 220 volts sur de longues distances pour les pompes immergées alimentées par le réseau de la SENELEC. Il en est de même pour les coûts de pompage des motopompes (essence) puisqu'une profondeur de nappe plus faible diminuera les coûts de pompage.

Cet impact est évalué comme étant un **faible impact positif** (car projet de démonstration).

6.1.12 Valorisation du métier de maraîcher

Avant l'implantation des agrobusiness, le métier d'agriculteur avait tendance à être peu valorisé et était considéré comme un pis-aller pour ceux n'ayant pas réussi à trouver un emploi en ville. Une meilleure professionnalisation par la formation en gestion de l'irrigation, ainsi que toute action tendant à améliorer les revenus, peut contribuer à améliorer l'image du métier de maraîcher, avec des conséquences positives sur l'économie, la santé des populations et le maintien des structures sociales dans la région de Pout.

Cette valorisation de l'activité des maraîchers permet également de valoriser le rôle des femmes dans la chaîne de production et de favoriser leur autonomie.

Facteurs de bonification

- La montée en puissance du secteur de l'agrobusiness dans la région de Pout contribue elle aussi à la valorisation des professions agricoles. Une synergie est susceptible de se développer entre l'agriculture à l'échelle industrielle et artisanale.

Cet impact est évalué comme étant un **impact positif**.

6.1.13 Augmentation du revenu des maraîchers

Le projet par le renforcement des capacités des maraîchers (meilleur usage du goutte-à-goutte, brise-vent végétaux, induisant notamment une moindre consommation d'eau, une durée d'usage étendue des rampes de goutte-à-goutte, la diminution d'achat de pesticides, des rendements plus élevés, des coûts d'exhaure moins élevés dus à la remontée de la nappe, les co-bénéfices des brises vents végétaux) va induire une augmentation de leurs revenus (à prix d'achat constant de la production).

Facteurs de modération

- Cette approche nécessite une forte implication des maraîchers dans le projet.

Cet impact est évalué comme étant un **faible impact positif** (car projet de démonstration) à **impact positif** (si les programmes de renforcement des capacités prend de l'ampleur).

Le tableau synthétise les impacts potentiels du projet.

Tableau 6-1. Impacts potentiels du projet.

Impact	Positif			Négatif	
	Forte	Moyen	Faible	Très Faible	Faible
Amélioration de la gestion des ressources en eau (via contrat de nappe ou gouvernance d'un ouvrage – bassin de rétention)					
Augmentation de l'eau disponible pour le maraîchage					
Réduction des terres restant disponible pour le milieu naturel					
Réduction de la disponibilité des terres cultivables (Bassin de recharge de nappe)					
Modification de l'état hydrique du 'lac' Tanma					
Amélioration de la préservation des sols					
Dégâts sur la végétation ou les sols lors des travaux antiérosifs					
Baisse de la pollution par pesticides					
Diminution du taux de remplacement des systèmes de goutte à goutte					
Enrichissement de la teneur en carbone des sols					
Accès à l'eau facilité					
Valorisation du métier de maraîcher					
Augmentation du revenu des maraîchers					

7 CADRE DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (CGES)

7.1 Mesures institutionnelles

7.1.1 Implication de l'OLAC dans les contrats de nappe

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau permet d'établir des négociations entre les différentes organisations qui prélèvent de l'eau : la SONES, les carriers et cimentiers, les agrobusiness et les maraîchers. Pour maintenir l'existence de l'écosystème du 'lac' Tanma, même sous une forme dégradée par rapport à ce qu'il fut dans le passé du fait de la dérive climatique, il faut qu'un des membres du contrat de nappe ait pour mission de maintenir cet écosystème. L'Office des Lacs et des Cours d'Eau (OLAC) paraît être l'organisme le plus à même de jouer ce rôle qui rentrerait bien dans le cadre de sa mission principale.

7.2 Mesures sociales

7.2.1 Préparation d'un plan d'action de réinstallation économique

Dans le cas où la création d'un bassin d'infiltration ne serait pas possible sans empiéter de manière significative sur les terres d'un maraîcher, il faudra prévoir une aide à la réinstallation économique. Cette configuration paraît cependant peu probable pour le premier bassin d'infiltration étant donné la souplesse dans le lieu d'implantation.

A ce titre, il sera question en termes de mesures de gestion préalable de se rapprocher des collectivités territoriales afin de s'informer de la disponibilité des terres, de renseigner le statut foncier des aires ciblées et de négocier l'acquisition des emprises avec les acteurs compétents.

7.2.2 Préparation d'un plan d'engagement des parties prenantes (système de recharge artificielle de nappe)

L'exécution et la conduite des sous-projets définis nécessitent la communication entre les différentes parties prenantes affectées et intéressées par la recharge de la nappe suivant un cadre bien défini afin de favoriser la bonne adhésion des communautés et la réussite finale des activités. L'objectif d'un plan d'engagement des parties prenantes (PEPP) est d'identifier les parties prenantes du projet, d'analyser leurs craintes et attentes et d'estimer leur volonté à coopérer pour la mise en œuvre du projet. Le PEPP doit décrire les efforts à réaliser en matière de communication et de consultation qui doivent être réalisés pour assurer la participation active de toutes les parties prenantes.

L'engagement des parties prenantes est un processus inclusif mené tout au long du cycle de vie du projet. Il vise à favoriser le développement de relations solides, constructives et réactives avec les personnes affectées par le projet (collectivités territoriales, maraîchers, pasteurs, etc.) mais aussi les autres parties intéressées et qui sont importantes pour une gestion réussie des risques environnementaux et sociaux du projet. Les principaux objectifs d'un mécanisme de suivi de l'engagement des parties prenantes sont les suivants :

- Identifier toutes les parties prenantes ;
- obtenir la participation et la collaboration des parties prenantes ;
- partager l'information et dialoguer sur le projet, ses impacts et ses bénéfices pour créer et maintenir un climat de confiance entre les parties prenantes et le projet ;
- bien guider la conception et la mise en œuvre du Projet et diminuer les risques techniques, sociaux et budgétaires ;
- adresser les besoins, les préoccupations et les attentes des parties prenantes ;
- bien gérer la réinstallation et le rétablissement des moyens de subsistance des personnes affectées ;
- documenter les communications et les ententes avec les parties prenantes.

7.2.3 Mesures de formation, d'information et de sensibilisation des acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet

Les principaux acteurs visés pour le renforcement des capacités sont les associations de producteurs locaux, les utilisateurs des bassins de rétention, les autorités administratives, les services techniques, les collectivités territoriales. Les mesures de formation (s.l.) devraient impliquer les actions suivantes :

- Organisation de la Formation sur la connaissance des effets et des risques de l'exposition humaine au stress hydrique/baisse drastique de la nappe ;
- Organisation de Campagne d'information et de sensibilisation auprès des Collectivités Territoriales et populations locales sur les effets et les risques des pompages excessifs de la nappe ;
- Formation et sensibilisation des maraîchers sur les bonnes pratiques en matière de gestion rationnelle de l'eau.

7.3 Mesures environnementales

7.3.1 Choix d'implantation de la zone du pilote de recharge artificielle

Eu égard aux impacts identifiés, la liste suivante indique les critères à prendre en compte pour le choix du bassin de recharge de nappe :

1. Valeur agricole marginale ou nulle
2. Zone favorable pour les maraichers au tour du bassin d'infiltration
3. Valeur environnementale faible
4. Perspectives de réinstallation/ changement de métier pour le propriétaire du terrain
5. Faciliter à protéger contre le colmatage par dépôt de fines
6. Protection des nappes contre les insecticides
7. Facilité d'accès pour la maintenance

7.3.2 Choix des plantes antiérosives

Pour le contrôle de l'érosion sur les pentes, en particulier pour les ravines :

- Forte préférence pour plante indigène, afin de contrer l'érosion de la biodiversité
- Résistance à la fois à la sécheresse, en tenant compte du climat futur, et aux inondations
- Qualités mécaniques en particulier solidité de l'enracinement

7.3.3 Choix des plantes brise-vent

Les critères pour choisir les plantes brise-vent sont :

- Préférence pour plante indigène, afin de contrer l'érosion de la biodiversité ;
- Port favorable à l'effet brise-vent sans consommer trop d'espace ;
- Capacité à héberger une faune auxiliaire des cultures ;
- Consommation en eau limitée ;
- Utile d'une manière ou d'une autre pour le maraîcher : bois, fourrage...
- Absence d'effet inhibiteur sur les cultures par médiateurs chimiques.

De grandes graminées de savane pourraient convenir.

Par ailleurs, il est apparu durant l'étude qu'un nombre important d'acteurs considèrent que des plantations d'arbres favorisent la présence d'eau. Or si un rideau d'arbres peut effectivement jouer un rôle de brise-vent, les arbres engendrent également de l'évapotranspiration. Il faut donc être particulièrement vigilant par rapport aux espèces à privilégier, que ce soit ou non pour établir des brise-vent pour les cultures.

7.3.4 Choix d'implantation des zones pour les mesures antiérosives

Les critères suivants sont à prendre en compte dans le choix des lieux d'implantation des mesures antiérosives :

- Efficacité pour la protection des bassins d'infiltration et de rétention, notamment positionnement en amont des bassins
- Efficacité pour limiter l'érosion
- Critères pratiques, tels que :
 - Cohérence avec les autres mesures antiérosives, par exemple en prenant en compte les synergies entre dispositifs (influence d'une diguette filtrante sur celles en aval et en amont)
 - Facilité d'accès pour la réalisation, l'inspection et la maintenance
 - Disponibilité de matériaux aux alentours.

7.3.5 Bonnes pratiques de construction pour les travaux de bassin de recharge de nappe

Pour les travaux du bassin de recharge de nappe, il convient de faire attention aux points suivants :

- Attribution des responsabilités HSE au sein de l'équipe travaux
- Compréhension claire par les équipes de travaux (et de maintenance) de l'objectif recherché
- Valorisation des sols superficiels décapés le cas échéant
- Mesures anti-pollution
 - Transferts de carburant en dehors de la zone d'infiltration
- Choix des itinéraires pris par les engins et camions et information des riverains pour éviter les accidents.

- Mesures anti-poussière

7.3.6 Bonnes pratiques pour les travaux contre l'érosion

Pour la réalisation de travaux antiérosifs, les mesures suivantes s'imposent :

- Vérification régulière de l'efficacité des dispositifs mis en place
 - Vérification du comportement des ouvrages lors de la construction et en temps de pluie, dans la mesure où cela peut être assuré en toute sécurité
 - Documentation des observations et retour d'expérience vers les contremaitres en charge des travaux
- Réactivité pour effectuer les réparations qui s'imposent avant la fin de la saison des pluies
- Si possible faire encadrer la mise en place du dispositif par un « ingénieur-travaux », dont le rôle se situe entre les contremaitres en charge de la réalisation et les scientifiques qui en vérifient l'efficacité
 - L'utilisation de croquis pour communiquer avec les contremaitres et les scientifiques permet d'assurer que les efforts sont utilisés de manière optimale
 - Croquis générique pour chaque type de dispositif, avec indication des points importants à retenir ;
 - Schéma spécifique à chaque site (avec ou sans utilisation d'images drone)
 - Un ingénieur travaux permet de mettre plus d'équipes à l'ouvrage et donc de démultiplier les efforts lorsqu'il y en a besoin. Il devra en outre superviser les équipes lorsqu'elles réalisent les travaux, et réceptionner les ouvrages (signature des croquis)
 - Les croquis s'avèrent particulièrement utiles en phase d'entretien, en permettant plus de souplesse dans l'organisation du travail
- Les équipes de travaux doivent disposer des outils dont ils ont besoins. Les râtaeux de type McLeod (faciles à fabriquer localement, et qui permettent de scarifier, compacter, créer des rigoles etc.) s'avèrent particulièrement pratiques dans les travaux de contrôle d'érosion.

7.4 Mesures de suivi

7.4.1 Suivi socio-économique et agronomique

Un suivi socio-économique permet de vérifier que les effets du projet :

- Inventaire exhaustif et complet des personnes affectées par les travaux d'implantation du bassin de recharge artificielle de nappe
- Réussite des éventuelles reconversions de personnes dont les terrains ont été utilisés pour le bassin de recharge/restauration correcte des moyens de subsistance pour les agropasteurs impactés
- Revenu des maraîchers
 - Recettes : production (quantité et qualité)
 - Dépenses ; énergie de pompage, consommation de pesticides...

- Retour agronomique
 - Efficacité des brise-vent végétaux sur la baisse de l'évapotranspiration
 - Diminution des pertes de rendement dues au sur-arrosage
 - Situation par rapport aux insectes ravageurs
- Niveau de savoir-faire acquis

8 CONCLUSIONS

Les principaux défis du projet sont :

- Social : s'assurer que l'utilisation de terrains pour créer le pilote de recharge artificielle n'impacte pas indument certains maraîchers (mise en place si nécessaire de mesure d'accompagnement). On notera cependant que l'eau, plus que les terrains agricoles, est le facteur limitant pour la production ;
- Environnemental : maintenir le 'lac' Tanma sous une forme écologiquement viable, dans la mesure où cela est possible.

Les mesures d'économie d'eau et de lutte contre l'érosion contribuent aux deux objectifs simultanément.

9 REFERENCES

- Blanchart, Eric, et Pascal Jouquet. 2015. « Rôle des vers de terre et des termites pour la restauration de la productivité des sols en milieux tropicaux ». In *Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : contribution à l'agroécologie*, IRD, 249- 58. Montpellier.
<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010064974>.
- « Catalogue des ressources minérales du Sénégal ». s. d. Ministère des mines et de la Géologie. Direction de la prospection et de la promotion minière.
https://minesgeologie.gouv.sn/Docs_Mines/Docs_Utiles/Catalogue_des_Ressources_Minerales.pdf.
- « Changement climatique et ses impacts au Sénégal ». 2015. UK Centre for ecology and hydrology.
<https://www.amma2050.org/sites/default/files/Policy%20Brief%20Senegal%20French%20web.pdf>.
- « Climate change risk profile Senegal ». 2017. AID-OAA-I-14-00013. USAID.
- Coyle, R. G. 1996. *System Dynamics Modelling*. Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2935-8>.
- Dalpia, Fabiano, Xavier Franch, et Jennifer Horkoff. 2016. « iStar 2.0 language guide ». <https://sites.google.com/site/istarlanguage/home>.
- Danfakha, Sira. 2015. « La communalisation intégrale au Sénégal: le nouveau défi des communes rurales de Diass et Keur Moussa ».
- Dieng, Ndiaye Moussa. 2008. « L'impact du maraichage dans la dégradation des ressources naturelles dans les Niayes de la bordure du lac Tanma ». Université Cheikh Anta Diop.
https://www.memoireonline.com/08/10/3840/m_Limpact-du-maraichage-dans-la-degradation-des-ressources-naturelles-dans-les-niayes-de-la-bordur13.html.
- « Etude de la gestion intégrée de l'eau en milieu urbain dans le grand Dakar (Dakar-Thiès-Petite Cote). Rapport de la revue documentaire de l'état des lieux de l'eau et de l'assainissement en milieu urbain dans le grand Dakar. » 2020. Banque Mondiale.
- Ewel, John J., Dennis J. O'Dowd, Joy Bergelson, Curtis C. Daehler, Carla M. D'Antonio, Luis Diego Gómez, Doria R. Gordon, et al. 1999. « Deliberate Introductions of Species: Research Needs ». *BioScience* 49 (8): 619- 30. <https://doi.org/10.2307/1313438>.
- Hubert, B. 1977. « Ecologie des populations de rongeurs de Bandia (Sénégal), en zone sahélo-soudanienne ». *La Terre et la Vie* 31: 33- 100.
- Le Moigne, Ellina, El Hadji Dème Daffé, et Thérèse Ndew Wade. 2012. « Thiès ville carrefour. Vers une métropole d'équilibre, de l'échelle globale à l'échelle locale. Dossier de contexte ». Thiès.
- Mahamat, Assia Aboubakar, Numfor Linda Bih, Olugbenga Ayeni, Peter Azikiwe Onwuolu, Holmer Savastano, et Winston Oluwole Soboyejo. 2021. « Development of Sustainable and Eco-Friendly Materials from Termite Hill Soil Stabilized with Cement for Low-Cost Housing in Chad ». *Buildings* 11 (3): 86.
<https://doi.org/10.3390/buildings11030086>.
- Marques, Thamy Dias, Hudson Eustáquio Baêta, Mariangela Garcia Praça Leite, Sebastião Venâncio Martins, et Alexandra Rodrigues Kozovits. 2014. « Crescimento de espécies nativas de cerrado e de *Vetiveria zizanioides* em processo de revegetação de voçorocas ». *Ciência Florestal* 24 (4): 843- 55.
<https://doi.org/10.5902/1980509816584>.
- McDougall, P., N. Forshaw, L. Barrett, et S.P. Henzi. 2010. « Leaving Home: Responses to Water Depletion by Vervet Monkeys ». *Journal of Arid Environments* 74 (8): 924- 27.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.04.003>.
- Ndiaye, Abfoulaye-B., et Sun heat Han. 2006. « L'attaque des arbres fruitiers par les termites dans la région de Thiès (Sénégal) (Isoptera) ». *Bulletin de la Société entomologique de France* 111 (1): 59- 64.
- Ndiaye, Paul. 1990. « Evolution récente du couvert végétal de la forêt de Pout (Sénégal) ». In *La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*, 135- 50.
- « Plan d'occupation et d'affectation des sols (POAS) ». 2014. Commune de Mont Rolland.
- « Plan National de Développement Sanitaire et Social (PNSS) 2019-2028 ». 2018. Ministère de la Santé et de l'Action Sociale.
- Sahel et Afrique de l'Ouest - Atlas des cartes d'occupation des sols*. 2018. Tunis Carthage: Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS). http://www.oss-online.org/sites/default/files/publications/OSS-AtlasBRICKS_0.pdf.
- « Schéma directeur d'aménagement et de développement territorial de la zone Dakar-Thiès-Mbour ». 2015.

ANAT.

« Situation économique et sociale régionale 2017-2018 Thiès ». 2020. ANSD.

Tappan, G.G, M Sall, E.C Wood, et M Cushing. 2004. « Ecoregions and Land Cover Trends in Senegal ». *Journal of Arid Environments* 59 (3): 427- 62. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.03.018>.

