

REPUBLIQUE DU NIGER

**MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE, DE L'ASSAINISSEMENT
ET DE L'ENVIRONNEMENT**

SECRETARIAT GENERAL

Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale



Rapport

Diagnostic biophysique et socioéconomique de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma

(Communes de Bilma, Dirkou, Djado et Fachi région d'Agadez)

Juillet, 2024

Table des matières

Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
RESUME.....	viii
INTRODUCTION.....	1
1. Objectifs.....	2
1.1. Objectif global	2
1.2. Objectifs spécifiques.....	2
2. Présentation de la zone d'étude.....	2
2.1. Situation géographique	2
2.2. Caractéristiques biophysiques	3
2.2.1. Relief.....	3
2.2.2. Climat	3
2.2.3. Vent.....	4
2.2.4. Température.....	4
2.2.5. Pluviométrie	4
2.2.6. Végétation	5
2.2.7. Sols	5
2.2.8. Ressources en eau.....	6
2.2.9. Faune	7
2.3. Caractéristiques socioéconomiques	7
2.3.1. Démographie	7
2.3.2. Ethnies, langues et religions.....	8
2.3.3. Economie.....	8
2.3.3.1. Extraction de sel et de natron.....	8
2.3.3.2. Culture des dattes	9

2.3.3.3.	Maraichage.....	9
2.3.3.4.	Commerce	9
3.	Matériel et méthodes.....	10
3.1.	Matériel.....	10
3.2.	Méthodes	10
3.2.1.	Phase préparatoire	11
3.2.1.1.	Recherche bibliographique	11
3.2.1.2.	Préparation de la collecte des données biophysiques.....	11
3.2.1.2.1.	Préparation de la collecte des données pour la cartographie d'occupation des sols	11
3.2.1.2.2.	Préparation de la collecte des données de végétation et des échantillons d'eau	12
3.2.1.3.	Préparation de la collecte des données socio-économiques.....	12
3.2.2.	Phase terrain	13
3.2.2.1.	Réunion d'information/prise de contact.....	13
3.2.2.2.	Réunion de cadrage	13
3.2.2.3.	Collecte de données biophysiques	13
3.2.2.3.1.	Cartographie d'occupation des sols	13
3.2.2.3.2.	Végétation	14
3.2.2.3.3.	Prélèvement des échantillons d'eau	15
3.2.2.4.	Collecte de données socio-économiques.....	16
3.2.3.	Phase de traitement et d'analyse des données.....	17
3.2.3.1.	Données de l'occupation des sols	17
3.2.3.3.	Echantillons d'eau.....	18
3.2.3.4.	Données Socioéconomiques	18
4.	Résultats.....	19
4.1.	Occupation et utilisation des sols	19
4.1.1.	Commune urbaine de Bilma	19

4.1.2.	Commune rurale de Dirkou	20
4.2.	Aspects biophysiques	22
4.2.1.	Analyse de la végétation.....	22
4.2.1.1.	Commune urbaine de Bilma	23
4.2.1.1.1.	Diversité végétale et densité des ligneux de Bilma.....	23
4.2.1.1.2.	Structures en diamètres des ligneux de Bilma	23
4.2.1.1.3.	Structures en hauteur des ligneux de Bilma	24
4.2.1.1.4.	Espèces ligneuses dominantes à Bilma	24
4.2.1.2.	Commune rurale de Dirkou	25
4.2.1.2.1.	Diversité végétale et densité des ligneux de Dirkou	25
4.2.1.2.2.	Structures en diamètres de ligneux de Dirkou	25
4.2.1.2.3.	Structures en hauteur des ligneux de Dirkou	26
4.2.1.2.4.	Espèces ligneuses dominantes à Dirkou.....	26
4.2.2.	Analyse des eaux	27
4.2.2.1.	Paramètres physiques.....	28
4.2.2.2.	Paramètres chimiques	29
4.2.2.3.	Autre paramètre physico-chimique (le Fer Total : FeT)	31
4.2.2.4.	Paramètres bactériologiques	32
4.3.	Caractéristiques socioéconomiques des communes.....	34
4.3.1.	Population des communes de la zone d'étude	34
4.3.2.	Infrastructures socioéconomiques de base	34
4.3.3.	Activités socioéconomiques des populations	35
4.3.4.	Activités sources de revenus.....	36
4.3.5.	Catégories sociales en fonction des revenus.....	37
4.3.6.	Sécurité alimentaire	37
4.3.7.	Risques environnementaux.....	38
4.3.8.	Acquis en matière de GDT	41

4.3.9.	Taux d'adoption de quelques techniques de GDT	41
4.3.10.	Renforcement des capacités des populations	42
4.3.11.	Structures et organisations paysannes	43
4.3.12.	Gestion foncière	43
4.3.13.	Emissions de CO ₂	43
4.3.14.	Consommation de bois énergie et émissions de CO ₂	44
4.3.15.	Migration.....	45
4.3.16.	Faune sauvage.....	46
4.4.	Problématique de la zone d'étude	47
4.4.1.	Agriculture.....	47
4.4.2.	Elevage	47
4.4.3.	Environnement.....	48
4.4.4.	Hydraulique	48
4.4.5.	Génie rural	49
4.5.	Besoins en matériels.....	49
	Conclusion et recommandations	53
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	I
	ANNEXES	II
	Annexe1 : Points d'incertitudes pour la vérité terrain.....	II
	Annexe 2 : Prélèvement des échantillons d'eau dans les communes de Bilma et Dirkou.....	III
	Annexe 3 : Liste des personnes rencontrées.....	VI

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Description des images Sentinel-2 utilisées	11
Tableau 2 :	Correspondance recouvrement et coefficient Abondance-dominance de Braun-Blanquet	14
Tableau 3 :	Statistiques d'occupation et d'utilisation des terres de Bilma.....	20
Tableau 4 :	Statistiques d'occupation et d'utilisation des terres de Dirkou	21

Tableau 5 : Diversité végétale et densité des ligneux de la commune de Bilma	23
Tableau 6 : Diversité végétale et densité des ligneux de la commune de Dirkou.....	25
Tableau 7 : Résultats de l'analyse des éléments physicochimiques des échantillons d'eaux de Bilma/Kawar	30
Tableau 8 : Résultats de l'analyse des éléments bactériologiques des échantillons d'eaux de Bilma/Kawar	33
Tableau 9 : Projection de la population des communes de Bilma et Dirkou	34
Tableau 10 : Revenus moyens par catégorie socioéconomique dans les communes enquêtées	37
Tableau 11 : Nombre moyen de mois de sécurité alimentaire des ménages	38
Tableau 12 : Effectif des structures et organisations paysannes	43
Tableau 13 : Consommation de bois énergie et émissions de CO ₂	44
Tableau 14 : Emission du CO ₂ par l'usage de la motopompe	45
Tableau 15 : Situation des espèces de la faune sauvage.....	46
Tableau 16 : Besoins en matériels de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma	49

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma	3
Figure 2 : Prélèvement d'eau à Bilma, Puis pastoral de Intchi Tchimea et Forage artésien ...	15
Figure 3 : Prélèvement d'eau à Dirkou, Cuvette Eyni (Argui) et Site maraîcher (Chimindour)	15
Figure 4 : Focus groupe dans le village de Aguer (Bilma).....	16
Figure 5 : Focus groupe dans le village de Beza (Dirkou	16
Figure 6 : Carte d'occupation et d'utilisation des terres de la commune de Bilma.....	19
Figure 7 : Carte d'occupation et d'utilisation des terres de la commune de Dirkou	21
Figure 8 : Unités échantillonnées de la zone d'étude	23
Figure 9 : Structures en diamètre des ligneux de Bilma	24
Figure 10 : Structures en hauteur des ligneux de Bilma	24
Figure 11 : Espèces ligneuses dominantes à Bilma.....	25
Figure 12 : Structures en diamètre des ligneux de Dirkou.....	26
Figure 13 : Structures en hauteur des ligneux de Dirkou.....	26
Figure 14 : Espèces ligneuses dominantes à Dirkou	27
Figure 15 : Variation du pH des échantillons d'eau	28

Figure 16 : Variation de la conductivité électrique des échantillons d'eau.....	29
Figure 17 : Variation du Fer Total des échantillons d'eau	31
Figure 18 : Château d'eau sur le site de Kalala (Bilma)	31
Figure 19 : Infrastructures socioéconomiques de base des villages enquêtés.....	35
Figure 20 : Principales activités des populations des villages étudiés	36
Figure 21 : Activités sources de revenu des populations de la zone	36
Figure 22 : Evolution de la production agricole des 5 dernières années.....	37
Figure 23 : Principaux risques rencontrés par les populations.....	39
Figure 24 : Activités affectées par les risques	39
Figure 25 : Mesures prises pour faire face aux risques	40
Figure 26 : Stratégies d'adaptation en matière de sécurité alimentaire	41
Figure 27 : Acquis en matière de GDT.....	41
Figure 28 : Taux d'adoption des techniques GDT	42
Figure 29 : Principaux renforcements des capacités obtenus par les populations.....	42
Figure 30 : Principaux modes d'acquisition de la terre	43
Figure 31 : Types de migrations rencontrées dans la zone.....	45
Figure 32 : Evolution des flux migratoires.....	46

RESUME

La région d'Agadez regorge divers écosystèmes comme les oasis dont leur gestion intégrée est compromise à cause de leur dégradation et le manque de cadres juridiques, institutionnels et techniques permettant un suivi à long terme.

Le Projet de « Gestion Intégrée des Ecosystèmes Oasiens (PGIEO) » vient à point nommé pour favoriser la gestion durable de ces écosystèmes.

Le Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE) a été identifié comme structure compétente à la mise en œuvre du Produit 1.2 de la composante 1 du PGIEO qui précise la création d'un Observatoire National des Ecosystèmes des forêts des Oasis et des vallées arides (ONEO).

Ce rapport porte sur le diagnostic biophysique et socioéconomique pour la mise en place de l'Observatoire des oasis du Kawar/Bilma.

Le diagnostic fait ressortir une dominance des étendues dunaires suivies des sols nus en termes d'occupation des sols ; la présence d'une végétation composée de steppes avec des cultures de dattiers ; l'existence d'espèces de faune sauvage ; la présence d'une ressource importante d'eau souterraine et de surface ; l'existence d'infrastructures socioéconomiques de base qui méritent d'être renforcées ; la pratique du maraîchage, de l'arboriculture (culture de dattier) et de l'extraction du natron.

Plusieurs menaces sont recensées dont l'ensablement, la dégradation du couvert végétal, la baisse de la production des dattiers, l'envahissement des plantes aquatiques, les attaques parasitaires des principales cultures, les vents violents, le braconnage, les risques de pollution et les fortes chaleurs.

Pour faire face à cette situation, il s'avère urgent de mettre en place un dispositif de surveillance de ces problématiques afin de prévenir et d'anticiper sur les éventuels risques. Parallèlement à ce dispositif, des actions doivent être entreprises comme la fixation des dunes, la lutte contre les plantes aquatiques envahissantes, la réalisation des ouvrages hydrauliques, les traitements phytosanitaires, les entretiens des dattiers en vue de booster leur production et l'organisation de la filière du natron.

INTRODUCTION

La région d'Agadez regorge divers écosystèmes, en particulier ceux des oasis, des plaines, des vallées et des montagnes, qui fournissent des biens et services importants pour le bien-être socio-économique des communautés locales mais aussi mondiales. Cependant, divers obstacles compromettent la gestion intégrée de ces écosystèmes. On dénombre entre autres, le manque de cadres juridiques, institutionnels et techniques permettant un suivi à long terme. A cela, s'ajoute la dégradation de ces écosystèmes dans un pays comme le Niger, dont les 2/3 de la superficie sont désertiques et qui se trouvent être accablés de façon récurrente par des sécheresses. Pour ce faire, le maintien des services écosystémiques, écologiques et sociaux fournis par les écosystèmes des oasis et vallées est un enjeu important pour les communautés locales. C'est pourquoi, le Ministère en charge de l'Environnement a, en étroite collaboration avec ONU-Environnement, engagé un processus de formulation d'un projet portant sur la gestion durable des écosystèmes oasiens et les vallées arides du Niger. A l'issue de ce processus, le Niger a obtenu à travers ONU-Environnement un financement du Fond pour l'Environnement Mondial (FEM) afin de conduire la phase préparatoire du Projet « Gestion Intégrée des Ecosystèmes Oasiens (PGIEO) ». Le projet est constitué de quatre composantes que sont :

- **Composante 1** : Amélioration de l'environnement favorable à la conservation de l'écosystème des forêts des oasis et de forêts de vallées arides au Niger ;
- **Composante 2** : Planification intégrée du paysage des forêts des oasis et des vallées arides dans le massif de l'Aïr ;
- **Composante 3** : Mesures de conservation des écosystèmes des forêts des vallées arides et des oasis ;
- **Composante 4** : Gestion du projet PGIEO.

Dans le cadre de la composante 1, le Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE) a été identifié comme structure compétente à la mise en œuvre du Produit 1.2 qui précise la création d'un Observatoire National des Ecosystèmes des forêts des Oasis et des vallées arides (ONEO). Il est en effet, composé de trois (04) observatoires à savoir l'Observatoire de l'Aïr, du Kawar/Bilma et ceux du Niger Oriental (Observatoire de Diffa et Observatoire de Zinder).

Ce rapport porte sur le diagnostic biophysique et socioéconomique dans le cadre du processus de mise en place de l'Observatoire des oasis du Kawar/Bilma.

1. Objectifs

1.1. Objectif global

L'objectif global est de procéder au diagnostic biophysique et socioéconomique en vue de la mise en place de l'Observatoire des oasis du Kawar/Bilma.

1.2. Objectifs spécifiques

Spécifiquement, il s'agit de :

- Analyser la documentation et les données sur l'observatoire ;
- Collecter sur le terrain les données biophysiques de référence ;
- Collecter sur le terrain les informations socio-économiques de référence ;
- Faire la vérité terrain pour l'élaboration des cartes d'occupation des sols de référence ;
- Créer une base de données, biophysiques, cartographiques et socio-économiques permettant de disposer d'informations détaillées sur l'observatoire ;
- Recenser les besoins en matériels techniques et administratifs pour une bonne opérationnalité de l'observatoire.

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Situation géographique

L'observatoire du Kawar/Bilma est situé à l'extrême Nord-est du Niger, entre le 17^{ème} et le 23^{ème} parallèle. Il est limité au Nord par l'Algérie et la Libye, au Sud par les départements de Tesker et de N'Gourti, à l'Est par la République du Tchad et à l'Ouest par les départements d'Iferouane et de Tchirozérine.

L'observatoire du Kawar/Bilma compte 4 communes (Djado, Dirkou, Fachi et Bilma) (Figure 1). Cependant, l'étude n'a porté que sur les communes de Bilma et Dirkou compte tenu du contexte de la zone.

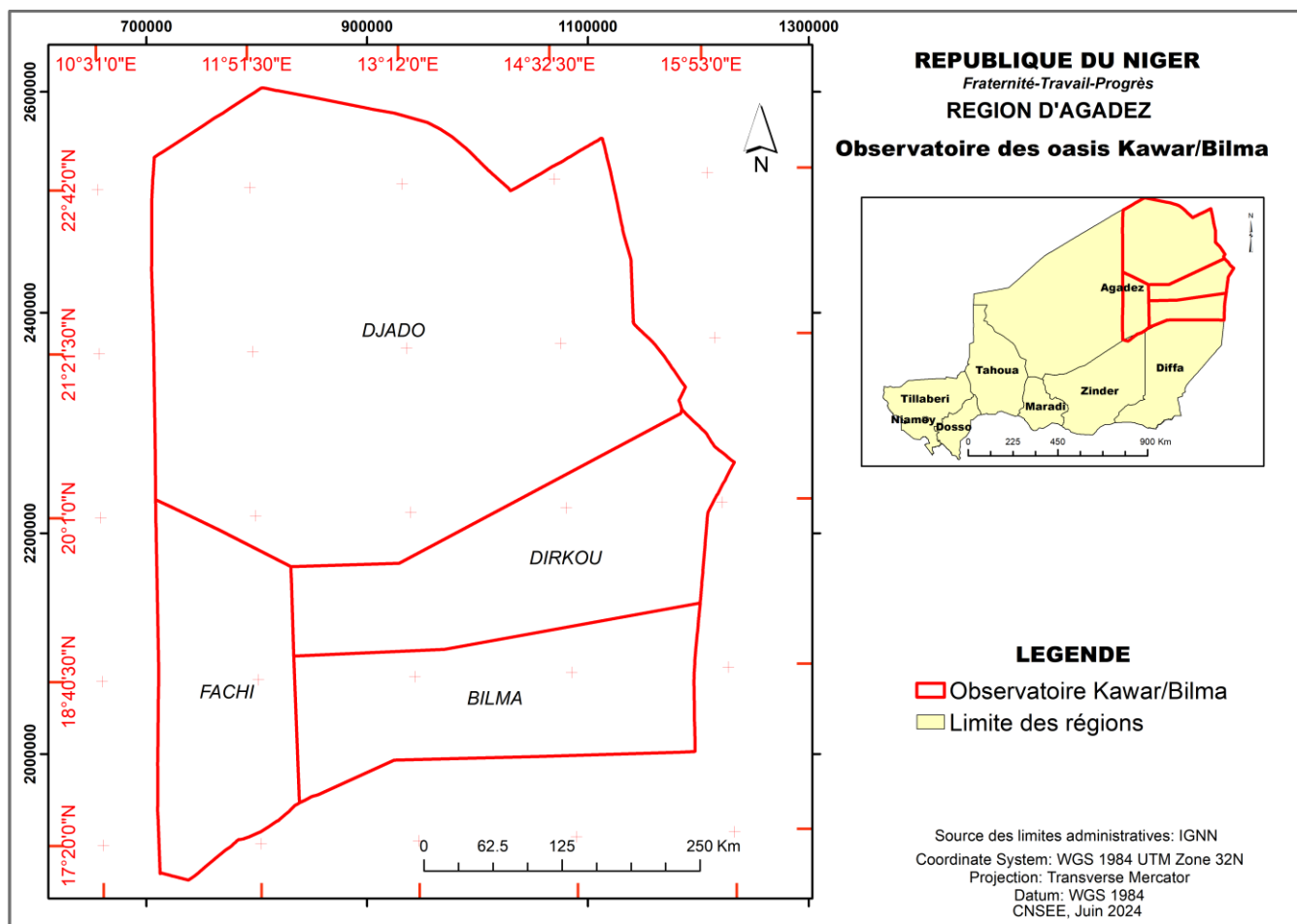


Figure 1 : Localisation de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma

2.2. Caractéristiques biophysiques

2.2.1. Relief

Le relief de la zone d'étude est composé de deux éléments importants :

- L'erg de Bilma : Situé à l'est de Fachi jusqu'à la frontière du Tchad ;
- La falaise : D'une altitude de 150 m, cette falaise dentelée s'allonge du nord au sud sur une distance d'environ 120 km d'Agueur jusqu'au-delà de Zoo Baba. Elle constitue un rempart pour les palmeraies des dattiers et les oasis.

2.2.2. Climat

Le climat de la zone d'étude est de type hyper-aride, caractérisé par une faible humidité relative, accompagnée de hautes températures, une précarité des précipitations, un régime de vents réguliers et une évaporation importante.

Les variations de température sont brusques avec des amplitudes thermiques allant jusqu'à 45 degrés (sous - abri) en saison chaude et en dessous de 0° en saison froide.

2.2.3. Vent

Le vent est omniprésent dans la zone. On y distingue deux types, soufflant à des périodes différentes :

- L'Alizé du Nord ou l'harmattan de direction Nord-Est, Est -Ouest, Sud-Ouest qui souffle d'octobre à juin. C'est un vent continental modéré sec, avec des vitesses variables, peu turbulent mais régulier. Il se lève le matin, souffle toute la journée et s'arrête au coucher du soleil. Parfois, on observe le phénomène contraire. Il se révèle sous différentes formes de tempête de sable avec des rafales. Il atteint son maximum aux environs de midi et se déplace en mouvements ondulatoires.
- Le second type de vent est la mousson ou vent du Sud-Ouest qui souffle entre juillet et septembre et est dû à des faibles incursions des masses d'air océanique consécutivement à la remontée du Front Inter Tropical (FIT) vers le tropique du cancer. Vent humide chargé de vapeur d'eau, il apporte souvent la pluie.

Ces vents constituent la cause principale de l'ensablement des palmeraies, des jardins, des salines, des infrastructures et des habitations.

2.2.4. Température

Les variations des températures sont brusques et très fortes avec des amplitudes thermiques allant jusqu'à 45° sous l'ombre en saison chaude et en dessous de 0° en saison froide. Les températures sont très élevées en saison sèche (Avril, Mai et Juin) et peuvent atteindre 47° à l'ombre voire au-delà. La minimale peut aller en deçà de 0° (Décembre-Janvier-Février). En fonction des variations annuelles de températures, deux saisons de durées différentes se distinguent dans l'année :

- Une saison froide d'octobre en Mars avec des vents secs, frais et réguliers ;
- Une saison chaude qui s'étend de Mars à Septembre avec des vents chauds et secs.

Dans les deux cas, la durée de ces deux saisons est plus longue que celle observée par le passé.

2.2.5. Pluviométrie

Les hauteurs de pluie enregistrées entre 2003 et 2013 au niveau du poste pluviométrique de Bilma donnent une moyenne annuelle de 15,12 mm. Il faut noter qu'en 2006, il a été enregistré 77,4 mm dont 63,4 mm en une journée (25 Août 2006).

L'observation faite par les populations et certaines personnes âgées indiquent que les précipitations sont rares (7,8 mm moyenne annuelle sur 30 ans) dans la zone. Mais les hauteurs de pluies connaissent aussi des variations. Le cumul annuel est souvent très important que d'habitude.

2.2.6. Végétation

La zone d'étude se trouve dans le compartiment Sud-saharien oriental D2 avec une végétation composée de steppes avec des cultures de dattier dans les oasis (Saadou, 1990).

Les espèces ligneuses dominantes sont *Phoenix dactylifera* (palmier dattier), *Hyphaene thebaica* (palmier doum), *Acacia nilotica*, *Acacia radiana*, *Acacia ehrenbergiana* et *Salvadora persica*.

Dans les villages, on rencontre des espèces exotiques telles que *Prosopis juliflora*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Dalbergia sissoo* et *Leucaena leucocephala*.

Quant aux herbacées, on rencontre essentiellement *Aristida spp*, *Strap Agrostis vullierens* et *Typha australis*.

Toutes les strates de la végétation subissent une pression anthropique et climatique qui favorise la disparition de certaines espèces et compromet la pérennité des terres.

2.2.7. Sols

Selon la structure, on rencontre trois principaux types de sol dans la zone d'étude :

- Le sol sablo argileux ;
- Le sol à sable fin ;
- Le sol salé.

Les sols des oasis correspondent dans l'ensemble à des sols minéraux bruts constitués de sable éolien déposé sur d'anciennes surfaces alluviales ou des paléosols, formés sous des climats moins arides que l'actuel.

Les sols majoritairement sablonneux sont d'autant plus fragiles qu'il y a une forte dégradation du couvert végétal. Ils sont soumis à l'érosion éolienne qui contribue au processus de désertification.

De façon concomitante, on observe d'une part l'ensablement des palmeraies et d'autre part la dégradation des terres de culture et enfin l'ensablement des agglomérations et des infrastructures socio-économiques.

L'érosion éolienne et la remontée saline sont les principaux facteurs qui influencent la qualité des terres agricoles et pastorales.

2.2.8. Ressources en eau

Les ressources en eau de la commune de Bilma sont constituées des eaux souterraines peu profondes. La profondeur moyenne d'un puits varie de 1 à 3 mètres dans les oasis de la commune.

En ce qui concerne les eaux de surface, on y dénombre plusieurs points d'eau localisés dans le chef-lieu de la commune dont les principales sont :

- La mare artificielle d'Aboubou, alimentée par le forage artésien ;
- La source de Timero ;
- La source de TchiIntchié ;
- La source de Tchololo ;
- La source de Kemindar ;
- La source de Baday et de Rosko.

La commune rurale de Dirkou dispose d'une importante quantité d'eau appartenant à l'énorme système aquifère des bassins de Djado et Bilma qui occupent tout le nord-est du Niger et s'étend au-delà des frontières nord et Est.

Ce système a une superficie d'environ 300 000 km² en territoire nigérien. Il est constitué par deux sous systèmes de superficie approximativement égale qui se communiquent entre eux.

Le sous-système de Bilma au sud a comme réservoir aquifère les grés du crétacé (Continental hamadien et continental intercalaire). Ceux-ci sont en contact direct avec les grés du primaire du sous-système de Djado et assurent ainsi la continuité hydraulique entre les deux sous-systèmes. Les nappes aquifères du remplissage quaternaire qui fournissent des ressources en eau aux puisards et aux palmeraies des oasis de l'Agram, du Kawar et du Djado (de Fachi à Orida en passant par Bilma, Dirkou, Siguidine, Chirfa) sont alimentées par l'énorme réservoir aquifère du système primaire-crétacé de Djado-Bilma sommairement décrit ci-dessus.

Les nappes quaternaires locales des oasis constituent ainsi autant de relais permettant d'exploiter les ressources d'eau souterraine du primaire et crétacé par une technologie simple et peu coûteuse : puits, puisards et plantation des palmeraies dattiers puisant l'eau directement de la nappe.

La commune de Dirkou dispose de deux (2) mares (Mares d'Argui et Ayama) utilisée généralement pour le maraichage, l'abreuvement des animaux, l'extraction de natron et la baignade.

2.2.9. Faune

En ce qui concerne la faune de la zone d'étude, les rares espèces qu'on rencontre sont la gazelle *dorcas*, le fennec *zarda*, le chacal, le lièvre, les pigeons sauvages, le corbeau, les reptiles et les batraciens.

La dégradation du milieu et des niches écologiques a conduit d'une part à l'appauvrissement de la faune et la disparition de nombreuses espèces recherchées (gazelles) et d'autre part à l'accroissement de la pression des prédateurs (chacals, caracals et chien errants) sur les animaux, par ailleurs vecteurs de maladies.

Les ressources halieutiques sont presque inexistantes dans la zone. Cependant, il existe une mare artificielle à Bilma d'où on note l'introduction de *Tilapia nilotica*, probablement dans les années 1980, espèce rustique et très florissante mais malheureusement condamnée au nanisme par insuffisance d'aliments.

2.3. Caractéristiques socioéconomiques

2.3.1. Démographie

Les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGP/H) de 2012 donnent à la commune urbaine de Bilma une population de 4.330 habitants dont 2.099 femmes représentant 48,47%. Sur la base des projections démographiques de l'Institut National des Statistiques (INS), cette population est estimée en 2022 à 6.049 habitants dont 2.932 femmes soit 48,47%.

La densité est de 0,1 hbt/km² avec un taux d'accroissement naturel de 3,7 % (Projection INS 2021 pour la région d'Agadez).

La population de la commune urbaine de Bilma se distingue par sa jeunesse. En effet, 3.652 personnes ont moins de 20 ans, soit 60,37%. Ce qui pourrait constituer une véritable opportunité pour la commune surtout si ces jeunes sont pleinement impliqués dans le processus de développement socioéconomique.

La population de la commune rurale de Dirkou est de 10.435 habitants dont 5 323 femmes (RGP/H, 2012). Sur la base des projections démographiques de l'INS, cette population est estimée en 2022 à 14 317 dont 6 940 femmes soit 48,47%.

La population de Dirkou se distingue, elle aussi, par sa jeunesse. En effet, 7 741 personnes ont moins de 20 ans, soit 54,06%.

2.3.2. Ethnies, langues et religions

Les principales ethnies sont les Kanouri et les Toubous. A ces communautés s'ajoutent des Haoussa, des Arabes, des Peulhs, des Touareg, des Djerma et d'autres communautés étrangères (Nigériens, Ghanéens, Tchadiens, Maliens, etc.).

Les langues couramment parlées sont le Kanouri, le Toubou et le Haoussa. La population est en majorité musulmane.

2.3.3. Economie

Les principales activités économiques de la zone d'étude sont l'extraction du sel et du natron, la production de datte et le maraîchage.

2.3.3.1. Extraction de sel et de natron

Dans la commune urbaine de Bilma, l'extraction du sel qui se fait de façon artisanale donne trois (3) variétés de sel : le sel blanc utilisé pour la cuisine, le sel noir transformé en galettes de sel ou en pains de sel sert à l'alimentation du bétail et les résidus d'extraction (Bararom) qui souvent servent à soigner des coliques. La production annuelle de ce sel est estimée à plus de 20.000 tonnes par an (source : la commune). C'est dire toute l'importance de ce produit pour les populations de la commune et particulièrement pour les populations de la ville où chaque ménage possède au moins un bassin d'extraction de sel. Toutefois, il faut signaler que ce produit rencontre un sérieux problème de commercialisation. La surproduction et les coûts très bas de vente du sel rendent les producteurs très vulnérables et bien exposés aux pratiques malsaines des usuriers.

Au niveau de la commune rurale de Dirkou, le natron est exploité au niveau des villages d'Achinouma (mare d'Ayama) et de Argui (mare de Barara). Ce natron procure des revenus appréciables à la population.

Selon les données de l'enquête diagnostic 2016, la production annuelle est de 900 tonnes de natron au niveau des mares de Argui (300 tonnes) et de Achinouma (600 tonnes).

La production estimée est vendue sur les sites, à Dirkou, Agadez, Zinder. Elle est même exportée vers le Nigeria.

Le natron (carbonate de sodium) est utilisé principalement pour la consommation humaine avec le tabac à chiquer. Il entre dans la cuisson de certains aliments comme le niébé ou même pour guérir de maux de ventre. Enfin, il est utilisé de manière régulière comme composant dans la pharmacopée traditionnelle.

2.3.3.2. Culture des dattes

La production de dattes est la seconde activité de la population de la commune de Bilma. Les quantités moyennes annuelles produites sont estimées à plus de 100 tonnes.

Le niveau de production est assez faible par rapport au nombre impressionnant de dattiers que possèdent les producteurs.

La faiblesse de la production est principalement causée par le vieillissement des palmiers dattiers, l'ensablement continu des oasis et les attaques des acariens.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est le pivot de l'écosystème des oasis du Kavar. Assurant outre son rôle de couvert végétal limitant les phénomènes d'érosion et rendant possible les cultures par la création d'un méso-climat favorable, il est le centre des activités d'une grande partie de la population, dont il constitue actuellement le principal revenu.

Selon le recensement effectué par l'ONG Action Contre la Faim (ACF) en 2001, la commune de Dirkou dispose de 147.400 palmiers dattiers productifs. Le rendement moyen est estimé à 11 kg/pied. La production annuelle est de 1.621 tonnes de dattes.

Selon les données de l'enquête diagnostic 2016, la production annuelle est de 1.860 tonnes de dattes. Le diagnostic participatif 2023 a quant à lui fait cas d'une production annuelle moyenne de 40 sacs par ménage.

2.3.3.3. Maraichage

Le maraîchage est pratiqué dans les oasis par les hommes et les femmes. Les cultures les plus pratiquées sont l'oseille, la luzerne, la tomate, le melon, la pastèque, le haricot vert, l'aubergine, la laitue, le chou et l'arachide. La quasi-totalité de cette production est destinée à l'autoconsommation.

Le maraîchage est pratiqué toute l'année dans les différents villages.

Les cultures sont arrosées à la main ou par canaux d'irrigation. L'eau provient des sources, des forages et des puisards.

2.3.3.4. Commerce

Le marché de Dirkou est la plaque tournante où les transactions se réalisent quotidiennement. Les populations s'approvisionnent en produits de consommation courante ou de première nécessité (les pâtes alimentaires, le riz, la farine du blé, le lait, le sucre, le thé, la cola, les

cigarettes, l'huile de cuisine, les textiles, les hydrocarbures et les produits cosmétiques) et en fruits et légumes.

Le commerce caravanier était essentiellement assuré par les touareg de l'Aïr et en partie par les Toubous vivants dans le Sud (Diffa, Zinder). Et chaque famille avait ses caravaniers avec lesquels elle faisait les échanges mais la disparition des pâturages dans l'Agram, le Kawar et le Ténéré a amené certains nomades Toubous à se déplacer vers les environs de Termit. Le commerce des caravaniers, largement diminué suite aux sécheresses et à la concurrence croissante des commerçants et du transport par camion, continue malgré tout à jouer son rôle dans l'économie. Ce type de commerce, à travers le troc et d'autres formes d'échanges spécifiques, concerne un grand nombre d'éleveurs provenant de l'Aïr (principalement) ou des régions de Termit et du Manga (N'Gourti). Le maintien de ce trafic qui s'étend dans les deux sens jusqu'au Nigeria demeure une réalité et on estime qu'il couvre environ 20 % des échanges et contribue à la sécurité alimentaire.

3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel

Le matériel utilisé dans le cadre de ce travail est constitué de :

- GPS pour la prise des coordonnées géographiques ;
- Jalons pour la mesure des hauteurs des arbres et arbustes ;
- Compas forestier numérique et un pied à coulisse respectivement pour la mesure du diamètre des arbres et des arbustes ;
- Ruban dendrométrique de 50 m pour la délimitation et l'implantation des placettes ;
- Appareil photo numérique pour la prise de vue ;
- Lot de piquets pour la matérialisation des placettes ;
- Lot de fiches pour la collecte de données biophysiques ;
- Bidons stérilisés de 0,5 l pour la collecte des échantillons d'eau ;
- Glacières pour la conservation des échantillons d'eau ;
- Tablettes pour la collecte des données socio-économiques.

3.2. Méthodes

Pour mener à bien cette étude et atteindre les objectifs fixés, le CNSEE a adopté une démarche méthodologique participative et scientifique basée sur trois (3) phases.

3.2.1. Phase préparatoire

3.2.1.1. Recherche bibliographique

La documentation en rapport avec l'étude est rassemblée et exploitée (rapports et études antérieurs sur la région d'Agadez, Plans de Développement Communaux des communes de Bilma et Dirkou, documents d'évaluation des projets similaires intervenus dans la zone d'étude, études environnementales, recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles, etc.). Les cartes d'occupation des sols disponibles dans la base de données du CNSEE ont fait également l'objet d'exploitation.

3.2.1.2. Préparation de la collecte des données biophysiques

Les données biophysiques sont relatives essentiellement à la cartographie d'occupation des sols, à la végétation et aux échantillons d'eau.

Ainsi, les différents outils de collecte ont été mis à jour avant d'être imprimés. Il s'agit des fiches de vérité terrain, des fiches de relevé de la végétation ainsi que les fiches de relevés piézométriques et d'analyse de l'eau.

3.2.1.2.1. Préparation de la collecte des données pour la cartographie d'occupation des sols

Les images Sentinel-2 qui ont servi à la cartographie de l'occupation des sols ont été téléchargées gratuitement à partir des serveurs de données de copernicus (<https://www.copernicus.eu/fr>). Les images de meilleure qualité, de couverture nuageuse quasi nulle en allant de la période de juillet à octobre 2023 ont été utilisées. Le tableau ci-dessous donne les références précises des images Sentinel-2 utilisées.

Tableau 1 : Description des images Sentinel-2 utilisées

Satellite	Scènes	Référence	Dates	Qualité de l'image
Sentinel-2	S2A_MSIL1C_T32QRF_20231031T094131	QRF	31/10/2023	5/10
	S2A_MSIL1C_T33QTB_20230730T093041	QRG	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QTB_20231031T094131	QTB	31/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QTA_20230730T093041	QTA	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QTB_20230730T093041	QTB	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QTB_20231031T094131	QTB	31/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QTV_20231028T093111	QTV	28/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QUA_20230730T093041	QUA	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QUB_20230730T093041	QUB	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QUC_20231028T093111	QUC	28/10/2023	

	S2A_MSIL1C_T33QVA_20230730T093041	QVA	30/07/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QVC_20231028T093111	QVC	28/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QWB_20231025T092041	QWB	25/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QWC_20231028T093111	QWC	28/10/2023	
	S2A_MSIL1C_T33QRE_20231028T093111	QRE	28/10/2023	

Après le téléchargement, les images sentinel-2 ont subi un prétraitement dans le but de procéder à la correction radiométrique et atmosphérique. Ce qui a permis de passer de la luminance à la réflectance et de corriger les bruits susceptibles de modifier certaines informations des images.

L'amélioration des images a continué avec l'établissement des compositions colorées (fausse couleur) à partir des bandes (canaux) 3, 4 et 8. Ce choix s'explique du fait que ces trois (03) bandes ont la meilleure résolution spatiale (10x10m) et que les longueurs d'onde du visible (bandes 3, 4) et du proche infrarouge (bande 8) contiennent à elles seules 90% des informations spectrales relatives à la végétation vivante (Baret et *al.*, 1988).

Ensuite, l'équipe du CNSEE a procédé à l'identification des points d'incertitude (objets des images méconnus ou difficiles à reconnaître) de la zone d'étude (Annexe 1) et à l'introduction de leurs coordonnées géographiques dans un récepteur GPS.

Enfin, la reprographie des fiches de collecte de données terrain et celles des captures d'écran des zones d'incertitude des images satellitaires est faite.

3.2.1.2.2. Préparation de la collecte des données de végétation et des échantillons d'eau

La base « *map* » disponible dans le logiciel QGIS a permis, après superposition de la limite de la zone d'étude de choisir les points de collecte de données de végétation et des échantillons d'eau. Ce choix a tenu compte de l'hétérogénéité du milieu et de l'accessibilité des points.

Les coordonnées géographiques des différents points choisis ont été introduites dans des récepteurs GPS pour la navigation lors de la phase terrain.

3.2.1.3. Préparation de la collecte des données socio-économiques

La plateforme « *Kobo Tool Box* » et l'application « *KoboCollecte* » sont mis à profit dans le cadre de la collecte des données socioéconomiques. Ces outils permettent non seulement d'éviter le coup et la charge de la reprographie des fiches (papier) mais aussi de gagner en temps. Les informations collectées sont envoyées, en temps réel dans le serveur « *Kobo ToolBox* », ce qui épargne la saisie des données de retour au bureau. La démarche pour

l'utilisation de cet outil est la suivante : Tout d'abord, un compte est ouvert sur le site de « *Kobo Tool Box* ». Ensuite, la fiche d'enquête validée par l'équipe socio-économique est saisie et paramétrée dans la plateforme « *KoboToolBox* » puis déployée dans le compte créé à cet effet.

Enfin, l'application « *KoboCollect* » est installée et paramétrée dans les tablettes et/ou téléphones (Android) avant de procéder à la connexion de l'application « *KoboCollect* » au compte.

3.2.2. Phase terrain

La phase terrain est conduite après la tenue des réunions d'information/prise de contact et de cadrage.

3.2.2.1. Réunion d'information/prise de contact

Les équipes du CNSEE ont d'abord rencontré les autorités administratives (Gouverneur, Préfet, élus locaux, etc.) et coutumières avant de commencer la collecte des données terrain.

3.2.2.2. Réunion de cadrage

Elle a consisté à des réunions de concertation des parties prenantes sur les aspects techniques au niveau de la région d'Agadez et des communes de Bilma et Dirkou.

Ainsi, les équipes ont échangé avec l'Unité de Gestion du Projet (UGP) PGIEO, les services techniques de l'Environnement, de l'Agriculture, de l'Elevage, du Génie rural, et de l'Hydraulique.

Ces échanges ont permis non seulement aux équipes d'expliquer les objectifs de la mission mais aussi de partager les différents outils et méthodes de collecte de données puis de recueillir leurs avis et attentes. Ce qui a permis d'affiner les outils et méthodes de collecte des données.

3.2.2.3. Collecte de données biophysiques

Les données biophysiques collectées ont servi à l'élaboration des cartes d'occupation des sols, à la caractérisation de la végétation et à l'analyse des échantillons d'eau.

3.2.2.3.1. Cartographie d'occupation des sols

La collecte de données pour l'élaboration des cartes d'occupation des sols s'est faite à travers la vérité terrain. Cette dernière consiste à retrouver sur le terrain les points d'incertitudes préalablement identifiés (Annexe 1) grâce à la navigation au récepteur GPS. Au niveau de chaque point des photos sont prises et une description complète de l'écosystème est faite sur

la base de la Nomenclature d'Occupation des Sols du Niger (NOS-Niger) et des connaissances terrain.

3.2.2.3.2. Végétation

Les données sur la végétation ont été collectées dans les différentes strates de végétation qui composent la zone d'étude. Il s'agit principalement des formations de steppes et des cultures de dattier.

Les placettes de collecte des données ont des dimensions qui varient de 50m×20m (1000m²) dans les steppes et 50m×50m (2500m²) dans les cultures de dattier.

Des mesures dendrométriques et des relevés phytosociologiques ont été réalisés au niveau de ces placettes. Les relevés phytosociologiques sont faits selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932), basée sur le critère de l'homogénéité floristique et écologique des stations (GOUNOT, 1969). Cette méthode consiste à affecter à chaque espèce ligneuse présente dans la placette un coefficient d'abondance dominance. Le tableau 2 présente l'échelle de Braun-Blanquet.

Tableau 2 : Correspondance recouvrement et coefficient Abondance-dominance de Braun-Blanquet

Recouvrement (%)	Coefficient Abondance-dominance
] 0 ; 1]	+
] 1 ; 5]	1
] 5 ; 25]	2
] 25 ; 50]	3
] 50 ; 75]	4
] 75 ; 100]	5

Pour les relevés dendrométriques, plusieurs paramètres sont relevés :

- Nom scientifique de l'essence ligneuse ;
- Hauteur de la tige principale ;
- Diamètre à hauteur d'homme, 1,30 m du sol pour les arbres et à 20 cm pour les arbustes et les arbrisseaux ;
- Diamètre du houppier sur 2 axes perpendiculaires ;
- Nombre de tiges ou de ramifications à la base.

Lors des relevés, les paramètres stationnels ci-dessous sont notés sur une fiche normalisée.

- Localité (terroirs, commune, département) ;
- Date du relevé ;

- Coordonnées géographiques de la placette ;
- Type d'unité de gestion ou type de formation végétale ;
- Type d'exploitation (unité de gestion à vocation pastorale ou agricole) ;
- Texture du sol ;
- Facteurs de perturbation du milieu (pression pastorale, prélèvements, etc.) ;
- Activités de la méso-faune (plaquage de termites, termitière).

3.2.2.3.3. Prélèvement des échantillons d'eau

Le prélèvement des échantillons d'eau s'est fait au niveau des points d'eau en prenant en compte les différents usages (consommation humaine, agricole et pastorale) dans les communes de Bilma et Dirkou (Annexe 2).

Des bouteilles en plastique de 1 litre et 0,5 litre ont été utilisées pour le prélèvement (Figure 2 et 3).



Figure 2 : Prélèvement d'eau à Bilma, Puis pastoral de Intchi Tchimea et Forage artésien



Figure 3 : Prélèvement d'eau à Dirkou, Cuvette Eyeni (Argui) et Site maraîcher (Chimindour)

Le protocole de prélèvement consiste à rincer d'abord la bouteille avec de l'eau à prélever. Une fois remplie, la bouteille est fermée et étiquetée avec les informations suivantes : Nom localité/commune ; Nom du point d'eau ; Usage ; Coordonnées géographiques ; Date de prélèvement.

Les échantillons d'eau collectés sont conditionnés dans une glacière et acheminés au laboratoire de Géologie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey pour les analyses.

3.2.2.4. Collecte de données socio-économiques

Le formulaire électronique installé dans les tablettes est administré en focus groupe au niveau des villages échantillonnés (Figure 4 et 5).



Figure 4 : Focus groupe dans le village de Aguer (Bilma)



Figure 5 : Focus groupe dans le village de Beza (Dirkou)

L'assemblée questionnée est composée des sages du village et de personnes ressources connaissant bien le terroir. Les discussions se sont déroulées au tour du chef du village ou de son représentant.

3.2.3. Phase de traitement et d'analyse des données

Les données ainsi collectées ont été traitées et analysées afin de produire un rapport de diagnostic biophysique et socioéconomique. Ce qui servira de base à l'identification des sites permanents de suivi pour la mise en place de l'Observatoire des oasis et cuvettes du Kawar/Bilma.

3.2.3.1. Données de l'occupation des sols

La classification supervisée a été utilisée pour la production des cartes d'occupation des sols. Les données collectées sur le terrain et l'expérience de l'analyste ont servi à la matérialisation des zones d'entraînement. Ces dernières sont ensuite introduites dans l'algorithme « *maximum Likelihood* » implémenté dans le logiciel ENVI pour procéder à la classification des images Sentinel-2.

Les images ainsi classifiées sont affinées à travers la numérisation visuelle à l'écran.

La finalisation des cartes d'occupation des sols et le calcul des superficies des différentes unités d'occupation sont réalisés avec le logiciel ARC GIS.

3.2.3.2. Données de végétation

Les paramètres dendrométriques relevés au niveau de la végétation ligneuse ont été saisis et analysés à partir du logiciel Excel. Ceci qui a permis de déterminer les richesses spécifiques, les indices de diversité, les densités et d'élaborer les structures horizontales et verticales du peuplement ligneux au niveau de chaque commune.

- **Densité** : Elle est déterminée à partir de la formule :

$$N = \frac{n}{s}$$

Où N est le nombre moyen d'individus par hectare ; n le nombre d'arbres de la placette et s la superficie en hectares.

- **Richesse spécifique (S)** : elle exprime le nombre total d'espèces végétales recensées pour l'ensemble des relevés.

- **Indice de diversité de Shannon H'** (en bits) :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

Où P_i (fréquences relatives des espèces) = n_i/N avec n_i = nombre d'individus de l'espèce i et N = nombre total d'individus de toutes les espèces ; S = richesse spécifique (nombre total d'espèces).

- **Equitabilité de Pielou (E)** : correspond au rapport entre la diversité effective ou observée (H') et la diversité maximale théorique ($H_{max} = \log_2 S$). S étant le nombre d'espèces.

$$E = H' / \log_2 S$$

- **Structure en diamètre et en hauteur des peuplements ligneux**

Ces structures ont été comparées à la distribution théorique de Weibull à trois paramètres (a , b , c) (Husch et *al.*, 2003). Cette distribution qui se fonde sur la fonction de densité de probabilité est définie comme suit :

$$f(x) = \frac{c}{b} + \frac{(x-a)^{c-1}}{b} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c}$$

Où x est le diamètre des arbres et $f(x)$ sa valeur ; a est le paramètre de position ; b est le paramètre d'échelle ou de taille et c désigne le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée.

3.2.3.3. Echantillons d'eau

Les échantillons d'eau collectés ont été analysés au niveau du laboratoire de Géologie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Les paramètres analysés sont consignés dans les tableaux 7 et 8.

3.2.3.4. Données Socioéconomiques

Les données téléchargées sous format Excel ont été épurées puis organisées en fonction des thématiques.

Les données ont été utilisées pour générer des tableaux et graphiques à partir d'Excel.

4. Résultats

4.1. Occupation et utilisation des sols

La situation de l'occupation des sols se caractérise au niveau des 2 communes de l'observatoire par une dominance des étendues dunaires suivies des sols nus.

4.1.1. Commune urbaine de Bilma

La figure 6 donne l'état de l'occupation des sols dans la commune de Bilma.

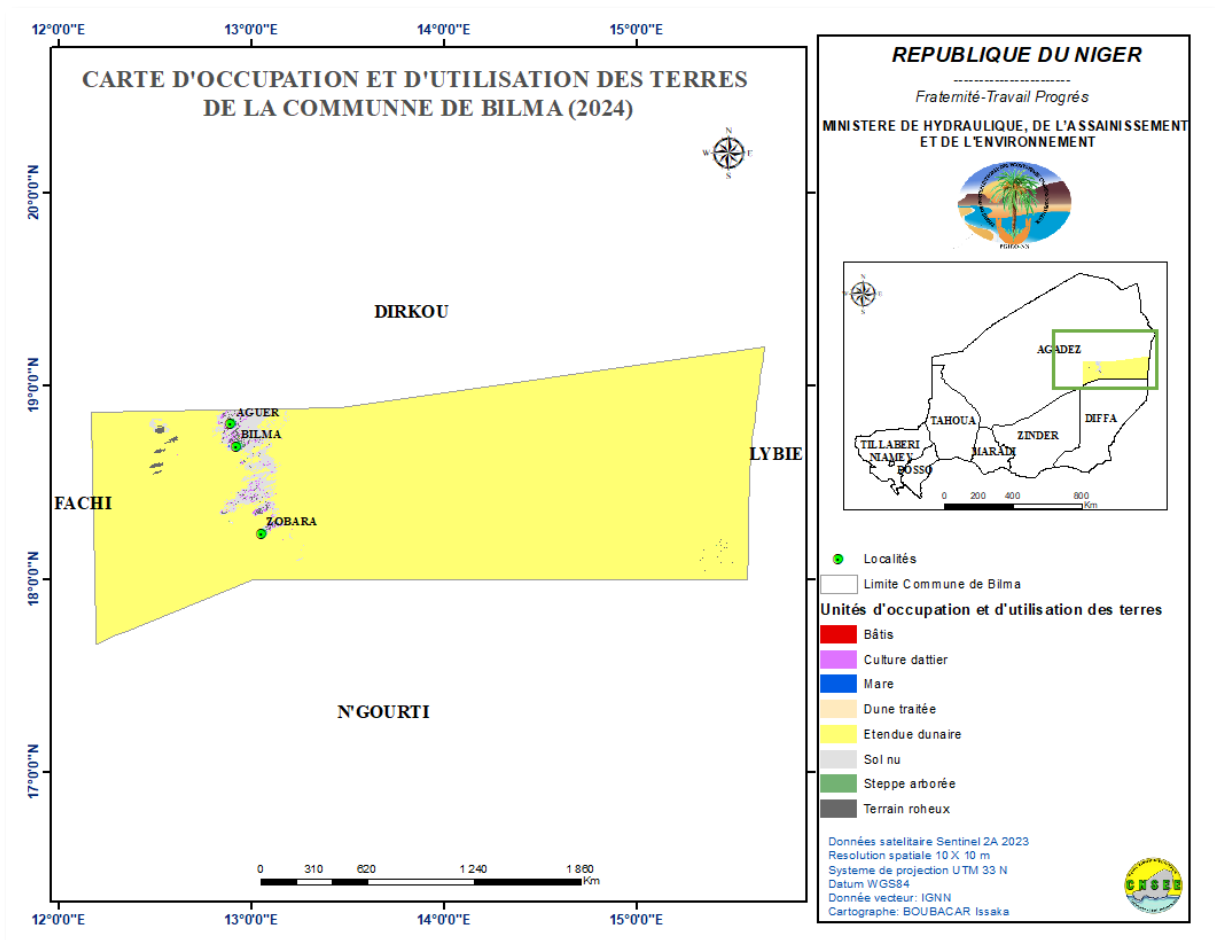


Figure 6 : Carte d'occupation et d'utilisation des terres de la commune de Bilma

Les superficies des différentes unités d'occupation des sols et leur proportion par rapport à la superficie globale de la commune de Bilma sont résumées dans le Tableau 3 suivant.

Tableau 3 : Statistiques d'occupation et d'utilisation des terres de Bilma

Unités d'occupation et d'utilisation des terres	Superficies (ha)	%
Culture dattier	13 465,03	0,327
Bâtis	196,00	0,005
Dune traitée	24,00	0,001
Etendue dunaire	3 982 335,41	96,803
Mare	48,00	0,001
Sol nu	101 767,00	2,474
Steppe arborée	1 384,00	0,034
Terrain rocheux	14 626,00	0,356
Total	4 113 845,44	100

Les étendues dunaires dominant avec 96,803% suivies des sols nus (2,474%).

Les mares et les dunes traitées sont les moins représentées avec respectivement 48 et 24 ha.

Les cultures de dattier occupent 0,327% de la superficie totale. Toutefois, ces cultures se pratiquent aussi autour des mares, de la steppe arborée (0,034%) et des bâtis (0,005%).

Les formes de dégradation les plus rencontrées sont les étendues dunaires, les sols nus et les terrains rocheux (6,28%).

Les étendues dunaires contribuent à l'ensablement des mares et à l'appauvrissement des terres cultivées (par le transport des éléments nutritifs du sol).

Des efforts de fixation des dunes sont faits. En effet, selon la Direction Départementale de l'Environnement de Bilma, de 2019 à 2023, les superficies de dunes fixées s'élèvent à 12,25 ha pour la commune de Bilma.

4.1.2. Commune rurale de Dirkou

La figure 7 illustre les types d'occupation des sols rencontrés dans la commune de Dirkou.

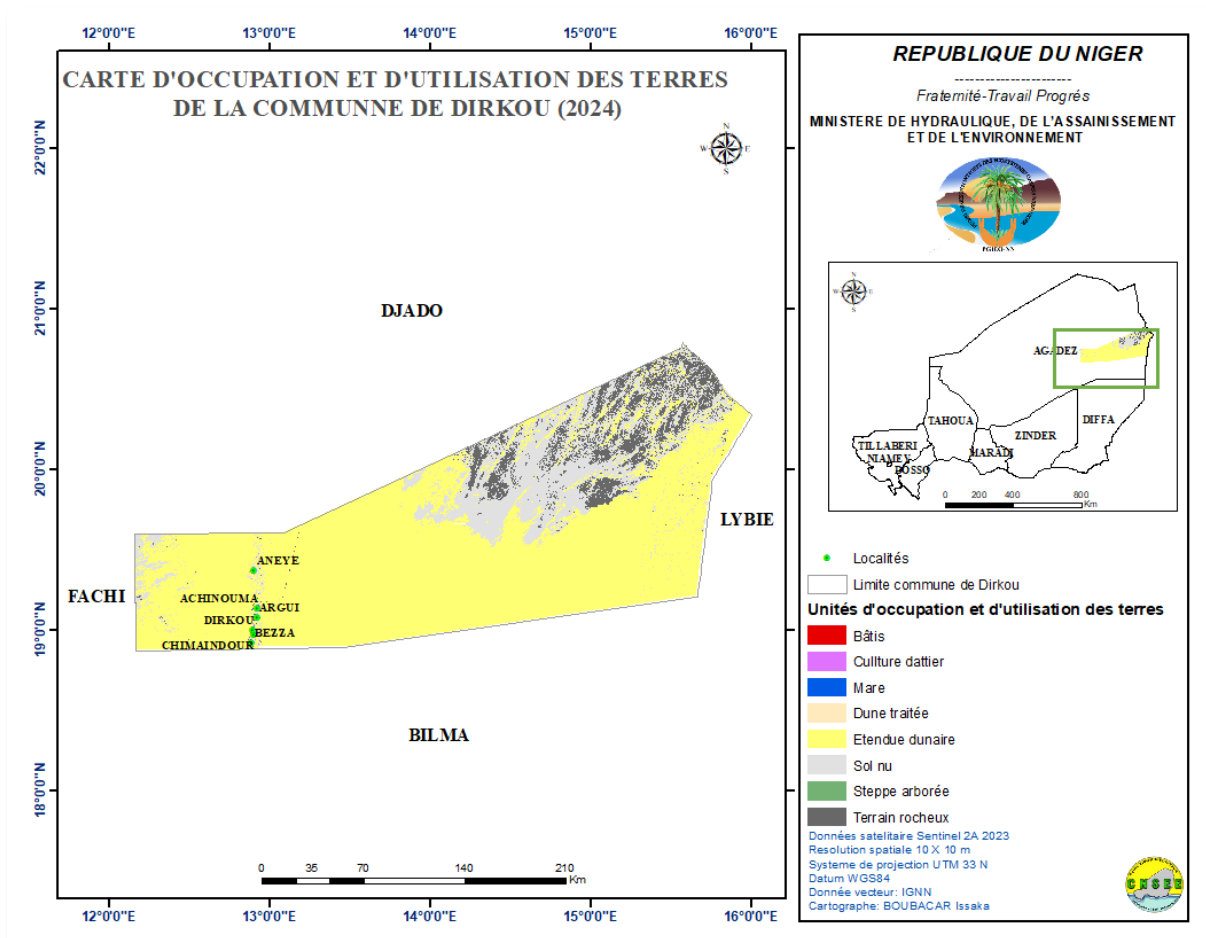


Figure 7 : Carte d'occupation et d'utilisation des terres de la commune de Dirkou

L'analyse de la carte d'occupation des sols de la commune rurale de Dirkou montre une dominance des étendues dunaires (72,848%) suivies des sols nus (19,027%) (Tableau 4).

Tableau 4 : Statistiques d'occupation et d'utilisation des terres de Dirkou

Unités d'occupation et d'utilisation des terres	Superficies (ha)	%
Culture dattier	2 409,76	0,054
Bâti	369,77	0,008
Dune traitée	32,15	0,001
Etendue dunaière	3 273 100,50	72,848
Mare	328,35	0,007
Sol nu	854 873,33	19,027
Steppe arborée	405,69	0,009
Terrain rocheux	361 537,95	8,047
Total	4 493 057,49	100

Les cultures de dattier se pratiquent sur 0,054% de la superficie totale. Toutefois, ces cultures de dattier se font également au niveau des bâti (0,008%), des mares (0,007%) et des steppes arborées (0,009%).

La végétation ligneuse est plus importante au niveau des steppes arborées et des zones de cultures de dattiers.

En termes d'efforts consentis entre 2019 et 2023, on note pour la commune de Dirkou (Direction Départementale de l'Environnement de, 2024), 10,2 ha de fixation de dunes.

En plus de la menace d'ensablement, l'envahissement des plantes aquatiques demeure également une préoccupation au niveau des plans d'eau.

4.2. Aspects biophysiques

4.2.1. Analyse de la végétation

La situation de la végétation ligneuse se caractérise par une dominance de *Phoenix dactylifera*, *Acacia raddiana*, *Hyphaene thebaica* et *Acacia nilotica* dans les unités échantillonnées (Figure 8). La densité des ligneux varie de 50 à 76 pieds/ha. La strate herbacée est dominée par *Aristida pungens* sur les milieux terrestres. L'interprétation de l'indice de Shannon et de l'Équitabilité de Pielou indique une diversité moyenne et une absence de dominance d'une espèce sur une autre. Le nombre d'espèces varie de 7 à 17. Des espèces de gros diamètres sont observées surtout pour *Phoenix dactylifera* témoignant du vieillissement de son peuplement.





Figure 8 : Unités échantillonnées de la zone d'étude

4.2.1.1. Commune urbaine de Bilma

4.2.1.1.1. Diversité végétale et densité des ligneux de Bilma

La diversité végétale et la densité des ligneux sont consignées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Diversité végétale et densité des ligneux de la commune de Bilma

Région	Commune	Richesse spécifique (S)	Densité (Nb pieds/ha)	Indice de Shannon (H') (bit)	Diversité maximale (Hmax)	Equitabilité de Pielou (Eq)
Agadez	Bilma	17	50	3,44	4,09	0,84

L'analyse du tableau montre une diversité moyenne avec une répartition des espèces végétales dans des proportions équivalentes. Ce qui dénote qu'il n'y a pas de dominance d'une espèce sur les autres dans la zone d'étude.

4.2.1.1.2. Structures en diamètres des ligneux de Bilma

Les résultats de la figure 9 illustrent la structure en classe de diamètre dans la commune de Bilma. La majorité des individus des espèces ligneuses présentent des diamètres compris entre la classe de [14_20 cm]. Le peuplement ligneux est donc dominé par des individus âgés de gros diamètres. Les individus de petits diamètres existent, mais à des proportions faibles comme l'indique la courbe. Cette situation pourrait être liée au vieillissement des pieds de *Phoenix dactylifera* et aux activités anthropiques notamment la coupe frauduleuse du bois qui s'effectue le plus souvent par sélection des individus de gros diamètre.

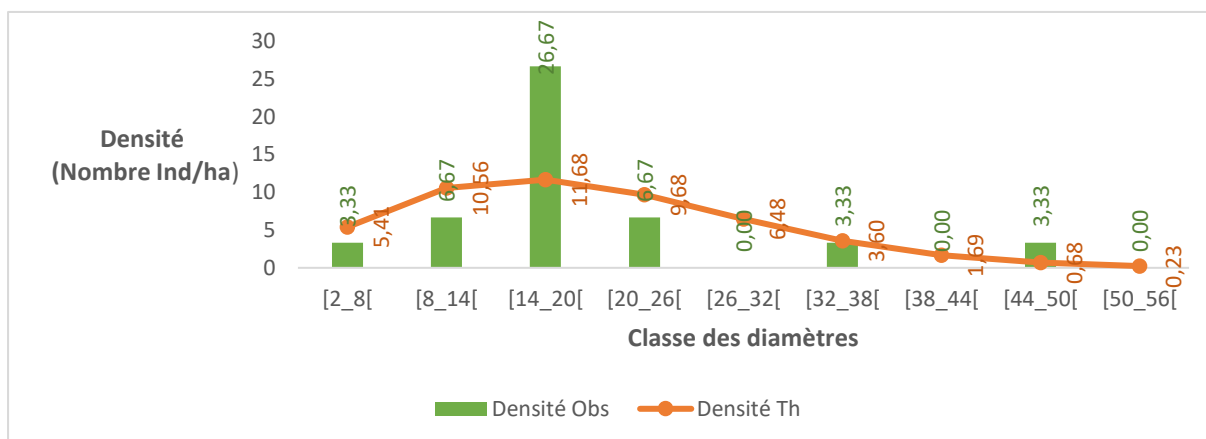


Figure 9 : Structures en diamètre des ligneux de Bilma

4.2.1.1.3. Structures en hauteur des ligneux de Bilma

La figure 10 représente la structure en hauteur du peuplement ligneux des unités échantillonnées de la commune de Bilma. La classe de hauteur [4_8 m[est la plus dominante. Il s'agit des individus à gros diamètre.

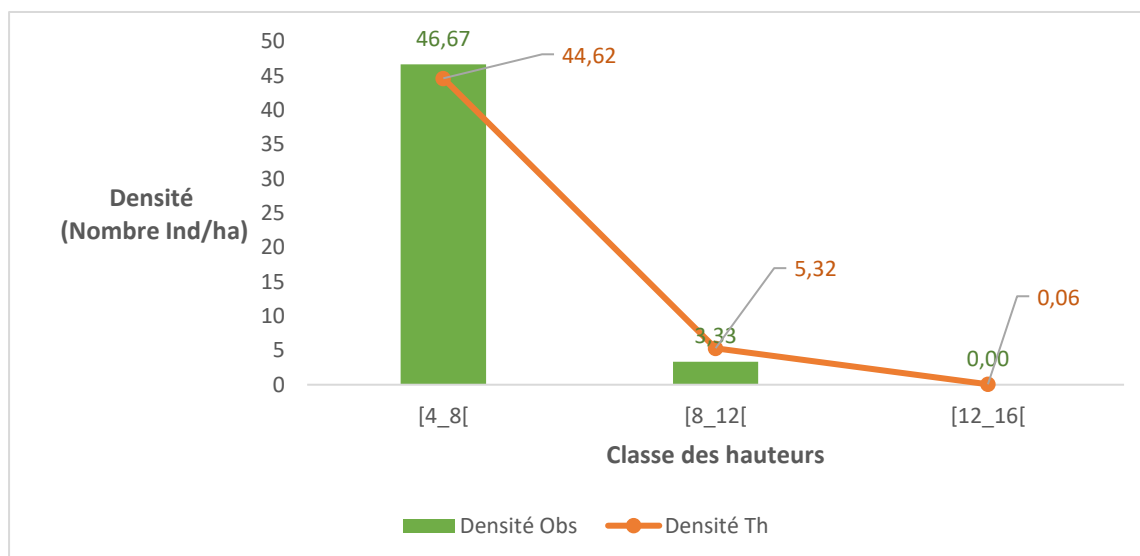


Figure 10 : Structures en hauteur des ligneux de Bilma

4.2.1.1.4. Espèces ligneuses dominantes à Bilma

Dans les unités échantillonnées, la végétation ligneuse est dominée par *Acacia raddiana* et *Hyphaene thebaica* (figure 11).

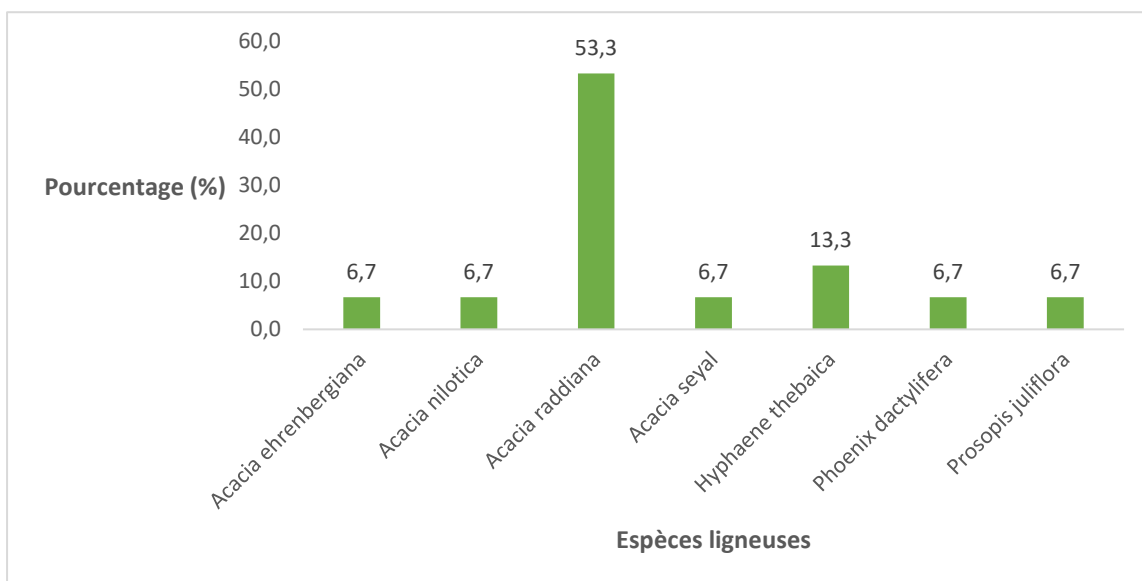


Figure 11 : Espèces ligneuses dominantes à Bilma

4.2.1.2. Commune rurale de Dirkou

4.2.1.2.1. Diversité végétale et densité des ligneux de Dirkou

La diversité végétale et la densité des ligneux sont consignées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Diversité végétale et densité des ligneux de la commune de Dirkou

Région	Commune	Richesse spécifique (S)	Densité (Nb pieds/ha)	Indice de Shannon (H') (bit)	Diversité maximale (Hmax)	Equitabilité de Piélou (Eq)
Agadez	Dirkou	7	76	2,70	2,81	0,96

L'analyse du tableau montre une diversité moyenne (H' moyenne) avec une répartition des espèces végétales dans des proportions équivalentes (Equitabilité élevée). Ce qui dénote qu'il n'y a pas de dominance d'une espèce sur les autres dans la zone d'étude.

4.2.1.2.2. Structures en diamètres de ligneux de Dirkou

La majorité des individus présente des diamètres compris entre la classe de [14_20 cm [. Ce qui montre une dominance des individus âgés de gros diamètres. Les individus de petits diamètres existent à des proportions faibles (Figure 12). Cette situation pourrait être liée au vieillissement des pieds de *Phoenix dactylifera* et aux activités anthropiques notamment la coupe frauduleuse du bois qui s'effectue le plus souvent par sélection des individus de gros diamètre.

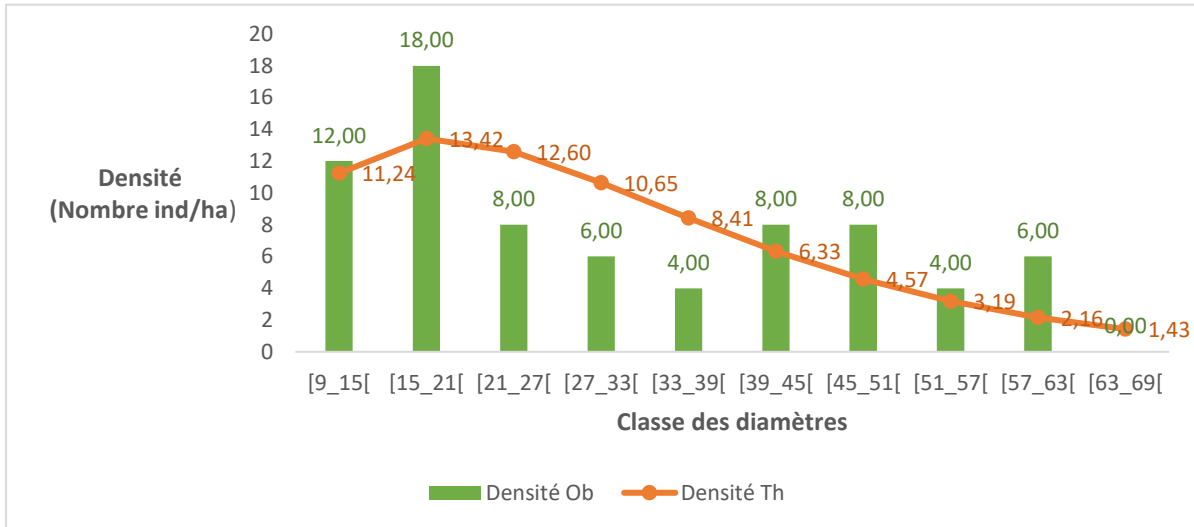


Figure 12 : Structures en diamètre des ligneux de Dirkou

4.2.1.2.3. Structures en hauteur des ligneux de Dirkou

La figure 13 représente la structure en hauteur du peuplement ligneux de la commune de Dirkou. La classe de hauteur [2_4 cm[est la plus dominante. Il s'agit des individus à gros diamètre.

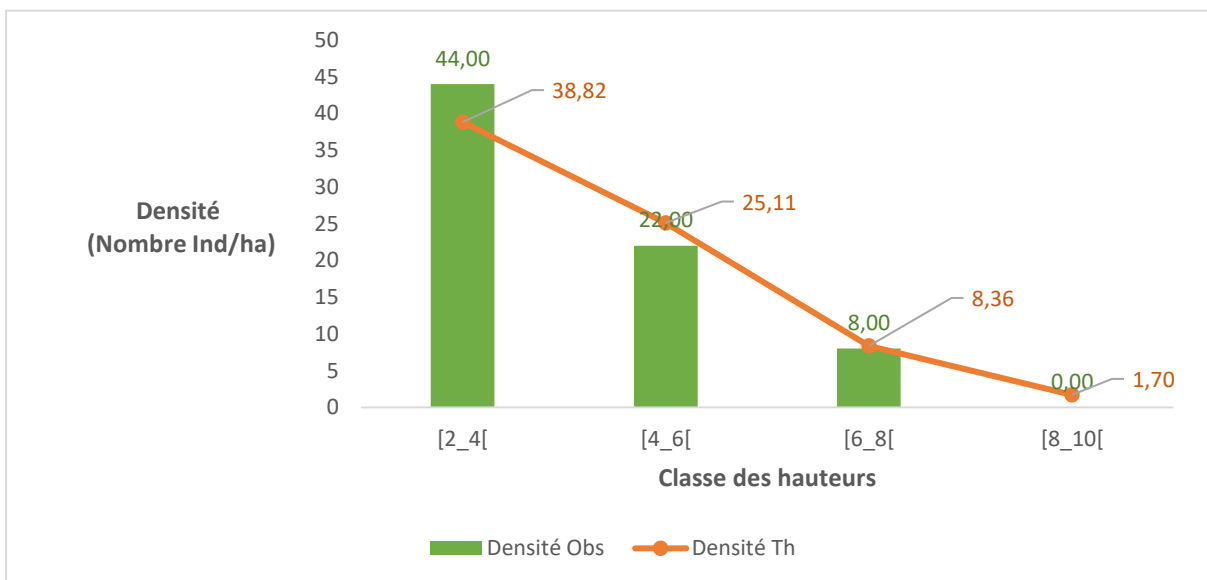


Figure 13 : Structures en hauteur des ligneux de Dirkou

4.2.1.2.4. Espèces ligneuses dominantes à Dirkou

Dans les unités échantillonnées, la végétation ligneuse est dominée par *Phoenix dactylifera* et *Acacia nilotica* (figure 14).

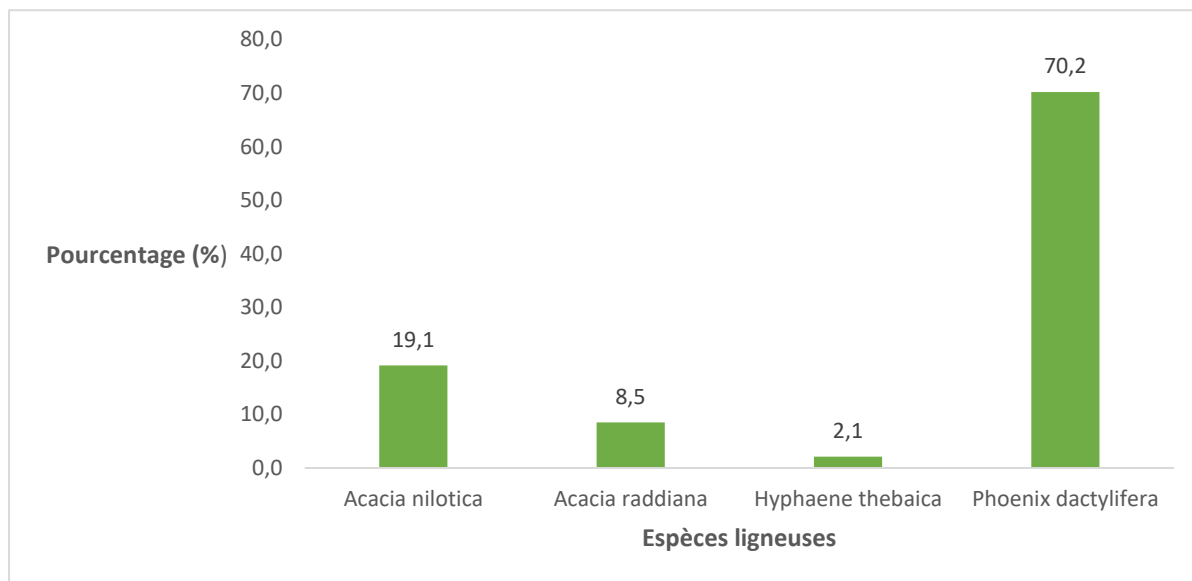


Figure 14 : Espèces ligneuses dominantes à Dirkou

4.2.2. Analyse des eaux

Les eaux, après analyse sont comparées aux normes et recommandations. Pour l'eau de boisson, il s'agit des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Pour l'eau d'irrigation (maraîchage pour notre cas) et d'abreuvement, des recommandations existent par rapport à son utilisation.

On retient des analyses physicochimiques et bactériologiques des échantillons d'eau prélevés dans la zone d'étude :

- Une absence de danger pour ces eaux d'un point de vue de leur valeur de pH ;
- Une richesse en sels minéraux des eaux du puits cimenté de Intchi Tchimea (Bilma) et le puisard maraîcher (mare d'Argui) ;
- Un dépassement des normes de l'OMS (eau de boisson) pour les Chlorures (CT), les Sulfates (SO₄⁻) et le Sodium dans les eaux du puisard maraîcher de la mare d'Argui (Dirkou). Ces valeurs sont cependant conformes aux recommandations pour une eau d'irrigation ;
- Un dépassement de la norme de l'OMS (eau de boisson) pour le Fer Total dans l'eau du forage artésien du site maraîcher de Kalala. Cette valeur est conforme aux recommandations de l'irrigation ;
- Une absence de certains éléments bactériologiques (*Escherichia coli* (*E. coli*), Salmonelles, Streptocoques fécaux et Bactéries Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) dans toutes les eaux échantillonnées ;

- Une absence de coliformes totaux dans les eaux du forage artésien de Kalala (Bilma), de la mini AEP Dirkou et du puits pastoral de Intchi Tchimea (Bilma) ;
- La présence des éléments de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) au niveau de tous les points d'eau.

4.2.2.1. Paramètres physiques

- **Potentiel d'Hydrogène (pH)**

Les valeurs du pH varient de 5,79 à 7,5 (Figure 15). Deux (02) sites ont des valeurs non comprises dans les normes de l'OMS (6,5-8,5). Il s'agit du forage artésien (Quartier Kalala) et du forage maraîcher (village Chimindour) qui se trouvent sur des sites à vocation agricole (maraîchage).

Globalement, aucune de ces eaux ne présentent de danger d'un point de vue de leur valeur de pH.

Les concentrations potentiellement dangereuses pour l'abreuvement sont les pH inférieurs à 5,5 et supérieurs à 8,5 (<https://gds19.org/Docs/PDF/UP/2013/UP-07-06-13.pdf>).

Les valeurs de pH obtenues au niveau des différents sites sont caractéristiques de la majorité des eaux souterraines $5,5 < \text{pH} < 8$.

(https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.pdf).

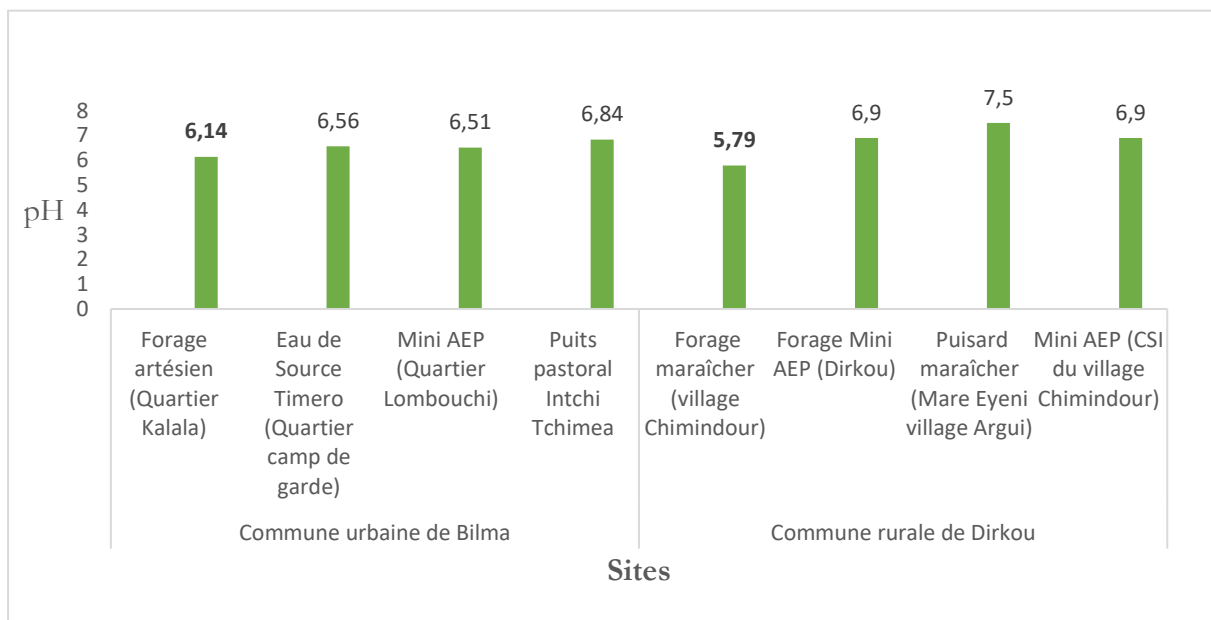


Figure 15 : Variation du pH des échantillons d'eau

- **Conductivité électrique (CE(μs/cm))**

La conductivité électrique permet d'apprécier la quantité de sel dissous dans l'eau.

Le puits cimenté de Intchi Tchimea (puits pastoral) et le puisard maraîcher de la mare d'Argui (multi usage : agricole, pastorale et extraction de natron) ont des valeurs élevées de conductivité (Figure 16). Cela illustre la richesse de ces eaux en sel minéraux. L'idéal est que l'eau ne conduise pas l'électricité. Ce qui est réconfortant pour les valeurs obtenues au niveau des autres points d'eau.

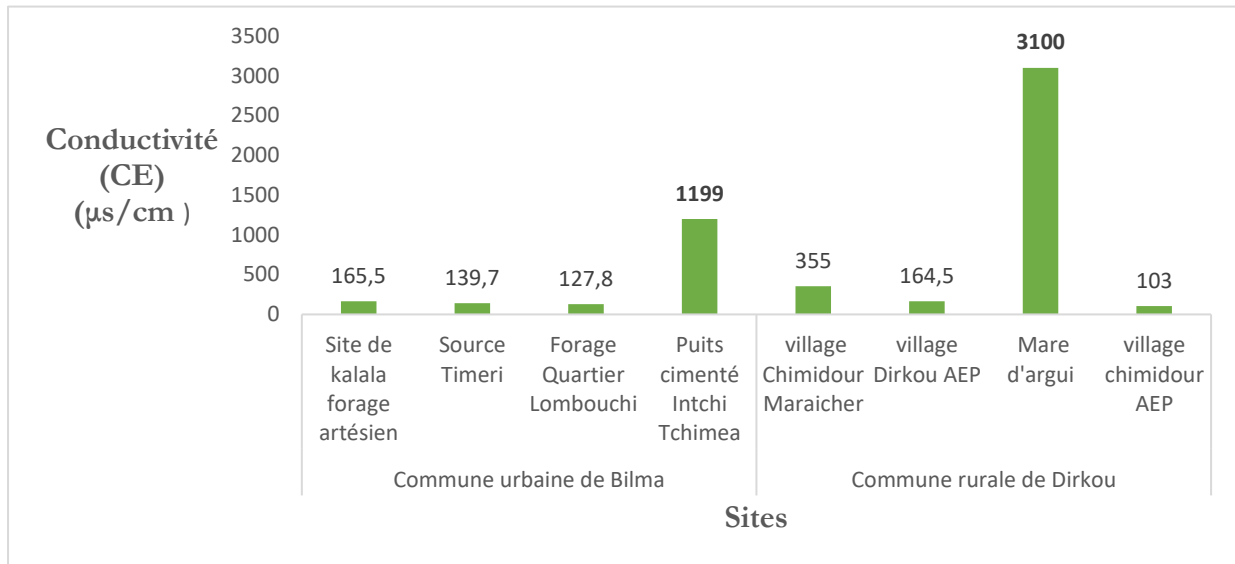


Figure 16 : Variation de la conductivité électrique des échantillons d'eau

4.2.2.2. Paramètres chimiques

Seul le puisard maraîcher de la mare d'Argui enregistre des valeurs supérieures à celles de l'OMS (Boisson) pour les Chlorures (CT), les Sulfates (SO₄⁻) et le Sodium (Na⁺) (Tableau 7). Cependant, la valeur du Sodium se trouve dans l'intervalle recommandé 115 à 460 mg/l pour l'irrigation (https://po.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/073_Inst-Pyrenees-Orientales/FICHIERS/AGROENVIRONNEMENT/EAU/IRRIGATION_PARCELLE/qualite_de_l_eau_d_irrigation.pdf).

Selon toujours ces normes, la valeur obtenue pour les chlorures nécessite un choix adapté des spéculations pour le maraîchage.

Tableau 7 : Résultats de l'analyse des éléments physicochimiques des échantillons d'eaux de Bilma/Kawar

Paramètres	Unité	Normes OMS	Commune urbaine de Bilma				Commune rurale de Dirkou			
			Forage artésien (Quartier Kalala)	Eau de Source Timero (Quartier camp de garde)	Mini AEP (Quartier Lombouchi)	Puits pastoral Intchi Tchimea	Forage maraîcher (village Chimindour)	Forage Mini AEP (Dirkou)	Puisard maraîcher (Mare Eyeni village Argui)	Mini AEP (CSI du village Chimindour)
pH	-	6,5 - 8,5	6,14	6,56	6,51	6,84	5,79	6,9	7,5	6,9
Température (T°)	°C	-	28,3	29,2	28	28,8	27,8	27,5	28,2	28,7
Conductivité (CE)	µs/cm	903 à 2880	165,5	139,7	127,8	1199	355	164,5	3100	103
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	-	32,67	50,82	50,82	158,6	75,02	44,77	585,6	29,28
Chlorures (CT)	mg/l	250	7,1	7,1	7,1	170,4	14,2	7,1	514,75	7,1
Sulfates (SO ₄ ⁻)	mg/l	400	48	20	17	260	92	36	470	22
Fluorures (F ⁻)	mg/l	1,5	0	0,16	0,21	0,39	0,28	0,14	1,92	0,13
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	45	4,4	3,08	3,96	7,48	3,52	3,52	4,84	3,52
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	3	0,0066	0,0099	0,0132	0,0099	0,0132	0,0132	0,02311	0,0165
Sodium (Na ⁺)	mg/l	200	8,75	11,11	10	195,5	50	12,22	320,11	8,75
Potassium (K ⁺)	mg/l	-	9	8	7	49,99	7	9,16	40	2
Fer Total (FeT)	mg/l	0,3	2,87	0,18	0,03	0,03	0,02	0,01	0,39	0,01
Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	-	16	12	10,4	20,8	16	11,2	184	9,6
Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	-	3,9	1,5	1,95	2,42	4,84	2,91	82,28	1

4.2.2.3. Autre paramètre physico-chimique (le Fer Total : FeT)

L'eau du forage artésien du site de Kalala (Figure 17) enregistre une valeur du fer Total supérieure à la norme de l'OMS (0,3 mg/l). Il s'agit de la norme de l'eau de boisson. Le forage se trouve sur un site maraîcher et la recommandation pour l'eau d'irrigation est de 5 mg/l.

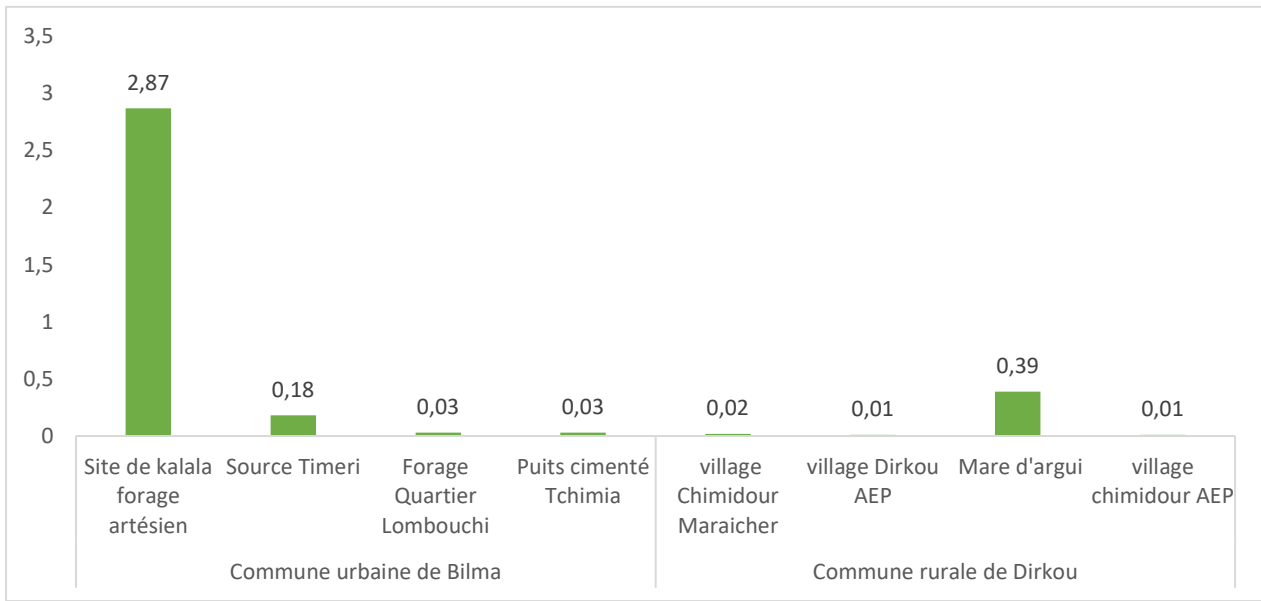


Figure 17 : Variation du Fer Total des échantillons d'eau

La présence élevée de fer doit guider dans le choix des infrastructures (Figure 18).



Figure 18: Château d'eau sur le site de Kalala (Bilma)

4.2.2.4. Paramètres bactériologiques

Les paramètres bactériologiques (Tableau 8) des eaux prélevées dans la zone d'étude se caractérisent par :

- *Escherichia coli* (*E. coli*) : Absence ;
- **Salmonelles** : Absence ;
- **Streptocoques fécaux** : Absence ;
- **Bactéries Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)** : Absence ;
- **Coliformes totaux** : Absence au niveau de 3 points d'eau (Forage artésien de Kalala, Mini AEP Dirkou et Puits pastoral de Intchi Tchimea) et présence au niveau des autres points d'eau ;
- **Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)** : valeurs obtenues au niveau de tous les points d'eau.

Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles

<https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/h-s/pdf/fr/MilieusSains/eau/Coliformf.pdf>.

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est utilisée comme un indicateur de la charge globale. Elle représente l'ensemble des microorganismes autochtones et allochtones capables de se multiplier à une température qui varie entre 22 et 40 °C (RODIER et al., 2009).

Tableau 8 : Résultats de l'analyse des éléments bactériologiques des échantillons d'eaux de Bilma/Kawar

Echantillons	Coliformes Totaux 24 H à 37 °C	E. Coli 24 H à 44 °C	Salmonelles 72 H à 37 °C	Streptocoques fécaux gp D 48 H à 30°C	ASR 24 H à 37°C	FAMT T 72 H à 37°C
C.U Bilma : Site Kalala Forage artésien	0 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	8,73 X<1/100 ml à 37 °C
C.U Bilma : source Timero	47,3X <1/100ml à 30°C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	27,6 X<1/100 ml à 37 °C
C.R Dirkou : village Chimindour Maraicher	14,5 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	22,2 X<1/100 ml à 37 °C
C.R_Dirkou : village Dirkou Mini AEP	0 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	19,6 X<1/100 ml à 37 °C
C.R Dirkou : Mare d'Argui	99,1 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	28 X<1/100 ml à 37 °C
C.U Bilma : Forage quartier Lombouchi	15 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	27,6 X<1/100 ml à 37 °C
C.R Dirkou : village Chimidour Mini AEP	15,5 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	25,5 X<1/100 ml à 37 °C
C.U Bilma : Puits cimenté Intchi Tchimea	0 X <1/100ml à 30 °C	0/100 ml à 44°C	Absence/100 ml	0 X<1/100ml à 37 °C	0	28,7 X<1/100 ml à 37 °C

4.3. Caractéristiques socioéconomiques des communes

Les résultats sont relatifs aux informations générales sur la population, les ménages, les infrastructures socioéconomiques de base, les acquis en matière de travaux de Gestion Durable des Terres (GDT) au niveau des communes de Bilma et Dirkou de la région d'Agadez où l'étude a été conduite.

Les résultats rapportent en outre les revenus, les taux d'adoption des techniques de GDT, les principales activités socioéconomiques, les risques identifiés, les stratégies d'adaptation, les organisations paysannes, les renforcements de capacité et la prise en compte du genre dans les pratiques agricoles ainsi que les Activités Génératrices de Revenus (AGR).

Par ailleurs, l'étude donne les estimations sur la consommation de bois de chauffe, la consommation du carburant par les engins (Motopompes, Moto et véhicules), ainsi que les émissions de CO₂ et des informations sur la migration.

4.3.1. Population des communes de la zone d'étude

Le tableau 9 présente l'estimation de la population en 2020 et le croît par rapport à 2012.

Tableau 9 : Projection de la population des communes de Bilma et Dirkou

Communes	Effectifs (Hbts.) de la population en 2012	Répartition de la population par sexe en 2012		Projection de la population en 2020	Augmentation de la population en 8 ans (2012-2020)
		Hommes	Femmes		
Dirkou	10 435	5 112	5 323	13 399	2 964
Bilma	4 409	2 279	2 130	5 661	1 252
Total	14 844	7 391	7 453	19 060	4 216

Source des données : RéNaLoc 2012 et Projection 2020

Le calcul du croît démographique de ces communes a été effectué sur la base des taux d'accroissement de la région d'Agadez selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGP/H, 2012). On constate que la population des deux (2) communes est passée de 14 844 habitants en 2012 à 19 060 habitants en 2020 soit une augmentation de 28,4%. La population de ces communes représentait 3,10% de la population totale de la région d'Agadez en 2012. La répartition par sexe en 2012 montre que les femmes représentent 50,2% de la population.

4.3.2. Infrastructures socioéconomiques de base

La figure 19 donne les principales infrastructures socioéconomiques qu'on rencontre dans les villages enquêtés. L'analyse du graphique montre que 100% des villages dispose d'une école primaire. Dans 20% des villages, on trouve des puits villageois, suivi de 16% qui dispose de

puits villageois maraîchers. Les puits pastoraux sont présents dans 12% des villages échantillonnés. Les Cases de Santé (CS), les medersas, les Centres de Santé Intégrée (CSI) et les mini Adductions d'Eau Potable (AEP) sont présents dans la zone mais à des taux faibles ne dépassant guère 10%.

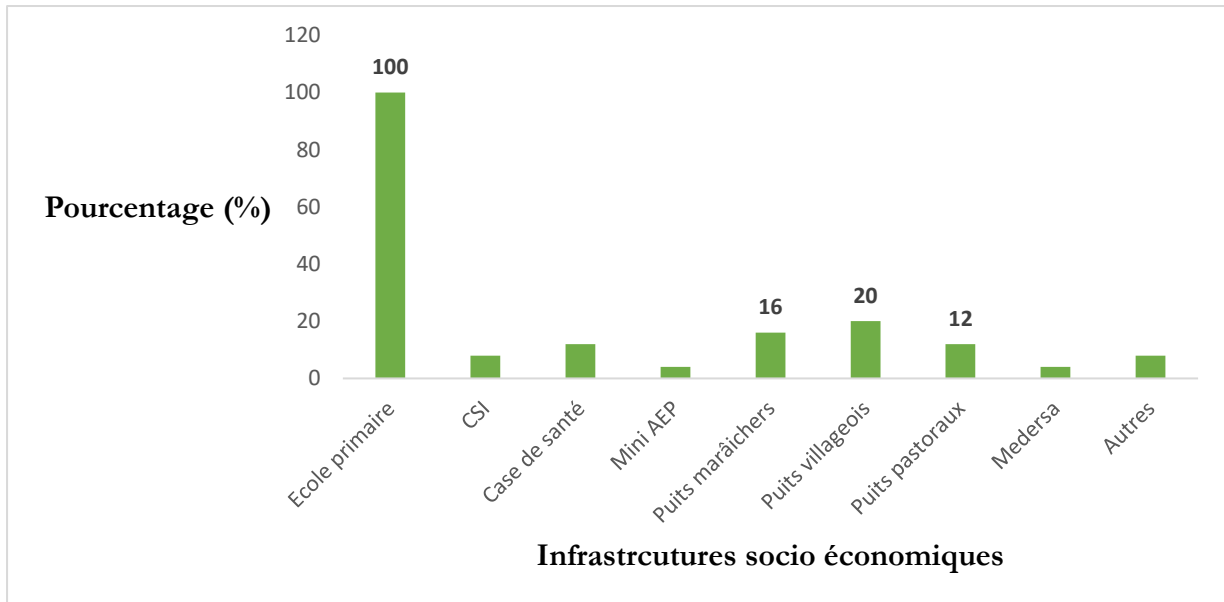


Figure 19 : Infrastructures socioéconomiques de base des villages enquêtés

4.3.3. Activités socioéconomiques des populations

De manière générale le maraîchage, l'arboriculture (culture de dattier) et l'extraction du natron constituent les principales activités des populations des communes de Bilma et Dirkou (Figure 20). En effet, 100% des villages enquêtés pratiquent le maraîchage/arboriculture, suivi de l'extraction du natron (80%).

Cependant, on note également la pratique du commerce, de l'élevage et de l'orpaillage par la population.

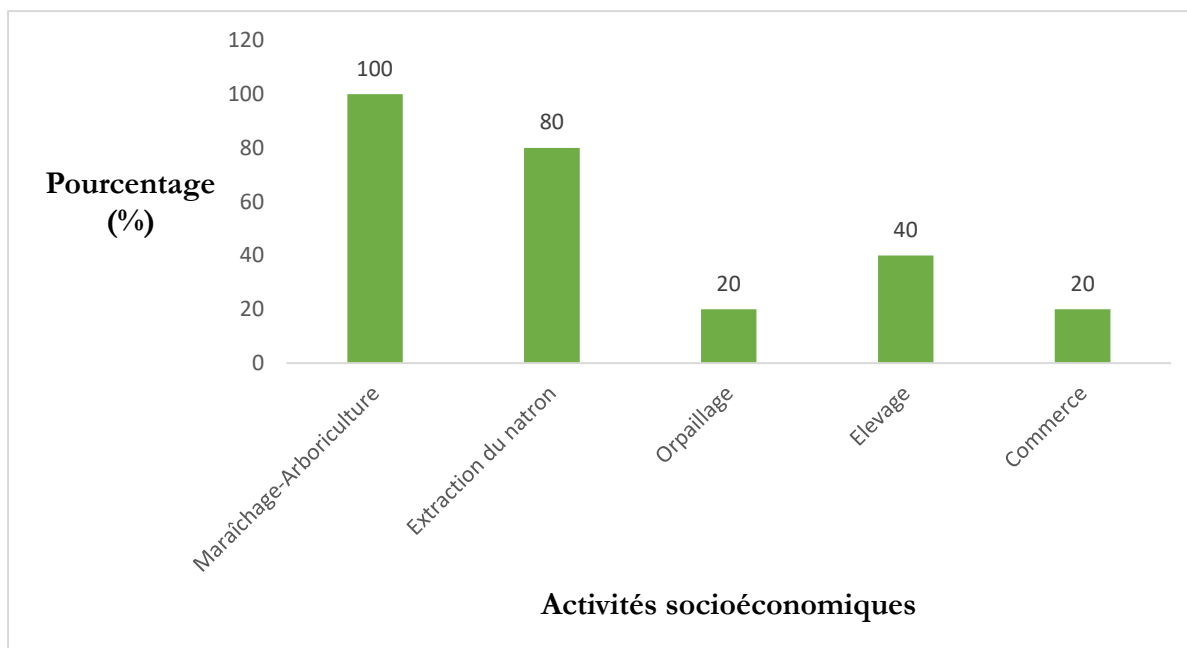


Figure 20 : Principales activités des populations des villages étudiés

4.3.4. Activités sources de revenus

La figure 21 montre que le maraîchage/arboriculture et l'extraction du natron sont les activités qui procurent plus de revenus aux populations des villages enquêtés. Le maraîchage/arboriculture occupe la première place. En effet, 100% des personnes enquêtées affirment qu'il est la principale source de revenus. Cette activité est secondée par l'extraction du natron avec 60%.

Ces deux activités sont exercées par une forte majorité des populations des communes enquêtées. Quant à l'élevage, il procure 20% des revenus sur les villages concernés.

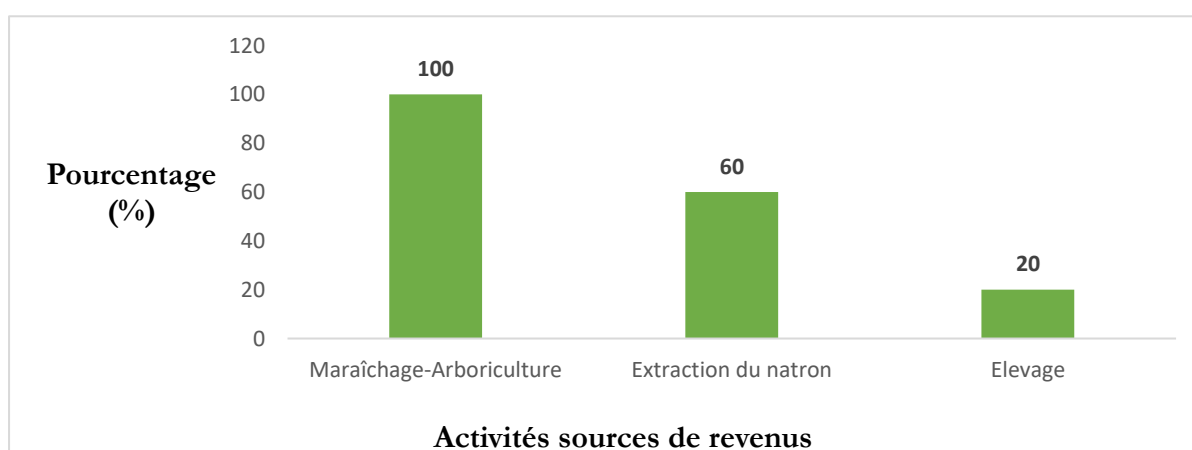


Figure 21 : Activités sources de revenu des populations de la zone

4.3.5. Catégories sociales en fonction des revenus

Pour évaluer les revenus des populations de la zone d'étude, quatre catégories de groupes sociaux ont été retenues. Cette catégorisation a été faite avec les populations sur la base des revenus gagnés.

Le premier groupe est celui des « Aisés ou Riches ». Il s'agit des personnes qui exercent une activité lucrative et qui ont des moyens de subsistance toute l'année.

Le second groupe est celui des « Moyens » qui correspond à ceux qui exercent plusieurs activités moins rémunérées en appui à l'agriculture et à l'élevage pour assurer leur sécurité alimentaire.

Le troisième groupe est celui des « Pauvres » qui manquent de moyens de subsistance suffisante et qui ne sont pas à l'abri de l'insécurité alimentaire.

Et enfin, le quatrième groupe est celui des « Très pauvres » qui peinent à assurer le quotidien et qui ont besoin d'une assistance. Le tableau 10 montre en détail les pourcentages par catégorie dans les 2 communes de Dirkou et Bilma.

Tableau 10 : Revenus moyens par catégorie socioéconomique dans les communes enquêtées

Catégories	Proportion (%)	Revenus (FCFA)
Aisés	1,52	11 600
Moyens	2,52	6 400
Pauvres	7	2 800
Très pauvres	8,96	1 120

4.3.6. Sécurité alimentaire

La figure 22 présente l'évolution de la production agricole des cinq dernières années dans les deux (2) communes d'étude. L'analyse montre que la production est décroissante dans 100% des localités enquêtées.

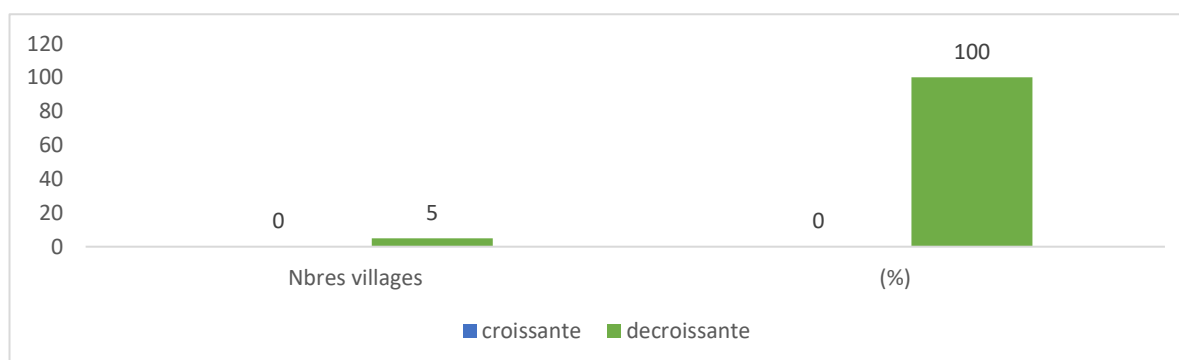


Figure 22 : Evolution de la production agricole des 5 dernières années

La baisse de production concerne surtout l'arboriculture (les dattiers). Cette tendance peut être justifiée par le manque d'entretien des dattiers, les attaques parasitaires et l'ensablement.

Le maraîchage est pratiqué avec principalement les cultures d'oignon, d'oseille, d'ail, de laitue, de choux, de luzerne, de melon et de pastèque.

Malgré, la diversification de la production agricole, les besoins alimentaires des populations ne sont pas couverts durant toute l'année.

En effet, le nombre moyen de mois couverts est de 5 (Tableau 11). Ce qui augmente l'insécurité alimentaire.

Tableau 11 : Nombre moyen de mois de sécurité alimentaire des ménages

Région	Communes	Nbre moyen de mois de sécurité alimentaire
Agadez	Dirkou	4,7
	Bilma	6
Moyenne Zone d'étude		5,37

4.3.7. Risques environnementaux

Les communes d'étude sont soumises à plusieurs risques environnementaux. Pour s'adapter à leur milieu, les populations ont développé des stratégies d'adaptation.

- **Risques observés dans la zone d'étude**

L'analyse de la figure 23 montre que les communautés de la zone d'étude sont menacées par une panoplie de risques environnementaux. Ce sont entre autres les vents violents (80%), l'ensablement (90%), les attaques parasitaires (60%), la disparition du couvert végétal, la prolifération des espèces végétales aquatiques envahissantes, la salinisation des terres avec encroutement, les fortes chaleurs (70%) et les pollutions. Ces risques environnementaux affectent la population, les productions agricoles, les ressources naturelles et les activités génératrices de revenus.

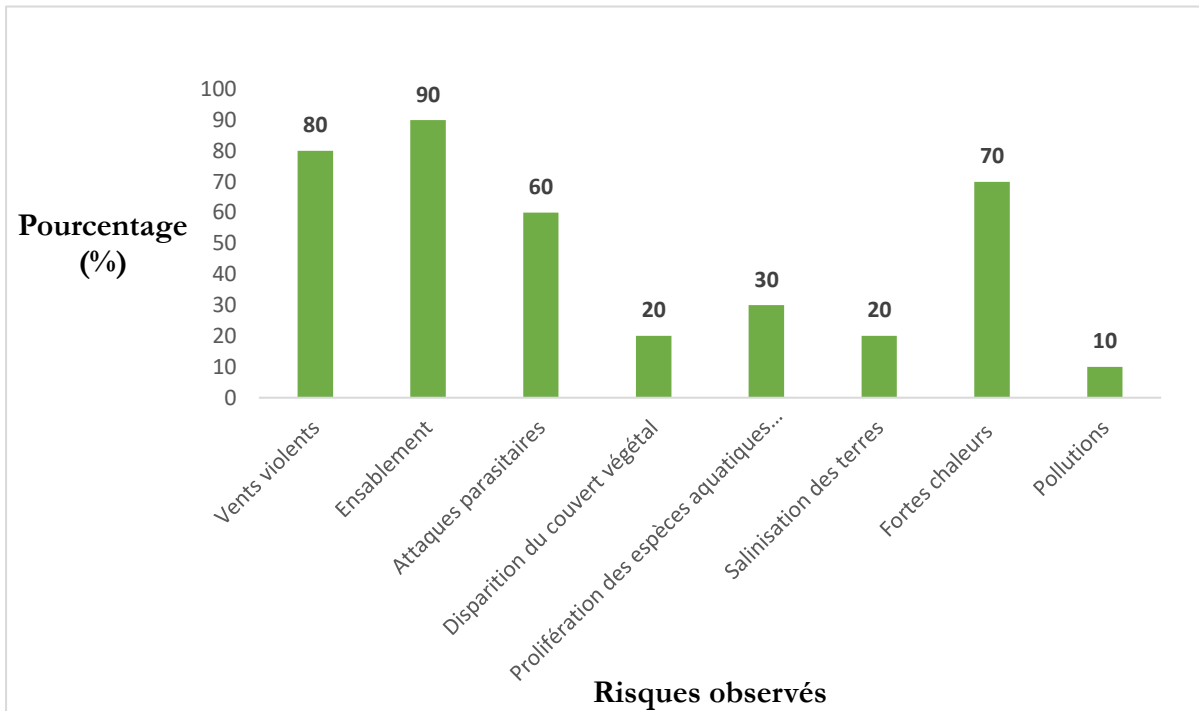


Figure 23 : Principaux risques rencontrés par les populations

- **Secteurs d'activités touchés par les risques**

Selon la figure 24, plusieurs secteurs d'activités sont affectés par les effets des risques. Il s'agit par ordre d'importance du maraîchage-arboriculture (100%) et de l'élevage avec 40%. Le commerce et l'extraction du natron font partie des autres activités ne dépassant guère 20%. Pourtant, ces activités sont citées comme les principales activités pratiquées mais aussi celles qui procurent le plus de revenus aux populations.

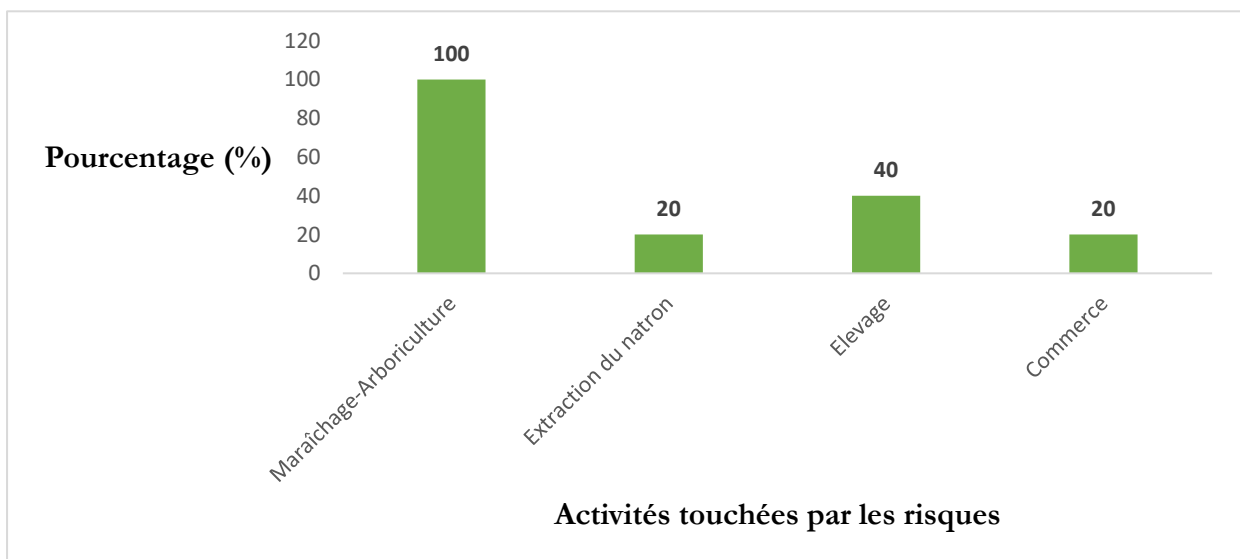


Figure 24 : Activités affectées par les risques

- **Mesures d'anticipation des risques**

La figure 25 présente les différentes stratégies pour anticiper les risques au niveau de la zone d'étude. Ainsi, pour 100% des répondants, la stratégie utilisée est la fixation des dunes, puis 60% affirment que leur stratégie demeure l'alerte aux autorités et les plantations d'arbre.

Les villages enquêtés (40%) utilisent également les haies mortes (à base de rachis des dattiers), les haies confectionnées avec les tissus des haillons et le traitement parasitaire (insecticide, mélange de cendre et piment).

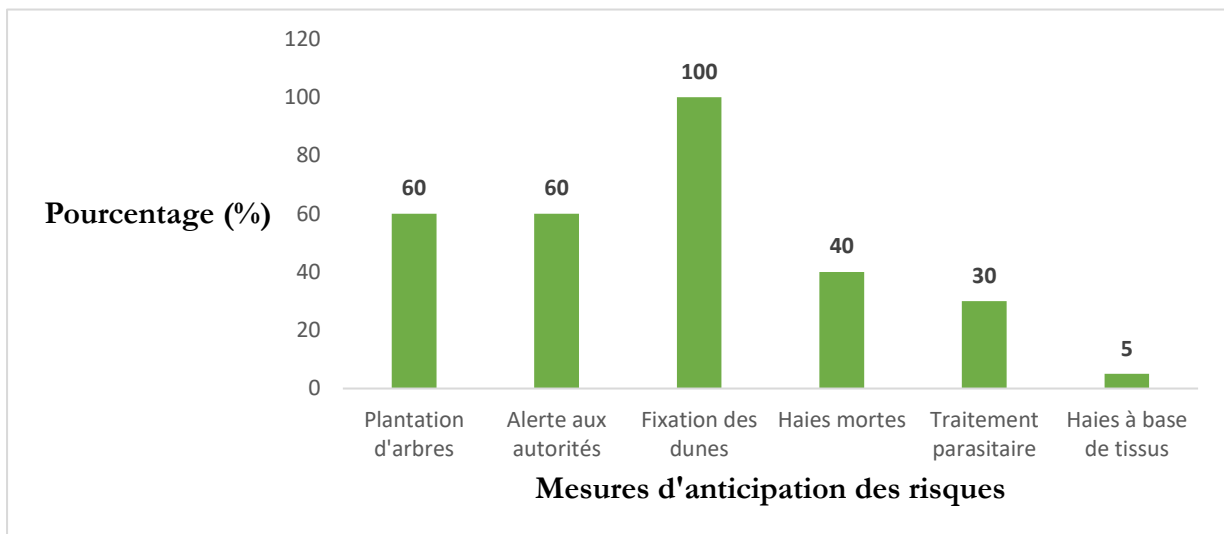


Figure 25 : Mesures prises pour faire face aux risques

- **Stratégies d'adaptation en matière de sécurité alimentaire**

La figure 26 montre que le maraîchage, l'exode, l'envoi d'argent et la participation aux travaux de GDT demeurent les principales stratégies d'adaptation prônées par l'ensemble des villages de la zone d'étude (100% des répondants).

L'emprunt occupe une place importante (60%), suivi de la vente du bois, l'orpaillage, la vente du bétail et la vente de la paille.

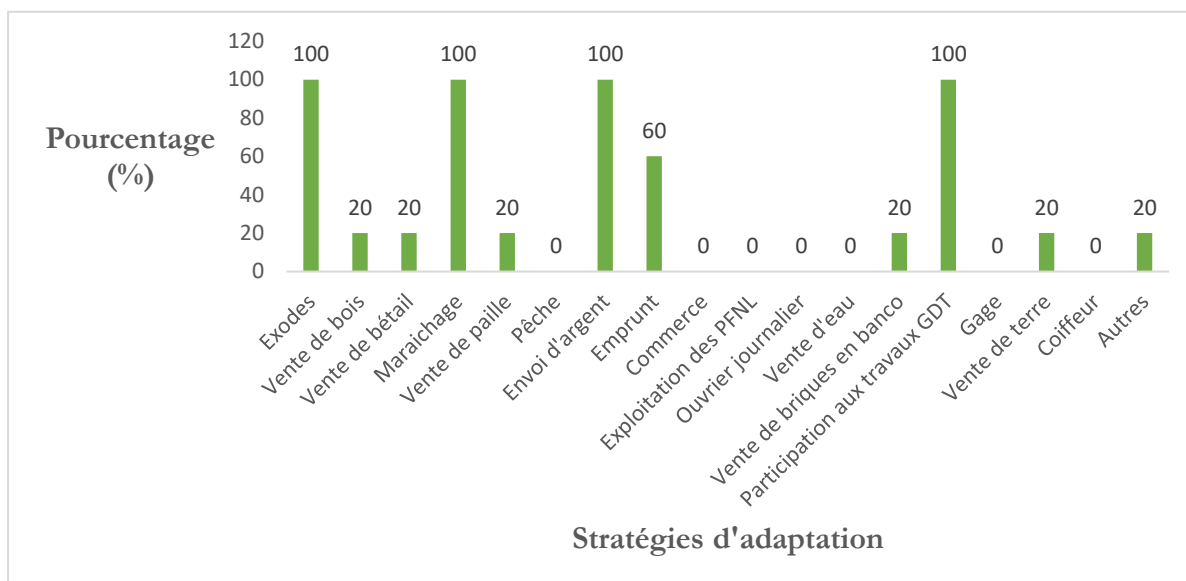


Figure 26 : Stratégies d'adaptation en matière de sécurité alimentaire

4.3.8. Acquis en matière de GDT

L'analyse de la figure 27 montre que les villages des communes de Bilma et Dirkou ont bénéficié de plusieurs réalisations en matière de Gestion Durable des Terres (GDT) ces dernières années. Les types de réalisation les plus pratiqués sont la fixation de dunes (100%) et la plantation d'arbres (60%). Ainsi, au regard des défis environnementaux particulièrement importants, ces pratiques de GDT doivent être généralisées et même intensifiées par le PGIEO en vue d'inverser les tendances à la dégradation des terres dans ses communes.

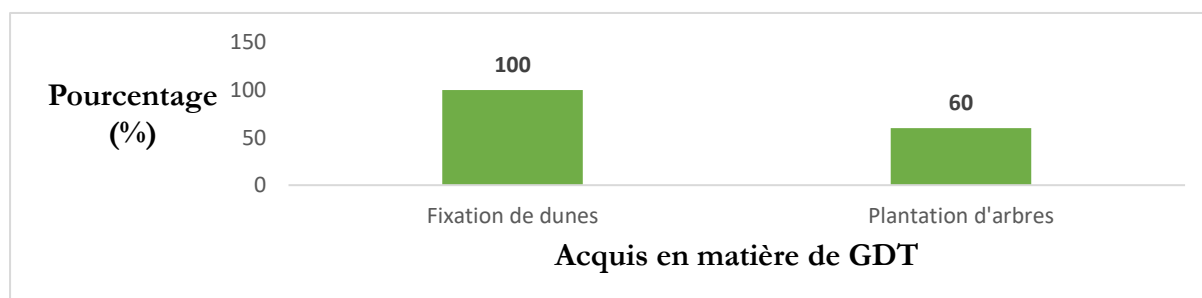


Figure 27 : Acquis en matière de GDT

4.3.9. Taux d'adoption de quelques techniques de GDT

Il ressort de la figure 28 que les techniques de GDT les plus adoptées au niveau de la zone d'étude sont la fixation des dunes et la plantation d'arbres.

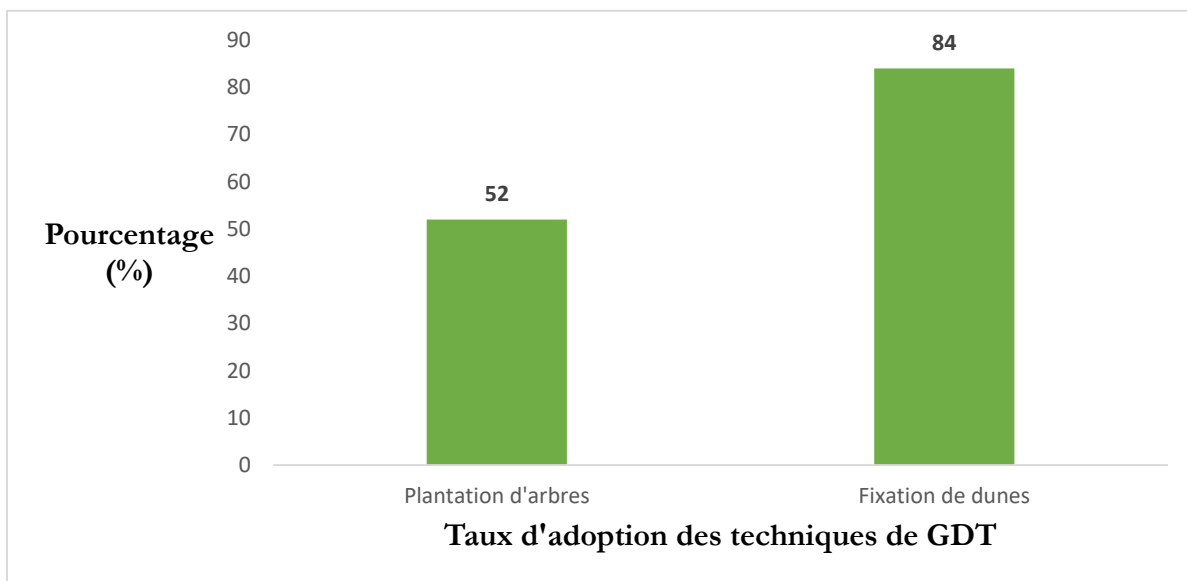


Figure 28 : Taux d'adoption des techniques GDT

4.3.10. Renforcement des capacités des populations

La figure 29 illustre les différents types de renforcements des capacités reçus par les populations de la zone d'étude. En effet, ces renforcements de capacités concernent les domaines suivants : fixation des dunes (50%), plantation d'arbres (40%), vie associative (30%) et pollinisation des dattiers (20%).

Ces renforcements des capacités ont été initiés par l'Etat et les partenaires (projets et ONG) pour appuyer les organisations paysannes (associations des femmes, associations de jeunes, structures locales de gestion, etc.). Toutefois, ces renforcements de capacité méritent d'être poursuivis.

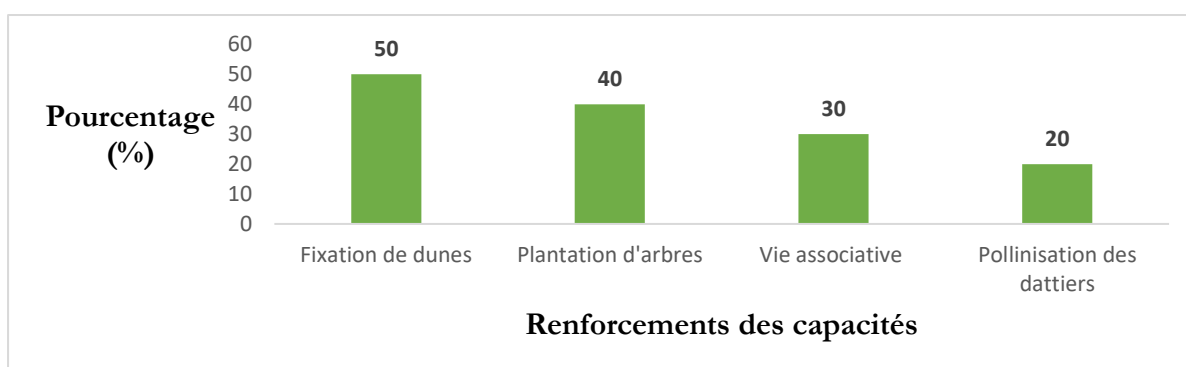


Figure 29 : Principaux renforcements des capacités obtenus par les populations

Ces renforcements des capacités reçus par les populations ont permis d'améliorer leurs revenus.

4.3.11. Structures et organisations paysannes

Le tableau 12 dresse les différentes structures et organisations paysannes existantes dans la zone d'étude. On dénombre 17 groupements féminins, 10 groupements d'hommes, 3 groupements mixtes, 1 association de maraîchers, 1 association de jeunes. L'analyse du tableau montre que les villages de la commune de Dirkou ont plus d'associations et groupements (22) que ceux de la commune de Bilma. Bien que ces structures existent, beaucoup souffrent d'une non fonctionnalité.

Tableau 12 : Effectif des structures et organisations paysannes

Communes	Groupements femmes	Groupements hommes	Groupements mixtes	Associations jeunes	Associations maraichers	Comité gestion sites traités	Total
Dirkou	11	4	2	1	1	3	22
Bilma	6	6	1	0	0	1	14
Total	17	10	3	1	1	4	

Source : Données terrain

4.3.12. Gestion foncière

Dans la zone d'étude, il existe plusieurs modes d'accès à la terre comme le montre la figure 30. Les premiers modes d'acquisition de la terre sont l'héritage (100%) et le don (40% chacun), suivi de l'emprunt (30%) et enfin de l'achat (10%). Les investigations sur le terrain révèlent que dans 100% des villages enquêtés les répondants affirment que les femmes et les jeunes ont accès à la terre.

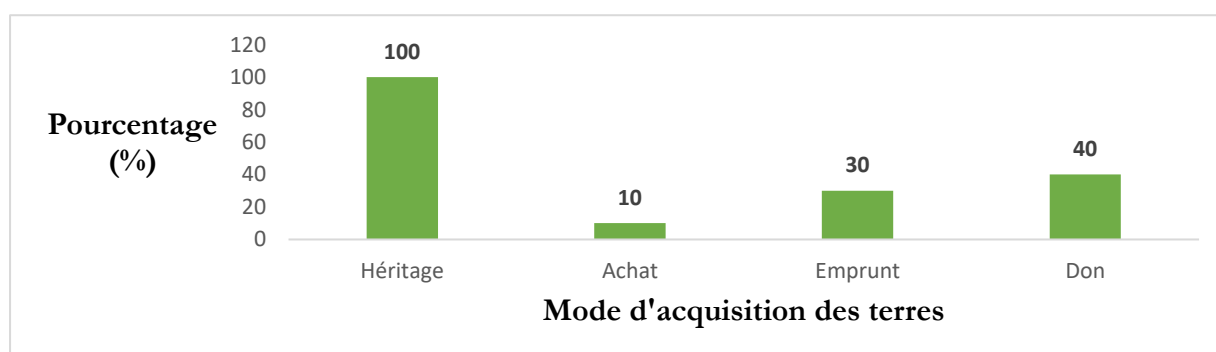


Figure 30 : Principaux modes d'acquisition de la terre

4.3.13. Emissions de CO₂

Pour évaluer l'émission de CO₂ par les motopompes et les automobiles, nous partons sur la base que chimiquement, l'essence peut être assimilée à de l'octane pur, soit n=8. Ainsi la

masse de CO₂ rejetée par mole d'octane consommée est de : $44 \times 8 = 352$ g. Le rapport consommation d'essence sur rejets de CO₂ est de $352/114 = 3,09$. Sachant que la masse volumique de l'essence est de 0,74 kg/l et que 1 gramme d'essence brûlée rejette 3,09 grammes de CO₂, il revient : $0,74 \times 3,09 = 2,28$ kg de CO₂ par litre d'essence brûlée. Soit sensiblement égal à 2,3 kg de CO₂ par litre d'essence (<http://www.econologie.com/emissions-de-co2-par-litre-de-carburant-essence-diesel-ou-gpl-articles-3723.html>).

Pour la consommation de gaz butane dans les motopompes utilisées pour l'irrigation, l'émission de CO₂ est la même que pour l'essence (<https://www.picbleu.fr/page/comparatif-pouvoir-calorifique-gaz-fioul-bois-charbon>).

En ce qui concerne la consommation de bois, un stère est égal à 225 kg pour les Combrétacées au Niger (PUSF) et pour 1 kg de bois consommé, on a une émission de 400g/KWh de CO₂ ; Ce qui permet de calculer l'émission annuelle de CO₂ en fonction du nombre de ménages et la quantité moyenne de consommation de bois par ménage.

4.3.14. Consommation de bois énergie et émissions de CO₂

Le tableau 13 présente les émissions de CO₂ par stère de bois consommé par les ménages des enquêtés et l'estimation des émissions par commune. Il ressort de ce tableau que les émissions de CO₂ des villages enquêtés s'élèvent à 2 251 080 KWh/an pour les 962 ménages. La population des 2 communes, objets de l'étude est estimée par extrapolation à 19 060 habitants en 2020 (ReNaLoc, 2012 actualisé) soit 3 644 ménages. Ainsi, les émissions de CO₂ s'élèveraient à 8 526 960 KWh/an pour l'ensemble des 2 communes, soit 8 526 tonnes de CO₂.

Tableau 13 : Consommation de bois énergie et émissions de CO₂

Communes	Population 2020	Nbre moyen de personne/ménage	Nbre de ménage 2020	Qté de bois (stère) par ménage/semaine	CO ₂ émis par 1 stère (kg)	Nbre de semaine/an	Emission CO ₂ /an (kg)
Dirkou	13 399	5,23	2 562	0,5	90	52	5 995 080
Bilma	5 661	5,23	1 082	0,5	90	52	2 531 880
Total	19 060		3 644				8 526 960

- **Usage des motopompes et émissions de CO₂**

L'usage des motopompes entraîne la combustion d'une quantité importante d'essence qui dégage du CO₂ dans l'atmosphère. Un total de **145** motopompes a été recensé dans les 5 villages enquêtés. En considérant que l'activité du maraîchage dure environ 6 mois au niveau des villages, les émissions totales de CO₂ sur les 6 mois s'élèveront à **85 442,7 kg** (Tableau 14).

Tableau 14 : Emission du CO₂ par l'usage de la motopompe

Commune	Village	Nbre de motopompe	Consommation moyenne journalière de carburant	Nbre de jour d'utilisation	Emission de CO ₂ / litre d'essence	Emission de CO ₂ / village
Dirkou	Beza	30	1	183	2,3	12 627
	Chimindour	37	1	183	2,3	15 573,3
	Argui	20	1	183	2,3	8 418
	Achinoma	50	2	183	2,3	42 090
Bilma	Euger	8	2	183	2,3	67 34,4
Total		145				85 442,7

4.3.15. Migration

- Types de migration

En ce qui concerne la migration, 100% des enquêtés affirment l'existence des migrants qui transitent dans ces communes avant leur départ pour l'extérieur (Tchad, Lybie, etc.), d'où la migration de transit contre 40% des villages enquêtés qui pensent qu'il y a des migrants qui ont pour destination les communes de Bilma et Dirkou. Ceci est nommée migration d'arrivée. Par ailleurs les répondants affirment qu'il n'y'a pas des migrants qui quittent les communes de Bilma et Dirkou, d'où la migration de départ. (Figure 25).

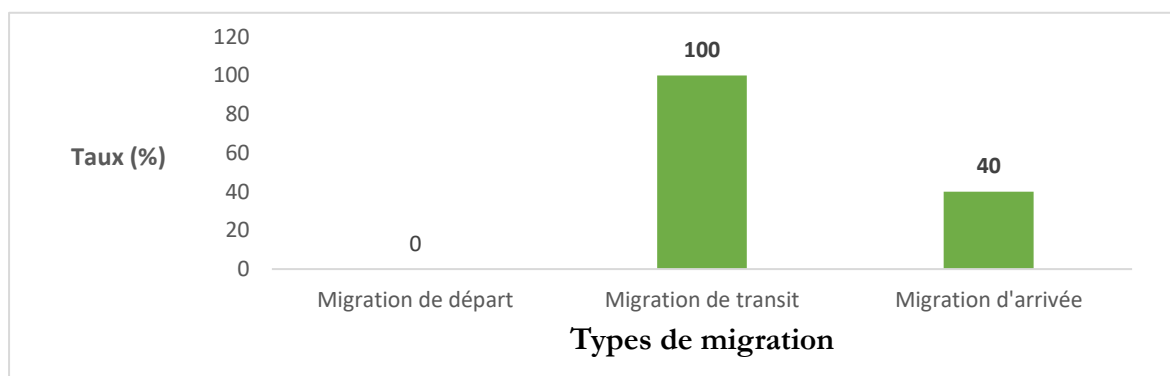


Figure 31 : Types de migrations rencontrées dans la zone

L'interprétation de la figure 32 montre que sur les cinq (5) villages enquêtés, la population affirme que le phénomène de migration existe. La croissance du flux représente 60% contre 40% pour la décroissance.

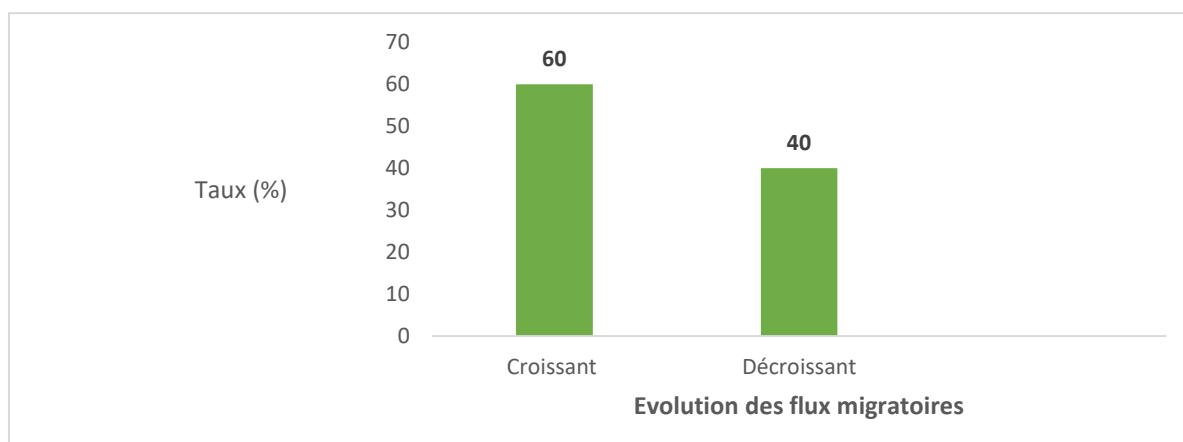


Figure 32 : Evolution des flux migratoires

4.3.16. Faune sauvage

L'analyse du tableau 15 montre que la zone d'étude abrite d'importantes espèces de faunes malgré les risques et pressions qui pèsent sur ces écosystèmes.

Tableau 15 : Situation des espèces de la faune sauvage

Zone d'étude		
Nom commun	Nom scientifique	Observations
Chacal doré	<i>Canis aureus</i>	
Lièvre du cap	<i>Lepus capensis</i>	
Scorpion du désert	<i>Hadrurus arizonensis</i>	
Varan terrestre	<i>Varanus exanthematicus</i>	
Chat sauvage	<i>Felis silvestris</i>	
Fennec	<i>Vulpes zerda</i>	
Renard pale	<i>Vulpes pallida</i>	
Vipère	<i>Vipera sp</i>	Plusieurs espèces
Hérisson à ventre blanc	<i>Atelerix albiventris</i>	
Ecureuil terrestre	<i>Xerus erythropus</i>	
Gazelle dorcas	<i>Gazella dorcas</i>	
Varan du désert	<i>Varanus griseus</i>	
Margouillat	<i>Agama sp</i>	Plusieurs espèces
Rat	<i>Mastomys sp</i>	Plusieurs espèces
Faucon	<i>Falco tinnunculus</i>	
Plécoptère	<i>Plecoptera sp.</i>	
Aigle	<i>Aquila chrysaetos</i>	
Corbeau	<i>Corvus corax</i>	
Pigeon sauvage	<i>Columba palumbus</i>	
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	
Hirondelle	<i>Hirundo rustica</i>	
Chauve-souris	<i>Pteropus niger</i>	

Les principales pressions observées sur cette faune sont la destruction de l'habitat, le braconnage et les risques climatiques.

4.4. Problématique de la zone d'étude

Une analyse permet de dégager des contraintes pour le développement des secteurs ci-dessous.

4.4.1. Agriculture

Il se dégage une baisse de la production des dattiers probablement liée au vieillissement et au manque d'entretien des palmiers dattiers, l'ensablement continu des oasis, l'absence d'appareil pollinisateur d'actualité et les attaques des ennemis de cultures.

Aussi, le potentiel en terre irrigable est menacé d'ensablement, ce qui réduit la pratique du maraîchage. La hausse des températures perturbe également le cycle végétatif de la production agricole.

Parmi les contraintes liées au développement de l'agriculture, on peut noter également le faible accès aux intrants et matériels agricoles, le manque de formation sur les méthodes et techniques culturales ainsi que la mévente de la production des dattiers.

En outre, le manque de suivi régulier des statistiques agricoles est à noter. En effet, de 2021 à 2023, les statistiques sur les cultures de sorgho, maïs, niébé, oseille, oignon et tomate ne sont pas disponibles pour le département de Bilma (Direction Départementale de l'Agriculture Bilma, 2024).

4.4.2. Elevage

Dans le secteur de l'élevage, on note une méconnaissance des effectifs du cheptel faute de statistiques fiables réduisant ainsi la chance du secteur de bénéficier d'appuis conséquents.

Un autre facteur limitant est l'alimentation du bétail. En effet, les animaux notamment les petits ruminants sont alimentés essentiellement à partir des résidus de dattiers et du jardinage qui sont insuffisants et ne sont disponibles qu'après les récoltes. Toutefois, un apport est fait à partir des cultures irriguées de luzerne et de fanes d'arachide. Aussi, les insuffisances de précipitations entraînent des déficits fourragers. Il en est de même pour la hausse des températures qui augmente le besoin en eau aussi bien des populations, des cultures que du cheptel.

Le cheptel de la zone n'échappe pas aux maladies dont les plus couramment rencontrées sont la clavelée, la pasteurellose des petits ruminants et des camelins ainsi que le charbon bactérien.

D'autres contraintes entravent également la bonne marche de l'élevage dans la zone d'étude. Il s'agit du mauvais maillage des points d'eau, du manque d'accompagnement et d'encadrement des éleveurs, de l'insuffisance d'intrants zootechniques et vétérinaires et le contrôle sanitaire du bétail quasi inexistant.

Il est également important de relever la quasi inexistence des aires pastorales, des aires de repos et des couloirs de passage.

4.4.3. Environnement

Dans le secteur de l'environnement, on observe une dégradation des ressources végétales liée à l'avancée des dunes de sable, la coupe abusive du bois, la divagation des animaux et l'utilisation incontrôlée de certains produits phytosanitaires par les producteurs notamment maraîchers.

Pour la faune sauvage, en plus de la dégradation de leur habitat, on peut relever aussi la pratique du braconnage et le trafic d'animaux sauvages sur pied.

L'insuffisance dans la surveillance des écosystèmes, la rareté des pluies et la prolifération des plantes aquatiques envahissantes ainsi que l'érosion éolienne entravent également le secteur de l'environnement.

Pour faire face aux défis, des activités sont réalisées mais demeurent faibles. En effet, de 2019 à 2023, les superficies de dunes fixées s'élèvent à 12,25 ha pour la commune de Bilma et 10,2 ha pour la commune de Dirkou. (Direction Départementale de l'Environnement de Bilma, 2024). Ces superficies traitées ont certes été plantées mais pasensemencées en herbacées.

4.4.4. Hydraulique

Parmi les contraintes du secteur, on peut citer l'affleurement de la nappe qui peut entraîner sa pollution avec la réalisation des latrines à proximité.

Les eaux de surface généralement utilisées pour le maraîchage, l'abreuvement des animaux et la baignade sont également menacées par l'ensablement, la prolifération des plantes envahissantes et la pollution.

Aussi, les points d'eau modernes ne sont pas en mesure de satisfaire les besoins de la population qui fait recourt aux puits traditionnels dans les concessions malgré les risques potentiels de pollution.

4.4.5. Génie rural

Dans la zone d'étude, on constate une quasi absence des ouvrages de mobilisation des eaux comme les seuils d'épandage, les micro-barrages et l'aménagement des mares. On note toutefois en 2019, la réalisation d'une digue au niveau de la mare Aboubou (Commune de Bilma), le curage de la mare et le réaménagement des bordures.

Un potentiel de mares permanentes existe dans la zone mais sont menacées d'ensablement et d'envahissement par les plantes aquatiques, réduisant ainsi leur profondeur.

Les aménagements des bassins de productions (aménagement hydroagricole, aménagement de petits périmètres irrigués, amélioration des productions maraichères, etc.) sont quasi inexistantes dans la zone en dehors d'un périmètre d'irrigation (site irrigué de Kalala) dans la commune de Bilma.

4.5. Besoins en matériels

Les besoins en matériels de l'observatoire sont consignés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Besoins en matériels de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma

CNSEE	
Désignations	Caractéristiques
Ordinateurs fixes	Grande capacité (70 à 100Go de RAM) pour les traitements numériques des données satellitaires
Ordinateurs portables	Gammer (supérieur ou égal à 70Go minimum)
Ordinateurs portables	16Go minimum
Scanner (A0 et plus) pour la numérisation des cartes papier	IQ Quattro 44 MFP Repro Scanner A0 Couleur 48-bit sRGB 44 Pouces 1118mm Résolution optique 1200dpi USB 2.0 avec xDTR Garantie 1 an Pied en option

Garmin GPSMAP 64S	<p>Ecran couleur antireflet de 2,6 pouces</p> <p>Récepteur GPS/GLONASS haute sensibilité avec une antenne Quad Helix pour un positionnement plus rapide et performant</p> <p>Double système d'alimentation (batterie NIMH ou piles AA)</p> <p>Altimètre barométrique et compas électronique 3 axes</p> <p>Connectivité sans fil via la technologie Bluetooth®¹ ou ANT+™ : fonctions Live Tracking et Smart Notification²</p> <p>1 an d'abonnement offert au service d'imagerie BirdsEye Satellite Imagery</p>
Compas forestiers électriques	Electroniques
Pesons de précision	Electroniques
Télémètres dendrométriques	Télémètre Forestry Pro II
Etuve	Étuve de Laboratoire de Capacité de 250 litres, Convection Naturelle, 220-240V 50/60Hz
Tarières pédologiques	<p>Hauteur 23 cm.</p> <p>Hauteur totale 123 cm.</p> <p>Poids 1.5kg.</p>
Paires de jumelles	<p>Jumelles à prisme en toit</p> <p>Puissance 10x22</p> <p>Prisme BAK4 FMC</p> <p>Paramètre Mesure</p> <p>Grossissement x10</p> <p>Diamètre d'objectif 22 mm</p> <p>Dimensions 9*10.5*4 cm</p> <p>Poids</p>
Appareils Photos numériques de longue portée	Appareil photo numérique 33MP
Cameras pièges pour la surveillance de la faune	les appareils simples & les appareils à envoi d'alerte
Drones professionnels et entreprise	(genre Skyfront Perimeter 8, Nelk ou US1) multispectral et de grande autonomie
Imprimantes	multifonctions, qui peut être connectée à tous les ordinateurs d'un service
Rétroprojecteurs	<p>Définition Full HD (1080p)</p> <p>Luminosité 3800 Lumens</p> <p>Focale Standard</p>

Documents d'arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest	
Documents de la flore du Sénégal	
Recueils de lexique Langues vernaculaires et noms scientifiques	
Lexique de la faune	
Sonde Piézométrique	<p>TAILLE COMPACTE: Ø 22 mm – longueur 110 mm, idéale pour une installation facile dans presque tous les puits.</p> <p>HAUTE PRÉCISION: Le TD-Diver se distingue par une précision de ±0,05% FS.</p> <p>CAPACITÉ DE MÉMOIRE: 72 000 mesures de date, pression et température avec une fonction de sauvegarde.</p> <p>UTILISATION INTUITIVE: Pas de calibration nécessaire. Inclut un logiciel professionnel gratuit et simple à installer. Version française disponible.</p>
Ph mètre Flysocks	<p>Matériau ABS</p> <p>Finition extérieure uncoated plastic finish</p> <p>Qualité du fabricant Autres</p> <p>Couleur Rouge</p> <p>Taille L</p>
Onduleurs de grande capacité	
Services techniques (en raison de 6 par département)	
Ordinateurs portables	Grande capacité de stockage et de RAM performantes (16Go minimum)
Récepteurs GPS (métriques)	Garmin GPSMAP 64S
Imprimantes	En couleur
Rétroprojecteurs	<p>Définition Full HD (1080p)</p> <p>Luminosité 3800 Lumens</p> <p>Focale Standard</p>
Documents d'arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest	
Documents de la flore du Sénégal	
Recueils de lexique Langues vernaculaires et noms scientifiques	
Lexique de la faune	

Sonde Piézométrique	<p>TAILLE COMPACTE: Ø 22 mm – longueur 110 mm, idéale pour une installation facile dans presque tous les puits.</p> <p>HAUTE PRÉCISION: Le TD-Diver se distingue par une précision de $\pm 0,05\%$ FS.</p> <p>CAPACITÉ DE MÉMOIRE: 72 000 mesures de date, pression et température avec une fonction de sauvegarde.</p> <p>UTILISATION INTUITIVE: Pas de calibration nécessaire. Inclut un logiciel professionnel gratuit et simple à installer. Version française disponible.</p>
Ph mètre Flysocks	<p>Matériau ABS</p> <p>Finition extérieure uncoated plastic finish</p> <p>Qualité du fabricant Autres</p> <p>Couleur Rouge</p> <p>Taille L</p>
Bureaux	Bureau droit MADERA + caisson hauteur bureau P.80 cm , L162xP80 cm, hêtre, gris anthracite
Fauteuils de bureau Santiago	<p>Matériel Cuir synthétique</p> <p>Couleur Noir</p> <p>Hauteur de l'assise 44 - 54 cm</p> <p>Largeur de l'assise 54 cm</p> <p>Profondeur de l'assise 51 cm</p> <p>Hauteur du dossier 72 cm</p> <p>Accoudoirs accoudoirs avec revêtement matelassé (20cm)</p> <p>Roulettes 11 mm x 50 mm spécial tapis et moquette</p> <p>Poids Maximum 120 kg</p>
Chaises visiteurs pour les bureaux et la salle de réunion	Chaise visiteur AXO
Toners (un jeu au prorata du nombre d'imprimante)/an	
Papiers A4, A3 (Forfait)	
Antivirus (au prorata du nombre d'ordinateurs fixe et portables)	
Bureaux et tables	Bureau droit MADERA + caisson hauteur bureau P.80 cm , L162xP80 cm, hêtre, gris anthracite

Fauteuils de bureau Santiago	Matériel Cuir synthétique Couleur Noir Hauteur de l'assise 44 - 54 cm Largeur de l'assise 54 cm Profondeur de l'assise 51 cm Hauteur du dossier 72 cm Accoudoirs accoudoirs avec revêtement matelassé (20cm) Roulettes 11 mm x 50 mm spécial tapis et moquette Poids Maximum 120 kg
Chaises visiteurs pour les bureaux et la salle de réunion	Chaise visiteur AXO
Toners (un jeu au prorata du nombre d'imprimante)/an	
Papiers A4, A3 (Forfait)	
Antivirus (au prorata du nombre d'ordinateurs fixe et portables)	
Observatoires (en raison de deux par observatoire)	
Station Météo	Sans Fil Avec Wifi Et Capteur Bresser ClearView Extérieur Pro 7 En 1 (Vent, Humidité De L'air, Température, Précipitations, Niveau UV, Intensité Lumineuse)

Conclusion et recommandations

L'étude portant sur le diagnostic biophysique et socioéconomique des communes de Bilma et Dirkou pour le compte de l'observatoire des oasis du Kawar/Bilma a permis de mettre en lumière pour l'essentiel les faits saillants suivants :

- Une dominance des étendues dunaires suivies des sols nus en termes d'occupation des sols ;
- Une dominance de *Phoenix dactylifera*, *Acacia raddiana*, *Hyphaene thebaica* et *Acacia nilotica* dans la strate ligneuse avec une densité de 50 à 76 pieds/ha. La strate herbacée est dominée quant à elle par *Aristida pungens* sur les milieux terrestres. Des espèces de gros diamètres sont observées surtout pour *Phoenix dactylifera* témoignant du vieillissement de son peuplement ;
- L'existence d'importantes espèces de faune sauvage malgré les risques et pressions qui pèsent sur ces écosystèmes dont les principales sont la destruction de l'habitat, le braconnage et les risques climatiques.
- L'absence de danger d'un point de vue des valeurs de pH des eaux analysées ;

- Une richesse en sel minéraux des eaux du puits cimenté de Intchi Tchimea (Bilma) et le puisard maraîcher (mare d'Argui) ;
- Un dépassement des normes de l'OMS (eau de boisson) pour les Chlorures (CT), les Sulfates (SO₄⁻) et le Sodium dans les eaux du puisard maraîcher de la mare d'Argui (Dirkou). Ces valeurs sont cependant conformes aux recommandations pour une eau d'irrigation ;
- Un dépassement de la norme de l'OMS (eau de boisson) pour le Fer Total dans l'eau du forage artésien du site maraîcher de Kalala. Cette valeur est conforme aux recommandations de l'irrigation ;
- Une absence de certains éléments bactériologiques (*Escherichia coli* (*E. coli*), Salmonelles, Streptocoques fécaux et Bactéries Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) dans toutes les eaux échantillonnées ;
- Une absence de coliformes totaux dans les eaux du forage artésien de Kalala (Bilma), de la mini AEP Dirkou et du puits pastoral de Intchi Tchimea (Bilma) ;
- La présence des éléments de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) au niveau de tous les points d'eau ;
- L'existence d'infrastructures socioéconomiques de base mais qui méritent d'être renforcées ;
- La pratique du maraîchage, de l'arboriculture (culture de dattier) et l'extraction du natron comme principales activités des populations ;
- La présence des risques environnementaux comme les vents violents, l'ensablement, les attaques parasitaires, la disparition du couvert végétal, la prolifération des espèces végétales aquatiques envahissantes, la salinisation des terres avec encroutement, les fortes chaleurs et les pollutions ;
- La réalisation des renforcements de capacités de la population concernant la fixation des dunes, la plantation d'arbres (40%), la vie associative (30%) et la pollinisation des dattiers (20%) qui méritent d'être poursuivis ;
- L'existence de la migration de transit pour l'extérieur et la migration saisonnière ;
- La baisse de la production des dattiers, l'absence d'appareil pollinisateur, les attaques des ennemis de culture, le faible accès aux intrants et matériels agricoles comme problématique du secteur de l'agriculture ;
- La méconnaissance des effectifs du cheptel, l'insuffisance de l'alimentation du bétail, les épizooties, le mauvais maillage des points d'eau, la quasi inexistence des aires

pastorales, des aires de repos et des couloirs de passage entravant le secteur de l'élevage ;

- L'ensablement, la dégradation des ressources végétales, l'envahissement des plantes aquatiques, la dégradation de l'habitat de la faune et le braconnage constituant des problématiques majeures pour le secteur de l'Environnement ;
- L'affleurement de la nappe phréatique avec un risque potentiel de pollution ainsi que l'insuffisance des points d'eau moderne comme préoccupations du secteur de l'hydraulique ;
- La quasi absence des ouvrages de mobilisation des eaux (seuils d'épandage, micro-barrages et aménagement des mares) et des aménagements des bassins de productions (aménagement hydroagricole, aménagement de petits périmètres irrigués, amélioration des productions maraichères, etc.) demeurent préoccupantes pour le génie rural.

Au terme de cette étude, nous formulons les recommandations suivantes :

A l'endroit du projet PGIEO/NN

- Prendre en compte les communes de Djado et Fachi dans les prochaines investigations ;
- Mettre en place un dispositif de suivi de la végétation au niveau des steppes et des cultures de dattiers ;
- Mettre en place un dispositif de suivi de l'avancée du front dunaire ;
- Réaliser des travaux de fixation des dunes (mécanique et biologique) prioritairement autour des oasis ;
- Valoriser les espèces aquatiques envahissantes à travers la promotion du compostage, du biogaz et l'artisanat ;
- Construire et réhabiliter des forages et puits maraîchers au niveau de certaines zones de cultures (dattiers, maraîchage) ;
- Faire des investigations poussées pour comprendre le fonctionnement hydrique des écosystèmes de la zone d'étude ;
- Suivre la dynamique d'occupation des sols sur un pas de cinq (05) ans au niveau de la zone d'étude ;
- Mettre en place un système de veille contre les ennemis de culture (dattiers, maraîchage) pour réduire leur prolifération et renforcer les capacités techniques des producteurs sur les différentes méthodes de lutte ;

- Renforcer les capacités techniques des producteurs de dattiers et des maraîchers et les appuyer en semences et produits phytosanitaires ;
- Organiser la filière du natron et aider à écouler les productions ;
- Poursuivre les analyses des échantillons d'eau en prenant en compte les types d'usage (boisson, abreuvement et irrigation) ;
- Collecter des données socioéconomiques au niveau des bénéficiaires des activités du projet.

A l'endroit du Ministère en charge de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de l'Environnement

- Formaliser l'Observatoire des oasis du Kawar/Bilma à travers un arrêté ;
- Renforcer la surveillance environnementale dans toute la zone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Commune Urbaine de Bilma, 2023 : Plan de Développement Communal (PDC) 2022-2026. 151 p.

Commune Rurale de Dirkou, 2023 : Plan de Développement Communal (PDC) 2022-2026. 99 p.

Saadou Mahamane, 1990 : La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse d'Etat Es-Sciences Naturelles. Université de Niamey. 539 p.

Imane C., 2023. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraine de la plaine de Hassi L'Fhal-Walaya de Menéa.

PGIEO-NN, 2023. Mise en place des observatoires régionaux des écosystèmes oasiens (cuvettes et oasis) du Niger et renforcement des capacités techniques et administratives des observatoires pour une bonne opérationnalité, Termes de référence, 12p ;

Rodier J., bazin C., Chambon P., Broutin J.-P., Champsaud H. & Rodi L., 2005. Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition. Ed dunod, paris, 1350 p.

ANNEXES

Annexe1 : Points d'incertitudes pour la vérité terrain



Identifiant	Latitude	Longitude
Dirk 9	19,446694	12,8995267
Dirk 8	19,2586366	12,9324722
Dirk 7	19,2710768	13,0131884
Dirk 6	19,387658	12,8814068
Dirk 4	19,1139497	12,9456503
Dirk 3	19,081261	12,8781122
Dirk 2	19,0205361	12,9159994
Dirk 1	19,1481882	12,9110576
Dirk 1'	18,9473253	12,9061158
Bilma 8	18,7883321	13,0098939
Bilma 7	18,8413466	12,9110576
Bilma 6	18,71658	12,9044686
Bilma 5	18,5401904	12,9934212
Bilma 4	18,4527084	12,9868321
Bilma 3	18,4433327	13,1252028
Bilma 2	18,3542379	13,0609593
Bilma 1	18,2744825	13,1070829

Annexe 2 : Prélèvement des échantillons d'eau dans les communes de Bilma et Dirkou

1) Timéro (Commune Urbaine de Bilma)

C'est une eau de source qui se trouve à côté de la pépinière des Eaux et Forêts.

C'est une eau de surface qui alimente les jardins à travers des canalisations.

- Quartier : Camp de garde ;
- Usage : Maraîchage principalement mais aussi pour la lessive et la baignade ;
- Latitude : 18°41'09,0" N ;
- Longitude : 12°55'18,6" E ;
- Altitude : 364 m.

2) Mini AEP (Commune Urbaine de Bilma)

- Quartier Loumbouchi ;
- Usage : Consommation humaine ;
- Latitude : 18°41'28,7" N ;
- Longitude : 12°55'18,7" E ;
- Altitude : 352 m.

3) Forage artésien (Commune Urbaine de Bilma)

Au niveau du site irrigué de Kalala. L'eau jaillissait avant mais fermé à notre passage.

- Usage : Maraîchage (le site maraîcher bénéficie d'une fixation de dunes) ;
- Quartier : Kalala ;
- Latitude : 18°41'08,4" N ;
- Longitude : 12°53'07,0" E ;
- Altitude : 354 m.

4) Intchi Tchimea (Commune Urbaine de Bilma)

Il s'agit d'un prélèvement effectué au niveau d'un puits pastoral.

- Usage : pastoral ;
- Latitude : 18°45'34,7" N ;
- Longitude : 12°53'47,7" E ;
- Altitude : 354 m.

5) CSI Chimindour (Commune rurale de Dirkou)

C'est l'eau de la mini AEP pour tenir compte du paramètre distance.

- Village : Chimindour ;
- Usage : Consommation humaine ;
- Latitude : 18°57'58,4" N ;
- Longitude : 012°53'58,0" E ;
- Altitude : 376 m.

6) Forage Mini AEP Dirkou (Commune rurale de Dirkou)

- Usage : Consommation humaine ;
- Latitude : 19°00'09,3" N ;
- Longitude : 012°52'40,7" E ;
- Altitude : 379 m.

7) Mare Argui Maraîchage (Commune rurale de Dirkou)

Le prélèvement d'eau est effectué dans un puisard se trouvant dans la partie consacrée au maraîchage. Il s'agit de la mare / cuvette Ejeni.

- Usage : Maraîchage ;
- Village : Argui ;
- Latitude : 19°04'38,4" N ;
- Longitude : 012°54'14,4" E ;
- Altitude : 378 m.

8) Forage maraîcher Chimindour (Commune rurale de Dirkou)

L'eau est prélevée au niveau d'un forage qui est dans un site maraîcher à proximité du CSI.

- Usage : Maraîchage ;
- Latitude : $18^{\circ}58'00,2''$ N ;
- Longitude : $012^{\circ}54'00,2''$ E ;
- Altitude : 377 m.

Annexe 3 : Liste des personnes rencontrées

Nom et prénom	Fonction/Structure	Localité	Téléphone
Col Moustapha Ibrahim	Directeur Régional Adjoint de l'Environnement	Agadez	96272075 92357646
Yacouba Djibo	Comptable PGIEO-NN	Agadez	85575737 87747441
Soumana Zakaria	Directeur Régional de l'Hydraulique et de l'Assainissement	Agadez	80181859 96598020
Souley Banaou	Chef de Division ressources en eau et statistiques / Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement	Agadez	90519171 96501815
Mamane Elh Abdou	Chimiste responsable de contrôle de la qualité des eaux et Chef de Division Assainissement / Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement	Agadez	96727879 90343074
Boubacar Hamani	Directeur Régional de l'Élevage	Agadez	96121240
Cdt Amadou Torda	Préfet	Bilma	90309342
Mahamadou Abari	Secrétaire Général Mairie	Bilma	91073733
Cdt Hassane Younoussou Hamadou	Directeur Départemental de l'Environnement	Bilma	96095058 92507414
Harouna Doubi	Directeur Départemental du Génie Rural	Bilma	96108384 92448559 84307373
Ali Shina	Directeur Départemental de l'Agriculture	Bilma	96598977 90797959
Attoumane Sanoussi	Secrétaire Général Mairie	Dirkou	94833881 70292971