

Diagnostic socio-environnemental et socio-économique du Kori Kourtéré en vue de propositions d'aménagement de récupération des terres

Auteur : Bimaghra, Zahra

Promoteur(s) : Lebailly, Philippe; Andres, Ludovic

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement, à finalité spécialisée

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5145>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

**DIAGNOSTIC SOCIO-ENVIRONNEMENTAL ET
SOCIO-ÉCONOMIQUE DU KORI KOURTÉRÉ EN
VUE DE PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT DE
RÉCUPÉRATION DES TERRES**

ZAHRA BIMAGHRA

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

ANNÉE ACADEMIQUE 2017-2018

(CO-)PROMOTEURS: Pr. PHILIPPE LEBAILLY ET Pr. LUDOVIC ANDRES

© Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur.

**DIAGNOSTIC SOCIO-ENVIRONNEMENTAL ET
SOCIO-ÉCONOMIQUE DU KORI KOURTÉRÉ EN
VUE DE PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT DE
RÉCUPÉRATION DES TERRES**

ZAHRA BIMAGHRA

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER BIOINGÉNIEUR EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'ENVIRONNEMENT**

ANNÉE ACADEMIQUE 2017-2018

(CO-)PROMOTEURS: Pr. PHILIPPE LEBAILLY ET Pr. LUDOVIC ANDRES



**Ecole
supérieure
d'agro-
développement
international**



Le séjour au Niger réalisé dans le cadre du présent travail a été rendu possible grâce à l'accueil de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.



**ACADÉMIE
DE RECHERCHE ET
D'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR**

Le voyage réalisé dans le cadre du présent travail a été rendu possible grâce au soutien financier de l'Académie de recherche et d'enseignement supérieur de la Fédération Wallonie-Bruxelles, Belgique, dans le cadre de sa politique de Coopération au développement.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce mémoire, j'aimerais remercier toutes ces personnes qui m'ont apporté leur aide dans ce travail qui clôture ces belles années remplies d'expériences à Gembloux.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon promoteur, Pr. Philippe Leabilly,

Je tiens aussi à remercier particulièrement mon second promoteur, Pr. Ludovic Andres, pour son aide tout au long de ce travail, ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance, qui m'ont permis de réaliser un travail de terrain particulièrement enrichissant,

Merci au Dr. Bodé, au Pr. Yamba, au Pr. Boureima pour leur aide et leur encadrement lors de mon séjour au Niger ;

Merci à Marroufi, Harande, Zenaidou, pour leur aide et pour m'avoir intégré parmi les étudiants nigériens,

Merci à Adou,

Merci à Jimmy pour sa contribution à ce travail,

Merci à tous ceux que j'ai pu rencontrer au Niger, et qui m'ont montré les merveilles de ce pays, que j'ai quitté le cœur lourd,

Je tiens tous particulièrement à remercier ma famille, ma maman, Henri et Jehanne pour leurs relectures assidues, Ines, Malik et Sam, juste pour leur présence, et j'adresse une pensée toute particulière à mon papa.

Enfin, je souhaite dire un grand merci à tous ceux que j'ai pu rencontrer durant ces années à Gembloux et qui ont fait de cette période un souvenir indélébile.

RÉSUMÉ

La république du Niger, à l'instar des autres pays du Sahel, fait face à une dégradation rapide des sols qui menace les écosystèmes et les pratiques agro-pastorales. Ce phénomène s'est intensifié suite aux grandes sécheresses survenues dans les années 1970 et 1980 ainsi que la surexploitation du milieu engendrée par la forte croissance démographique. Afin de freiner et diminuer l'ampleur des dégradations, le gouvernement ainsi que divers organismes non gouvernementaux ont mis en place des programmes de restauration des terres à l'aide de techniques adaptées au climat et réalisables par les populations. Le kori Kourtéré, situé à proximité de Niamey, a bénéficié d'un de ces programmes au début des années 2000. Ce travail propose un diagnostic de l'état actuel de l'environnement et des dégradations ainsi qu'une analyse socio-économique des populations locales afin de réaliser un bilan de ces aménagements, des besoins et des contraintes du milieu. Ce diagnostic est posé afin de proposer de nouvelles pistes de réflexion et des recommandations dans le cadre de nouveaux projets d'aménagement de récupération des terres dans le secteur.

ABSTRACT

The Republic of Niger, as other countries in the Sahel, is facing rapid soil degradation which endangers ecosystems and agro-pastoral practices. Because of 70's 80's drought and the overexploitation of the environment caused by high population growth, this phenomenon increased. In order to curb and reduce the extent of degradation, the Government and various non-governmental organizations have implemented land restoration programs using climate-friendly techniques that can be carried out by the population. One of these programs has been established in Kori Kourtere, located near Niamey, in the early 2000s. This work provides a diagnosis of the current state of the environment and degradation as well as a socio-economic analysis of local populations in order to make an assessment of these developments, needs and environmental constraints. This diagnosis is made to propose new lines of thought and recommendations in the context of new land reclamation projects in the sector.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ABN	Autorité du Bassin du Niger
BAfD	Banque africaine de développement
BDL	Bio-reclamation of Degraded Lands « Récupération biologique des terres dégradées »
BMZ	Ministère fédéral de la Coopération économique et du développement (Allemagne)
CEA	Commission économique pour l’Afrique
CES	Conservation des eaux et des sols
CIEH	Comité interafricain d’études hydrauliques
CILSS	Comité permanent inter-états de lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CNSEE	Centre national de surveillance écologique et environnemental
CTB	Coopération Technique Belge
DRS	Défense et restauration des sols
FAO	Food and Agriculture Organization
FCFA	Franc de la communauté financière en Afrique
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HJ/ha	Hommes journée/hectare
ICRISAT	Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones tropicales Semi-Arides
INS	Institut National de la Statistique
IPS	Indice de pluviométrie standardisé
JGRC	Société Japonaise des Ressources Vertes
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OMM	Organisation météorologique mondiale
PDES	Plan de développement économique et social

PDC	Plan de Développement Comunaux
PIB	Produit intérieur brut
PNEDD	Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RECA	Réseau National des Chambres de l'Agriculture du Niger
RGP/H	Recensement général de la population et de l'habitat
RNA	Régénération naturelle assistée
SDR	Stratégie de développement rural
UAW	Université Agronomique Wageningen

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
2	La problématique de la dégradation des sols au Sahel et plus particulièrement au Niger .	3
2.1.1	Présentation du Sahel et du Niger	3
2.1.2	Caractérisation du Sahel	3
2.1.2.1	Climat.....	3
2.1.2.2	Géomorphopédologie et occupation des sols.....	4
2.1.3	Contexte socio-économique du Niger	5
2.2	La dégradation des sols sahéliens	7
2.2.1	Les processus de dégradation et d'appauvrissement des sols	7
2.2.1.1	Croûte d'érosion et érosion hydrique.....	7
2.2.1.2	L'érosion éolienne	8
2.2.2	Les facteurs induisant la dégradation	10
2.2.2.1	Les facteurs climatiques.....	10
2.2.2.2	Les facteurs anthropiques	12
2.3	Les pratiques de conservation des sols dans le Sahel	13
2.3.1	L'action des mesures CES/DRS.....	13
2.3.2	L'évolution des stratégies de conservation des terres agricoles.....	14
2.3.3	La mise en place de techniques CES/DRS.....	15
2.3.3.1	Zaï	16
2.3.3.2	Demi-lune	16
2.3.3.3	Banquettes.....	17
2.3.3.4	Cordons pierreux.....	18
2.4	Schéma causal et relationnel des problématiques de dégradation et de conservation des sols dans le Sahel.....	19
3	Objectifs et méthodologie	20

3.1	Objectifs.....	20
3.2	Localisation et description générale de la zone d'étude	20
3.3	Outils de collectes et d'analyses de données	21
3.3.1	Transects et recouvrements	21
3.3.2	Entretiens individuels.....	23
3.3.3	Cartes des ressources et d'échanges participatives	24
3.3.4	Enquêtes par questionnaire auprès des ménages.....	25
3.3.5	Entretiens auprès des institutions	25
4	Résultats	26
4.1	Diagnostic bio-physique du bassin versant	26
4.1.1	Zones restaurées	26
4.1.1.1	Généralités	27
4.1.1.2	Différenciation des zones restaurées.....	32
4.1.2	Zones non restaurées	34
4.1.3	Schémas des transects	37
4.1.4	Problématiques liées à l'environnement pour les populations	42
4.1.4.1	Les sols.....	42
4.1.4.2	L'eau	42
4.2	Diagnostic socio-économique.....	43
4.2.1	Perception du terroir par les populations.....	43
4.2.2	Activités économiques	46
4.2.3	Système de production	49
4.2.3.1	Système de production irrigué	49
4.2.3.2	Système de production agropastoral axé sur le mil/sorgho.....	50
4.2.4	Superficies et droits fonciers relatifs aux cultures	50
4.3	Dégradation des sols et ouvrages de récupération.....	52

5	Discussion	54
5.1	Diagnostics	54
5.1.1	Diagnostic à partir de la zone d'étude	54
5.1.2	Diagnostic à partir d'autres projets	57
5.2	Recommandations	58
5.2.1	Rencontre des différents acteurs.....	58
5.2.2	Etude de terrain	58
5.2.3	Accords fonciers.....	59
5.2.4	Mobilisation des populations	59
5.2.4.1	Sensibilisation	59
5.2.4.2	Comités de gestion locaux	60
5.2.4.3	Formations techniques	60
5.2.5	Schéma d'aménagement.....	60
5.2.5.1	Plan général.....	60
5.2.5.2	Coût et planification.....	62
5.2.6	Mise en œuvre	62
5.2.7	Terroir autonome.....	62
6	Conclusion.....	63
7	Références bibliographiques	64
8	Annexes.....	69
	Annexe 1 : Guide de terrain pour la réalisation des transects	69
	Annexe 2 : Guide de terrain pour la réalisation des recouvrements.....	70
	Annexe 3 : Guide d'entretien	1
	Annexe 4 : Guide d'enquête.....	2
	Annexe 5 : Charge caillouteuse des transects	5
	Annexe 6 : Pourcentage des espèces en fonction des transects.....	6

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Régions bioclimatiques d'Afrique de l'ouest.....	3
Figure 2: Unités topographiques caractéristiques du sud-ouest du Niger	4
Figure 3: Brousse tigrée vue du ciel.....	5
Figure 4: Mouvements de particules sous l'effet du vent.....	9
Figure 5: Indice pluviométrique standardisé sur la période de 1950-2006 pour le Sahel central (entre 11°O et 15°E).....	11
Figure 6: Schéma de la concentration de l'eau	14
Figure 7: Aperçu de la méthode de zaï.....	16
Figure 8: Aperçu de la méthode des demi-lunes	17
Figure 9: Aperçu de la méthode des banquettes.....	17
Figure 10: Aperçu de la méthode des cordons pierreux.....	18
Figure 11: Schéma causal et relationnel des problématiques de dégradation et de conservation des sols dans le Sahel.	19
Figure 12: Zone d'étude.....	21
Figure 13: Tracé des transects de la zone d'étude et villages	22
Figure 14: Réalisation d'une carte participative dans le village de Bougoum	25
Figure 15: Dégradations présentes sur le plateau.....	27
Figure 16: Ravine présente sur les versants	28
Figure 17: Sol mélangé au fumier utilisé dans les jardins.....	29
Figure 18: Concentration de la végétation au niveau des ouvrages de récupération	29
Figure 19: Concentration de la végétation à proximité des ravines	29
Figure 20: A gauche ravine présente sur le glacis. A droite, vue globale du glacis et des ravines qui le traversent	34
Figure 21: Résidus de forge	35
Figure 22: Ravines présentes sur le glacis nord-ouest du quatrième transect	35

Figure 23: Village de Wouro Doulley Baba.....	36
Figure 24: Kori Gorou en saison sèche.	37
Figure 25: Schéma transect 1	38
Figure 26: Schéma transect 2	39
Figure 27: Schéma transect 3	40
Figure 28: Schéma transect 4	41
Figure 29: Carte des ressources du village de Bougoum	43
Figure 30: Carte des ressouces du village de Hama Gattio.....	45
Figure 31: Légende des cartes des ressources	46
Figure 32: Activités économiques pratiquées par les villageois.	47
Figure 33: Proportion des productions des cultures pluviales et maraîchères destinées à l'autoconsommation et à la vente..	48
Figure 34: Part contributive des activités agricoles au revenu total du ménage	48
Figure 35: Champ de moringa combiné à du chou	50
Figure 36: Borne d'appropriation des terres présente sur les plateaux.....	51
Figure 37: Avantages des ouvrages de récupération pour les populations locales	53

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Valeurs de l'indice IPS. Tiré de OMM, 2012.....	10
Tableau 2: Tableau récapitulatif des transects : ouvrages de récupération et leur état	26
Tableau 3: Tableaux de synthèse des recouvrements, exprimant la densité du couvert arbustif et arboré (pied/ha) selon les transects et l'unité topographique.....	32
Tableau 4: Propositions de restauration pour Bougoum	61

1 INTRODUCTION

La république du Niger se situe au cœur du Sahel, enclavée dans les terres et sans accès à la mer. L'économie nigérienne est en grande partie basée sur l'agropastoralisme qui représente 37,5 % du PIB national et qui emploie 87% de la population. Cependant, à l'instar d'autres régions du Sahel, le Niger doit faire face à de grands enjeux agronomiques liés à la dégradation des sols et à l'insécurité alimentaire. (CILLS, 2016)

La dégradation rapide des sols trouve ses sources suite aux sécheresses extrêmes survenues au cours des décennies 70 et 80 et dans la croissance démographique importante qui a poussé à la surexploitation des ressources pour la coupe de bois d'énergie, le pâturage et les activités agricoles. Ces pressions ont transformé les brousses tigrées originellement présentes dans le sud-ouest en brousse steppique, perturbant et fragilisant ainsi l'ensemble de l'écosystème. Ces éléments ont entraîné l'amplification des phénomènes d'érosions hydriques et éoliennes. Ces perturbations causent des pertes de la couche de surface, zone d'accumulation des nutriments et de la matière organique, de sols déjà très pauvres. Cette dégradation a impacté directement les qualités agronomiques du sol et les rendements de production. (Biielders *et al.*, 2004 ; JGRC, 2001 ; Valentin, 1994)

Depuis plusieurs décennies le gouvernement du Niger met en place des programmes afin de limiter la dégradation des terres et des ressources naturelles. Le but de ces démarches est de permettre aux sols de recouvrir un potentiel de production cohérent avec les besoins de la population. Afin d'atteindre cet objectif les différents programmes proposent des solutions basées sur des techniques variées, relativement simples et faciles d'accès tels les zaï, les banquettes, les cordons pierreux, la régénération naturelle assistée (RNA) et les demi-lunes. Ces ouvrages ont pour but premier de limiter les transports de sols induits par l'érosion hydrique et éolienne, mais aussi de permettre une meilleure hydratation du sol en collectant les eaux de ruissellement en plusieurs endroits, donnant ainsi le temps à l'eau de s'infiltrer dans le sol. (JGRC, 2001). Le kori Kourtéré, situé à proximité de Niamey, a bénéficié d'un de ces programmes au début des années 2000.

Ce travail propose un diagnostic de l'état actuel de l'environnement et des dégradations ainsi qu'une analyse socio-économique des populations locales afin de réaliser un bilan de ces aménagements, des besoins et des contraintes du milieu. Ce diagnostic est posé afin de proposer de nouvelles pistes de réflexion et des recommandations dans le cadre de nouveaux projets d'aménagement de récupération des terres dans le secteur.

Pour y parvenir, il se divise en quatre grandes sections. La première se focalise sur les différents aspects théoriques relatifs au Niger, la problématique de dégradation des sols et les pratiques de conservations des sols, nécessaires à la compréhension de la problématique. La deuxième partie, quant à elle, présente les objectifs de ce travail, la méthodologie et les outils utilisés pour les atteindre. La troisième partie présente les résultats de l'étude de terrain menée au Niger, dans le kori Kourtéré. Cette section permet d'appréhender les aspects biophysiques et socio-économiques de la zone d'étude et de disposer de tous les éléments nécessaires au diagnostic. Enfin, la quatrième et dernière partie propose une réflexion et des recommandations pour l'aménagement du secteur.

2 LA PROBLÉMATIQUE DE LA DÉGRADATION DES SOLS AU SAHEL ET PLUS PARTICULIÈREMENT AU NIGER

2.1.1 Présentation du Sahel et du Niger

2.1.2 Caractérisation du Sahel

2.1.2.1 Climat

Le Sahel désigne une des cinq subdivisions de l'Afrique de l'Ouest, basée sur le climat et la végétation. C'est une large bande d'une largeur moyenne de 350 km qui traverse le continent d'est en ouest et dont fait partie le sud-ouest du Niger, comme représenté à la figure 1. Les limites de la région sahélienne sont usuellement définies par la pluviométrie. Théoriquement, le Sahel est borné par les isohyètes de 150 et 600 mm/an. (CILSS, 2016).

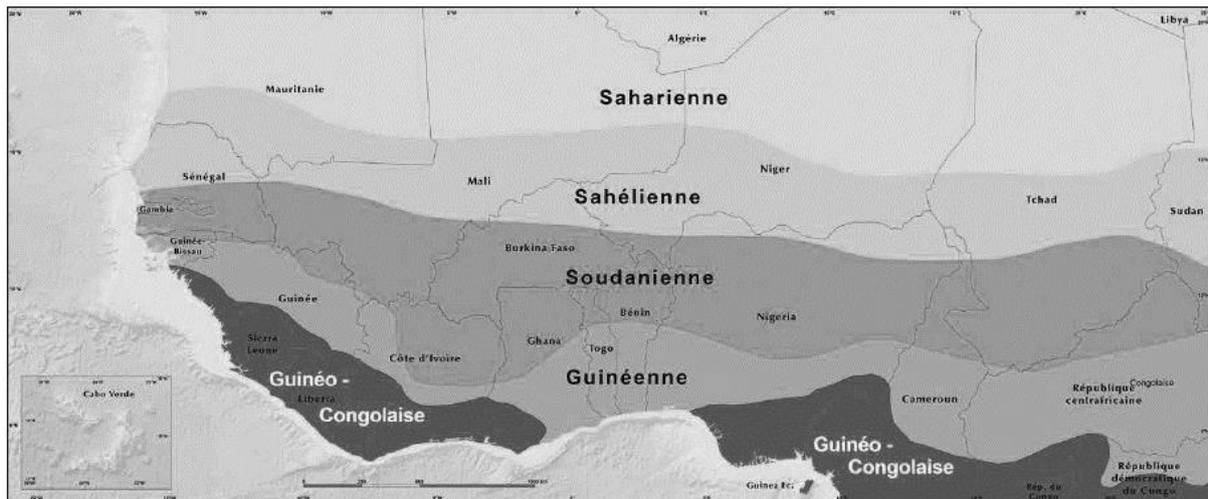


Figure 1: Régions bioclimatiques d'Afrique de l'ouest. Tiré de CILSS, 2016

Le climat de la région sahélienne se caractérise par un climat de type tropical pourvu d'une saison sèche (d'octobre à mars-avril) et d'une saison des pluies (d'avril-mai à septembre), qui rythment les activités agro-pastorales. Les températures atteignent leur minima en début de saison sèche, elles augmentent progressivement dans la deuxième partie de cette saison pour atteindre leur maxima en mai-juin, lors du début de la saison des pluies. L'harmattan, un vent du nord-est, souffle durant toute la saison sèche. Il est à l'origine de l'érosion éolienne dans la région sahélienne. Durant la saison humide, les vents sont plus irréguliers. (Vlaar, 1992 ; Casenave & Valentin, 1989)

2.1.2.2 Géomorphopédologie et occupation des sols

D'après Abdo, 2014; Casenave & Valentin, 1989; CILSS, 2016 ; Emeterio et *al.* 2003 ; JGRC, 2001 ; Vlaar, 1992

La topographie de la région sahéenne et plus particulièrement de la région du sud-ouest du Niger, du nord du Burkina Faso ainsi que du Mali est divisée en quatre unités distinctes (Figure 2) : les plateaux, les versants, les glacis et les bas-fonds. Chaque unité présente des caractéristiques qui lui sont propres.

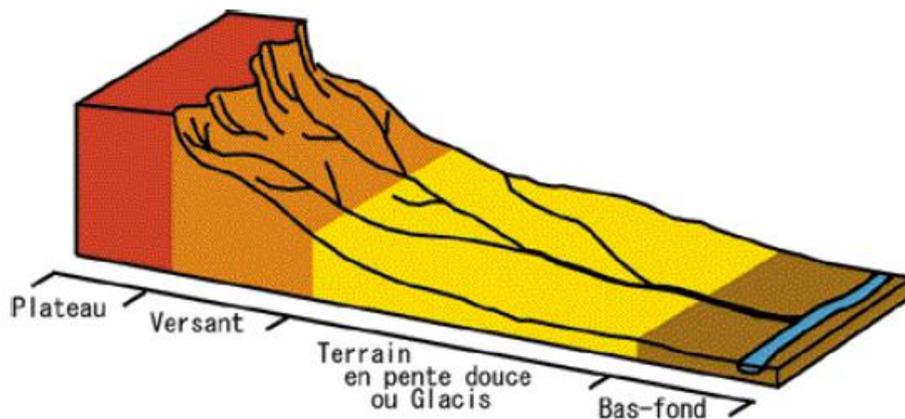


Figure 2: Unités topographiques caractéristiques du sud-ouest du Niger. Tiré de JGRC, 2001

Les plateaux sont l'unité dominante du paysage. Ils se situent à des altitudes comprises entre 200 et 250 m. Ils sont couverts d'une cuirasse latéritique formée durant le quaternaire qui rend le sol quasiment imperméable. On y retrouve des sols de type lithosols, qui sont peu profonds, pauvres en matière organique, très acides et généralement couverts d'une couche caillouteuse. De par leur pauvreté chimique, ces sols ne sont pas cultivables. La végétation naturelle des plateaux est de type savane arbustive et arborée avec également une strate herbacée annuelle. Dans le sud-ouest du Niger, au nord du Burkina Faso ainsi qu'au Mali, la végétation forme des motifs en bande appelés brousse tigrée (Figure 3). C'est une « *végétation ouverte, composée de bandes de végétation dense régulièrement espacées au sein d'un milieu dénudé* » (CILSS, 2016). Cependant, dans de nombreuses régions, ce type de végétation a été largement dégradé parfois même jusqu'à sa disparition. Les plateaux sont usuellement des terres communautaires utilisées comme aire de pâturage, pour la collecte ou la cueillette (plantes médicinales, fruits).



Figure 3: Brousse tigrée vue du ciel. Tiré de CILSS, 2016

La deuxième unité est le versant (ou talus). Il se caractérise par une pente raide, formé de matériaux latéritiques, recouvert d'une couche gravillonnaire. Il est soumis à un ruissellement intense induisant un réseau de petites ravines. Ces sols peu profonds sont quasiment incultivables. Ils sont utilisés comme terres communautaires pour le pâturage et la cueillette.

L'unité suivante est le glacis. Cette unité se caractérise par une pente faible et par des sols constitués de matériaux sableux colluvionnaires. Dans certains cas, les glacis peuvent être subdivisés en deux sous-unités, le glacis supérieur qui a une pente plus importante et le glacis inférieur qui a une pente très faible (inférieure à 2%). Ces terres sont principalement divisées en parcelles individuelles utilisées pour l'agriculture pluviale.

Enfin, la dernière unité de cette toposéquence, se nomme le bas-fond. Elle se caractérise par une surface plane qui peut être accompagnée d'un cours d'eau temporaire ou permanent. Cette unité est une zone d'accumulation d'alluvions provenant du ruissellement, ce qui lui procure une fertilité plus importante. De plus, étant la zone la plus proche de la nappe phréatique, elle est utilisée pour la culture irriguée, le maraîchage, mais accueille aussi des cultures pluviales.

2.1.3 Contexte socio-économique du Niger

Le Niger est un vaste pays enclavé dans l'Afrique de l'Ouest. Il s'étend sur une superficie de 1.267.000 km² pour une population en 2013 de 18.359.000 habitants. Le pays possède une des croissances démographiques les plus importantes au monde, avec un taux d'accroissement annuel établi entre 2001 et 2012 à 3,9% par an (CILSS, 2016). Ce taux de croissance est

supérieur à Niamey, la capitale, que par rapport reste du pays. Cet accroissement important est dû à la migration des populations rurales vers la capitale, nommée « l'exode rural » (Guengant & Banoin, 2003). Ce phénomène mène à un étalement diffus et anarchique de Niamey. Cette expansion de la capitale génère une pression sur les villages ruraux voisins, qui sont progressivement englobés par la ville (Andres & Lebailly, 2012).

Le Niger se divise en trois zones agro-écologiques selon la pluviométrie. On retrouve du sud vers le nord, la zone soudanienne où la pluviométrie est supérieure à 600mm/an, la zone sahélienne où les précipitations sont comprises entre 200 et 600 mm/an et la zone saharienne où la pluviométrie est inférieure à 200mm/an. La zone saharienne couvre 75% de la superficie du pays. L'aridité de ce climat explique que la bande sud du pays concentre la majorité de la population ainsi que les activités agro-pastorales (Bron-Saïdatou, 2015; Guengant & Banoin, 2003). En outre, le sud-ouest du pays est traversé par le fleuve Niger (d'où le pays tire son nom) sur 550km. En tant que principale source d'eau douce du pays, ce fleuve à un rôle majeur dans l'économie du pays, notamment pour l'irrigation (CILSS, 2016).

L'économie du Niger est principalement basée sur le secteur rural. En effet, en 2008, le secteur primaire représentait 47,3% du produit intérieur brut (PIB) et mobilisait 85% de la population active. Au sein du secteur primaire, c'est l'agriculture (29%) et l'élevage (13%) qui sont dominants. (BAfD et al., 2009; Bron-Saïdatou, 2015).

Le mode d'agriculture est de type extensif¹ (JGRC, 2001). Dans les zones rurales proches de Niamey, on retrouve deux types de cultures concentrés sur les glacis et les bas-fonds : les cultures pluviales et les cultures maraîchères. Les cultures pluviales principales sont le mil (*Pennisetum glaucum* L.), en monoculture ou en association avec le niébé (*Vigna unguiculata* L.), le sorgho (*Sorghum bicolor* L.) et en moindre mesure l'arachide (*Arachis hypogea* L.). Le mil et le sorgho sont principalement cultivés pour l'autoconsommation. Les cultures maraîchères se développent essentiellement dans les zones plus proches de la nappe et sont destinées à l'autoconsommation et la vente. Ce mode de culture s'est particulièrement développé suite à une campagne du gouvernement en 1984 en réponse à la diminution de production agricole suite aux grandes sécheresses. (Emeterio et al., 2013 ; Andres & Lebailly, 2012 ; Bron-Saïdatou, 2015).

¹ L'agriculture extensive, par opposition à l'agriculture intensive, se caractérise par un faible recours au capital et à la main d'œuvre (engrais, pesticides et machines, par exemple) par rapport à la surface exploitée. Le rendement agricole par unité de superficie est donc moindre qu'en agriculture intensive. (Eurostat, 2014)

L'élevage est un élément prédominant dans la sécurité alimentaire du Niger. Il concerne 87% de la population active, en tant qu'activité principale ou secondaire. Les espèces de bétail utilisées pour cette activité traditionnelle sont principalement des ovins, caprins, camelins et bovins. L'élevage se fait sur les plateaux qui ne sont pas cultivés où dans les champs après la récolte des cultures pluviales. (Emeterio et *al.*, 2013 ; Andres & Lebailly, 2012 ; Bron-Saïdatou, 2015 ; FAO/SFW, 2010).

2.2 La dégradation des sols sahéliens

2.2.1 Les processus de dégradation et d'appauvrissement des sols

2.2.1.1 Croûte d'érosion et érosion hydrique

D'après Ambouta et *al.*, 1996; Casenave & Valentin, 1989; JGRC, 2001 Peigne, s.d.; Valentin, 1994.

L'érosion hydrique qualifie un arrachement de terre suivi du déplacement des particules de sol par ruissellement de l'amont vers l'aval. Le processus se déroule en deux étapes distinctes :

- le détachement du sol :

Dans un premier temps, l'énergie cinétique transmise par l'impact des gouttes de pluie fragmente les agrégats du sol. Ce phénomène est appelé « effet splash ». Ensuite, les micro-agrégats sont dispersés et/ou déplacés dans les espaces interstiels du sol formant ainsi une membrane peu perméable appelée croûte structurale.

L'amplitude de la phase de désagrégation est fonction de plusieurs facteurs : les facteurs climatiques, liés à la force des précipitations et les facteurs pédologiques liés à la stabilité structurale et au niveau d'humidité initial du sol. La stabilité structurale du sol, définie comme l' « *aptitude des agrégats du sol à résister à l'action dégradante des pluies* » (Peigne, s.d.), est une propriété physique du sol. Elle dépend notamment dépendante de la teneur en argile et de la teneur en matière organique des sols qui provient en grande partie des retours de biomasse. Plus ces deux teneurs sont élevées, plus la force d'adhésion des particules sera élevée et plus le sol résistera à la désagrégation. Concernant l'humidité des sols, un sol sec lors de la précipitation s'humidifiera brusquement, ce qui entraînera une compression de l'air interstitiel et l'éclatement des agrégats. Les sols du Sahel sont particulièrement sensibles de par leur dessiccation rapide et de par leur faible teneur en matière organique.

- Le transport :

Le ruissellement survient lorsque l'intensité des précipitations [mm/h] est plus importante que la capacité d'infiltration du sol [mm/h]. L'eau excédentaire s'écoule en suivant un gradient topographique et en emportant des particules de sols. La vitesse de ruissellement est directement fonction de la pente. Plus celle-ci sera importante, plus l'écoulement sera rapide. Cette variable définit deux types d'érosion : l'érosion diffuse et l'érosion concentrée. L'érosion diffuse (ou érosion en nappe) se produit lorsque la lame d'eau qui ruisselle est de large épaisseur et s'écoule à faible vitesse. Elle n'est pas en mesure d'arracher des particules de sols, seuls les micro-agrégats détachés par la désagrégation sont emportés. Ce type d'érosion se trouve sur les grandes surfaces à faible pente. Quant à l'érosion concentrée, l'eau s'écoule à de fortes vitesses creusant ainsi des rainures dans le sol qui mènent à la formation de rigoles voire de ravines, en arrachant d'autres particules de sol.

Par ailleurs, le transport de particules de sol peut conduire à la formation d'un deuxième type de croûte, en plus de la croûte structurale décrite précédemment : la croûte d'érosion (ou croûte érosive). Celle-ci se caractérise par un micro-horizon qui colmate les horizons inférieurs et peut se former sur la croûte structurale. D'apparence mince, lisse et dure, cette croûte possède une très faible perméabilité à l'eau et diminue la rugosité de la surface du sol. De ce fait, elle entraîne une diminution du facteur d'infiltration, accélère le ruissellement, ce qui augmente l'aridité du milieu (ajoutant des contraintes aux herbacées et aux ligneux) et auto-accelère les processus d'érosion. De plus, cette croûte engendre une barrière physique à la germination des plantes, créant des baisses de rendement d'un point de vue agricole mais aussi la diminution du couvert végétal.

2.2.1.2 L'érosion éolienne

D'après Biielders et *al.*, 2004; Casnave & Valentin, 1989; JGRC, 2001; Valentin, 1994.

L'érosion éolienne dépend de l'énergie du vent. L'ampleur de la dégradation est fonction de la vitesse du vent à la surface du sol. De ce fait, l'érosion sera d'autant plus intense si le sol est nu et si la rugosité y est faible, comme c'est le cas pour les terres dites dégradées. La présence d'un couvert végétal est donc un élément clef dans la limitation du phénomène. La végétation tend à faire obstacle au vent en diminuant ainsi sa vitesse à la surface du sol et par conséquent l'érosion en elle-même. Par ailleurs, ce phénomène d'érosion est aussi accentué par la faible teneur en eau du sol et la désagrégation préalable des particules de surface engendrée par l'effet splash. Dans le Sahel, la fin de la saison sèche est un moment critique pour l'érosion éolienne. En effet,

les vents qui précèdent les pluies sont très violents et de plus, durant cette période, les sols sableux des champs de mil sont complètement à nu et par conséquent extrêmement vulnérables

Il existe trois modes de transport des particules (Figure 4) de sol par le vent, dépendant principalement de leur masse et de leur taille ainsi que de la vitesse du vent :

- Transport par suspension : Ce mode de transport concerne les particules les plus fines (argiles et limon) et peut les déplacer sur de très longues distances (jusqu'à 1000 km).
- Transport par reptation : Ce mode de transport concerne les plus grosses particules. Les déplacements sont de l'ordre de quelques mètres.
- Transport par saltation : Ce mode de transport concerne principalement les grains de sable d'un diamètre inférieur à 0.5mm. Les particules se déplacent sous forme de bonds et frappent le sol à plusieurs reprises. Les déplacements peuvent aller de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres. La saltation est le facteur dominant dans la redistribution des sols au Sahel par l'érosion éolienne.

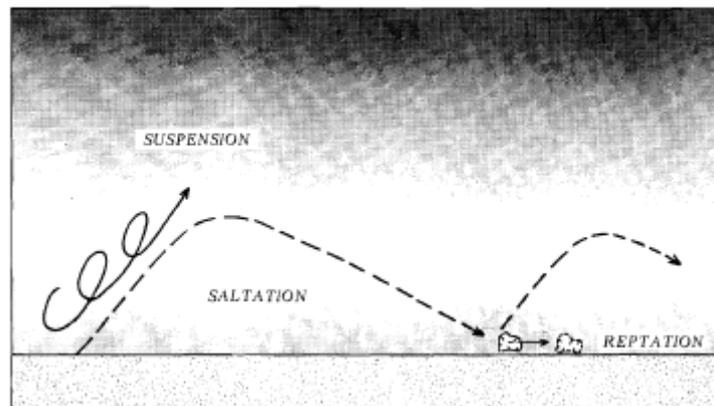


Figure 4: Mouvements de particules sous l'effet du vent. Tiré de Casenave et Valentin, 1989

La conséquence principale de ce type d'érosion est une redistribution des sols de surface et des éléments nutritifs selon un tri granulométrique. Par ailleurs, la perte des nutriments est importante, car la teneur en nutriments des sols sahéliens, intrinsèquement faible, est principalement concentrée en surface avec la matière organique et donc sensible à la redistribution des sols de surface. Par conséquent, l'érosion éolienne a un impact direct sur la baisse du potentiel de production végétal.

2.2.2 Les facteurs induisant la dégradation

Plusieurs facteurs sont à prendre en considération dans la dégradation, mais surtout dans l'accélération des différents processus de dégradation des sols du Sahel. Ces facteurs sont principalement de nature climatique et anthropique.

2.2.2.1 Les facteurs climatiques

L'impact du climat sur la dégradation des sols provient essentiellement de la variation interannuelle de la pluviométrie (Casenave & Valentin, 1989). Ce phénomène est mis en évidence grâce à l'indice de pluviométrie standardisé (IPS). Cet indice, couramment utilisé dans la littérature, permet de déterminer « le caractère humide ou sec de de la saison. [...] Il a vocation à indiquer à lui seul si la saison peut être qualifiée d'excédentaire ($IPS > 0$) ou de déficitaire ($IPS < 0$) » (Ali et al., 2008). Un avantage important dans l'utilisation de cet indice, est qu'il ne nécessite que la connaissance de la pluviométrie annuelle sur une période définie. Il se calcule comme suit (Ali et al., 2008) :

$$IPS = \frac{P_i - P_{moy}}{\sigma} [-]$$

Où P_i est la pluie annuelle, P_{moy} la pluie moyenne de la série et σ est l'écart-type de la série

L'interprétation des résultats permet de classifier chaque année dans une des 7 catégories partant de « extrêmement sec » à « extrêmement humide » et en passant par « proche de la normale ». Le tableau de classification selon la valeur de l'IPS est présenté ci-dessous :

Tableau 1: Valeurs de l'indice IPS. Tiré de OMM, 2012

2,0 et plus	Extrêmement humide
De 1,5 à 1,99	Très humide
De 1,0 à 1,49	Modérément humide
De -0,99 à 0,99	Proche de la normale
De -1,0 à 1,49	Modérément sec
De -1,5 à -1,99	Très sec
-2 et moins	Extrêmement sec

L'étude de l'IPS sur la période de 1950 à 2006 sur la zone dite du « Sahel Central » (entre 11°O et 15°E) donne les résultats suivants, présenté à la figure 5

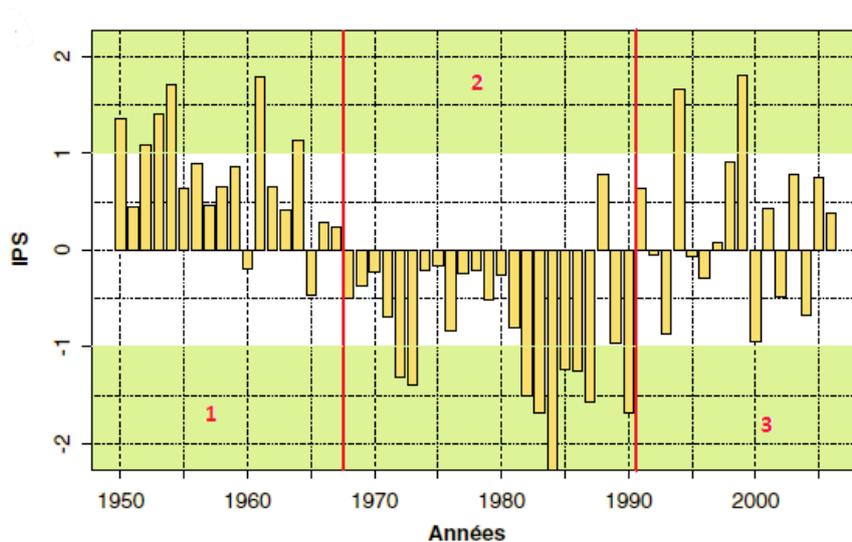


Figure 5: Indice pluviométrique standardisé sur la période de 1950-2006 pour le Sahel central (entre 11°O et 15°E). Inspiré de Ali, A., et al., 2008

Ce diagramme met très clairement en évidence la variabilité interannuelle et l'occurrence d'années hors de la norme (représentée par les bandes vertes), basée sur la moyenne de la série. En outre, comme explicité dans l'ouvrage sur les bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols (BMZ, s.d.b), l'analyse du diagramme permet d'identifier trois périodes climatiques :

- De 1950 à 1968 : une période humide avec une variabilité interannuelle et avec une tendance régressive ;
- De 1968 à 1993 : une période sèche avec une grande variabilité interannuelle. Cette analyse corrobore les grandes sécheresses particulièrement ravageuses de 1973 et 1984 ;
- De 1993 à 2006 : une période de très haute variabilité interannuelle avec des années humides suivies d'années déficitaires.

Les sécheresses ont plusieurs impacts sur la dégradation des sols. Tout d'abord, une période de sécheresse qui perdure plusieurs années a un impact direct sur la végétation de la zone touchée et tend à la formation de croûtes d'érosion. Ensuite, comme expliqué précédemment, l'accroissement de l'érosion hydrique est directement corrélé à la formation de ces croûtes. (Valentin, 1994 ; Ambouta et al., 1996 ; CILSS, 2010 ; Mahamane et al., 2014 ; Bron-Saïdatou, 2015 ; BMZ, s.d.b). L'évolution temporelle de ce phénomène peut être décrite comme suit:

« Examinons le cas d'un couvert herbacé, homogène tant que la pluviosité demeure suffisante. Survient une sécheresse. Le couvert herbacé se clairseme là où les ressources en eau demeurent suffisantes, disparaît ailleurs. Le sol nu se couvre [...] de croûtes d'érosion. [...] Si la pluviosité redevient suffisante, [...] le couvert végétal peut retrouver son état initial. Si la sécheresse

persiste, [...] d'une surface couverte et perméable, cette spirale de dégradation conduit à une surface purement minérale à très faible capacité d'infiltration. » (Valentin, 1994)

2.2.2.2 Les facteurs anthropiques

D'après Abdo, 2014 ; Vlaar, 1992 ; BMZ, s.d.b ; Emeterio et *al.*, 2013 ; JGRC, 2001

Bien que les processus de dégradation des sols soient des processus naturels dans la région sahélienne et présents depuis toujours, l'Homme a une grande responsabilité dans l'accélération et la généralisation de ces phénomènes, ainsi que dans la perte de résilience des écosystèmes.

L'accroissement de la dégradation dans le Sahel et plus précisément dans le sud-ouest du Niger résulte de la combinaison de plusieurs facteurs anthropiques. Cependant, c'est particulièrement l'intensification de ces facteurs causée par la forte croissance démographique de ces dernières décennies qui peut être considérée comme l'une des principales causes.

« La dégradation de l'environnement et la baisse de productivité agricole sous l'effet des phénomènes érosifs sont aggravés par la surexploitation du milieu naturel, résultat d'une pression démographique trop importante par rapport aux ressources existantes » (Vlaar, 1992)

Cette importante croissance a induit une augmentation proportionnelle des besoins alimentaires et énergétiques.

La nécessité de satisfaire la nouvelle demande en besoins alimentaires combinée à la méthode de culture extensive traditionnelle et les grandes sècheresses des années 70 et 80, ont considérablement impacté la qualité des sols et ont mené à une expansion considérable des terres cultivées (43% entre 1957 et 2000) (Bron-Saïdatou, 2015). Cette expansion s'est faite au détriment du couvert végétal présent initialement. Cette végétation, avait un rôle structurant pour le sol et permettait une meilleure résistance face à l'érosion ainsi qu'un apport en matière organique. Par ailleurs, l'accroissement de ces surfaces a aussi mené à la réduction de la durée des jachères, lesquelles permettaient aux sols de retrouver une certaine fertilité et structure.

En parallèle, afin de satisfaire les besoins en bois d'énergie, utilisé traditionnellement pour la cuisine ou comme bois de chauffe, les coupes d'arbres et arbustes se sont intensifiées. Ce déboisement a mené à une diminution voire à la disparition des strates arbustive et arborée, laissant dès lors des sols nus et vulnérables à l'érosion hydrique et éolienne.

2.3 Les pratiques de conservation des sols dans le Sahel

2.3.1 L'action des mesures CES/DRS

D'après Abdo, 2014 ; JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b ; Vlaar, 1992

Des techniques spécifiques de conservation des terres agricoles au Sahel ont été mises en place sur base des caractéristiques des sols ainsi que de la connaissance approfondie des phénomènes de dégradation des sols décrits précédemment. Ces mesures d'aménagement sont appelées mesures de conservation des eaux et des sols et de défense et restauration des sols (CES/DRS) ou ouvrages de conservation des sols. Elles ont pour objectifs « (i) *une meilleure gestion de l'eau*, (ii) *l'augmentation de la productivité des espaces agricoles, sylvicoles et pastoraux*, (iii) *une gestion durable sur le plan environnemental, social et économique*. » (BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b)

D'un point de vue technique, les mesures CES/DRS se basent sur des méthodes physico-chimiques qui permettent l'atténuation des processus d'appauvrissement des terres agricoles grâce à différentes actions. Tout d'abord, un élément essentiel est de conserver les sols à la source du ruissellement. Le ruissellement peut être plus aisément interrompu en amont où son volume et sa vitesse sont plus faibles. De plus, la limitation du flux en amont permet d'utiliser des mesures de conservation de moindre envergure en aval. Ensuite, afin de réduire l'érosion hydrique, il est nécessaire de limiter la vitesse du ruissellement en mettant des obstacles physiques à son écoulement. Certaines mesures CES/DRS permettent aussi de concentrer l'eau dans les zones de culture ou de végétation spontanée et non sur toute l'aire de ruissellement, comme représenté à la figure 6. Cet élément est crucial étant donné le caractère limitant de l'eau dans la croissance des végétaux. Par ailleurs la présence de végétation spontanée dans les champs peut apporter de nombreux bénéfices. Elle permet un apport en matière organique et une augmentation de la présence de la micro et méso faune qui participent à une meilleure structure du sol. Elle limite aussi le ruissellement et l'érosion éolienne en protégeant la couche de surface et en augmentant la rugosité du sol.

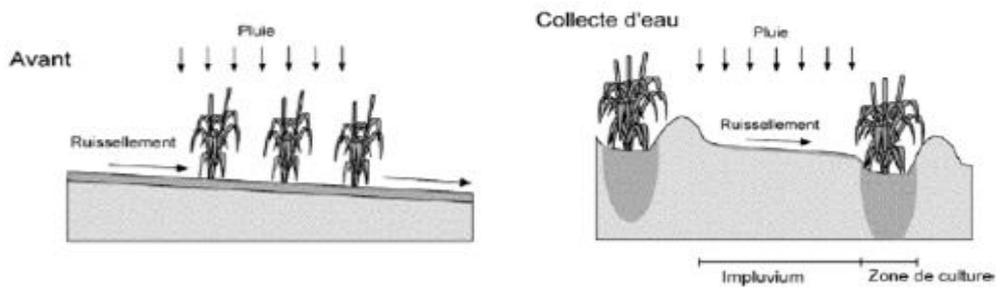


Figure 6: Schéma de la concentration de l'eau. Tiré de JGRC, 2001

2.3.2 L'évolution des stratégies de conservation des terres agricoles

D'après Abdo, 2014 JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b ; Vlaar, 1992

Les méthodes de conservation des sols, s'appliquent aux terres agricoles et sylvo-pastorales. Traditionnellement, les populations du Niger utilisent des techniques CES, telles que le zai², le paillage, les murets de pierres et les bandes végétatives. Cependant, suite à la surexploitation des ressources, ces techniques sont devenues insuffisantes, ce qui a mené à la mise en place d'ouvrages à plus grande échelle.

Les premières interventions en ce sens sont intervenues dans les années 1960, avec l'aide d'organismes étrangers et se sont amplifiées dans les années 1970 aux premiers épisodes de grandes sécheresses. Ces projets de grandes ampleurs faisaient intervenir d'importants investissements mais n'impliquaient aucune participation des populations locales. L'absence de suivi après la mise en place, combinée au manque de motivation des populations induit par une absence de sensibilisation ont mené ces projets à l'échec.

Les grandes sécheresses de 1983-1984 ont mené à une importante crise socio-économique, mettant en évidence la nécessité et l'urgence de la restauration des terres arables à grande échelle. Plusieurs éléments clefs ont émergé à cette époque. Tout d'abord, l'implication des habitants dans la gestion des ressources naturelles et leur restauration grâce à ce que l'on appelle la « gestion de terroir ». Ce mode de gestion met en premier plan les acteurs ruraux dans la mise en place et la gestion des techniques de CES, tandis que le rôle des institutions publiques se restreint à la vulgarisation, la formation et le soutien technique et financier. Par ailleurs, se développe aussi parallèlement les concepts de « food for work » et « cash for work ». Ces méthodes consistent en une aide alimentaire ou financière lorsque les habitants contribuent aux travaux de restauration. Ce dispositif avait pour but de promouvoir la gestion de terroir et de

² La technique du Zai sera abordée dans la section 2.3.3.1.

motiver les populations à y participer. Il présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il a permis une réelle stimulation pour les populations autochtones à la participation aux ouvrages, ce qui a permis une initiation et un apprentissage à large échelle des différentes techniques. Cette globalisation de la participation a nettement facilité et accéléré les travaux de restauration. Par ailleurs, dans le contexte de crise, cela a permis aux habitants de maintenir leur cadre de vie avec des rentrées de revenus malgré de mauvaises récoltes. Cependant, un point négatif de cette méthode est que la rétribution des aides sur le long terme, crée une dépendance des bénéficiaires et la démobilisation soudaine lors de l'arrêt de ces aides.

En matière de CES/DRS, le gouvernement du Niger a fait évoluer sa politique pour réaffirmer son engagement dans la problématique de la restauration des terres. On peut notamment nommer l'élaboration du « Plan national de l'Environnement pour un Développement Durable » (PNEDD) (1995), le programme prioritaire appelé « Programme d'action national de lutte contre la désertification et de gestion des ressources naturelles » (1996), la « Stratégie de développement rural » (2002) qui intègre la gestion durable des ressources et la « Stratégie pour la sécurité alimentaire et le développement agricole durable », faisant partie du Plan de développement économique et social (PDES) (2012).

2.3.3 La mise en place de techniques CES/DRS

Le choix de la combinaison de techniques CES/DRS adaptées à un bassin versant, dépend de plusieurs facteurs, dont trois principaux : la topographie, l'utilisation ultérieure des terres et l'accessibilité technique et logistique pour les populations. Bien que l'aménagement se fasse à l'échelle du bassin versant, les ouvrages seront différents et auront un rôle différent en fonction de l'unité topographique sur laquelle ils sont mis en place. En effet, chaque zone a des risques de dégradation qui lui sont propres ainsi qu'un régime foncier et une utilisation des terres différents. Il est donc nécessaire de réaliser préalablement un diagnostic approfondi du bassin versant, tant sur les aspects agro-écologiques que sur le régime foncier et l'utilisation des terres. D'autre part, l'expérience a montré la nécessité d'intégrer l'ensemble des bénéficiaires dans le processus afin d'obtenir des résultats positifs sur le long terme. En ce sens, une démarche participative, depuis l'analyse du bassin versant et la réalisation du plan d'aménagement jusqu'à la mise en place des ouvrages et l'entretien, est nécessaire. (Abdo, 2014 ; JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b)

Les sections suivantes présentent différents types d'ouvrages de CES/DRS utilisés dans les alentours de Niamey.

2.3.3.1 Zai

Le zai (ou tassa) est une technique CES/DRS traditionnelle. Elle consiste à creuser des trous circulaires d'un diamètre de 15 à 50 cm et d'une profondeur de 20-30 cm en tassant la terre excavée en aval du trou pour former une zone de captage d'eau (Figure 7). Ensuite, les trous sont partiellement remplis d'un mélange de terre et de fumier où seront placés les semis. L'ensemble des zai sont creusés en quinconce et alignés en suivant les courbes de niveaux. Ils doivent être recreusés chaque année. Espacés de façon régulière, ils peuvent atteindre une densité de 10.000 trous/ha. Cette technique permet de freiner le ruissellement et de concentrer l'eau et les éléments nutritifs au niveau des racines des plants. On retrouve cette technique sur les terres dégradées et non cultivables, tels les plateaux et les glacis encroutés. En termes de main d'œuvre, la mise en place de ce type de technique demande 50-90 hommes-journée/hectare (HJ/ha). (Abdo, 2014 ; JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b, Vlaar, 1992)

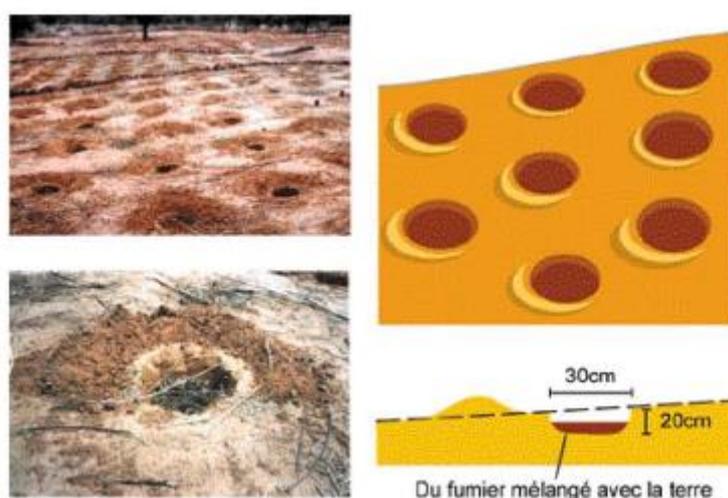


Figure 7: Aperçu de la méthode de zai. Tiré de JGRC, 2001

2.3.3.2 Demi-lune

Les demi-lunes consistent en des demi-cercles creusés, d'un diamètre de 1 à 3 m. À l'instar des zai, la terre excavée est tassée en aval de la structure sur une hauteur de 15 à 20 cm, laissant une ouverture vers l'amont et permettant de former une zone de captage d'eau. Pareillement, elles sont alignées en suivant les courbes de niveau et en quinconce et doivent être refaites annuellement (Figure 8). Cette technique poursuit les mêmes objectifs que les zai, mais permet une zone de captage d'eau plus importante. En plus d'être utilisée pour les cultures et le pâturage, elle peut avoir une vocation sylvicole. La main d'œuvre pour ce type de structure est estimée à 100-200 HJ/ha. (Abdo, 2014 ; JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b, Vlaar, 1992).

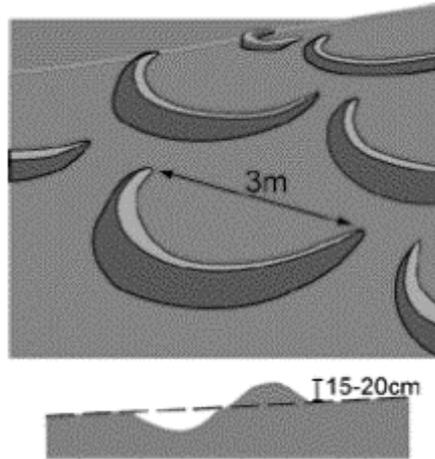


Figure 8: Aperçu de la méthode des demi-lunes. Tiré de JGRC, 2001

2.3.3.3 Banquettes

Les banquettes consistent en une structure rectangulaire, dont la longueur suit les courbes de niveau. L'intérieur du rectangle est creusé et la terre excavée est tassée sur la longueur en aval (80-100m) et sur les largeurs (15m) jusqu'à une hauteur de 50 cm. Elle peut aussi être mélangée à des pierres, avant d'être tassée. Le fossé ainsi formé permet d'avoir une grande zone de captage d'eau de ruissellement qui peut être retenue plusieurs jours. Par conséquent, l'infiltration d'eau dans les sols et les dépôts sédimentaires sont favorisés en amont des banquettes, ce qui améliore la qualité des sols et mène à la revégétalisation. De plus, la mise en place de ces ouvrages en amont du bassin versant diminue les risques de ravinement et d'ensablement en aval et permet de récupérer les terres dénudées des plateaux dégradés. Les coûts sont estimés à 54HJ/ha, avec l'avantage de la durabilité de ces structures, qui peuvent être efficace 20 ans avec un minimum d'entretiens. (JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.b)

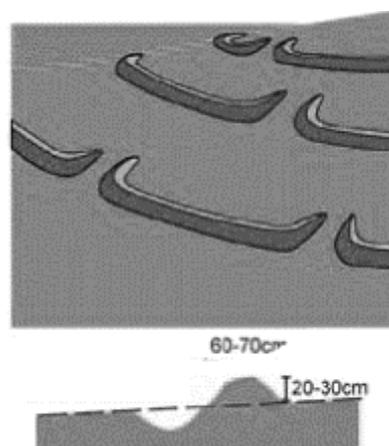


Figure 9: Aperçu de la méthode des banquettes. Tiré de JGRC, 2001

2.3.3.4 Cordons pierreux

Les cordons pierreux consistent en un alignement de cailloux et de grosses pierres, suivant les courbes de niveau sur de longues distances. L'espace entre les cordons dépend de la pente, plus elle sera raide, plus ils seront rapprochés. Contrairement aux ouvrages présentés précédemment, ces ouvrages n'arrêtent pas l'écoulement, mais le freine uniquement. Cette légère différence les rend moins vulnérables aux grosses précipitations qui peuvent provoquer des débordements et abimer les autres ouvrages. Cette technique permet de limiter les pertes en sol et en matière organique. Un important facteur qui limite la mise en place de ce type d'ouvrage est le transport de pierres. C'est pour cela qu'on les retrouve principalement aux abords des zones à forte charge caillouteuse. Avec un entretien régulier, ces ouvrages peuvent durer jusqu'à 20 ans. Ils demandent une main d'œuvre qui varie en 80 et 160 HJ/ha, selon la proximité des pierres et l'espace entre les cordons. (JGRC, 2001 ; BMZ, s.d.b, Vlaar, 1992)

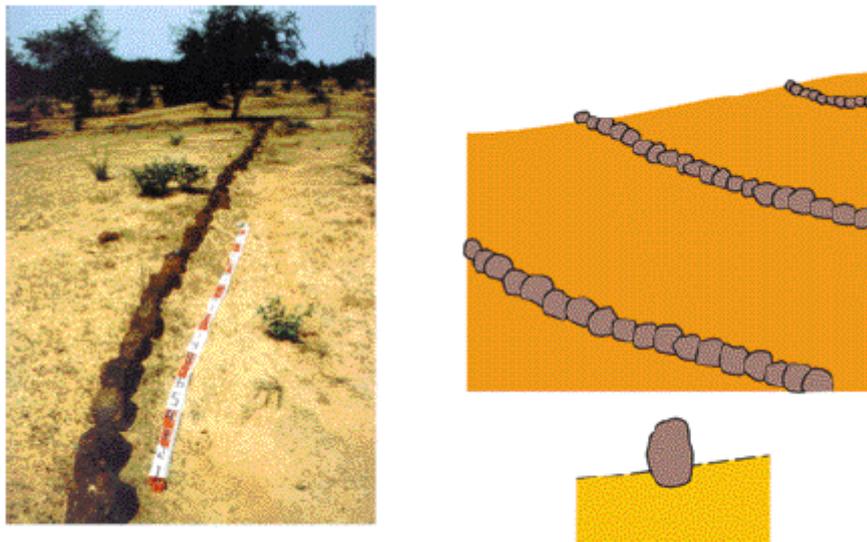


Figure 10: Aperçu de la méthode des cordons pierreux. Tiré de JGRC, 2001

2.4 Schéma causal et relationnel des problématiques de dégradation et de conservation des sols dans le Sahel

Le schéma présenté ci-dessous synthétise et met en relation les différents éléments intervenant dans la problématique de la dégradation des sols, tel qu'explicité précédemment. Les cases en jaunes représentent les éléments sur lesquelles présence d'ouvrage CES/DRS limite l'action. Par conséquent, toutes les relations en découlant de manière directe ou indirecte seront impactées aussi par la mise en place des ouvrages.

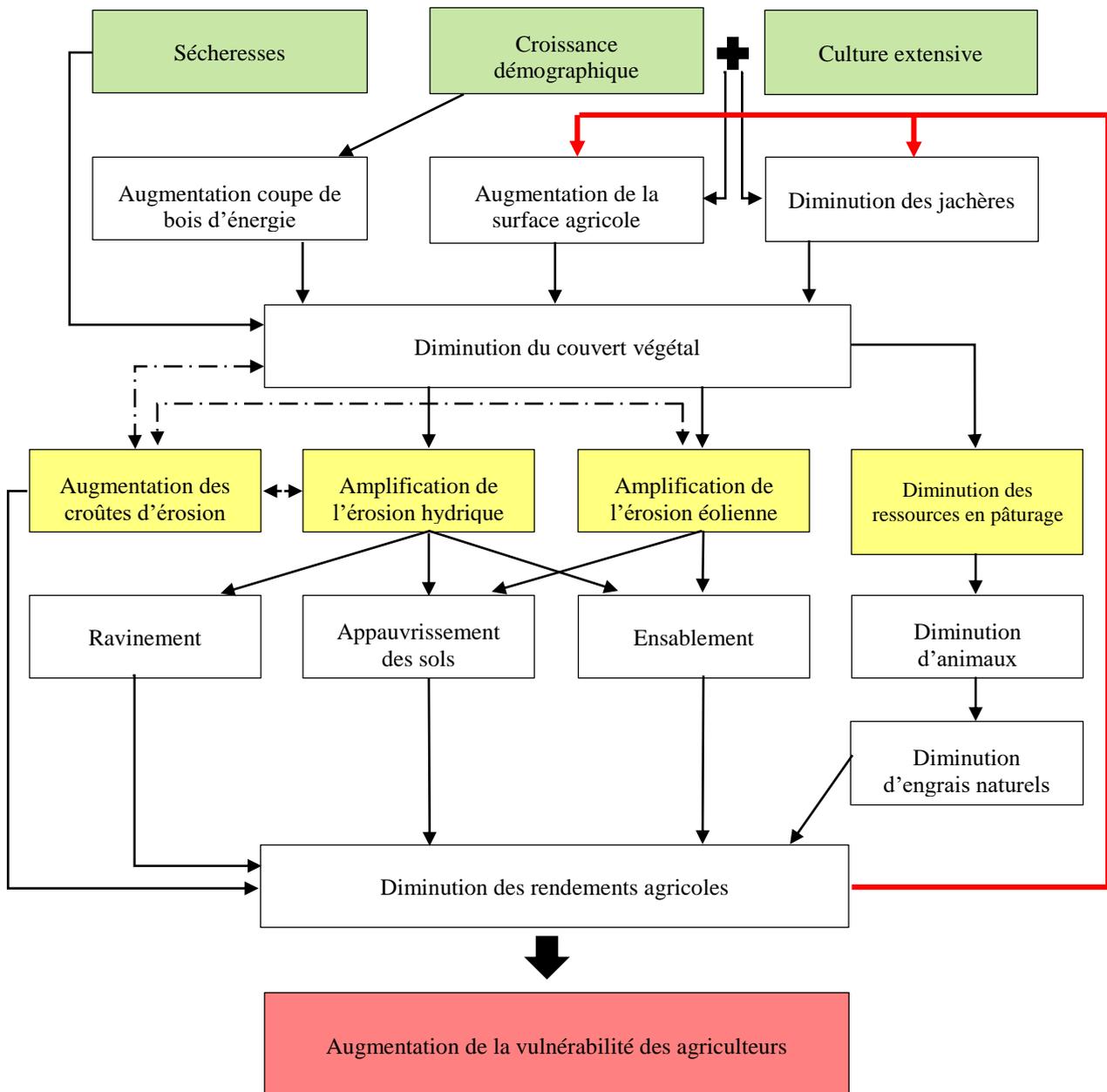


Figure 11: Schéma causal et relationnel des problématiques de dégradation et de conservation des sols dans le Sahel. Avec en vert: les grandes causes initiales à la dégradation des sols ; en rouge, la conséquence finale dans une vision anthropocentrée ; en jaune, le niveau auquel les ouvrages de CES/DRS peuvent avoir une action ; les flèches noires représentent les relations directes ; les flèches en pointillés représentent les interactions bidirectionnelles

3 OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

3.1 Objectifs

L'objectif du présent travail est de proposer une analyse approfondie du contexte socio-économique et environnemental ainsi que de l'aménagement des ouvrages de récupération des terres, du kori Kourtéré.

Pour parvenir à cette finalité, les sous-objectifs suivants seront poursuivis :

- la caractérisation bio-physique de l'environnement et du cadre socio-économique des populations locales ;
- la caractérisation et l'évaluation du plan d'aménagement des ouvrages de récupération des terres ;
- la réflexion et les recommandations pour l'élaboration d'un plan d'aménagement de récupération des terres.

3.2 Localisation et description générale de la zone d'étude

La zone d'étude se situe au croisement de la communauté urbaine de Niamey et de la région de Tillabéri. Elle est à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest du centre-ville de la capitale. Elle est traversée par la route nationale N6 qui est un axe important remontant jusqu'au Burkina Faso. La zone est délimitée par le fleuve Niger et la ville de Niamey au nord-est et par brousse tigrée au sud-ouest et a une superficie de 50 km². On y retrouve plusieurs hameaux et villages, principalement présents dans les bas-fonds et en faible proportion au niveau des plateaux et glacis. La population appartient majoritairement à l'ethnie des Peuls. Les trois principaux villages sont Bougoum, Hama Gattio et Guéliel. (Figure 13).



Figure 12: Zone d'étude

Cette zone possède une topographie typique de la région sahélienne, constituée de plateaux, versants, glacis et bas-fond. Les plateaux couvrent la grande majorité de la zone et sont aménagés avec des ouvrages de récupération de type *banquettes*. Ils se situent à une altitude comprise entre 260 et 275 m. Les versants se caractérisent par une pente importante sur de faibles longueurs. Certains versants sont aménagés avec des ouvrages de type cordons pierreux.

3.3 Outils de collectes et d'analyses de données

« *Le terrain pose question, fait naître les idées et les hypothèses ; l'enquête les enrichira ou les infirmera ; elle permettra aussi de confronter la perception qu'on a du paysage à celle de ses acteurs, ici principalement des paysans* » (Lizet et Ravignan, 1987).

3.3.1 Transects et recouvrements

La réalisation des transects et des recouvrements sur la zone d'étude avait pour but de caractériser l'environnement bio-physique (topographie, géologie, pédologie, botanique) et la répartition spatiale des éléments déterminants du secteur (exploitations agricoles, villages, hameaux, ouvrages de récupération, lieux de pâturage, etc.). La connaissance de ces facteurs a permis une meilleure compréhension du milieu qui était un prérequis indispensable lors des

collectes de données auprès des populations locales. La méthode de réalisation des transects est basée sur l'approche proposée par Lizer et Ravignan dans leur ouvrage *Comprendre un paysage : guide pratique de recherche* (1987).

Avant toute chose, il a été nécessaire de prendre contact avec les différentes autorités locales (chef de village, marabout) de la zone d'étude, afin de présenter l'équipe qui se rendrait sur le terrain et l'objectif du travail.

Ensuite, les tracés et le nombre de transects ont été fixés sur base d'une visite préliminaire du terrain, en présence de professeurs de l'université Abdou Moumouni spécialisés dans la problématique. Les tracés ont aussi été déterminés sur base de l'étude des photos aériennes et des différents plans à disposition. Les transects ont été déterminés afin de représenter de façon optimale la diversité du milieu. Suite à cette réflexion préliminaire, quatre transects ont été définis (Figure 13), en posant l'hypothèse qu'ils caractérisaient l'hétérogénéité du milieu : trois transects qui présentent des ouvrages de récupération des terres, et un transect qui en est dépourvu. Les différents transects suivent le gradient topographique (plateau, versant, glacis, bas-fond), qui représente le plus important facteur d'hétérogénéité.

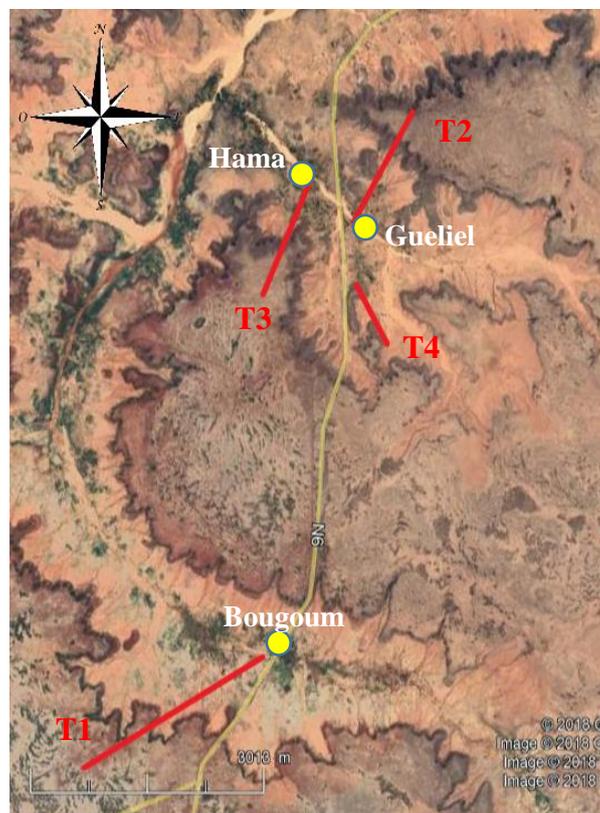


Figure 13: Tracé des transects de la zone d'étude et villages

Une fois les transects théoriquement déterminés, une grille d'analyse a été élaborée afin de mettre en évidence et de synthétiser les différents éléments à observer lors de la réalisation des transects (Annexe 1). Une autre grille relative au recouvrement a été élaborée (Annexe 2). Les recouvrements, consistaient en la collecte des données sur les espèces végétales d'une hauteur supérieure à 1 m sur une superficie de 50x50m (nom de l'espèce, occurrence), afin d'évaluer le couvert végétal. Ces grilles ont aussi permis de déterminer le matériel à prendre pour les visites de terrain : mètre, kit pH de terrain, appareil photo, objet standard pour déterminer l'échelle des photos, carnet, lexique illustré des plantes du Niger, GPS.

Enfin, suite à cette préparation, le travail de terrain a pu se réaliser. Le point de départ des transects était le point le plus en amont. Cette position permettait d'avoir une vision globale du transect, de déterminer le tracé le plus adéquat à suivre et de schématiser en deux dimensions le trajet et l'occupation des sols. En effet, le suivi d'un transect ne doit pas être forcément linéaire. Bien qu'il se base sur le tracé théorique élaboré préalablement, il s'adapte à la réalité de terrain et doit être le plus représentatif possible. La collecte des données relatives au recouvrement et au transect se faisait sur chaque unité topographique entre un point A et B, en étudiant un tracé d'une largeur de 20m.

3.3.2 Entretiens individuels

La tenue des entretiens individuels, fait suite à la réalisation des transects qui ont permis d'appréhender la dynamique bio-physique du milieu et de mettre en évidence différents éléments, hypothèses et questionnements. Le but de ces entretiens ouverts était de comprendre et de collecter des données auprès des populations concernant les problématiques qu'ils rencontrent sur leur terroir³, leurs connaissances et les apports concernant les ouvrages de CES/DRS, ainsi que l'évolution spatio-temporelle des environs.

Pour ce faire, trois villages ont été sélectionnés dans la zone d'étude : Bougoum, Hama Gattio et Guéliel. Ceux-ci ont été choisis pour leur nombre de ménages plus important (Bougoum et Hama Gattio étant les plus gros villages), en posant l'hypothèse que les résultats récoltés au sein des villages sélectionnés étaient représentatifs de la zone d'étude.

³ « Le terme terroir désigne un territoire villageois, c'est-à-dire un espace dont la possession et l'utilisation sont reconnues par les autres communautés. » (JGRC, 2001)

Dans chacun des villages, six entretiens individuels ont été réalisés ainsi qu'un entretien dit « historique » avec l'aide d'un étudiant traducteur. L'entretien historique était réalisé auprès d'une autorité locale afin de collecter des informations concernant l'histoire de la zone. Afin de baliser l'entretien, un guide a été élaboré (Annexe 3). Cependant, chaque entretien était particulier, car au cours de l'entretien les questions évoluaient selon les réponses des interviewés.

3.3.3 Cartes des ressources et d'échanges participatives

La cartographie participative s'inscrit dans une démarche « bottom-up » qui mène à la réalisation d'une cartographie et d'une vision du territoire par les populations locales. La finalité de ces cartes était de collecter des informations sur la perception des frontières du terroir, l'identification des ressources (naturelles, économiques, sociales) qui sont importantes et essentielles aux villageois, les relations entre la société et ces ressources ainsi que l'identification des problèmes et des opportunités du site. En ce sens, ce sont les informations que la cartographie proposait qui étaient importantes et non pas l'échelle. (Burini, 2005 ; Palsky, 2010).

Concrètement, une carte participative a été réalisée dans le village de Bougoum et de Hama Gattio. La réalisation de ces cartes s'est faite avec un groupe d'une dizaine de participants et de l'étudiant traducteur. Dans un premier temps, l'Est (direction de la Mecque) et des repères clef sont définis avec les villageois afin d'avoir une cohérence dans les coordonnées géographiques. Ensuite, ils définissaient les limites de leur terroir. Au fil des échanges, les ressources qu'ils définissaient ensemble comme importantes étaient ajoutées à la carte. La façon dont se déroulaient les échanges ainsi que les discussions sur certaines ressources étaient des éléments primordiaux à prendre en considération pour comprendre la dynamique et la hiérarchisation de celles-ci.

En plus de la carte participative, un schéma des échanges et des flux avec des acteurs hors de leur terroir a été dessiné. Les échanges étaient de tous types et uni ou bidirectionnel : mariage, centre médical, école, marché, ... Par exemple, on pouvait constater que les habitants d'un village Y venaient tous dans le village étudié pour profiter du centre médical, de même que ces habitants du village étudié allaient dans un village Z pour profiter du marché.



Figure 14: Réalisation d'une carte participative dans le village de Bougoum⁴

3.3.4 Enquêtes par questionnaire auprès des ménages

Une enquête a été menée auprès de 60 ménages : 30 à Bougoum (le plus grand village), 15 à Hama Gattio et 15 à Guéliel. Le but de cette phase était de collecter des données quantitatives et qualitatives sur leurs activités économiques, leurs revenus, leur type de cultures et de productions, la dégradation des sols, les ouvrages CES/DRS et la végétation présente sur la zone. L'enquête (annexe 4) a été réalisée sur base de la compréhension du contexte socio-économique et environnementale acquise au travers des transects, entretiens et cartes participatives. L'encodage des données s'est fait dans le logiciel Sphynx ©.

3.3.5 Entretiens auprès des institutions

Des entretiens auprès de diverses institutions ont été menés afin d'obtenir, d'une part, des informations techniques sur la problématique de la dégradation des sols ainsi que sur la mise en place et la gestion des programmes de conservation des sols effectifs sur la zone d'étude et d'autre part, pour obtenir des données quantitatives sur l'état des sols et des données cartographiques. Ces entretiens ont eu lieu auprès de l'Autorité du bassin du Niger (ABN), le Centre régional AGHRYMET, le Centre national de surveillance écologique et environnemental (CNSEE), le Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA) et les autorités communales de la commune 5 de Niamey.

⁴ L'ensemble des images non référencées proviennent de ma collection personnelle

4 RÉSULTATS

4.1 Diagnostic bio-physique du bassin versant

Le bassin versant étudié a été catégorisé en deux grands types de zone, les zones restaurées et les zones non restaurées. Une zone est dite « restaurée », si des ouvrages de récupération ont été mis en place. L'état de ces ouvrages n'est pas pris en compte dans la qualification de la zone. Le diagnostic a été réalisé sur base d'analyses de la géomorphopédologie, de la végétation et de l'occupation des sols. Les données nécessaires à l'étude du bassin versant proviennent des quatre transects réalisés, des recouvrements et des entretiens. Afin de faciliter la compréhension et la visualisation du milieu, les figures 25, 26, 27 et 28 schématisent les différents transects. Ces figures se trouvent au point 5.1.3.

4.1.1 Zones restaurées

Les zones restaurées couvrent la grande majorité de la zone d'étude. On distingue trois types de restaurations caractérisés par le type d'ouvrage mis en place. Ces modalités sont illustrées par les transects 1, 2 et 3. Les techniques de CES/DRS présentes sur le bassin versant sont des banquettes et des cordons pierreux installés sur les plateaux et/ou les versants. Le tableau suivant présente les trois modalités existantes.

Tableau 2: Tableau récapitulatif des transects : ouvrages de récupération et leur état

	Plateau	Versant
Transect 1	Banquettes	Néant
Transect 2	Banquettes Cordons pierreux	Cordons pierreux
Transect 3	Banquettes	Néant

Les banquettes et les cordons pierreux des deux premiers plateaux sont moyennement détériorés (état correct), témoignage du temps passé depuis leur mise en place au début des années 2000. Cependant, malgré la prise en compte de la dégradation temporelle, les banquettes du troisième plateau présentent des dégradations très avancées, à tel point que les ouvrages sont difficilement distinguables (Figure 27).

4.1.1.1 Généralités

Les différentes modalités présentent de nombreuses similarités, principalement du point de vue de la géomorphopédologie et de l'occupation des sols. Dans un premier temps, il est pertinent de s'attarder sur ces aspects avant d'examiner plus en profondeur les éléments qui les distinguent.

Les différents plateaux présentent plusieurs caractéristiques communes. Tout d'abord, une charge caillouteuse (annexe 5) importante, estimée entre 80% et 90%, recouvre un sol argilo-sableux. La surface du sol est constituée de petits cailloux dont le diamètre est inférieur ou égal à 2 cm. En outre, la charge caillouteuse n'est pas homogène sur toute la surface. Au niveau de certaines zones concentrées, elle peut atteindre seulement 5%. Ce faible pourcentage est généralement couplé à la présence d'une dégradation du sol et/ou de la présence d'ouvrages de récupération à proximité. Les différents plateaux sont tous affectés par la formation de croûte d'érosion et de croûte structurale⁵ (Figure 15.a), ainsi que des zones d'affleurement de la roche mère, du grès argileux et ferrugineux. La croûte érosive prend l'apparence d'une mince couche très dure dont l'épaisseur varie de quelques millimètres à quelques centimètres tandis que la croûte structurale n'est qu'une fine membrane compacte recouvrant la surface du sol. En dessous de ces croûtes, on retrouve le même substrat que celui recouvert par les graviers (Figure 15.b). Sur les différents plateaux on trouve des traces de cueillettes, de coupe de bois d'énergie, de pâturage et de passage d'animaux de type bovins, ovins, caprins et camelins.



Figure 15: Dégradations présentes sur le plateau. En a) croûte d'érosion; en b) substrat argilo-sableux présent sous la couche graveleuse et les croûtes d'érosion

Les versants se caractérisent par une charge caillouteuse très importante supérieure à 90% (annexe 5) avec une granulométrie différente de celle des plateaux. La couche rocailleuse s'étend sur toute la surface des sols de façon relativement homogène avec le diamètre des cailloux variant de quelques millimètres à 20 cm. La dégradation principale des versants prend

⁵ Les phénomènes de formation de croûte structurale et d'érosion sont expliqués au point 2.2.1. *Les processus de dégradation et d'appauvrissement des sols*

la forme de ravines d'une profondeur de 20 cm à 1 m, s'étalant sur la longueur du versant (Figure 16). Ces ravines sont dues à la concentration et à l'accélération du ruissellement avec la pente. En termes d'activité anthropique, les versants présentent des traces de cueillette, de passage d'animaux et de pâturage.



Figure 16: Ravine présente sur les versants

C'est au niveau des glacis que l'on trouve la plus grande différenciation en ce qui concerne l'occupation des sols. De manière générale, on retrouve dans chaque transect une charge caillouteuse très faible, en deçà de 15%, et un horizon de surface sableux. De plus, plusieurs types de dégradation sont observables de façon plus ou moins intense selon les transects : l'ensablement (dû au transport colluvionnaire causé par l'érosion hydrique et éolienne), les ravines, la formation de croûte d'érosion, l'érosion en nappe (présente en raison de la faible pente des glacis). Par ailleurs, à l'instar des plateaux et des versants, on retrouve sur chaque glacis des traces de passage d'animaux et de pâturage.

Les bas-fonds des différents transects sont très similaires. Ils concentrent la grande majorité des habitations et des jardins. On y retrouve aussi plusieurs parcelles de culture pluviale. La forte densité d'activités anthropiques dans les bas-fonds s'explique par le fait que c'est l'unité topographique la plus proche de la nappe phréatique dans un environnement où l'eau est un grand facteur limitant. Cette proximité facilite l'extraction de l'eau grâce à des puits. L'eau est utilisée pour les cultures irriguées et occasionnellement pour les cultures pluviales, ainsi que pour la consommation domestique. De plus, la pente est très faible, voire nulle, il est donc plus aisé de construire et de cultiver en ces zones. Par ailleurs, de même que pour les glacis, la charge caillouteuse est très faible et l'horizon de surface est de texture sableuse. Cependant, grâce à un apport de fumier, les sols des jardins sont plus riches, de couleur foncée avec une meilleure structure d'un point de vue agronomique (Figure 17). Au niveau des dégradations des sols, on retrouve principalement des problèmes liés à l'ensablement, qui sont cependant moins marqués que dans les glacis.



Figure 17: Sol mélangé au fumier utilisé dans les jardins

Concernant la végétation, le couvert végétal n'est pas homogène. Le paysage est de nature steppique : une « *formation herbeuse ouverte, discontinue, souvent associée à des arbres et arbustes* » (CILSS, 2016). Sur les unités topographiques comprenant des ouvrages de récupération, la végétation se concentre autour de ceux-ci (Figure 18). En effet, l'accumulation d'eau à proximité des ouvrages induit une meilleure humidité du sol et favorise la croissance des végétaux. On retrouve également une accumulation d'eau au niveau des ravines (Figure 19) creusées par l'érosion hydrique. C'est le passage préférentiel du flux d'eau, la teneur en eau des sols avoisinant y est donc plus favorable pour le développement de la végétation.



Figure 18: Concentration de la végétation au niveau des ouvrages de récupération



Figure 19: Concentration de la végétation à proximité des ravines

Au total, 15 espèces herbacées (supérieures à 1 m), arbustives et arborées ont été identifiées dans la zone restaurée. La végétation varie légèrement selon les transects et les unités topographiques. Cependant, les huit espèces suivantes peuvent être définies comme les espèces les plus courantes et caractéristiques de cette zone au vu de leur récurrence sur la zone restaurée.

- *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., Aduwa en Hausa :

Ce petit arbuste se caractérise par la présence d'épines sur les rameaux pouvant mesurer jusqu'à 8 cm. Peu exigeant au niveau des sols, on le retrouve sur des sols sableux et graveleux, c'est un indicateur de surpâturage. Il est traditionnellement utilisé comme bois de chauffe ou bois d'œuvre, pour ses vertus médicinales, pour la consommation humaine et pour le bétail. (ABIOT, s.d.)

- *Combretum micranthum* G. Don., Géza en Hausa :

Cet arbuste compact est rencontré sur les sols pauvres et graveleux. Dans le Sahel, il est considéré comme un indicateur de la brousse tigrée. Il a une grande résistance à la sécheresse. Il est traditionnellement utilisé pour ces vertus médicinales, comme pâturage pendant la saison sèche, comme bois de chauffe et pour fabriquer des cordes à partir de son écorce. (Schmelzer, 2012)

- *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., Sabara en Hausa :

Espèce dominante des zones restaurées, elle représente 36%⁶ des arbres et arbustes des différentes unités topographiques. Ces petits arbustes mesurent de 1 à 5 m et ont une ramification à la base qui leur donne un aspect de buissons. On les rencontre communément dans les zones fortement dégradées. Ce sont des espèces pionnières qui possèdent un haut potentiel pour la régénération des sols. Leur morphologie buissonnante leur permet de piéger les particules de sols et de créer des espaces où l'infiltration de l'eau de ruissellement et le développement d'espèces herbacées est favorisé. Ils sont traditionnellement utilisés comme bois de chauffe, pour des usages en pharmacopée et représentent la base du pâturage en saison sèche. (RECA, 2016)

- *Leptadenia Hastata* (Pers.) Decne. , Yadya en Hausa :

Cette espèce est principalement présente sur les plateaux latéritiques et a colonisé de façon homogène les bourrelets des banquettes. Cette liane particulièrement résistante à la sécheresse rampe sur le sol ou s'enroule autour des arbres. Elle est traditionnellement utilisée pour ses vertus médicinales, comme fourrage de survie dans le cas de forte sécheresse, pour la consommation humaine (fleur et feuille) et comme plante de protection et de régénération des sols. A l'instar du *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., sa morphologie lui permet de piéger les

⁶ Donnée issue des recouvrements

particules de sols déplacées par l'érosion et d'entraîner la revégétalisation. (Delmas & Kimba, 2017)

- *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam., Anza en Hausa :

Cet arbuste mesure de 1 à 5 m, possède une forme buissonnante et se retrouve principalement sur les plateaux et les versants. Il possède une grande résistance aux sécheresses, aux hautes températures et aux sols pauvres et dégradés. Ces adaptations en font une espèce typique de la région sahélienne. Utilisé pour ces vertus médicinales et dans l'alimentation humaine, il est important dans l'économie rurale. De plus, sa grande résistance permet de fournir une alimentation de secours en cas de mauvaises récoltes ou de grandes sécheresses. (Belem et. al., 2017)

- *Sida cordifolia* L.

Cette plante herbacée pouvant atteindre 1,5 m est une plante envahissante de l'Ouest du Niger. Sa germination rapide et en hauteur empêche les espèces moins compétitives de capter la lumière du soleil. De plus, cette espèce est peu appréciée par le bétail contrairement à la plupart des autres herbes qui sont des ressources en pâturage. Par conséquent, cette plante se développe plus rapidement que les autres espèces et colonise les zones de pâturage et de jachère, limitant ainsi le disponible fourrager. Elle est néanmoins utilisée traditionnellement dans la pharmacopée et pour produire de la corde. (RECA, 2012)

- *Bauhinia rufescens* Lam., Dirga en Hausa

Ce petit arbuste buissonnant pousse sur tout les types de sols et est résistant aux sécheresses. Il est traditionnellement utilisé pour construire des haies, comme fourrage et dans la pharmacopée. (Modeste Gnahoua & Louppe, 2003)

- *Hyphaene thebaïca* (L.) Mart., Goriba en Hausa :

Le palmier doum est un grand palmier pouvant atteindre une hauteur de 30 m et un diamètre de 40cm. Il est essentiellement présent sur les glacis et les bas-fonds. Il est particulièrement prisé par les populations pour l'utilisation de ses feuilles dans la fabrication des nattes, et pour offrir de grandes zones d'ombre. De surcroît, ses fruits sont utilisés pour la consommation humaine et le tronc comme bois d'œuvre. (Giffard, 1996)

4.1.1.2 Différenciation des zones restaurées

Le premier transect est le plus éloigné de la ville de Niamey. Contrairement aux terrains plus proches, cette distance permet de limiter l'utilisation et l'exploitation des ressources par les citoyens qui ne peuvent parcourir un tel trajet quotidiennement pour s'approvisionner. Il se trouve à la limite entre une zone qui subit une pression anthropique et une zone préservée où on retrouve une brousse tigrée, synonyme d'une très faible exploitation du milieu. Ces facteurs sont intéressants à considérer car ils influent sur la densité du couvert arbustif et arboré, nettement supérieure à celle des autres transects de la zone restaurée (tableau 3).

Le plateau comporte des banquettes entretenues (figure 25), bien végétalisées. En comparaison aux autres transects, les ravines du versant sont moins profondes et moins importantes. Le glacis est encore en relativement bon état. Bien qu'il y ait de l'ensablement, il est majoritairement occupé par des champs de mil, de sorgho et de niébé. Il y a aussi des hameaux et des puits qui témoignent de l'implication de cette unité topographique dans l'activité rurale. Enfin, le bas-fond est occupé par le village de Bougoum et les champs et les jardins des villageois. Bougoum est le plus gros village de la zone étudiée. Au vu de ces éléments, ce transect a été défini comme le transect le mieux préservé. Cependant, il fait face à une colonisation massive de l'espèce *Sida cordifolia* (L.), qui est l'espèce la plus abondante sur ce transect.

Tableau 3: Tableaux de synthèse des recouvrements, exprimant la densité du couvert arbustif et arboré (pied/ha) selon les transects et l'unité topographique⁷

	Transect 1	Transect 2	Transect 3
Plateau	952 pieds/ha	224 pieds/ha	16 pieds/ha
Versant	500 pieds/ha	376 pieds/ha	408 pieds/ha
Glacis	344 pieds/ha	172 pieds/ha	124 pieds/ha
Bas-fond	420 pieds/ha	196 pieds/ha	260 pieds/ha

Le deuxième transect comporte le mode de restauration le plus complet. On y retrouve une combinaison de banquettes et de cordons pierreux sur le plateau ainsi que des cordons pierreux sur la partie inférieure du versant. Les ouvrages présents sur le plateau sont dans un état correct, mais ceux du versant sont dans un état de détérioration plus avancé. En certains endroits du

⁷ Les résultats complets relatifs au recouvrement se trouve à l'annexe 6

versant, le cordon est affaissé et les pierres ne sont plus empilées de façon homogène. Cela entraîne des passages préférentiels du flux d'eau et concentre le ruissellement de surface, menant à la formation de ravines qui s'accroissent en bas de pente et dans le glacis. Par ailleurs, ce glacis souffre particulièrement du phénomène d'encroûtement. Cette dégradation empêche l'utilisation des sols à des fins agricoles, contrairement au transect précédent. On y retrouve peu de végétation qui est particulièrement concentrée au niveau des ravines. Ces observations mènent à la conclusion que la qualité de récupération des terres n'est pas fonction uniquement du nombre d'ouvrages de récupération présents. Dans ce cas, la mise en place de cordons pierreux sur le versant et surtout l'absence d'entretien de ces ouvrages a mené à une détérioration accentuée des terres. Le bas-fond de ce deuxième transect est occupé par le village de Gueliel et les cultures des villageois.

Le dernier transect de la zone restaurée est qualifié de très dégradé. Le plateau est constitué de banquettes complètement détériorées, qui sont devenues difficilement distinguables. Cependant, la végétation se développe préférentiellement autour des traces d'anciens ouvrages et présente un couvert végétal très peu diversifié et très faible. En effet, on n'y retrouve que deux espèces, *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. et *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne., à une densité de 16 pieds/hectare, ce qui est nettement inférieur aux autres transects de la zone. Bien que le versant et le bas-fond soient similaires aux transects précédents, il y a une grande différence au niveau du glacis. Celui-ci est complètement dégradé, avec de nombreuses ravines très profondes (Figure 20), pouvant aller jusqu'à 2 m de profondeur et 4m de large, elles coupent le paysage et empêchent l'utilisation des sols à des fins agricoles. Le bas-fond est occupé par le village et par les cultures de Hama Gattio



Figure 20: A gauche ravine présente sur le glacis. A droite, vue globale du glacis et des ravines qui le traversent

4.1.2 Zones non restaurées

Le transect correspondant à la zone non restaurée est le quatrième transect (Figure 28). Il a été réalisé de façon à relier deux plateaux opposés orientés nord-ouest et sud-ouest. Par conséquent il traverse les unités topographique suivantes : le plateau nord-ouest, le versant nord-ouest, le glacis nord-ouest, le bas-fond nord-ouest, le kori Gorou, le bas-fond/glacis sud-est, le versant sud-est et le plateau sud-est.

Globalement, on retrouve les mêmes observations générales de géomorphopédologie entre les zones restaurées et celles non restaurées, c'est-à-dire :

- un plateau avec une forte charge caillouteuse sur un substrat sablo-argileux avec comme principales dégradations, la formation de couches structurales et l'affleurement de la roche mère ;
- un versant avec une charge caillouteuse encore plus importante, des cailloux de taille plus grande et des dégradations de types ravines où se concentre la végétation ;
- un glacis et un bas-fond présentant une texture sableuse et une faible charge caillouteuse avec comme dégradations, des ravines et de l'ensablement.

Les différences se marquent principalement au niveau de l'intensité des dégradations et des activités pratiquées sur les différentes unités topographiques. Concernant la végétation, on retrouve une densité proche de celle évaluée sur le troisième transect, qui était le plus détérioré, mais avec une diversité spécifique moins importante.

Les deux plateaux étudiés ne présentent aucune trace d'ouvrage CES/DRS. Bien que l'intensité des dégradations soit similaire à celle observée sur les plateaux de la zone restaurée, le couvert végétal qu'il soit herbacé, arbustif ou arboré est quasiment nul, excepté quelques rares plants

de *Combretum micranthum* G. Don. Du fait de cette absence de végétation, aucune trace d'animaux ou d'activité anthropique n'est observable.

Les versants présentent une diversité de végétation moindre que sur la zone restaurée. On retrouve presque exclusivement des *Combretum micranthum* G. Don. et *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., ainsi que certains individus isolés (*Acacia Sieberiana* DC., *Gloriosa superba* L.). Cependant, on y retrouve aussi des traces de cueillette, de pâturage et de coupe de bois.

Concernant les glacis et les bas-fonds, nous observons deux structures différentes. Du côté nord-ouest, les deux unités sont distinctes tandis que du côté sud-ouest, elles sont confondues. Mais, dans les deux cas, elles rejoignent le kori Gorou.

Face nord-ouest, le glacis présente des dégradations extrêmes. On observe des ravines très profondes, pouvant aller jusqu'à 1,3 m de profondeur et 4 m de large (Figure 22). Le bas-fond présente aussi des ravines, mais moins marquées que sur le glacis. On retrouve aussi des petites dunes de sables formées par l'érosion éolienne. Celles-ci n'ont été observées que dans la zone non restaurée. A l'instar des versants, on y retrouve une végétation peu diversifiée avec majoritairement les espèces *Leptadenia Hastata* (Pers.) Decne. et *Guiera senegalensis* J.F. Gmel., ainsi que quelques individus *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. En termes d'activités, que ce soit pour le glacis ou le bas-fond, on retrouve des traces d'animaux, de cueillette et même de forge⁸ (Figure 21), mais aucune habitation, ni jardin, ni champs, ce qui diverge drastiquement de la zone restaurée.



Figure 22: Ravines présentes sur le glacis nord-ouest du quatrième transect

Figure 21: Résidus de forge

Face sud-est, la transition entre le bas-fond et le glacis n'est pas distinguable, nous l'analyserons donc comme une seule unité topographique. Cette unité est occupée par le village de Wouro Doulley Baba (Figure 23) qui est composé de 22 habitations pour un total de 150 habitants. On

⁸ Le principe de la forge, est de chauffer le grès ferrugineux dans des fours artisanaux en terre afin d'en récupérer le fer. Cela laisse une roche noircie avec une porosité visible. Cette méthode se pratique directement sur le terrain.

y trouve un puits et plusieurs champs de cultures pluviales situés autour du village. On dénombre trois routes qui servent également de zone de passage pour les dromadaires transportant le bois. Une d'entre elle rejoint le « goudron » et une autre va vers le village de Hama Gattio. Au niveau de la végétation, les espèces dominantes sont *Sida cordifolia* (L.) et *Guiera senegalensis* J.F. Gmel, avec une présence de *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne. et *Combretum micranthum* G. Don.



Figure 23: Village de Wouro Doulley Baba

Enfin, séparant les deux faces, se trouve le kori Gorou. Il s'agit d'une grande dépression de 28m de large et de 3m de profondeur dans laquelle convergent les ravines. Le substrat est constitué par les alluvions, il est de texture sableuse (Figure 24). Les abords du kori sont le lieu où se concentre de la végétation (*Guiera senegalensis* J.F. Gmel., *leptadenia hastata* (Pers.) Decne., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del.), bien qu'on trouve quelques individus isolés de type *Leptadenia hastata* (Pers.) Decne. au milieu du kori. Par ailleurs, ce couloir est un lieu de passage important pour les animaux, principalement pour le gros bétail.

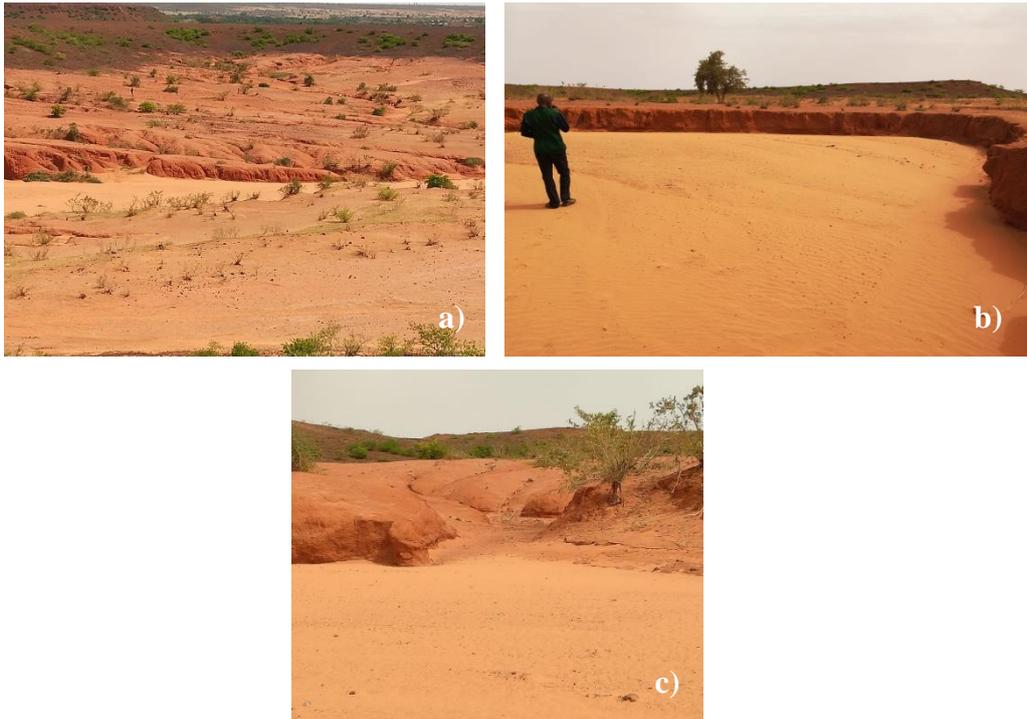


Figure 24: Kori Gorou en saison sèche. En a) vision extérieure du kori; en b) vision intérieure du kori; en c) convergence des ravines dans le kori

4.1.3 Schémas des transects

Cette section présente les schémas synthétiques des quatre transects. Ils sont réalisés sous forme de coupe bidimensionnelle et ont pour vocation de synthétiser les éléments clefs concernant l'occupation des sols, la végétation, les ouvrages de récupération et les dégradations. Il est à noter qu'ils ne sont pas à l'échelle.

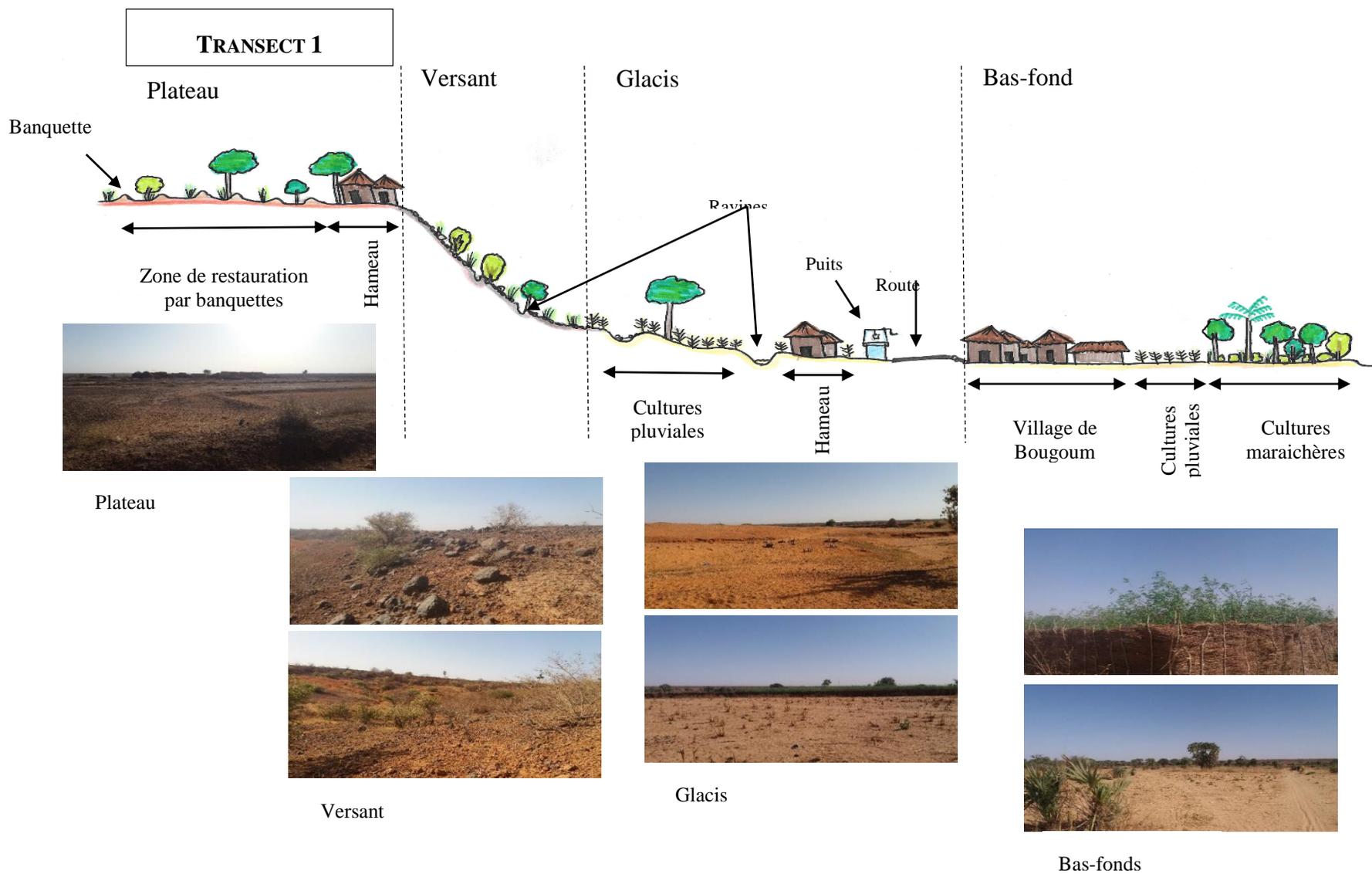


Figure 25: Schéma transect 1

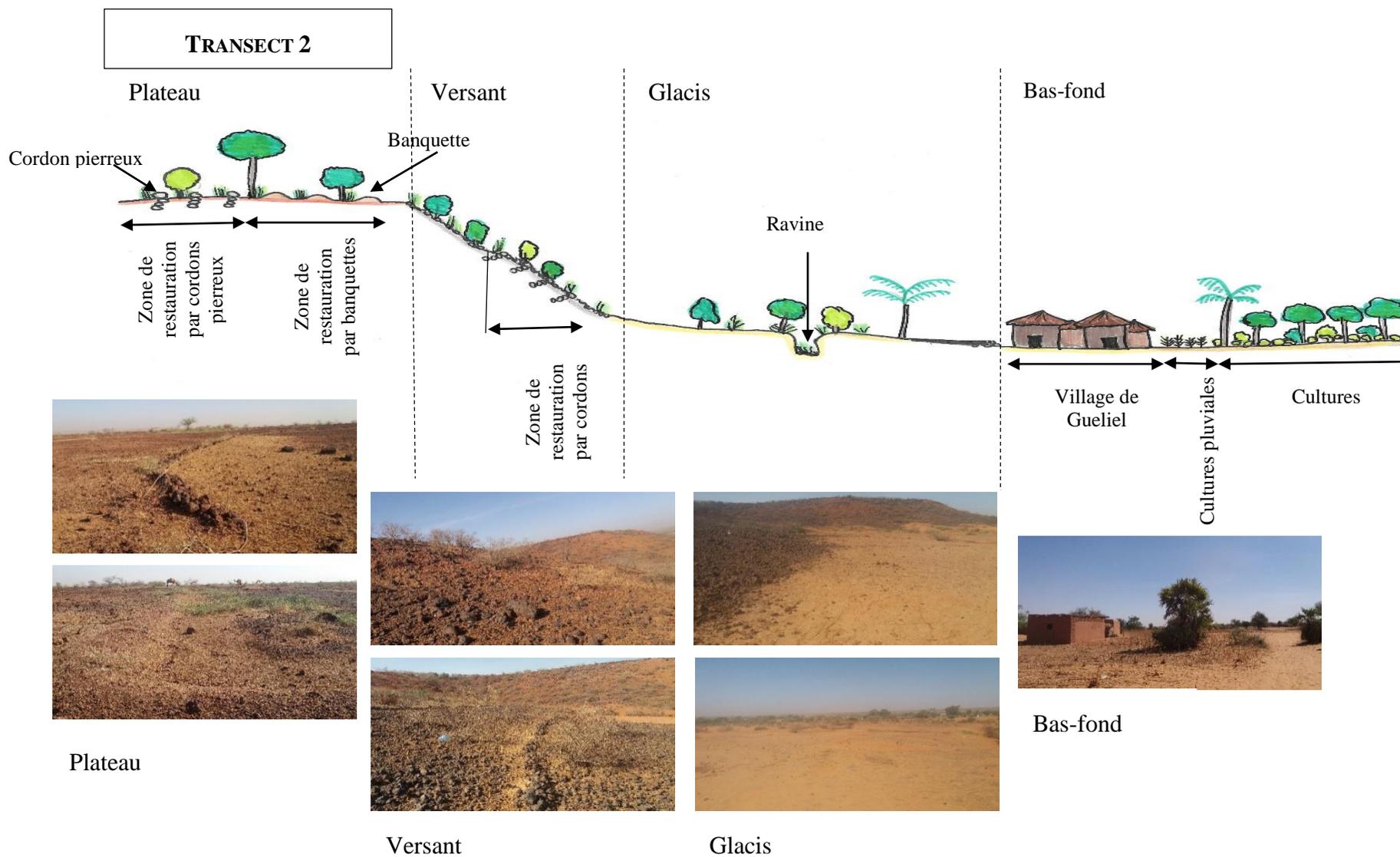


Figure 26: Schéma transect 2

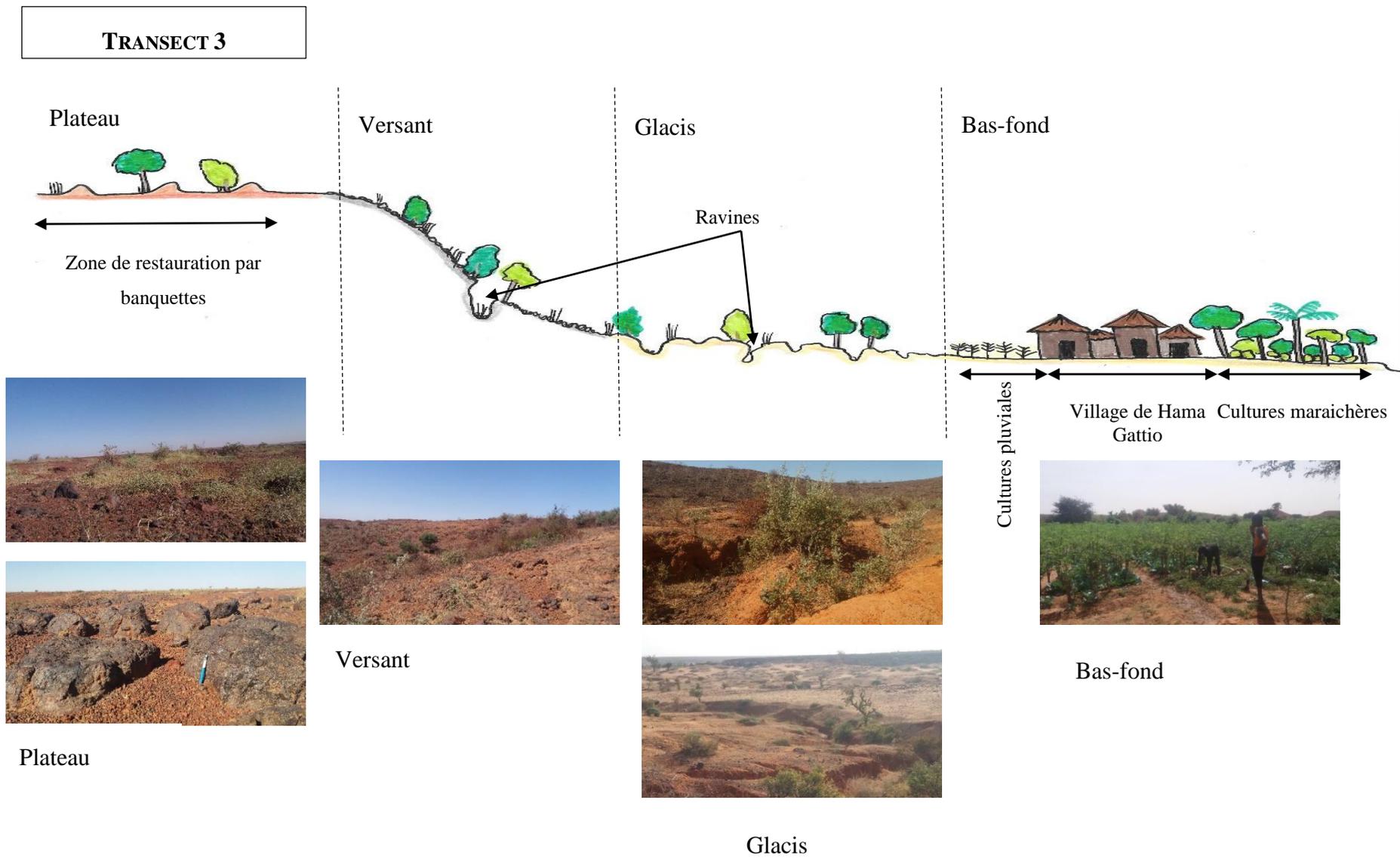


Figure 27: Schéma transect 3

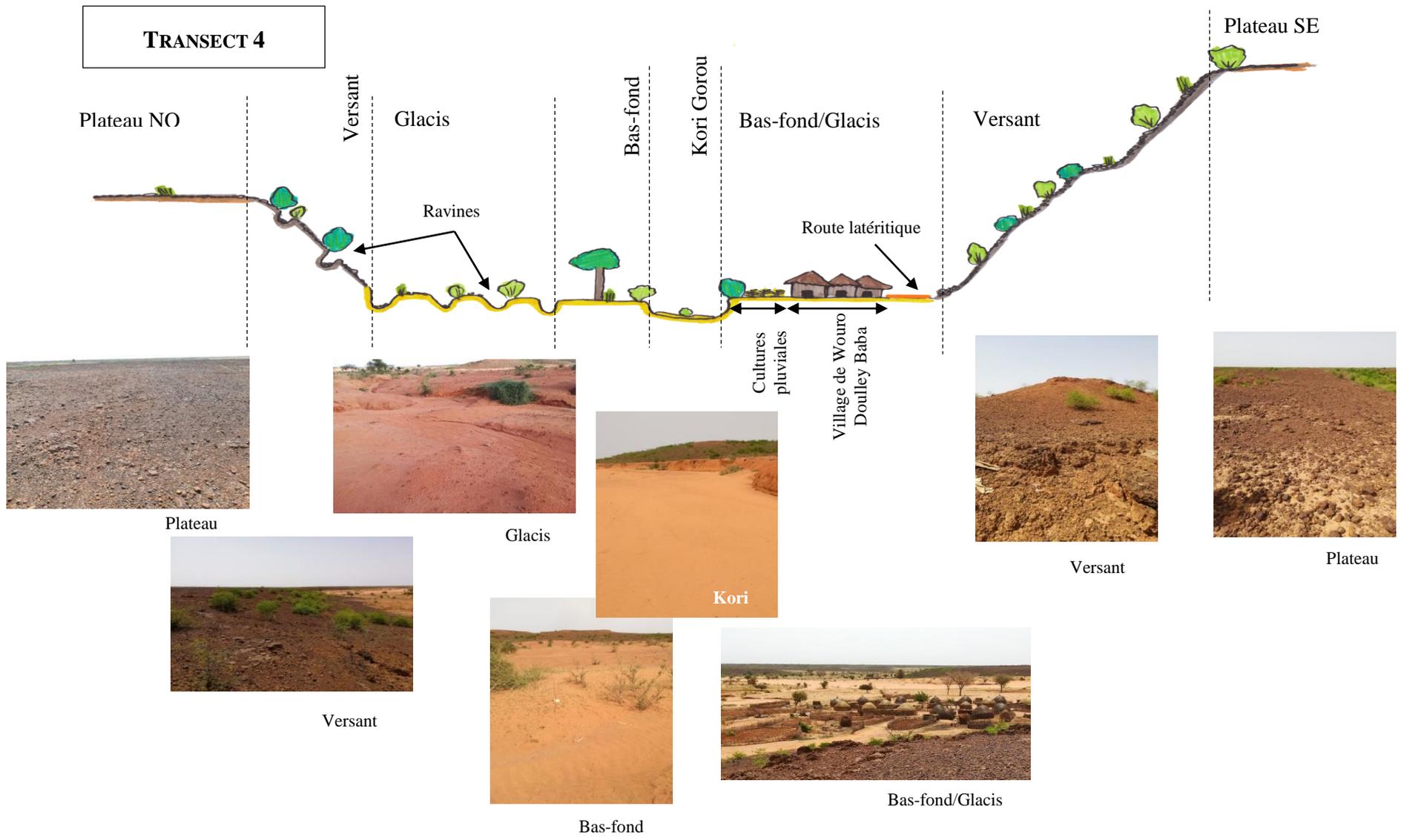


Figure 28: Schéma transect 4

4.1.4 Problématiques liées à l'environnement pour les populations

4.1.4.1 Les sols

L'infertilité des sols est un problème majeur pour ces populations rurales dont les revenus dépendent principalement d'activités agro-pastorales, comme nous le détaillerons par la suite. Cette infertilité peut être compensée par un apport de fumier et d'engrais, mais cela représente un coût important pour ces exploitations. D'autant plus que les grands élevages ont migré vers d'autres régions plus reculées suite à la diminution du couvert végétal, aux épisodes de sécheresse et la surexploitation du milieu. Or les animaux permettaient de produire un fumier de qualité à moindre coût. A présent, les quelques bêtes que possèdent les agriculteurs (surtout ovins et caprins) ne permettent plus de produire en suffisance d'intrants pour améliorer la fertilité des cultures. Pour y parvenir, il est nécessaire d'acheter du fumier ce qui n'est pas viable économiquement pour ces petites exploitations.

L'ensablement des terres et la présence de croute d'érosion constituent une autre difficulté pour les populations. Ces phénomènes touchent les glacis et les bas-fonds, qui sont les unités topographiques préférentielles pour l'agriculture. Ils sont un facteur limitant pour l'agriculture car ils affectent la disponibilité en eau pour les végétaux. De plus, les croûtes d'érosion constituent une barrière physique à la germination et à la croissance des végétaux.

4.1.4.2 L'eau

Dans le Sahel, la quantité d'eau est le principal facteur limitant de l'agriculture. Les glacis et les bas-fonds sont les lieux de prédilection pour les exploitations, car en plus d'avoir la surface des sols constitués d'une faible charge caillouteuse, à l'inverse des plateaux et des versants, ce sont les unités topographiques les plus proches de la nappe phréatique. Cette proximité a permis la mise en place de puits pour subvenir aux besoins en eau des cultures irriguées et occasionnellement des cultures pluviales. Cependant, l'expansion des cultures maraîchères et la croissance démographique ont mené à une augmentation conséquente de la demande en eau. Les entretiens ont montrés que le faible nombre de puits, ne permet plus de répondre aux besoins de toute la population.

4.2 Diagnostic socio-économique

4.2.1 Perception du terroir par les populations

L'analyse des cartes de ressources a été réalisée afin de mieux appréhender la dynamique des villages et de fixer leurs limites. Ce diagnostic renforcera la définition des zones prioritaires en fonction des aménagements et permettra de mieux adapter ces derniers dans le bassin versant.



Figure 29: Carte des ressources du village de Bougoum

La première carte est celle de Bougoum (Figure 29). La légende se trouve à la fin de la section (Figure 31). Les villageois ont délimité leur terroir non pas par rapport aux limites du village, mais par rapport à des ressources en eau : mares, sources, puits. En effet, les points limites de leur « secteur » sont les mares artificielles et le Gouroual (kori) Papayé. Les mares de Faito Bougoum, Faito Soudingo, Fétel Bidjangou et Barkadombiel se remplissent d'eau lors de la saison des pluies et sont utilisées pour le bétail, par les enfants et pour les tâches domestiques. Comme les transects ont été réalisés durant la saison sèche, ces mares n'ont pas pu être observées, mais les villageois ont souligné leur importance. La délimitation du secteur par des sources d'eau met en évidence le caractère primordial de cette ressource. En plus des mares et

kori, on retrouve 4 puits installés à proximité des cultures maraîchères, ainsi que deux forages non fonctionnels. Ces puits sont les seules ressources en eau permanentes pour la culture, l'alimentation et l'hygiène. Cependant, l'expansion des cultures maraîchères et la croissance démographique ont mené à une augmentation conséquente de la demande en eau.

Au niveau de l'agriculture, la majorité de la zone décrite (approximativement un rayon de 3 km) est occupée par des champs de culture pluviale excepté aux alentours des kori où l'on retrouve des cultures maraîchères. En lien avec les cultures, plusieurs greniers pour les récoltes se trouvent autour du village. Ceux-ci permettent un stockage à l'abri des animaux, dans des conditions optimales.

En termes d'infrastructure, le village de Bougoum possède de grands atouts qui lui permettent d'être un pôle important pour les villages des alentours. On retrouve, deux mosquées, deux écoles, un centre de vaccination, une antenne téléphonique et surtout, une case de santé, un accès à la route goudronnée et un grand marché hebdomadaire. Le marché permet d'acheter et de vendre les productions agricoles, du bois de chauffe, du fourrage mais aussi des ressources venues de la capitale.

Enfin, les villageois nous ont expliqué avoir de nombreuses relations économiques, sociales et familiales avec tous les villages des alentours. En effet Bougoum étant un village important, nombreux viennent profiter des atouts du village. Cependant, les flux les plus importants sont avec les villes de Niamey et de Torodi. Ils retournent régulièrement en ville pour vendre leur production, faire des achats et beaucoup de jeunes y migrent pour étudier ou pour trouver un emploi.

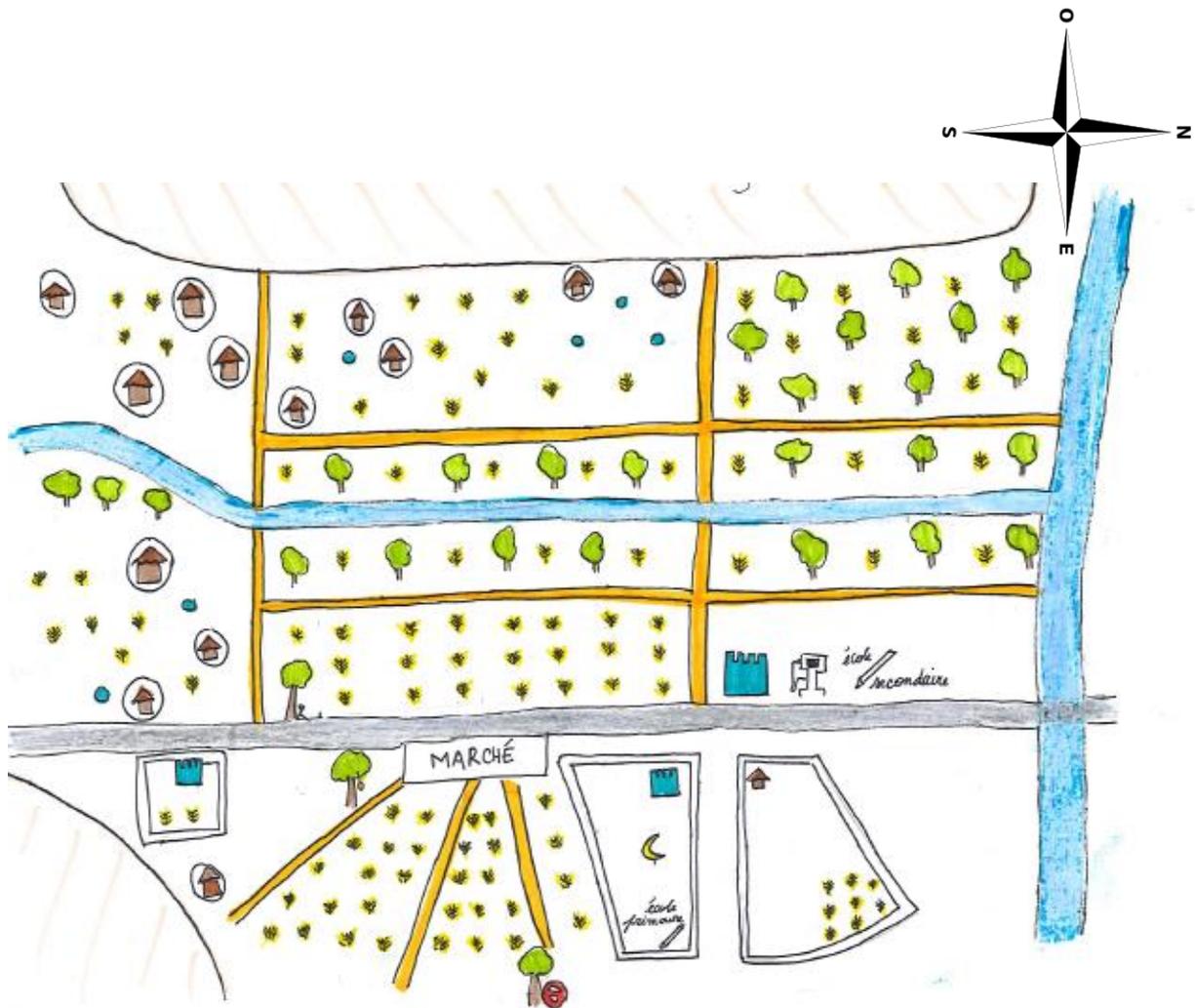


Figure 30: Carte des ressources du village de Hama Gattio

Le deuxième village étudié est celui de Hama Gattio (Figure 30). Contrairement à Bougoum, les villageois ont une vision plus restreinte de leur terroir. Comme précédemment on observe l'importance de l'eau qu'ils marquent comme une ressource primordiale. On retrouve six puits et 3 châteaux d'eau sur le secteur. A l'instar de Bougoum, la majorité de l'espace est occupé par des champs et des jardins. Aux abords du kori traversant le village, ce sont des terres où se mélangent les cultures pluviales et maraîchères, tandis qu'en s'éloignant, les champs de mil et sorgho dominant. Les villageois ont aussi abordé d'autres types de ressources et notamment les bénéfiques apportés par de grands arbres présents sur les espaces collectifs. Par exemple, il y a un arbre dit de repos, où les personnes peuvent se mettre à l'ombre aux moments les plus chauds de la journée. En termes d'infrastructures, le village profite de deux écoles, d'une mosquée, d'une pompe à essence et d'un marché. Pour ce qui est de la case de santé, ils se rendent à Bougoum où à Niamey dans les cas plus graves. Par ailleurs, les flux d'échanges sont similaires à ceux de Bougoum.

LÉGENDE :



Figure 31: Légende des cartes des ressources

4.2.2 Activités économiques

Cette zone d'étude est principalement à vocation agro-pastorale. La figure suivante présente les différents types d'activités pratiquées au sein de différents ménages (Figure 32). La grande majorité de la population combine plusieurs activités tout au long de l'année. Le cas le plus commun est la pratique de l'agriculture pluviale associée au maraîchage, ce qui permet de récolter plusieurs fois dans l'année et d'avoir une rentrée d'argent plus régulière. Une autre combinaison courante est celle de culture pluviale, de maraîchage et d'élevage. Une partie importante de la population possède des animaux, principalement de type ovin et caprin. Ce bétail permet notamment de produire du fumier de qualité et rentable. Au total, 98% des ménages pratiquent des activités agricoles que ce soit de l'agriculture pluviale, du maraîchage ou les deux. Quant aux commerçants présents, on constate que le commerce est une activité qui est toujours en combinaison avec des activités agro-pastorales.

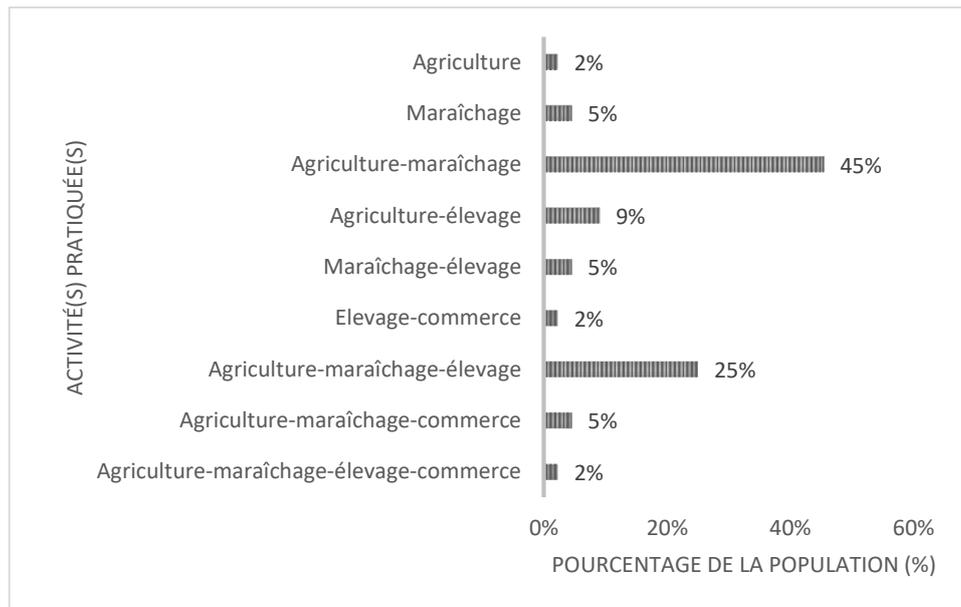


Figure 32: Activités économiques pratiquées par les villageois. Données issues des enquêtes. Dans cette figure le terme agriculture est relatif aux cultures pluviales.

Par ailleurs, les entretiens ont mis en évidence d'autres types d'activités réservés exclusivement aux femmes. Bien qu'elles ne soient pas catégorisées comme des activités économiques par les populations, elles participent à obtenir des suppléments au revenu total des ménages. Comme nous l'avons vu plus haut, les plateaux regorgent d'espèces végétales utilisées dans l'alimentation humaine et animale, la confection des nattes et la pharmacopée. Dans ces zones rurales, ce sont les femmes qui se chargent de la cueillette des graines, feuilles, racines et écorces ainsi que de leur transformation en vue d'obtenir les produits finaux consommables ou utilisables. Il en est de même pour la récolte de bois de chauffe.

Etant donné l'importance des activités agricoles (cultures pluviales et maraîchères) pour les populations, il est intéressant de s'attarder sur leur part dans le revenu total. Comme le présente la Figure 33, la quasi-totalité des cultures pluviales sont entièrement autoconsommées. En revanche, les productions issues des cultures maraîchères sont utilisées à part presque égale pour l'autoconsommation et la commercialisation. La vente se fait au sein des villages ou à Niamey, car la proximité avec la capitale permet aux paysans de vendre facilement une part de leur production en ville.

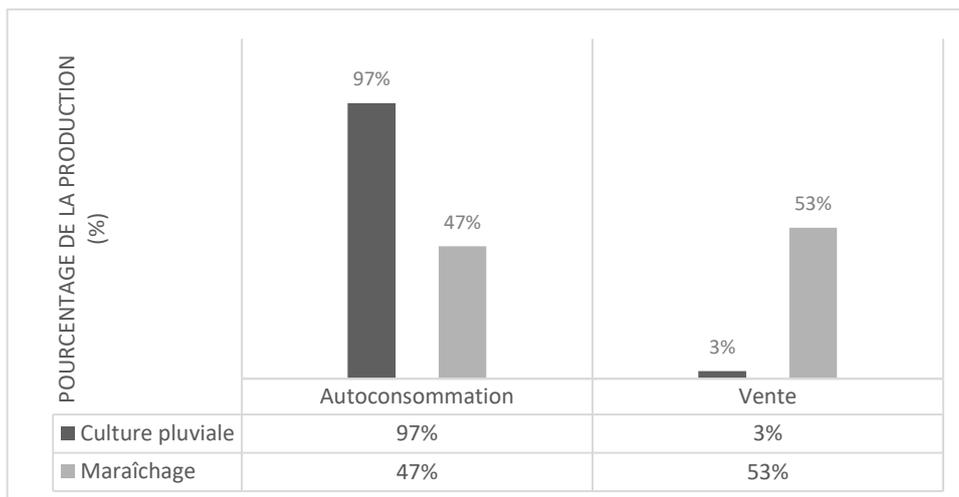


Figure 33: Proportion des productions des cultures pluviales et maraîchères destinées à l'autoconsommation et à la vente. Données issues des enquêtes.

La figure 34 représente la contribution des revenus issus des activités agricoles au revenu total des ménages. En moyenne, les revenus liés à l'agriculture représentent 77,5% du revenu total des ménages. De plus, 50% de la population estiment que l'agriculture représente au moins 90% de leurs revenus. Ces données mettent en avant l'importance de l'agriculture pour les populations présentes dans cette zone et confirment donc le diagnostic biophysique.

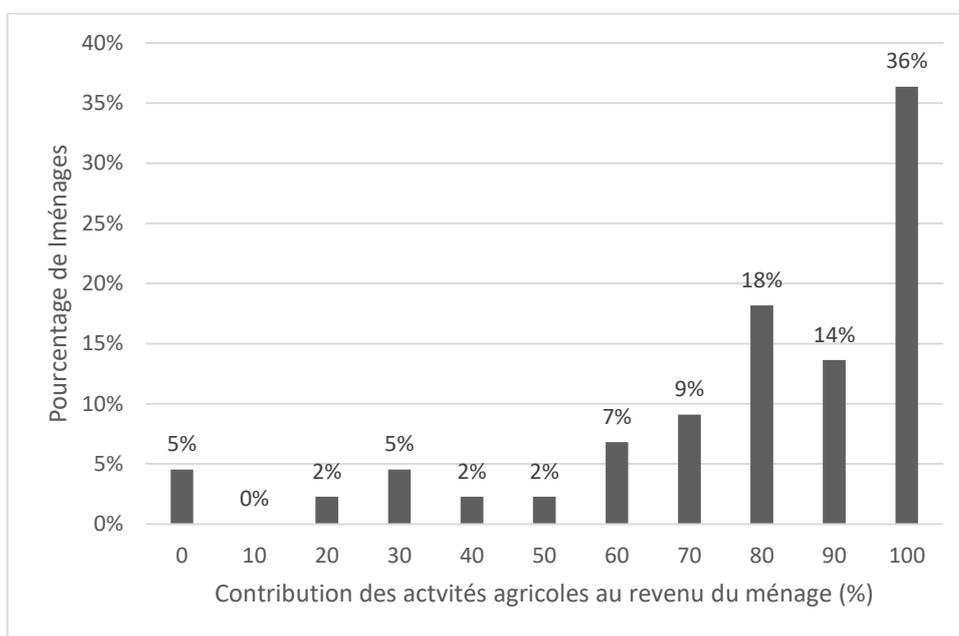


Figure 34: Part contributive des activités agricoles au revenu total du ménage. Données issues des enquêtes

4.2.3 Système de production

La FAO définit un système de production comme un regroupement de ménage agricole « *disposant à peu près d'un même niveau de ressources, pratiquant les mêmes modes de production, bénéficiant des mêmes sources de subsistance et assujetties aux mêmes contraintes* ». Toujours selon la FAO, 73 systèmes de production différents ont été identifiés et classifiés sur base de plusieurs critères. La zone étudiée en comprend deux : irrigué et agropastoral axé sur le mil/sorgho. (Dixon & Guilliver, 2001). Pour les deux systèmes, les cultures se font principalement sur de petites superficies de l'ordre de un ou deux hectares.

4.2.3.1 Système de production irrigué

Les cultures maraîchères sont pratiquées tout au long de l'année. L'irrigation des jardins se fait grâce à des motopompes qui puisent l'eau des puits et la conduit aux cultures par des tuyaux. Etant donné le facteur limitant de l'eau, ce mécanisme est utilisé avec parcimonie et principalement durant la saison sèche. Au vu de cette contrainte technique, la grande majorité des jardins sont installés dans les bas-fonds, à proximité des puits.

Plusieurs fruits et légumes sont cultivés tels le moringa, l'aubergine, le concombre, la courgette, le chou, la tomate, l'oignon, la mangue, la salade, la patate douce, le melon, la carotte, le poivron et le piment. La culture principale est la culture de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Elle pousse une grande partie de l'année jusqu'à la fin de la saison des pluies, moment où le pied est coupé. Elle permet également de procurer de l'ombre afin que des espèces telles que le poivron puissent se développer. Suite à la coupe du moringa jusqu'à sa repousse, elle laisse place à d'autres cultures, comme celle de l'oignon ou du chou. Ce mode de production permet d'avoir des récoltes en continu. La figure ci-dessous représente un jardin de moringa combiné à du chou, lors de l'arrosage.



Figure 35: Champ de moringa combiné à du choux

4.2.3.2 Système de production agropastoral axé sur le mil/sorgho

Les champs sont cultivés durant la saison des pluies. La plupart des cultures sont des associations de mil (*Pennisetum glaucum* L.) avec du sorgho (*Sorghum bicolor* L.) ou du niébé (*Vigna unguiculata* L.). On retrouve aussi quelques champs de maïs (*Zea mays* L.). Bien que cette culture était courante, elle a été progressivement substituée par la culture des légumineuses comme le niébé, plus résistantes aux sécheresses (Jouve, 1991).

Les champs sont répartis sur les glacis et les bas-fonds. La majorité des agriculteurs pratiquent de façon sommaire la régénération naturelle assistée (RNA) dans les champs, ce qui confirme la forte densité ligneuse observé dans le diagnostic biophysique. Cette technique consiste à protéger et gérer les espèces ligneuses, ayant une valeur économique, présentes dans les champs (Larwanou et al., 2006). Concernant les espèces, on retrouve principalement *Combretum micranthum* G. Don., *Guiera Senegalensis* J.F. Gmel., mais aussi, en moindre mesure, d'autres espèces comme *Acacia albida* Del.⁹ (Gao en Hausa). Les principaux avantages de cette pratique selon les villageois sont : la fertilisation des champs via les racines et les feuilles, l'alimentation du bétail, l'ombre et l'utilisation du bois à des fins personnelles.

4.2.4 Superficies et droits fonciers relatifs aux cultures

La gestion du foncier se fait de manière traditionnelle en suivant les droits coutumiers, sous la juridiction du chef de village. On retrouve deux grands types de terres : les terres communautaires et les terres des particuliers. Les terres communautaires sont des terres collectives, qui ne sont pas cultivées et qui sont « utilisées par l'ensemble des villageois pour

⁹ L'*Acacia albida* est un grand arbre pouvant atteindre 20 m de hauteur et 1m de diamètre. Son fruit est une grosse gousse orangée de 10 à 15cm de longueurs. Elle est appréciée par le bétail et consommée pendant la saison sèche. De plus, l'*Acacia abida* fourni un excellent bois d'œuvre. (Giffard, 1964)

le pâturage, la cueillette, le ramassage de bois, ... ». Les terres des particuliers sont des « *terres cultivées, même si elles peuvent être mises en jachère* ». Ces terres font partie du patrimoine foncier familial et sont gérées par le chef de famille. Usuellement, toutes la famille participe au travail du champ familial. (Bron-Saïdatou, 2015).

Dans le cas de la zone étudiée, les terres collectives se trouvent sur les versants et les plateaux, tandis que les terres des particuliers sont les champs et les jardins présents sur les glacis et les bas-fonds. Il est à noter que le type de terre est un critère dominant dans l'élaboration d'un plan d'aménagement de récupération des terres. En effet, il est plus pertinent de mettre en place les ouvrages sur les terres collectives pour que les bénéfices reviennent à tous et pour éviter les conflits fonciers.

Au cours des entretiens a émergé une problématique récente liée à la privatisation de parcelles communautaires. De nombreuses terres des plateaux ont été vendues à des entreprises ou à des particuliers de la capitale. Selon les personnes interrogées ce serait les chefs de villages qui auraient permis ces ventes de façon non conventionnelle, voire frauduleuse. Aujourd'hui, la majorité des plateaux sont marqués par des bornes d'appropriation des terres (Figure 36), synonyme de privatisation de ces espaces, sans qu'il n'y ait de constructions. Nombre de personnes interrogées se sentent lésées par ces accords et jugent que cette déstructuration du foncier traditionnel portera préjudice aux activités agro-pastorales de la zone.



Figure 36: Borne d'appropriation des terres présente sur les plateaux

4.3 Dégradation des sols et ouvrages de récupération

Une majorité de la population a participé à la mise en place et à la construction des ouvrages de récupération au début des années 2000 sous le projet Tanja, qui avait pour but de restaurer les plateaux. Pour parvenir à un tel niveau d'implication des populations locales, les différents responsables de projets sont venus au sein des villages. Leur but était de présenter les projets et de faire appel à de la main-d'œuvre locale. Les villageois pouvaient venir sans condition pour aider à la construction. Une fois sur place, ils profitaient d'une brève formation pour leur permettre de construire des ouvrages de qualité. Surtout, le point essentiel qui a généré l'engouement des agriculteurs était une rémunération non négligeable au vu de leurs revenus. Cette rémunération porte le nom de « cash for work »¹⁰. Dans un premier temps, les personnes travaillant sur le projet percevaient un salaire journalier de l'ordre de 2000-5000 FCFA. Par la suite, les travaux prenant de l'ampleur et le nombre de travailleurs augmentant, le salaire était donné à la semaine et en fonction du nombre d'ouvrages construits. Pour les banquettes par exemples, les villageois formaient des équipes de 7 à 9 personnes et l'équipe touchait 15.000 FCFA par banquette, sachant qu'ils construisaient en moyenne 1 ou 2 banquettes par jour, soit en moyenne 2.800 FCFA par jour et par personne. Or le revenu moyen journalier estimé au travers les enquêtes est de l'ordre de 1.500 FCFA par jour.

Suite à la mise en place des banquettes, la zone était dans un premier temps protégée. Il n'était pas possible d'exploiter les ressources des plateaux (cueillette, pâturage, coupe de bois,...), afin de laisser la possibilité à la végétation de s'installer. Ensuite, les zones restaurées ont été libres d'accès pour les populations.

Une fois que les projets furent mis en place, les gestionnaires laissèrent à l'abandon les ouvrages, sans gérer les suivis et l'entretien nécessaire à la pérennité du projet. De plus, les villageois ont profité du « cash for work » pendant plusieurs années, de telle sorte que, ce qui ne devait être qu'un subside initialement, est devenu une source de revenu hebdomadaire. Cette méthode a créé une dépendance des populations vis à vis du « cash for work ». Ainsi, une fois les financements arrêtés, les villageois n'ont plus voulu s'investir dans l'entretien des ouvrages où la mise en place de nouveaux.

Malgré les problèmes liés à leur entretien, les ouvrages de récupération ont apporté de nombreux bénéfices aux populations locales. La figure 37 présente les différents avantages perçus par les villageois et l'importance qu'ils leur accordent. Ce graphique met en évidence

¹⁰ Cette notion est expliquée précédemment au point 2.3.2.

que les bénéfices les plus importants pour les populations furent l'augmentation des ressources en pâturage pour le bétail et la limitation de l'érosion et plus particulièrement du ravinement. Encore une fois, cela s'explique par la dominance des activités agropastorales de la zone. Ensuite, on peut observer que le « cash for work » est considéré comme avantage non négligeable par les populations. Enfin, les villageois ont abordé aussi des bénéfices liés à récolte de bois de chauffe, la cueillette et l'accessibilité à des matériaux de construction (catégorie : habitation). En définitive, on constate que les habitants associent plusieurs bénéfices aux ouvrages de récupération. Ceux-ci ne se limitent pas à la diminution des dégradations des terres mais aussi leur récupération à d'autres fins que l'agriculture. Cet enjeu a été bien compris par les populations rurales de la zone d'étude.

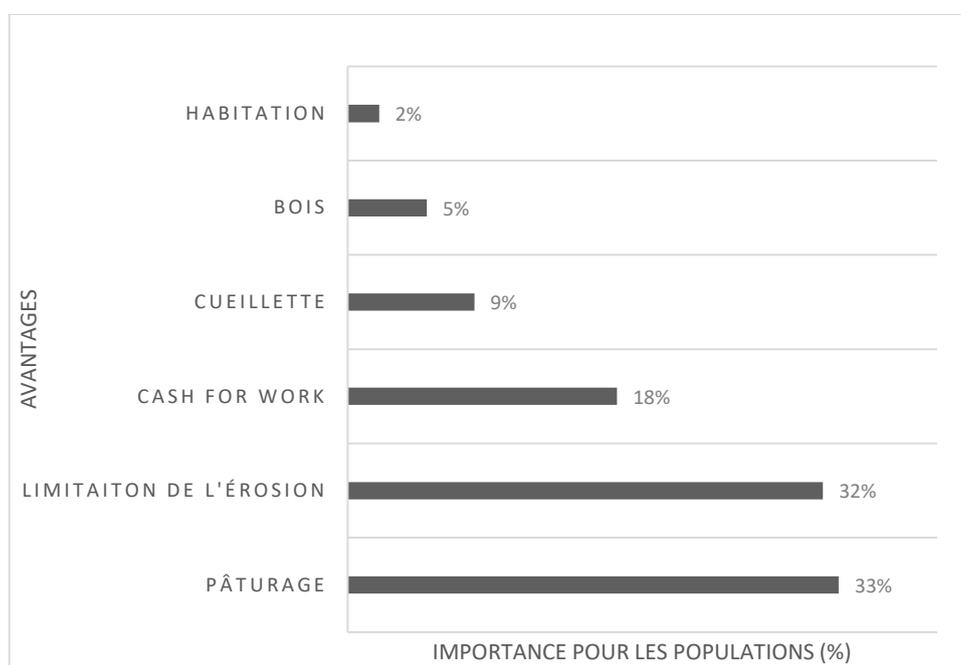


Figure 37: Avantages des ouvrages de récupération pour les populations locales. Données issues des enquêtes.

5 DISCUSSION

5.1 Diagnostics

5.1.1 Diagnostic à partir de la zone d'étude

Comme la zone d'étude n'a été que partiellement restaurée, la comparaison des toposéquences restaurées et non restaurées a mis en évidence l'impact positif des ouvrages de récupération des terres sur les sols, la végétation et les populations.

Les populations et les activités économiques sont principalement concentrées dans les zones restaurées. En effet, les villages les plus importants se trouvent dans ces zones. La présence de villages est synonyme d'activités agro-pastorales et d'une grande partie des glacis et des bas-fonds occupés par des champs de culture pluviale et/ou des jardins. Les cultures maraîchères et pluviales sont les principales sources de revenu non seulement pour les ménages ruraux mais aussi pour les habitants de Niamey qui consomment les fruits et légumes produits à proximité de la ville. Or, une des actions visibles des techniques CES/DRS est la diminution des dégradations directement liées à l'érosion hydrique et éolienne sur les glacis et les bas-fonds. Nous constatons que la profondeur des ravines et la formation de petites dunes de sable qui résulte de l'érosion éolienne sont significativement moins importantes dans le cas de la présence d'ouvrages sur les plateaux et/ou les versants. Ceci facilite l'agriculture. Etant donné le caractère dominant de ces activités, il est nécessaire de concevoir un plan d'aménagement qui favorise la présence de terres arables sur ces unités topographiques. De plus, nous savons que les villages les plus importants sont un pôle d'interaction avec les autres villages et hameaux des alentours. Il est pertinent de restaurer ces zones prioritairement. Non seulement les villages concentrent une population plus importante qui correspond à un public cible et une main d'œuvre plus importante, mais aussi, ils offrent un lieu de rassemblement stratégique pour des formations et la sensibilisation. En cas de résultats favorables, ils permettent de diffuser l'information et les bénéfices de ces techniques dans un large rayon.

Cependant, nous avons constaté que la présence d'ouvrages de récupération n'était pas toujours efficiente dans la récupération totale des terres agricoles. En effet, certains glacis présentent des dégradations liées à la présence de croûtes d'érosion. Bien que les techniques CES/DRS limitent leur formation, il est nécessaire de réaliser un travail de la terre afin de fragmenter les croûtes déjà présentes, et de coupler les ouvrages avec la pratique de la RNA afin de profiter des avantages racinaires qui structurent le sol. De plus, cette technique est déjà connue et appliquée

par les agriculteurs de la zone. Il est donc pertinent de l'étendre et de la perfectionner en vue d'augmenter les superficies cultivables.

Par ailleurs, nous avons observé que le manque, voire l'absence d'entretien diminuait considérablement l'impact positif que pouvaient avoir les ouvrages sur les sols. En effet, certains plateaux restaurés ont été largement abandonnés. Il en résulte que l'intensité de la dégradation des glacis est similaire à celle présente dans des zones non restaurées. Néanmoins, la végétation conserve une densité et une diversité spécifique plus importante que sur les zones n'ayant jamais été restaurées. De façon similaire, les cordons pierreux mis en place sur les versants se sont détériorés. Comme cette technique a été combinée avec des banquettes et d'autres cordons pierreux en amont, les conséquences n'ont pas été aussi importantes que pour l'exemple précédent, mais tout de même observables. Le déplacement de pierres constituant l'ouvrage peut mener à concentrer le flux d'eau de surface et creuser des ravines or cela est en contradiction avec l'objectif primaire de cette technique.

Les entretiens, les enquêtes et les cartes des ressources ont mis en évidence que le manque d'entretien des structures en place résultait de deux éléments : le manque de suivi par les responsables de projet et l'arrêt des financements. En utilisant le « cash for work » durant plusieurs années pour stimuler l'engagement des villageois, les responsables de projet ont créé un précédent. Désormais, bien que les populations aient conscience des avantages directs de ces ouvrages pour eux, ils ne veulent pas investir ou contribuer à leur construction ou à leur entretien sans être rémunéré. Dans le cas d'un nouveau plan d'aménagement, il est primordial d'adopter une démarche participative afin de modifier cette attente et de mettre en place un comité de gestion qui veille et suit l'entretien des ouvrages afin de mener une action durable, et ce, de manière plus approfondie que lors des projets actuels. Car, bien que dans un premier temps, les différents projets ont sensibilisé et inclus les populations dans le processus de mise en place des ouvrages de récupération des terres, le bagage technique concernant les différentes mesures CES/DRS était insuffisant pour permettre la reproduction et l'entretien des ouvrages et la diffusion des connaissances.

Par ailleurs, la diversité spécifique et la densité du couvert végétal des zones récupérées sont plus élevées sur l'ensemble des unités topographiques. Cela s'observe particulièrement au niveau des plateaux qui sont quasiment dépourvu de strate arborée et arbustive lors de l'absence d'ouvrage de récupération contrairement aux plateaux restaurés. Or, en plus des activités agraires, les populations profitent de la végétation ligneuse et herbacée pour le pâturage du bétail, pour la collecte de bois de chauffe et la cueillette de plantes médicinales ou comestibles

et elle permet de limiter l'érosion hydrique en aval. Les villageois ont conscience de l'apport des techniques CES/DRS car la végétation pousse majoritairement autour des ouvrages. Cette connaissance des bénéfices liés à la récupération des terres est un atout dans la mise en place d'un nouveau plan d'aménagement, car les fondements de la nécessité d'action sont déjà compris par les populations.

Il est pertinent d'intégrer d'autres éléments problématiques dans la réflexion de la restauration des terres.

Tout d'abord, se pose le problème de fertilité des sols dans les champs et le coût du fumier pour y pallier. L'introduction d'ouvrages individuels de type zaï ou demi-lune dans les terres individuelles pourrait permettre de diminuer l'apport de fumier en le concentrant au niveau de la plante. De plus, ces techniques répondent de façon similaire à un autre enjeu fondamental, le manque d'eau, en la concentrant au niveau des racines. Bien que ces techniques ne soient pas usuelles sur la zone étudiée, elles sont couramment utilisées dans le sahel pour la récupération des terres et peuvent être introduites.

Ensuite, la proximité de Niamey est un facteur à ne pas négliger. Bien qu'elle soit un moteur important à l'économie locale, elle engendre plusieurs conséquences négatives.

Premièrement l'achat des terres collectives par des particuliers ou des entreprises venus de la capitale qui privatisent ces terres. Avant de mettre en place un plan d'aménagement, il est nécessaire d'avoir connaissance des terres qui font l'objet d'un droit de propriété et, dans la mesure du possible, éviter que ce phénomène ne s'étende. Malheureusement, au vu de l'ampleur du phénomène, il semble difficile d'aborder un nouveau plan de restauration qui intègre l'ensemble des plateaux. Par conséquent, la mise en place d'ouvrages individuels sur les glacis et les bas-fonds semble d'autant plus indispensable.

Deuxièmement, vu la croissance démographique et l'étalement urbain de Niamey, il serait pertinent d'intégrer cette zone périurbaine dans le plan d'urbanisme de référence de la ville de Niamey, qui projetait déjà un scénario d'expansion de la ville dans cette direction (Urbaplan, 2009). Etant donné l'importance de l'agriculture dans cette zone et pour la ville, il est primordial d'envisager dès à présent les espaces à conserver et protéger absolument et ceux qui peuvent être cédés sans trop impacter les populations et la production. De plus, l'expansion des zones rurales doit être limitée, au vu de la brousse tigrée qui précède Bougoum, et l'importance de cet écosystème encore préservé.

En conclusion, au vu de l'utilisation des terres, il est important de prioriser la restauration des glacis et des bas-fonds et plus particulièrement ceux des villages importants, et pour cela il est nécessaire d'élargir la gamme de techniques CES/DRS utilisées à des ouvrages de type zaï et demi-lune. De plus, la mise en place du projet doit faire appel à une démarche participative dont les populations locales sont les acteurs principaux, et doit prendre en compte les scénarios d'expansion de Niamey.

5.1.2 Diagnostic à partir d'autres projets

D'autres projet de récupération des terres à large échelle mis en place au Niger et dans le Sahel depuis les années 1990 ont montré que la réussite de ce type de projet n'est pas toujours garantie et ce, malgré des apports financiers importants. Le ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement allemand (BMZ, s.d. b), qui a contribué à mettre en place des mesures de récupération des terres sur plus de 520.000 ha au Niger, a souligné la difficulté de la diffusion, de la répliquabilité et de la pérennité des projets bien que théoriquement les techniques soient « *assez rentables pour inciter les populations à poursuivre les aménagements par leur propres moyens* » (BMZ,s.d.b). Selon eux, plusieurs facteurs en seraient la cause :

- la démobilisation des populations suite à l'arrêt du cash for work. Élément qui a été remarqué sur la zone d'étude ;
- les besoins immédiats et le manque de garanties foncières, qui freinent les agriculteurs à investir sur le long terme ;
- la complexité technique ;
- la nécessité d'une grande mobilisation logistique et financière ;
- la main d'œuvre limitée.

Plusieurs rapports de projet (Abdo, 2014 ; BMZ, s.d.a ; BMZ, s.d.b ; CTB, s.d. & JGRC, 2001) mettent en évidence la nécessité de mettre en place une démarche participative qui intègre les populations bénéficiaires dès le début du processus afin qu'ils s'approprient le projet.

5.2 Recommandations

Afin d'optimiser la réussite d'un projet de récupération sur la zone d'étude, nous recommandons une démarche participative, en plusieurs étapes, afin d'augmenter les chances de réussite du projet. Cette démarche se base sur les résultats et les enseignements de projets déjà réalisés¹¹ et le diagnostic de la zone d'étude.

5.2.1 Rencontre des différents acteurs

La mise en place d'un tel projet doit couvrir une superficie suffisante et s'étendre sur le long terme pour envisager un impact positif durable. Pour y parvenir, il est nécessaire d'obtenir un important soutien financier et d'affirmer un engagement stable malgré les changements de politique. Dans un premier temps, il est donc indispensable de se mettre en relation avec les différents acteurs potentiels du projet (acteurs gouvernementaux, autorités administratives, acteurs non gouvernementaux, privés, services techniques) et de prendre connaissance des différents Plan de Développement Communaux (PDC) afin de s'assurer de la faisabilité du projet.

5.2.2 Etude de terrain

Cette étape est primordiale pour comprendre les problématiques auxquelles sont confrontés les populations locales et les besoins qu'ils rencontrent. Seule une connaissance approfondie de la zone d'étude peut permettre de choisir les mesures de CES/DRS les plus adaptées au contexte écologique et aux populations. Ce diagnostic doit donc rendre compte de la topographie, du climat, de la nature des sols, du type de dégradation, du couvert végétal, de l'utilisation des terres, des systèmes de production, de la main d'œuvre disponible et des limitations de terroirs afin d'éviter des litiges entre des villages voisins.

Le présent travail présente un diagnostic global de la zone à restaurer. Nous avons précédemment conclu qu'il serait pertinent, dans un premier temps, de concentrer les efforts de restauration au niveau des villages les plus importants, afin d'utiliser l'attractivité de la ville comme pôle de diffusion. Cependant, le village de Bougoum étant moins affecté par la pression

¹¹ Les projets de références sont les suivants :

- Projets de réhabilitation des sols et d'amélioration de la productivité du Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement allemand dans la région de Tillabéri et de Tahoua (BMZ, s.d.) ;
- Projet d'Appui à la Production Pastorale dans la région de Tahoua en 2013 (PAPAT) de la CTB (CTB, s.d.) ;
- Projets mis en places par JGRC (JGRC, 2001).
- Projet présent sur la zone d'étude (Etude de terrain)

urbaine, il serait intéressant de s'y intéresser plus intensément et de mener un nouveau diagnostic plus poussé.

5.2.3 Accords fonciers

Comme abordé précédemment, le manque de garantie foncière est un frein considérable à la pérennité des projets de récupération des terres. Avant la réalisation du projet, il est nécessaire de « *clarifier les statuts fonciers et la vocation des sites restaurés à travers une démarche claire et la production de documents administratifs prévu à cet effet (...), afin de les sécuriser contre le phénomène d'accaparement des terres et le détournement de leur vocation* » (CTB, s.d.). Cette démarche est rendue possible grâce à la mise en place du « Code rural » suite aux grandes sécheresses, afin de se doter d'un dispositif législatif et institutionnel qui prend en compte la gestion coutumière (Bron-Saïdatou, 2015). Cette étape est d'autant plus importante que les habitants de la zone considérée, comme expliqué précédemment, ont clairement mis en évidence la menace du phénomène d'appropriation des terres.

5.2.4 Mobilisation des populations

Un des buts finaux de cette démarche est de parvenir à ce que la mise en place d'ouvrage de récupération, leur entretien et leur gestion se fassent de manière autonome par les villageois afin d'obtenir des résultats sur le long terme et permettre la diffusion des connaissances sans intermédiaires extérieurs. Pour y parvenir, il est nécessaire de mobiliser les populations en début de projet, mais aussi tout le long. Comme nous l'avons souligné, la : méthode du « cash for work » a été un échec lors du précédent projet. L'objectif est donc de stimuler l'intérêt des villageois sans avoir recours à une rémunération quelle qu'en soit la forme. Pour cela, les villageois ne doivent plus se considérer comme de simples bénéficiaires du projet, mais aussi comme les concepteurs, les acteurs et les gestionnaires.

Ce processus se déroule en trois étapes.

5.2.4.1 Sensibilisation

La population doit prendre conscience de la situation de leur terroir, comprendre les phénomènes de dégradation des sols et l'intérêt de la mise en place d'ouvrages de récupération. L'objectif est que les habitants aient la motivation de mettre en place ce projet non pas pour une rémunération mais pour eux.

A Bougoum, les populations ont déjà conscience de l'intérêt des ouvrages, de par leur expérience suite à la mise en place des banquettes. Cependant, il est intéressant de refaire des

actions de sensibilisation afin d'affiner ces connaissances et de les étendre à tous, même aux plus jeunes.

5.2.4.2 Comités de gestion locaux

La formation de comité de gestion de villageois permet le renforcement des capacités organisationnelles du village. Selon la CTB (s.d.) « *les comités locaux de gestion ont été des acteurs clés de la restauration des terres dégradés, qui ont perçu les enjeux au terme de plusieurs séances de sensibilisation, de formations et de mise en œuvre des actions sur le terrain* ». Sur le long terme, cela pourrait permettre au village d'être autonome et de ne dépendre que de ces comités de gestion qui promulgueraient un auto-encadrement. Ce comité de gestion peut prendre la forme d'une organisation paysanne afin de répondre à un statut légal et de légitimer son action. Ils permettraient aussi d'avoir des interlocuteurs de référence dans le suivi et de mobiliser les populations en cas de besoin.

5.2.4.3 Formations techniques

Ces formations ont pour but l'apprentissage des différentes techniques de CES/DRS, afin que les agriculteurs soient en mesure de restaurer leur terroir par eux-mêmes. Ces formations doivent être données par des personnes qualifiées et de façon abordable pour le public cible.

5.2.5 Schéma d'aménagement

5.2.5.1 Plan général

Le plan général doit présenter le plan d'action. Celui-ci doit être élaboré avec les villageois afin de produire un schéma qui leur est adapté. De plus, bien que la récupération des terres se fasse sur le long terme, il est important de proposer des solutions qui offrent des résultats au niveau social et économique sur le court terme afin de maintenir la motivation des populations.

Les mesures proposées doivent permettre des actions multiples. Concernant Bougoum, voici des propositions générales hypothétiques selon le diagnostic du bassin versant, sachant que le processus de démarche participative n'a pas été réalisé sur le terrain et que nous ne possédons pas les connaissances approfondies relatives au foncier. Les plateaux sont déjà occupés par des banquettes qui peuvent être restaurées afin d'optimiser leur action. Comme vu précédemment, leur présence permet de limiter l'érosion hydrique en aval et contribue à la régénération de la végétation. Concernant les glacis et les bas-fonds, comme établi dans le diagnostic, l'utilisation de demi-lune et de zaï permettra d'améliorer la fertilité des sols et de concentrer l'eau au niveau

des racines. De plus il serait intéressant de promouvoir la RNA dans les champs ainsi que le paillage.

Tableau 4: Propositions de restauration pour Bougoum

Unité topographiques	Caractéristiques	Type d'activité & objectifs	Mesure CES/DRS
Plateau	Présence de banquettes dans un état correct. Couvert végétal concentré au niveau des ouvrages. Présence de croûte d'érosion.	Zone utilisée pour le pâturage, la coupe de bois et la cueillette. Eviter un flux trop important en aval	Restauration des banquettes.
Versant	Forte charge caillouteuse et présence de ravines. Végétation diversifiée.	Zone de pâturage	Néant
Glacis	Présence de ravines et problème d'ensablement qui limitent la fertilité des sols. Présence de mares. Unité principalement occupée par des champs.	Zone de culture pluviale. Augmenter la fertilité des sols. Optimiser l'utilisation des mares	Restauration des mares. Mise en place de zaï et de demi-lune dans les parcelles individuelles. Augmentation de la RNA.
Bas-fond	Unité où se concentre le village de Bougoum. Présence de chaos de culture pluviale et de nombreux jardins. Problème de fertilité des sols.	Zone de culture pluviale et maraîchère. Augmenter la fertilité des sols	Restauration des mares. Mise en place de zaï et de demi-lune dans les parcelles individuelles. Augmentation de la RNA.

5.2.5.2 Coût et planification

Cette analyse doit permettre de rendre compte de l'ampleur du projet, des matériaux et de la main d'œuvre nécessaires ainsi que de la durée de construction afin de préparer au mieux la phase de construction.

L'élaboration du calendrier doit tenir compte des différents systèmes de production, pour que la mise en place des ouvrages dans les champs se fasse au moment le plus opportun pour éviter de menacer la récolte. De plus, le calendrier de culture permet de déterminer les moments où le plus de main d'œuvre est disponible. Etant donné les actions menées dans les champs de cultures pluviales, les zaï et demi-lune doivent être mis en place avant les premières pluies.

5.2.6 Mise en œuvre

La mise en œuvre du schéma d'aménagement de récupération des terres doit être fait par les populations locales, guidée par les comités de gestion et une assistance technique qui s'assure du suivi et de la bonne réalisation du projet. De plus, il serait intéressant de fournir des moyens gratuitement aux populations le matériel nécessaire à la mise en place des ouvrages de récupération.

5.2.7 Terroir autonome

Une fois le projet mis en place, il est important de maintenir un suivi. En effet, l'absence de suivi par les gestionnaires de projet avait été un élément déterminant dans la redétérioration des terres restaurées. L'entretien et la gestion seront assurés par le comité de gestion villageois. Cependant, avant de laisser les villageois agir de manière totalement autonome, il serait pertinent de mettre en place une période de transition de plusieurs années. Pendant cette période, un système de suivi doit assurer la disponibilité de l'information, et assurer des visites régulières sur le terrain pour veiller au bon fonctionnement.

6 CONCLUSION

L'étude du bassin versant du kori Kourtéré a mis en évidence une hétérogénéité du milieu en termes de couvert végétal et d'intensité des dégradations. Bien qu'on retrouve les mêmes unités topographiques caractéristiques du Sahel et la même nature des sols, certaines zones sont plus vulnérables à l'érosion hydrique et éolienne. Cette vulnérabilité provient principalement de l'absence de mesures CES/DRS mais aussi, pour certaines parcelles, du manque d'entretien des méthodes déjà mises en place. De manière générale, bien que l'on observe un impact positif de ces ouvrages, nous constatons que les aménagements construits au début des années 2000 ne sont plus suffisants pour répondre à la problématique de la dégradation des sols.

Au niveau de la population, on retrouve une population majoritairement agro-pastorale fortement dépendante de l'état des terres. Les activités principales sont les cultures pluviales destinées à l'autoconsommation, les cultures maraîchères destinées, quant à elles, non seulement à l'autoconsommation mais aussi à la vente et l'élevage. De façon secondaire, les populations exploitent les ressources végétales présentes sur les parcelles communautaires pour la cueillette, la récolte de bois de chauffe et la récolte de bois d'œuvre. Tandis que les activités agraires se concentrent dans les glacis et les bas-fonds, au plus proche de la nappe, les activités secondaires et le pâturage se réalisent principalement sur les plateaux.

Les populations locales ont mis en évidence les problèmes liés à la dégradation et, notamment, la présence de croûtes d'érosion et de ravines qui empêchent l'agriculture et la faible fertilité des sols.

L'étude de la mise en place du précédent projet de restauration des terres sur le secteur a permis de comprendre les raisons de sa faible réussite. Nous retiendrons particulièrement l'utilisation du « cash for work », le manque de suivi après la mise en place et le manque d'entretien des sites par les populations locales malgré les bénéfices qui en découlaient.

Suite à ces diagnostics qui rejoignent bon nombre de conclusions de projet de cette ampleur, nous avons mis en place une démarche participative qui tend à promouvoir les habitants en tant que gestionnaires du projet et non pas uniquement bénéficiaires et ce, pour permettre l'appropriation du projet par les populations, sa pérennité et sa réalisabilité.

La réalisation d'un nouveau projet d'aménagement serait bénéfique pour les populations locales qui sont actuellement très vulnérables et dépendantes du climat. Cependant il est indispensable que ces populations bénéficient d'un soutien financier et technique important pour y parvenir.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdo M., (2014). Pratiques, techniques et technologies de restauration des paysages dégradés du Sahel. *African Forest Forum*, 2(3), 47p.
- Abdoulrazak, I., Bello, M., Delmas & P., Zakey, Y. (2016). *Une disposition de banquettes originale mais efficace : Village de Dargué, région de Maradi* (Note d'information/GDT). Niaey, Niger : Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA)
- Abou, M., Yabi, I., Yolou, I., & Ogouwale, E. (2018). Caractérisation des systèmes de production sur les sites d'aménagements hydro-agricoles dans le doublet Dangbo-Adjohoun au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 462-478.
- Action pour la Biodiversité et la Gestion du territoire (ABIOGeT). (s.d.). *Balanites aegyptiaca* (Les essences locales produites et plantées par ABIOGeT/fiche technique n°9).
- Adamou daouda A., (2016). *Impacts de la gestion des ressources naturelles à Dargué : qualité et durabilité des ouvrages* (Mémoire de master). Université Adbou Moumouni, Niamey.
- Ali, A., Lebel, T., & Amani, A. (2008). Signification et usage de l'indice pluviométrique au Sahel. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 19(4), 227-235
- Ambouta, J. M. K., Valentin, C., & Laverdière, M. R. (1996). Jachères et croûtes d'érosion au Sahel. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 7(4), 269-275
- Andres, L., & Lebailly, P. (2012). L'approvisionnement agricole de la ville de Niamey: potentialités et contraintes d'une agriculture de proximité. Dans Association Tiers-Monde (dir.), *XXVIII Journées du Développement ATM « Mobilités internationales, déséquilibres et développement : vers un développement durable et une mondialisation décarbonnée ? »* Orléans, France
- Annou, G. M. (2003). Les grands types de sols du Niger. *Quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols*. Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Rome, 151-167
- BAfD & OCDE. Perspectives économiques en Afrique 2012. Niger. *Organization for Economic Co-operation and Development*.
- BAfD, CEA, OCDE., & PNUD, C. Perspectives économiques en Afrique 2009. Niger. *Organization for Economic Co-operation and Development*.
- Banoin, M., & Guengant, J. P. (1998). Les systèmes agraires traditionnels nigériens dans l'impasse face à la démographie. *Jachère et systèmes agraires* (C. Floret, Pontanier R., CORAF/Union Européenne ed.), Dakar.
- Barro, A., Dugue, P., Maraoux, F. & Zougmore, R. (2005). Etude de cas sur la récupération des sols dégradés dans le plateau central du Burkina Faso : un chemin vers une agriculture durable. CIRAD, FARA, CTA. *AIDA Conférence, Agricultural Innovation in Dryland Africa, Accra, Ghana, 22-24 January 2007*. 6p.
- Belem, M.O., Ouedraogo, J.Y.S., & Nabalou M. (2017). Étude ethnobotanique de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam (Capparaceae) dans le Département de Banh, Province du Loroum, au Nord du Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(1), 5390-5403.

- Biielders, C. L., Rajot, J. L., & Michels, K. (2004). L'érosion éolienne dans le Sahel nigérien: influence des pratiques culturelles actuelles et méthodes de lutte. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 15(1), 19-32.
- Blanchet A., Gotman A., 2007. *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, Armand Colin Sociologie, Paris, 126p.
- Bron-Saïdatou, F. (2015). *La gouvernance foncière au Niger : malgré des acquis, de nombreuses difficultés* (Fiche pays/n°7 : Niger). Niamey
- Brossier, J. (1987). Système et système de production. *Cahiers des sciences humaines*, 23(3), 377-390.
- Burini, F. (2005). La cartographie participative dans la recherche de terrain en Afrique: le cas des villages riverains au Parc Régional W. *Policy Matters*.
- Casenave, A., & Valentin, C. (1989). *Les états de surface de la zone sahélienne: influence sur l'infiltration*. ORSTOM, Paris
- CILSS. (2009). *Récupération des sols fortement dégradés à des fins sylvo-pastorales*. Union FERSOL.
- CILSS. (2010). Le sahel face aux changements climatiques : Enjeux pour un développement durable. *Centre Régional Aghrymet :Bulletin mensuel*, numéro spécial
- CILSS. (2016). Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Évolution. U.S. Geological Survey EROS, Garetson SD, USA.
- Cochet, H. (2011). Origine et actualité du «Système Agraire»: retour sur un concept. *Revue Tiers Monde*, (3), 97-114.
- Coopération Technique Belge (CTB). (s.d.). *Valorisation des ressources pastorales, amélioration des conditions de vie et protection de l'environnement*. Union Européenne, Bruxelles
- Delmas, P., Kimba, A. (2017). *Leptadenia hastata (hanam ou yadya): De superbes potentialités mais une plante oubliée* (Note d'information/GDT 2017/1). Niamey, Niger : Réseau National des chambres d'Agriculture du Niger (RECA)
- Dixon, J., & Guilliver, A. (2001). Système de production agricole et pauvreté: Améliorer les moyens d'existence des agriculteurs dans un monde en changement.
- Emeterio, J. L. S., Alexandre, F., Andrieu, J., Génin, A., & Mering, C. (2013). Changements socio-environnementaux et dynamiques des paysages ruraux le long du gradient bioclimatique nord-sud dans le sud-ouest du Niger (régions de Tillabery et de Dosso). *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(3).
- Eurostat : Statistics explained. (2014). Glossaire : Agriculture extensive. Repéré à : http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Extensive_farming/fr
- FAO, (2002). Quatorzième Réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres. Abomey, Bénin, 9-13 octobre 2000. p.151-167
- Ferraton, N., & Touzard, I. (2009). *Comprendre l'agriculture familiale: diagnostic des systèmes de production*. Éditions Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux
- Giffard, P. L. (1966). Le Palmier Doum, *Hyphaene thebaïca* Mart. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 106(106), 3-11.

- Giffard, P. L. (1964). Les possibilités de reboisement en *Acacia albida*, au Sénégal. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 95(95), 21-33.
- Guengant, J. P., Banoin, M., & Quesnel, A. (2003). *Dynamique des populations, disponibilités en terres et adaptation des régimes fonciers: le cas du Niger*. CICRED, Comité international de coopération dans les recherches nationales en démographie
- Guzi M., Kabina K., Tijdens KG., (2016). *Living wages in Niger*. Amsterdam, WageIndicator Foundation
- Habou, Z. A., Boubacar, M. K., & Adam, T. (2016). Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique: défis et perspectives. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3), 1262-1272.
- Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones tropicales Semi-Arides (ICRISAT). (2017). *Manuel à l'usage des formateurs et des producteurs : Récupération biologique des terres dégradées* (BDL). Niamey : Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA)
- Institut National de la Statistique (INS). (2010). *Annuaire statistique des cinquante ans d'indépendance du Niger : Edition spéciale*. Niamey, Niger
- Institut National de la Statistique (INS). (2013). *Présentation des résultats préliminaires du quatrième recensement général de la population et de l'habitat (RGP/H) 2012*. Niamey, Niger
- Institut National de la Statistique (INS). (2015). *Annuaire statistique du Niger 2010-2014 : Population*. Niamey, Niger
- Jouve, P. (1991). Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 2(1), 61-69.
- Larwanou, M., Abdoulaye, M., & Reij, C. (2006). *Etude de la régénération naturelle assistée dans la Région de Zinder (Niger): une première exploration d'un phénomène spectaculaire*. International Resources Group for the US Agency for International Development. Washington, D.C., USA
- Lizet B., de Ravignan F., (1987). *Comprendre un paysage : guide pratique de recherche*, Institut national de la recherche agronomique, collection Ecologie et aménagement rural, Paris, 149 p.
- Mahamane, A. (2014). Effects of Physical and Biological Treatments in Restoring Degraded Crusted Soil in Niger. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*. Vol, 3(10), 560-568.
- Mazoyer M., Roudart L., (1997). *Histoire des agricultures du monde, du néolithique à la crise contemporaine*. Le Seuil, Paris, 545 p
- Ministère fédéral de la Coopération économique et du développement (BMZ), (s.d.a). *25 ans de réhabilitation et de conservation des sols au Sahel : Soutien aux efforts des populations rurales du Niger*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Ministère fédéral de la Coopération économique et du développement (BMZ), (s.d.b). *Bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols : Contribution à l'adaptation au changement climatique et à la résilience des producteurs du Sahel*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Modeste Gnahoua, G. & Louppe, D. (2003). *Bauhinia rufescens*.

- Mokhtari N.,(2016). *Etude de la dynamique de la desertification da,s le bassin versant de Moulouya en intégrant les données issues de la télédétection et les données socio-économiques*, Morocco (Thèse de doctorat). Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech, Liège.
- Mounkaïla, G. B., & Tankari, A. M. (2016). Caractérisation des systèmes de production agricole de la région de Tillabéri. *Tarchiani V., Tiepolo M.(sous la dir.), Risque et adaptation climatique dans la région Tillabéri, Niger. Paris, L'Harmattan, 51-76.*
- Moussa, I. B., Maiga, O. F., Ambouta, J. M. K., Sarr, B., Descroix, L., & Adamou, M. M. (2009). Les conséquences géomorphologiques de l'occupation du sol et des changements climatiques dans un bassin-versant rural sahélien. *Science et changements planétaires/Sécheresse, 20*(1), 145-152.
- Organisation météorologique mondiale (OMM), (2012). *Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé*, Genève, Suisse.
- Palsky, G. (2010). Cartes participatives, cartes collaboratives. *La cartographie comme maïeutique-Le Comité Français de Cartographie (CFC), Paris, (205), 49-59.*
- Peigne J., (s.d.). Les processus écologique : L'érosion hydrique. Repéré à <http://www.supagro.fr/ress-pépites/Opale/ProcessusEcologiques/co/Erosion.html>
- Peyre De Fabrègues, B. (2007). *Lexique des noms vernaculaires de plantes du Niger* (3^e ed.). Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niamey
- Pierre-Jean, R. O. C. A. (1987). Différentes approches des systèmes agraires. *Terres, comptoirs, silos: des systèmes de production aux politiques alimentaires, 75-94.*
- République du Niger et le comité interministériel de pilotage de la Stratégie de Développement Rural (SDR), (2011). *Atlas des projets et programmes*, Niamey.
- Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA). (2012). *Lutte biologique : le Sida cordifolia a un ennemi sur les plateaux de l'Ouest* (Note d'information/Récupération des terres/2). Niamey, Niger
- Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA). (2014). *Onoufa : Réaliser des banquettes entre d'anciennes banquettes, un risque pour un reboisement réussi* (Note technique/Gestion des ressources naturelles). Niamey, Niger
- Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA). (2016). *Le sabara (Guiera senegalensis), espèce oubliée des programmes de revégétalisation des plateaux et glacis ?* (Note d'information/GDT n°5). Niamey, Niger
- Roose, E. (1996). Méthodes de mesure des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion, en particulier sur les versants cultivés des montagnes. *Bull Réseau Erosion, 16*, 87-97.
- Schmelzer, G.H., 2012. *Combretum micranthum* G.Don. In: Schmelzer, G.H. & Gurib-Fakim, A. (Editeurs). *Prota 11(2): Medicinal plants/Plantes médicinales 2*. PROTA, Wageningen, Pays Bas. Consulté le 4 juin 2018.
- Société Japonaise des Ressources Vertes (JGRC), (2001). *Guide technique de la conservation des terres agricoles*. Vol.5.

- Souley Yero K., (2012). *Evolution de l'occupation des sols dans l'ouest du Niger : Influence sur le cycle de l'eau*, (Thèse de doctorat), Université de Grenoble, France.
- UrbaPlan, (2009). *Plan urbain de référence de Niamey : Plan urbain de référence et programme directeur d'investissement*, Niamey
- Valentin, C. (1994). Sécheresse et érosion au Sahel. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 5(3), 191-198.
- Vlaar, J.C. (Ed.), (1992). *Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel*. Rapport d'une étude effectuée dans le cadre de la collaboration entre le Comité Interafricain d'Études Hydrauliques (CIEH), Ouagadougou, Burkina Faso, et l'université Agronomique de Wageningen (UAW), Wageningen, les Pays-Bas.
- Younoussa, S., & Haro, W. (2004). Etude sur l'approfondissement du diagnostic et l'analyse des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie de développement rural: Niamey. *Niamey: Secrétariat de la SDR*.
- Zakaria, R. (2010). Revue du secteur de l'élevage au Niger. *FAO et Ministère de l'Élevage et des Industries Animales (MEIA), Niamey, NIGER, 10*.

8 ANNEXES

Annexe 1 : Guide de terrain pour la réalisation des transects

Guide de terrain - Transect

1. Généralités	1.1. Date	
	1.2. Transect N°	
	1.3. Localisation GPS	x: y:
	1.4. Altitude	
	1.5. Unité topographique	
	1.6. Recouvrement N°	
	1.7. Description générale	
2. Sol	2.1. Couleur	
	2.2. Texture	
	2.3. pH	
	2.4. charge caillouteuse	
	2.5. Roche mère	
	2.6. Hydrographie	
	2.7. Autre	
	2.8. Type de dégradation des sols	
4. Végétation	4.1. Type de végétation	Spontanée / cultivée/ ensemencée
	4.2. Stratification	Arborée / Arbustive / Herbacée
	4.3. Recouvrement préliminaire	
	4.4. Espèces dominantes	
	4.5. Autres espèces	
	4.6. Type d'activité	
	4.7. Pratique de la RNA ?	
5. Activité anthropique	5.1. Pratique d'irrigation	
	5.2. Aménagement de conservation	
	5.3. Pratique culturelle / pastorale	
	5.4. Autre	
6. Constructions	6.1. Habitation	
	6.3. Densité	
	6.4. Matériaux de construction	
	6.5. Village	
	6.6. Infrastructures	
	6.7. Constructions hors village	
	6.8. Routes /Chemins	
	6.9. Accessibilité véhicule	
7. Animaux	7.1. Présence d'animaux	
	7.2. Système d'élevage	
	7.3. Habitat	
	7.4. Autre	

Annexe 2 : Guide de terrain pour la réalisation des recouvrements

Guide de terrain - Recouvrement

Date								
N° transect								
Unité topographique								
Recouvrement / Carré de rdt								
Superficie								
Coordonnées GPS								
Identification	Espèce	Nombre	Espèce	Nombre	Espèce	Nombre	Espèce	Nombre

Annexe 3 : Guide d'entretien

LES PROBLÉMATIQUES LIÉS À L'ENVIRONNEMENT ET « L'HUMAIN »

Quels sont les problèmes liés au sol que vous rencontrez sur votre terroir ?

Quels sont les problèmes liés à l'eau que vous rencontrez sur votre terroir ?

Quels sont les problèmes et/ou avantages liés à la proximité de la ville de Niamey ?

Y a-t-il des problèmes en matière d'infrastructures dans votre terroir ?

Y a-t-il une différence dans ces inconvénients en fonction des unités géomorphologiques (plateau, versant, glacis, bas fond) ?

Où se situent vos terres ?

OUVRAGES INDIVIDUELS

Quels sont les ouvrages présents sur vos terres ? (zaï, demi-lune fourragère ou agricole)

Comment se fait le choix des ouvrages ?

Comment se fait la mise en œuvre des ouvrages ?

Quel est le coût de mise en œuvre des ouvrages ?

Quels sont les avantages et inconvénients de ces ouvrages ?

Quel est l'état des ouvrages dans vos champs : détérioré, peu détérioré, bonne, très bonne ?

Quel est le coût de l'entretien des ouvrages ?

OUVRAGES COLLECTIFS

Avez-vous connaissance d'ouvrages de récupération collectifs (banquettes, cordons pierreux) ? Où ?

Bénéficiez-vous d'un cash for work ? Si oui en combien de fois ? Combien de personnes ?

Et pour quels types d'ouvrages (journée de travail et cout journalier et nombre de demi-lune) ?

Bénéficiez-vous des fagots de fourrages ? Si oui, les vendez-vous ou les consommez-vous ?

Quels sont les prix d'achat et vente pour le fourrage récolté ou autres produits ?

Combien de fois par an et combien de fagots récoltez-vous ?

Comment se fait le choix de ces ouvrages ?

Comment se fait la mise en œuvre des ouvrages ?

Comment se fait l'entretien des ouvrages ?

Quelles sont les avantages et inconvénients de cette récupération de terres selon vous ? Et pourquoi ?

Il y a-t-il un COGES ? Que pensez-vous de la gestion des ouvrages par le COGES ?

Quels sont les autres projets présents que vous connaissez ? Lequel est plus important ? Pourquoi ?

Annexe 4 : Guide d'enquête

Enquête d'évaluation de l'utilisation des ouvrages de récupération

Identification de l'enquêté	
1. Village <input type="radio"/> 1. Bougoum <input type="radio"/> 2. Yawaré <input type="radio"/> 3. Gueliel <input type="radio"/> 4. Autres	6. Nombre total de personne du ménage <input type="text"/>
2. Nom de l'enquêté <input type="text"/>	7. Nombre de personne de - de 14 ans dans le ménage <input type="text"/>
3. Sexe <input type="radio"/> 1. Homme <input type="radio"/> 2. Femme	8. Activités pratiquées <input type="checkbox"/> 1. Agriculture <input type="checkbox"/> 2. Jardinage <input type="checkbox"/> 3. Elevage <input type="checkbox"/> 4. Commerce <input type="checkbox"/> 5. Autres (préciser) <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>
4. Âge <input type="text"/>	
5. Statut matrimonial <input type="radio"/> 1. Marié(e) <input type="radio"/> 2. Divorcé(e) <input type="radio"/> 3. Célibataire <input type="radio"/> 4. Veuf(ves)	
Sources de revenu du ménage	
9. Revenu total du ménage (FCFA/mois) <input type="radio"/> 1. - De 30.000 <input type="radio"/> 2. De 30.000 à 49.000 <input type="radio"/> 3. De 50.000 à 59.000 <input type="radio"/> 4. De 60.000 à 80.000 <input type="radio"/> 5. + De 80.000	13. % de participation de la coupe de bois au revenu total <input type="text"/>
10. % de participation du jardinage au revenu total <input type="text"/>	14. % de participation du commerce au revenu total <input type="text"/>
11. % de participation de l'agriculture au revenu total <input type="text"/>	15. % de participation de la vente d'animaux au revenu total <input type="text"/>
12. % de participation de l'élevage au revenu total <input type="text"/>	16. AUTRE (préciser) - % de participation au revenu total <input type="text"/>
Identification du type de culture et de leur production	
17. Superficie des jardins (ha) <input type="text"/>	22. Revenu en lien avec les jardins (FCFA/mois) <input type="radio"/> 1. - de 30.000 F/mois <input type="radio"/> 2. De 30.000 à 39.000 F/mois <input type="radio"/> 3. De 40.000 à 49.000 F/mois <input type="radio"/> 4. De 50.000 à 59.000 F/mois <input type="radio"/> 5. + de 60.000
18. Superficie des terres agricoles (ha) <input type="text"/>	23. Durée de la production des jardins <input type="checkbox"/> 1. Saison sèche - froide <input type="checkbox"/> 2. Saison sèche - chaude <input type="checkbox"/> 3. Saison pluvieuse <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>
19. Utilisation de la production issues des jardins <input type="checkbox"/> 1. Autoconsommation <input type="checkbox"/> 2. Vente <input type="checkbox"/> 3. Don <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>	24. Source de revenu en lien avec l'agriculture <input type="checkbox"/> 1. Mil <input type="checkbox"/> 2. Niébé <input type="checkbox"/> 3. Sorgho <input type="checkbox"/> 4. Maïs <input type="checkbox"/> 5. Autres (préciser) <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).</i>
20. Utilisation de la production issue de l'agriculture <input type="checkbox"/> 1. Autoconsommation <input type="checkbox"/> 2. Vente <input type="checkbox"/> 3. Don <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>	25. Revenu en lien avec l'agriculture (botte mil/an) <input type="text"/>
21. Source de revenu en lien avec jardins <input type="checkbox"/> 1. Oignon <input type="checkbox"/> 2. Choux <input type="checkbox"/> 3. Concombre <input type="checkbox"/> 4. Gousse <input type="checkbox"/> 5. Morenga <input type="checkbox"/> 6. Salade <input type="checkbox"/> 7. Courgette <input type="checkbox"/> 8. Tomate <input type="checkbox"/> 9. Aubergine <input type="checkbox"/> 10. Melon <input type="checkbox"/> 11. Mangue <input type="checkbox"/> 12. Citron <input type="checkbox"/> 13. Daray <input type="checkbox"/> 14. Gombo <input type="checkbox"/> 15. Piment <input type="checkbox"/> 16. Poivron <input type="checkbox"/> 17. Carotte <input type="checkbox"/> 18. Patate douce <input type="checkbox"/> 19. Autre (préciser) <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>	26. Durée de la production agricole <input type="checkbox"/> 1. Saison sèche - froide <input type="checkbox"/> 2. Saison sèche - chaude <input type="checkbox"/> 3. Saison pluvieuse <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>

27. Localisation des jardins

1. Plateau 2. Glacis 3. Bas-fond

28. Localisation des terres agricoles

1. Plateau 2. Glacis 3. Bas fond

29. Etat des terres cultivées

1. Fertile 2. Dégradée 3. Très dégradée

*Aller à '30-Cause principale de dégradation' si Etat des terres cultivées
Parmi "Dégradée ; Très dégradée"*

30. Si "(très) dégradée", cause(s) principale(s) de dégradation

1. Ensablement
 2. Erosion
 3. Manque d'eau
 4. Climat
 5. Manque de fumier
 6. Manque de moyen
 7. Manque de jachère
 8. Croissance démographique
 9. Manque de végétaux
 10. Coupe de Bois

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

Ouvrages individuel

31. Utilisation d'ouvrage de récupération individuel

1. Oui, demi-lune 2. Oui, Zaï 3. Dans le passé
 4. Non

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

Aller à '32-Raison de l'arrêt' si Utilisation d'ouvrage de récupération = "Non"

Aller à '43-Connaissance' si Utilisation d'ouvrage de récupération = "Non"

32. Si "dans le passé", raison de l'arrêt

33. Comment avez-vous eu connaissance de ces méthodes?

1. Famille 2. Voisinage
 3. Projet (préciser) 4. Autre (préciser)

34. Superficie avec ouvrage (ha)

35. Durée d'application des ouvrages

1. De 1 à 5 ans 2. De 6 à 10 ans
 3. De 11 à 15 ans 4. De 15 à 20 ans
 5. + de 20 ans

36. Etat des ouvrages

1. Détérioré 2. Peu détérioré 3. Bon
 4. Excellent

37. Comment avez-vous mis en place ces ouvrages

1. Famille 2. Voisinage
 3. Amis 4. Seul
 5. Professionnel 6. Autre (préciser)

Vous pouvez cocher plusieurs cases (5 au maximum).

38. Coût de mise en place (préciser unité)

39. Méthode d'entretien

40. Coût d'entretien (préciser unité)

41. Avantage des ouvrages individuels

1. Rendement des terres 2. Limitation de l'érosion
 3. Présence d'eau 4. Fertilité
 5. Autre (préciser)

Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).

42. Inconvénient des ouvrages individuels

43. Connaissez-vous quelqu'un qui utilise ce type d'ouvrage?

1. Oui, Zaï 2. Oui, demi-lune 3. Non

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

RNA

44. Pratique de la RNA ?

1. Oui 2. Non 3. Dans le passé

Aller à '45-Raison de l'arrêt ?' si Pratique de la RNA ? = "Dans le passé"

45. Si "dans le passé", raison de l'arrêt?

46. Durée d'application de la RNA

1. De 1 à 5 ans 2. De 6 à 10 ans
 3. De 11 à 15 ans 4. De 15 à 20 ans
 5. + de 20 ans

47. Superficie avec RNA (ha)

48. Nombre d'arbre sur la parcelle avec RNA

49. Source de revenu en lien avec RNA

Ouvrages collectifs

50. Avez-vous connaissance d'ouvrages de récupération collectifs ?

1. Oui, Banquettes 2. Oui, Cordons pierreux
 3. Non

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

51. Localisation des ouvrages collectifs

1. Plateau 2. Versant

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

52. Il y a-t'il un comité de gestion?

1. Oui, villageois
 2. Oui, projet Tanja
 3. Uniquement lors de la mise en place
 4. Non
 5. Je ne sais pas

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

53. Avez-vous participé à la mise en place des ouvrages collectifs?

1. Oui 2. Non 3. Ma famille

Aller à '56-Avantages ouvrages collectifs' si Participation à la mise en place = "Non"

54. Montant du cash for work (préciser unité)

55. Combien de temps avez-vous bénéficié du cash for work?

56. Avantages ouvrages collectifs

1. Pâturage
 2. Collecte fourrage
 3. Habitation
 4. Cueillette
 5. Bois - auto consommation
 6. Bois - vente
 7. Erosion
 8. Cash for work
 9. Autre (préciser)

Vous pouvez cocher plusieurs cases (7 au maximum).

57. VOIR TABLEAU AVANTAGE

58. Inconvénients des ouvrages collectifs

Végétation

59. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

60. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

61. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

62. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

63. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

64. Espèces d'arbre sur les parcelles et utilisation

65. Espèces disparues

66. Espèces apparues

Annexe 5 : Charge caillouteuse des transects

	Transect 1	Transect 2	Transect 3
Plateau			
Versant			
Glacis			
Bas-fond		X	

Annexe 6 : Pourcentage des espèces en fonction des transects

Transect 1					
Espèces	Plateau	Versant	Glacis	Bas-fonds	MOYENNE
<i>Sida cordifolia</i> (L.)	34%		76%	81%	48%
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.		54%			13%
<i>Leptadenia Hastata</i> (Pers.) Decne.	38%	1%			10%
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.		34%			9%
<i>Cassia occidentalis</i> L.	27%		2%		7%
<i>Hyphaene thebaica</i>				17%	4%
Anonyme		5%	10%		4%
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth			9%		2%
<i>Boscia sengalensis</i> (Pers.) Lam.	1%	6%			2%
<i>Balanites aegyptica</i> (L.) Del.			2%	1%	1%
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Wild. Ex Delile				1%	0%

Transect 2					
Espèces	Plateau	Versant	Glacis	Bas-fonds	MOYENNE
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	48%	95%	28%	65%	59%
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Wild. Ex Delile			42%	6%	12%
<i>Balanites aegyptica</i> (L.) Del.			23%	24%	12%
<i>Boscia sengalensis</i> (Pers.) Lam.	25%	1%			7%
<i>Leptadenia Hastata</i> (Pers.) Decne.	16%				4%
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.	7%	4%	5%		4%
<i>Ziziphus mauritania</i> Lam.	4%				1%
<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.			2%		1%
<i>Faidherbia albida</i>				2%	1%
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.,Dirga				2%	1%

Transect 3					
Espèces	Plateau	Versant	Glacis	Bas-fonds	MOYENNE
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	50%	22%	58%	8%	34%
<i>Combretum micranthum</i> G. Don.		64%	23%		22%
<i>Leptadenia Hastata</i> (Pers.) Decne.	50%		19%		17%
<i>Moringa oleifera</i> Lam.				46%	12%
<i>Sida cordifolia</i> (L.)				17%	4%
<i>Balanites aegyptica</i> (L.) Del.				14%	3%
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. Ex DC.		10%		3%	3%
Anonyme		5%		8%	3%
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.,Dirga				5%	1%