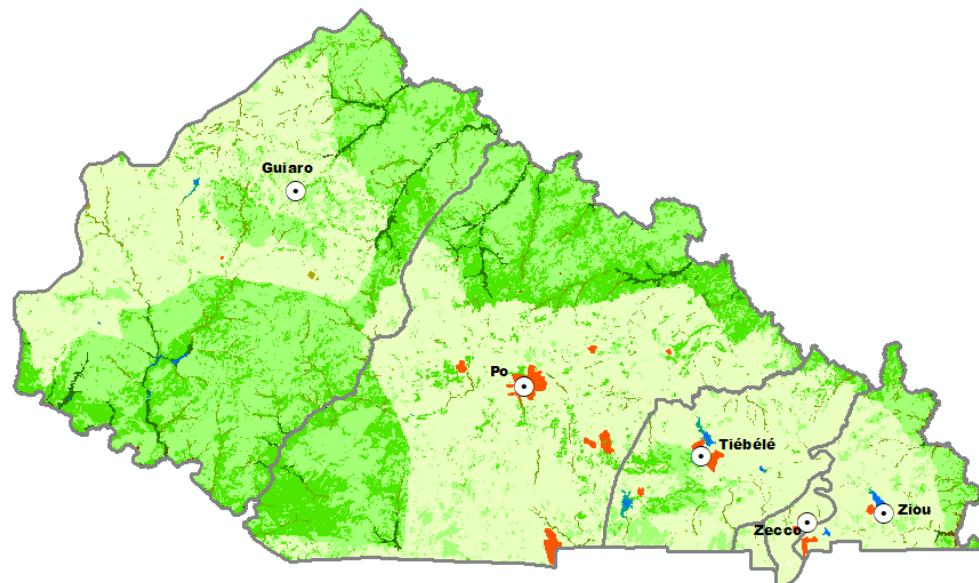




Association d'Environnement et de développement reconnue  
Officiellement par récépissé N° 95-005/MAT/PNHR/HC du 26 Octobre 1995  
BP : 01 Tel : (00226) 50 – 40 – 30-82 Email : [gamowigna2@gmail.com](mailto:gamowigna2@gmail.com)



**CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DES TERRES ET DE  
L'INDICE DE DEGRADATION DES TERRES ACTUELLES DE  
LA PROVINCE DU NAHOURI**

**RAPPORT FINAL DE L'ETUDE**

**Basile Aoupoaouné ADOUABOU**  
Forestier Aménagiste-Géomaticien

**Norbert SIDIBE**  
Géographe-Géomaticien

**Tahibou PARE**  
Pédologue-Géomaticien

**Mai 2022**

## TABLE DES MATIERES

TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	5
Liste des cartes .....	5
Liste des figures.....	5
RESUME .....	7
INTRODUCTION.....	8
1. OBJECTIFS, RESULTATS ET LIVRABLES ATTENDUS DE L'ETUDE .....	10
1.1. Objectif global.....	10
1.2. Objectifs spécifiques .....	10
1.3. Résultats attendus de l'étude.....	10
1.4. Livrables .....	11
2. MANDAT DE LA MISSION ET PROFILS DES EXPERTS AYANT CONDUIT L'ETUDE.....	11
2.2. Profils des Experts ayant conduit l'étude .....	12
3. PRESENTATION DE LA ZONE DE L'ETUDE .....	12
3.1. Milieux biophysique.....	12
3.1.1. <i>Localisation de la zone d'étude</i> .....	12
3.1.2. <i>Climat</i> .....	13
3.1.3. <i>Sol</i> .....	14
3.1.4. <i>Géologie</i> .....	16
3.1.5. <i>Géomorphologie</i> .....	16
3.1.6. <i>Hydrographie</i> .....	17
3.1.6. <i>Végétation</i> .....	17
3.1.7. <i>Faune</i> .....	18
3.2. Milieu humain .....	20
3.2.1. <i>Population</i> .....	20
3.2.2. <i>Activité socio-économiques</i> .....	20
4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	26
4.1. Outils de traitement et d'analyse des données.....	26
4.2. Cartographie de l'occupation des terres.....	27
4.2.1. <i>Acquisition des images satellites</i> .....	27
4.2.2. <i>Prétraitement des images Sentinel 2 et préparation de la sortie de terrain</i> .....	28
4.2.3. <i>Réalisation de la sortie de reconnaissance terrain</i> .....	30

<i>4.2.4. Traitement de l'image et production de la base de données d'occupation des terres</i> ...	30
4.2. Cartographie de l'indice actuel de dégradation des terres .....	31
<i>4.3.1. Données et équations utilisées</i> .....	31
<i>4.3.2. Description des types de données et des équations utilisées</i> .....	32
<i>4.3.3. Traitements des données</i> .....	35
5. RESULTATS ET ANALYSE .....	37
5.1. Cartographie de l'occupation des terres.....	37
<i>5.1.1. Définition de l'occupation des terres</i> .....	37
<i>5.1.2. Unités d'occupation des terres discriminées</i> .....	37
<i>5.1.3. Etat des lieux de l'occupation des terres de la province du Nahouri en 2021</i> .....	38
5.2. Cartographie des risques de dégradation des terres.....	48
<i>5.2.1. Résultats sur les indices potentiels ou risque de dégradation</i> .....	48
<i>5.2.2. Résultats sur la sensibilité ou indice potentiel de dégradation</i> .....	52
5.2.3. Indices actuels de dégradation des terres .....	54
5.3. Identification des Risques / analyse des risques .....	57
6. PROPOSITIONS D'ACTIONS D'AMELIORATION .....	59
7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	62
8. BIBLIOGRAPHIE .....	64
9. ANNEXES .....	65

## SIGLES ET ABREVIATIONS

ACN-CC	Apprendre pour Changer, le Nahouri s'adapte aux défis du changement climatique
BDOT	Base nationale de données d'occupation des terres
BUNASOL	Bureau National des Sols
CPCS	Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols
CS3R	Comité de Solidarité/Trois-Rivières
DIRH	Direction des Inventaires des Ressources Hydrauliques
DPAH	Direction Provinciale de l'Agriculture et de l'Hydraulique
DPH	Densité de la population humaine
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
FCRGN	Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga
GPS	Global Positioning System
IFN2	Second Inventaire Forestier National
IGB	Institut Géographique du Burkina
INSD	Institut National de la Statistique Démographique
MECV	Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie
MEEVCC	Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique
MMU	Unité Minimale de Cartographie
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index/Indice de végétation par différence normalisée
NPK	Azote Potassium Phosphore
ONDD	Observatoire National du Développement Durable
OSC	Organisation de la société civile
PAN/CC	Programme National d'Adaptation à la variabilité et aux Changements Climatiques
PCDG	Plan Communal de Développement de Guiaro
PCDP	Plan Communal de Développement de Pô
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
PNKT	Parc national de Pô dit Kaboré-Tambi
PNSR	Programme National du Secteur Rural
RGPH	Recensement Général de la Population Humaine
ROI	Regions Of Interest
SIG	Système d'Information Géographique ;
SINAP-N	Système d'information et d'alerte précoce pour le Nahouri
SP-CNDD	Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable
TCRRC	Table de concertation régionale en résilience climatique
UBT	Unité Bétail Tropical
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS	World Geodetic Système

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des cartes

Carte 1 : Situation de la zone d'étude .....	13
Carte 2 : Carte des sols de la Province du Nahouri .....	15
Carte 3 : Occupation des terres de la Province du Nahouri en 2021 .....	
Carte 4 : Occupation des terres du PNKT et de la FCRGN en novembre 2021 .....	
Carte 5 : Etat d'érosivité des pluies dans la province du NahouriFigure 5	
Carte 5 : Etat d'érosivité des pluies dans la province du Nahouri.....	48
Carte 6 : Niveau de sensibilité des pentes dans la province du Nahouri .....	49
Carte 7 : Erodibilité (K) des sols de la Province du NahouriFigure 7 .....	51
Carte 8 : Densité des facteurs socio-économiques infléçant la dégradation des terres dans la Province du Nahouri.....	52
Carte 9 : Indice potentiel de dégradation des terres en 2021 de la Province du Nahouri.....	53
Carte : 10 : Vulnérabilité de la végétation du NahouriFigure 10 .....	54
Carte : 11 : Carte de l'indice actuel de dégradation des terres pour l'année 2021 du Nahouri	55
Carte 12 : Erodabilité des terres au niveau de la Province du Nahouri .....	57
Carte 13 : Occupation des terres de la Commune Pô en novembre 2021 .....	71
Carte 14 : Occupation des terres de la Commune de Tiébélé en novembre 2021 .....	72
Carte 15 : Occupation des terres de la Commune de Guiaro en novembre 2021 .....	73
Carte 16 : Occupation des terres de la Commune de Ziou en novembre .....	74
Carte 17 : Occupation des terres de la Commune de Zecco en novembre .....	

### Liste des figures

Figure 1 : Représentation de variabilité pluvio-thermique de la station synoptique de Pô .....	14
Figure 2 : Evolution de la production des cultures céréalier es (en tonne) du Nahouri .....	21
Figure 3 : Evolution de la production des autres cultures (en tonne) du Nahouri .....	22
Figure 4 : Evolution de la production des cultures de rente (en tonne) du Nahouri .....	23
Figure 5 : Mosaïque des images Sentinel 2 couvrant la zone d'étude .....	
Figure 6 : Schéma illustrant le processus de cartographie de dégradation des terres actuelle de la Province du Nahouri .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 7 : Proportion des unités d'occupation des terres de la Province du Nahouri en 2021 ..	40
Figure 8 : Proportion des unités d'occupation des terres dans les communes de la Province du Nahouri .....	44

Figure 9 : Proportion des unités d'occupation des terres dans le PNKT et la FCRGN .....46

## **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Liste des grands mammifères de la FCRGN et du PNKT .....	19
Tableau 2 : Evolution de l'effectif du cheptel de 2013 à 2017 du Nahouri.....	25
Tableau 3 : Liste des principales espèces pourvoyeuses de PFNL dans le Nahouri.....	25
Tableau 4 : Caractéristiques des bandes des images Sentinel 2.....	
Tableau 5 : Données utilisées pour la cartographie de la dégradation actuelle des terres.....	
Tableau 6 : Classes d'occupation des terres discriminées à partir de la photo-interprétation de l'image Sentinel 2 de novembre 2021 couvrant la Province du Nahouri.....	37
Tableau 7 : Statistiques de l'occupation des terres de la province du Nahouri en 2021 .....	38
Tableau 8 : Statistiques de l'occupation des terres des communes de la province du Nahouri en 2021.....	42
Tableau 9 : Statistiques de l'occupation des terres des du PNKT et de la FCRGN en 2021....	45
Tableau 10 : Niveau actuel de dégradation des terres par commune de la province du Nahouri .....	56
Tableau 11 : Situation des superficies dégradées dans les aires classées de l'Etat.....	56
Tableau 12 : Superficie des zones selon les niveaux d'érodabilité par commune de la Province du Nahouri .....	58
Tableau 13 : Superficie des zones selon les niveaux d'érodabilité par aire classée de l'Etat dans la Province du Nahouri .....	59
Tableau 14 : Fiche de collecte des données de terrain .....	76

## **RESUME**

La cartographie de l'occupation et de la dégradation des terres de la Province du Nahouri a été initiée par l'Association GA MO WIGNA. Elle vise à mettre à la disposition des acteurs locaux, des outils cartographiques de base, afin de contribuer à l'analyse des vulnérabilités induites par le climat et la planification des actions de renforcement de la résilience des populations locales. Les deux bases de données cartographiques ont été produites, à partir de traitements d'images satellites, de données cartographiques et de données statistiques, ainsi que de données collectées sur terrain. Les résultats de la cartographie de l'occupation de terres du Nahouri montrent que, 48,61% de la superficie de la province est occupée par des zones agricoles. Elles sont suivies respectivement des savanes arbustives et herbeuses (30,12%), des savanes arborées (16,62%) et des forêts 3,76%, situées essentiellement dans le Parc National de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et Ranch de Gibier de Nazinga. Les Communes de la province ayant le plus fort de taux d'occupation de terres agricoles, et donc subissant la plus forte pression agricole sont respectivement, Zecco (91.58%), Tiébélé (73.70%), Ziou (63.22%) et Pô (50.75%). Les Communes de Guiaro et de Pô disposent des plus forts taux de superficies forestières. Elles occupent respectivement 63% et 48% des territoires de ces Communes.

Selon les résultats de la cartographie de l'indice de dégradation des terres actuelle de la Province du Nahouri, les zones fortement à très fortement dégradées occupent 47,59% de la superficie de la province. Elles sont localisées essentiellement dans les Communes de Pô, de Guiaro et de Zecco. Les zones faiblement à très faiblement dégradées, observées dans les zones forestières ou encore sur les surfaces stériles ou rocheuses non exploitées, occupent 31% de la superficie de la Province. Les zones d'érodabilité élevée à très élevée, occupent plus de 50% des zones agricoles. Les zones d'érodabilité moyenne, faible et très faible sont observées dans les zones forestières et pastorales. Elles occupent environ 42,20% de la superficie de la province. Sur la base de ce diagnostic, des propositions d'actions et recommandations ont été formulées à l'endroit des acteurs, dans l'optique d'une meilleure gestion durable des terres de la Province.

**Mots clés :** Cartographie, Occupation des terres, Dégradation des terres, Gestion durable des terres Province du Nahouri.

## INTRODUCTION

L'économie du Burkina Faso est essentiellement basée sur les activités de production agro-sylvo-pastorales et minières. Plus de 80% des burkinabé sont fortement dépendants des ressources naturelles renouvelables comme les terres arables, les forêts et les pâturages pour la satisfaction de leurs besoins alimentaires et énergétiques (MEEVCC, 2017). A nos jours, le pays est confronté à des conditions agro-écologiques relativement difficiles en raison de la dégradation climatique et les pressions anthropiques croissantes, objet de dégradation de l'environnement et des ressources naturelles. Les changements dans les caractéristiques du climat au cours des dernières décennies constituent la première source de pression naturelle sur l'environnement (MEEVCC, 2017). Les pressions anthropiques les plus remarquables sont la déforestation (à des fins agricoles ou d'alimentation en bois), l'utilisation non contrôlée de pesticides et autres intrants agricoles chimiques, le surpâturage, les feux de brousse, l'orpailage, les migrations internes de la population, l'acquisition massive des terres, le braconnage, etc. Cette situation a pour conséquences, (i) une diminution de la biomasse et du couvert forestier avec son corollaire de perte de diversité biologique ; (ii) une perte de sols fertiles ; (iii) une pollution et une perte des ressources hydriques (MEEVCC, 2017).

Aussi, au Burkina Faso, les conséquences des catastrophes naturelles et les effets induits du changement climatique ne sont plus à démontrer. En effet, ils agissent sur l'homme, ses biens et services, ses activités socio-économiques (MEEVCC, 2017). Parmi les solutions apportées, le gouvernement burkinabé a adopté un certain nombre de programmes au nombre desquels, le Programme National d'Adaptation à la variabilité et aux Changements Climatiques (PAN/CC), le Programme National du Secteur Rural (PNSR) et s'investit à leur mise en œuvre ... Il a adopté également une politique qui incite les Organisations de la société civile (OSC) à entreprendre des actions en faveur du renforcement de la résilience des communautés de base et des écosystèmes, face aux effets néfastes du changement climatique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit l'action de l'Association GA MO WIGNA qui signifie en langue locale Kassem « *la nature c'est la vie* » dans la Province du Nahouri. Cette association s'est donnée pour mission, de contribuer au renforcement de la conservation et la gestion rationnelle des ressources naturelles ainsi que du cadre de vie, avec la participation des communautés et des partenaires en vue d'améliorer les conditions de vie des populations du

Nahouri. Dans cette optique, elle a obtenu auprès du Comité de Solidarité/Trois-Rivières (CS3R) du Canada et du Fond vert canadien, un financement pour la mise en œuvre au cours de la période de 2021 à 2023 d'un projet intitulé : « *Apprendre pour Changer, le Nahouri s'adapte aux défis du changement climatique* » (ACN-CC 2021-2023). Ce projet s'exécute dans 34 villages des 5 communes de la province du Nahouri, situés autour du Parc national de Pô dit Kaboré-Tambi (PNKT) et du Corridor n°1 reliant ce parc et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga (FCRGN). Un des objectifs du projet est de mettre en place, un système d'information et d'alerte précoce pour le Nahouri (SINAP-N), dans le but de renforcer la résilience des populations locales, à travers une planification efficiente des actions d'adaptation aux effets néfastes du changement climatique. Au nombre des informations à diffuser sur le système, figurent les données sur l'occupation des terres de la province du Nahouri.

En vue de répondre à ce besoin et à ceux des acteurs locaux, l'Association GA MO WIGNA a initié la présente étude dont le thème est intitulé : « *Cartographie de l'occupation et des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri* ». L'Association entend contribuer ainsi, à la mise en œuvre du processus sur la neutralité en matière de dégradation des terres dans la province, en mettant des informations pertinentes à la disposition des acteurs, pour une meilleure prise de décisions.

Le présent rapport constitue la synthèse des résultats de cette étude à travers les parties suivantes :

- Objectifs, résultats et livrables attendus de l'étude ;
- Mandat de la mission et Profils des Experts ayant conduit l'étude ;
- Présentation de la Province de la zone de l'étude ;
- Méthodologie de l'étude et matériels ;
- Résultats et analyse
- Conclusion et recommandations.

## **1. OBJECTIFS, RESULTATS ET LIVRABLES ATTENDUS DE L'ETUDE**

### **1.1. Objectif global**

L'objectif global de l'étude est de contribuer à la mise à disposition des acteurs de la Province du Nahouri, des outils cartographiques de base, pour l'analyse des vulnérabilités induites par le climat et la planification des actions de renforcement de la résilience des communautés locales.

### **1.2. Objectifs spécifiques**

De façon spécifique, l'étude vise à :

- élaborer la base de données d'occupation actuelle des terres de la Province du Nahouri avec une prise en compte de l'entièreté territoriale du Parc national de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga ;
- produire la carte des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri;
- éditer les cartes d'occupation et de dégradation des terres de la Province du Nahouri et des cinq (5) communes de la Province en formats appropriés (A4, A3, A1, A2 ou A0);
- élaborer un poster en format A0, portant sur les potentialités naturelles, l'occupation et les risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri;
- élaborer le rapport de l'étude.

### **1.3. Résultats attendus de l'étude**

Au terme de l'étude, il est attendu les résultats suivants :

- la base de données d'occupation des terres de la Province du Nahouri avec une prise en compte de l'entièreté territoriale du Parc national de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga est élaborée;
- la base de données des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri est produite;
- les cartes d'occupation et des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri et de chaque commune de la Province en formats appropriés (A4, A3, A1, A2 ou A0) sont éditées;
- un poster en format A0 portant sur les potentialités naturelles, l'occupation et les risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri élaboré;
- le rapport de l'étude est élaboré.

#### **1.4. Livrables**

Les livrables attendus de l'étude sont les suivants :

- les copies numériques des supports de base utilisés pour la cartographie de l'occupation et des risques de dégradation des terres ;
- la composition colorée de l'image utilisée pour la cartographie de l'occupation des terres ;
- la base de données d'occupation des terres de la Province du Nahouri avec une prise en compte de l'entièreté territoriale du Parc national de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga;
- la carte des risques de dégradation des terres de la zone;
- les cartes d'occupation et de dégradation des terres de la Province du Nahouri et de chaque commune de la Province en formats appropriés (A4, A3, A1, A2 ou A0);
- une copie numérique du poster en format A0 portant sur les potentialités naturelles, l'occupation des terres de la Province du Nahouri et sur les risques de dégradation des terres;
- une copie numérique du rapport de l'étude.

Toutes ces données seront contenues dans une clé USB.

### **2. MANDAT DE LA MISSION ET PROFILS DES EXPERTS AYANT CONDUIT L'ETUDE**

#### **2.1. Mandat de la mission**

Sous la supervision l'Association GA MO WIGNA, la mission a eu pour mandat de :

- proposer la méthodologie de l'étude ;
- faire un exposé sur la méthodologie de l'étude à la Table de concertation régionale en résilience climatique (TCRRC), tenue le 26 novembre 2021 à Pô ;
- obtenir les images satellites et les données cartographiques et statistiques nécessaires pour la cartographie de l'occupation et des risques de dégradation des terres de la zone de l'étude ;
- effectuer le prétraitement des images, suivi d'une sortie de terrain pour la reconnaissance du terrain;
- traiter les images et produire la version provisoire de la base de données de l'occupation (en se référant à la nomenclature nationale d'occupation des terres) et celle de dégradation des terres de la Province du Nahouri ;

- réaliser une mission de complètement sur le terrain ;
- intégrer les observations relevées sur le terrain et éditer la version provisoire des bases des données d'occupation et des supports analogiques ;
- élaborer le rapport d'étude ;
- restituer les résultats de l'étude en atelier à Pô ;
- prendre en compte les observations de l'atelier et transmettre les livrables à l'Association.

## 2.2. Profils des Experts ayant conduit l'étude

La mission a été conduite par une équipe pluridisciplinaire composée de trois (3) Experts ayant respectivement les profils suivants :

- un (1) Expert en aménagement du territoire, Spécialiste en SIG et Télédétection, et caractérisation des types d'occupation des terres , Chef de mission ;
- un Expert Géographe, Spécialiste en SIG, Télédétection et Photo-interprétation ;
- un (1) Expert Pédologue, Spécialiste en SIG et Télédétection, et cartographie des risques de dégradation des terres.

## 3. PRÉSENTATION DE LA ZONE DE L'ETUDE

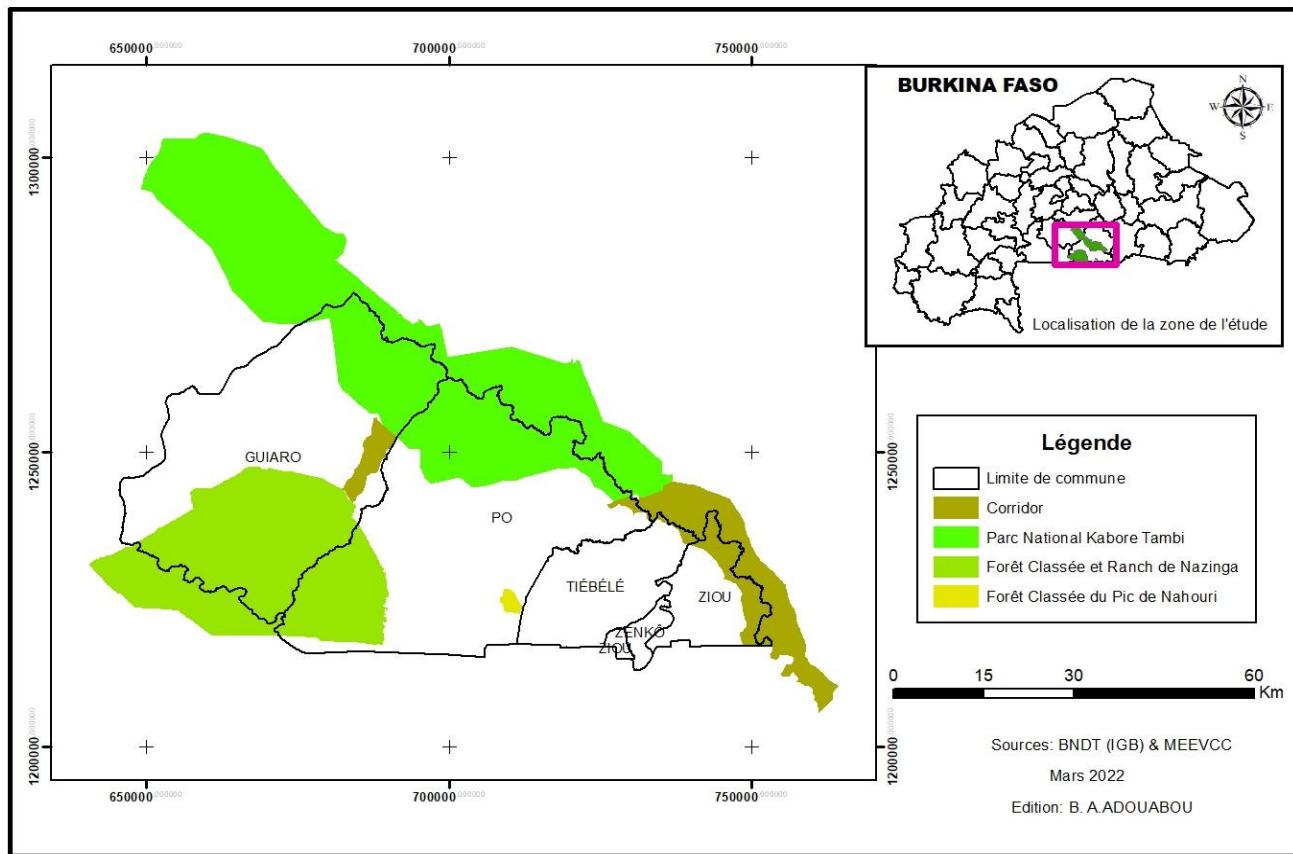
### 3.1. Milieux biophysique

#### 3.1.1. *Localisation de la zone d'étude*

La Province du Nahouri constitue la zone de l'étude. Elle est située au Sud du Burkina Faso entre 10°57'52" et 11°32'52,4" de latitude Nord et 1°39' 54,7" et 0°40'56,6" de longitude Ouest. D'une superficie de 3900 km<sup>2</sup>, elle est limitée à l'Ouest par la Province de la Sissili, au Nord-Ouest par la Province du Ziro, au Nord par la Province du Zoundwéogo, à l'Est par la Province du Boulgou et au Sud par la République du Ghana. Elle comprend cinq (5) communes dont une urbaine, Pô qui est le Chef-lieu de la Province, et quatre communes rurales que sont Tiébélé, Guiaro, Ziou et Zecco.

Compte tenu de l'importance des aires classées dans le cadre de la conservation des ressources environnementales, la zone de l'étude a été étendue sur l'entièreté territoriale du Parc national de Pô dit Kaboré Tambi et de la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga, spécifiquement pour la cartographie de l'occupation des terres. En effet, ces aires sont situées

à cheval sur plusieurs provinces dont le Nahouri. Cette zone est indiquée sur la carte 1 ci-dessous.



### 3.1.2. Climat

La Province du Nahouri appartient à la zone soudanienne, située au sud du parallèle 11°30'N, avec une pluviométrie annuelle moyenne supérieure à 900 mm (MEEVCC, 2017). Dans cette province, le climat est marqué par deux saisons : l'une pluvieuse de mai à octobre, et l'autre sèche, de novembre à avril. La figure 1 ci-dessous indique la variation des précipitations et les températures durant les trente dernières années sous un climat soudanien. On constate une variation en dent de scie de la pluviométrie tout au long de cette période et une irrégularité des températures. Ces variations et irrégularité s'expliquent essentiellement par le fait des effets des changements climatiques qui sont d'une part à l'origine de la dégradation du couvert végétal. Les pluviométries moyennes annuelles observées entre 1986 et 2016 indiquent que la hauteur d'eau la plus élevée a été enregistrée en 1999 avec une moyenne annuelle de 1290,1mm. S'agissant des températures moyennes annuelles, la moyenne la plus élevée a été

relevée en 2005 et 2015 avec une valeur respective égale à 29,9 °C. La figure 1 représente la variation pluvio-thermique annuelle moyenne de la station synoptique de Pô en 30 ans.

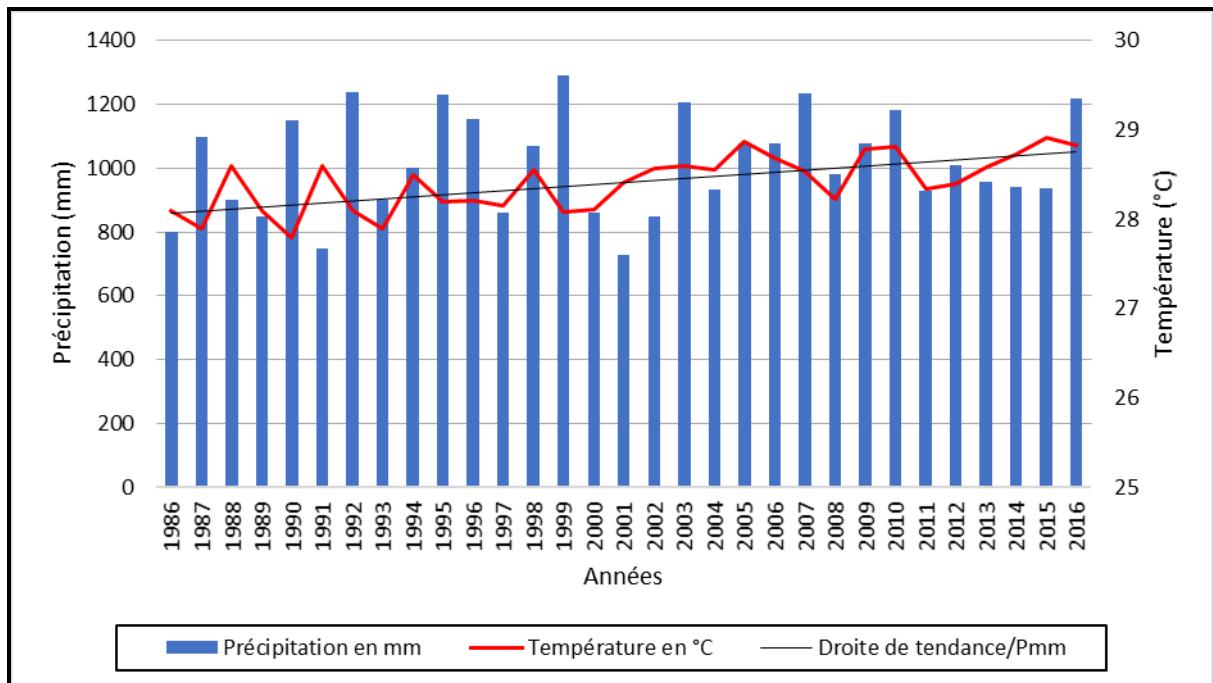


Figure 1 : Représentation de variabilité pluvio-thermique de la station synoptique de Pô

Source : Agence Nationale de la Météorologie, SAMA, 2018

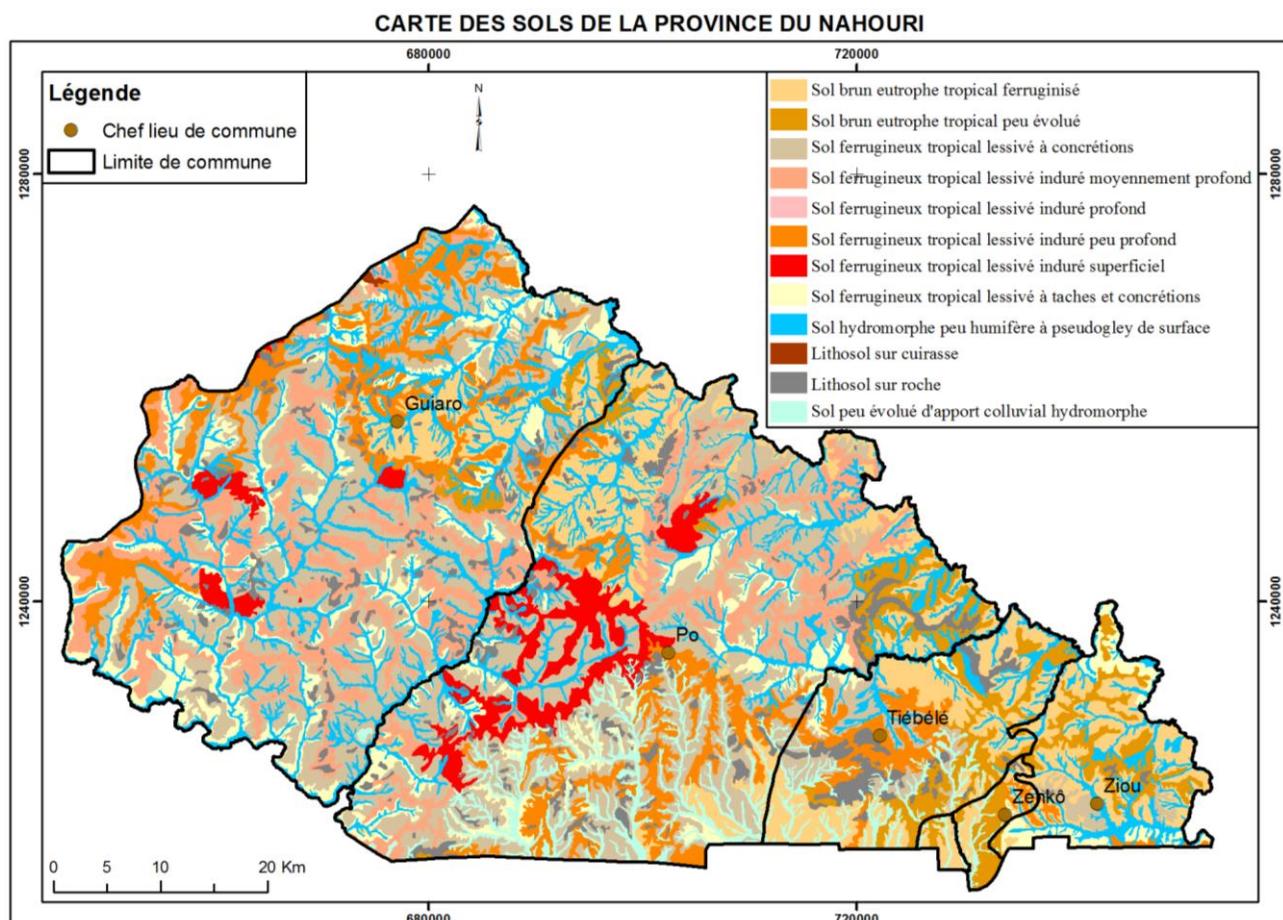
### 3.1.3. Sol

Au Burkina Faso, la nature des sols est en général liée à l'origine très ancienne de la roche mère (socle précambrien) dont la surface subit l'action de l'érosion pluviale et éolienne depuis de longues périodes (Azoupe, 1997). Les caractéristiques des sols sont ainsi dépendantes de l'évolution climatique. Au Nahouri, les sols aptes à l'agriculture pluviale couvrent 58% de la superficie totale de la région (PCDP, 2010 cité par Akiam, 2019). Selon la classification de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (CPCS, 1967), les principaux types de sol rencontrés sont les suivants (Sama, 2019) :

- les sols brunifiés (Tibagi en Kassena) sont également des sols peu profonds ayant une texture limoneuse ou limono-argileuse en surface. Au plan chimique, la teneur en matières organiques est moyenne ;
- les sols peu évolués (Bujinga en Kassena) sont issus d'un apport alluvial hydromorphe et ont une texture limono-sableuse en surface de coloration brun foncé. Leur profondeur ne dépasse pas 100 cm et leur teneur en matières organiques est faible, avec un taux de saturation élevé. Ils sont poreux, dominés par des graviers ferrugineux et de quartz avec

quelques débris de grès ou de roche altérée qui varie de 20 à 60%. On distingue les sols peu évolués d'érosion lithiques comme sous-groupe ;

- les sols hydromorphes (Bolo en Kassena) se rencontrent dans les bas-fonds. Ils sont fortement engorgés en surface et sur l'ensemble du profil. La texture argilo-sableuse est plus répandue dans ce profil. Ils ont une bonne composition chimique et sont aptes à la culture pluviale du riz, du maïs et à la culture maraîchère (Tomates, oignons, légumes etc.) en saison sèche ;
- les sols à sesquioxydes de fer et/ou de manganèse d'une couleur rouge, ocre bien brune et jaune rougeâtre ; ils sont essentiellement constitués d'argiles kaolinique. Leur fertilité est moyenne ;
- les sols minéraux dépourvus de toute évolution pédologique. Leur surface est recouverte d'épandage de graviers, de cailloux et des blocs de roches d'origines diverses. Ils ne sont d'aucune utilité sylvo- pastorale.



Carte 2 : Carte des sols de la Province du Nahouri

Sources : BUNASOLs & BNNT (IGB)

### **3.1.4. Géologie**

Les roches cristallines constituent la presque totalité du sous-sol de la zone d'étude. Selon une étude réalisée par la Direction des Inventaires des Ressources Hydrauliques (DIRH, 1993), la structure géologique se résume en deux grands ensembles : le Précambrien D ou Antébirrimien et le Précambrien C ou Birrimien (Sama, 2019).

- *Le Précambrien D ou Antébirrimien*

Constitué de gneiss, de leptynites, de migmatites à biotite amphibole, de migmatites et granites indifférenciés. Les roches ont des compositions qui varient rapidement sur le même affleurement. Elles sont replissées et présentent une linéation très poussée du type gneissique. Des filons de quartz nombreux et parfois volumineux recoupent la masse granito-gneissique. Sur le degré cassé, les septas gneissiques constituent de petits îlots fortement laminés, concentres dans les migmatites à amphiboles orthogneiss fiées.

Dans la zone d'étude, le socle affleure abondamment. Il s'agit d'une granite gneissique orientée 60°E, lardé de filons de pegmatites à microcline et de granite, orientés en tous sens, mais souvent concordant.

- *Le Précambrien C ou Birrimien*

Représenté dans la zone d'étude par des méta sédiments argileux ou argilo gréseux, des tufs, laves et méta sédiments associés, des méta volcanites neutres à basiques.

Enfin, on distingue les dépôts sédimentaires qui se réduisent à des plaquages de colluvions et à quelques plages alluviales dans les Hts des grands marigots. Les colluvions sont des matériaux plus ou moins grossiers et résiduels ayant subi un déplacement faible à négligeable. Les alluvions sont cantonnées au lit de la Sissili. Les alluvions actuelles sont représentées par des bancs de gravillons et sables ainsi que de fines pellicules successives de limons sableux déposées par les crues sur les dépressions des flats ou des berges pénéplanées parfois cuirassées.

### **3.1.5. Géomorphologie**

L'observation de la forme et du relief de la zone d'étude au stéréoscope, à partir des photos aériennes, permet de distinguer 4 grandes unités morphologiques (BUNASOL, 2000, cité par Sama, 2019) : les reliefs résiduels, les glacis, les interfluves, les ensembles fluvio-alluviaux.

- *Les reliefs résiduels*

Ce sont les représentants d'un relief ancien ayant subi des transformations physiques, mécaniques et chimiques. Ils comprennent des croûtes rocheuses (granites, roches vertes, schistes), des buttes (à chicots granitiques et roches vertes), et des plateaux cuirassés.

- *Les glacis*

Ils sont situés le plus souvent entre les reliefs résiduels et les ensembles fluvio-alluviaux. Ils se subdivisent en pentes supérieures, moyennes et inférieures.

- *Les interfluves*

Ils se développent généralement dans les milieux granitiques où le réseau de chaînage est très dense. Ils sont représentés par des surfaces de formes connexes généralement situées entre deux lits de vallons. Ils se composent d'aires sommitales, intermédiaires ou inférieures.

- *Les ensembles fluvio - alluviaux*

Ils sont constitués par des réseaux de chaînage de plaines et de terrasses alluviales, des cuvettes de décantation, des vallons, des lits mineurs et majeurs des grands cours d'eau et leurs affluents.

### **3.1.6. Hydrographie**

Le réseau hydrographique de la Région du Nahouri est constitué par deux principaux cours d'eau, dont le régime est largement tributaire de celui des précipitations. Il s'agit du fleuve Nazinon et du cours d'eau de la Sissili. Ils drainent chaque année d'importantes quantités d'eau vers le Ghana. Le régime de ces cours d'eaux est intermittent, la période d'écoulement des eaux s'étalant de juillet à octobre (Bationo, 2009). Toutefois, les zones de bas-fonds restent engorgées d'eau jusqu'en Octobre, période où commencent la production maraîchère (Azoupe, 1997). Mais toutes ces retenues d'eau sont temporaires et sèchent dès janvier - février affectant certaines activités de production, comme l'abreuvement du cheptel et le maraîchage (Sama, 2019).

### **3.1.6. Végétation**

La végétation de la province Nahouri se subdivise en trois types (Akiam, 2019):

- la savane arborée occupant presque les 2/3 de la superficie globale de la région;
- la savane arbustive et herbeuse étant une formation éparses où dominent les arbustes et les herbes ;
- les galeries forestières se rencontrant dans les bas-fonds, les vallées et le long des cours d'eau.

Le Nahouri fait partie des provinces du pays, qui présentent les plus fortes potentialités forestières. La densité moyenne des pieds d'arbres vivants par classe de diamètre est de 186,3 pieds/ha. Ces arbres appartiennent à 79 espèces et 24 familles. La densité moyenne des pieds par classe d'utilisation potentielle (bois d'œuvre, de service, de chauffe, PFNL, fruitiers domestiques) est de 186,26 pieds/ha. Parmi les espèces pourvoyeuses des principaux PFNL, *Vitellaria paradoxa* (karité) présentent les plus fortes densités moyennes des pieds à l'hectare (28,03 pieds/ha). Les volumes moyens de bois à l'hectare par classe d'utilisation potentielle des espèces ligneuse est de 21,46m<sup>3</sup>. Le stock de carbone séquestré dans la biomasse ligneuse aérienne est de 23,02 t C/ha, la production moyenne de biomasse foliaire fraîche est estimée à 1187,80 kg/ha et celle relative à la production moyenne de biomasse herbacée sèche est 646,97 kg/ha. Sur le plan écologique, les espèces ligneuses à indice de valeur d'importance élevé (IVI  $\geq$  5 %) sont : *Vitellaria paradoxa*, *Acacia gourmaensis*, *Terminalia avicennioides*, *Acacia dudgeoni*, *Piliostigma thonningii*, *Detarium microcarpum*. Les Espèces herbacées à forte contribution spécifique (au moins 5 %) sont : *Andropogon gayanus*, *Schizachyrium sanguineum*, *Andropogon fastigiatus*, *Andropogon pseudapricus*, *Andropogon chinensis*, *Microchloa indica*, *Hyptis spicigera*, *Pennisetum pedicellatum*, *Corchorus tridens*. (MEEVCC, 2018).

Ces espèces se répartissent entre deux zones d'influences distinctes qui sont : une zone de pression démographique et une zone de réserves constituée d'aires protégées, à savoir :

- le Parc national de Pô dit Kaboré Tambi situé de part et d'autre du fleuve Nazinon au nord-est ;
- la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga ;
- la Forêt classée du pic Nahouri ;
- le Corridor n°1 (la zone du couloir de migration des éléphants reliant le Parc national de Pô dit Kaboré Tambi et le ranch de gibier de Nazinga).

La végétation de région, autrefois dense, est en voie de dégradation en raison d'une forte pression anthropique : défrichements pour l'extension des superficies agricoles, pâturage, coupe du bois, feux de brousse, etc. (PCDG, 2015). La carte 2 ci-dessous illustre l'occupation des terres de la région.

### **3.1.7. Faune**

La faune du Nahouri est assez diversifiée et abondante. Elle constitue un des attraits touristiques au niveau de la région et contribue à l'alimentation des populations en protéines

et à la création d'emplois au niveau local. Elle est constituée essentiellement de mammifères, d'oiseaux, de reptiles et de poissons.

Les mammifères les plus représentés sont des espèces d'ongulés et plusieurs espèces de prédateurs. Le tableau 1 ci-dessous donne la liste des grands mammifères présents dans le ranch de Nazinga et le Parc national de Pô dit Kaboré Tambi.

Tableau 1 : Liste des grands mammifères de la FCRGN et du

N° d'ordre	Nom de l'espèce en français	Nom scientifique de l'espèce en français
1	Eléphant	<i>Loxodonta africana</i>
2	Buffle	<i>Syncerus caffer</i>
3	Hippotrague	<i>Hippotragus equinus koba</i>
4	Phacochère	<i>Phacochoerus africanus</i>
5	Céphalophe de Grimm	<i>Sylvicapra grimmia</i>
6	Ourébi	<i>Ourebia ourebi</i>
7	Guib harnaché	<i>Tragelaphus scriptus</i>
8	Bubale major	<i>Alcelaphus buselaphus major</i>
9	Babouin	<i>Papio anubis</i>
10	Patas ou singe rouge	<i>Erythrocebus patas</i>
11	Singe vert ou vervet	<i>Cercopithecus aethiops sabaeus</i>
12	Genette	<i>Genetta genetta</i>
13	Civette	<i>Viverra civetta</i>
14	Mangouste ichneumon	<i>Herpestes ichneumon</i>
15	Lièvre	<i>Lepus crawshayi</i>
16	Chacal à flancs rayés	<i>Canis adustus</i>
17	Caracal	<i>Caracal caracal</i>
18	Hérisson	<i>Erinaceus albiventris</i>
19	Redunca	<i>Redunca redunca</i>
20	Cob de Buffon	<i>Kobus Kob</i>
21	Cob Defassa (waterbuck)	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>
22	Céphalophe à flancs roux	<i>Cephalophus rufianus</i>
23	Oryctérope	<i>Orycterus afer</i>
24	Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>

N° d'ordre	Nom de l'espèce en français	Nom scientifique de l'espèce en français
25	Ecureuil fouisseur	<i>Xerus erythropus</i>
26	Rat géant de Gambie	<i>Cricetomys gambianus</i>
27	Grand aulacode	<i>Thryonomys swinderianus</i>
28	Mangouste rouge	<i>Herpestes sanguineus</i>
29	Mangouste des marais	<i>Herpestes palidinous</i>
30	Mangue de Gambie	<i>Mungos gambianus</i>
31	Mangouste à queue blanche	<i>Ichneumia albicauda</i>
32	Hyène rayée	<i>Hyaena hyaena</i>
33	Hyène tachetée	<i>Crocruta crocuta</i>
34	Chat sauvage d'Afrique	<i>Felis sylvestris</i>
35	Galago du Sénégal	<i>Galago senegalensis</i>

Source : NATUDEV, 2018

### 3.2. Milieu humain

#### 3.2.1. Population

Selon les Résultats du 5<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population Humaine (RGPH, 2019), la population résidente totale du Nahouri est de 195 608 habitants, avec 51,05% de femmes et 48,95% d'hommes. Les ethnies majoritaires présentes sont, les Kassena, les Nankana, les Mossi et les Peulh.

#### 3.2.2. Activité socio-économiques

Les principales activités socio-économiques ayant des effets sur les ressources naturelles, notamment le sol et la forêt sont, l'agriculture, l'élevage et la valorisation des produits forestiers non ligneux.

##### 3.2.2.1. L'agriculture

L'agriculture constitue la principale activité économique de la Province du nahouri et occupe près de 85% de la population active (Yaméogo, 2005). La production agricole est constituée essentiellement de cultures céréalier, vivrières et de rentes.

###### ❖ Les cultures céréalier

Les principales cultures céréalier sont le maïs, le mil, le sorgho rouge, le sorgho blanc et le riz. Il faut noter que cette production varie en fonction des superficies emblavées, des

techniques utilisées, de la pluviométrie et de la fertilité des sols. L'évolution de la production céréalière de la province du Nahouri de 2006 à 2017 est mentionnée dans la figure 2.

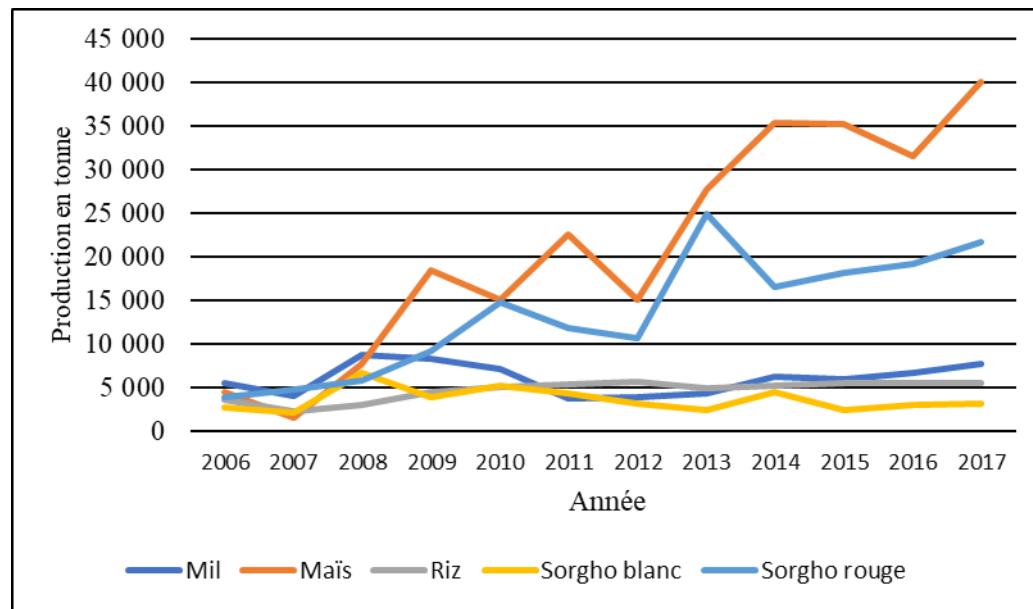


Figure 2 : Evolution de la production des cultures céréalières (en tonne) du Nahouri

Source : DPAH/Nahouri, 2018 cité par Sama,2019.

Sur la période 2006 à 2016 la production céréalière a évolué en dents de scie comme l'indique la figure 2 ci-dessus avec une production record de 78 334 tonnes en 2017 et la plus faible en 2007 (14 639 tonnes). Il est de même pour l'ensemble des principales cultures vivrières (mil, maïs, riz, sorgho blanc et sorgho rouge) comme le montre la figure 8. Leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie est principalement à l'origine de cette évolution. Néanmoins, au niveau de la production du maïs et du sorgho rouge de façon générale, on remarque que la tendance est à la hausse.

#### ❖ *Les autres cultures*

Elles sont constituées de tubercules et de légumineux. Par ordre d'importance, on a le niébé, la patate et le voandzou. La province produit des quantités assez importantes de ces spéculations. En 2017 la production était estimée à 7 331 tonnes. Le niébé à lui seul représente 70,29% de la production en 2017 suivie de la patate (25%). Ces bons rendements sont dus à la fertilisation du niébé par les engrains NPK et l'introduction des nouvelles variétés du niébé dans la zone. La figure 3 présente l'évolution la production de ces cultures de 2006 à 2017 dans la province du Nahouri.

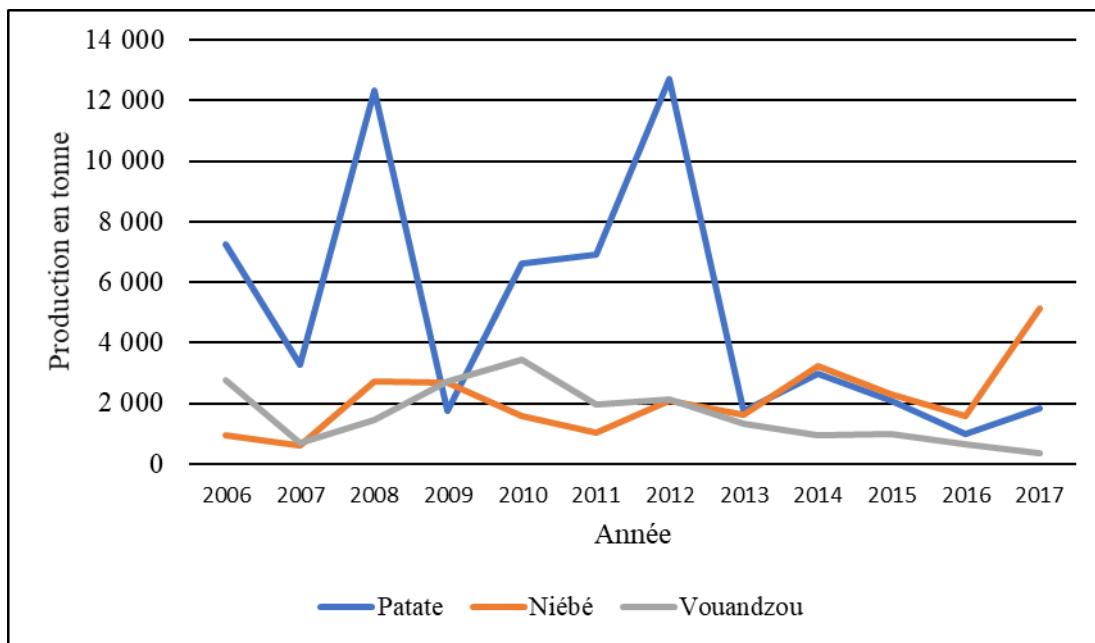


Figure 3 : Evolution de la production des autres cultures (en tonne) du Nahouri

Source : DPAH/Nahouri, 2018, cité par Sama, 2019.

#### ❖ *Les cultures de rentes*

Le coton est la principale culture de rente et contribue pour une large part aux revenus monétaires tirés de l'agriculture. Les autres cultures de rente pratiquées dans la zone d'étude sont l'arachide, le sésame et le soja.

La production de rente tout comme les céréales évolue de façon irrégulière et est sujette aux aléas climatiques et à la pauvreté des sols. En effet, à l'exception de la culture de l'arachide qui a connu une évolution plus ou moins constante, les autres cultures de rente ont enregistré une baisse particulièrement drastique pour le coton entre 2014 et 2017. La baisse de la production du coton s'explique par son abandon par certain producteurs qui jugent que le travail de cette spéculation est de plus en plus pénible. L'évolution de la production des cultures de rentes de 2006 à 2017 est présentée par la figure 4.

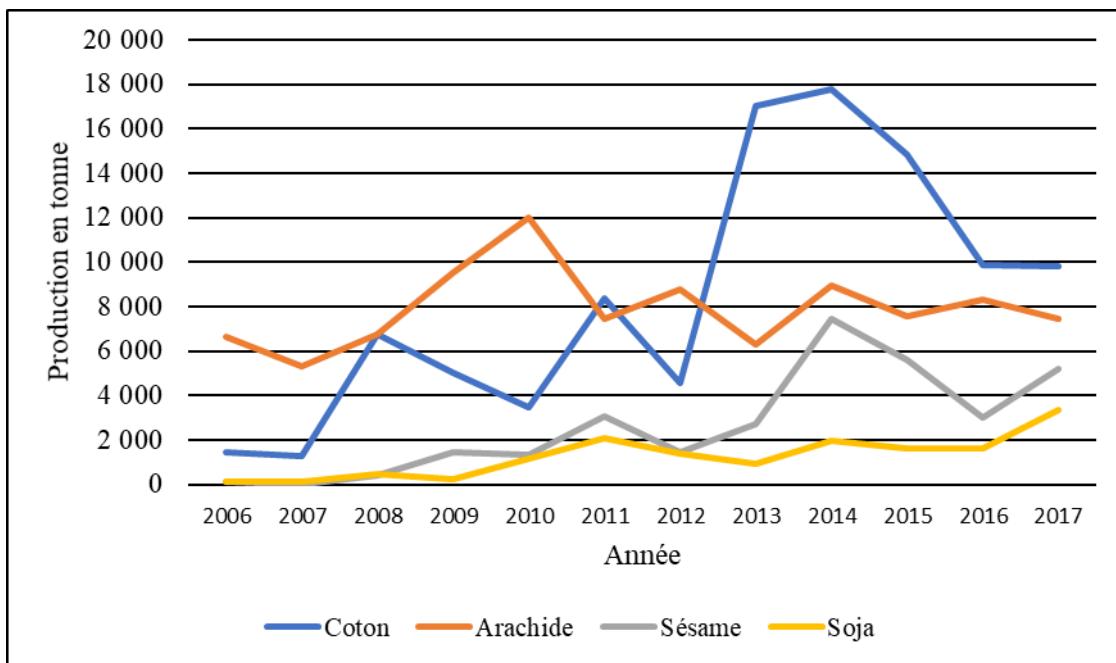


Figure 4 : Evolution de la production des cultures de rente (en tonne) du Nahouri

Source : DPAH/Nahouri, 2018, cité par Sam, 2019.

Du côté des cultures de rente, la production connaît également une évolution en dents de scie et une baisse de façon générale. La production du coton, par exemple, s'est accrue de 2006 à 2014, passant respectivement de 1 464 t à 17 780 t.

La Province du Nahouri regorge d'énormes potentialités agricoles mais rencontre aussi des contraintes dont des solutions peuvent être envisagées. Les principales potentialités de l'agriculture sont : l'existence de bas fond, la bonne pluviométrie, de sols fertiles. Concernant les contraintes agricoles, elles se résument à : l'irrégularité du régime pluviométrique, la dégradation des sols par l'érosion hydrique, la forte pression foncière, l'intensification agricole, la faiblesse des équipements agricoles, les problèmes d'approvisionnement en intrants en temps réel, l'existence de parasites végétaux dévastateurs (termites...) et l'absence de retenue d'eau. Toute fois la promotion d'une agriculture intensive serait la solution pour la préservation de l'environnement dans la zone (Sama, 2019).

### 3.2.2.2. L'élevage

Dans le Nahouri, l'activité pastorale occupe la seconde place après l'agriculture. L'unique zone pastorale d'une superficie d'environ 9500 ha de la région est celle située dans la commune de Guiaro. Les pratiques demeurent extensives, occupant surtout les paysans agriculteurs et quelques pasteurs peulh. Les espèces élevées sont les bovins, les ovins, les

caprins, les porcins, les asins et la volaille. Les formes d'élevage pratiquées sont de quatre types (Sama, 2019):

- le système le plus répandu associe une agriculture de subsistance à un élevage où dominent les petits ruminants ;
- dans le deuxième système pastoral, on observe une certaine intégration entre l'agriculture et l'élevage : la fumure animale est utilisée pour la fertilisation des champs de case et les résidus des récoltes (tiges de mil, feuilles d'haricot ou d'arachide etc) servent d'aliments au bétail. Mais le plus important service concerne l'utilisation des animaux (les bovins, les asins) pour la culture attelée.
- le système d'élevage transhumant s'observe surtout en fin de récolte, où les éleveurs peulh en provenance du plateau central conduisent d'importants effectifs (50 à 250 têtes/famille) composés essentiellement de bovins. Cet élevage extensif utilise les pâturages naturels constitués de plantes herbacées et des espèces ligneuses. Les déplacements se font en fonction de la disponibilité en eau qui est la contrainte majeure ;
- le système d'élevage sédentaire est le fait d'éleveurs peulh installés dans les villages, qui pratiquent une agriculture d'appoint et passent des contrats de bail avec les agro-pasteurs Kasséna ou mossi pour la garde de leurs animaux. Cette pratique est très courante dans tous les villages où les paysans préfèrent confier la garde du gros bétail aux éleveurs peulh ;
- le système semi-intensif : les animaux concernés par ce système d'élevage sont choisis gardés sous enclos où ils roivent les aliments nécessaires en vue d'améliorer leur valeur marchande.

Dans la Province, le développement de l'activité pastorale rencontre de nombreuses contraintes à savoir le manque d'eau, l'insuffisance du suivi sanitaire, d'où une prédisposition des animaux à certaines maladies (peste, pasteurellose etc). En outre, cette production extensive dégrade davantage le couvert végétal de la zone.

Le tableau 2 présente l'effectif du cheptel du Nahouri de 2013 à 2017.

Tableau 2 : Evolution de l'effectif du cheptel de 2013 à 2017 du Nahouri

Spécies	2013	2014	2015	2016	2017	Total	Taux de croissance 2013-2017
<b>Bovins</b>	52696	53 749	54823	55919	57037	<b>274224</b>	<b>6,11%</b>
<b>Ovins</b>	86821	89 425	92107	94870	97716	<b>460939</b>	<b>12,54%</b>
<b>Caprins</b>	180682	186 102	191685	197435	203358	<b>959262</b>	<b>12,55%</b>
<b>Porcins</b>	45608	46 520	47450	48399	49366	<b>237343</b>	<b>8,23%</b>
<b>Asins</b>	7230	7 374	7521	7671	7824	<b>37620</b>	<b>8,21%</b>
<b>Volailles</b>	633748	652 760	672342	692512	713287	<b>3364649</b>	<b>12,55%</b>

Source : INSD, 2018, cité par Sama, 2019

### 3.2.2.3. Valorisation des produits forestiers non ligneux (APFNL)

La Province du Nahouri fait partie des régions les mieux arrosées au Burkina Faso. Cette situation est favorable au développement d'un potentiel d'espèces pourvoyeuses de produits forestiers non ligneux (PFNL) de façon générale et d'espèces mellifères. Selon les résultats du second inventaire forestier national (IFN2), le Nahouri enregistre l'une des plus fortes densités de pieds des espèces pourvoyeuses des principaux PFNL (28,45 pieds/ha) dans le pays. Le nombre de pieds d'arbres des principales espèces pourvoyeuses de PFNL les plus représentées sont les suivantes :

Tableau 3 : Liste des principales espèces pourvoyeuses de PFNL dans le Nahouri

N° d'ordre	Nom scientifique	Nom en Kassem	Nombre pieds
1	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Golosaha	296964
2	<i>Bombax costatum</i>	Kafrow	148482
3	<i>Detarium microcarpum</i>	Kalankoulou	3 303 729
	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Kakano	1 484 822
4	<i>Lannea microcarpa</i>	Katchogo	593 929
5	<i>Parkia biglobosa</i>	Soungoun	296 964
6	<i>Sclerocarya birrea</i>	Kanchola	74 241
7	<i>Strychnos spinosa</i>	Kampoa	1 076 496
8	<i>Tamarindus indica</i>	Sana	334 085
9	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Songhon	10 876 322
10	<i>Vitex doniana</i>	Kagnounou	74 241

N° d'ordre	Nom scientifique	Nom en Kassem	Nombre pieds
11	<i>Ziziphus mauritiana</i>		408 326

Source : MEECCV, 2018

En outre, il faut noter le potentiel de *Saba senegalensis* (Loho en kassem), *Adansonia digitata* (Baobab), de *Anonona senegalensis* (Kawolo en Kassem) et de 97 espèces mellifères recensées par Nombre, 2003 dans le Nahouri.

Les PFNL fournis par toutes ces espèces comprennent les feuilles, les fleurs, les fruits, les écorces, les racines, les tiges non lignifiées, la sève, la gomme, les résines, les champignons, le miel, les insectes (MECV, 2010). La Stratégie nationale de valorisation et de promotion des PFNL accorde une priorité aux PFNL des espèces suivantes contenues dans le tableau : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Balanites aegyptiaca*, *Saba senegalensis*, *Detarium microcarpum*, *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata*.

#### 4. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

La présente partie du rapport traite respectivement de la méthodologie de cartographie de l'occupation des terres de la zone de l'étude (Province du Nahouri avec une prise en compte de l'intégralité des aires classées comme le PNKT, la FCRGN) et de la cartographie des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri.

##### 4.1. Outils de traitement et d'analyse des données

Les outils de traitement et d'analyse des données ont un joué un rôle transversal, au plan méthodologique, dans le cadre de la cartographie de l'occupation et de la dégradation des terres. Ils ont permis d'effectuer toutes les opérations nécessaires à la caractérisation et à la compréhension des paramètres étudiés et leurs manifestations dans la zone de l'étude. Ces outils sont les suivants :

- le logiciel Arc GIS 10.5, utilisé pour le traitement manuel des images, les analyses spatiales, la production de la base de données et l'édition des supports cartographiques;
- le logiciel Envi 4.7, utilisé pour le prétraitement et le traitement des images Sentinel 2 (élaboration composition colorée, de la mosaïque, classification dirigée)
- le Tableur EXCEL, utilisé pour les analyses des données et la réalisation de graphiques (histogrammes, courbes ...) et de tableaux ;
- le logiciel Word, utilisé pour le rapportage ;

- une fiche de collecte des données relatives à la caractérisation des types d'occupation des terres et des actions anthropiques majeures et de validation de la photo-interprétation des images ;
- un récepteur GPS (Global Positioning System) de type Garmin 64s, utilisé pour le levé des coordonnées et le repérage de sites sur le terrain ;
- le guide sur la nomenclature nationale d'occupation des terres adoptée en 2014 dans le cadre du second Inventaire Forestier National (IFN2), utilisé pour la classification des unités d'occupation des terres de notre zone d'étude.

## 4.2. Cartographie de l'occupation des terres

La méthodologie de la cartographie de l'occupation des terres de la zone de l'étude a été caractérisée par l'acquisition d'images satellites, le prétraitement des images satellites, la sortie de terrain pour la reconnaissance des classes d'occupations de terres et la validation de la photo-interprétation, le traitement des images, les analyses spatiales et la production de la base de données cartographique.

### 4.2.1. Acquisition des images satellites

Les images satellites acquises pour la cartographie de l'occupation des terres de la zone d'étude se composent de quatre (4) scènes d'images Sentinel 2 suivantes :

- L1C\_T30PXT\_A033524\_20211122T102739 ;
- L1C\_T30PXT\_A033567\_20211125T104016 ;
- L1C\_T30PXU\_A033567\_20211125T104016 ;
- L1C\_T30PYT\_A033524\_20211122T102739.

Ces images datent toutes du mois de novembre 2021. Les bandes de 10 m de résolution spatiale ont été utilisées pour la cartographie de l'occupation des terres. Le choix de ce type d'image se justifie par sa bonne résolution spatiale et temporelle, sa disponibilité et son accessibilité gratuite. Elles ont été obtenues auprès de l'Observatoire National du Développement Durable (ONDD) du Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable (SP-CNDD). Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des bandes des images Sentinel 2.

Tableau 4 : Caractéristiques des bandes des images Sentinel 2

N°	Band name	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Resolution (m)
1	Coastal aerosol	443.9	27	60
2	Blue	496.6	98	10
3	Green	560	45	10
4	Red	664.5	38	10
5	Vegetation Red Edge	703.9	19	20
6	Vegetation Red Edge	740.2	18	20
7	Vegetation Red Edge	782.5	28	20
8	NIR	835.1	145	10
8a	Narrow NIR	864.8	33	20
9	Water vapour	945	26	60
10	SWIR – Cirrus	1373.5	75	60
11	SWIR	1613.7	143	20
12	SWIR	2202.4	242	20

Source : <https://www.researchgate.net>

Des images Google Earth, ont été consultées à partir du site Web pour confirmer la discrimination de certaines classes d'occupation des terres comme, l'habitat, les surfaces en eau, les vergers, les cultures maraîchères... ;

#### **4.2.2. Prétraitement des images Sentinel 2 et préparation de la sortie de terrain**

Les sorties de terrain sont indispensables dans le cadre du traitement des images satellitaires. Dans le cadre du présent travail, une seule sortie a été organisée, compte tenu de la connaissance du terrain par les Experts en charge de l'étude. En vue de la préparation de cette sortie, les images Sentinel 2 obtenues ont subi un prétraitement et une classification préalable. Il faut souligner que ces images avaient déjà subi les corrections radiométriques et géométriques nécessaires. Elles sont dans la projection UTM ZONE 30 et dans le système géodésique WGS 1984. Pour leur prétraitement, les opérations effectuées sont, l'élaboration de la composition colorée et de la mosaïque, respectivement sur les logiciels ArcGIS 10.5 et ENVI 4.7. La composition colorée 8/4/3 dite « fausses couleurs » a été réalisée. Elle a mis en exergue les zones de végétation apparaissant en rouge et permettant une bonne discrimination des différentes unités d'occupation des terres (voir figure 5 ci-dessous).



Figure 5 : Mosaïque des images Sentinel 2 couvrant la zone d'étude

Sur la base des teintes de la composition colorée et des classes de la nomenclature nationale d'occupation des terres, des polygones d'entraînement ou Région d'intérêt (ROI) ont été délimités sur des teintes de l'image, permettant de définir les signatures spectrales de chaque unité paysagère. Ces aires ont été délimitées loin des zones de transition afin d'éviter d'inclure des pixels mixtes, c'est-à-dire des pixels qui pourraient être classées dans deux classes distinctes. Pour chaque type de classe identifiée quatre (4) régions d'intérêt au moins ont été créées.

Pour la discrimination des classes d'occupation des terres, la Classification supervisée par maximum de vraisemblance (Maximum likelihood) a été appliquée. Cette méthode repose sur les caractéristiques statistiques des échantillons représentatifs des classes précédemment identifiées sur l'image. Pour éliminer les pixels isolés et homogénéiser la classification thématique, un filtre de 3x3 pixels par classe d'occupation des terres a été utilisé. Afin de valider la classification, la matrice de confusion a été générée à partir de laquelle le coefficient Kappa a été calculé ; sa valeur est de 98,80%. La précision globale de la classification est de 98,87%. En rappel, le coefficient Kappa correspond au nombre total de pixels bien classés dans sa classe/ le nombre total de pixels de la classe sur le terrain. Les opérations de la post classification ont été la combinaison des classes, suivi de l'élimination des pixels isolés, puis de l'homogénéisation et du lissage des classes. A la fin de ces opérations, l'image a été vectorisée et cette couche ainsi que l'image mosaïquée ont été exportées sur le logiciel ArcGIS 10.5, à partir duquel une carte a été éditée. Des points ont été

créés par teinte pouvant être visuellement discriminée sur ladite carte et leurs coordonnées en UTM générées pour leur repérage sur le terrain à l'aide de récepteur GPS. Ces points au nombre de 82, ont été positionnés sur la base des variations de coloration et de contraste des classes, suivant les grands axes routiers traversant la zone d'étude.

#### ***4.2.3. Réalisation de la sortie de reconnaissance terrain***

Réalisée du 08 au 12 février 2022, la mission de la sortie de terrain était composée des trois Experts en charge de l'étude, du Coordonnateur de l'Association GA MO WIGNA et du Chef du service Départemental de Pô, représentant la Direction Provinciale en charge de l'Environnement. Cette mission avait pour objet, de caractériser les différentes unités d'occupation des terres de la zone d'étude, sur la base des teintes existantes sur l'image et de la classification effectuée, de manière à disposer d'une clé d'interprétation de l'image mosaïquée. La caractérisation des unités d'occupation des terres sur le terrain s'est faite sur la base de l'appréciation des variables suivantes retenues sur la fiche de collecte des données : le type d'unité d'occupation des terres, le sol, la géomorphologie, les actions anthropiques en présence (traces de coupe du bois, d'animaux domestiques, feux de brousse), les trois (3) espèces ligneuses les plus rencontrées et les utilisations anthropiques (agriculture, habitat...). Les observations du terrain ont été consignées sur la fiche de collecte des données préétablie. Elles ont révélé que 90% des unités d'occupation des terres issues de la classification préalablement réalisée au bureau étaient conformes avec la réalité terrain. Celles qui n'étaient pas conformes avec la réalité terrain ont été caractérisées et de nouveaux points ont été relevés sur le terrain, pour les besoins de la photo-interprétation.

#### ***4.2.4. Traitement de l'image et production de la base de données d'occupation des terres***

Les opérations suivantes ont caractérisé le traitement de l'image : l'élaboration de la clé d'interprétation préétablie, la photo-interprétation manuelle de l'image et la production de la base d'occupation des terres. Toutes ces opérations ont été effectuées sur le logiciel ArcGIS 10.5.

##### **❖ *Elaboration de la clé d'interprétation***

Il s'est agi de la détermination des classes d'occupation des terres, à partir des teintes de l'image, des résultats de la sortie de terrain et de la nomenclature nationale d'occupation des terres du Burkina. Cette clé est indispensable pour l'interprétation de l'image.

❖ *Photo-interprétation de l'image et production de la base de données cartographique*

La photo-interprétation de l'image a été réalisée de façon visuelle et manuelle, sur la base de la classification réalisée et des classes d'occupation des terres déterminées. Elle a consisté en la numérisation complémentaire des polygones, la codification et la documentation de certaines unités, en tenant compte des données collectées sur le terrain, des teintes sur l'image et de la localisation géographique de ces unités. Cette opération a fait suite respectivement à des éliminations de polygones de petites superficies (Eliminate), de dissolutions de polygones voisins de même entité thématique (Dissolve) et de construction de la topologie. La base de données cartographique d'occupation des terres ainsi produite à une unité minimale cartographiée ou MMU de 0,5 ha de superficie. Elle a été découpée respectivement dans les limites de la Province du Nahouri, de chacune des cinq (5) Communes de la Province, du PNKT et de la FCRGN. Par ailleurs, elle a été utilisée comme un des supports de base pour la cartographie des risques de dégradation des terres de la Province du Nahouri.

## **4.2. Cartographie de l'indice actuel de dégradation des terres**

La méthodologie de la cartographie de l'indice actuel de dégradation des terres se caractérise par un certain nombre d'étapes, à savoir : (i) l'acquisition d'un certain nombre de types d'images satellites, de données cartographiques et de données statistiques ; (ii) le calcul du risque de dégradation des terres et de l'indice de végétation à partir du traitement et de la combinaison des données acquises ; (iii) le calcul de l'indice actuel de la dégradation des terres.

### **4.3.1. Données et équations utilisées**

Le tableau 5 ci-dessous donne la liste des données utilisées pour la cartographie de la dégradation actuelle des terres de la Province du Nahouri.

*Tableau 5 : Données utilisées pour la cartographie de la dégradation actuelle des terres de la Province du Nahouri*

Type de données	Format	Echelle/résolution	Facteur associé
Données de pluie (RFE)	Esri Bil.	0.1° x 0.1° avec une fréquence journalière	R
Carte morpho pédologique de la province du Nahouri	Vecteur	1/100 000	K

Occupation des terres en 2021 de la province du Nahouri	Raster (Géotif)	10 m x 10 m	Utilisation des terres
ASTER GDEM	Raster (Géo TIFF) 16-bits	degré carré de résolution 30 m x 30 m	LS
NDVI	Raster (Géotif)	Données décadiques	Etat moyen de la Productivité
Données INSD sur la démographie et le cheptel	texte	Régionale et provinciale	Socio-économie

#### **4.3.2. Description des types de données et des équations utilisées**

La description des types de données et des équations utilisées pour la cartographie de la dégradation des terres est données ci-dessous.

⇒ **Données de pluies** : Les données utilisées sont des images fournies par le consortium européen EUMETSAT à partir des satellites Meteosat-9 et 10 centrés sur l'Europe et l'Afrique. Les images ainsi obtenues et à l'aide d'instruments de mesures du programme Copernicus, ces données permettent aux utilisateurs de surveiller la terre, son environnement et ses écosystèmes, de se préparer aux situations de crise, aux risques liés aux enjeux de sécurité et aux catastrophes naturelles ou humaine. Ces données apportent une contribution vitale à la prévision du temps. De plus, ce sont des données journalières qui fournissent les quantités de pluies ainsi que leur intensité, permettant ainsi d'évaluer le facteur de l'érosivité (R). Leur résolution est de 300 m x 300 m et re-échantillonnées en 10 m x 10 m conformément à la résolution des images sentinelles adoptées pour l'occupation des terres et plus précises. Les données sont disponibles au SP/CNDD.

Par ailleurs, les quantités journalières des pluies ont été cumulées pour l'année concernée correspondant à l'indicateur RD. Quant aux intensités (RI), elles sont extraites à partir des pluies de plus de 40 mm. L'équation de l'érosivité R est établie comme suit : **R = 0,4\*RD + 0,6\*RI.**

⇒ **Données topographiques** : les caractéristiques topographiques et géomorphologiques sont obtenues à partir des images ASTER GDEM (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) et Global Digital Elevation Model) de résolution 30 m x 30 m. Il s'agit comme activité essentielle l'extraction de la longueur (L en mm) et de la raideur (S en %) des pentes. Ces caractéristiques ont une influence avérée sur la gravité des

particules de sol, leur transport et la force de foisonnement de ces particules dans l'activité régressive. Le facteur LS est donc un déterminant indispensable à prendre en compte dans la mesure où il peut accélérer ou annihiler le processus de dégradation. Il est calculé à partir des images du modèle numérique de terrain. Les pentes sont reclassées en fonction des valeurs de  $m$  avec une moyenne définie de  $4,5^\circ$  prise en compte dans l'équation. Ces deux facteurs sont combinés en un facteur unique LS afin de définir l'effet de l'érosion en nappe et en rigoles. L'équation permettant de définir LS est la suivante :

$$LS = (Fac \times C/22,1)^m \times (0,065 + 0,045 \times S + 0,0065 \times S^2)$$

Fac : flux d'accumulation ; C : est la taille de la résolution de l'image DEM ;

S : est l'inclinaison de la pente en degré ; m : est la valeur établie en fonction de la pente.

Pente en degré	Facteur m
$\geq 5$	0,5
3,5 - 5	0,4
1 - 3,5	0,3
< 1	0,2

⇒ **Données morphopédologiques** : Le rapport de l'étude morphopédologique de la province du Nahouri à l'échelle 1/100 000ème réalisée par le Bureau National des Sols en 1996, répertorie 5 classes de sols. Parmi ces 5 classes de sol, 10 ont fait l'objet de prélèvement et d'analyse au laboratoire du BUNASOLS. Les résultats ont permis dans un premier temps de déterminer des valeurs pondérées dans les 30 centimètres supérieurs du sol, et ce, valables pour tous les paramètres physiques et chimiques de tous les sous-groupes de sols inventoriés. Pour des questions d'érodibilité ce sont les couches supérieures du sol qui sont les plus exposées aux aléas climatiques et aux diverses pressions, d'où les 30 m centimètres supérieurs de l'épipédon du sol. Ainsi, une base de données a été préparée sous Excel et qui renseigne sur les différents taux de sable, limon, matière organique, les types de structures et le degré de perméabilité dans ladite épaisseur de 30 cm de l'horizon de surface pour le calcul du facteur d'érodibilité (K). L'équation établie par ROOSE et SARRAILH (1989) est la suivante :

$$100 K = 2,1 (Ml,14 \times 10^{-4}) (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)$$

Où  $M = \% (2 à 100 microns) \times \% (100 à 2 000 microns)$ . En d'autres termes  $M$  est égale au produit des particules fines et des particules grossières. Dans notre cas, c'est le (% de limon) x (% de sable).

**a** = % de matières organiques, **b** = cote de structure de l'horizon superficiel, **c** = classe de perméabilité du profil.

SOL_D	% argile	% limon + sable	M	MO (%) ou a	code Structure (b)	Code Perméabilité (c)	100K	K
BEF	17.65	82.35	1453.48	0.919	3	3	12.62440	0.126244
BEPE	11.76	88.23	1037.58	1.042	2	3	6.312734	0.063127
FLC	7.84	92.16	722.53	0.704	2	3	4.307672	0.043076
FLIMP	5.88	94.12	553.43	1.861	3	3	6.103001	0.061030
FLIP	9.8	90.2	883.96	1.576	3	3	8.252497	0.082524
FLIPP	9.8	90.2	883.96	1.567	3	3	8.256816	0.082568
FLIS	7.84	92.16	722.53	1.09	2	3	4.160473	0.041604
FLTC	15.69	84.31	1322.82	1.309	3	3	11.37362	0.113736
HPGS	25.49	74.51	1899.26	2.406	3	5	19.26045	0.192604
L/c ou L/r								0.0395
PEACH	7.84	92.16	722.53	1.69	4	3	10.43166	0.104316

⇒ **Données socio-économiques** : les données socio-économiques regroupent deux types de statistiques, il s'agit des données sur le recensement du cheptel de 2013-2023 et celui du recensement de la population de 2019 de INSD (RPGH, 2019). Le cheptel a concerné les trois types d'animaux les plus destructeur (Bovins, Caprins et Ovins) et le tout converti en Unité Bétail Tropical (UBT). Ces données sont fournies à l'échelle de la province et c'est celles de neuf provinces qui ont été utilisées pour la spatialisation. La formule de la densité du cheptel suivant les poids correspondants aux espèces est la suivante :

$$\mathbf{DPC = Bovins*0.8 + 0.15*Ovins+ 0.15*caprins}$$

Les données de population sont fournies par commune et la spatialisation a concerné 14 communes voisines y compris celles de la province du Nahouri. Alors, la carte de densité de la population humaine (DPH) est obtenue directement par spatialisation. Dans le processus de dégradation selon FAO, 2008, il est établi que le cheptel dégrade 60% des ressources végétales que les humains. La formule du facteur socio-économique (FSE) est donc la suivante :

$$\mathbf{FSE = 0.6*DPC + 0.4*DPH.}$$

⇒ **Données NDVI (Normalized Difference Vegetation Index ou indice de végétation par différence normalisée)** : les données sur l'état de la végétation sont décadiques et ce sont celles de l'année 2021 qui ont été utilisées pour calculer la moyenne de la série annuelle. Il a s'agit à priori de calculer les moyennes mensuelles, ensuite la moyenne annuelle avant la conversion en valeur NDVI. Le résultat a été regroupé en 5 classes selon les valeurs les plus faibles aux valeurs les plus fortes.

⇒ **Occupation des terres** : La base de données cartographique d'occupation des terres utilisée est celle produite dans le cadre de la présente étude. L'unité minimale cartographiée ou MMU est de 0,5 ha. L'occupation des terres désigne dans le contexte du Burkina Faso, la couverture biophysique de la surface des terres émergées. Selon la nature des entités d'occupation du sol, on parlera d'occupation physique (Forêt, Sol nu, etc.) et d'utilisation fonctionnelle (zone d'habitat, etc.).

#### **4.3.3. Traitements des données**

Le traitement des données comporte deux étapes essentiellement : les travaux préliminaires et les travaux de finition.

Les travaux préliminaires ont consisté à traiter les images satellitaires ou les données statistiques pour chaque sous composante pour en faire un indicateur. La qualité de cet indicateur procède de la bonne maîtrise du sujet par l'opérateur ou de sa bonne expérience dans ledit domaine. Les données sur l'occupation des terres étant déjà disponibles, les traitements réalisés ont concerné :

- la productivité des terres à partir des images décennales de l'indice de végétation normalisée pour l'année 2021.
- les données sur les pluies (quantité et intensité) pour le facteur d'érosivité des précipitations ;
- les données topographiques pour le facteur de pente (longueur et raideur) ;
- les données sur les sols pour le facteur d'érodibilité des terres ;
- les données sur la population et le cheptel (densité) pour le facteur socio-économique.

Ces traitements ont abouti à la formulation des indicateurs globaux suivants : le facteur d'érodibilité, le facteur unique LS, définissant l'effet de l'érosion en nappe et en rigoles, le facteur de l'érosivité, le facteur socio-économique (FSE) et la valeur NDVI. Les travaux de finition ont consisté en la combinaison des indicateurs obtenus, pour disposer de produits intermédiaires dont leur assemblage en fonction du poids de chacun dans le processus de dégradation donne les produits finaux qui sont de deux sortes : le risque de dégradation des terres, obtenu à partir des quatre (4) premiers indicateurs et de l'indice de végétation obtenu à partir de la combinaison de l'utilisation des terres et de la productivité moyenne des terres (valeur NDVI). En combinant ces deux derniers résultats, l'on obtient l'indice actuel de la dégradation des terres de la Province du Nahouri. Le diagramme ci-dessous illustre bien le processus :

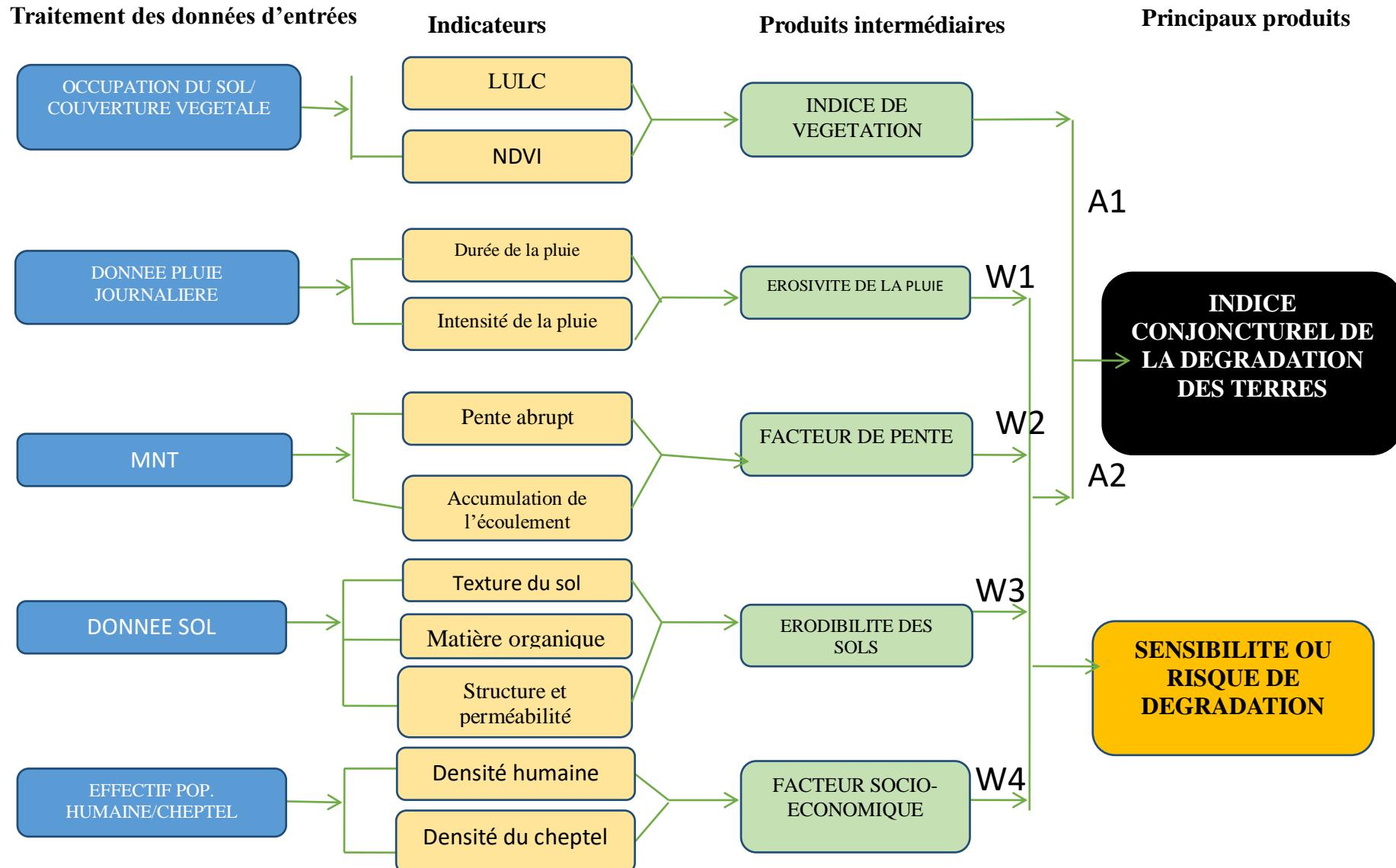


Figure 6 : Schéma illustrant le processus de cartographie de dégradation des terres actuelle de la Province du Nahouri

## 5. RESULTATS ET ANALYSE

Le présent chapitre traite dans une première partie, des résultats et des analyses de la cartographie de l'occupation des terres en 2021 de la Province du Nahouri, avec une prise en compte de l'entièreté du PNKT et de la FCRGN (les limites de ces deux entités débordent des limites de la province). Dans une deuxième partie, il aborde les résultats suivis des analyses, liées à la cartographie de l'indice de dégradation des terres actuelle dans les limites territoriales de la Province du Nahouri.

### 5.1. Cartographie de l'occupation des terres

#### 5.1.1. *Définition de l'occupation des terres*

L'occupation du sol (Land Cover) est une description physique de l'espace, elle est définie comme la couverture biophysique de la surface des terres émergées d'après (FAO, 1998), c'est-à-dire ce qui recouvre le sol. Le concept "d'occupation des sols" fait référence non seulement à la surface du sol mais aussi du sous-sol. Or les préoccupations actuelles s'orientent à rassembler et à analyser les informations à référence spatiale donc des informations à la surface du sol. Ainsi, la terminologie "**occupation de sol**" a été remplacée par "**occupation des terres**" afin de mieux concorder avec les préoccupations des utilisateurs (MBALA, 2009).

L'occupation des terres désigne dans notre contexte la couverture biophysique de la surface des terres émergées. Selon la nature des entités d'occupation du sol, on parlera d'occupation physique (Forêt, Sol nu, etc.) et d'utilisation fonctionnelle (zone d'habitat, etc.).

#### 5.1.2. *Unités d'occupation des terres discriminées*

Les unités d'occupation des terres de la zone d'étude discriminées à part de l'interprétation des images Sentinel 2 de novembre 2021 sont indiquées dans le tableau 6 ci-dessous.

*Tableau 6 : Classes d'occupation des terres discriminées à partir de la photo-interprétation de l'image Sentinel 2 de novembre 2021 couvrant la Province du Nahouri*

N° d'ordre	Unité d'occupation de terres
1	Complexe Verger et Culture maraîchère
2	Culture annuelle et territoire agroforestier
3	Forêt claire
4	Forêt galerie
5	Formation ripicole
6	Habitat

N° d'ordre	Unité d'occupation de terres
7	Plantation forestière ou verger
8	Savane arborée
9	Savane arbustive et herbeuse
10	Sol nu
11	Surface en eau

Source : données de l'étude

La description des unités d'occupation des terres est faite en annexe 1 du présent rapport.

### **5.1.3. Etat des lieux de l'occupation des terres de la province du Nahouri en 2021**

Le traitement des images Sentinel 2 de novembre 2021, a permis de faire l'état des lieux actuel de l'occupation des terres de la zone de l'étude. Les résultats de cet état des lieux est présenté respectivement pour l'ensemble de la province, pour chacune des cinq communes de la commune que sont Pô, Tiébélé, Guiaro, Ziou, Zecco et pour chacune des deux aires classées concernées. Ils sont présentés sous formes de statistiques et cartographique. Les données statistiques sont exprimées en quantité de surface (hectares) et en proportion (pourcentage) pour les différents classes d'occupation des terres existantes.

#### **5.1.3.1. Etat des lieux de l'occupation des terres de la province du Nahouri en 2021**

Les statistiques de l'occupation des terres de la province du Nahouri sont présentées dans le tableau 7.

*Tableau 7 : Statistiques de l'occupation des terres de la province du Nahouri en 2021*

Unité d'occupation des terres	Superficie (ha)	Proportion (%)
Complexe Verger et Culture maraîchère	491	0,13
Culture annuelle et territoire agroforestier	187365	48,22
Forêt claire	188	0,05
Forêt galerie	7021	1,81
Formation ripicole	7591	1,95
Habitat	3211	0,83
Plantation forestière ou verger	194	0,05
Savane arborée	64580	16,62
Savane arbustive et herbeuse	117037	30,12
Sol nu	363	0,09
Surface en eau	524	0,13
<b>Total</b>	<b>388565</b>	<b>100,00</b>

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021

L'analyse des données du tableau montre que trois (3) types d'occupation des terres de la sont les plus dominants dans la Province du Nahouri en 2021. Il s'agit des Cultures annuelles et territoires agroforestiers qui occupent presque la moitié de la province (48,22%), suivis des savanes arbustives et herbeuses (30,12%) puis des savanes arborées (16,62%). La figure 7 ci-

dessous, illustre la proportion de chaque unité d'occupation des terres et la prépondérance de celles qui sont les plus importantes en termes de superficie. La carte 2 montre la localisation spatiale des différentes unités d'occupation des terres au niveau de la province. L'importance des savanes arbustives et herbeuses et des savanes arborées dans la province s'explique par l'existence des deux espaces naturels de conservation que sont le Parc National de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et Ranch de Gibier de Nazinga qui couvrent respectivement 16,03% et 19,99% de la province soit un total de 36,03%.

D'une manière générale, selon la Base nationale de données d'occupation des terres (BDOT 2012), les superficies forestières (savanes et de forêts) représentaient 74,66% de la superficie de la Province du Nahouri en 2012. En 2021, ces superficies représentent seulement 50,60% de la Province, soit une diminution de 24,06%. La dégradation du couvert végétal dans la province est due à des phénomènes naturels et humains. Les changements climatiques y ont négativement affecté l'évolution des ressources forestières en général. Selon Tamboura (2021), la péjoration du climat exacerbe l'impact de l'agriculture sur les ressources forestières. Ouandé (2015) affirme que la péjoration climatique provoque la dégradation des forêts notamment les forêts galeries. Sans arbres, 71 % des terres connaîtraient une dégradation à cause des eaux de pluies (FAO, 2018).

Cette situation est également le résultat des pressions anthropiques exercées sur les ressources naturelles, à travers la déforestation à des fins agricoles ou d'alimentation en bois, le surpâturage, les feux de brousse, l'orpailage, les migrations internes de la population, l'acquisition massive des terres. Ces pressions s'exercent sur les sols de plus en plus exposés aux agents climatiques (intensité des pluies et érosion) ; elles s'exercent aussi sur les ressources et la diversité biologiques (flore, faune terrestre et aquatique) dont on assiste à un amenuisement remarquable (MEEVCC, 2017). Selon Hountondji (2008) cité par Tamboura, 2021, les facteurs anthropiques sont surtout à l'origine de la dégradation du couvert végétal. En Afrique de l'ouest, les aléas climatiques affectent négativement la productivité des terres et hypothèquent les campagnes agricoles au fil des années. Les producteurs tentent de pallier le déficit par l'extension des champs. Ainsi, le couvert végétal régresse au profit des champs (Gansaonré, 2018 cité par Tamboura, 2021). Les populations sont attirées par les ressources forestières et animales. Dès lors, elles n'hésitent guère à s'approvisionner dans les réserves

naturelles pour satisfaire leurs besoins (Amani, 2011 ; Weber, 1995). Ce qui engendre la dégradation de ces dernières.

Aussi, l'élevage extensif contribue à dégrader le couvert végétal par la destruction des jeunes pousses (Soulama et al., 2015 ; Ouédraogo, 2008) et l'élagage. Les sols des zones pâturées deviennent compacts et durs à cause des piétinements, si bien que les végétaux y poussent difficilement (Ouya, 2010). En outre, dans nos pays du sahel, le bois de chauffe est la première source d'énergie pour les populations rurales et urbaines (Gazull, 2009 ; Gautier et Compaoré, 2006). Il contribue à 85 % des besoins énergétiques au Burkina Faso (Tamboura, 2021). Les feux de brousse engendrent la dégradation des savanes arbustives (Mbala, 2009). Selon Sawadogo (2018), ils provoquent la modification et l'appauvrissement des espèces végétales, la modification de la phisionomie des peuplements forestiers. L'accroissement de la population entraîne une augmentation des besoins. En effet, la forte densité de population entraîne une saturation foncière. Or, la saturation foncière pousse les populations à la quête de nouvelles terres cultivables, ce qui engendre la régression du couvert végétal (Konan, Kangah et Atta, 2016).

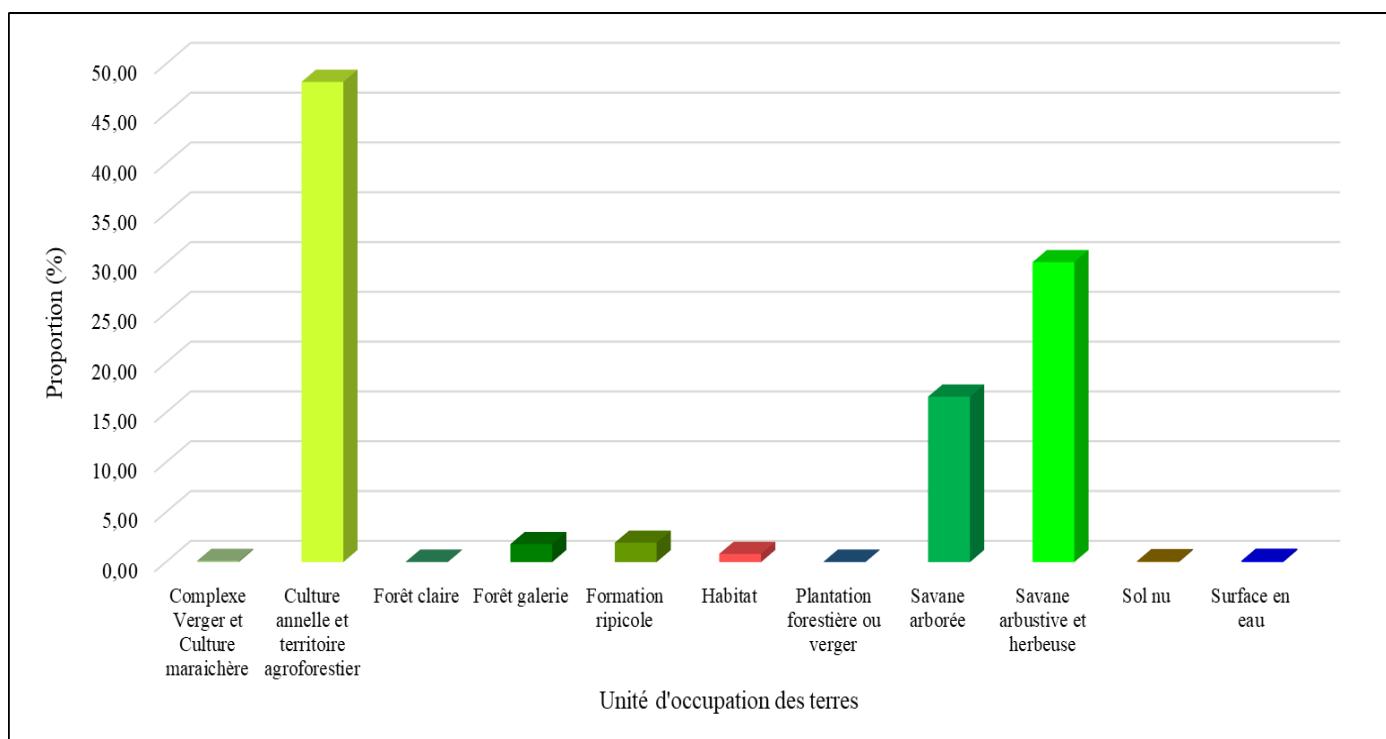
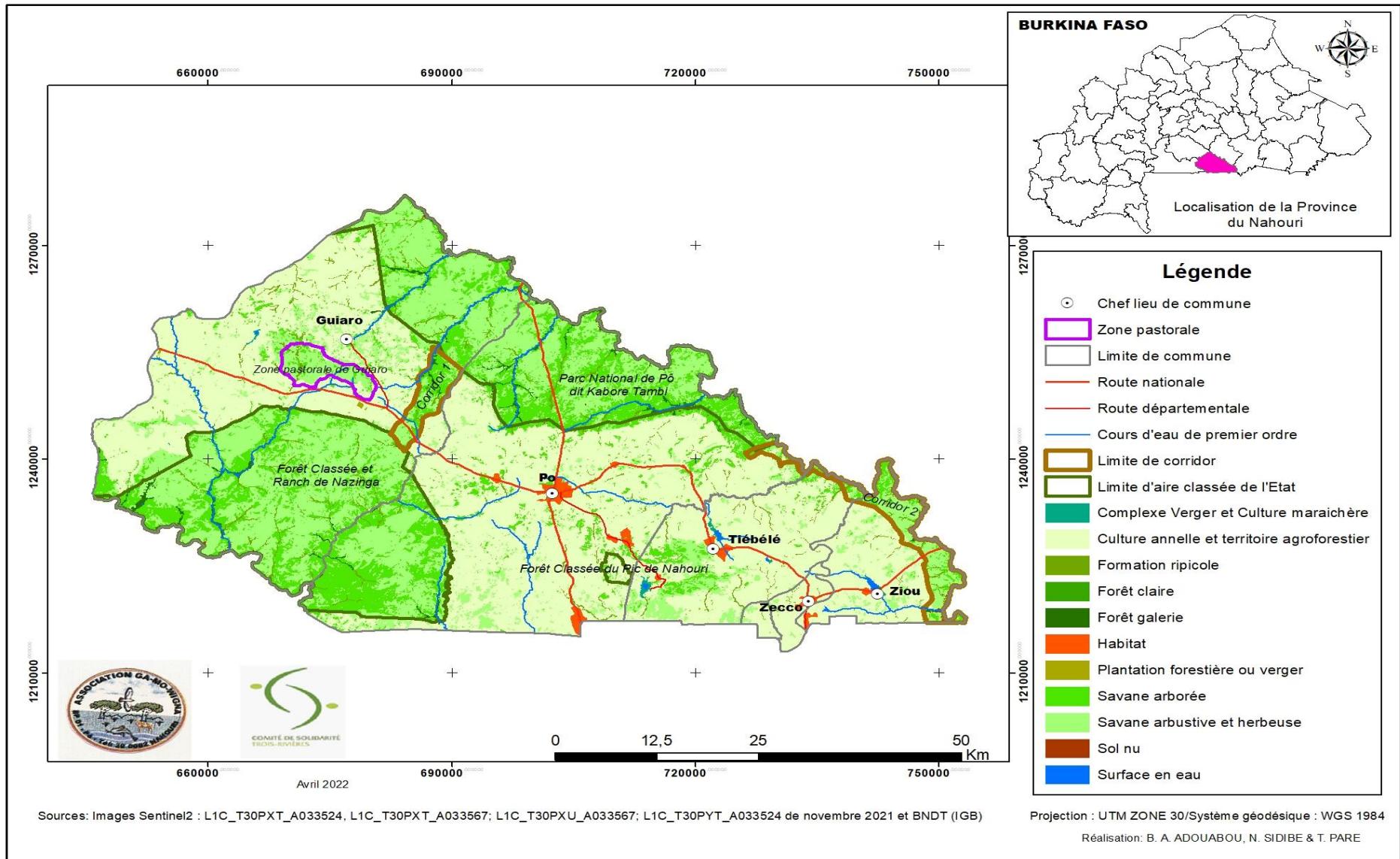


Figure 7 : Proportion des unités d'occupation des terres de la Province du Nahouri en 2021

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021



Carte 3 : Occupation des terres de la Province du Nahouri en 2021

### 5.1.3.2. Etat des lieux de l'occupation des terres des communes de la province du Nahouri en 2021

Les statistiques de l'occupation des terres des cinq (5) communes de la Province du Nahouri sont présentées dans le tableau 8 ci-dessous. Elles sont également exprimées en superficies et en proportion.

*Tableau 8 : Statistiques de l'occupation des terres des communes de la province du Nahouri en 2021*

Unité d'occupation des terres	Guiaro		Pô		Tiébélé		Zecco		Ziou	
	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)	%	Sup. (Ha)	%
Complexe Verger et Culture maraîchère	59	0,04	7	0,00	304	0,79	0	0,00	121	0
Culture annelle et territoire agroforestier	58399	36,36	80217	50,75	28344	73,49	4014	91,58	16502	61,29
Forêt claire	22	0,01	163	0,10	3	0,01	0	0,00	0	0,00
Forêt galerie	3400	2,12	2717	1,72	130	0,34	0	0,00	774	2,88
Formation ripicole	3843	2,39	2297	1,45	736	1,91	46	1,05	669	2,48
Habitat	38	0,02	1993	1,26	544	1,41	288	6,57	348	1,29
Plantation forestière ou verger	137	0,09	38	0,02	15	0,04	0	0,00	2	0,01
Savane arborée	26922	16,76	33247	21,03	2854	7,40	13	0,29	1544	5,73
Savane arbustive et herbeuse	67498	42,03	37306	23,60	5475	14,20	22	0,51	6627	24,61
Sol nu	100	0,06	88	0,06	4	0,01	0	0,00	171	0,64
Surface en eau	194	0,12	4	0,00	158	0,41	0	0,00	168	0,63
<b>Total</b>	<b>160613</b>	<b>100,00</b>	<b>158075</b>	<b>100,00</b>	<b>38567</b>	<b>100,00</b>	<b>4383</b>	<b>100,00</b>	<b>26927</b>	<b>100,00</b>

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021

L'analyse des données du tableau montre que trois (3) unités l'occupation des terres sont dominantes dans les communes de la Province. Il s'agit des Cultures annelles et territoires agroforestiers, suivis des savanes arbustives et herbeuses, puis des savanes arborées. Le taux moyen d'occupation des 5 communes par les surfaces agricoles est de 62.69%, ce qui traduit une très forte pression anthropique. Ainsi la commune ayant le plus fort taux d'occupation par des terres agricoles, donc subissant la plus forte pression agricole, est celle de Zecco (91.58%). Elle est suivie respectivement des communes de Tiébélé (73.49%), Ziou (61.29%), Pô (50.75%) et Guiaro (36.36%). En matière de superficies forestières, la commune de Guiaro dispose du plus fort taux d'occupation (63,40%). Elle est suivie des communes de Pô (47,93%), de Ziou (35,71%), et de Tiébélé (23,89%). Les taux d'occupation des superficies de ces communes de la province par les forêts, sont influencés par l'importance des aires protégées situées sur leurs territoires.

La figure 8 ci-dessous illustre l'importance des différentes unités d'occupation des terres par commune concernée. Les cartes montrant la spatialisation de ces entités sur chacune des communes sont présentées en annexe du présent rapport.

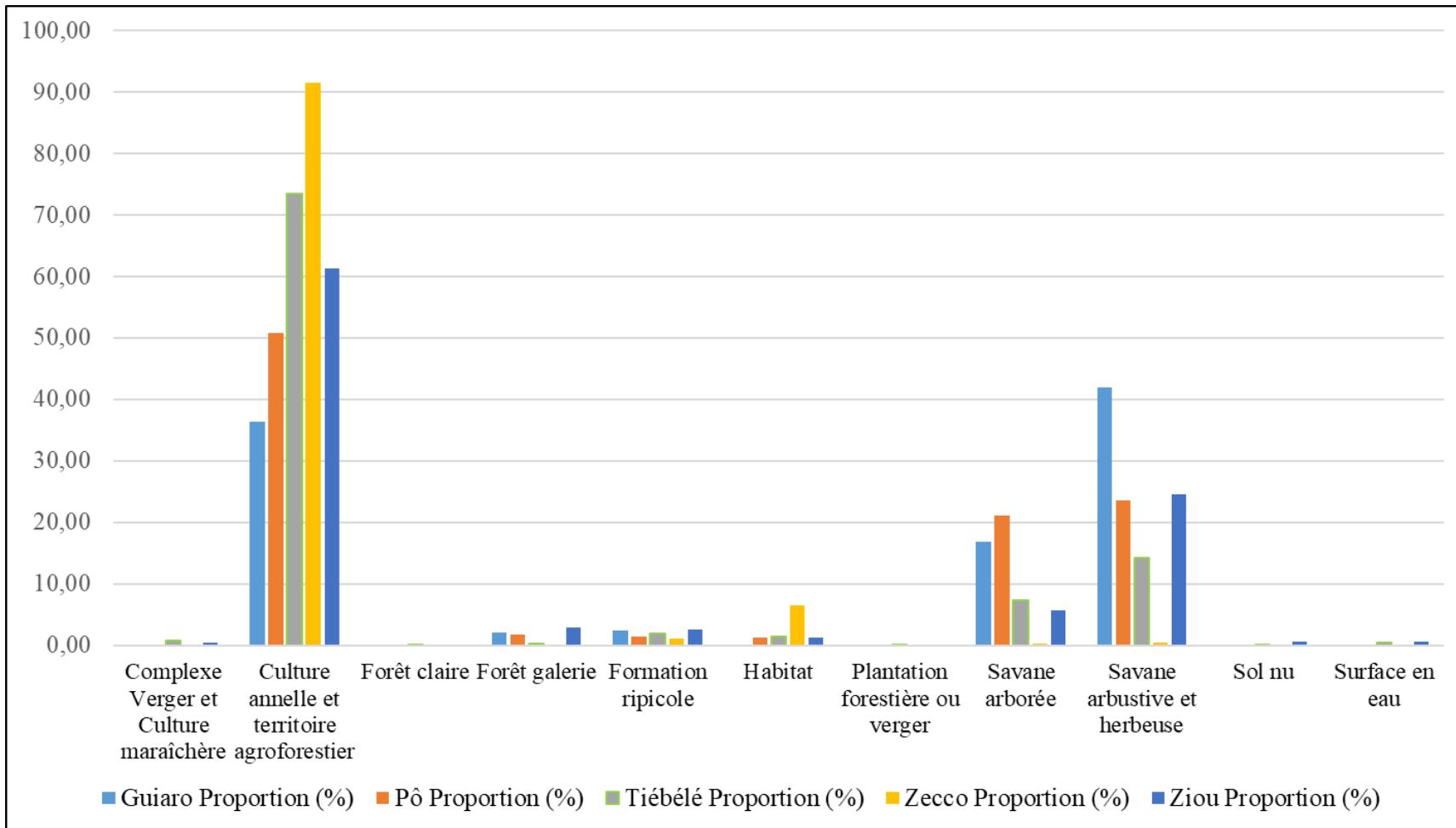


Figure 8 : Proportion des unités d'occupation des terres dans les communes de la Province du Nahouri

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021

*5.1.3.3. Etat des lieux de l'occupation des terres en 2021 dans le Parc national dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga*

Le Parc national dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et ranch de gibier de Nazinga constitue les deux aires protégées majeures de la Province du Nahouri. Les statistiques de l'occupation des terres dans ces deux aires protégées dont les limites dépassent la Province du Nahouri sont présentées dans le tableau 9.

*Tableau 9 : Statistiques de l'occupation des terres des du PNKT et de la FCRGN en 2021*

<b>Unité d'occupation des terres</b>	<b>FCRGN</b>		<b>PNKT</b>	
	Superficie (ha)	Proportion (%)	Superficie (ha)	Proportion (%)
Culture annelle et territoire agroforestier	223	0,23	194	0,12
Forêt claire	8	0,01	82	0,05
Forêt galerie	3141	3,20	7482	4,53
Formation ripicole	2548	2,60	3470	2,10
Savane arborée	39524	40,27	52367	31,70
Savane arbustive et herbeuse	52355	53,34	101177	61,25
Sol nu	129	0,13	426	0,26
Surface en eau	221	0,23	0	0,00
<b>Total</b>	<b>98149</b>	<b>100</b>	<b>165198</b>	<b>100</b>

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021

L'analyse des données du tableau permet de voir que les savanes arbustives et herbeuses constituent l'unité dominante dans les deux aires protégées. Elle occupe respectivement 61,25% de la superficie du PNKT et 53,34% de celle de la FCRGN. Cette unité est suivie respectivement des savanes arborées (31,70% pour le PNKT et 40,27% pour la FCRGN) et des forêts galeries (4,53% pour le PNKT et 3,20% pour la FCRGN). Il faudra noter que toutes ces deux entités connaissent le phénomène d'empiètement par des espaces agricoles, dont les proportions sont les suivantes : 0,23% pour la FCRGN et 0,12% pour le PNKT. La figure 9 illustre la proportion des unités d'occupation des terres dans les deux aires protégées. La carte 4 montre la spatialisation de ces unités par aire protégée.

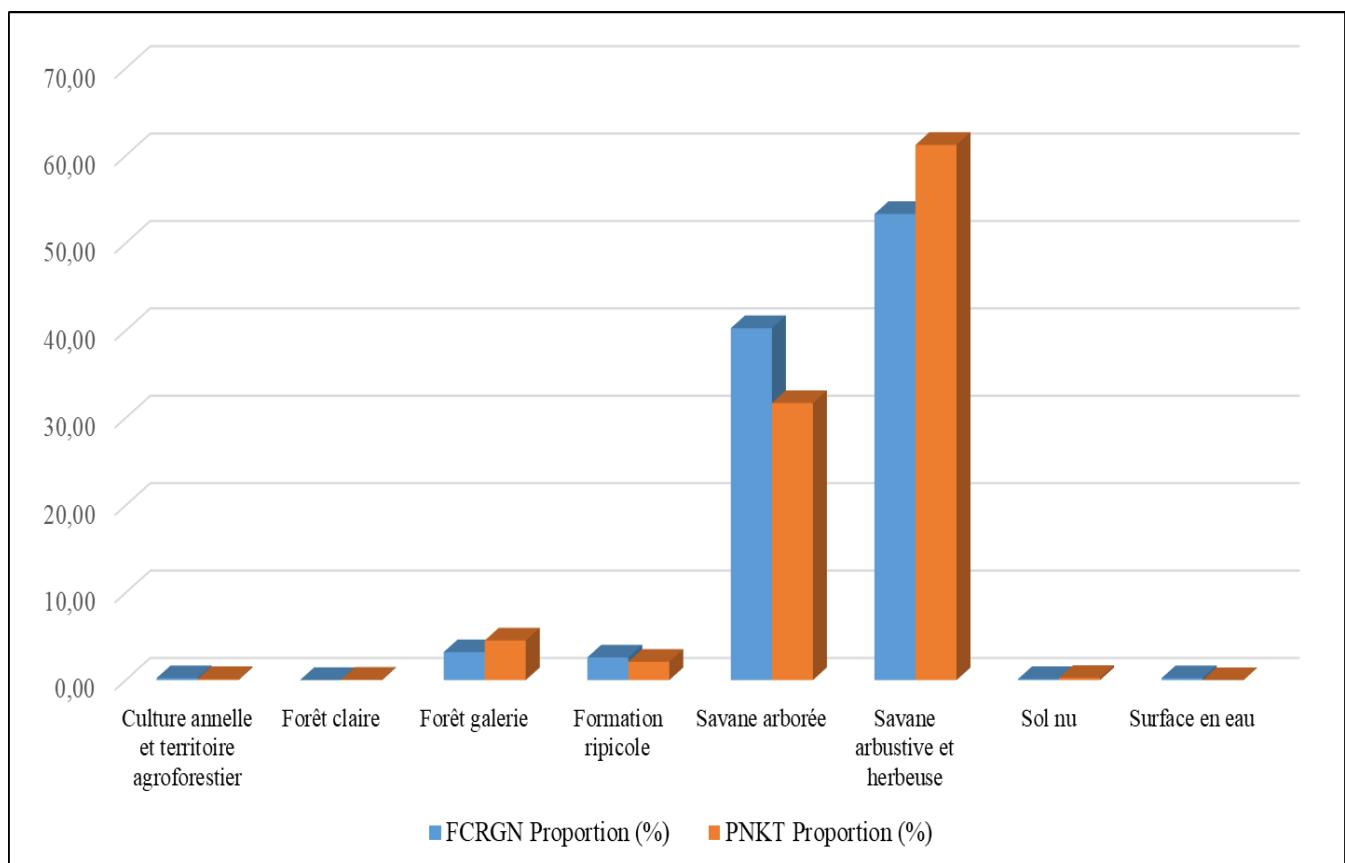
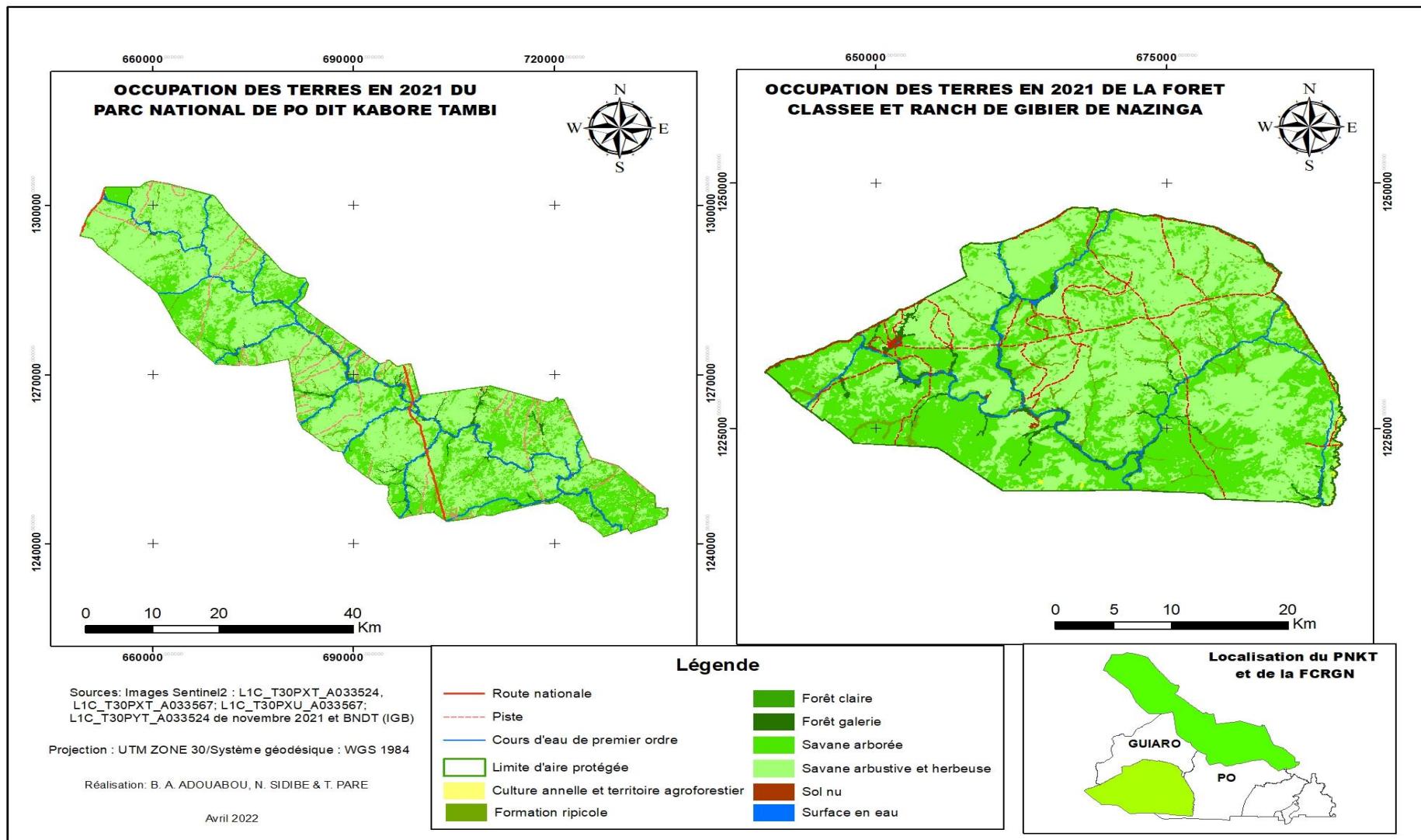


Figure 9 : Proportion des unités d'occupation des terres dans le PNKT et la FCRGN

Source : Résultats des traitements des images Sentinel 2 de novembre 2021



Carte 4 : Occupation des terres du PNKT et de la FCRGN en novembre 2021

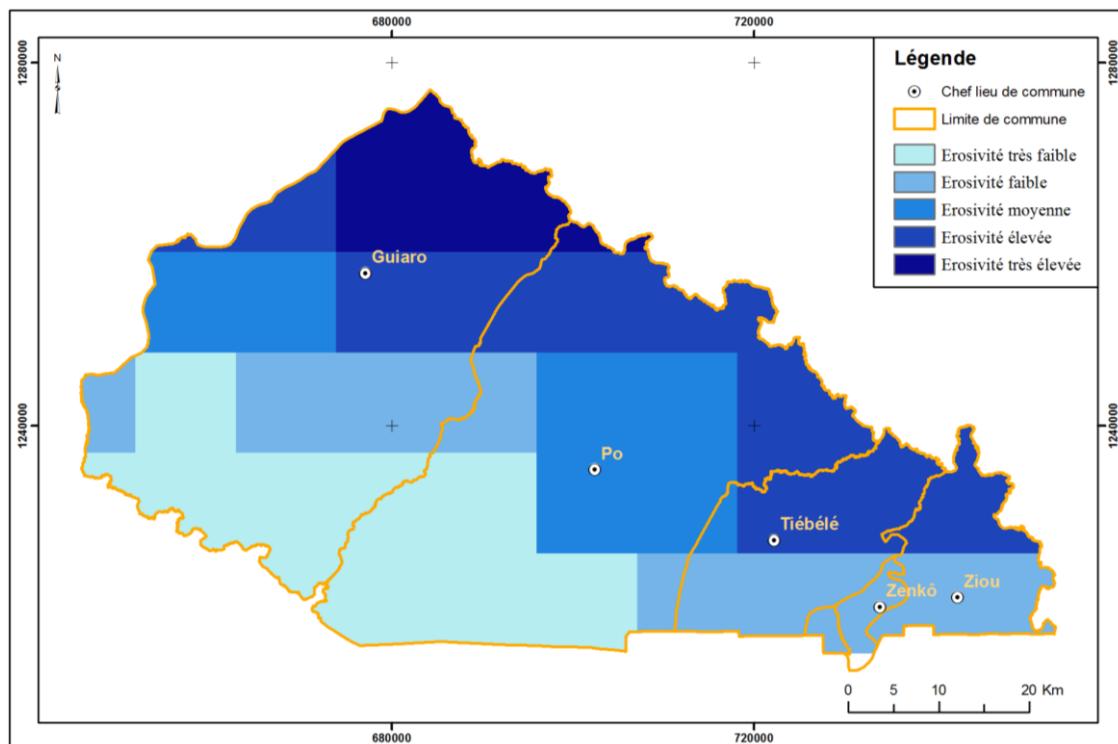
## 5.2. Cartographie des risques de dégradation des terres

Les résultats de la cartographie des risques de dégradation des terres de la province concernent les indices potentiels ou risques de dégradation, la Sensibilité ou indice potentiel de dégradation et l'Indice actuel de dégradation.

### 5.2.1. Résultats sur les indices potentiels ou risque de dégradation

#### 5.2.1.1. Facteur d'Erosivité (R)

Les différents résultats obtenus depuis les traitements des données primaires jusqu'aux produits intermédiaires sont des étapes préalables indispensables à l'atteinte des réalités plausibles du terrain. La précision aussi des données contribuent fortement à l'atteinte des objectifs recherchés. Ainsi l'état d'érosivité des pluies de la province du Nahouri peut se présenter comme suit :



Carte 5 : Etat d'érosivité des pluies dans la province du Nahouri

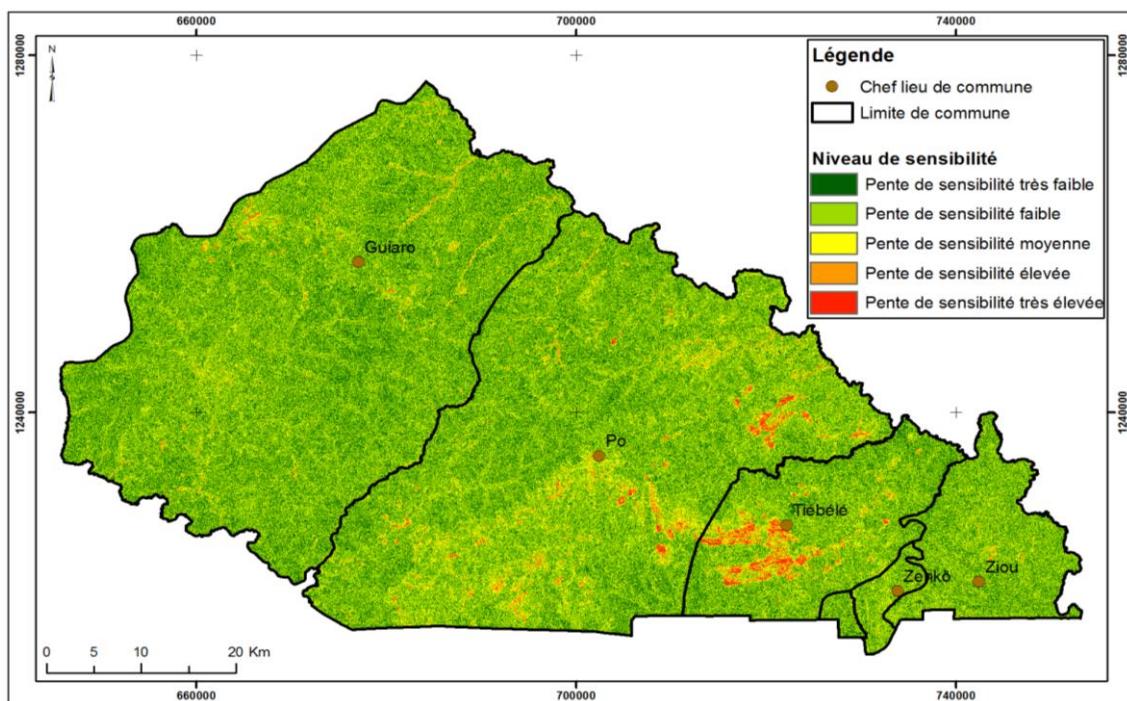
Source : Résultats du traitement des données de pluie (RFE)

Les cumules des pluies par zone pixellisée, varient d'un point à l'autre dans la province, de l'ordre de 925 mm à 1368 mm. Dans la partie sud-ouest de la province (dans la FCRGN), l'érosivité des pluies de l'année 2021 est très faible, par contre dans la zone médiane, sur

l'alignement des chefs-lieux de communes, elle est moyenne à faible. Cette zone est surtout occupée par les cultures. Dans le septentrion ou sur le long du Nazinon, l'érosivité est élevée ou très élevée dans la zone forestière du PNKT. Les quantités de pluies en ces endroits varient entre 1100 et 1300 mm pour l'année indiquée. Les intensités les plus élevées sont rencontrées dans cette partie de la province pour les mois d'août et de septembre. En début de saison les intensités sont plus faibles qu'en fin de saison.

#### 5.2.1.2. Facteur de pente (LS)

Le facteur topographique (LS) est influencé à la fois par la longueur de pente (L) et de l'inclinaison de la pente (S). La longueur de pente détermine la vitesse de ruissellement et le transport des particules croît en fonction de la longueur de la parcelle. De même, les transports solides croissent de façon exponentielle avec le pourcentage de pente (FAO, 1994). Les pentes sont reclassées également selon les normes de la FAO en fonction de leur pourcentage (pente étendue ou faible, pente très douce à plate, pente douce, pente raide, pente très raide). Ainsi, les pentes étendues, faibles ou douce à plates dominent dans la province. Cependant les pentes douces à très raides sont rencontrées surtout dans les communes de Tiébélé et Pô. Les sommets culminent à 447 m dans la commune de Pô et 406 m dans la commune de Tiébélé. La carte ci-dessous illustre mieux ces classes de pente :



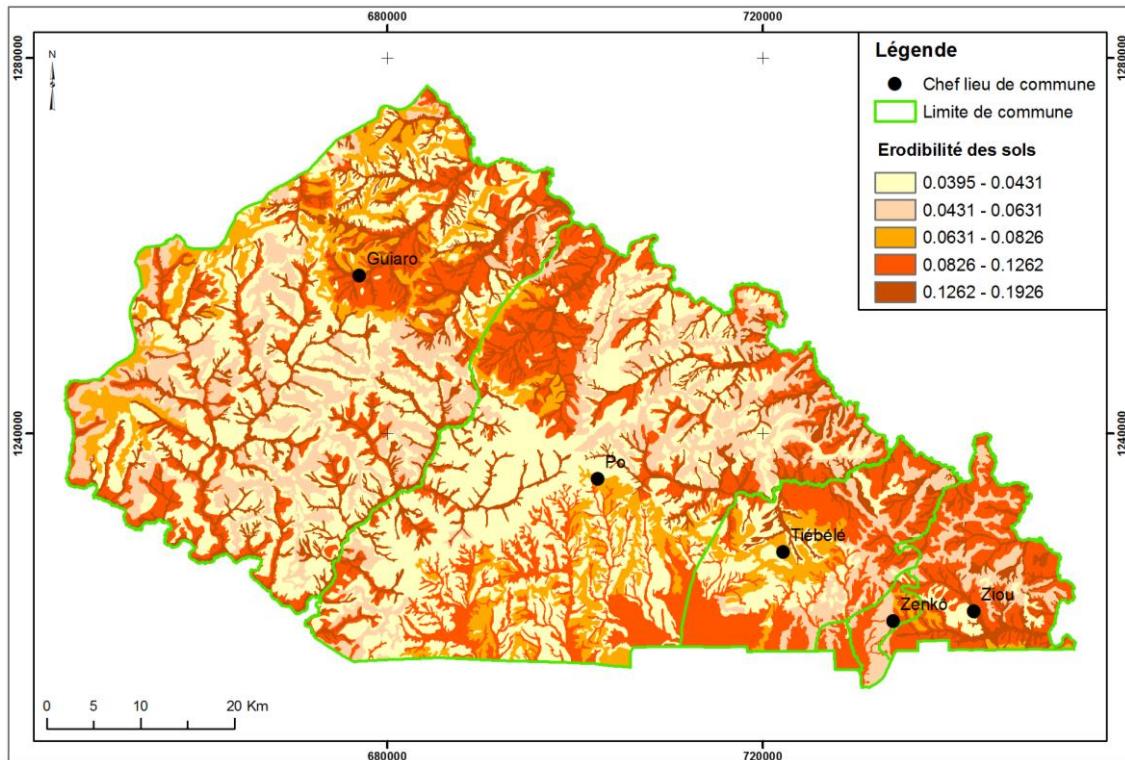
Carte 6 : Niveau de sensibilité des pentes dans la province du Nahouri

Source : Résultats du traitement des ASTER GDEM de la province du Nahouri

### 5.2.1.3. Facteur d'érodibilité (K)

Les valeurs déterminées pour le facteur K varient entre 0 pour les surfaces en eau à 0,1924 t.ha.h<sup>-1</sup>/MJ.mm.ha<sup>-1</sup> pour les sols les plus érodibles de la province. Il n'existe pas pour le moment d'échelle standard pour l'interprétation des classes d'érodibilité dans la mesure où ces classes sont fonction de plusieurs paramètres dont les relations sont en perpétuelles évolutions (le temps, les techniques culturales, la pente, le climat, du type le sol). En d'autres termes, il n'y a pas de relation stricte entre la classe de sol et la résistivité à l'érosion, car les paramètres entrant dans la détermination de K varient énormément sur la même classe de sol d'abord, et ensuite sous des climats et substratums différents (Paré T. 2020). Ainsi, les zones les plus érodibles sont surtout rencontrées dans les cours d'eau et sur les berges. Les sols qui y sont recensés sont les sols hydromorphes pour leur perméabilité lente, donc plus de ruissellement, les sols peu évolués d'apports également pour leur structure massive avec un taux élevé de limon et de sable. Les sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés sont également concernés pour leur taux faible en matière organique et leur texture grossière à moyenne en surface. Les valeurs moyennes (0,0610 – 0,0825) correspondent aux sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés pour leur taux moyen à éléver d'éléments grossiers et leur structure polyédrique subangulaire en éléments grossier. Les valeurs les plus faibles (< 0,05) correspondent aux lithosols sur roche et sur cuirasse ainsi que les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés superficiels. Les causes à analyser peuvent être perçues selon deux hypothèses. Selon ROOSE et SARRAILH, 1989, il est observé généralement que la sensibilité des sols à la pluie est généralement plus faible sur sol sec et encroûté que sur les sols humides et travaillés. Les sols secs, encroûtés ou à recouvrement gravillonnaires, protègent le sol contre l'érosivité de la pluie (énergie cinétique/ « splash » et intensité). Par contre dans les zones humides et travaillées l'érosivité est beaucoup plus importante. Aussi, d'après les résultats des travaux de Quantin et Combeau (1962), cités par Roose et Sarrailh (1989) dans la région de Pô pour montrer que l'érodibilité est variable dans le temps ont montré que durant la 3 et 4<sup>ème</sup> année d'exploitation l'indice d'érosivité grimpe jusqu'à la valeur maximale pour osciller ensuite en fonction des interactions entre l'état de surface du sol et la distribution spatiale des averses. En résumé donc et au vu des paramètres, l'érodibilité évolue au gré de la vitesse de minéralisation de la matière organique et décroît sur les sols squelettiques (gravillonnaire). Les sols les plus vulnérables sont ceux qui sont les plus sensibles à la dégradation et qui sont les plus difficiles à restaurer. Au contraire, les sols les

moins vulnérables sont ceux peu sensibles à la dégradation et faciles à restaurer, La carte ci-dessous donne les coefficients d'érodibilité K des sols de la Province du Nahouri.



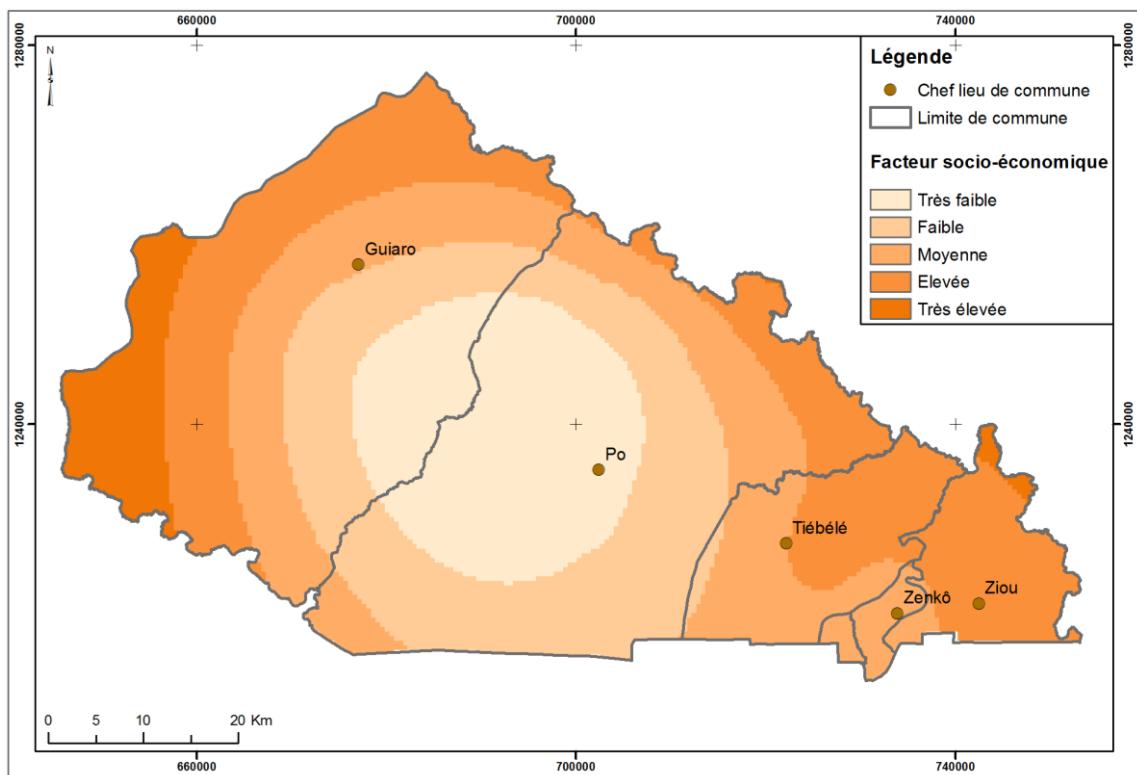
*Carte 7 : Erodibilité (K) des sols de la Province du Nahouri*

Source : Traitement des données de pluie (RFE) de la Province du Nahouri

#### 5.2.1.4. Facteur socio-économique (FSE)

Le facteur socio-économique est un maillon essentiel dans le processus de dégradation des terres. Il intervient généralement pour accélérer ce processus dans les pays en voie de développement. Selon Pierre Brabant (2010), ce facteur de densité est aussi un indicateur sérieux de la dégradation des terres, d'autant plus qu'à priori, on pourrait penser que plus cette densité est forte dans ces pays, plus la terre est exploitée et plus la dégradation est forte. Le sol étant l'épiderme de la Terre sur lequel l'homme doit trouver sa pitance est de plus en plus exploité, ce qui accroît la pression sur cette ressource et réduit de plus en plus son temps de renouvellement. Ce qui accélère le processus de dégradation qui était autrefois naturel par des renouvellements successifs. Cela met à l'épreuve la résilience d'un sol qui correspond à la période de temps nécessaire pour qu'un sol retrouve ses fonctions originelles quand cesse l'activité humaine qui a conduit à sa dégradation (Brabant, 2008). Le sol se régénère dans les conditions naturelles mais des pratiques peuvent être menées pour activer cette restauration. Plus cette période de récupération est courte, plus la résilience est forte et donc plus vite le sol

retrouve ses fonctions originelles. Ainsi, dans le cas de la présente étude, il a été pris en compte les densités des populations humaines et du cheptel (bovin, ovin et caprin). De la manière dont on a considéré la pression sur les ressources en sol par la population humaine, on a considéré également la pression sur les ressources végétales par le cheptel et son degré de piétinement pour le tassemement du sol. On constate donc sur la carte que la commune de Pô connaît relativement une faible densification que les autres communes. Dans les communes de Tiébélé et Ziou la densité est moyenne à éléver. Ce sont des zones fortement cultivées avec un élevage extensif plus ou développé. Dans la commune de Guiaro et dans la partie extrême ouest la densité est plus élevée. On pourra attribuer cette situation à la forte pression dans la zone de Biéha.



*Carte 8 : Densité des facteurs socio-économiques infléançant la dégradation des terres dans la Province du Nahouri*

Source : Traitement des données de l'INSD sur la démographie et le cheptel

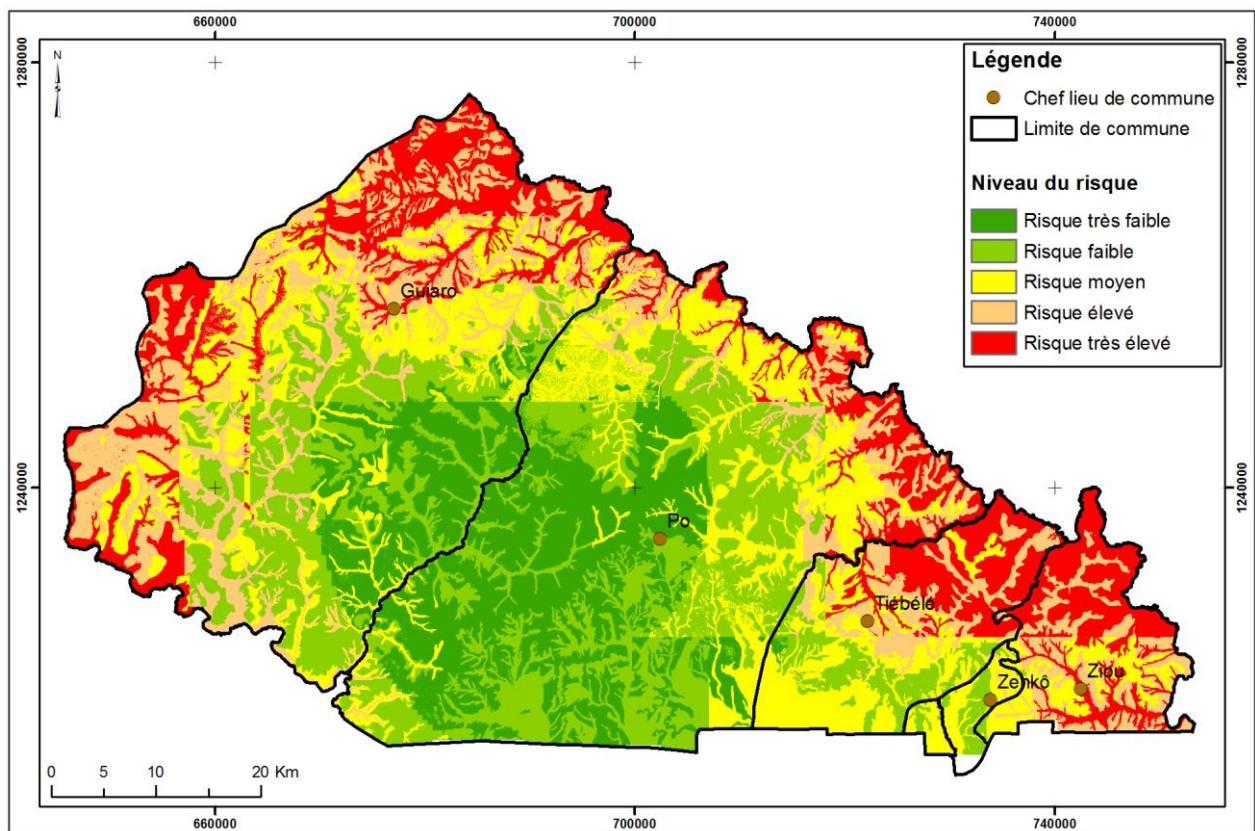
### **5.2.2. Résultats sur la sensibilité ou indice potentiel de dégradation**

L'évaluation de l'indice potentiel de dégradation repose sur la prise en compte à la fois des quatre (4) paramètres ci-dessus élaborés. Elle est obtenue en associant à chaque paramètre une pondération définie par une opinion des groupes d'experts en la matière. Il s'agit de faire au préalable une comparaison par pair des paramètres qui permettent de définir des poids

proportionnellement au degré d'intervention dans le processus de dégradation. Ainsi, il est indiqué que l'érosivité (R) des pluies intervient à 21% dans le processus de dégradation, 29% pour l'érodibilité (K), 46% pour les activités humaine (FSE) et 4% réservé à la topographie (LS). Le risque de dégradation (RD) est ainsi établi comme suit :

**RD : Indice d'érosivité (R) \*0.21+ Indice d'érodibilité (K) \*0.29+ Facteur socio-économique (FSE) \*0.46 + Indice topo (LS) \*0.04**

La carte ci-dessous présente les différentes classes d'indice potentiel de dégradation des terres en 2021 de la Province du Nahouri.



*Carte 9 : Indice potentiel de dégradation des terres en 2021 de la Province du Nahouri*

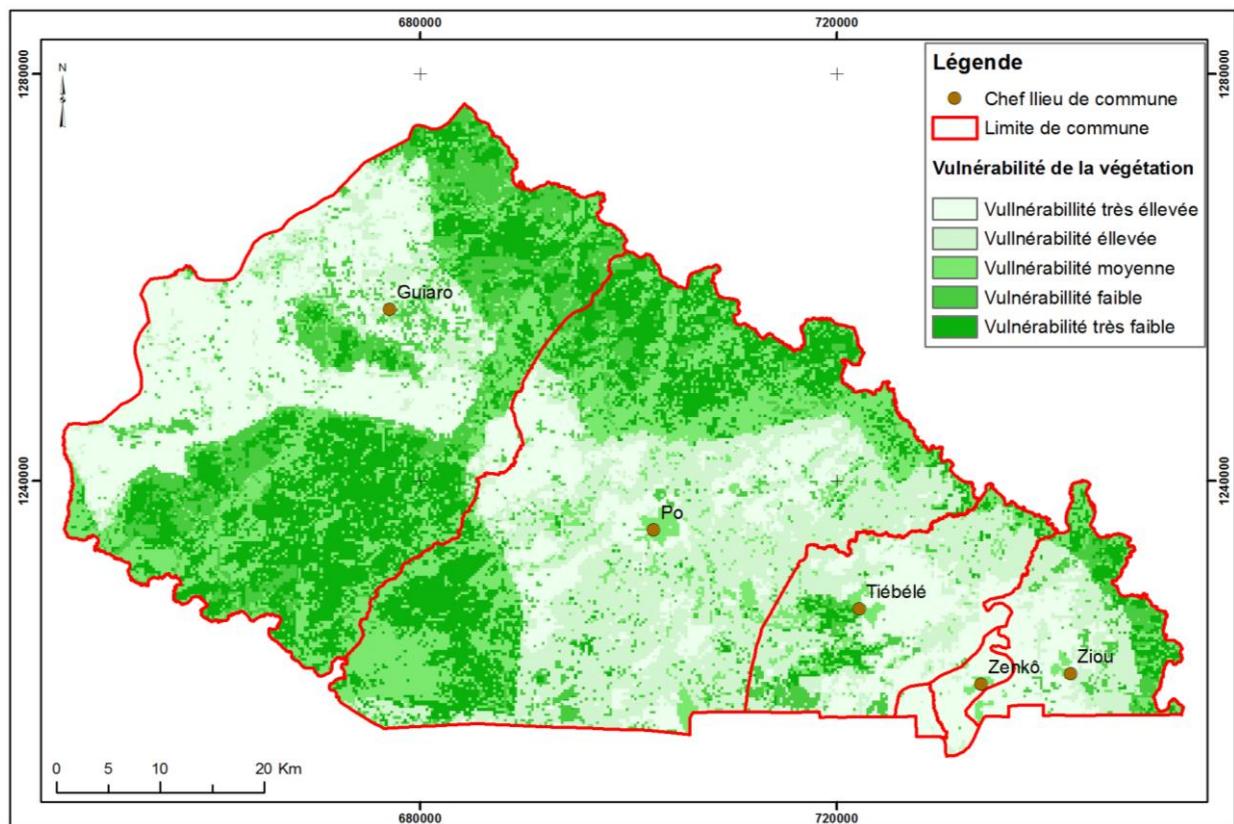
Source : Traitement des données sur l'érosivité, l'érodibilité, facteur socio-économique et facteur de pente de la Province du Nahouri.

Au regard des différents pourcentages, on constate que les activités socio-économiques contribuent le plus dans le processus de dégradation. Les zones les plus exposées sont celles où la pression animale est forte. Les caprins, plus dévastateur sont les plus nombreux. Outre leur faible nombre dans la province du Nahouri, les provinces voisines comme le Boulgou, le Zoundwéogo le Ziro et la Sissili en contiennent beaucoup plus. Ces zones sont localisées

essentiellement dans les communes de Tiébélé, Ziou et surtout la partie nord de Guiaro. Par contre, les zones où le risque est moyen, faible et très faible sont rencontrés dans les communes de Pô et Zecco, dans les parties sud de Guiaro et de Tiébélé. Cela est attribué non seulement à la densité faible de la population, mais également à une relative bonne pratique agricole.

### 5.2.3. Indices actuels de dégradation des terres

L'indice actuel de dégradation des terres procède de la combinaison des cartes de l'indice potentiel de la dégradation des terres et de celle de la vulnérabilité de la végétation. Cette dernière carte est issue du croisement entre la carte d'occupation des terres (LULC) et la carte de productivité des terres (NDVI) de l'année 2021. La carte de vulnérabilité de la végétation est présentée ci-dessous.



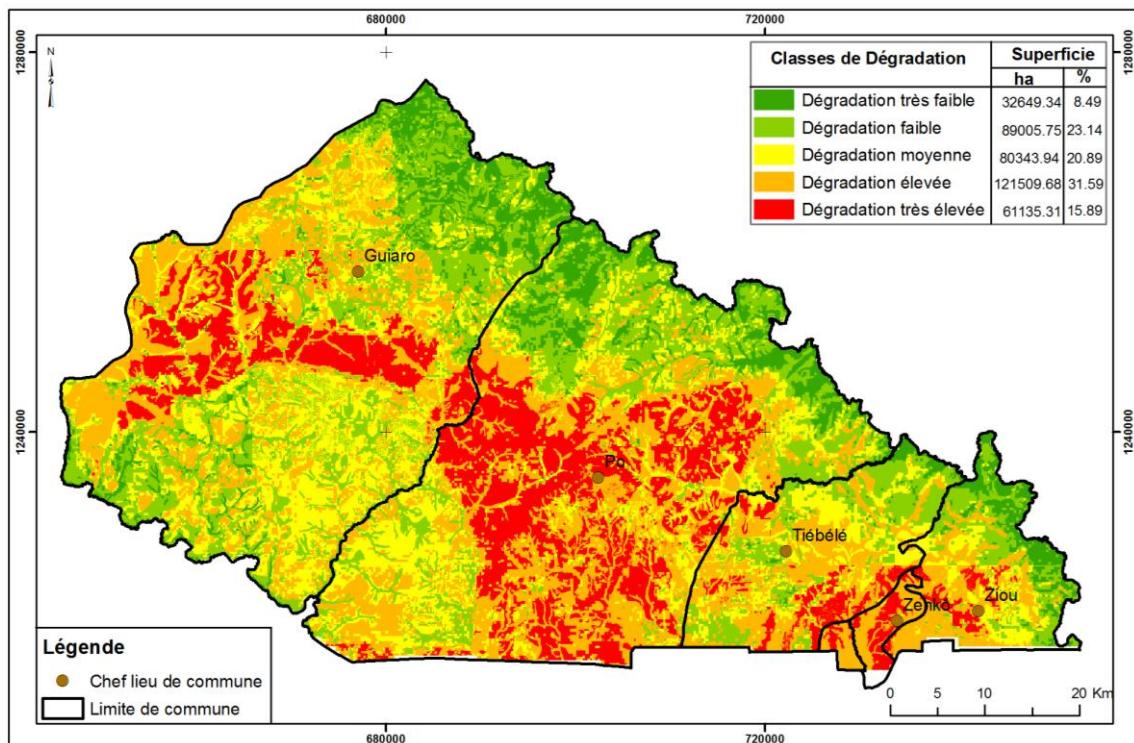
Carte : 10 : Vulnérabilité de la végétation du Nahouri

Source : Données d'occupation des terres (LULC) et de la productivité des terres (NDVI) du Nahouri

La carte de vulnérabilité ci-dessus exprime assez bien le contraste entre les zones de végétation entamée par les diverses pressions humaines et celles menacées ou restées stables. La netteté des limites traduit la forte pression sur les ressources végétales et qui semble

présager dans un proche avenir un manque crucial de terres cultivables si des mesures ne sont pas prises pour promouvoir les bonnes pratiques agricoles. Des zones à risques doivent à présent être identifiées sur lesquelles il faut porter un regard attentif.

Ainsi, la carte de l'indice actuel de la dégradation des terres pour l'année 2021 est la suivante :



Carte : 11 : Carte de l'indice actuel de dégradation des terres pour l'année 2021 du Nahouri

Source : Données de l'indice potentiel de dégradation des terres et la vulnérabilité de la végétation du Nahouri en 2021

Les zones fortement à très fortement dégradées occupent respectivement 31.59% et 16% de la superficie de la province. Elles sont localisées principalement dans les communes de Pô, de Guiaro et Zecco. Il est important de nuancer cette forme de dégradation. Le terme très fortement dégradé ne signifie pas que le sol ne produit pas, il produit mais pas assez rentable à la différence des sols dénudés ou rocaillieux où rien ne peut pousser. Les zones moyennement dégradées sont surtout rencontrées dans la forêt de Nazinga, à cheval entre les communes de Guiaro et de Pô, dans une moindre mesure dans les autres communes. La superficie occupée est d'environ 21%. Les zones faiblement à très faiblement dégradées sont observées dans les zones forestières ou encore sur les surfaces stériles ou rocaillieuses non exploitées (séquence de reliques de végétation sur des sols non exploitables). Ces zones faiblement à très

faiblement dégradées occupent respectivement 23% et 8% de l'ensemble de la superficie de la province.

Le tableau 10 ci-dessous montre le niveau actuel de dégradation des terres par commune de la province.

*Tableau 10 : Niveau actuel de dégradation des terres par commune de la province du Nahouri*

Niveau dégradation actuelle des terres	Guiaro		Pô		Tiébélé		Zecco		Ziou	
	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
Dégradation élevée	47237	29,41	53099	33,59	14253	36,96	1200	27,39	8836	32,81
Dégradation faible	40424	25,17	31084	19,66	8070	20,93	0	0,00	6536	24,27
Dégradation moyenne	39725	24,73	26340	16,66	8576	22,24	15	0,34	3966	14,73
Dégradation très élevée	20112	12,52	37913	23,98	6426	16,66	3168	72,28	3662	13,60
Dégradation très faible	13115	8,17	9639	6,10	1241	3,22	0	0,00	3927	14,59
<b>Total</b>	<b>160613</b>	<b>100,00</b>	<b>158075</b>	<b>100,00</b>	<b>38567</b>	<b>100,00</b>	<b>4383</b>	<b>100,00</b>	<b>26927</b>	<b>100,00</b>

Source : Données de l'étude

L'analyse des données du tableau montre que la commune de Zecco a la plus forte proportion de terres dégradées (99,67% de la superficie de cette commune). Elle est suivie respectivement par celles de Pô (57,57%) et de Tiébélé (53,62%). Les communes de Ziou et de Guiaro ont respectivement 46,41% et 41,93% de terres fortement dégradées.

Les superficies des zones dégradées au niveau des aires classées de l'Etat sont indiquées dans le tableau 11.

*Tableau 11 : Situation des superficies dégradées dans les aires classées de l'Etat*

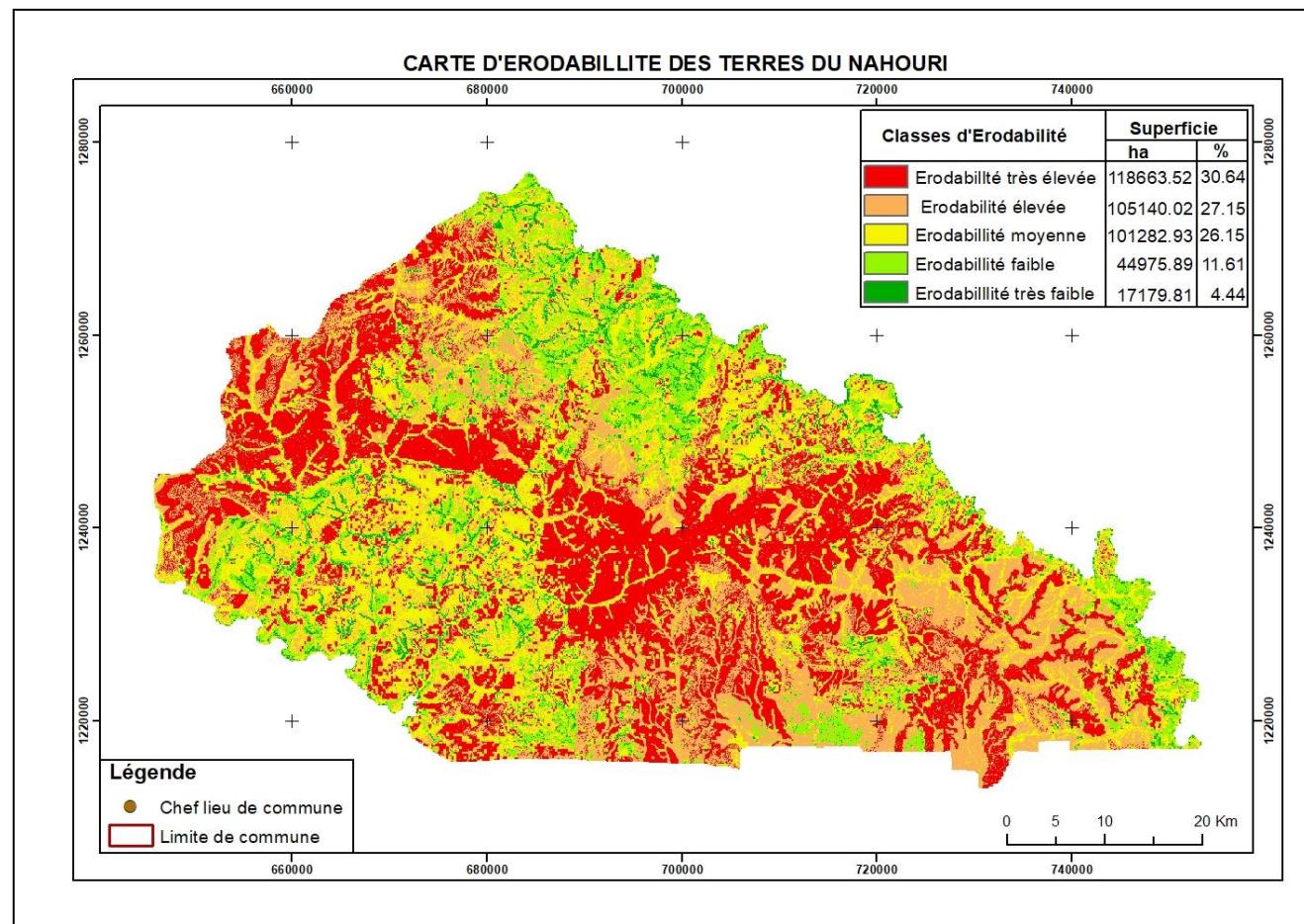
Niveau dégradation des terres	Forêt Classée du Pic de Nahouri		Forêt Classée et Ranch de Nazinga		Parc National Kabore Tambi		
	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	
Dégradation élevée	712	68,52	21106,0182	7	27,17	3827,952298	6,14
Dégradation faible	17	1,59	20549,2021	5	26,45	31934,4121	51,26
Dégradation moyenne	118	11,31	33740,2898	2	43,43	8505,922207	13,65
Dégradation très élevée	193	18,57	200,577563	7	0,26	0	0,00
Dégradation très faible	0	0,00	2097,00268	4	2,70	18029,77484	28,94
<b>Total</b>	<b>1040</b>	<b>100,00</b>	<b>77693</b>	<b>100,00</b>	<b>62298</b>	<b>100,00</b>	

Source : Données de l'étude

L'observation des données du tableau ci-dessus permet de voir que la Forêt Classée du Pic de Nahouri comporte la proportion la plus élevée de zones dégradées. Les classes de dégradation des terres élevée et très élevées occupent 87,10% de sa superficie. Elle est suivie de la Forêt Classée et Ranch de Nazinga (27,42%). Le Parc de Pô dit National Kabore Tambi a la proportion la moins élevée de terres dégradées (6,14%).

### 5.3. Identification des Risques / analyse des risques

L'analyse des risques requiert un support de référence sur lequel les observations sont menées pour identifier les zones à risque. Pour cela, il faut nécessairement identifier les zones les plus fragiles (facilement érodable) afin d'opérer des choix pour les aménagements futures en définissant des zones de priorité. Le support cartographique qui fournit au mieux ces informations est celui issu de la combinaison des cartes d'érodibilité, de pente et d'occupation des terres (utilisation). il s'agit de la carte d'érodabilité des terres :



Carte 12 : Erodabilité des terres au niveau de la Province du Nahouri

Source : Données de l'étude

L'interprétation de cette carte est un peu complexe et à ne pas confondre avec la carte d'érodibilité des sols. L'érodabilité d'une zone dans ce contexte est la capacité de cette zone à se dégrader sous les mauvaises conditions de gestion durable des terres. Cela sous-entend les mauvaises pratiques agricoles. Tandis que l'érodibilité d'un sol est la propriété spécifique de ce sol qui peut être évaluée quantitativement comme la vulnérabilité du sol à l'érosion dans des circonstances précises (J. Lozet, 1990). Il faut remarquer que les zones d'érodabilité très élevées sont surtout rencontrées dans les zones agricoles (30.64%). Egalement l'érodabilité élevée est assez importante (27.15%) et est pratiquement localisée aussi dans la zone agricole. Ces deux classes à elles seules occupent plus de 50% de la zone agricole. Ce qui traduit une forte pression agricole sur les terres et qui se manifeste par une diminution progressive des propriétés chimiques et biologique des sols. Le producteur ne restitue pas assez au sol ce que les cultures précédentes ont prélevé. Ces classes sont également rencontrées dans la forêt classée de Nazinga et concerne les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés, fréquemment exposés aux feux et aux empreints des pachydermes. Ce sont des zones à surveiller de près ou à prioriser.

Par ailleurs, les zones d'érodabilité moyenne, faible et très faible sont observées dans les zones forestières et pastorales. Les premières sont rencontrées dans les cours d'eau en zone de culture. Leur superficie totale occupée est d'environ 42,20% pour l'ensemble de la province. Ce sont des zones dans le moyen terme qu'il faille s'occuper en proposant des types d'aménagement forestier adaptés. Les tableaux 12 ci-dessous donnent les superficies de ces zones et de leurs proportions par commune et par aires classées de l'Etat.

*Tableau 12 : Superficie des zones selon les niveaux d'érodabilité par commune de la Province du Nahouri*

Niveau Erodabilité	Guiaro		Pô		Tiébélé		Zecco		Ziou	
	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
Erodabilité élevée	28794	17,93	37451	23,69	17425	45,18	2376	54,22	9650	35,84
Erodabilité faible	19621	12,22	14978	9,48	4002	10,38	18	0,41	4294	15,95
Erodabilité moyenne	59364	36,96	43016	27,21	6577	17,05	317	7,24	6771	25,14
Erodabilité très élevée	41175	25,64	56973	36,04	9995	25,92	1670	38,11	5170	19,20
Erodabilité très faible	11659	7,26	5657	3,58	568	1,47	1	0,02	1042	3,87
<b>Total</b>	<b>160613</b>	<b>100</b>	<b>158075</b>	<b>100</b>	<b>38567</b>	<b>100</b>	<b>4383</b>	<b>100</b>	<b>26927</b>	<b>100</b>

Source : Données de l'étude

La commune de Zecco a le plus fort taux de niveau d'érodabilité de ses sols (92,33% d'érodabilité élevé et très élevée des sols). Elle est suivie respectivement des communes de Tiébélé (71,10%), de Pô (59,73%), de Ziou (55,04%) et de Guiaro (43,56%).

Tableau 13 : *Superficie des zones selon les niveaux d'érodabilité par aire classée de l'Etat dans la Province du Nahouri*

Niveau érodabilité	Forêt Classée du Pic de Nahouri		Forêt Classée et Ranch de Nazinga		Parc National Kabore Tambi	
	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
Erodabilité élevée	579	55,68	7260	9,34	5860	9,41
Erodabilité faible	88	8,45	9943	12,80	16573	26,60
Erodabilité moyenne	146	14,04	40584	52,24	26392	42,36
Erodabilité très élevée	218	20,96	13140	16,91	5928	9,51
Erodabilité très faible	9	0,87	6765	8,71	7546	12,11
<b>Total</b>	<b>1040</b>	<b>100,00</b>	<b>77693</b>	<b>100,00</b>	<b>62298</b>	<b>100,00</b>

Source : Données de l'étude

Au niveau des aires classées de l'Etat en présence dans la Province du Nahouri, la Forêt Classée du Pic de Nahouri a le taux d'érodabilité des sols le plus élevé, soit 76,64%. Elle est suivie de la Forêt Classée et Ranch de Nazinga (26,26%) et du Parc National Kabore Tambi (18,92%).

## 6. PROPOSITIONS D'ACTIONS D'AMELIORATION

Les données et informations produites sont destinées à accompagner la mise en œuvre des actions de renforcement de la résilience des populations et des écosystèmes de la province. Aussi, les propositions formulées dans cette optique, sont focalisées principalement sur les cibles prioritaires, notamment sur les zones de dégradation très élevées (15,89%) avec un regard porté sur les zones d'érodabilité très élevées (30,64%). En ces endroits, la productivité doit être améliorée non seulement sur les terres cultivées mais également dans les forêts, soit 1186,63 km<sup>2</sup>. Les zones d'érodabilité élevées, aussi localisées dans les zones de cultures sont tout aussi importantes (1051,40 km<sup>2</sup>, soit 27,15%) que les précédentes. Les zones de moyenne érodabilité avec une superficie de 1012,83 km<sup>2</sup>, soit 26,15% sont surtout localisées dans les aires classées, le corridor et la zone pastorale de Guiaro. Par ailleurs, dans les zones de culture cette classe est rencontrée dans les cours d'eau et les bas-fond. Les zones d'érodabilité faible et très faible (621,54 km<sup>2</sup>, soit 16,05 %) sont en majorité localisées dans les aires classées. Les ressources végétales en ces endroits subissent continuellement l'action de la faune sauvage.

Les actions à mettre en œuvre tiennent compte des spécificités des types de zones, réparties respectivement dans les aires classées de l'Etat (PNKT, FCRGN, forêt classée du Pic du Nahouri), les corridors 1 et 2, la zone pastorale de Guiaro, les berges des cours et plans d'eau et la zone agricole. Ces actions visent à influencer les comportements des producteurs et à améliorer les pratiques agricoles, en vue de minimiser les impacts sur les ressources naturelles

et les productions agro-sylvo-pastorales (Yélémou, 2019). Ce choix s'inscrira dans une volonté absolue à motiver les producteurs à abandonner les pratiques agricoles destructrices des ressources naturelles (forêts, sol), en faveur de celles qui contribuent à la restauration des milieux. Les actions à réaliser concernent :

- les bonnes pratiques de gestion durable des terres (GDT) ;
- la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) avec quelques aménagements de conservation des eaux et des sols (CES) ;
- la sécurisation foncière;
- les techniques de gestion durable des forêts ;
- la sensibilisation des populations et le renforcement des capacités des producteurs.

Au niveau du PNKT et de la FCRGN, il s'agira de développer ou consolider les actions de gestion participative de ces aires fauniques, à travers l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'aménagement et de gestion et leur immatriculation au nom de l'Etat. Les corridors reliant les différentes aires de faune de la province, bénéficieront également d'une sécurisation foncière et d'une gestion participative. En vue de limiter la pression agricole sur ces espaces et sur leurs ressources, il sera judicieux de délimiter de façon consensuelle autour de chaque aire, une zone « tampon » d'une largeur minimale de 300 m. Au niveau de la périphérie de ces espaces, il faudra promouvoir une forme d'agriculture de type durable et des entreprises rurales génératrices (unités de valorisation de PFNL, unités d'élevage, périmètres maraîchers...) de revenus au profit des populations riveraines.

La forêt classée du Pic Nahouri fera l'objet d'un aménagement spécifique, en vue de sa restauration et sa valorisation. Dans cette optique, les actions à réaliser sont, la sécurisation de ses limites à travers le bornage et son immatriculation au nom de l'Etat, l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan d'aménagement et de gestion, avec l'implication des populations des villages riverains.

La zone pastorale de Guiaro sera également sécurisée et bénéficiera d'une gestion participative, à travers un plan d'aménagement et de gestion, de façon à ce qu'elle puisse jouer son rôle.

Au niveau des cours et plans d'eau : il sera entrepris des actions de fixation de leurs berges. Cette pratique consiste à aménager des bandes de végétation (arbres, arbustes, herbacées) ou

des ouvrages antiérosifs sur les berges de ces entités, afin de contribuer à freiner la vitesse de l'eau, en vue de diminuer ou stopper leur ensablement et accroître la disponibilité de l'eau.

Au niveau des zones agricoles, il faudra amener les producteurs à abandonner les pratiques agricoles non durables (défrichements non conservatoires, utilisation abusive des engrains chimiques, des pesticides, des herbicides...), afin de conserver la capacité productive des sols et préserver les ressources naturelles. Pour ce faire, lors des défrichements agricoles, il faudra conserver un certain nombres d'arbres (conserver au moins 20 arbres par ha) et/ou des bandes de végétation dans les parcelles agricoles et appliquer des pratiques agricoles durables.

Au niveau des zones de pâturage et des espaces à restaurer, il faudra appliquer : (i) les techniques de la jachère améliorée, consistant à laisser au repos pendant une période plus ou moins longue un sol soumis à l'exploitation agricole ; (ii) de mise en défens, une technologie de protection d'un territoire ou d'une parcelle contre l'homme et/ou les animaux domestiques (pâture, feu de brousse, coupe de bois, etc.) ; (iii) de la régénération naturelle assistée, une pratique qui consiste à provoquer ou stimuler la régénération naturelle d'espèces ligneuses à buts multiples.

## 7. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude avait pour objet de contribuer à la mise à disposition des acteurs de la Province du Nahouri, des outils cartographiques de base, pour l'analyse des vulnérabilités induites par le climat et la planification des actions de renforcement de la résilience des communautés locales. Dans cette optique, la cartographie de l'occupation et de la dégradation des terres de la province a été réalisée à partir de traitements d'images satellites, de données cartographiques et statistiques existants, ainsi que de données de terrain.

Selon les résultats de la cartographie de l'occupation de terres, onze (11) classes d'occupation des terres ont été discriminées dans la Province du Nahouri, à partir de l'interprétation des images Sentinel 2 de novembre 2021 et en se référant à la Nomenclature nationale d'occupation des terres du Burkina Faso de 2011. Ces classes peuvent être regroupées essentiellement en zones agricoles et d'habitat, de savanes, de forêts et de surfaces en eau. Les zones agricoles occupent la plus grande proportion de la superficie de la province, soit 48,61%. Elles sont suivies des savanes qui occupent 46,61% de cette superficie et des forêts qui elles occupent 3.76%. Les proportions des savanes et des forêts sont situées essentiellement dans le Parc National de Pô dit Kaboré Tambi et la Forêt classée et Ranch de Gibier de Nazinga. La commune de la province ayant le plus fort de taux d'occupation de terres agricoles, donc subissant la plus forte pression agricole, est celle de Zecco (91.58%). Elle est suivie des communes de Tiébélé (73.70%), de Ziou (63.22%) et de celle de Pô (50.75%). La Commune de Guiaro dispose du plus fort taux de superficies forestières (63%) ; elle est suivie de celle de Pô (48%).

La cartographie des risques de dégradation des terres a permis de caractériser l'indice actuel de la dégradation des terres actuelle de la Province du Nahouri en cinq (5) classes : dégradation très faible, dégradation faible, dégradation moyenne, dégradation élevée et dégradation très élevée. Les zones fortement à très fortement dégradées sont localisées principalement dans les communes de Pô, de Guiaro et Zecco occupent 47,59% de la superficie de la province. Les zones faiblement à très faiblement dégradées sont observées dans les zones forestières ou encore sur les surfaces stériles ou rocheuses non exploitées (séquence de reliques de végétation sur des sols non exploitables). Ces zones faiblement à très faiblement dégradées occupent 31% de la superficie de la province. Les zones d'érodabilité élevée à très élevée, ayant de fortes capacités à se dégrader sous les mauvaises conditions de

gestion durable des terres (mauvaises pratiques agricoles) occupent plus de 50% des zones agricoles. Les zones d'érodabilité moyenne, faible et très faible sont observées dans les zones forestières et pastorales. Elles occupent environ 42,20% de la superficie de la province.

Les bases de données cartographiques sur l'occupation et la dégradation des terres ainsi produites et les cartes éditées, pourront être mises à la disposition des acteurs de la province, soit directement ou indirectement à travers le SINAP-N, afin de contribuer à la planification efficiente des actions de développement local.

Aussi, à la suite de l'analyse diagnostique réalisée, assortie de propositions d'amélioration de la gestion des terres, les recommandations suivantes sont formulées, à l'endroit de l'ensemble des acteurs du Nahouri (Collectivités territoriales, Coutumiers, Producteurs, Services étatiques déconcentrés, Organisation de la société civile, Programmes et Projets), afin de contribuer à la neutralité de la dégradation des terres dans la Province :

- promouvoir les actions de gestion durable des terres, dans une perspective de réduction et de contrôle du rythme de dégradation des terres ;
- développer les actions de production agro-sylvo-pastorale ou de restauration des terres selon une approche par micro bassin versant ;
- promouvoir la vulgarisation de l'agroécologie dans les modes d'exploitation agricole ;
- appliquer en amont, les mesures préventives transversales de gestion durable des terres (information et renforcement des capacités des acteurs sur diverses thématiques liées à la gestion des ressources naturelles, ainsi qu'à la réglementation y relative...).

## 8. BIBLIOGRAPHIE

**Brabant Pierre, 2008.** *Activités humaines et dégradation des terres.* (Atlas Cédérom. Indicateurs et Méthode). ISBN 978-2-7099-1644-8. Paris : IRD, 357 p.

**Brabant Pierre, 2010.** Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres. Proposition de directives normalisées. Les dossiers thématiques du CSFD. N°8. Août 2010. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 55p.

**CPCS, 1967** : Directives pour la classification des sols FAO 3<sup>ème</sup> édition (révisé) 73 P.

**FAO, 1994.** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols, (GCES). BULLETIN PÉDOLOGIQUE DE LA FAO 70, Réimpression1999, ISBN 92-5-203451-X. 442p. <http://www.fao.org/docrep/T1765F/t1765f03.htm>

**J. Lozet, 1990** : Dictionnaire de science du sol, 384 P.

**Ministère de l'Economie, des Finances et du Développement, 2020** : Résultats Préliminaires du 5e RGPH, 2019. 76p.

**Ministère de l'Environnement de l'Economie Verte et du Changement Climatique, 2017** : Quatrième Rapport sur l'état de l'environnementaux Burkina Faso (REEB4), 271p.

**Ministère de l'Environnement de l'Economie Verte et du Changement Climatique, 2017** : Réalisation d'une étude sur les risques de catastrophes et les vulnérabilités au niveau du corridor forestier de la BdM (Boucle du Mouhoun, Centre-Ouest) et du Bassin de la zone humide de la MdO (Sahel) au profit du Projet EBA-FEM. 189p.

**Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 2011** : Nomenclature Nationale d'Occupation des Terres du Burkina Faso, 18p.

**OUMTANA D. 2020** : Contribution du chantier d'aménagement forestier de Silly-Zawara-Pouni à la conservation des ressources forestières et à l'amélioration des conditions de vie des populations locales, 148p.

**Paré T. 2020** : Evaluation de la fertilité et des pertes en sols dans le bassin versant du Lac Bam. Mémoire de fin d'étude, Master en science, option technologie de l'environnement, 2020, 53p.

**ROOSE E. et SARRAILH J.M. 1989.** Erodibilité de quelques sols tropicaux Vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. Cahier ORSTOM, série. Pédologie., vol. XXV, no 1-2, 1989-90: 7-30. 24p.

**SAMA André, 2019** : Analyse de la dynamique spatio-temporelle des modes d'utilisation des terres dans le Complexe PONASI. Mémoire de Master professionnel en SIG-AGEDD, Option : Environnement et du Développement Durable.123p.

## 9. ANNEXES

### Annexe 1 : Description des unités d'occupation des terres cartographiées

Les unités d'occupation des terres cartographiées à partir de l'interprétation des images Sentinel 2 de novembre 2022, couvrant la Province du Nahouri sont décrites comme suit.

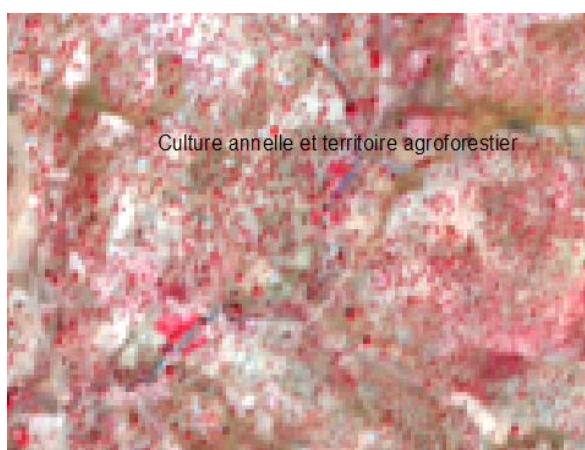
#### Complexe Verger et Culture maraîchère

Espace composé d'arbres fruitiers et de cultures maraîchères irriguées en permanence où périodiquement, grâce à une infrastructure permanente (canal d'irrigation, réseau de drainage). Une grande partie de ces cultures ne pourrait pas être cultivée sans l'apport artificiel d'eau.



#### Culture annuelle et territoire agroforestier

Ce sont des surfaces cultivées, régulièrement labourées et généralement incluses dans un assolement. Y sont produits, les céréales, les légumineuses de plein champ, les cultures fourragères, y compris les cultures légumières (maraîchage) de plein champ. Les espèces ligneuses utiles sont gardées. L'ensemble de la couverture arborée est inférieur à 25% de la surface totale. Les jeunes jachères sont comprises dans ce classe.



## Plantation forestière ou verger

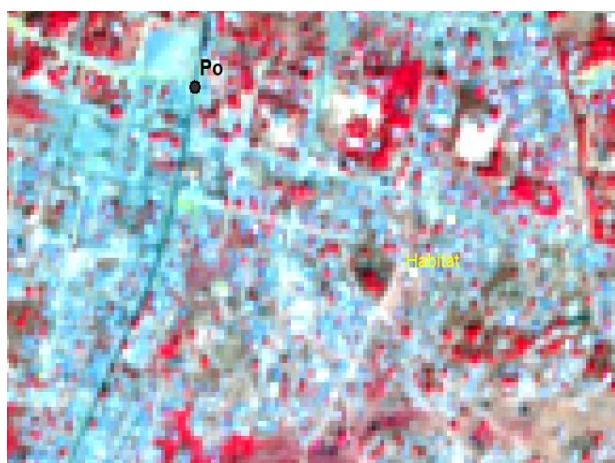
La plantation forestière est une parcelle plantée d'arbres pour la production de bois de PFNL, semences forestières ou pour la restauration du milieu. Les grandes plantations forestières mono spécifiques ou mixtes sont incluses dans cette classe.

Le verger est une parcelle plantée d'arbres fruitiers.



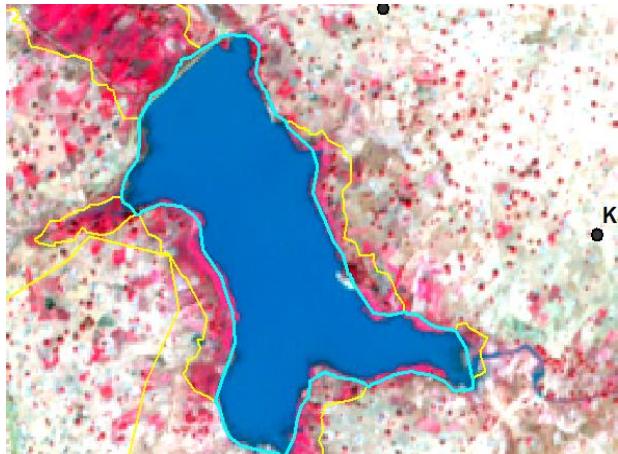
## Habitat

Espace constitué de tissu urbain continu et de l'habitat rural dense. Au niveau du tissu urbain continu, les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes représentent plus de 80% de la surface totale. L'habitat rural dense est peu structuré par des bâtiments et voie de communication. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes sont regroupées et représentent moins de 30% de la surface totale.



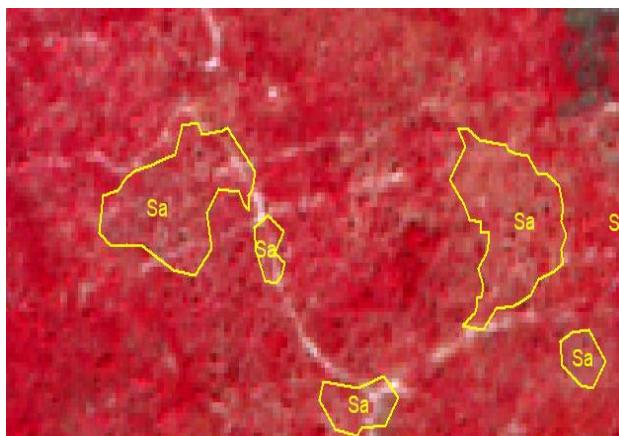
## Surface en eau

Ce sont les cours et voies d'eau permanents, naturels et artificiels, les plans d'eau naturels et artificiels et les cours et voies d'eau temporaires.



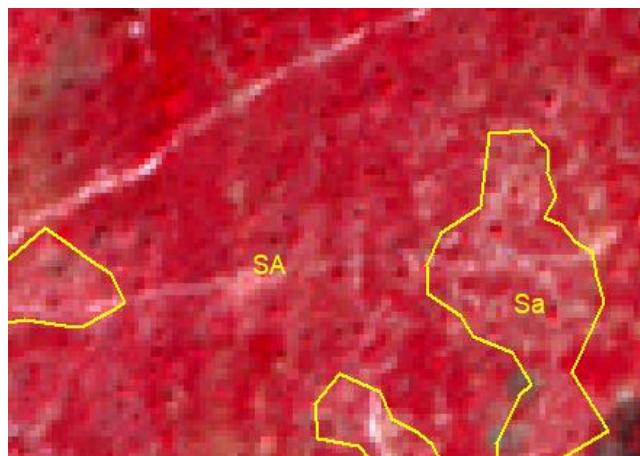
### Savane arbustive et herbeuse

Formation herbeuse comportant une strate graminéenne continue d'au moins 80 cm de hauteur. Cette classe se caractérise par des arbustes disséminés parmi le tapis herbacé avec un recouvrement supérieur à 50% et par une strate arborée inférieure à 10%.



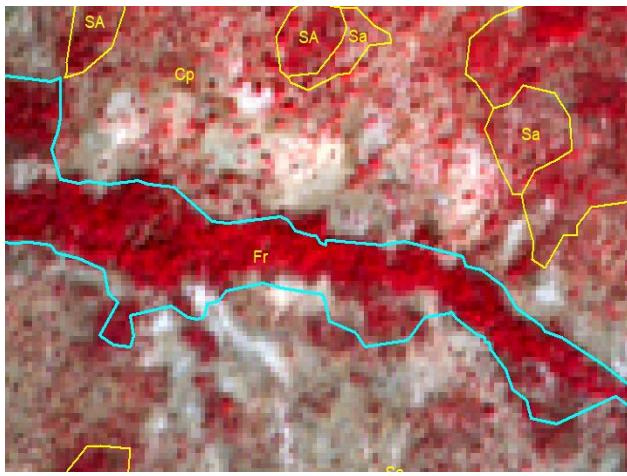
### Savane arborée

Strate arborée et arbustive disséminée parmi le tapis herbacé, l'ensemble ayant un recouvrement compris entre 20 et 50% avec une strate arborée dont le recouvrement est compris entre 10 et 50%.



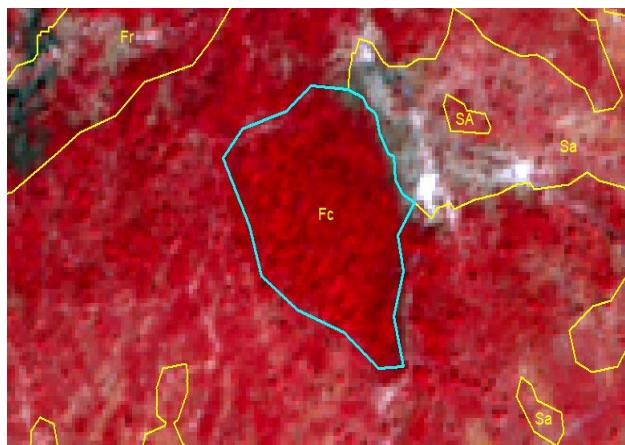
## Formation ripicole

Cordon arboré ou arbustif le long des cours d'eau à écoulement temporaire ou permanent.



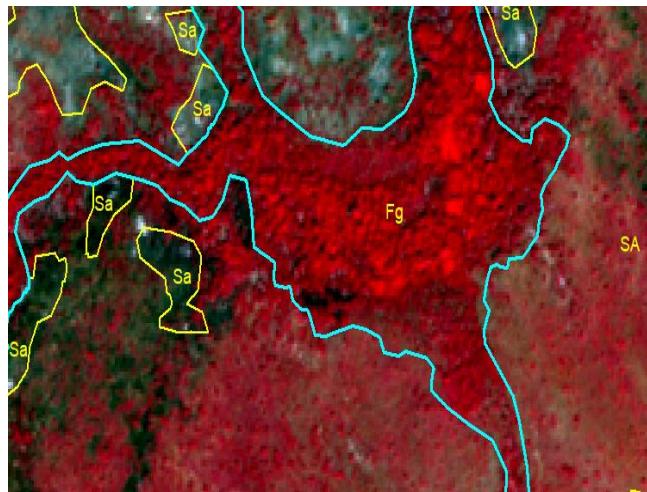
## Forêt claire

Peuplement ouvert avec des arbres ayant un recouvrement compris entre 50 et 70%, dont les cimes sont plus ou moins jointives, l'ensemble du couvert demeurant clair. La strate graminéenne parfois peu dense ou en mélange avec une autre végétation herbacée est présente.



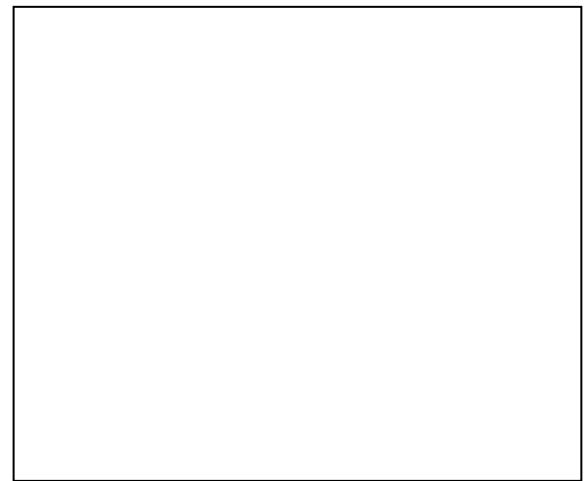
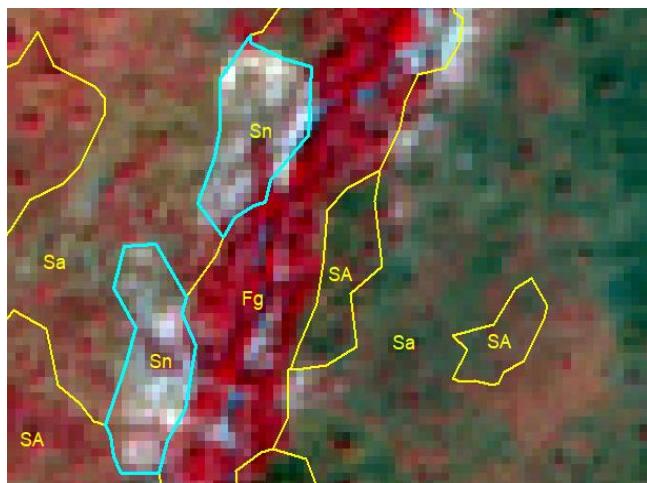
## Forêt galerie

Formation forestière tributaire de cours d'eau à écoulement temporaire ou permanent. C'est un peuplement fermé avec des arbres de moyenne à grande taille (20 à 25 m). On le trouve donc dans les bas-fonds et sur les rives des cours d'eau au milieu des formations plus ouvertes telles que les savanes arborées ou arbustives.



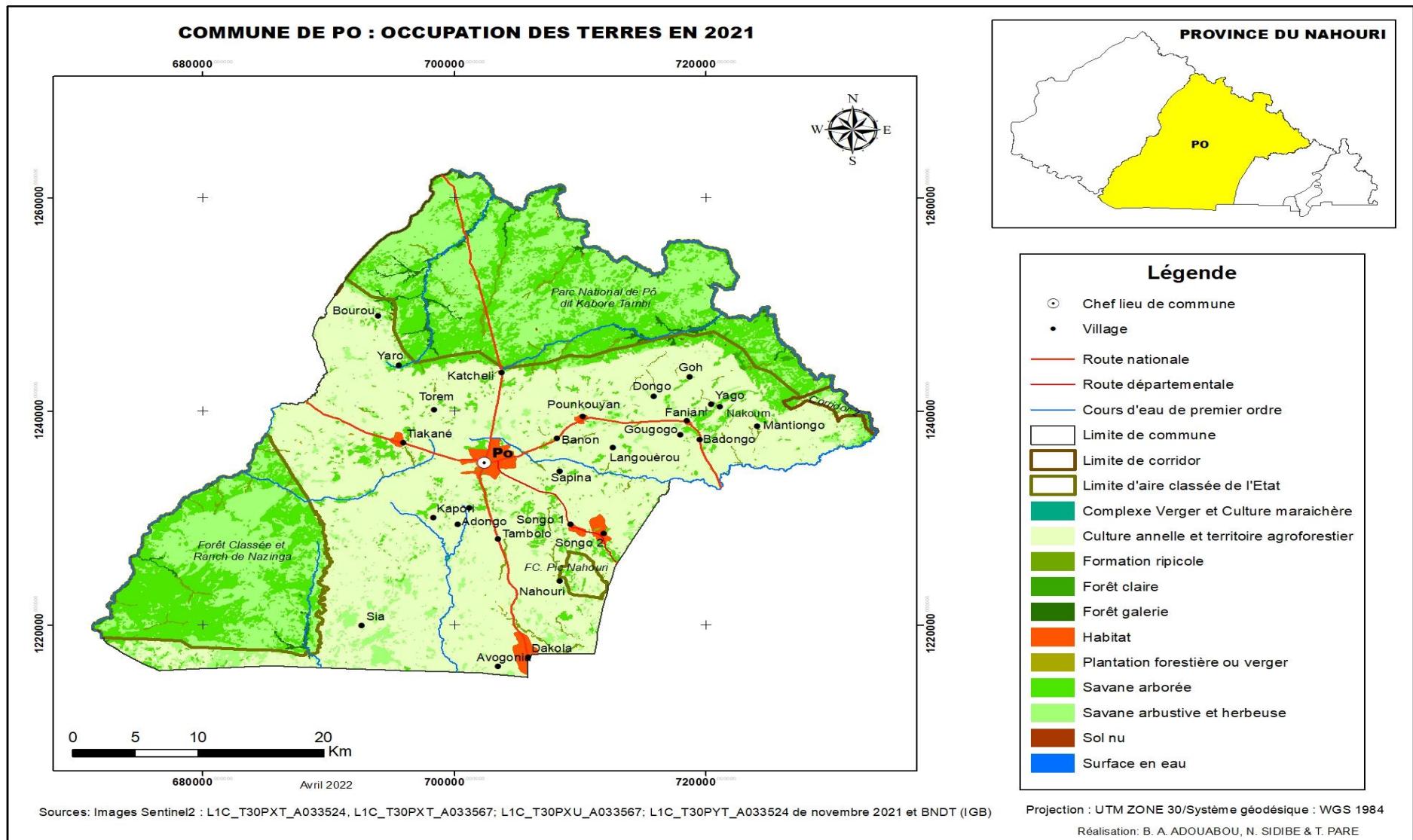
## Sol nu

Sol dégarni de couvert végétal. Généralement ces sols sont des matériaux meubles sensibles à l'érosion (décapage, ablation).

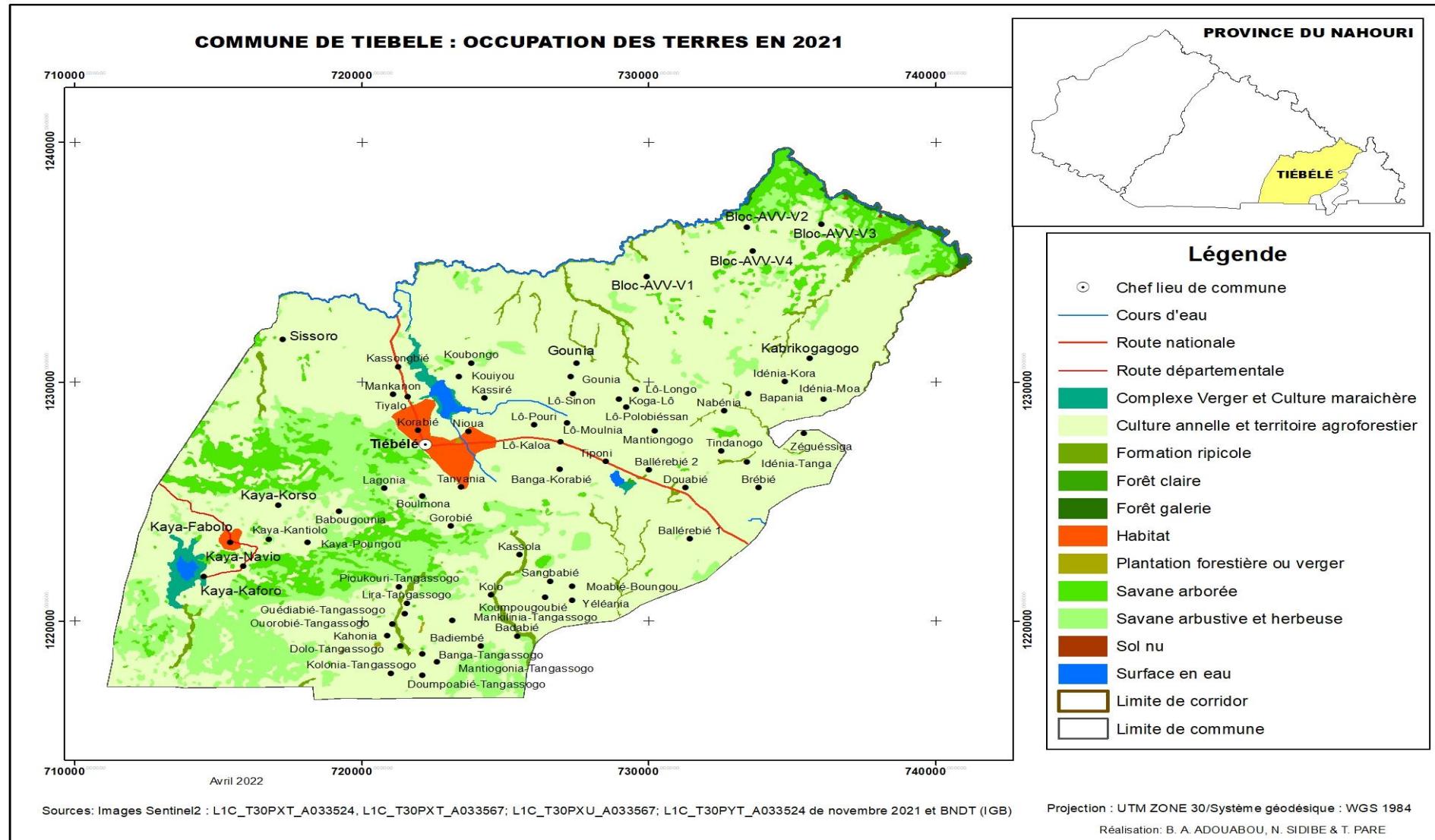


**Annexe2 : Cartes d'occupation des terres des Communes de la Province du Nahouri**

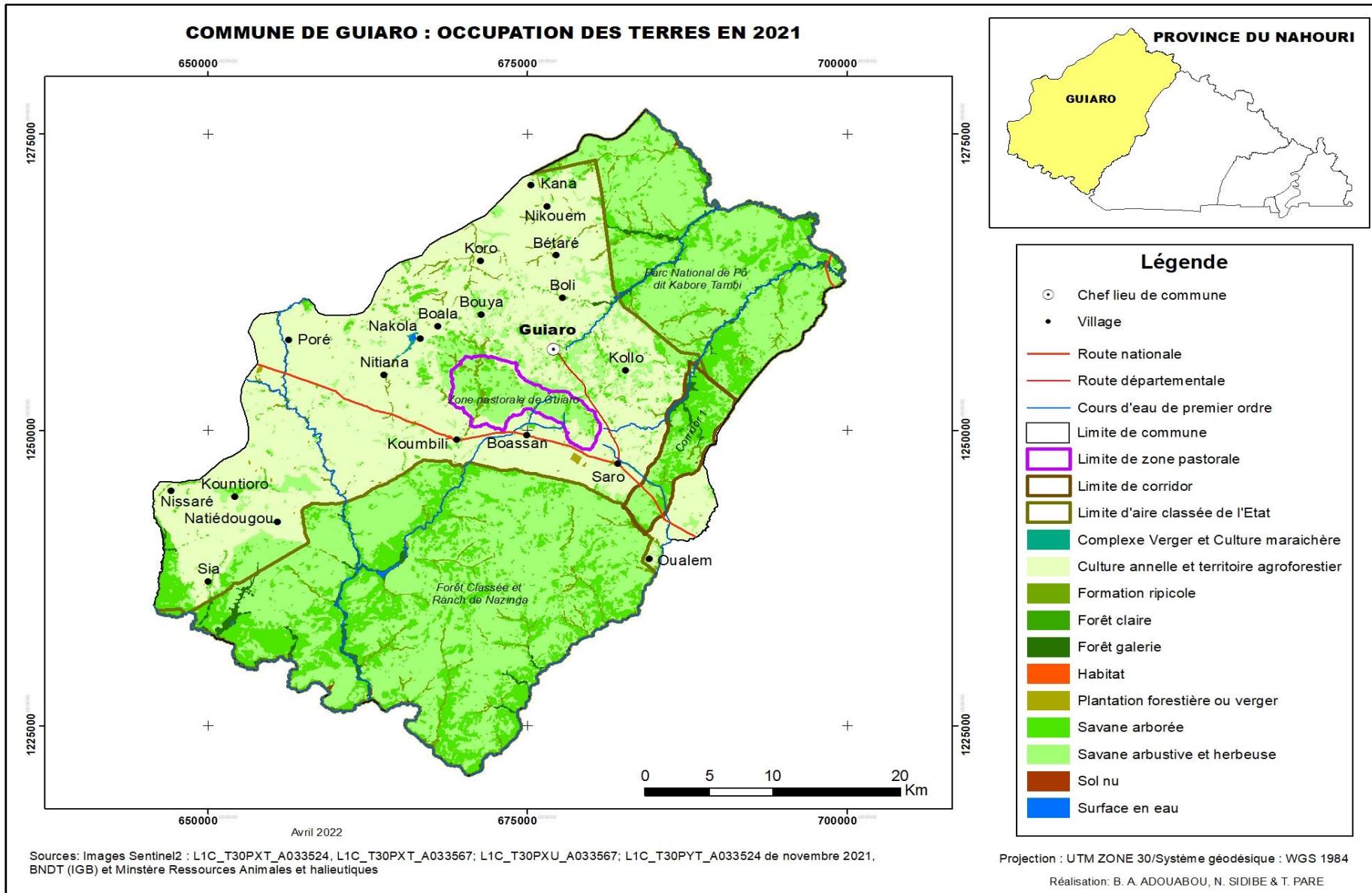
Figure



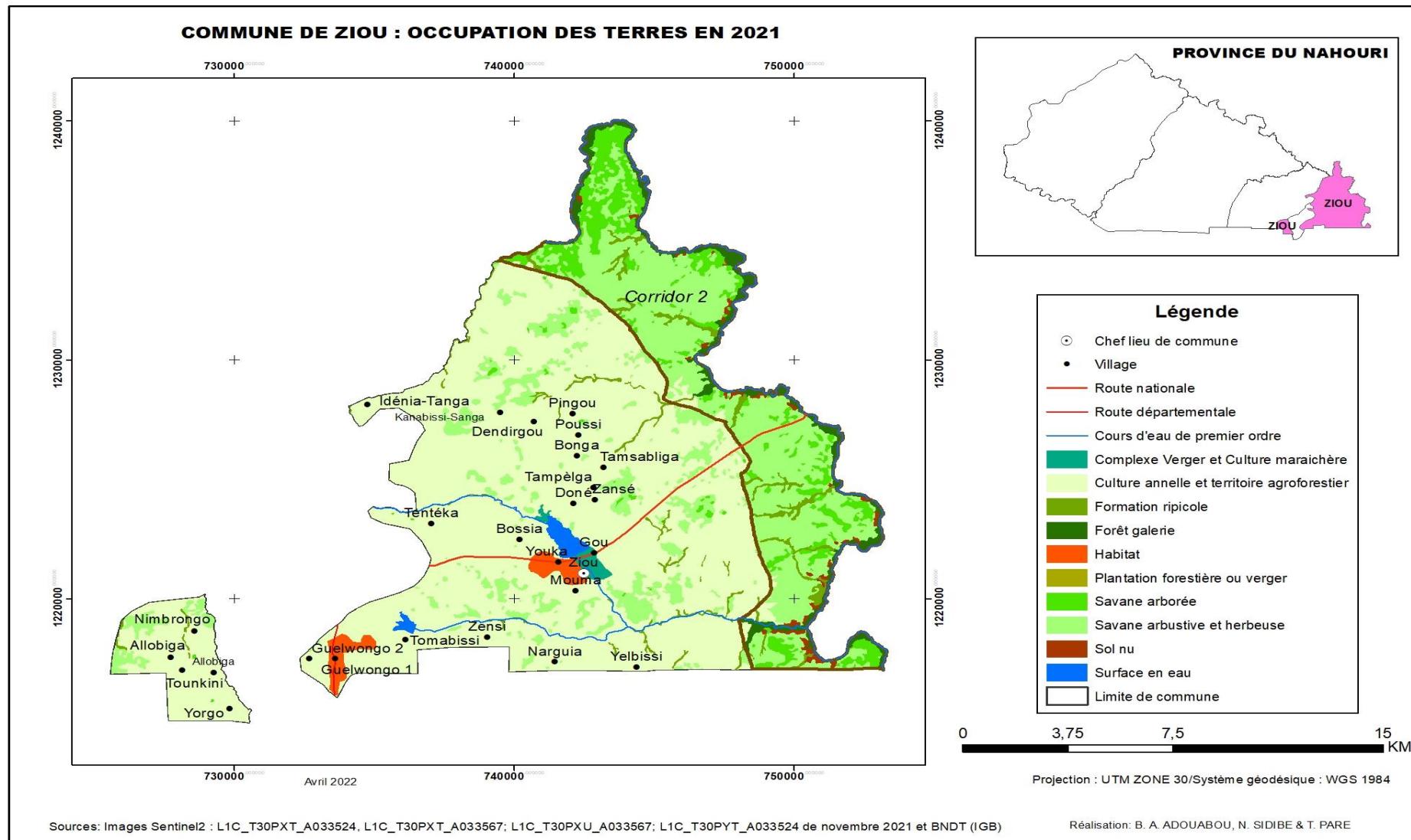
Carte 13 : Occupation des terres de la Commune Pô en novembre 2021



Carte 14 : Occupation des terres de la Commune de Tiébélé en novembre 2021

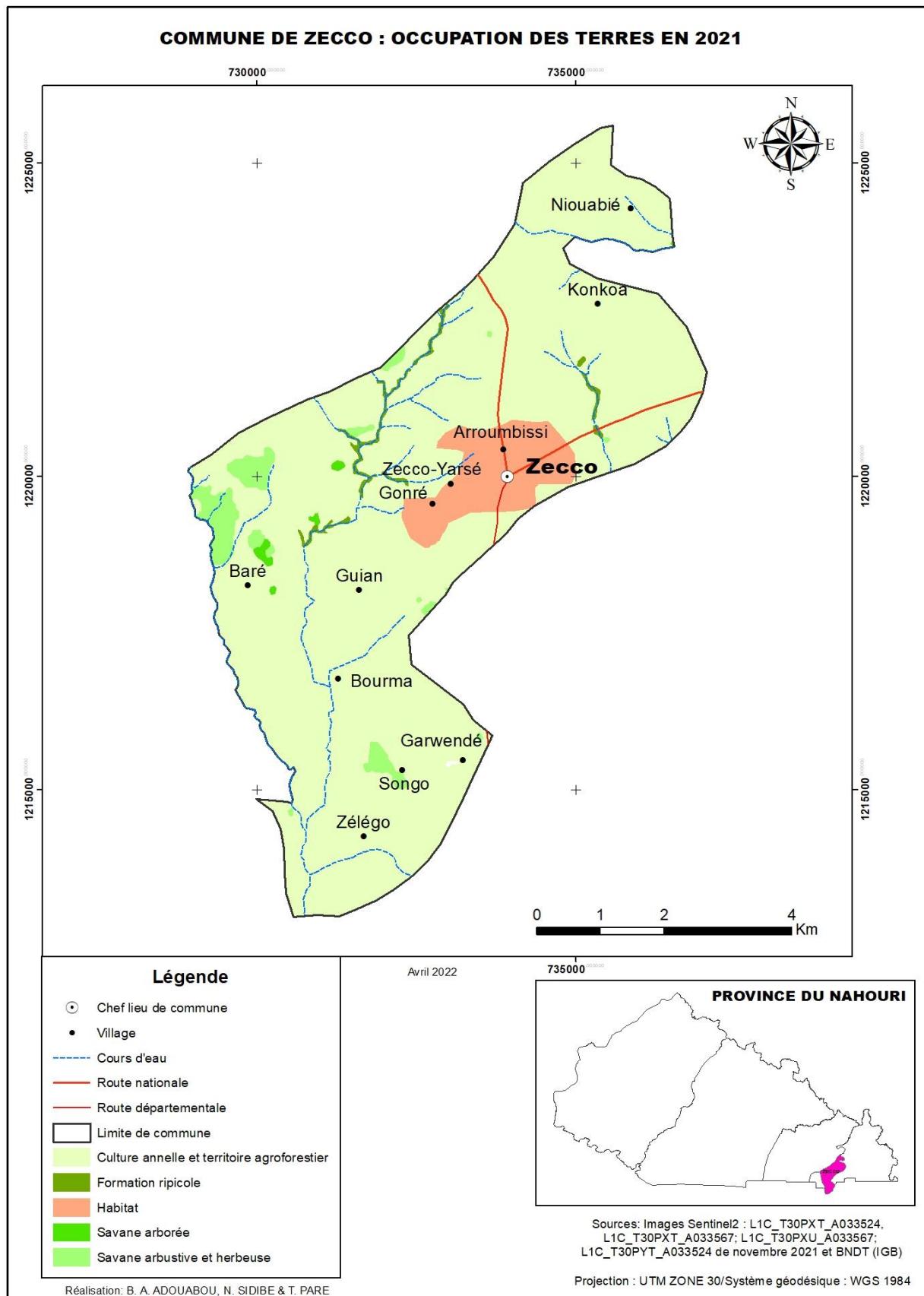


Carte 15 : Occupation des terres de la Commune de Guiaro en novembre 2021



Carte 16 : Occupation des terres de la Commune de Ziou en novembre

Figure 4Carte 16 : Occupation des terres de la Commune de Ziou en novembre



Carte 17 : Occupation des terres de la Commune de Zecco en novembre 2021

#### Annexe 4 :

Tableau 14 : Fiche de collecte des données de terrain

Wpt	N° point	X	Y	Class_Name_carte	Unité terrain	Sol	Géomorphologie	Actions anthropiques	Trois espèces principales	Observations
1	Nh46	704980	1219312	Cp4 [Yellow1] 109 points						
2	Nh57	738431	1221848	Sa4 [Green1] 173 points						
3	Nh56	733116	1223709	Sa4 [Green1] 173 points						
4	Nh45	704299	1224518	Sa4 [Green1] 173 points						
5	Nh54	729329	1225820	SA3 [Green2] 212 points						
6	Nh55	729779	1226069	Sa1 [Green1] 97 points						
7	Nh44	704130	1226370	SA3 [Green2] 212 points						
8	Nh44	704130	1226370	Cp4 [Yellow1] 109 points						
9	Nh53	721767	1230853	SA3 [Green2] 212 points						
10	Nh43	702427	1231013	Sa4 [Green1] 173 points						
11	Nh52	721196	1231562	Sa1 [Green1] 97 points						
12	Nh42	702294	1232971	SA3 [Green2] 212 points						
13	Nh51	719968	1235515	Sh2 [Sienna1] 157 points						
14	Nh50	719719	1236086	Sh2 [Sienna1] 157 points						
15	Nh47	705514	1236110	Fg2 [Green3] 103 points						
16	Nh58	696175	1236972	SA3 [Green2] 212 points						
17	Nh48	707770	1237270	SA1 [Green2] 143 points						
18	Nh48	707770	1237270	SA3 [Green2] 212 points						
19	Nh59	693724	1237815	SA3 [Green2] 212 points						
20	Nh60	692944	1238099	Sa4 [Green1] 173 points						
21	Nh41	703174	1238389	Br3 [Black] 163 points						
22	Nh40	702995	1238918	Sa4 [Green1] 173 points						
23	Nh49	714168	1239028	SA3 [Green2] 212 points						

Wpt	N° point	X	Y	Class_Name_carte	Unité terrain	Sol	Géomorphologie	Actions anthropiques	Trois espèces principales	Observations
24	Nh61	690367	1239336	Sa1 [Green1] 97 points						
25	Nh62	689322	1239875	Sa1 [Green1] 97 points						
26	Nh63	688333	1240881	SA2 [Green2] 239 points						
27	Nh39	703280	1241173	Cp4 [Yellow1] 109 points						
28	Nh38	703490	1241295	SA3 [Green2] 212 points						
29	Nh64	687354	1242065	SA3 [Green2] 212 points						
30	Nh36	703630	1242973	Sa4 [Green1] 173 points						
31	Nh37	703922	1243211	Cp4 [Yellow1] 109 points						
32	Nh65	685358	1243414	SA2 [Green2] 239 points						
33	Nh35	703888	1243866	SA3 [Green2] 212 points						
34	Nh69	684825	1244244	Sh2 [Sienna1] 157 points						
35	Nh66	684850	1244490	SA3 [Green2] 212 points						
36	Nh68	683707	1245137	Sa3 [Green1] 188 points						
37	Nh67	684073	1245403	Sa4 [Green1] 173 points						
38	Nh34	703015	1245989	Sa3 [Green1] 188 points						
39	Nh33	702771	1247722	SA3 [Green2] 212 points						
40	Nh32	702281	1249561	SA2 [Green2] 239 points						
41	Nh31	701897	1251188	Sa4 [Green1] 173 points						
42	Nh30	701759	1252954	Sa4 [Green1] 173 points						
43	Nh29	700981	1256506	Fg2 [Green3] 103 points						
44	Nh28	699728	1260981	Br1 [Black] 224 points						
45	Nh27	699572	1261450	Br2 [Black] 164 points						
46	Nh26	698352	1263147	Br3 [Black] 163 points						
47	Nh25	698296	1264153	Fg2 [Green3] 103 points						
48	Nh24	698878	1265234	Br3 [Black] 163 points						
49	Nh23	698597	1266435	Br3 [Black] 163 points						

Wpt	N° point	X	Y	Class_Name_carte	Unité terrain	Sol	Géomorphologie	Actions anthropiques	Trois espèces principales	Observations
50	Nh22	698560	1267192	SA3 [Green2] 212 points						
51	Nh21	698200	1268890	SA2 [Green2] 239 points						
52	Nh21	698200	1268890	SA3 [Green2] 212 points						
53	Nh19	697691	1270092	Sa1 [Green1] 97 points						
54	Nh20	698015	1270142	Br3 [Black] 163 points						
55	Nh18	697876	1270420	Br3 [Black] 163 points						
56	Nh17	697786	1270632	SA2 [Green2] 239 points						
57	Nh16	697376	1271448	Br3 [Black] 163 points						
58	Nh15	696371	1276356	Sa4 [Green1] 173 points						
59	Nh14	694433	1282164	SA3 [Green2] 212 points						
60	Nh13	694198	1282472	Sa4 [Green1] 173 points						
61	Nh12	694380	1282627	Sa1 [Green1] 97 points						
62	Nh11	693781	1283804	Sa4 [Green1] 173 points						
63	Nh10	693007	1286679	Sa4 [Green1] 173 points						
64	Nh9	693203	1287178	SA3 [Green2] 212 points						
65	Nh8	692409	1292437	Sa4 [Green1] 173 points						
66	Nh7	692250	1292450	Sa1 [Green1] 97 points						
67	Nh7	692250	1292450	Sa4 [Green1] 173 points						
68	Nh6	691569	1293902	Sa3 [Green1] 188 points						
69	Nh5	691612	1294977	Sa4 [Green1] 173 points						
70	Nh4	691100	1298160	Cp1 [Yellow1] 106 points						
71	Nh4	691100	1298160	Cp4 [Yellow1] 109 points						
72	Nh3	690838	1299041	Sa4 [Green1] 173 points						
73	Nh2	690730	1299300	Cp1 [Yellow1] 106 points						
74	Nh2	690730	1299300	Cp3 [Yellow1] 251 points						
75	Nh1	690639	1299871	Cp4 [Yellow1] 109 points						

