

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

# TECHNAD

## Diagnostic environnemental pays

JUIN 2022



**GROUPE DE LA BANQUE MONDIALE**

# Tchad Diagnostic environnemental pays





© 2022 World Bank Group  
1818 H Street NW  
Washington DC 20433  
Téléphone: 202-473-1000  
Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)  
Email: [feedback@worldbank.org](mailto:feedback@worldbank.org)  
© Tous droits réservés - 2022.

Cette publication est un produit du personnel du Groupe de la Banque mondiale. Les recherches, interprétations et conclusions exprimées dans le présent volume ne reflètent pas nécessairement les vues des administrateurs exécutifs du Groupe de la Banque mondiale ou des gouvernements qu'ils représentent.

Le Groupe de la Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données incluses dans ce travail. Les frontières, les couleurs, les dénominations et les autres informations figurant sur les cartes de cet ouvrage n'impliquent aucun jugement de la part du Groupe de la Banque mondiale concernant le statut juridique d'un territoire, de l'approbation ou de l'acceptation de telles limites. Droits et autorisations Le contenu de cette publication est protégé par le droit d'auteur. Copier et/ou transmettre tout ou partie de ce travail sans autorisation peut constituer une violation du droit applicable. Le Groupe de la Banque mondiale encourage la diffusion de ses travaux et accorde l'autorisation de reproduire rapidement des parties du travail.

Pour obtenir l'autorisation de photocopier ou de réimprimer tout ou partie de cette œuvre, veuillez envoyer une demande avec les informations complètes au Copyright Clearance Center, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, États-Unis, téléphone: 978-750-8400, fax.: 978-7504470, <http://www.copyright.com/> Toute question sur les droits et les licences, y compris les droits subsidiaires, doit être adressée à l'agent de l'éditeur, Groupe de la Banque mondiale, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, États-Unis; fax: 202-522-2625; courriel: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

Photo en couverture: Banque mondiale/Aurélié Rossignol.

# Table des matières

Remerciements .....	vii
Executive Summary .....	ix
Résumé Exécutif .....	xxi
<b>Chapitre 1 : Introduction</b> .....	<b>1</b>
Aperçu global de l'environnement au Tchad .....	1
Progrès réalisés et engagements nationaux pour la gestion durable de l'environnement au Tchad .....	3
Objectif et méthodologie .....	4
Structure du rapport .....	4
<b>Chapitre 2 : Coût de la dégradation de l'environnement au Tchad</b> .....	<b>7</b>
Objectif et portée .....	7
Méthodologie .....	8
Eau .....	10
Air .....	11
Terres .....	12
Déchets .....	15
Déversements de pétrole .....	19
Conclusions .....	21
<b>Chapitre 3 : La dégradation des terres au Tchad</b> .....	<b>23</b>
Contexte biophysique et socioéconomique du Tchad .....	23
État de dégradation des terres .....	31
L'indicateur 15.3.1 des Objectifs de Développement durable (ODD) .....	34
Impacts de la dégradation des terres .....	35
Réponses entreprises contre la dégradation des terres .....	37
Conclusion .....	39



<b>Chapitre 4 : La gestion des déchets au Tchad</b> .....	41
Typologie des déchets .....	41
La gestion des déchets .....	42
Les impacts de la gestion inappropriée des déchets .....	51
Conclusions .....	54
<b>Chapitre 5 : Les changements climatiques au Tchad</b> .....	57
Approche et sources d'informations .....	57
Types d'impacts .....	58
Coût de dégradation dû aux changements climatiques .....	59
Conclusions .....	60
<b>Chapitre 6 : Conclusions et recommandations</b> .....	63
Recommandations .....	63
De la crise du COVID à la croissance verte : quelles opportunités pour le Tchad ? .....	67
<b>Références</b> .....	69

## ENCADRÉS

Encadré 2.1.	Aspects détaillés et limitations de l'évaluation du CDE.....	20
Encadré 4.1.	Quel est l'impact des déchets plastiques à N'Djamena ? .....	52

## CARTES

Map i.	Land affected by water erosion in Chad.....	xii
Map ii.	Degree of overgrazing by region in Chad .....	xiii
Carte i.	Terres dégradées par l'érosion hydrique au Tchad .....	xxiv
Carte ii.	Degré de surpâturage par région au Tchad.....	xxv
Carte 2.1.	Pertes en sol au niveau des terres cultivées au Tchad .....	15
Carte 2.2.	Sites de décharge de la ville de N'Djamena .....	17
Carte 3.1.	Carte des précipitations moyennes annuelles par régions du Tchad .....	24
Carte 3.2.	Carte d'occupation des sols du Tchad en 2019 selon la classification IGBP .....	25
Carte 3.3.	Détériorations chimique, physique et biologique des sols du Tchad .....	26
Carte 3.4.	Densité du cheptel en UBT par régions .....	30
Carte 3.5.	Intensité de la charge pastorale par région du Tchad .....	33
Carte 3.6.	Carte de pertes en sol du Tchad en 2018.....	34
Carte 3.7.	Dégradation des terres par aridité au Tchad selon l'indicateur ODD 15.3.1 .....	35
Carte 3.8.	Tracé de la Grande Muraille Verte.....	38
Carte 6.1.	Superficies à restaurer au Tchad .....	65

## FIGURES

Figure i.	Estimated COED in Chad.....	x
Figure ii.	Estimated COED due to climate change in Chad .....	xvi
Figure i.	Le CDE estimé pour le Tchad (2019) .....	xxii
Figure ii.	Le CDE dû aux changements climatiques au Tchad.....	xxviii
Figure 2.1.	Valeur économique des écosystèmes .....	8
Figure 2.2.	Pays avec le taux de mortalité le plus élevé dû à WASH inapproprié (2019).....	10
Figure 2.3.	Décès prématurés causés par la pollution de l'air au Tchad (2019).....	12
Figure 2.4.	Le CDE estimé pour le Tchad (2019) .....	21
Figure 3.1.	Population et taux d'accroissement de la population tchadienne (1960–2019) .....	27
Figure 3.2.	Évolution du PIB et de la contribution du secteur agricole .....	28
Figure 3.3.	Changement de surface de l'occupation du sol au Tchad (2001–2019).....	31
Figure 3.4.	Variation des superficies potentiellement érodées du Tchad (2008–2018).....	34
Figure 4.1.	Schéma simplifié de la gestion des déchets à N'Djamena .....	43
Figure 5.1.	Le CDE dû aux changements climatiques (% du PIB) .....	60

## TABLEAUX

Table i.	Overall recommendations . . . . .	xvii
Table ii.	Key priority actions . . . . .	xix
Tableau i.	Recommandations générales . . . . .	xxix
Tableau ii.	Actions prioritaires clé . . . . .	xxxi
Tableau 2.1.	Méthodes d'évaluation utilisées pour l'estimation du CDE . . . . .	9
Tableau 2.2.	Impacts de la qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la santé (2019) . . . . .	11
Tableau 2.3.	Impacts de la pollution de l'air sur la santé (2019) . . . . .	12
Tableau 2.4.	Coût lié aux changements d'occupation de terre . . . . .	13
Tableau 2.5.	Estimation du coût de la dégradation des terres cultivées . . . . .	14
Tableau 2.6.	Estimation du coût associé au surpâturage . . . . .	15
Tableau 2.7.	Déchets solides municipaux . . . . .	16
Tableau 2.8.	Maladies liées aux substances chimiques . . . . .	18
Tableau 2.9.	Estimation du CDE au Tchad (2019) . . . . .	21
Tableau 3.1.	Changements observés après considération de différentes combinaisons des variations conjointes de superficie et de production pour les cultures céréalières, et pour les cultures oléagineuses, légumineuses . . . . .	29
Tableau 4.1.	Inventaire des centres de transfert à N'Djamena . . . . .	45
Tableau 4.2.	Inventaire des décharges finales à N'Djamena . . . . .	47
Tableau 5.1.	Changements de la température et des précipitations par rapport à 1986–2005 . . . . .	58
Tableau 5.2.	CDE dû aux changements climatiques (millions USD, prix 2020) . . . . .	59

# Remerciements

Ce rapport a été préparé par une équipe composée de Aurélie Rossignol (Spécialiste en environnement et chef de projet), Lelia Croitoru (Consultante en économie de l'environnement et auteur principal), Seidou Mahamat Seidou (Consultant en environnement), Abdellatif Khattabi (Consultant en économie de l'environnement – spécialisation dégradation des terres), Amos Singambaye (Consultant en gestion des déchets), Anil Markandya (Consultant en changements climatiques, Metroeconomica), Fransisco Greno (Economiste principal, Metroeconomica), Carolle Rohimy Ngomibe (Consultante en agriculture, appui à la collecte de données), et Berthe Tayelim (assistante aux programmes), sous la direction de Maria Sarraf (Directrice sectorielle, Afrique de l'Ouest, environnement et ressources naturelles).

L'équipe aimerait remercier pour leur appui S.E. Mahamat Ahmat Lazina (Ministre de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable), M. Oualbadet Magomna (Directeur Général, Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable), M. Mangar Patrick (Agent à la Direction des Pêches et Développement de l'Aquaculture, Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable) M. Admis Mounpor (Agent à la Direction des Forêts et Lutte contre la désertification, Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable), M. Haroun Bourma Mardjane (Agent à la Direction de Faune et Aires Protégées, Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable), M. Ngetora Guiradoumadi (Chef de Service Santé et Environnement, Ministère de la santé publique et de la solidarité nationale), M. Madjiadoum Mbaindinguim Omer (Technicien de Génie Sanitaire, Ministère de la santé publique et de la solidarité nationale), M. Djekornonde Ngarnadjibe (Directeur des Etudes, de la planification, du suivi évaluation et de l'informatique, Ministère de l'Hydraulique urbaine et rurale), M. Ali Aminami (Directeur du Suivi et de l'Exploitation des Ouvrages Hydrauliques, Ministère de l'Hydraulique urbaine et rurale), M. Abderamane Adam Issack (Cadre, Ministère des Finances et du Budget), M. Gaourang Mamadi Ngarkelo (Conseiller du Secrétaire Général du Ministère des Finances et du Budget), M. NgarteI Naguengar (Ingénieur des Techniques d'Agricultures, Ministère du Développement Agricole), M. Rakidjim Nanetangar (Sociologue, Ministère du Développement Agricole), M. Idris Tolas Madnodji (Ancien Directeur, Ministère de l'Economie, de la Planification du Développement et de la Coopération Internationale), M Maide Darkallah (Agent de la DAFM, Ministère de l'Economie, de la Planification du Développement et de la Coopération Internationale), M. Oumar Sarmadji (Coordonnateur des Projets AFD, Maire de N'Djamena), M. Gadengar Roasna Ridrique (Directeur de l'Assainissement, de l'Environnement et de la Santé, Mairie de N'Djamena), M. Bopabe Tchoubou (Cadre, Ministère en charge de l'Aménagement du Territoire), M. Djindila Nguermadji Mani (Cadre, Ministère en charge de l'Aménagement du Territoire), le personnel de l'unité de coordination du projet ALBIÄ, M. Souleyman Adam Adey (Universitaire et personne ressource), Mme. Mbailemdana Marie Thérèse (Ancienne Maire de N'Djamena et personne ressource) et M. Abderamane Mahamat Abderamane (Cadre du Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable, personne ressource).



Des contributions et observations précieuses ont été fournies par Paola Agostini (Spécialiste en chef de la gestion des ressources naturelles et collègue examinatrice), Helena Naber (Spécialiste principale de l'environnement et collègue examinatrice), Dinara Akhmetova (Spécialiste en gestion des ressources naturelles et collègue examinatrice), Taibou Maiga (Spécialiste Principal en eau et collègue examinateur), et Stefano Pagiola (Economiste principale de l'environnement). L'équipe aimerait aussi remercier Fatou Ndiaye, et Will Kemp pour avoir appuyé l'édition et la mise en page du rapport ainsi que Madjiguene Seck (Spécialiste Principale en Communication) et Isabel Maria Ramos Tellez (Consultante en nouvelles technologies, gestion des ressources naturelles) pour les aspects de communication, publication et de diffusion du rapport.

Ce rapport a été préparé avec la contribution financière de Global Program for Sustainability (GPS).

# Executive Summary

Chad is one of the least developed countries in the world. Its gross domestic product (GDP) per capita is less than half of the Sub-Saharan average<sup>1</sup>. The economy depends heavily on natural resources, particularly agricultural land, rangelands, and oil production<sup>2</sup>. Agriculture is the mainstay of the country's economy, contributing 48 percent of GDP and employing more than 75 percent of the workforce.

Chad faces enormous challenges: poverty, insecurity associated with fragility, conflict, and violence (FCV), and low access to basic services such as education, health, and drinking water. In addition, it is **the world's most vulnerable country to climate change**, according to the Notre Dame Global Adaptation Initiative, 2021. In this challenging context, the COVID-19 crisis worsened economic difficulties, increased inequality, and plunged hundreds of thousands of Chadians in extreme poverty. Key environmental challenges include:

- **Land degradation**, which reduces the productivity of crop and rangelands and contributes to food insecurity. According to the Global Hunger Index, the country has the fourth highest level of hunger in the world<sup>3</sup>. Food insecurity is amplified by conflict, weather extremes, and, more recently, by the pandemic. Thus, improving land management is essential for enhancing food security.
- **Waste management**: Waste quantities are increasing, but Chad suffers from low collection rates and a lack of sanitary landfills. Untreated solid waste and effluents discharged in the natural environment are an important cause of water pollution. The impacts are dramatic: Chad has the world's highest mortality rate due to unsafe water, sanitation, and hygiene (WASH) (206 per 100,000 people), particularly among children under five. Improving waste management would bring significant benefits in Chad.
- **Climate change**: Since the 1990s, average annual temperatures have increased by more than 0.5°C, precipitations have become more irregular, and extreme events (heatwaves, droughts, and floods) have been more frequent. Climate change has exacerbated desertification, degraded the productive potential of soil, and reduced biodiversity.<sup>4</sup> Nowadays, the level of natural resource depletion in Chad is nearly three times the Sub-Saharan average<sup>5</sup>.

1 Chad's GDP per capita was USD659 in 2020, compared to the average for Sub-Saharan Africa of USD1,499, according to the World Bank Open Data, accessed December 2021.

2 World Bank. 2021. The Changing Wealth of Nations 2021. Managing Assets for the Future.

3 <https://www.globalhungerindex.org/chad.html>

4 World Bank. 2021. Republic of Chad. Systematic Country Diagnostic. Boosting Shared Prosperity and Reducing Extreme Poverty in a Landlocked Country Beset by Fragility and Conflict.

5 In 2019, the depletion of natural capital was estimated at 12.2 percent of the gross national income in Chad, compared to only 4.1 percent for Sub-Saharan Africa (World Bank, 2021).

## OBJECTIVE AND APPROACH

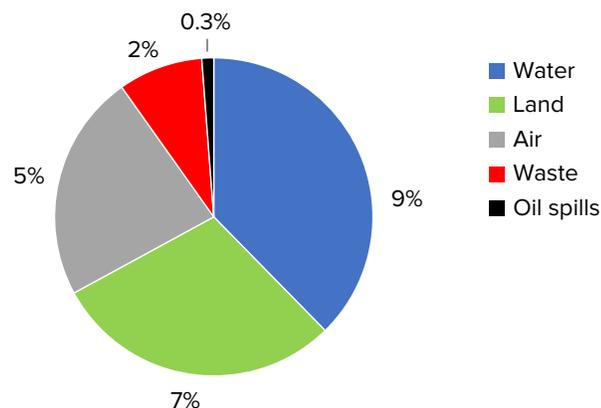
This Country Environmental Analysis (CEA) analyzes critical environmental challenges that threaten sustainable growth and proposes actions to address them. It focuses on three Government priorities that require in-depth analysis and immediate action: land degradation, waste management, and climate change. As the previous CEA was conducted more than two decades ago (1994), re-assessing these environmental challenges has been long overdue.

This analysis relies on official documents, scientific literature, and expert judgements of Government officials and academia. It should be noted that the pandemic and the insecurity — amplified by the president's death in April 2021 — restricted the team's ability to collect information outside N'Djamena. Despite these constraints, the CEA is based on available country-level information, international databases, and a primary survey conducted in N'Djamena to provide, for the first time, estimates of damages due to environmental degradation, plastic pollution, and climate change.

## THE COST OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION

Environmental degradation inflicts high costs on society: premature mortality and morbidity from inadequate WASH; reduced productivity due to land degradation and desertification; waste mismanagement; and oil spills. The COED to the Chadian society was estimated at about **2.6 billion USD**, or **23 percent of GDP** in 2019 (Figure i). The figure reflects the minimum value<sup>6</sup> of the immediate and long-lived impacts of degradation that occur in the reference year. Moreover, environmental degradation caused over 38,000 premature deaths in the same year, primarily due to inadequate WASH and indoor air pollution.

**FIGURE i.** Estimated COED in Chad



Source: Authors, 2021.

<sup>6</sup> The COED reflects the lower bound of the intervals obtained for each damage estimate. If we had considered the average values of damage intervals, the COED would have reached 34 percent of the GDP in 2019.

The following results are especially noteworthy<sup>7</sup>:

- **Inadequate WASH** accounts for the greatest portion of the COED, 9 percent of GDP. This estimate reflects the economic losses due to premature deaths related to diarrhea, malaria, and other infectious diseases. Inappropriate **waste management** is a significant cause of water pollution<sup>8</sup>: disposal of solid waste in unsanitary sites, lack of wastewater treatment, and discharges of human waste into nature all contribute to polluting surface and groundwater and increase the proliferation of water-borne diseases. Moreover, plastic waste generates high damages in certain areas of N'Djamena, in terms of illnesses, property depreciation, and floods (Box 4.1).
- **Land degradation** results in damages estimated at 7 percent of GDP. These are due to loss of productivity and other ecosystem services caused by land use changes (e.g., conversion of grasslands in agricultural lands, deforestation, desertification), water erosion, and overgrazing.
- **Air pollution** damages health, causing losses estimated at 5 percent of GDP, primarily due to indoor pollution (i.e., use of solid fuels for cooking) and to a lesser extent to ambient air pollution (e.g., open air burning of waste, oil production).

Overall, these results call for an in-depth analysis of water resources, land degradation, and waste management, in the context of increasing threats from climate change. However, it is important to note that a comprehensive analysis of the water-related problems has already been conducted in a separate policy note<sup>9</sup>. Hence, the following sections focus on the remaining three priority issues: land degradation, waste, and climate change.

## LAND DEGRADATION

About 98 percent of the country's area has a dry warm climate. The major land uses include: land with bare and sparse vegetation (71 million ha), grassland (43 million ha), cultivated areas (11 million ha), as well as forests, shrubs, and savannas (3 million ha)<sup>10</sup>. These ecosystems have different characteristics and challenges:

- **Cultivated lands** are dominated by food crops, primarily cereals, and cash crops, such as cotton, sugar cane, tobacco, and peanuts. Farmers can obtain inputs on local markets or from designated institutions at subsidized prices (e.g., through the National Food Security Program). However, they have low access to new technologies, e.g., mechanization of agriculture, food processing units, solar equipment. In addition, the different land tenure systems — customary, Islamic, and modern — often lead to social inequality and conflicts between users. These factors, together with increasing temperatures and wind and water erosion are among the main causes of degradation of cultivated lands.

7 The valuation was affected by several limitations. When local data were not available, the valuation relied on benefits transfer of data from other similar contexts (e.g. the total economic value of different ecosystems) or from global databases (e.g. IHME); if that information was missing, some impacts were valued only partially (e.g., effects of oil spills), while others could not be estimated at all (e.g., the effects of natural disasters, the impacts of land degradation on sedimentation of water bodies, the effects of waste on natural ecosystems).

8 This is in addition to the part of the cost estimated separately, of 2 percent of GDP.

9 Chad Water and Sanitation Sector Note, 2017 World Bank

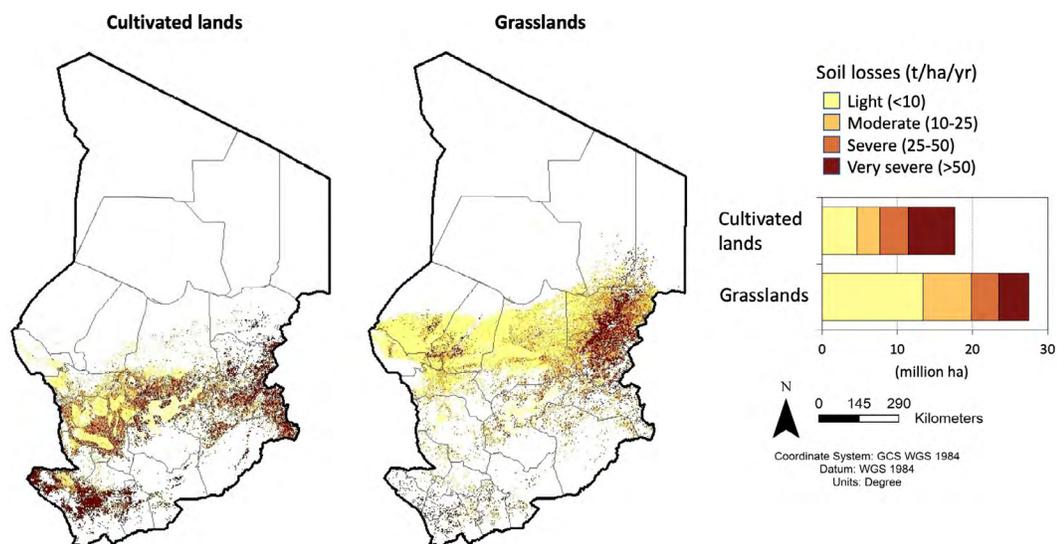
10 Based on MODIS land cover.

- **Rangelands, including grasslands,** are home to about 34.9 million livestock — mainly sheep, camels, goats, and cattle. Trends in livestock numbers indicate sustained growth of the herds over the last decades. About 74 percent of livestock is sedentary, 13 percent is transhumant, and 13 percent is nomadic. Livestock breeding usually relies on natural pastures and crop residues, and is geared towards the sale of milk, dairy products, and live cattle. The total annual food requirement of livestock increased by more than 33 percent in the past five years, adding significant pressure on rangelands.
- **Forests, shrublands and savannas** are affected by increased deforestation and degradation due to clearing for wood, bush fires, overgrazing, mining, and urban sprawl.

An in-depth analysis of land degradation carried out by the CEA team allowed quantification of the extent of different forms of degradation in Chad:

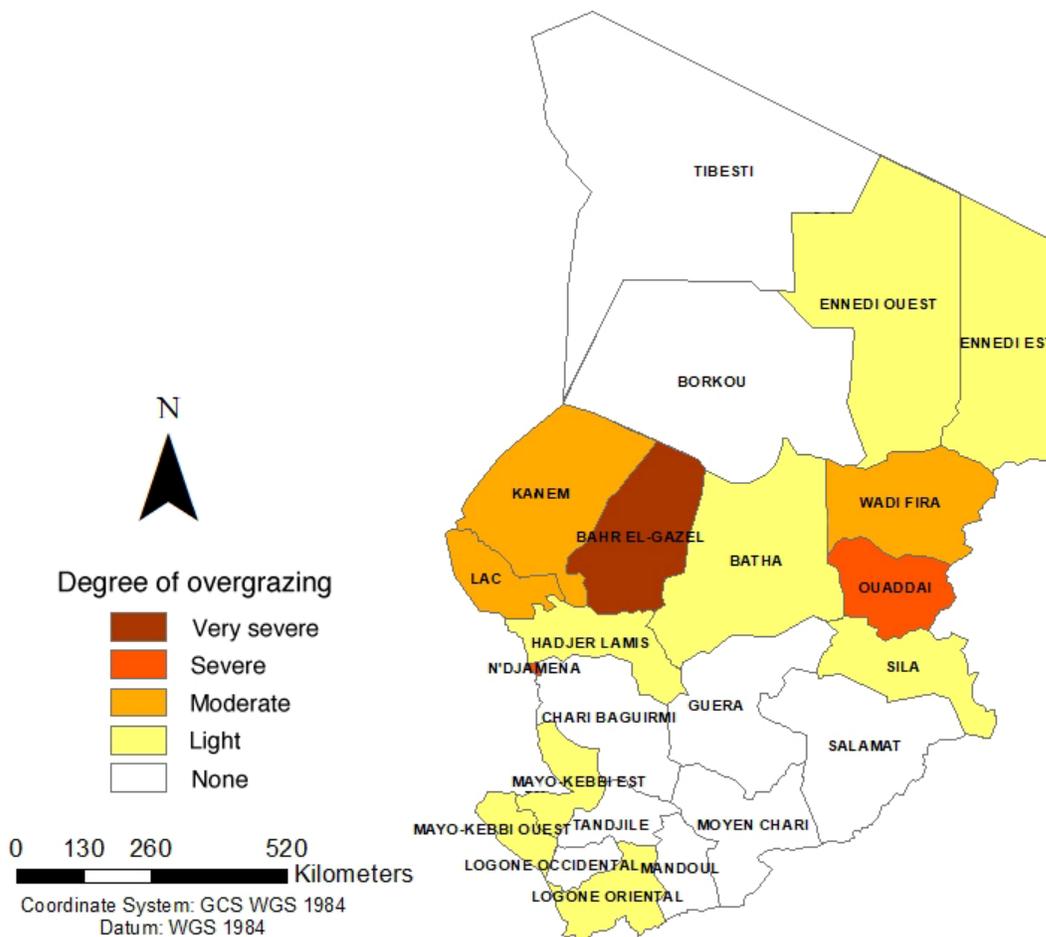
- **Land use changes.** The extent of land use changes was estimated based on maps drawn between 2011 and 2019, using Modis (MCD12Q1, resolution of 500 m). Overall, cultivated lands have declined by 46,300 ha/yr, savannas by 22,600 ha/yr, and forests by 5,000 ha/yr, while grasslands have expanded by 18,400 ha/yr, and bare lands by 50,600 ha/yr — the last category suggesting the high extent of desertification in the country.
- **Land affected by water erosion.** An analysis of land degradation due to water erosion conducted using the InVEST model indicates that severe and very severe erosion affect about 25 percent of the country. The cultivated lands located in the south, and the grasslands in the eastern part of the country are particularly affected (Map i).
- **Overgrazing** is the main factor responsible for rangeland degradation. The estimation and mapping of the overgrazing factor for different regions indicates that about 17 percent of the country's area is moderately and severely affected — most of which is located in the country's center (Bahr El-Gazer, Oaoudai, N'Djamena, Lac, Kanem, and Wadi Fira), as illustrated in Map ii.

**MAP i. Land affected by water erosion in Chad**



Source: Authors, 2021.

**MAP ii. Degree of overgrazing by region in Chad**



Source: Authors, based on the ratio of the equilibrium load to the actual load for each region in Chad, 2021.

## WASTE MANAGEMENT

While waste management is partially mentioned in a few official documents<sup>11</sup>, the sector *does not have its own national strategy and action plan*. There are four main types of waste, according to the source: municipal, bio-medical, industrial, and agricultural waste.

### Municipal waste

**Solid waste.** There is no data on the generation of municipal solid waste in Chad. By extrapolating waste generation in N'Djamena to all urban areas, and available Sub-Saharan data to all rural areas,

<sup>11</sup> These are the National Implementation Plan of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, the National Integrated Chemicals and Waste Management Program, and the Chad National Profile of Chad on the Management of Chemicals.

we obtain a crude estimate of 2.8 million tons per year. There are three important stages of municipal waste management in Chad's urban areas, each with its challenges:

- **Pre-collection** consists of collecting household waste from house boundaries and delivering it to established collection points, called *transfer centers* or *collection zones*. This activity is performed by Sanitation Committees under the supervision of Municipalities (who gather waste for citizens who paid a pre-collection tax), by private providers (who are contracted directly by households), or by household members (who choose to transport their own waste to the collection points). This organization has strong *limitations*: enrollment in formal pre-collection services is optional, the enrollment rate is very low<sup>12</sup>, and many of those enrolled do not pay the pre-collection taxes; private providers do not always transport the waste to the collection points, and sometimes dispose of it in dumpsites; finally, household members frequently dispose of their waste in illegal dumpsites, such as roads, markets, and rivers.
- **Collection** covers gathering the waste from collection points and transporting it to final disposal sites. The collection coverage is insufficient, as many areas lack established collection points (e.g., peri-urban neighborhoods and flood-prone areas). Households in these areas are often forced to throw the waste in any location away from their own homes. Moreover, municipalities face considerable *limitations* in setting up new collection points, due to lack of sufficient space associated with high urban density and residents' reluctance to accept dump sites close to their homes. Moreover, the few existing collection points are often poorly maintained, which leads to bad odor, health issues, and traffic nuisances when they overflow onto roads.
- **Disposal**. About 85–90 percent of waste is disposed in illegal dumps — on roads, markets, yards, and rivers. The rest reaches public landfills — all of which are uncontrolled. Waste burning in open air is widespread at all disposal sites, despite laws prohibiting it, inducing serious environmental and health issues.
- **Sorting and recycling** are practiced by street children and the unemployed, and cover about 15 percent of total municipal waste. A part of the sorted household waste is reused as backfill material, to fill in holes dug in yards, roads, and public depressions. The practice of backfilling has become so widespread that nowadays, waste is sometimes sold to individuals as backfill material.

**Liquid waste.** About 286 million m<sup>3</sup> of municipal wastewater is generated in Chad annually. Municipal wastewater in Chad is *neither collected, nor treated*, as there are no drainage networks, and no wastewater treatment plants. In fact, around 89 percent of households dispose of wastewater directly in the streets or in the natural environment. The problem of sewage disposal remains one of the most acute environmental concerns in Chad.

### Bio-medical waste<sup>13</sup>

Chad generates about 30,700 m<sup>3</sup> of bio-medical waste a year. However, there is no national strategy, policy, or formal procedures for its appropriate management.

<sup>12</sup> Only 5 percent of N'Djamena's population subscribes to this service.

<sup>13</sup> Solid bio-medical waste includes anatomical residues, expired pharmaceuticals, and other used medical objects; while liquid bio-medical waste covers blood, drainage fluids, and other liquid residues.

**Solid waste.** Hospitals and other health centers do not have infrastructure in good working order (e.g., incinerator, treatment plant), nor the necessary procedures to treat and dispose of biomedical waste. Consequently, they either burn or dispose of it in public landfills, with no separation from other municipal wastes.

**Liquid waste** is collected in septic tanks which are periodically emptied — usually in the natural environment, without prior treatment.

This situation reveals major problems, including: the lack of a biomedical waste management plan or procedure, insufficient attention to the guidance provided by the hygiene and sanitation agents assigned to health facilities, the lack of appropriate equipment (e.g., bins, specialized garbage cans, etc.), source sorting, and ecological treatment systems.

### **Industrial waste<sup>14</sup>**

There is no data on the quantity of industrial waste produced in Chad; however, the quantity of industrial wastewater was estimated at around 5.3 million m<sup>3</sup> per year. There is a plan which proposes to set up standard and control systems for the industrial waste management and to integrate environmental impact studies into industrial investment projects. However, the texts that regulate these studies are vague regarding waste management procedures, and there are no national policy documents providing guidelines for monitoring. Overall, there is no public authority control of industrial waste management. Some companies (e.g., petroleum) follow certain management processes, integrating pre-collection, collection, and treatment of waste. However, many do not have waste management plans, and discard waste directly into the environment, without prior treatment. The increased production of hazardous waste and industrial effluents calls for urgent solutions to reduce environmental pollution.

### **Agricultural waste**

Chad does not have any policy or plan for agricultural waste management. The country's National Profile on Chemicals of 2009 is the only official document mentioning the use of pesticides and fertilizers in agriculture, but without suggesting any management plan. Estimates of the quantity of agricultural waste are not available either. It should be noted that most agricultural *solid waste* is usually *not* discharged in the environment: part of it is feed for livestock (e.g., crop residues), and the rest is used as construction material (e.g., straw for brick making, roofing, and fencing). However, *liquid waste*, such as wastewater contaminated with fertilizers and pesticides, is discharged untreated in the environment.

## **CLIMATE CHANGE**

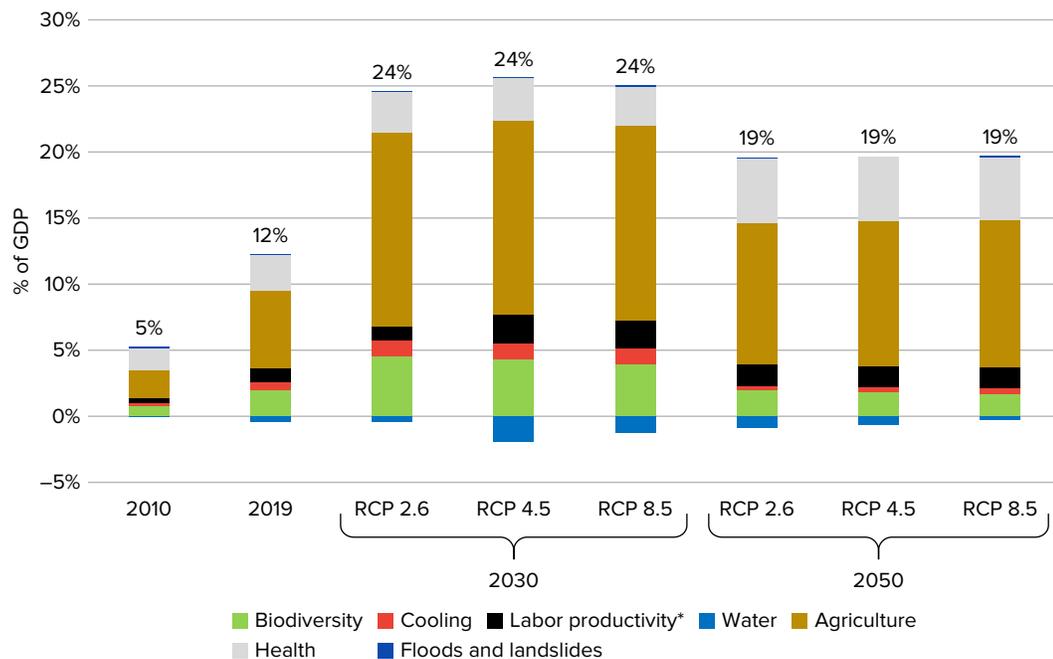
Climate change has already caused significant impacts in Chad, such as desert expansion towards the south, and declining agricultural yields. Estimating the COED due to climate change is an essential step to understanding the magnitude of current and future impacts that climate change

<sup>14</sup> Industrial waste includes general waste, which is similar to household waste, and special waste, such as industrial effluents, soil contaminated with crude oil, and residues of hazardous chemicals (e.g., pesticides, fertilizers, dioxins, etc.).

could bring in Chad. The COED due to climate change was estimated for 2010, 2019, 2030 and 2050. Estimates for 2030 are based on the RCP2.6, RCP4.5, and RCP8.5 climate scenarios. The results show that climate change generated damages of **12 percent of GDP** in 2019<sup>15</sup>, and that these damages will likely increase to **24 percent of GDP** in 2030 (Figure ii).

*Agriculture* is the sector the most affected by climate change, primarily due to reduced labor productivity and declining yields. This is followed by *health*, in terms of premature deaths from extreme temperatures, malaria, and malnutrition. Climate change is also predicted to reduce the value of *biodiversity* of all ecosystems — forest, agriculture, grasslands — due to the hotter climate<sup>16</sup>. The costs resulting from the need for indoor cooling and from environmental disasters (floods and landslides) are lower, although the magnitude of the last category may be misleading due to lack of data. Finally, the analysis indicates an expected small gain in water availability, primarily due to increased precipitation. It should be noted that this national level assessment may mask the presence of possible increasing water deficits at the local level. A more refined study is needed to identify the areas which may benefit from water gains and those which may suffer from water deficits in the future.

**FIGURE ii. Estimated COED due to climate change in Chad**



Source: Authors, 2021. Note: \* the value of agricultural labor productivity is included in the "agriculture" category.

15 It should be noted that there are overlapping areas between the national COED and the COED due to climate change for 2019. For example, the losses of biodiversity and of agricultural outputs due to climate change (chapter 5) are, to a certain extent, captured within the cost of land degradation presented in the national COED (chapter 2). Thus, the two final estimates (national COED and COED due to climate change) are not additive.

16 While these are the three main impacts for all years considered, their ranking differs slightly from a year to another: in 2030 for example, the cost of biodiversity appears to be more significant than that of health.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This CEA demonstrates that environmental degradation in Chad is very worrisome, causing damages equivalent to about 23 percent of GDP in 2019. *Land degradation* is a priority problem, especially due to land use changes (e.g., deforestation, desertification), severe erosion in the country’s south, and intense overgrazing in the east. Besides, the analysis of *waste mismanagement* identifies significant inefficiencies at the policy, institutional, and technical levels. Without remedial actions, the impacts of environmental degradation will likely increase. Moreover, *climate change* is predicted to generate additional damages, estimated at about 24 percent of GDP in 2030.

To minimize these impacts, it is essential to prioritize and implement adaptation actions in Chad. The United Nations Climate Change Conference (COP 26) in Glasgow highlighted the urgent need to double the collective provision of climate finance for adaptation to developing country parties from 2019 levels by 2025<sup>17</sup>. It is hoped that Chad will benefit from these finance opportunities, given its high vulnerability. A selection of concrete *recommendations* to improve environmental management and mitigate the environmental damages is provided below.

**TABLE i. Overall recommendations**

Recommendations to improve environmental management in Chad			
	Short-term (1–2 years)	Medium-term (2–5 years)	Long-term (5+ years)
Land	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improve sustainable land management (SLM) communication knowledge management and especially with farmers.</li> <li>• Work with communities to promote low technology rehabilitation of degraded lands.</li> <li>• Analyze and disseminate local functional practices (farmers)</li> <li>• Adopt incentives to promote agricultural mechanization, access to loans.</li> <li>• Improve regulatory framework to stimulate public-private partnerships able to facilitate access to inputs on local markets.</li> <li>• Improve coordination on Land Use management as well as mapping (so that future LUP are spatialized).</li> <li>• Establish/Strengthen local governance structures (scale-up local natural resources management committees developed under ALBIA project)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Collaborate with African countries to enhance know-how on new cropping and livestock technologies.</li> <li>• Adopt SLM interventions, drawing on the Great Green Wall experience (e.g., value chain development) but also based on successful projects.</li> <li>• Restore degraded lands with high productive or protective potential and ensure their long-term conservation.</li> <li>• Update Land Use plans and disseminate them at local level</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strengthen regional collaboration, e.g., Adaptation of Agriculture in Africa (AAA) initiative.</li> <li>• Resource communities to control bushfires</li> <li>• Work with traditional authorities to improve communication, knowledge transfer on land degradation-neutral farming.</li> <li>• Encourage women’s access to land ownership, and participation in land degradation neutral activities.</li> </ul>

17 ERCST. 2021. A Review: COP26 & Article 6.

## Recommendations to improve environmental management in Chad

	Short-term (1–2 years)	Medium-term (2–5 years)	Long-term (5+ years)
Waste	<ul style="list-style-type: none"> <li>Develop a national waste management policy and regulations for each type of waste and by sector of activity.</li> <li>Reinforce Ndjamea official order on plastic ban.</li> <li>Strengthen institutional capacities for appropriate waste management and provide specific guidelines for handling special waste (e.g., biomedical, hazardous).</li> <li>Clarify the State’s mission related to the different waste management stages (pre-collection, collection, disposal).</li> <li>Transfer decision-making powers and resources to decentralized communities, with explicit regulatory framework for solid waste management.</li> <li>Raise awareness on appropriate techniques of waste disposal, sanitation, and hygiene (hand washing).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encourage public-private partnerships for municipal waste management.</li> <li>Invest in more collection points, wastewater drainage networks, and have at least one controlled final landfill and wastewater treatment center in each region.</li> <li>Support waste recycling and promote the re-use of recycled products.</li> <li>Create a database on waste quantities and facilitate free access to these data.</li> <li>Establish a national bacteriological and chemical analysis laboratory covering different types of pollutants.</li> <li>Identify priority areas for plastic pollution and conduct in-depth studies to assess possible alternatives to reduce damages.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establish industrial zones, norms and standards.</li> <li>Include biomedical and agricultural waste within industrial waste category and entrust their regulations to MEPDD.</li> <li>List and monitor companies according to the size of industrial waste generated.</li> <li>Ensure that any discharge of industrial waste into nature will be done in the presence of at least two state officials.</li> <li>Stimulate plastic recycling using cash-back schemes.</li> </ul>
Climate change	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strengthen CDIG: data center that should centralize all data to inform climate monitoring.</li> <li>Elaborate and implement the national NDC investment plan</li> <li>Implement measures to prevent vector-borne and water-borne diseases, establish early warning systems for heat waves, and improve nutrition programs for children.</li> <li>Improve working conditions particularly for outdoor workers, to adapt to hotter temperatures.</li> <li>Improve the opportunities of indoor cooling during hot seasons, by transitioning towards low-emission energy systems (e.g., renewable energies).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conduct additional work on biodiversity impacts and their links to agriculture under different climate projections.</li> <li>Improve the estimates of agricultural impacts by different types of crops and livestock (IFPRI).</li> <li>Investigate the potential role of climate change on water availability in specific regions of the country.</li> <li>Update the estimated impacts of environmental disasters in Chad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Addressing climate screening of policies and investments across sectors and restoring the natural capital assets of Chad are fundamental to addressing the resilience needs of Chad</li> </ul>
Cross-sectoral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mainstream environment and climate change issues in national policies (sectoral) and national annual budget</li> <li>Reinforce the HCNE to ensure cross sectoral coordination and integration of environmental issues in every sectoral policies and investments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conduct valuation studies related to willingness to pay for improved waste management, economic valuation of agro-sylvo-pastoral ecosystems, damages due to oil spills, impacts of slaughterhouses and untreated wastewater on health and ecosystems, and costs of restoring degraded areas.</li> <li>Promote green cities</li> <li>Develop green economy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improve Chad’s natural capital assets which is so important to the functioning of ecosystems and the productive economy such as agriculture. This will also contribute to resilience to climate change. For example, increasing tree cover around agriculture areas retains soils, dampens flooding effects, increases fertility of soil and provides shade.</li> </ul>

In addition to the above recommendations, there are 3 key priority actions that have been identified during the elaboration of the CEA. They include some low hanging fruits as well as linkages to the Chad World Bank Group portfolio.

**TABLE ii. Key priority actions**

	Actions	Potential low hanging fruits	Linkages to the Chad World Bank Group portfolio
Land 1	Urgently scale up the adoption of integrated landscape management especially in the Center and Northern areas to prevent expansion of desertification due to climate change. Do so by drawing on successful experiences from ongoing operations such as ALBIÄ project, Great Green Wall initiative, Mali Landscape Restoration and Resilience Project, and the Niger Integrated Landscape Management project.	SLM practices that proved successful through ongoing projects in Chad and Sahel region are scaled up.  Cost effective technologies and practices for the rehabilitation of degraded lands are promoted.	<i>Ongoing operations:</i> ALBIÄ (P171611), ProPAD (P162956), PRAPS 2 (P173197), PROLAC (P161706)  <i>Ongoing Trust Funds:</i> PROGREEN  <i>Operations under preparation:</i> Food Security and Resilience Project phase 2 (P178132)  Potential for IFC investments
Waste 2	Strengthen institutional capacities and infrastructure for appropriate waste management in Chad, particularly related to municipal solid waste, liquid waste, and biomedical waste.  Support partnerships for the development of green jobs such as, with the IFC (e.g., reuse, recycling, recovery of waste), with the ultimate objective of greening cities.	The plastic ban is reinforced in N'Djamena, and expanded at the national level.  Municipal waste management in N'Djamena and other urban areas is improved.  Sorting of biomedical waste (infectious/non-infectious) in all health centers is enforced, in accordance with the recommendations of the National Medical Waste Plan.	<i>Ongoing operations:</i> none <i>Ongoing Trust Funds:</i> CSF  <i>Operations under preparation:</i> N'Djamena Urban Resilience Project (P177044)  Potential for IFC investments (especially having the private sector invest in recycling schemes for example)
Climate 3	Elaborate and implement the national NDC investment plan.  Implement measures for better adaptation to climate change in agriculture and health sectors (such as early warning systems for heat waves, improve nutrition programs for children, ameliorate working conditions for outdoor workers, improve the opportunities for indoor cooling by transitioning towards low-emission energy systems) through WB financed operations.	GHG emissions reduction  The agriculture and health sector are better adapted to Climate Change	<i>Ongoing operations:</i> ALBIÄ (P171611), ProPAD (P162956), PIRECT (P168185), PROLAC (P161706)  <i>Ongoing Trust Funds:</i> CSF, INDC partnership facility  <i>Operations under preparation:</i> Energy scale up access project (P174495), Food Security and Resilience Project phase 2 (P178132), Fragility and Resilience Project (P177163)  <i>Other WB initiatives:</i> Sahel CDR  Potential for IFC investments



# Résumé Exécutif

Le Tchad est l'un des pays les moins développés du monde. Son produit intérieur brut (PIB) par habitant est inférieur à la moitié de la moyenne subsaharienne<sup>18</sup>. L'économie dépend fortement des ressources naturelles, en particulier des terres agricoles, des pâturages et de la production pétrolière<sup>19</sup>. L'agriculture est le pilier de l'économie du pays, contribuant à 48 % du PIB et employant plus de 75 % de la main-d'œuvre.

Le Tchad est confronté à d'énormes défis : d'une part la pauvreté, l'insécurité liée à la fragilité, les conflits et la violence (FCV), et d'autre part le faible accès aux services de base tels que l'éducation, la santé et l'eau potable. En outre, il est **le pays le plus vulnérable au changement climatique dans le monde**, selon l'initiative Notre Dame Global Adaptation Initiative, 2021. Dans ce contexte difficile, la crise du COVID-19 a aggravé les difficultés économiques, augmenté les inégalités et plongé des centaines de milliers de Tchadiens dans l'extrême pauvreté. Les principaux défis environnementaux sont les suivants :

- **La dégradation des terres**, qui réduit la productivité des terres agricoles et des terres de parcours et contribue à l'insécurité alimentaire. Selon l'indice de la faim dans le monde, le pays a le quatrième niveau de faim le plus élevé au monde<sup>20</sup>. L'insécurité alimentaire est amplifiée par les conflits, les phénomènes météorologiques extrêmes et plus récemment, par la pandémie. L'amélioration de la gestion des terres est donc essentielle pour renforcer la sécurité alimentaire.
- **La gestion des déchets** : Les quantités de déchets augmentent, mais le Tchad souffre de faibles taux de collecte et d'un manque de décharges sanitaires. Les déchets solides non traités et les effluents rejetés dans le milieu naturel sont une cause importante de pollution de l'eau. Les conséquences sont dramatiques : Le Tchad a le taux de mortalité le plus élevé au monde dû à l'insalubrité de l'eau, au manque d'assainissement et d'hygiène (WASH) (206 pour 100 000 personnes), en particulier chez les enfants de moins de cinq ans. L'amélioration de la gestion des déchets apporterait des avantages considérables au Tchad.
- **Les changements climatiques** : Depuis les années 1990, les températures annuelles moyennes ont augmenté de plus de 0,5°C, les précipitations sont devenues plus irrégulières et les événements extrêmes (canicules, sécheresses et inondations) sont plus fréquents. Le changement climatique a exacerbé la désertification, dégradé le potentiel productif des sols et réduit la biodiversité.<sup>21</sup> Aujourd'hui, le niveau d'épuisement des ressources naturelles au Tchad est presque trois fois supérieur à la moyenne subsaharienne<sup>22</sup>.

18 Le PIB par habitant au Tchad était de 659 USD en 2020, par rapport à la moyenne de l'Afrique subsaharienne de 1 499 USD, selon les données de la Banque mondiale (data.worldbank.org, consulté en décembre 2021).

19 World Bank. 2021. The Changing Wealth of Nations 2021. Managing Assets for the Future.

20 <https://www.globalhungerindex.org/chad.html>

21 World Bank. 2021. Republic of Chad. Systematic Country Diagnostic. Boosting Shared Prosperity and Reducing Extreme Poverty in a Landlocked Country Beset by Fragility and Conflict.

22 En 2019, le taux d'épuisement du capital naturel était estimé à 12,2 % du revenu national brut au Tchad, contre seulement 4,1 % pour l'Afrique subsaharienne (Banque mondiale, 2021).

## OBJECTIF ET APPROCHE

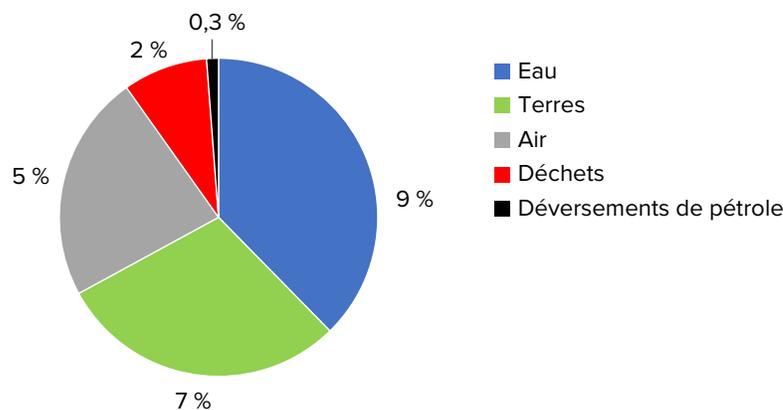
Ce diagnostic environnemental pays (CEA) analyse les principaux défis environnementaux qui menacent la croissance durable et propose des actions pour les relever. Il se concentre sur trois priorités du gouvernement qui nécessitent une analyse approfondie et une action immédiate : la dégradation des terres, la gestion des déchets, et les changements climatiques. Le précédent CEA ayant été réalisée il y a plus de vingt ans (1994), la réévaluation de ces défis environnementaux s'imposait depuis longtemps.

Ce diagnostic s'appuie sur des documents officiels, de la littérature scientifique et des avis d'experts du gouvernement et du monde universitaire. Il convient de noter que la pandémie et l'insécurité — amplifiée par le décès du président en avril 2021 — ont limité la capacité de l'équipe à collecter des informations en dehors de N'Djamena. Malgré ces contraintes, le CEA se fonde sur les informations disponibles au niveau du pays, les bases de données internationales et une enquête primaire menée à N'Djamena pour fournir, pour la première fois, des estimations des dommages dus à la dégradation de l'environnement, à la pollution plastique et au changement climatique.

## COÛT DE LA DÉGRADATION ENVIRONNEMENTALE

La dégradation de l'environnement inflige des coûts élevés à la société : mortalité et morbidité prématurées dues à un système WASH inadéquat, baisse de productivité due à la dégradation des sols et à la désertification, mauvaise gestion des déchets et marées noires. **Le CDE pour la société tchadienne a été estimé à environ 2,6 milliards USD, soit 23 % du PIB en 2019** (Figure i). Ce chiffre reflète la valeur minimale<sup>23</sup> des impacts immédiats et à long terme de la dégradation qui se produisent au cours de l'année de référence. En outre, la dégradation de l'environnement a causé plus de 38 000 décès prématurés au cours de la même année, principalement en raison d'un système WASH inadéquat et de la pollution de l'air intérieur.

**FIGURE i. Le CDE estimé pour le Tchad (2019)**



Source : Auteurs, sur la base des résultats des sections précédentes, 2021.

<sup>23</sup> Le CDE reflète la borne inférieure des intervalles obtenus pour chaque estimation de dommage. Si l'on avait considéré les valeurs moyennes de ces intervalles, le CDE aurait atteint 34 % du PIB en 2019

Les résultats suivants sont particulièrement marquants :<sup>24</sup>

- **L'insuffisance des services d'eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH)** représente la plus grande part du CDE, soit 9 % du PIB. Cette estimation reflète les pertes économiques dues aux décès prématurés liés à la diarrhée, au paludisme et à d'autres maladies infectieuses. La gestion inappropriée des **déchets** est une cause importante de pollution de l'eau : l'élimination des déchets solides dans des sites insalubres, l'absence de traitement des eaux usées et les rejets de déchets humains dans la nature contribuent à polluer les eaux de surface et souterraines et à accroître la prolifération des maladies hydriques. De plus, les déchets plastiques génèrent des dégâts importants dans certains quartiers de N'Djamena, en termes de maladies, de dépréciation des biens et d'inondations (encadré 4.1).
- **La dégradation des terres** entraîne des dommages estimés à 7 % du PIB. Ces dommages sont dus à la perte de productivité et à d'autres services écosystémiques causés par les changements d'utilisation des terres (par exemple, la conversion des terres des prairies en terres agricoles, la déforestation, la désertification), l'érosion hydrique et le surpâturage.
- **La pollution de l'air** nuit à la santé, entraînant des pertes estimées à 5 % du PIB, principalement en raison de la pollution intérieure (c'est-à-dire l'utilisation de combustibles solides pour la cuisson) et, dans une moindre mesure, de la pollution de l'air ambiant (par exemple, le brûlage de déchets à l'air libre, la production de pétrole).

Dans l'ensemble, ces résultats appellent à une analyse approfondie des ressources en eau, de la dégradation des terres, et de la gestion des déchets, dans le contexte des menaces croissantes liées aux changements climatiques. Cependant, il est important de noter qu'une analyse exhaustive des problèmes liés à l'eau a déjà été menée dans un autre document<sup>25</sup>. Par conséquent, les sections suivantes se concentrent sur les trois questions prioritaires restantes : la dégradation des terres, les déchets, et les changements climatiques.

## DÉGRADATION DES TERRES

Environ 98 % de la superficie du pays est sous un climat sec et chaud. Les principales utilisations des terres sont les suivantes : terres à végétation nue et clairsemée (71 millions d'hectares), prairies (43 millions d'hectares), zones cultivées (11 millions d'hectares), ainsi que forêts, arbustes et savanes (3 millions d'hectares). Ces écosystèmes présentent des caractéristiques et des défis différents :

- **Les terres cultivées** sont dominées par les cultures vivrières, principalement les céréales, et les cultures de rente, comme le coton, la canne à sucre, le tabac et les arachides. Les agriculteurs peuvent obtenir des intrants sur les marchés locaux ou auprès d'institutions désignées à des prix subventionnés (par exemple, par le biais du Programme national de sécurité alimentaire). Cependant, ils n'ont qu'un faible accès aux nouvelles technologies, par exemple, la mécanisation de l'agriculture, les unités de transformation alimentaire, les équipements solaires. En outre, les différents régimes fonciers — coutumier, islamique et moderne — entraînent souvent des

24 L'évaluation a été affectée par plusieurs limitations. Lorsque les données locales n'étaient pas disponibles, l'évaluation s'est appuyée sur la méthode du transfert des bénéfices provenant d'autres contextes similaires (par ex. la valeur économique totale de différents écosystèmes), ou des bases de données mondiales (par exemple, IHME). Parfois, en l'absence de ces informations, certains impacts n'ont été évalués que partiellement (par exemple, les effets des déversements d'hydrocarbures), tandis que d'autres n'ont pas pu être estimés du tout (par exemple, les effets des catastrophes naturelles, les impacts de la dégradation des terres sur la sédimentation des rivières, et les effets des déchets sur les écosystèmes naturels).

25 Note de secteur de l'eau et de l'assainissement, 2017 Banque mondiale.

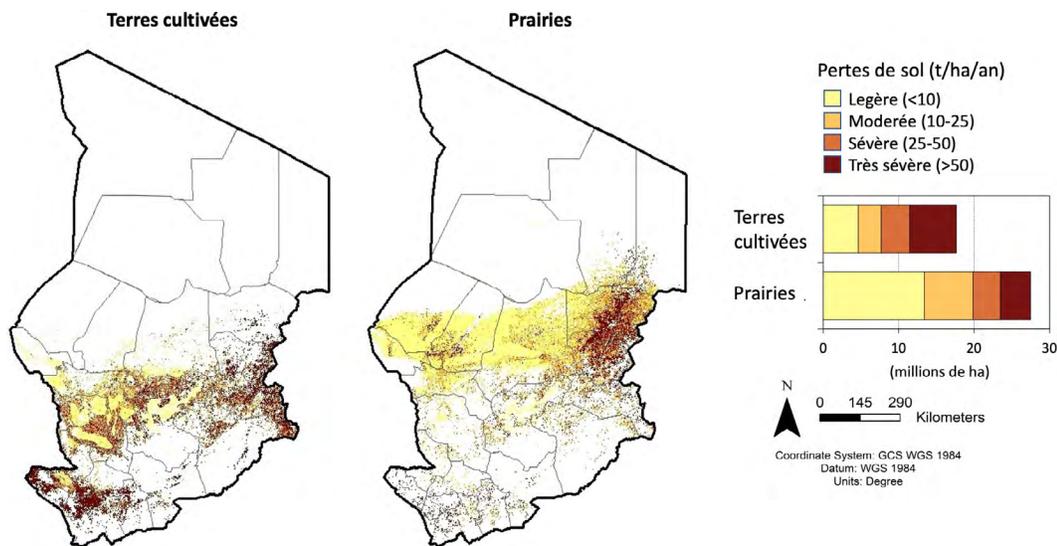
inégalités sociales et des conflits entre les utilisateurs. Ces facteurs, ainsi que l'augmentation des températures et l'érosion éolienne et hydrique, sont parmi les principales causes de dégradation des terres cultivées.

- **Les terres de parcours** abritent environ 35 millions de têtes de bétail — principalement des moutons, des chameaux, des chèvres et des bovins. Les tendances du nombre de têtes de bétail indiquent une croissance soutenue des troupeaux au cours des dernières décennies. Environ 74 % du bétail est sédentaire, 13 % est transhumant et 13 % est nomade. L'élevage repose généralement sur les pâturages naturels et les résidus de culture, et est orienté vers la vente de lait, de produits laitiers et de bétail vivant. Les besoins alimentaires annuels totaux du bétail ont augmenté de plus de 33 % au cours des cinq dernières années, ajoutant une pression importante sur les pâturages.
- **Les forêts, les zones arbustives et les savanes** sont touchées par une déforestation et une dégradation accrues dues au déboisement, aux feux de brousse, au surpâturage, à l'exploitation minière et à l'étalement urbain.

Une analyse approfondie de la dégradation des terres réalisée par l'équipe du CEA a permis de quantifier l'ampleur des différentes formes de dégradation au Tchad :

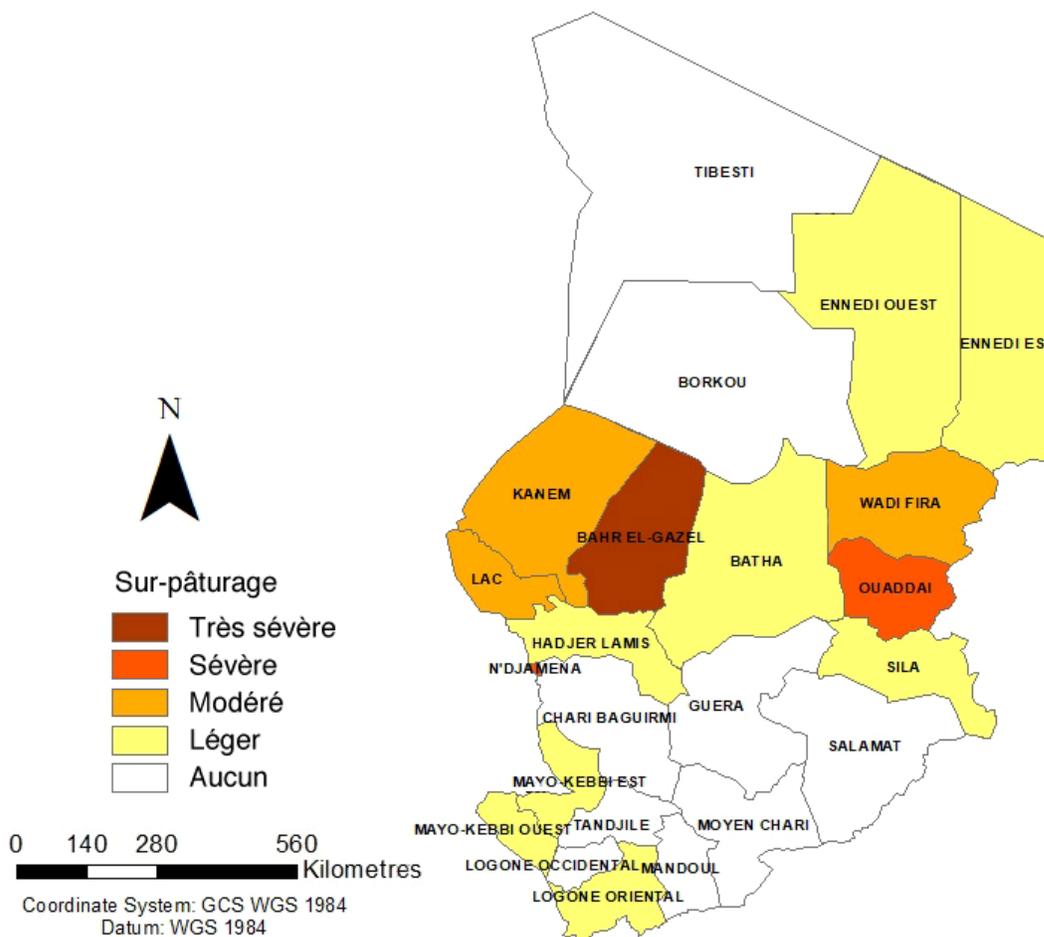
- **Les changements d'utilisation des terres.** L'ampleur des changements d'utilisation des terres a été estimée sur la base de cartes établies entre 2011 et 2019, à l'aide de Modis (MCD12Q1, résolution de 500 m). Dans l'ensemble, les terres cultivées ont diminué de 46 300 ha/an, les savanes de 22 600 ha/an et les forêts de 5 000 ha/an, tandis que les prairies se sont étendues de 18 400 ha/an et les terres nues de 50 600 ha/an — cette dernière catégorie suggérant l'ampleur élevée de la désertification dans le pays.
- **Terres affectées par l'érosion hydrique.** Une analyse de la dégradation des terres due à l'érosion hydrique réalisée à l'aide du modèle InVEST indique que l'érosion sévère et très sévère affecte environ 25 % du pays. Les terres cultivées situées dans le sud et les prairies de l'est du pays sont particulièrement touchées (carte i).

### CARTE i. Terres dégradées par l'érosion hydrique au Tchad



Source: Auteurs, 2021.

**CARTE ii.** Degré de surpâturage par région au Tchad



Source : Auteurs, sur la base du rapport entre la charge d'équilibre et la charge réelle pour chaque région du Tchad, 2021.

- **Le surpâturage** est le principal facteur responsable de la dégradation des terres de parcours. L'estimation et la cartographie du facteur de surpâturage pour différentes régions indiquent qu'environ 17 % de la superficie du pays est modérément et sévèrement affectée — la plupart étant située dans le centre du pays (Bahr El-Gazer, Ouaddai, N'Djamena, Lac, Kanem, et Wadi Fira), comme l'illustre la carte ii.

## GESTION DES DÉCHETS

Bien que la gestion des déchets soit partiellement mentionnée dans quelques documents officiels, le secteur ne dispose pas de sa propre stratégie nationale ni de son propre plan d'action. Il existe quatre principaux types de déchets, selon la source : les déchets municipaux, biomédicaux, industriels et agricoles.

## Les déchets municipaux

**Déchets solides.** Il n'existe pas de données sur la production de déchets solides municipaux au Tchad. En extrapolant la production de déchets à N'Djamena à l'ensemble des zones urbaines, et les données subsahariennes disponibles à l'ensemble des zones rurales, on obtient une estimation grossière de *2,8 millions de tonnes* par an. Il y a trois étapes importantes dans la gestion des déchets municipaux dans les zones urbaines du Tchad, chacune ayant ses propres défis :

- **La pré-collecte** consiste à collecter les déchets ménagers aux limites des habitations et à les acheminer vers des points de collecte établis, appelés centres de transfert ou zones de collecte. Cette activité est réalisée par les comités d'assainissement sous la supervision des municipalités (qui collectent les déchets pour les citoyens qui ont payé une taxe de pré-collecte), par des prestataires privés (qui sont contractés directement par les ménages), ou par les membres des ménages (qui choisissent de transporter eux-mêmes leurs déchets vers les points de collecte). Cette organisation présente de fortes limites : l'inscription aux services formels de pré-collecte est facultative, le taux d'inscription est très faible, et beaucoup parmi les inscrits ne paient pas les taxes de pré-collecte ; les prestataires privés ne transportent pas toujours les déchets vers les points de collecte, et les éliminent parfois dans des décharges ; enfin, les membres des ménages déversent fréquemment leurs déchets dans des décharges illégales, comme les routes, les marchés et les rivières.
- **La collecte** couvre la collecte des déchets aux points de collecte et leur transport vers les sites d'élimination finale. La couverture de la collecte est insuffisante, car de nombreuses zones ne disposent pas de points de collecte établis (par exemple, les quartiers périurbains et les zones inondables). Les ménages de ces zones sont souvent obligés d'effectuer des dépôts sauvages de déchets, loin de leur propre maison. En outre, les municipalités sont confrontées à des limitations considérables pour la mise en place de nouveaux points de collecte, en raison du manque d'espace suffisant dû à la forte densité urbaine et de la réticence des habitants à accepter des décharges à proximité de leur domicile. De plus, les quelques points de collecte existants sont souvent mal entretenus, ce qui entraîne de mauvaises odeurs, des problèmes sanitaires et des nuisances pour la circulation lorsque les ordures débordent sur les routes.
- **L'élimination.** Environ 85 à 95% des déchets sont éliminés dans des décharges illégales — sur les routes, les marchés, les cours d'eau, les bassins de rétention d'eau, les canaux d'évacuation des eaux de pluies et les rivières. Le reste atteint les décharges publiques qui ne font l'objet d'aucun contrôle. Le brûlage des déchets à l'air libre est très répandu dans tous les sites d'élimination, malgré les lois qui l'interdisent, ce qui entraîne de graves problèmes environnementaux et sanitaires.
- **Le tri et le recyclage** sont pratiqués par les enfants des rues et les chômeurs, et couvrent environ 15 % du total des déchets municipaux. Après le tri, une partie des déchets ménagers est réutilisée comme matériau de remblayage, pour remplir les trous creusés dans les cours, les routes et les dépressions publiques. La pratique du remblayage s'est tellement répandue qu'aujourd'hui, les déchets sont parfois vendus aux particuliers comme matériau de remblayage.

**Les déchets liquides.** Environ *286 millions de m<sup>3</sup>* d'eaux usées municipales sont générées au Tchad chaque année. Ces eaux usées municipales ne sont ni collectées ni traitées, car il n'existe pas de réseaux de drainage, ni de stations d'épuration des eaux usées. En fait, environ 89 % des ménages rejettent les eaux usées directement dans les rues ou dans le milieu naturel. Le problème de l'évacuation des eaux usées reste l'un des problèmes environnementaux les plus aigus au Tchad.

## Déchets biomédicaux

Le Tchad génère environ  $30\,700\text{ m}^3$  de déchets biomédicaux par an. Cependant, il n'existe pas de stratégie nationale, de politique ou de procédures formelles pour leur gestion appropriée.

**Les déchets solides.** Les hôpitaux et autres centres de santé ne disposent pas d'infrastructures en bon état de fonctionnement (par exemple, incinérateur, station d'épuration), ni des procédures nécessaires pour traiter et éliminer les déchets biomédicaux. Par conséquent, ils les brûlent ou les éliminent dans des décharges publiques, sans les séparer des autres déchets municipaux.

**Les déchets liquides** sont collectés dans des fosses septiques qui sont vidées périodiquement, généralement dans les milieux naturels, sans traitement préalable.

Cette situation révèle des problèmes majeurs, notamment : l'absence d'un plan ou d'une procédure de gestion des déchets biomédicaux, l'attention insuffisante portée aux orientations fournies par les agents d'hygiène et d'assainissement affectés aux établissements de santé, le manque d'équipements appropriés (par exemple, poubelles, poubelles spécialisées, etc.), de tri à la source et de systèmes de traitement écologiques.

## Les déchets industriels

Il n'existe pas de données sur la quantité de déchets industriels produits au Tchad ; cependant, la quantité d'eaux usées industrielles a été estimée à environ  $5,3\text{ millions de m}^3$  par an. Il existe un plan qui propose de mettre en place des systèmes de normes et de contrôle pour la gestion des déchets industriels et d'intégrer les études d'impact environnemental dans les projets d'investissement industriel. Cependant, les textes qui régissent ces études sont vagues en ce qui concerne les procédures de gestion des déchets, et il n'existe pas de documents de politique nationale fournissant des lignes directrices pour le contrôle. Globalement, les déchets sont gérés en l'absence de tout contrôle des autorités publiques. Certaines entreprises (par exemple, le secteur pétrolier) suivent certains processus de gestion, intégrant la pré-collecte, la collecte et le traitement des déchets. Cependant, beaucoup n'ont pas défini de plan de gestion des déchets et les rejettent directement dans l'environnement, sans traitement préalable. La production accrue de déchets dangereux et d'effluents industriels appelle des solutions urgentes pour réduire la pollution environnementale.

## Les déchets agricoles

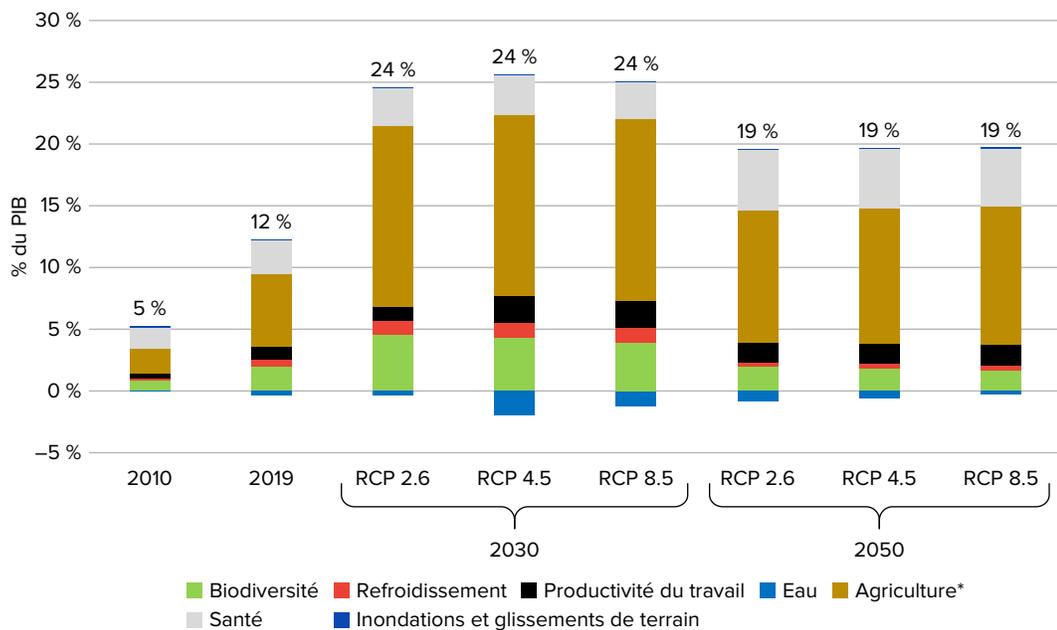
Le Tchad ne dispose d'aucune politique ou plan de gestion des déchets agricoles. Le profil national du pays sur les produits chimiques de 2009 est le seul document officiel mentionnant l'utilisation de pesticides et d'engrais dans l'agriculture, mais sans proposer de plan de gestion. De même, les estimations de la quantité de déchets agricoles ne sont pas disponibles. Il convient de noter que, généralement, la plupart des déchets solides agricoles ne sont pas rejetés dans l'environnement : une partie sert à nourrir le bétail (par exemple, les résidus de récolte), et le reste est utilisé comme matériau de construction (par exemple, la paille pour la fabrication de briques, de toitures et de clôtures). Cependant, les déchets liquides, tels que les eaux usées contaminées par des engrais et des pesticides, sont rejetés sans traitement dans l'environnement.

## CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique a déjà provoqué des impacts importants au Tchad, tels que l'avancée du désert vers le sud et la baisse des rendements agricoles. L'estimation du CDE dû au changement climatique est une étape essentielle pour comprendre l'ampleur des impacts actuels et futurs que le changement climatique pourrait avoir au Tchad. Le CDE dû au changement climatique a été estimé pour 2010, 2019, 2030 et 2050. Les estimations pour 2030 et 2050 sont basées sur les scénarios climatiques RCP2.6, RCP4.5, et RCP8.5. Les résultats montrent que le changement climatique a engendré des dommages représentant **12 % du PIB** en 2019<sup>26</sup>, et que ces dommages atteindront probablement **24 % du PIB** en 2030 (Figure ii).

L'agriculture est le secteur le plus touché par le changement climatique, principalement en raison de la réduction de la productivité du travail et de la baisse des rendements. Elle est suivie par la santé, à cause des décès prématurés dus aux températures extrêmes, au paludisme et à la malnutrition. Le changement climatique devrait également réduire la valeur de la biodiversité de tous les écosystèmes — forêts, agriculture, prairies — en raison du réchauffement du climat. Les coûts résultant du besoin de refroidissement intérieur et des catastrophes environnementales (inondations et glissements de terrain) sont moins élevés, bien que l'ampleur de la dernière catégorie puisse être trompeuse en raison du manque de données. Enfin, l'analyse indique un léger gain attendu en matière de disponibilité de l'eau, principalement dû à l'augmentation des précipitations. Il convient de noter

**FIGURE ii.** Le CDE dû aux changements climatiques au Tchad



Source : Auteurs, 2021.

Note : la valeur de la productivité du travail agricole est incluse dans la catégorie « agriculture ».

26 Il est à noter qu'il existe des chevauchements entre le CDE national et le CDE dû aux changements climatiques pour 2019. Par exemple, les pertes de biodiversité et de productions agricoles dues aux changements climatiques (chapitre 5) sont, dans une certaine mesure, considérées dans le cadre du coût de la dégradation des terres présenté dans le CDE national (chapitre 2). Ainsi, les deux estimations finales (CDE national et CDE dû aux changements climatiques) ne sont pas additives.

que cette évaluation au niveau national peut masquer la présence d'éventuels déficits croissants en eau au niveau local. Une étude plus fine est nécessaire pour identifier les zones qui pourraient bénéficier de gains en eau et celles qui pourraient souffrir de déficits en eau à l'avenir.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Ce CEA démontre que la dégradation de l'environnement au Tchad est très préoccupante, causant des dommages équivalents à environ 23 % du PIB en 2019. La *dégradation des sols* est un problème prioritaire, notamment en raison des changements d'affectation des terres (déforestation, désertification), de l'érosion sévère dans le sud du pays et du surpâturage intense dans l'est. En outre, l'analyse de la *mauvaise gestion des déchets* met en évidence des inefficacités importantes aux niveaux politique, institutionnel et technique. En l'absence de mesures correctives, les impacts de la dégradation de l'environnement risquent de s'aggraver. En outre, le *changement climatique* devrait provoquer des dommages supplémentaires, estimés à environ 24 % du PIB en 2030.

Pour minimiser ces impacts, il est essentiel pour le Tchad de donner la priorité aux actions d'adaptations et de les mettre en œuvre. La Conférence des Nations Unies sur le changement climatique (COP 26), qui s'est tenue à Glasgow, a souligné la nécessité urgente de doubler, d'ici à 2025, l'apport collectif de fonds pour l'adaptation aux pays en développement parties, par rapport aux niveaux de 2019. Il est à espérer que le Tchad bénéficiera de ces possibilités de financement, compte tenu de sa grande vulnérabilité. Une sélection de recommandations concrètes pour améliorer la gestion de l'environnement et atténuer les dommages environnementaux est fournie ci-dessous.

**TABLEAU i. Recommandations générales**

Recommandations pour améliorer la gestion de l'environnement au Tchad			
	Court terme (1–2 ans)	Moyen terme (2–5 ans)	Long terme (5+ ans)
Terres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorer la gestion des connaissances et la communication avec les agriculteurs sur les pratiques de gestion durable des terres (GDT).</li> <li>Travailler avec les communautés pour promouvoir la réhabilitation à faible technologie des terres dégradées.</li> <li>Analyser et diffuser les pratiques locales fonctionnelles de GDT</li> <li>Mettre en place des incitatifs pour la promotion de la mécanisation agricole et l'accès aux crédits/prêts.</li> <li>Améliorer le cadre réglementaire pour stimuler les partenariats public-privé capables de faciliter l'accès aux intrants sur les marchés locaux.</li> <li>Améliorer la coordination sur la gestion et l'utilisation des terres ainsi que la cartographie des terres (pour pouvoir spatialiser les futurs plans et schémas d'aménagement du territoire)</li> <li>Mettre en place/renforcer les structures locales de gouvernances (mise à échelle des comités locaux de gestion des ressources naturelles développés sous le projet ALBIA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Collaborer avec les pays africains pour améliorer le savoir-faire en matière de nouvelles technologies de culture et d'élevage.</li> <li>Adopter des interventions de GDT, en s'inspirant de l'expérience de la Grande Muraille verte (par exemple, le développement de la chaîne de valeur) mais aussi des projets d'investissement.</li> <li>Restaurer les terres dégradées à fort potentiel productif ou protecteur et assurer leur conservation à long terme.</li> <li>Mettre à jour les plans/schémas de gestion de terres et les diffuser au niveau local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcer la collaboration régionale, par exemple l'initiative Adaptation de l'agriculture en Afrique (AAA).</li> <li>Fournir des ressources aux communautés pour la prévention et le contrôle des feux de brousse</li> <li>Travailler avec les autorités traditionnelles pour améliorer la communication, le transfert de connaissances sur l'agriculture neutre en matière de dégradation des terres.</li> <li>Encourager l'accès des femmes à la propriété foncière et leur participation à des activités neutres en termes de dégradation des sols.</li> </ul>

## Recommandations pour améliorer la gestion de l'environnement au Tchad

	Court terme (1–2 ans)	Moyen terme (2–5 ans)	Long terme (5+ ans)
Déchets	<ul style="list-style-type: none"> <li>Élaborer une politique nationale de gestion des déchets et des règlements pour chaque type de déchets et par secteur d'activité.</li> <li>Remettre en vigueur l'arrêté communal de Ndjamena sur l'interdiction de l'utilisation des sachets plastiques et l'étendre aux autres villes du Tchad.</li> <li>Renforcer les capacités institutionnelles pour une gestion appropriée des déchets, et fournir des directives spécifiques pour le traitement des déchets spéciaux (par exemple, biomédicaux, dangereux).</li> <li>Clarifier la mission de l'État concernant les différentes étapes de la gestion des déchets (pré-collecte, collecte, élimination).</li> <li>Transférer les pouvoirs de décision et les ressources aux collectivités décentralisées, avec un cadre réglementaire explicite pour la gestion des déchets solides.</li> <li>Sensibiliser aux techniques appropriées d'élimination des déchets, d'assainissement et d'hygiène (lavage des mains).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encourager les partenariats public-privé pour la gestion des déchets municipaux.</li> <li>Investir dans davantage de points de collecte, de réseaux d'évacuation des eaux usées, et disposer d'au moins une décharge finale contrôlée et un centre de traitement des eaux usées dans chaque région.</li> <li>Soutenir le recyclage des déchets et promouvoir la réutilisation des produits recyclés.</li> <li>Créer une base de données sur les quantités de déchets et faciliter le libre accès à ces données.</li> <li>Créer un laboratoire national d'analyses bactériologiques et chimiques couvrant différents types de polluants.</li> <li>Identifier les zones prioritaires en matière de pollution plastique et mener des études approfondies pour évaluer les alternatives possibles afin de réduire les dommages.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir des zones industrielles, des normes et des standards.</li> <li>Inclure les déchets biomédicaux et agricoles dans la catégorie des déchets industriels et confier leur réglementation au MEPDD.</li> <li>Répertorier et contrôler les entreprises en fonction de la taille des déchets industriels générés.</li> <li>Veiller à ce que tout déversement de déchets industriels dans la nature se fasse en présence d'au moins deux représentants de l'État.</li> <li>Stimuler le recyclage des plastiques par des systèmes de remboursement.</li> </ul>
Changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcer le CDIG : centre de données d'informations géographiques qui devrait centraliser toutes les données pour informer le suivi climatique</li> <li>Elaborer et mettre en œuvre le plan d'investissement de la CDN</li> <li>Mettre en œuvre des mesures de prévention des maladies à transmission vectorielle et hydrique, établir des systèmes d'alerte précoce pour les vagues de chaleur et améliorer les programmes de nutrition pour les enfants.</li> <li>Améliorer les conditions de travail, en particulier pour les travailleurs en extérieur, afin de s'adapter à des températures plus élevées.</li> <li>Améliorer les possibilités de rafraîchissement intérieur pendant les saisons chaudes, en passant à des systèmes énergétiques à faibles émissions (par exemple, des énergies renouvelables).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mener des travaux supplémentaires sur les impacts de la biodiversité et leurs liens avec l'agriculture dans le cadre de différentes projections climatiques.</li> <li>Améliorer les estimations des impacts agricoles par différents types de cultures et de bétail (IFPRI).</li> <li>Étudier le rôle potentiel du changement climatique sur la disponibilité de l'eau dans certaines régions du pays.</li> <li>Mettre à jour les impacts estimés des désastres environnementaux au Tchad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer le screening des politiques et investissements sur les changements climatiques pour l'ensemble des secteurs et restaurer le capital naturel du Tchad — élément fondamental pour les besoins en résilience du pays</li> </ul>
Intersectoriel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégrer l'environnement et les changements climatiques dans les politiques nationales et les budgets annuels nationaux</li> <li>Réinstaurer le HCNE pour assurer la coordination intersectorielle et faciliter l'intégration des problématiques environnementales dans les politiques et investissements sectoriels.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser des études d'évaluation portant sur : la volonté de payer pour une meilleure gestion des déchets, l'évaluation économique des écosystèmes agro-sylvo-pastoraux, les dommages dus aux marées noires, les impacts des abattoirs et des eaux usées non traitées sur la santé et les écosystèmes, et le coût de restauration des zones dégradées.</li> <li>Faire la promotion des villes vertes</li> <li>Développer et mettre en place les bases pour une économie verte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorer le capital naturel du pays (élément fondamental pour le fonctionnement des écosystèmes et les activités économiques, notamment l'agriculture. Ceci contribuera également à la résilience aux changements climatiques. Par exemple, augmenter la couverture forestière autour des champs agricoles permettra de restructurer les sols, réduire les impacts des inondations et augmenter la fertilité des sols ainsi que l'ombrage.</li> </ul>

Outre les recommandations ci-dessus, 3 actions prioritaires clés ont été identifiées pendant l'élaboration du diagnostic. Elles comprennent des actions à portée de main avec des résultats rapides ainsi que les liens avec le portefeuille actuel du Groupe de la Banque mondiale au Tchad.

**TABLEAU ii. Actions prioritaires clé**

	Actions	Potentielles actions à portée de main	Lien avec le portefeuille du Groupe de la Banque mondiale au Tchad
<b>Terres</b>	<b>1</b> Accroître de toute urgence l'adoption de la gestion intégrée du paysage, en particulier dans les régions du centre et du nord, afin de prévenir l'intensification de la désertification due au changement climatique. Pour ce faire, il faut s'appuyer sur les expériences réussies des opérations en cours, telles que le projet ALBIÄ, l'initiative de la Grande Muraille verte, le projet de restauration et de résilience des paysages du Mali et le projet de gestion intégrée des paysages du Niger.	Les pratiques de gestion durable des terres qui ont fait leurs preuves dans le cadre des projets en cours au Tchad et dans la région du Sahel sont étendues.  Les pratiques de technologie rentable pour la réhabilitation des terres dégradées sont encouragées.	<i>Opérations en cours</i> : ALBIÄ (P171611), ProPAD (P162956), PRAPS 2 (P173197), PROLAC (P161706)  <i>Fonds fiduciaire en cours</i> : PROGREEN  <i>Opérations en cours de préparation</i> : Projet de sécurité alimentaire et de résilience phase 2 (P178132)  Potentiel d'investissement de la SFI
<b>Déchets</b>	<b>2</b> Renforcer les capacités institutionnelles et les infrastructures pour une gestion appropriée des déchets au Tchad, notamment en ce qui concerne les déchets solides municipaux, les déchets liquides et les déchets biomédicaux.  Soutenir les partenariats pour le développement d'emplois verts en partenariat avec la SFI (par exemple, la réutilisation, le recyclage, la récupération des déchets), avec l'objectif ultime de « verdir » les villes.	L'interdiction du plastique est renforcée à N'Djamena, et étendue au niveau national.  La gestion des déchets municipaux à N'Djamena et dans les autres zones urbaines est améliorée.  Le tri des déchets biomédicaux (infectieux/non infectieux) dans tous les centres de santé est appliqué, conformément aux recommandations du Plan national des déchets médicaux.	<i>Fonds fiduciaires en cours</i> : CSF  <i>Opérations en cours de préparation</i> : Projet de résilience urbaine de N'Djamena (P177044)  <i>Potentiel d'investissements de la SFI (notamment en faisant investir le secteur privé dans des systèmes de recyclage par exemple)</i>
<b>Climat</b>	<b>3</b> Élaborer et mettre en œuvre le plan national d'investissement de la CDN.  Mettre en œuvre des mesures pour une meilleure adaptation au changement climatique dans les secteurs de l'agriculture et de la santé (telles que des systèmes d'alerte précoce pour les vagues de chaleur, l'amélioration des programmes de nutrition pour les enfants, l'amélioration des conditions de travail pour les travailleurs à l'extérieur, l'amélioration des possibilités de refroidissement à l'intérieur en passant à des systèmes d'énergie à faible émission) par le biais d'opérations financées par la BM.	Réduction des émissions de GES  L'agriculture et le secteur de la santé sont mieux adaptés au changement climatique.	<i>Opérations en cours</i> : ALBIÄ (P171611), ProPAD (P162956), PIRECT (P168185), PROLAC (P161706)  <i>Fonds fiduciaires en cours</i> : CSF, INDC partnership facility  <i>Opérations en cours de préparation</i> : Projet d'accès à l'énergie à grande échelle (P174495), Projet de sécurité alimentaire et de résilience phase 2 (P178132), Projet de fragilité et de résilience (P177163)  <i>Autres initiatives de la BM</i> : CDDR du Sahel





# Chapitre 1 : Introduction

## APERÇU GLOBAL DE L'ENVIRONNEMENT AU TCHAD

Le Tchad est un pays fragile, marqué par la pauvreté, une mauvaise gouvernance et un faible accès aux services de base. Le pays a une population de 16,4 millions<sup>27</sup> d'habitants et un PIB par habitant nettement inférieur à la moyenne subsaharienne (659 USD contre 1 499 USD). L'agriculture représente 48 % du PIB et emploie 77 % de la population active totale. La pauvreté touche une grande partie de la population<sup>28</sup> (42 %). Le pays est confronté à des problèmes de sécurité liés aux conflits dans les pays voisins, à une gouvernance médiocre et centralisée et à un faible accès aux services de base, tels que l'électricité (12 % de la population totale), l'eau potable (39 %) et l'assainissement (8 %)<sup>29</sup>.

La dégradation de l'environnement est un problème national majeur au Tchad. Il est d'autant plus d'actualité que le Tchad est classé comme le pays **le plus vulnérable au monde** aux effets du changement climatique, selon l'initiative Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN). Le changement climatique et la croissance démographique rapide sont les principaux moteurs de la dégradation de l'environnement et constituent une menace pour une croissance durable du pays. A l'origine de ces problèmes, se trouvent d'une part les modes de production et de consommation inappropriés et d'autre part, des réponses souvent

inadéquates ou tout simplement limitées, au regard de l'ampleur des défis.

Le changement climatique est un facteur clé dans la pression croissante sur l'accès aux ressources naturelles exacerbant ainsi la fragilité dans le pays. Les impacts du changement climatique sont importants notamment sur les grands systèmes hydrographiques des bassins du lac Tchad : systèmes naturels, agro-sylvo-pastoraux, halieutiques et humains. En effet, au Tchad, les changements climatiques entraînent la désertification, la dégradation des forêts, la dégradation du potentiel productif des sols, la compétition pour l'accès aux ressources, la dégradation des habitats naturels, la perte de la biodiversité, la baisse du niveau des nappes phréatiques, l'ensablement des oasis. Les effets sont la modification des saisons agricoles, la perturbation des cycles biologiques des cultures, la réduction de la production céréalière, l'allongement du temps et de l'espace nécessaires à la transhumance, la dégradation des aires protégées et des zones humides, la multiplication des feux de brousse.

En outre, la croissance démographique rapide (3 % par an<sup>30</sup>) et la récente pandémie de COVID-19<sup>31</sup> ont exercé une pression supplémentaire sur la sécurité alimentaire<sup>32</sup> et les ressources naturelles. Aujourd'hui, le taux d'épuisement des ressources naturelles au

27 Toutes les données fournies dans ce paragraphe sont tirées de la Banque mondiale, [data.worldbank.org](https://data.worldbank.org), et se réfèrent à 2020, sauf indication contraire.

28 Environ 42 % de la population totale, sur la base de la Banque mondiale 2021. Systematic Country Diagnostic. Forthcoming. Data refer to 2018.

29 [data.worldbank.org](https://data.worldbank.org) pour l'accès à l'électricité et <https://washdata.org> pour l'accès aux services d'eau et d'assainissement.

30 [data.worldbank.org](https://data.worldbank.org), consulté en novembre 2021.

31 Au 30 décembre 2021, environ 5 700 cas et 180 décès dus à la COVID-19 ont été signalés au Tchad, et potentiellement beaucoup d'autres n'ont pas été signalés (<https://www.worldometers.info/coronavirus/>).

32 Plus de la moitié du pays se trouve dans une phase d'insécurité alimentaire «stressante» (<https://fews.net/west-africa/chad>).

Tchad est presque trois fois supérieur à la moyenne subsaharienne<sup>33</sup>.

L'économie tchadienne étant basée sur les ressources naturelles, ces problèmes sont profonds. L'environnement n'est pas un secteur d'activité économique comme l'agriculture ou l'industrie, il s'agit plutôt d'un intrant incontournable dans la plupart des activités productives et vice-versa, la plupart des systèmes de production ont des impacts sur l'environnement qui menacent leur propre durabilité. L'impact des catastrophes liées au climat telles que les sécheresses ou les inondations est amplifié car le pays ne dispose pas de ressources suffisantes pour les combattre. En effet, l'allocation du budget national à l'environnement ne représente que 0,8 %<sup>34</sup> du budget total. Or, sans données fiables sur l'environnement, il est difficile d'estimer les impacts probables du changement climatique sur l'économie et le développement du pays.

En sus d'une croissance démographique accrue et d'une dégradation de l'environnement et des ressources naturelle exacerbée par les changements climatiques, le Tchad fait face à d'autres défis :

- i. **Le braconnage offre un autre exemple de gestion non durable des ressources naturelles.** En effet, la population d'éléphants du Tchad est passée d'un nombre estimé à 300 000 dans les années 1930 (Antonínová, Malachie et Banymary, 2014) à 450 animaux en 2010, puis a recommencé à augmenter pour la première fois depuis des décennies. En 2018, on comptait 559 animaux dans le parc national de Zakouma. Les éléphants restants du Tchad vivent autour de l'écosystème du parc national de Zakouma, et dans le sud, le long de la frontière avec la République centrafricaine et la République du Cameroun. L'approvisionnement du commerce illégal de l'ivoire est la principale cause de ce déclin en nombre et en distribution. Le déclin des populations d'éléphants et d'autres espèces est aggravé par la destruction et la fragmentation des habitats pour l'agriculture et le développement, l'extension du désert vers le sud, l'instabilité à long terme et les guerres civiles.
- ii. **La pollution urbaine est une autre dimension importante des défis environnementaux auxquels**

**est confronté le Tchad.** Elle est due à l'augmentation des quantités de déchets (de 0,5 kg à 0,7 kg par habitant et par jour au cours de la période 2012–2017), aux faibles taux de collecte et au manque de décharges sanitaires, d'équipements de tri et d'installations de recyclage (Scarlat et al., 2015). La situation est alarmante dans les zones urbaines, où se concentrent les plus gros volumes de déchets. Par exemple, la ville de N'Djamena génère environ 600 tonnes de déchets solides par jour, dont moins de 20 % sont collectés et transférés dans des décharges. Dans certains quartiers, pas plus de 5 % des déchets solides sont collectés, le reste étant déversé sur les routes, les marchés et d'autres sites publics (Bantin et Jun, 2018 ; Warri, 2012). Les catégories de déchets suivantes sont particulièrement nocives : (i) les déchets médicaux mal gérés, en particulier les déchets infectieux, qui représentent 20 % des déchets médicaux du pays ; (ii) les déchets plastiques, si leur interdiction a permis de réduire la pollution plastique à court terme, la tendance s'est inversée ces dernières années, des quantités croissantes bloquant les cours d'eau et endommageant l'environnement ; et (iii) les eaux usées non traitées des ménages et des industries déversées dans les cours d'eau (par exemple, les rivières Chari et Logone), entraînant une forte contamination de l'eau — même des sources classées comme « sources d'eau améliorées » par l'Organisation mondiale de la santé.

- iii. **La pandémie de COVID-19 et les restrictions imposées pour lutter contre la propagation de la maladie ont eu des effets positifs à court terme sur l'environnement mondial.** Il s'agit notamment d'améliorations temporaires de la qualité de l'air, d'une diminution des émissions de gaz à effet de serre et d'une baisse des niveaux de pollution sonore. Cependant, quelques conséquences négatives sont à noter, et les contraintes émergentes au Tchad, telles que la perte de biodiversité et les dommages intensifs aux systèmes alimentaires, augmentent la probabilité des maladies zoonotiques. En effet, comme le montre l'épidémie de COVID-19, les zoonoses provenant de la faune sauvage posent d'énormes risques pour la santé publique, la biosécurité et même la sécurité mondiale. Les pressions anthropiques éliminent l'effet tampon que procurent la biodiversité et les écosystèmes, ce qui accroît les risques sanitaires. Par ailleurs, le commerce illégal d'espèces sauvages aggrave directement ces risques, en rapprochant la nature des populations humaines. Compte tenu de la récente pandémie de

33 Elle a été estimée à 12 % du revenu national brut au Tchad, contre 6,7 % pour la région Sub-Saharienne en 2019 (data.worldbank.org)

34 Projet de loi des finances du Tchad, 2019 — file:///C:/Users/wb542707/Downloads/PLF%202019%20adopte%20par%20le%20CM%20du%2030\_11\_2019%20(2).pdf

COVID-19, la résilience des terres et des moyens de subsistance est essentielle, notamment la création d'emplois par le biais d'activités génératrices de revenus et le renforcement des systèmes de santé par l'amélioration de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et des services d'hygiène. En soutenant une meilleure gestion des ressources naturelles, la restauration des habitats et la lutte contre le commerce illégal d'espèces sauvages, le gouvernement pourrait contribuer directement à la restauration du tampon naturel et au renforcement de la lutte contre les futures pandémies.

- iv. **Les capacités au niveau national.** L'environnement au Tchad est placé sous la tutelle du Ministère de l'Environnement de la Pêche et du Développement Durable (MEPDD). En revanche étant un secteur transversal, sa gestion et son suivi font appel à d'autres secteurs. Cependant, les ministères sectoriels au Tchad ont une connaissance de base des questions environnementales. Bien que (i) certains secteurs aient créé des unités environnementales et sociales pour s'assurer que les questions environnementales et sociales sont prises en compte, même si elles manquent de personnel et sont sous-équipées ; et (ii) les ministères sectoriels mettent en œuvre des projets financés par les bailleurs (y compris des projets de la Banque mondiale), intègrent les préoccupations environnementales et disposent d'un personnel dédié à cet effet, le mécanisme de coordination intersectorielle n'est pas encore opérationnel. En outre, la Direction de l'évaluation environnementale, du contrôle et de la lutte contre la pollution (DEELCPN) ne dispose pas de capacités institutionnelles solides, pourtant il s'agit du département spécifique qui couvre les évaluations environnementales, la pollution (déchets, etc.) et les nuisances (bruit, etc.) sous la tutelle du MEPDD. Cet état de fait ne permet pas une mise en œuvre forte et rigoureuse de la loi et des procédures d'évaluation environnementale qui sont également exacerbées par l'instabilité institutionnelle, c'est-à-dire les changements constants dans l'organigramme du MEPDD : au moins quatre changements en moins de trois ans (entre mars 2018 et novembre 2020). Le DEELCPN n'est pas en mesure d'assurer un suivi adéquat des recommandations de l'EIE en raison d'un manque de ressources (humaines et matérielles). Si le système d'évaluation environnementale existe, sa mise en œuvre reste limitée (en termes de qualité et de capacité).

## PROGRÈS RÉALISÉS ET ENGAGEMENTS NATIONAUX POUR LA GESTION DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT AU TCHAD

Ces défis écologiques sont depuis longtemps au centre des préoccupations des pouvoirs publics au Tchad faisant de la protection de l'environnement une priorité des politiques publiques. En raison de son extrême vulnérabilité environnementale et de la rareté de ses ressources naturelles, le Tchad a rassemblé des efforts pour (i) promouvoir l'environnement comme une priorité et un thème transversal clé dans l'économie et la planification de la nation, et (ii) développer des outils pour promouvoir l'économie verte. En particulier, depuis 2015 :

- i. Le Tchad a placé la protection de l'environnement au cœur d'un document stratégique national. Le Plan national de développement (PND) 2017–2021 — document cadre de référence pour la politique nationale d'interventions de l'État et de ses partenaires — a pour objectif général de poser les bases de la résilience en période d'incertitude. De manière spécifique, les objectifs du PND sont : (i) d'œuvrer pour un Tchad en paix, respecté et impliqué dans son environnement régional et international ; (ii) de donner à chaque citoyen l'accès à l'eau et à la santé, au logement, à l'énergie et à la mobilité ; et (iii) de construire un Tchad dynamique, économiquement fort et respectueux de l'environnement. En outre, le manifeste de N'Djamena, 1976 est un des nombreux exemples phares d'initiatives prises par le Gouvernement avec pour but de gérer et de conserver l'héritage naturel comme une partie intégrante du patrimoine national pour le bien être des générations présentes et futures. Ce document souligne par ailleurs la valeur culturelle, scientifique et économique de la nature et de ses ressources.
- ii. Le gouvernement du Tchad s'engage à mettre fin à la crise du braconnage et du trafic de faune et à protéger ses ressources naturelles. Le Tchad a été l'un des gouvernements fondateurs de l'Initiative pour la protection des éléphants, et a élaboré un projet solide de Stratégie nationale de conservation et de gestion des éléphants, qui détaille les actions multiformes nécessaires pour sécuriser les populations d'éléphants restantes — y compris l'amélioration de l'application de la loi et du système judiciaire ; le renforcement de la planification et de la gestion de l'utilisation des terres pour assurer la connectivité et la fonctionnalité de l'écosystème, réduire la dégradation de l'habitat et restaurer la couverture végétale ; et améliorer l'engagement de la communauté

pour la gestion de la faune qui doit être associée à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration des moyens de subsistance. Ces actions contribueront, à terme, à une productivité durable et à des mesures d'atténuation du changement climatique.

- iii. Le gouvernement a mis en place des exonérations fiscales pour les entreprises vertes. La loi de finances 2020 comprend deux mesures clés pour promouvoir l'utilisation des énergies vertes : (i) l'acquisition de matériaux et d'équipements pour produire des énergies renouvelables n'est plus soumise à des droits de douane ; et (ii) les intérêts des prêts accordés pour l'achat d'équipements d'énergie verte ne sont plus soumis à la taxe sur la valeur ajoutée. En outre, les bénéfices tirés de ces types de prêts sont exonérés de l'impôt sur les sociétés.
- iv. Le Gouvernement vient de mettre à jour sa Contribution Déterminée Nationale en amont de la COP 26 en octobre 2021, qui traduit ses efforts pour réduire les émissions nationales et s'adapter aux impacts du changement climatique. La CDN s'aligne également sur la Vision 2030 du Tchad.

Cependant, ces initiatives sont trop souvent restées au niveau sectoriel, limitant ainsi leur portée et ne leur permettant pas d'atteindre durablement les résultats escomptés. Les éléments de la politique nationale en matière d'environnement, se trouvent par ailleurs dans divers textes législatifs et réglementaires (lois et codes régissant la gestion de l'eau, du foncier, des mines etc.) sans un document unificateur ou fédérateur. Par conséquent, les objectifs, les résultats attendus et les actions à mener se trouvent de manière disparate dans divers documents et n'offrent pas la possibilité d'une vision synthétique fixant le cap et énonçant clairement la détermination du pays, notamment celle du Gouvernement, d'offrir des conditions de vie descente et durable aux citoyens et à œuvrer dans le concert des nations pour la préservation de la terre et de ses ressources vitales.

## OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif de cette étude est d'aider le gouvernement tchadien à comprendre les principaux défis

environnementaux qui affectent le développement (en mettant l'accent sur la dégradation des terres, la gestion des déchets, et les changements climatiques) et de recommander des voies de développement résilientes au climat pour soutenir le renforcement des capacités, l'élaboration de politiques et investissements en vue de promouvoir une économie verte pour le pays. Le dernier diagnostic environnement pays a été mené il y a plus de deux décennies : en 1994. L'étude proposée est donc particulièrement importante et opportune pour identifier et réévaluer les principaux défis environnementaux qui assaillent le Tchad.

Ce diagnostic fournit une vue d'ensemble des principaux défis environnementaux au Tchad et une analyse approfondie sur trois priorités identifiées par le gouvernement. Il est basé sur un examen complet de la littérature existante, des cartes SIG disponibles sur des questions critiques, telles que la déforestation (par exemple, Global Forest Watch et les services de connaissances, d'informations et de données de la Banque mondiale, etc.), et des consultations avec les parties prenantes — experts du gouvernement et du monde universitaire. Il convient de noter que la pandémie et l'insécurité — amplifiée par le décès du président en avril 2021 — ont restreint la capacité de l'équipe à collecter des informations en dehors de N'Djamena. Malgré ces contraintes, le diagnostic se fonde sur les informations disponibles au niveau du pays, les bases de données internationales et une enquête primaire menée à N'Djamena pour fournir, pour la première fois, des estimations des dommages dus à la dégradation de l'environnement, à la pollution plastique et au changement climatique.

## STRUCTURE DU RAPPORT

La dégradation de l'environnement peut infliger des coûts élevés à la société, en termes de décès prématurés, pertes de revenu, et dégâts aux écosystèmes. Pour mieux comprendre l'ampleur de ces dommages, le chapitre 2 fournit une estimation du coût de la dégradation de l'environnement, en illustrant les défis environnementaux prioritaires au Tchad. Ensuite, le chapitre 3 présente une analyse approfondie de la dégradation des terres, en se concentrant sur la désertification, l'érosion hydrique, et le surpâturage. La problématique de la gestion des déchets est traitée par la suite,

notamment les impacts des déchets en plastiques dans une zone *hotspot* (chapitre 4). Étant donné la vulnérabilité du pays aux risques liés au climat, le chapitre 5 fournit une vision des effets du changement climatique

sur les différents secteurs à l'horizon 2030 et 2050. Enfin, des recommandations concrètes pour améliorer le développement durable du Tchad sont fournies dans le chapitre 6.





# Chapitre 2 : Coût de la dégradation de l'environnement au Tchad

Le Tchad est soumis à une forte dégradation de l'environnement. Ceci est le résultat de plusieurs facteurs, tels que les pratiques inadéquates d'approvisionnement en eau, d'assainissement, et d'hygiène, la gestion inappropriée des déchets, l'utilisation non soutenable des terres, et le changement climatique. Il est donc très important d'estimer l'ampleur des dommages causés par ces facteurs afin d'identifier les secteurs nécessitant des interventions urgentes. L'objectif de ce chapitre est d'évaluer *pour la première fois* le coût de la dégradation de l'environnement (CDE) au Tchad. Il convient de noter qu'à cause de la rareté des données récentes et des restrictions actuelles sur les déplacements dans le pays (COVID, sécurité), de nombreuses informations utilisées ont été, principalement, extraites de documents et de bases de données existantes aux échelles globale, régionale ou nationale. De ce fait, nous considérons que ce chapitre présente un *ordre de grandeur* de l'ampleur du CDE, sur la base des informations secondaires, complétées par des hypothèses les plus réalistes possibles.

## OBJECTIF ET PORTÉE

Ce chapitre estime en termes monétaires le CDE annuel au Tchad. En particulier, il évalue les dommages à trois niveaux : économique, tels que la réduction de la productivité agricole due à la dégradation des terres ; social, tels que les pertes dues aux décès prématurés causés par la pollution de l'air et de l'eau ; et environnemental, par exemple, la réduction de la valeur des

écosystèmes dans les zones situées à proximité des décharges insalubres.

Il est à noter que certaines activités ont des impacts à court terme : par exemple, l'élimination inappropriée des déchets dans les cours d'eau contribue à la prolifération des maladies hydriques, avec une durée allant de quelques jours à quelques semaines. D'autres activités ont des impacts à long terme : par exemple, la désertification entraîne des pertes irréversibles de productivité et de biodiversité liées à la dégradation des écosystèmes agro-sylvo-pastoraux. Cette étude estime la valeur actualisée des impacts présents et futurs causés par les activités survenant au cours d'une année, en utilisant un taux d'actualisation de 6 % et un horizon temporel de 30 ans<sup>35</sup>. L'analyse se concentre sur la dégradation induite tant par l'homme (pollution de l'eau due aux pratiques inadéquates d'assainissement) que par les facteurs naturels (tels que l'érosion du sol).

Il convient de noter que la pandémie de COVID-19 a *considérablement affecté* la sécurité alimentaire et la situation nutritionnelle des enfants et des ménages au Tchad (PNUD et al., 2020). Comme dans d'autres pays, elle a également aggravé les défis environnementaux, tant à court terme — par exemple, à travers l'augmentation des déchets plastiques et médicaux, en raison de l'utilisation accrue de masques, de gants et

<sup>35</sup> Le taux d'actualisation se base sur les lignes directrices de la Banque mondiale (2016a). L'horizon temporel a été choisi en supposant qu'une personne d'âge moyen pourra bénéficier des services environnementaux pour encore 30 ans.

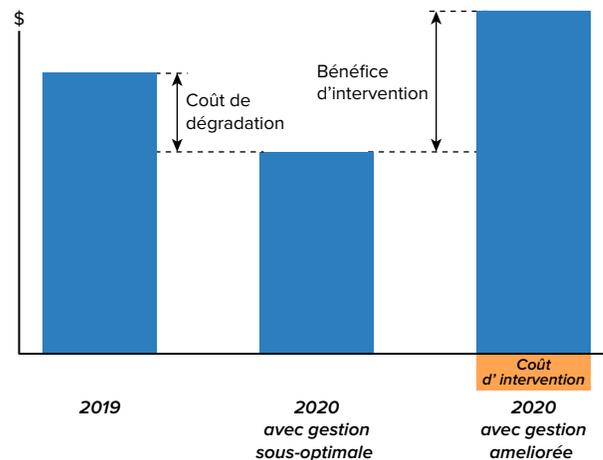
de récipients alimentaires<sup>36</sup>, qu'à long terme — à travers les difficultés d'investissement dans la protection de l'environnement dues au déficit budgétaire pendant les années 2020–2021. Cependant, comme l'ampleur de ces impacts n'est pas connue, cette étude estime le CDE dans une année typique (sans COVID-19). Les sections suivantes présentent la méthodologie d'évaluation et d'estimation du CDE lié aux catégories suivantes : eau, air, terres, déchets, et déversements d'hydrocarbures pour l'année 2019 comme année de référence.

## MÉTHODOLOGIE

**Le contexte d'évaluation.** La figure 2.1 illustre la valeur économique des écosystèmes naturels. À tout moment, les écosystèmes d'un pays offrent certains avantages (tels que la biodiversité), en fonction du type de gestion adoptée et du contexte socio-économique local. La première colonne montre la valeur économique de ces bénéfices pour une année donnée (2019). La deuxième colonne présente la valeur de ces avantages pour l'avenir ; ils sont supposés être moins élevés à cause de la dégradation, en raison d'une gestion sous-optimale par exemple, ou de l'évacuation des eaux usées municipales non traitées. La différence entre les deux valeurs représente le coût des dommages causés par la dégradation actuelle, à savoir le CDE.

Il est important de noter que les coûts de dégradation ne font qu'indiquer l'étendue des dégâts et les domaines nécessitant des actions urgentes pour l'amélioration de l'environnement. Ils ne fournissent aucune information sur le meilleur choix d'interventions ou leurs rentabilités. La troisième colonne en est le reflet, elle montre que la rentabilité des interventions doit être mesurée en comparant leurs avantages aux coûts respectifs. **Ce chapitre estime uniquement le CDE**, à travers la différence entre la première et la deuxième colonne. Les bénéfices et les coûts liés aux interventions de restauration ne font pas l'objet de ce rapport ; cependant, plusieurs auteurs ont démontré que la mise en œuvre de telles interventions peut apporter des bénéfices nets très élevés<sup>37</sup>.

**FIGURE 2.1. Valeur économique des écosystèmes**



Source : Pagiola et al. (2004)

**Les méthodes d'évaluation.** L'estimation du CDE se base sur une large gamme de méthodes d'évaluation, tirées de la littérature environnementale disponible (p.ex. Dixon et al., 1994 ; Freeman, 2003 ; Willis et Garrod, 2012 ; Markandya, 2020). Le tableau 2.1 et l'encadré 2.1 résument les méthodes utilisées dans ce chapitre et leur limitations, alors que les paragraphes suivants illustrent leur application pour chaque catégorie de dommage.

**Eau.** Les pratiques inadéquates d'approvisionnement en eau potable, d'assainissement et d'hygiène — *inadequate water, sanitation, and hygiene, WASH* — affectent souvent la santé humaine, par exemple, en raison des maladies à transmission hydrique, telles que la diarrhée, le paludisme, et la malnutrition. Cette section estime ces impacts en deux étapes. Tout d'abord, elle quantifie la mortalité (nombre de décès prématurés) et la morbidité (nombre d'années vécues avec l'incapacité, AVI) sur la base des données de l'étude sur la charge mondiale de morbidité pour le Tchad (*Global Burden of Disease study, GBD*) (IHME, 2020). Ensuite, elle estime le coût économique de la mortalité, sur la base de la Valeur de la Vie Statistique (VVS) et de la morbidité, sur la base de la Valeur d'Années de Vie Statistique (VAVS).

**Air.** La pollution de l'air est un risque très important pour la santé humaine dans le monde. L'exposition aux particules fines (matières particulaires avec un diamètre inférieur à 2,5 micromètres,  $PM_{2,5}$ ) est particulièrement nocive pour la santé, en provoquant des décès prématurés, ainsi que des maladies respiratoires, cardiovasculaires et neurologiques (Bowe et al., 2019 ; Peoples, 2020). Cette section évalue l'impact de l'exposition à la

36 <https://www.scientificamerican.com/article/covid-19-has-worsened-the-ocean-plastic-pollution-problem/>

37 Par exemple, le PNUE (2015) a estimé que le rapport bénéfice-coût moyen des actions visant à prévenir l'épuisement des nutriments induits par l'érosion est d'environ 6,6 en Afrique et peut atteindre entre 8 et 10 au Tchad.

**TABLEAU 2.1. Méthodes d'évaluation utilisées pour l'estimation du CDE**

Catégorie	Impact	Méthode quantification physique	Méthode quantification monétaire
<b>Eau</b>	<i>Impacts sur la santé</i>	Décès prématurés	VVS (mortalité)
	Diarrhée, paludisme, schistosomiase, etc.	AVI (morbidité)	VAVS (morbidité)
<b>Air</b>	<i>Impacts sur la santé</i>	Décès prématurés	VVS (mortalité)
	Infections de voies respiratoires inférieures, etc.	AVI (morbidité)	VAVS (morbidité)
<b>Terres</b>	Pertes dues aux changements d'occupation des terres	Analyse multi chronique d'images satellitaires	Valeur économique totale*
	Pertes dues à l'érosion hydrique	InVEST (SDR) et changement de productivité	Prix de marché
	Pertes dues au surpâturage	Pression pastorale et changement de productivité	Prix de marché
<b>Déchets</b>	<i>Déchets solides municipaux</i>		
	Collecte insuffisante	Population non-couverte	CAP pour la collecte
	Élimination inappropriée	Population exposée	CAP pour l'élimination
	<i>Déchets liquides</i>	Nombre ménages	CAP pour le traitement
	Élimination des eaux usées non-traitées		
	<i>Déchets chimiques</i>		
Impacts sur la santé dus à l'exposition aux substances chimiques	Décès prématurés AVI (morbidité)	VVS (mortalité) VAVS (morbidité)	
<b>Déversements du pétrole</b>	Impacts des déversements sur l'économie et l'environnement	Quantité déversée	Prix de marché, transfert des bénéfices

Notes : AVI = années vécues avec l'incapacité ; CAP = consentement à payer ; InVEST = Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs ; VAVS = valeur d'années de vie statistique ; VVS = valeur de la vie statistique. \* Sur la base du prix de marché pour les produits tangibles et du transfert des bénéfices pour les services écosystémiques.

pollution intérieure et extérieure sur la santé humaine. En utilisant les informations les plus récentes de l'étude GBD, elle estime l'effet de PM<sub>2,5</sub> sur la mortalité prématurée et la morbidité au Tchad. En outre, d'une façon similaire au paragraphe précédent, elle évalue le coût lié à la mortalité prématurée sur la base de la VVS, et celui lié à la morbidité par le biais de la VAVS.

**Terres.** Les terres utilisées pour des différents usages — p.ex. l'agriculture, pâturage, forêts — possèdent une certaine valeur économique. Si ces terres se dégradent ou deviennent désertiques, cette valeur diminue ou disparaît à cause de la perte partielle ou totale des productivités des usages auxquels elles ont été affectées. Cette section estime les pertes liées à trois types de dégradation : *les changements d'occupation du sol* (p.ex. défrichement, désertification) à travers la différence de valeur économique totale<sup>38</sup> entre les occupations des terres initiales et celles après conversion ;

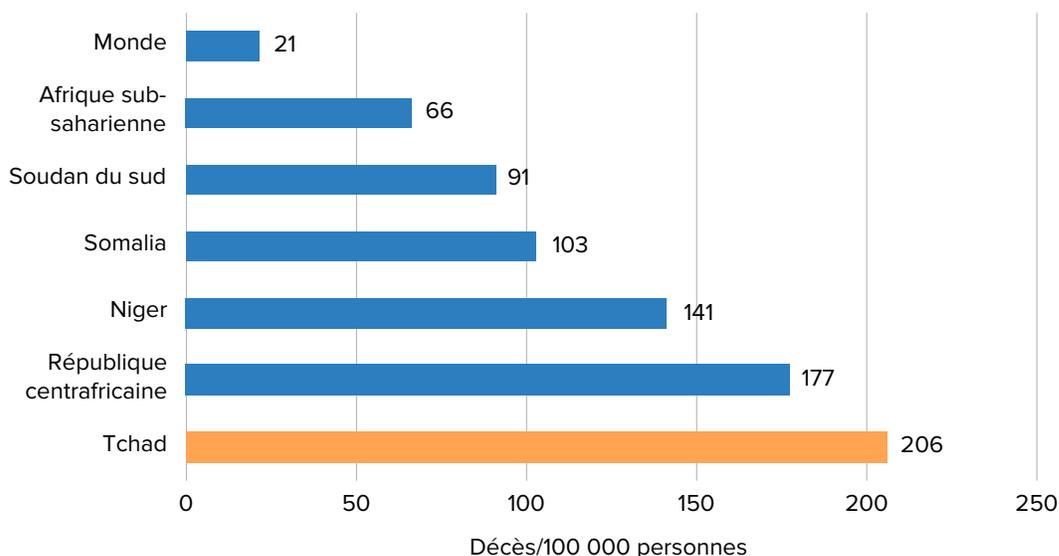
*la dégradation liée à l'érosion hydrique* — estimée sur la base du modèle InVEST<sup>39</sup> (pour l'évaluation de l'érosion), de la méthode du changement de productivité (pour l'évaluation des pertes de rendement dues à l'érosion), et la valeur nette des produits agricoles (pour l'estimation du coût économique), et *la dégradation liée au surpâturage*, en utilisant la cartographie (pour identifier les superficies affectées), une fonction de production (pour évaluer les pertes de productivité fourragère associées), et la valeur économique nette de la production pastorale (pour le coût économique).

**Déchets.** La gestion des déchets pose des défis complexes, car elle concerne un large éventail de déchets, par ex. municipaux, liquides, chimiques, etc. Cette section estime plusieurs impacts : les dommages dus à une gestion insuffisante des déchets *municipaux*, estimés sur la base du CAP de la société pour une meilleure collecte et élimination des déchets ;

38 La valeur économique totale (VET) d'un écosystème comprend trois composantes principales : la valeur d'usage direct, qui découle de l'utilisation directe de la ressource, telle que la production agricole et fourragère ; la valeur d'usage indirect, telle que la réduction de l'érosion et la régulation des nutriments, et la valeur de non-usage, qui est attribuée aux autres espèces ou habitats sans intention ou possibilité de les utiliser, par exemple la conservation de la biodiversité.

39 InVEST est un outil qui permet d'estimer l'effet des changements dans les écosystèmes sur les services qu'ils fournissent, notamment les services hydrologiques. InVEST est une suite de modèles qui sont spatialement explicites, utilisant des cartes comme sources d'informations et produisant des cartes comme sorties des modèles. Ces modèles permettent d'estimer à la fois la quantité des services écosystémiques, et potentiellement leur valeur monétaire.

**FIGURE 2.2.** Pays avec le taux de mortalité le plus élevé dû à WASH inapproprié (2019)



Source : IHME, 2020

les dégâts causés par les déchets *liquides*, évalués sur la base du CAP pour le traitement des eaux usées non-traitées ; et les impacts des déchets *chimiques* sur la santé, estimés sur la base de la VVS (pour la mortalité prématurée) et la VAVS (pour la morbidité).

**Déversements de pétrole.** L'extraction du pétrole génère parfois des déversements, qui ont des impacts sur les écosystèmes naturels. Cette section évalue ces effets en termes de valeur économique du pétrole perdu, du coût de nettoyage et de récupération, et des dommages à l'environnement. La réalisation d'une étude primaire complète sur le CAP pour réduire les impacts des déversements dans le pays est nécessaire pour affiner les estimations monétaires des dommages obtenus.

Il est important de noter que les informations nécessaires pour l'estimation de certains impacts (p.ex. liées à l'eau, à l'air, aux terres) souffrent d'un certain degré d'incertitude. Pour cette raison, ces estimations sont souvent exprimées en termes d'intervalle de valeurs. Afin de rester prudents, ce chapitre évalue le *CDE minimum*, en considérant uniquement les bornes inférieures de ces intervalles.

## EAU

Selon la plus récente étude GBD, le Tchad est *le pays avec le taux de mortalité le plus élevé au monde en raison des pratiques WASH inadéquates* : 206 décès

pour 100 000 habitants (Figure 2.2). En outre, le pays détient également le taux de mortalité le plus élevé au monde parmi *les enfants de moins de cinq ans* : 822 décès pour 100 000 enfants, selon les mêmes statistiques.

Nous estimons les impacts de ces pratiques sur la santé, en termes de maladies diarrhéiques, paludisme<sup>40</sup>, infections respiratoires, malnutrition, et schistosomiase. L'analyse s'appuie sur les données de l'étude GBD sur la mortalité et la morbidité dues aux maladies citées ci-dessus ; et sur les proportions attribuables à l'insalubrité de l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène fournies par Pruss-Ustun et al. (2019). Ainsi, le tableau 2.2 estime l'impact de la qualité insuffisante de l'eau potable, de l'assainissement, et d'hygiène sur la mortalité (entre 23 200 et 63 300 décès prématurés) et sur la morbidité (entre 50 100 et 124 300 AVI).

Le coût de la mortalité est évalué sur la base de la valeur de la vie statistique (VVS), qui reflète le consentement à payer (CAP) pour de petites réductions des risques de décès. La VVS pour le Tchad a été estimée à 37 900 USD, sur la base de la méthode du transfert des bénéfiques, en utilisant une valeur de base à partir d'une méta-analyse menée dans les pays de l'OCDE (Banque mondiale, 2016b). L'estimation de la morbidité

<sup>40</sup> Pour cette maladie, nous estimons les impacts sur la santé de la gestion insuffisante de la ressource en eau, par exemple, le manque de nettoyage et d'entretien des drains, l'élimination systématique des plans d'eau stagnante, et l'établissement des habitations à proximité des vecteurs de transmission.

**TABLEAU 2.2.** Impacts de la qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la santé (2019)

	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum
<b>Mortalité</b>				
Diarrhée		19 200	29 500	42 400
Paludisme		1 700	5 800	13 300
Infections respiratoires	Nombre décès	2 000	4 300	7 000
Malnutrition protéino-énergétique (< 5 ans)		200	300	500
Schistosomiase		100	100	100
<b>Total</b>		<b>23 200</b>	<b>40 000</b>	<b>63 300</b>
<b>Morbidité</b>				
Diarrhée		34 600	50 000	69 400
Paludisme		10 300	22 700	39 400
Infections respiratoires	Nombre AVI	2 000	4 300	7 000
Malnutrition protéino-énergétique (< 5 ans)		2 000	3 100	4 400
Schistosomiase		1 200	2 300	4 100
<b>Total</b>		<b>50 100</b>	<b>82 400</b>	<b>124 300</b>

Sources : IHME (2020) pour la mortalité et morbidité ; Pruss-Ustun et al. (2019) pour les proportions attribuables des cas de malnutrition protéino-énergétique (17 %), schistosomiase (46 %) et paludisme (80 %) dus à la qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène dans les pays sub-sahariens ; VVS et VAVS estimés à partir du transfert des avantages tirés des études de l'OCDE, sur la base de la Banque mondiale (2016b).

est basée sur le concept de la valeur d'années de vie statistique (VAVS). Cette valeur a été estimée à 1 800 USD, en divisant la VVS par le nombre d'années (actualisé) restant à une personne d'âge moyenne au Tchad<sup>41</sup> (Robinson et Hammitt, 2018). En conséquence, si l'on considère la borne inférieure de l'impact obtenu sur la santé — 23 200 décès prématurés et 50 100 AVI — le coût lié à la dégradation de l'eau est estimé à environ<sup>42</sup> **969 millions USD, soit 8,6 % du PIB.**

## AIR

Actuellement, il n'existe pas de réseaux de surveillance de la qualité de l'air au Tchad. En l'absence des mesures du sol, cette section estime l'impact de la pollution de l'air sur la santé sur la base des informations tirées de GBD<sup>43</sup> (IHME, 2020). Le tableau 2.3 illustre l'impact de l'exposition aux PM<sub>2,5</sub> sur la santé humaine, en termes de mortalité (entre 14 800 et 31 000 décès prématurés)

et morbidité (entre 17 700 et 38 600 AVI). La pollution de l'air intérieur due à l'utilisation de combustibles solides pour la cuisson et le chauffage<sup>44</sup> est responsable de la plupart des décès. Si l'on considère la borne inférieure de ces résultats, la figure 2.3 illustre la distribution des décès prématurés liés à la pollution de l'air au Tchad. On note que les infections des voies respiratoires inférieures (p.ex. bronchite, pneumonie), et les problèmes maternels et néonataux (p.ex. les impacts sur la naissance) représentent les causes principales des décès prématurés dus à l'exposition à PM<sub>2,5</sub> au Tchad. De plus, les enfants de moins de 5 ans constituent le groupe le plus touché, avec environ 60 % des décès prématurés liés à la pollution de l'air.

En appliquant la même méthodologie que dans la section précédente — VVS pour la mortalité et VAVS pour la morbidité — le coût minimum associé aux dommages à la santé est évalué à environ **595 millions USD soit 5,3 % du PIB<sup>45</sup>.**

41 Cette valeur est très conservatrice. Une autre étude (Patenaude et al., 2019) a estimé la VAVS en Tanzanie correspondant à 3 770 USD en prix courant 2015. Si on l'applique la méthode du transfert des bénéfices au Tchad, ceci correspondrait à environ 3 100 USD au Tchad en prix courant 2019.

42 Si l'on considérait les valeurs moyennes du tableau 2.2, ce coût aurait été d'environ 1,7 milliards USD, soit 15 % du PIB.

43 Ces statistiques utilisent des données satellitaires et d'autres observations pour estimer l'impact physique sur la santé de la pollution de l'air avec des PM<sub>2,5</sub> dans chaque pays.

44 Selon l'enquête démographique et de santé 95 % des ménages au Tchad utilisent du combustible solide pour cuisiner : 58 % à N'Djamena, 95 % dans d'autres villes, et 98 % dans les zones rurales (INSEED, 2016).

45 Si l'on considérait les valeurs moyennes du tableau 2.3, ce coût aurait été d'environ 875 millions USD, soit 8 % du PIB.

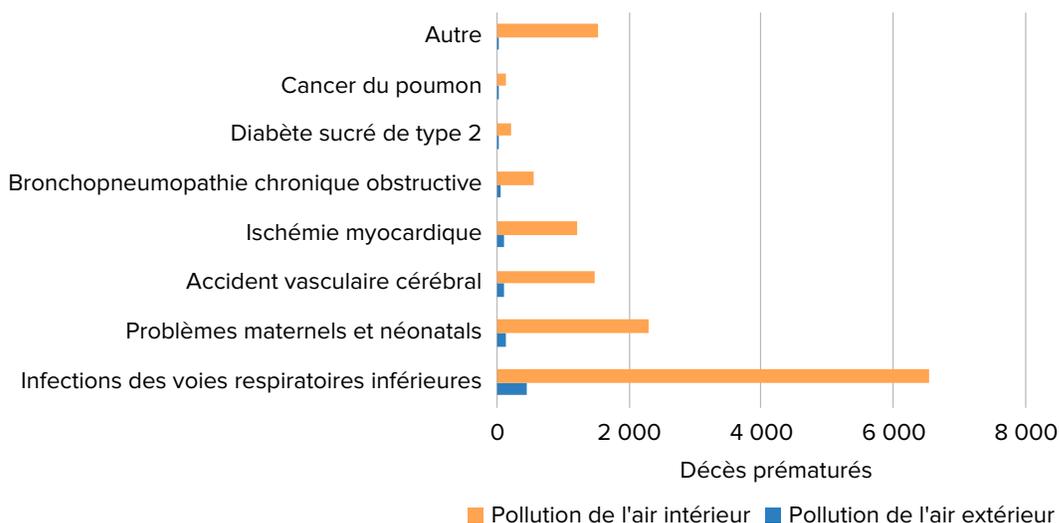
**TABLEAU 2.3.** Impacts de la pollution de l'air sur la santé (2019)

	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum
<b>Mortalité</b>				
Pollution de l'air intérieur	Nombre décès	13 900	19 100	25 000
Pollution de l'air extérieur		900	2 600	5 900
Ozone		50	120	200
<b>Total</b>		<b>14 900</b>	<b>21 800</b>	<b>31 000</b>
<b>Morbidité</b>				
Pollution de l'air intérieur	Nombre AVI	16 600	23 900	32 500
Pollution de l'air extérieur		1 100	3 000	6 200
<b>Total</b>		<b>17 700</b>	<b>26 900</b>	<b>38 600</b>

Source : IHME (2020).

Note : Les totaux peuvent ne pas correspondre exactement en raison de l'arrondissement.

**FIGURE 2.3.** Décès prématurés causés par la pollution de l'air au Tchad (2019)



Source : <http://ghdx.healthdata.org>, accédé en mai 2021. La figure montre la distribution de l'estimation minimale des décès dus à la pollution de l'air intérieur (13 900) et extérieur (900) présentée dans le tableau 2.3.

## TERRES

La dégradation des terres entraîne une diminution de la capacité des écosystèmes à fournir des biens et des services. Cette dégradation peut arriver lorsqu'il y a des *changements d'occupation des terres* : par exemple, le déboisement en faveur de l'extension agricole cause des pertes pour la société, du fait que la valeur économique totale (VET) des terrains arborés est souvent plus grande que celle des terres agricoles (Nkonya et al., 2016). En outre, *l'érosion hydrique* est une autre forme de dégradation qui affecte surtout les terres cultivées, et génère des pertes économiques sur site (p.ex. pertes en productivité agricole et en biodiversité) et hors site

(p.ex. envasement des rivières). Enfin, le *surpâturage*, représenté par la surexploitation des ressources pastorales, est un autre phénomène qui contribue à la dégradation des terres de parcours au Tchad. Cette section estime les coûts économiques liés à ces trois formes de dégradation des terres.

### Coûts liés aux changements d'occupation des terres

Cette estimation se base sur : (i) les superficies affectées annuellement par des changements d'occupation des terres plus valorisantes vers d'autres occupations moins valorisantes, et (ii) la VET moyenne de chaque

**TABLEAU 2.4. Coût lié aux changements d'occupation de terre**

Changement d'affectation des terres	Superficie affectée (ha/an)	Coût total (millions USD)
Prairies en terres cultivées	169 800	17,8
Terres arborées en prairies	67 900	128,9
Terres arborées en terres cultivées	400	0,9
Terres arborées en terrains nus	400	3,4
Terres cultivées en terrains nus	200	0,6
Prairies en terrains nus	82 300	244,0
<b>Total</b>	<b>321 000</b>	<b>395,7</b>

Sources : Chapitre 3 pour la superficie affectée ; Mirzabaev et al. (2021) pour la TEV des terres arborées, des prairies (parcours) et des terres cultivées.

utilisation de terre sujette à la conversion, c.à.d. terres agricoles, prairies, et terres arborées.

**Superficies affectées.** On estime l'étendue des superficies annuellement affectées par les changements d'occupation du sol sur la base de la moyenne annuelle mobile des changements d'occupation calculée pour la période 2011–2019 (voir Nkonya et al., 2018 ; chapitre 3). Les résultats, présentés dans le tableau 2.4, indiquent que la superficie totale soumise aux changements d'affectation des terres est d'environ 321 000 ha par an, dont la plupart est liée à la conversion des prairies en terres agricoles.

**Valeur économique totale.** Les terres agricoles, les prairies, et les terres arborées sont des écosystèmes qui produisent des services d'approvisionnement (produits agricoles, fourrage, bois), des services de régulation (tels que la réduction de l'érosion, la fixation du carbone), et des services culturels et d'habitat (valeur récréative, conservation de la biodiversité). Les données statistiques disponibles et la littérature scientifique ont permis d'évaluer en termes monétaires uniquement la valeur nette d'approvisionnement des terres agricoles (190 USD/ha par an<sup>46</sup>) et celle des terres de parcours (35 USD/ha par an<sup>47</sup>) pour le Tchad. Pour les autres catégories des services, en l'absence

d'informations locales, nous avons recours à une étude récente qui a évalué la VET pour le Sahel, sur la base d'une revue exhaustive des informations disponibles dans la région (Mirzabaev et al., 2021). En ajustant ces valeurs pour le Tchad, la VET est estimée d'une façon approximative à 350 USD/ha/an pour les terres arborées, à 210 USD/ha/an pour les terres cultivées et à 220 USD/ha/an pour les parcours.

Ainsi, nous évaluons les pertes économiques sur la base des superficies sujettes au changement d'occupation des terres, et la différence de la VET par hectare entre les occupations des terres initiales et celles après conversion. En supposant que le changement dans l'occupation des terres entraîne des pertes annuelles sur le long terme<sup>48</sup>, la valeur actuelle de ces pertes est estimée à 396 millions USD.

### Coûts liés à l'érosion hydrique

L'érosion hydrique cause des pertes en productivité des différents usages des terres. Au cours du temps, l'érosion s'est amplifiée, en termes des superficies affectées, ainsi qu'en intensité de l'érosion. Nous estimons la valeur de ces pertes pour les terres cultivées en trois étapes : (i) estimation des superficies touchées par l'érosion, (ii) calcul de la baisse du rendement agricole associé à l'érosion, et (iii) évaluation en termes monétaires des pertes de productivité sur la base des prix locaux de marché des produits agricoles.

**Superficies touchées par l'érosion hydrique.** Pour évaluer l'ampleur de la dégradation des terres liée à l'érosion hydrique, nous avons utilisé l'outil InVEST.

46 Estimé sur la base des statistiques de l'ONDR/SODELAC/DPAS concernant les rendements, les prix et les coûts de production pour les principales catégories de produits agricoles, telles que les céréales et pour le groupe d'oléagineuses, légumineuses et tubercules.

47 Estimé sur la base de FAO/CIRAD (2020) et la superficie sujette au pâturage. Il est supposé que le cheptel pâture sur les prairies (43,5 millions ha), les savanes (2,17 millions ha), ainsi qu'au moins la moitié des terres cultivées (50 %\* 10,85 millions ha = 5,4 millions ha), des zones humides (50 %\* 0,14 millions ha = 0,07 millions ha), et des terrains nus ou à végétation éparse (50 %\* 71 millions ha = 35,5 millions ha). Ceci correspond à un total de 87 millions ha (voir le chapitre 3 pour plus de détails).

48 Sur la base d'un horizon temporel de 30 ans et un taux d'actualisation de 6 %, comme spécifié dans la section méthodologique.

Son application, à travers le modèle SDR (*Sediment Delivery Ratio*) relatif à l'érosion, permet d'estimer les quantités des terres érodées pour chaque pixel au niveau du pays. Ensuite, nous avons cartographié ces informations par classe d'érosion pour l'année la plus récente pour laquelle les informations étaient disponibles (2018). Ainsi, la carte 2.1 illustre les superficies de terres cultivées au Tchad, par degré d'intensité d'érosion. Au total, 17,7 millions ha étaient érodés, dont environ 35 % étaient affectés par une érosion très sévère (Tableau 2.5, colonne 2).

### Baisse du rendement agricole dû à l'érosion.

Plusieurs études ont examiné la relation de cause à effet entre l'érosion hydrique et la perte en productivité sur les terres cultivées (p.ex. Biggelaar et al., 2004 ; Lal, 1995 ; Panagos et al., 2017). Parmi celles-ci, l'étude de Lal (1995) a spécifiquement porté sur la détermination des relations entre l'érosion et la productivité des différentes cultures pour les sols d'Afrique. Cette fonction illustre des pertes de productivité de 2 à 4 % pour les terres légèrement érodées, jusqu'à 15 à 40 % pour les terres très sévèrement érodées<sup>49</sup> (Tableau 2.5, colonnes 3 et 4).

**Coût lié aux pertes de productivité agricole.** La productivité actuelle dépend d'un processus cumulatif de perte du sol dans le passé. Les pertes additionnelles d'une année à une autre sont, en moyenne, égales à la perte totale divisée par la période considérée. Il faudrait noter que la perte additionnelle de sol de l'année en cours ne va pas seulement affecter les rendements de

cette même année, mais aussi les rendements de toutes les années qui suivent. Ainsi, si l'on considère la baisse minimale du rendement quantifiée dans le tableau 2.5, les pertes agricoles présentes et futures dues à l'érosion additionnelle de l'année en cours sont estimées à 196 millions USD.

### Coûts liés au surpâturage

Pendant les dernières décennies, l'accroissement du cheptel et des besoins fourragers a exercé une pression croissante sur les terres de parcours au Tchad, ce qui se traduit par une diminution du rendement fourrager (voir le chapitre 3 pour plus de détails). D'une façon similaire aux paragraphes précédents, nous évaluons le coût lié au surpâturage en trois étapes : (i) estimation des superficies affectées par le surpâturage ; (ii) calcul de la baisse du rendement fourrager liée au surpâturage, et (iii) évaluation en termes monétaires des pertes de biomasse fourragère.

**Superficies affectées par le surpâturage.** Pour évaluer l'étendue des terres surpâturées, nous avons comparé la charge d'équilibre à la charge réelle du cheptel sur tout le territoire du Tchad. Ceci a permis de définir des zones selon l'intensité de la pression pastorale. Ainsi, le chapitre 3 illustre la répartition de l'état des parcours, par régions, selon cinq niveaux d'intensité de pâturage. Au total, environ 64,6 millions ha étaient affectés par un certain degré de surpâturage en prenant en considération le plus récent recensement du cheptel ruminant au Tchad (RGE, 2015).

### Baisse du rendement fourrager dû au surpâturage.

Très peu de publications ont illustré une relation de cause à effet entre le surpâturage et la perte en productivité fourragère (p.ex. Dregne et Chou, 1992 ; Crosson et Anderson, 1999). En particulier, Dregne et Chou ont établi une relation qui lie l'intensité de dégradation des parcours due essentiellement au surpâturage aux pertes en productivité fourragère, applicable aux pays de l'Afrique, entre autres. Cette relation illustre que les zones faiblement dégradées correspondent à une perte de productivité de 0 à 10 % et cette perte peut aller jusqu'à 50 à 75 % pour les zones intensément dégradées. (Tableau 2.6, colonnes 3 et 4).

### Coût lié aux pertes de productivité fourragère.

La dégradation des terres de parcours liée au surpâturage qui survient pendant l'année en cours ne va pas seulement affecter les productivités fourragères de cette même année, mais aussi celles des années qui

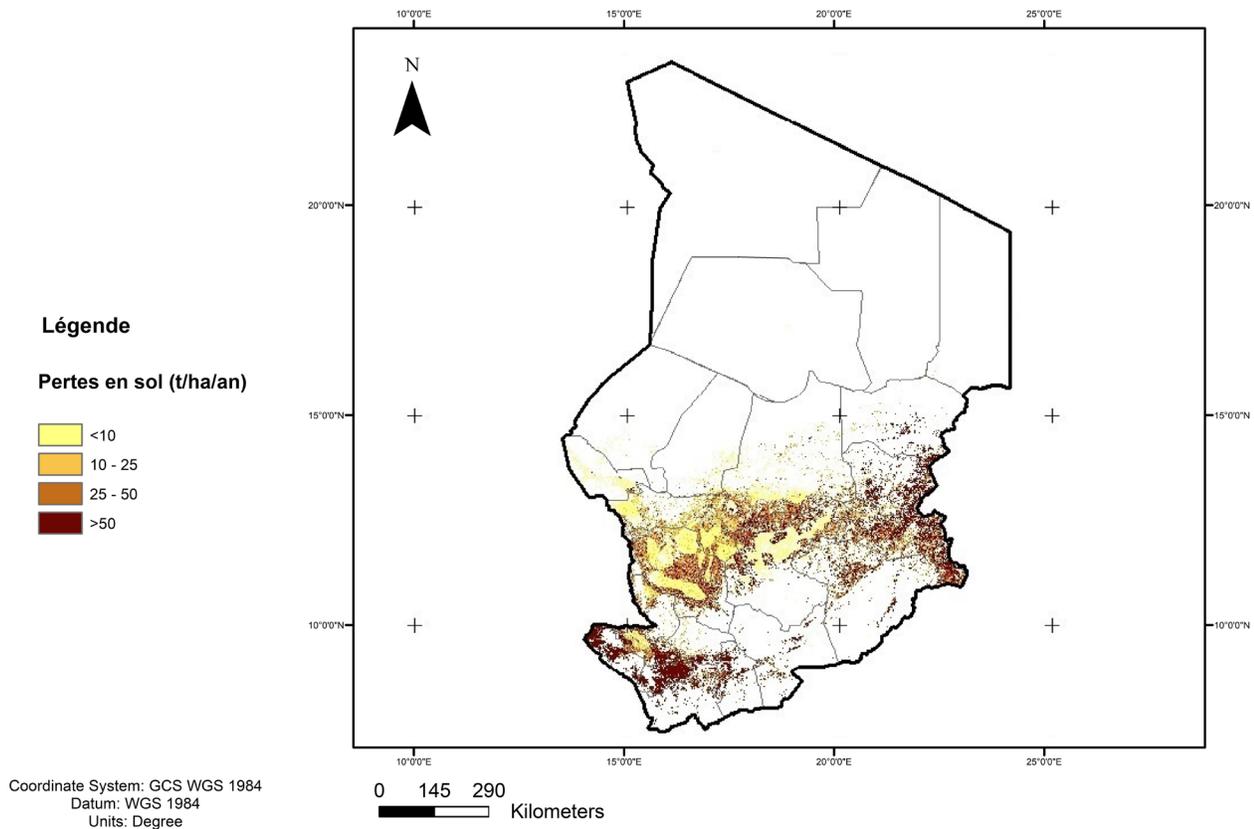
**TABLEAU 2.5.** Estimation du coût de la dégradation des terres cultivées

Classe d'intensité d'érosion*	Terres cultivées (millions ha)	Baisse de rendement due à l'érosion (%)	
		Min	Max
Légère	4,6	2 %	4 %
Modérée	3,1	4 %	10 %
Sévère	3,8	10 %	15 %
Très sévère	6,2	15 %	40 %
<b>Total</b>	<b>17,7</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>

Note : \*dégradation légère (<10 t/ha/an) ; modérée (10–25 t/ha/an) ; sévère (25–50 t/ha/an) ; très sévère (>50 t/ha/an). n.c. = non calculé.

49 Il s'agit des pertes de productivité due à l'érosion cumulative survenue sur une vingtaine d'années passées.

## CARTE 2.1. Pertes en sol au niveau des terres cultivées au Tchad



Source : Auteur, sur la base des données sur l'érosion tirées de l'application de l'nVEST au Tchad, 2021.

suivent. Par conséquent, les coûts imposés par cette dégradation sont estimés en termes de valeur actualisée des pertes fourragères de l'année en cours, et des années à venir. Ainsi, si l'on considère la baisse minimale du rendement fourrager quantifiée dans le tableau 2.6, ce coût est estimé à *151 millions USD*.

**TABLEAU 2.6. Estimation du coût associé au surpâturage**

Niveau d'intensité de surpâturage*	Terres affectées (millions ha)	Perte de productivité des parcours (%)	
		Min	Max
Faible	42,4	0 %	10 %
Modéré	14,1	10 %	25 %
Fort	3,0	25 %	50 %
Intense	5,1	50 %	75 %
<b>Total</b>	<b>64,6</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>

Note : \* Voir le chapitre 3 pour la superficie des terres affectées par le surpâturage. n.c. = non calculé.

En conclusion, si l'on additionne les estimations ci-dessus, le coût de la dégradation des terres est estimé à environ **743 millions USD**, soit **6,6 % du PIB** en 2019<sup>50</sup>.

## DÉCHETS

La gestion des déchets est un défi critique au Tchad. Elle est liée à plusieurs problèmes, tels que : l'augmentation continue des quantités des déchets municipaux dans un contexte de faible taux de collecte,

50 Si l'on considérait les valeurs moyennes liées aux tableaux 2.5 et 2.6, ce coût aurait été d'environ 1 milliard USD, soit 9 % du PIB. Il est important de noter que cette évaluation n'inclut pas le coût global lié à la perte de carbone due aux changements d'occupation des terres. L'application du modèle InVEST a permis d'estimer la perte moyenne annuelle de la quantité biophysique de carbone stockée dans quatre réservoirs de carbone (biomasse vivante aérienne, biomasse vivante souterraine, sol et matière organique morte) pendant la période 2008–2018 pour les différentes occupations du sol. Cette perte a été de l'ordre de 18 millions tonnes CO<sub>2</sub>e. Selon les lignes directrices de la Banque mondiale (2017), le prix ombre du carbone pour 2019 est de 39 USD/tCO<sub>2</sub>e (valeur minimale) et 78 USD/tCO<sub>2</sub>e (valeur maximale). Si l'on utilise ces prix, la valeur sociale de la perte du carbone se situerait entre 715 millions USD et 1,4 milliards USD.

le manque des décharges contrôlées, la rareté des équipements de tri et recyclage, la pollution due au rejet des eaux usées non traitées, et la gestion sous-optimale des substances chimiques provenant des déchets biomédicaux, etc. Cette section estime les coûts liés aux : désagréments dus à la collecte insuffisante et l'élimination inappropriée des *déchets solides municipaux*, aux externalités négatives liées au manque d'épuration des *déchets liquides*, et aux impacts sur la santé causés par la gestion sous-optimale de certains *déchets chimiques*.

## Déchets solides municipaux

**Coût lié au manque de collecte.** Environ 85 % de la population de N'Djamena et d'autres zones urbaines, et à peu près 98 % de la population rurale n'est pas couverte par un service de collecte des déchets (INSEED, 2020 ; et communications avec la mairie de N'Djamena, 2021). Par conséquent, cette population subit des désagréments liés à l'enlaidissement de leurs quartiers, des nuisances olfactives, ainsi que des effets négatifs sur la santé (p.ex. asthme, tuberculose, etc.). Nous estimons ces effets à travers la méthode basée sur le CAP des ménages pour éviter les nuisances visuelles et olfactives, ainsi que les risques de maladies.

Aucune étude estimant le CAP pour améliorer la collecte des déchets municipaux n'a été trouvée au Tchad. Ainsi, l'évaluation utilise la valeur de référence de la Banque mondiale de 1 à 1,5 % du revenu disponible annuel comme indicateur indirect du CAP de la population pour une collecte améliorée (IEEP, 2011 ; Banque mondiale, 2018). En se basant sur la population non couverte par le service et 1,25 % de leur revenu annuel disponible, les impacts de la collecte insuffisante des déchets municipaux sont estimés à environ *145 millions USD* (tableau 2.7).

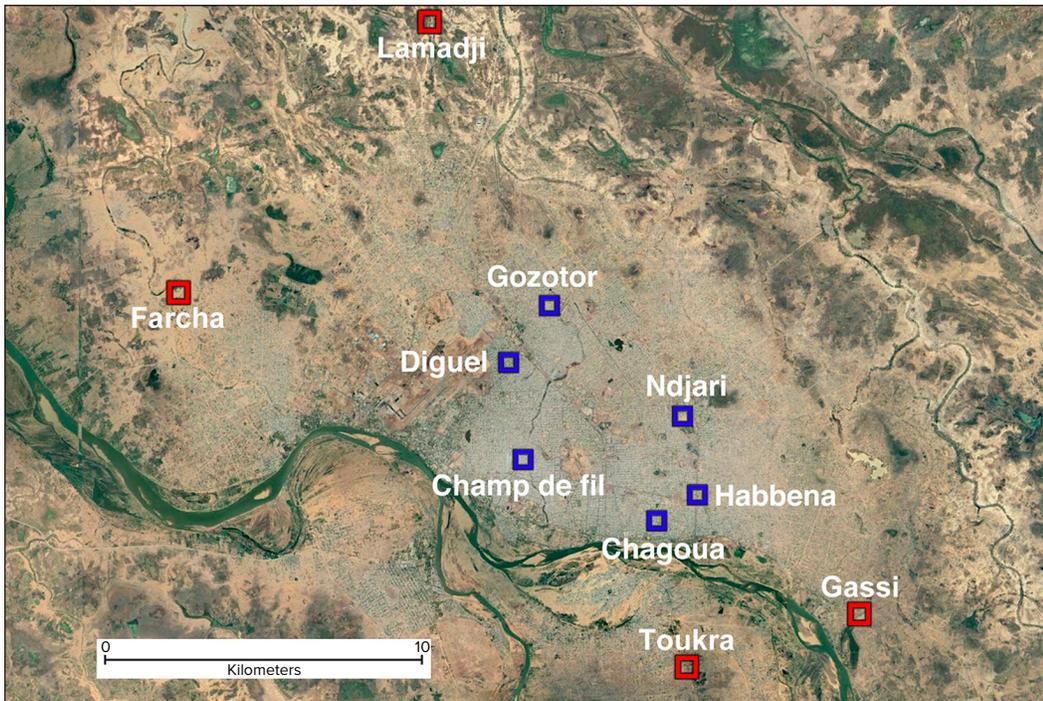
**Coût de l'élimination inappropriée.** Dans la ville de N'Djamena, les déchets formellement collectés sont stockés dans sept centres de transfert (carte 2.2). Lorsque les centres se remplissent, les déchets sont acheminés vers les décharges finales, vers certaines carrières de sable, ou sont utilisés pour le remblayage des routes. Il est estimé qu'environ 30 % de la population de N'Djamena est exposée aux externalités négatives — mauvaise odeur, vue inesthétique, irritation des yeux, toux — causées par les déchets ménagers éliminés dans ces endroits (AFD, 2016 ; UNICEF, 2016 ; et constat réalisé lors des visites de terrain dans les 10 arrondissements de la ville, 2021). En l'absence d'informations dans d'autres endroits, nous supposons qu'une proportion similaire de la population des autres zones du Tchad est exposée aux effets négatifs des décharges non contrôlées.

**TABLEAU 2.7. Déchets solides municipaux**

	Unit	N'Djamena	Autre zones urbaines	Zones rurales	Total
<b>Collecte insuffisante</b>					
Population	millions	1,4	3,7	12,2	
—dont % sans service	%	85 %	85 %	98 %	
Revenu disponible	USD/habitant/an	1 128	883	623	
—CAP pour une collecte améliorée	% du revenu	1,25 %	1,25 %	1,25 %	
<i>Coût lié à la collecte insuffisante (1)</i>	<i>millions USD</i>	<i>16</i>	<i>35</i>	<i>93</i>	<i>145</i>
<b>Elimination inappropriée</b>					
Taille moyenne des ménages	personnes/ménage	6	5,3	5,2	
Ménages	Nombre	228 600	700 400	2 328 800	
—% exposés aux effets négatifs	%	30 %	30 %	30 %	
CAP pour une élimination améliorée	USD/ménage	20	20	10	
<i>Coût lié à l'élimination inappropriée (2)</i>	<i>millions USD</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>13</i>
<b>Coût total (1 + 2)</b>	<b>millions USD</b>	<b>18</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>157</b>

Sources : Banque mondiale (data.worldbank.org) pour la population ; INSEED, 2020 et communications avec la mairie de N'Djamena pour le taux de couverture ; INSEED, 2020 pour le revenu disponible et la taille moyenne des ménages ; IEEP, 2011 et Banque mondiale, 2018 pour la valeur de référence CAP liée à l'amélioration de la collecte des déchets municipaux. Note : Les totaux peuvent ne pas correspondre exactement en raison de l'arrondissement.

## CARTE 2.2. Sites de décharge de la ville de N'Djamena



Source : Auteur, sur la base de Google Earth, 2021

Note : en bleu — centres de transfert ; en rouge — décharges finales.

Le coût lié à ces externalités peut être estimé à travers la méthode du CAP de la population pour l'amélioration des services d'élimination des déchets ménagers, ou à travers la méthode des prix hédonistes. Cependant, il n'y a pas d'études appliquant ces méthodes pour le secteur des déchets au Tchad. Une revue de la littérature en Afrique de l'Ouest montre des estimations de CAP pour améliorer l'élimination des déchets à la hauteur de 21 USD/ménage/an à Mamfe, Cameroun (Manga et al., 2019), 35 USD/ménage à Cotonou, Benin (Gbinlo, 2014), et de 44 USD/ménage dans les zones côtières du Nigéria (Fonta et al., 2008 ; Adepoju et Salimonu, 2011) (valeurs ajustées aux prix 2019). Si l'on transfère ces valeurs en tenant compte des différences de produit intérieur brut (PIB) par habitant entre les pays, nous estimons le CAP annuel entre 10 USD et 20 USD par ménage et par an au Tchad. En utilisant la valeur inférieure (10 USD) pour les zones rurales, et celle supérieure (20 USD) pour les zones urbaines, le coût de l'élimination inappropriée des déchets ménagers est estimé à environ 13 millions USD (tableau 2.7).

Dans l'ensemble, le coût de la gestion inappropriée des déchets solides est estimé à 157 millions USD. En considérant que le pays génère environ 2,8 millions de tonnes des déchets solides par an (voir le chapitre 4),

cela correspond à presque 60 USD/tonne. Cette estimation est très conservatrice. Elle ne tient pas compte de la présence des zones *hotspot*, où la gestion inappropriée des déchets solides cause des maladies, réduit la valeur foncière, et aggrave les dégâts liés aux inondations. Pour illustrer ces propos, une étude de cas réalisée dans une zone le long d'un canal de N'Djamena a montré que l'impact sur la société de l'élimination inappropriée des **déchets en plastique** revient à environ **3 200 USD/tonne** (voir les détails dans l'encadré 4.1). Ces résultats soulignent l'urgence de conduire des études approfondies afin d'identifier des zones prioritaires en termes de pollution plastique dans le pays.

### Déchets liquides

Il y a plusieurs sources de rejets liquides non traités qui se déversent dans la nature. Selon l'INSEED (2020), environ 90 % des ménages évacuent les eaux usées domestiques dans la rue ou dans la nature. Presque 67 % des ménages ne disposent pas de toilettes<sup>51</sup>, ce qui entraîne des problèmes liés à la défécation à l'air

<sup>51</sup> Selon la Banque mondiale, le taux de défécation à l'air libre au Tchad est le plus élevé au monde (67 %) au même niveau que l'Érythrée et le Niger (data.worldbank.org, accédé en mars 2021).

**TABLEAU 2.8. Maladies liées aux substances chimiques**

	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum
<b>Mortalité</b>				
Exposition au plomb	nombre décès	600	900	1 300
Exposition aux risques professionnels		300	400	600
<b>Total décès prématurés</b>		<b>900</b>	<b>1 300</b>	<b>1 900</b>
<b>Morbidité</b>				
Exposition au plomb	nombre AVI	2 800	5 800	10 000
Exposition aux risques professionnels		2 000	2 800	3 600
<b>Total AVI</b>		<b>4 800</b>	<b>8 600</b>	<b>13 600</b>

Sources : IHME (2020) pour la mortalité et morbidité ; VVS et VAVS estimés à partir du transfert des avantages tirés des études de l'OCDE, sur la base de la Banque mondiale (2016).

libre. En outre, les déchets des *abattoirs* (eaux usées, sang, matière organique) sont souvent déversés dans les fleuves, sans traitement — comme c'est le cas de l'abattoir Farcha qui décharge la plupart des déchets liquides dans le fleuve Chari (Tchadanaye et al., 2016). Quant aux effluents *industriels*, seuls 20 % sont épurés, le reste étant rejeté dans l'environnement. Tous ces déchets produisent des nuisances esthétiques, des impacts sur les écosystèmes naturels, ainsi que des problèmes de santé.

Aucune étude sur le CAP pour le traitement des eaux usées n'a été trouvée au Tchad. Cependant, des études disponibles en Afrique suggèrent un CAP pour améliorer le traitement des eaux usées autour de 16 USD/ménage par an à Addis Ababa, Ethiopie (Woldemariam et al., 2016) et d'environ 24 USD/ménage aux alentours de Nairobi, Kenya (Ndunda et Mungatana, 2013). En ajustant ces chiffres à 2019 et en les calibrant pour les différences du PIB par habitant, le CAP pour un meilleur traitement des eaux usées dans les zones urbaines au Tchad est estimé à 10 USD par ménage et par an. En supposant environ la moitié de ce CAP pour les zones rurales<sup>52</sup>, le coût annuel associé au manque d'épuration des eaux usées est estimé à environ 22 millions USD. Cette estimation est assez conservatrice par rapport à celle qui serait obtenue si l'on considère le coût local de traitement des eaux usées au Tchad<sup>53</sup>.

52 En raison de revenus nettement inférieurs (INSEED, 2020).

53 Le coût associé aux eaux usées non traitées pourrait être estimé sur la base de : (i) la quantité d'eaux usées domestiques non traitées des zones urbaines et rurales (286 millions de m<sup>3</sup> par an, voir chapitre 4) ; (ii) la quantité d'eaux usées industrielles non traitées (80 % \* 5,3 millions m<sup>3</sup> = 4,2 millions m<sup>3</sup>) ; (iii) le coût local du traitement des eaux usées (0,2 USD/m<sup>3</sup>). Par conséquent, le coût actuel du traitement serait de 67 millions USD par an.

### Déchets chimiques

Le Tchad est un pays importateur de produits chimiques à usage agricole, sanitaire et domestique (MERH, 2009). La gestion sous-optimale de ces déchets — par exemple, les déchets biomédicaux<sup>54</sup>, les batteries usagées, les déchets pétroliers — constitue un risque pour la santé publique et une source de pollution de l'environnement. Dans cette section, nous estimons les impacts sur la santé de l'exposition au plomb, ainsi qu'à d'autres substances telles que l'amiante et la silice, qui peuvent provoquer l'asthme ou des risques professionnels. De même que pour les sections précédentes, l'analyse se base sur l'étude sur la charge mondiale de la maladie réalisée par l'IHME (2020) pour l'estimation physique (décès, AVI), comme illustré dans le tableau 2.8. Si l'on considère *la borne inférieure* de cette estimation (900 décès et 4 800 AVI), le coût des maladies liées aux substances chimiques est estimé à environ 43 millions USD. La majorité de ces dommages est due à l'exposition au plomb, aux vapeurs et fumées, et aux substances provoquant de l'asthme.

Globalement, en additionnant les estimations obtenues ci-dessus, le coût associé à la gestion insuffisante des déchets est évalué à **222 millions USD, ou 2 % du PIB.**

54 Tchad a adopté en 2018 un plan de gestion des déchets biomédicaux, qui vise, entre autres, à intégrer la gestion des déchets biomédicaux dans la gestion des centres de santé (République du Tchad, 2018).

## DÉVERSEMENTS DE PÉTROLE

Le pétrole est l'un des piliers de l'économie tchadienne, en fournissant 60 % des revenus d'exportation (CIA, 2020). Cependant, son exploitation cause parfois des déversements qui nuisent à l'environnement, l'économie, et la santé. Par exemple, en 2018, la fuite d'eaux usées et du pétrole de Badila dans la rivière Nya Pende a fortement affecté la santé humaine (p.ex. brûlures, lésions cutanées, maux d'estomac), et a causé des pertes d'animaux d'élevage et de poissons.<sup>55</sup>

Le coût lié aux déversements d'hydrocarbures inclut : (i) la valeur du pétrole perdu ; (ii) le coût du nettoyage, de la récupération et de la remise en état de tout équipement endommagé par les déversements ; et (iii) les dommages à la société, en termes d'impacts environnementaux (p. ex., valeur esthétique réduite), économiques (p. ex., pertes d'agriculture et de pêche) et sanitaires (p.ex. risques pour la santé liés au contact ou l'ingestion avec de l'eau contaminée). Nous estimons ces composantes comme suit :

- **Valeur du pétrole perdu.** Une revue de la littérature disponible (Glencore Mangera PCM, 2017–2020 ; CNUCED, 2016) et des communications avec des responsables de CNPC International au Tchad en 2021 ont permis d'estimer que la quantité totale de pétrole déversée pendant les 5 dernières années a été d'environ 23 400 tonnes. Ceci correspond à 4 700 tonnes par an, en moyenne. En outre, d'après les mêmes sources, la quantité de pétrole récupéré est d'environ 90 tonnes par an. Par conséquent, la perte de pétrole à cause des déversements atteint environ 4 610 tonnes par an. En utilisant le prix moyen du pétrole brut (469 USD/tonne)<sup>56</sup>, cette perte estimée à 2,2 millions USD par an.

- **Coût de nettoyage et de récupération de pétrole.** Suite aux déversements, il y a souvent des efforts de nettoyage et récupération d'une certaine partie du pétrole. En considérant le coût local de 32 USD/tonne pour le nettoyage et 25 USD/tonne pour la récupération, le coût de ces efforts est évalué à environ 78 000 USD par an<sup>57</sup>. Cette valeur n'inclut pas le coût de nettoyage des déchets pétroliers générés par les déversements d'hydrocarbures, en raison du manque d'informations concernant la quantité des déchets.
- **Dommages environnementaux et économiques.** Aucune étude estimant les dommages causés par les déversements du pétrole n'a été trouvée au Tchad. Cependant, Etkin (2004) a fourni une méthodologie et des estimations unitaires des dommages environnementaux et économiques, pour différents types d'hydrocarbures et tailles de déversements. En utilisant cette méthodologie pour le pétrole brut et les déversements de taille relativement importante, le coût unitaire des dommages est évalué d'une façon conservatrice à 6 100 USD/tonne pour Tchad<sup>58</sup>. Si l'on utilise la quantité totale déversée annuellement, les dommages environnementaux et économiques atteignent 28,9 millions USD.

Globalement, en additionnant les estimations obtenues ci-dessus, le coût associé aux déversements des hydrocarbures est évalué à **31 millions USD, ou 0,3 % du PIB**. Puisque cette estimation ne reflète pas les effets négatifs sur la santé, l'évaluation sous-estime considérablement la valeur réelle des dommages causés par les déversements d'hydrocarbures.

55 <https://www.raid-uk.org/blog/glencore-ignorer%C3%A9-des-blessures-corporels-%C3%A0-la-suite-d%E2%80%99un-d%C3%A9versement-sur-son-site-p%C3%A9trolier-au>

56 [https://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/40.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm) (données pour l'année 2019).

57 En l'absence d'informations précises, l'estimation considère le nettoyage de la moitié de la quantité déversée (32 USD/t \* 4 700 tonnes \* 50%) et la récupération de 90 tonnes (25 USD/tonne \* 90 tonnes).

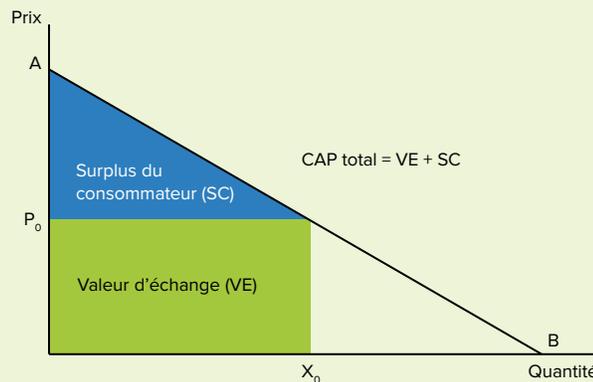
58 La littérature disponible fournit une très large gamme d'estimations par tonne : 8 900 USD pour Jiyeh au Liban (Banque mondiale, 2007), 14 800 USD pour Prestige en Espagne (Loureiro, 2009), 21 500 USD – 53 800 USD pour les déversements en mer Caspienne (Hildrew, 2001) (ajusté aux prix de 2019).

## ENCADRÉ 2.1. ASPECTS DÉTAILLÉS ET LIMITATIONS DE L'ÉVALUATION DU CDE

Il existe deux genres de mesures de valeur : celles basées sur la valeur d'échange des biens et services (*exchange value*, par exemple les fonctions de production), et celles basées sur le bien-être (*welfare value*, par exemple l'évaluation contingente). Les différences entre ces genres de mesures sont illustrées dans la figure ci-dessous. Puisque ces mesures sont basées sur des concepts de valeur différents, elles ne sont pas directement comparables. Dans un exercice d'évaluation complexe tel que le CDE, l'idéal serait d'utiliser de mesures de valeur comparables — et donc, pouvant être agrégées. L'utilisation exclusive de mesures basées sur des valeurs d'échange permettrait aussi une comparaison aisée avec d'autres mesures basées sur ce principe, comme le PIB. Néanmoins, les efforts antérieurs de CDE ont souvent été basés sur un mélange de techniques d'estimations reflétant différentes mesures de la valeur, soit à cause de l'indisponibilité de données pour l'application de certaines techniques d'estimation, soit parce que certaines mesures sont considérées comme inefficaces dans la capture du véritable coût de la dégradation dans certains cas. Par exemple, évaluer le coût de la mortalité par l'approche de la valeur d'échange (revenu perdu) sous-estimerait énormément l'ampleur réelle des pertes dues au décès. En outre, l'utilisation de mesures basées sur le bien-être pour estimer le CDE n'est pas possible dans de nombreux cas. Ainsi, malgré plusieurs décennies d'amélioration des approches méthodologiques et des données, des défis persistent en matière de cohérence méthodologique de l'évaluation.

Ce problème d'évaluation est important pour les études CDE, car il s'agit d'évaluer non seulement les dommages causés à des biens et services qui ont des prix du marché (par exemple, production agricole perdue à cause de l'érosion) mais aussi les dommages à des biens et services qui n'en ont pas (par exemple la pollution due aux déchets). Dans cette étude, le CDE est évalué en mesurant la perte de bien-être due à la dégradation de l'environnement, à travers l'approche du Consentement à Payer (CAP). En d'autres termes, il vise à mesurer le *CAP total* pour améliorer la qualité de l'environnement sur le territoire Tchadien. Il faut noter que le CAP d'un bien ou d'un service couvre à la fois la valeur d'échange (c'est-à-dire l'avantage résultant du paiement du prix d'un bien) et le surplus du consommateur (c'est-à-dire l'avantage qu'une personne reçoit en surplus du paiement), comme illustré ci-dessous.

### Valeur d'échange, surplus du consommateur, et consentement à payer



Source : Markandya (2020)

Dans cette étude, les pertes de biens marchands sont estimées à travers leur *valeur d'échange*, p.ex. pertes de productivité agricole dues à l'érosion hydrique, et pertes de pétrole dues aux déversements ; les autres pertes sont estimées à travers le *CAP total*, p.ex. le CAP pour une gestion améliorée des déchets, ou pour réduire les risques pour la santé. Bien que les mesures ci-dessus soient encore imparfaites, elles sont toutes des composantes du CAP total. En tant que telles, les estimations présentées dans cette étude fournissent une *image partielle du CAP total* pour améliorer la qualité de l'environnement au Tchad.

De plus, comme le CDE total est une combinaison de mesures basées sur le bien-être et de mesures basées sur les valeurs d'échange, il n'est pas entièrement cohérent avec le PIB, qui est basé exclusivement sur des valeurs d'échange. Ainsi, dans cette étude, exprimer le CDE comme pourcentage du PIB vise uniquement à *donner une idée de l'ampleur réelle des dommages* en termes facilement compréhensibles par les décideurs politiques, et non à comparer directement les deux valeurs.

## CONCLUSIONS

Globalement, le CDE pour la société tchadienne a été évalué à environ **2,6 milliards USD**, soit **23 % du PIB** pour l'année 2019. Il est important de noter que cette estimation est très conservatrice, car : (i) elle ne prend pas en compte plusieurs impacts pour lesquels les données n'étaient pas disponibles<sup>59</sup>; (ii) pour les impacts qui ont été estimés sous forme d'intervalle, elle considère toujours la borne inférieure de ces intervalles. En fait, si nous avons considéré les valeurs moyennes des intervalles obtenus (au lieu de celles minimales), le CDE aurait bondi à 34 % du PIB pour l'année 2019.

Bien qu'il s'agisse d'une estimation prudente, l'ampleur de ce coût est très élevée par rapport à celle obtenue dans d'autres pays africains, comme le Ghana (11 % du PIB) et le Burundi (12 % du PIB) (Banque mondiale, 2017b et 2020). Cela s'explique surtout par la **gravité des problèmes environnementaux au Tchad**, et, dans une moindre mesure, par les estimations incomplètes liées aux deux autres pays. La figure 2.4 illustre la répartition du CDE par catégorie principale, et le tableau 2.9 reflète les valeurs obtenues en monnaie nationale.

L'analyse montre que la pollution de l'eau est le facteur de dégradation dominant, avec presque 9 % du PIB. Ce résultat n'est pas surprenant, étant donné que le Tchad détient le taux de mortalité le plus élevé au monde en raison des pratiques inadéquates d'approvisionnement en eau potable, de systèmes d'assainissement et d'hygiène inadéquats. De plus, il faudrait noter que la gestion insuffisante des *déchets* solides et liquides est responsable pour une bonne partie du coût de la pollution de l'eau<sup>60</sup>. En effet, l'élimination des déchets solides dans des sites insalubres, le manque de traitement des eaux usées, l'élimination des déchets humains à l'air libre, contribuent à la pollution des eaux de surface et souterraines, et augmentent la prolifération des maladies hydriques.

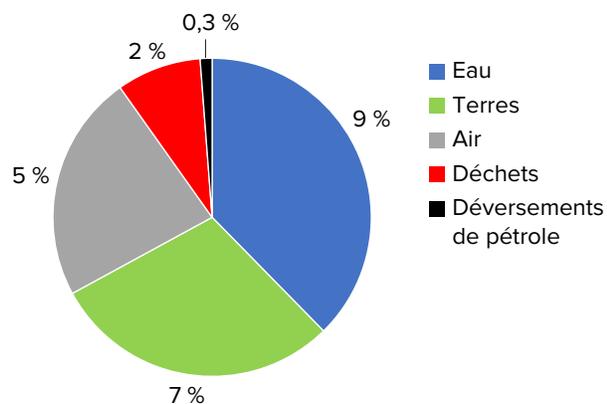
59 Plusieurs impacts n'ont pas pu être estimés, qui sont liés à : la pollution de l'eau (p.ex. les impacts de l'irrigation avec de l'eau polluée sur l'agriculture), la pollution de l'air (p.ex. les impacts des polluants atmosphériques autres que les PM<sub>2,5</sub>), la dégradation des terres (p.ex. le coût lié à l'érosion éolienne et à la dégradation chimique et biologique des sols, les impacts de l'érosion sur la sédimentation des rivières), et la gestion des déchets (p.ex. les effets sur les écosystèmes naturels, l'impact possible des déchets en plastique, qui en plus des nuisances visuelles, peuvent contribuer aux dégâts importants).

60 Même si le coût estimé séparément de celui lié à l'eau ne montre que 2 % du PIB.

La *dégradation des terres* représente un autre vecteur important de dégradation, avec un coût minimum d'environ 7 % du PIB<sup>61</sup>. Cette estimation reflète des impacts considérables, surtout en raison des changements d'occupation des terres, de l'érosion hydrique des terres agricoles, et du surpâturage.

D'autres facteurs ont également des coûts relativement importants. Par exemple, la pollution de l'air intérieur entraîne des effets sociaux considérables en raison de l'utilisation de combustibles solides pour la cuisson. Globalement, étant donné la vulnérabilité du pays aux risques liés au climat, il est important de souligner que l'ampleur des impacts estimés ci-dessus sera d'autant plus importante dans le futur (chapitre 5).

FIGURE 2.4. Le CDE estimé pour le Tchad (2019)



Source : Auteurs, sur la base des résultats des sections précédentes, 2021.

TABLEAU 2.9. Estimation du CDE au Tchad (2019).

	millions USD	milliards FCFA	% du PIB
Eau	969	568	8,6 %
Terres	743	436	6,6 %
Air	595	349	5,3 %
Déchets	222	130	2,0 %
Déversements de pétrole	31	18	0,3 %
<b>Total CDE</b>	<b>2 561</b>	<b>1 500</b>	<b>22,7 %</b>

Source : Auteurs, sur la base des résultats des sections précédentes, 2021.

61 Cette estimation est similaire à celle du coût de la dégradation des terres dans l'Afrique Sub-Saharienne, qui est le plus élevé au monde (7 % du PIB régional), estimé par Nkonya et al. (2018).





# Chapitre 3 : La dégradation des terres au Tchad

La désertification et la dégradation des terres font partie des problèmes centraux pour le développement durable des écosystèmes des zones sèches et particulièrement au Tchad. Les zones autour des déserts ou des terres stériles présentent le risque le plus élevé de désertification au cours de la période 2000–2014 (Huang et al., 2020), comme c'est le cas pour le Tchad. La désertification est définie par la Convention de Nations Unies sur la lutte contre la désertification comme : « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches résultant de divers facteurs, notamment des variations climatiques et des activités humaines » (UNCCD, 1994). Le territoire du Tchad est composé, selon la classification du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), à 98 % de zones sèches, dont 12 % de zones subhumides sèches, 55 % de zones arides et semi-arides, et 31 % de zones hyperarides. Les facteurs de dégradation des terres tchadiennes sont bien cernés dans la conception du PAN-LCD, néanmoins le document du rapport sur la neutralité de la dégradation des terres (Tchad-UNCCD, 2015) souligne « l'absence quasi-totale de la quantification de l'ampleur de ces dégradations ». Le présent chapitre ambitionne de contribuer à combler cette lacune.

## CONTEXTE BIOPHYSIQUE ET SOCIOÉCONOMIQUE DU TCHAD

### Relief et climat

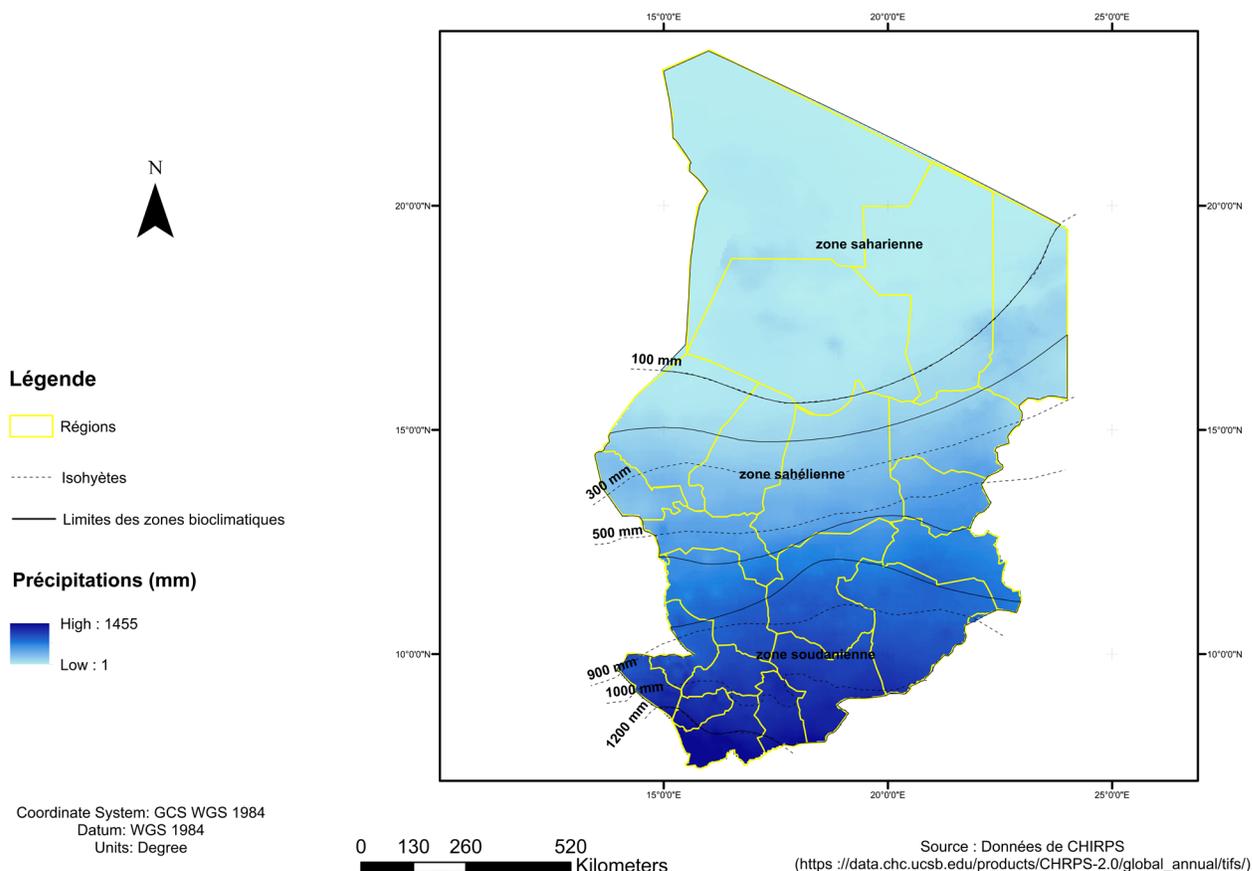
Le territoire national de la République du Tchad est l'un des plus vastes d'Afrique, et s'étend sur une superficie

de 1,3 millions km<sup>2</sup>. Il est contrasté entre le désert du Nord et la savane du Sud. Avec des altitudes variant de 111 m à 3 415 m (volcan de l'Emi Koussi au Tibesti), le relief est comparable à une cuvette entourée par deux couronnes de montagnes et de plateaux (massif du Tibesti au nord et le plateau gréseux de l'Ouadaï à l'est). Le reste du pays est occupé par la basse plaine du Lac Tchad, et par d'amples plaines inondables au centre et au sud, et des territoires secs et sahariens au nord. Ce territoire est subdivisé en trois zones écologiques principales : la zone désertique au nord d'une superficie de 60 millions ha, la zone sahélienne au centre couvrant une superficie de 55,4 millions ha, et la zone soudanienne au sud s'étalant sur une superficie de 13 millions ha.

Les précipitations au Tchad augmentent du nord au sud (carte 3.1). Les précipitations sont marquées par une forte irrégularité (mousson guinéenne) dans leur répartition tant spatiale que temporelle. La saison des pluies est de 2 mois au nord, et plus de six mois dans l'extrême sud du pays<sup>62</sup>. Les extrêmes comme les inondations et les sécheresses sont des éléments caractéristiques au Tchad (MEEP, 2019). Les inondations, dont l'intensité et l'ampleur sont aggravées par la déforestation et l'ensablement des lits des cours d'eau, sont parmi les risques les plus désastreux ; elles se produisent souvent dans les centres urbains et apparaissent de plus en plus souvent dans les zones rurales à cause de la dégradation des sols (SCN, 2012).

62 <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/chad/climate-data-historical>

**CARTE 3.1.** Carte des précipitations moyennes annuelles par régions du Tchad



L'Indice normalisé des précipitations (données CHIRPS) sur 40 ans (1981–2020) a révélé une proportion bien distribuée d'années de sécheresse (35 %), d'années humides (30 %) et d'années proches de la normale (35 %). Les sécheresses sévères sont celles de 1983, 1984 et 1990. Les sécheresses prolongées constituent le plus grand danger pour les ressources en eau ; et à celles-ci s'ajoutent des vents violents accompagnés de tempêtes de sable, la forte chaleur, et l'ensablement des cours d'eau et des lacs.

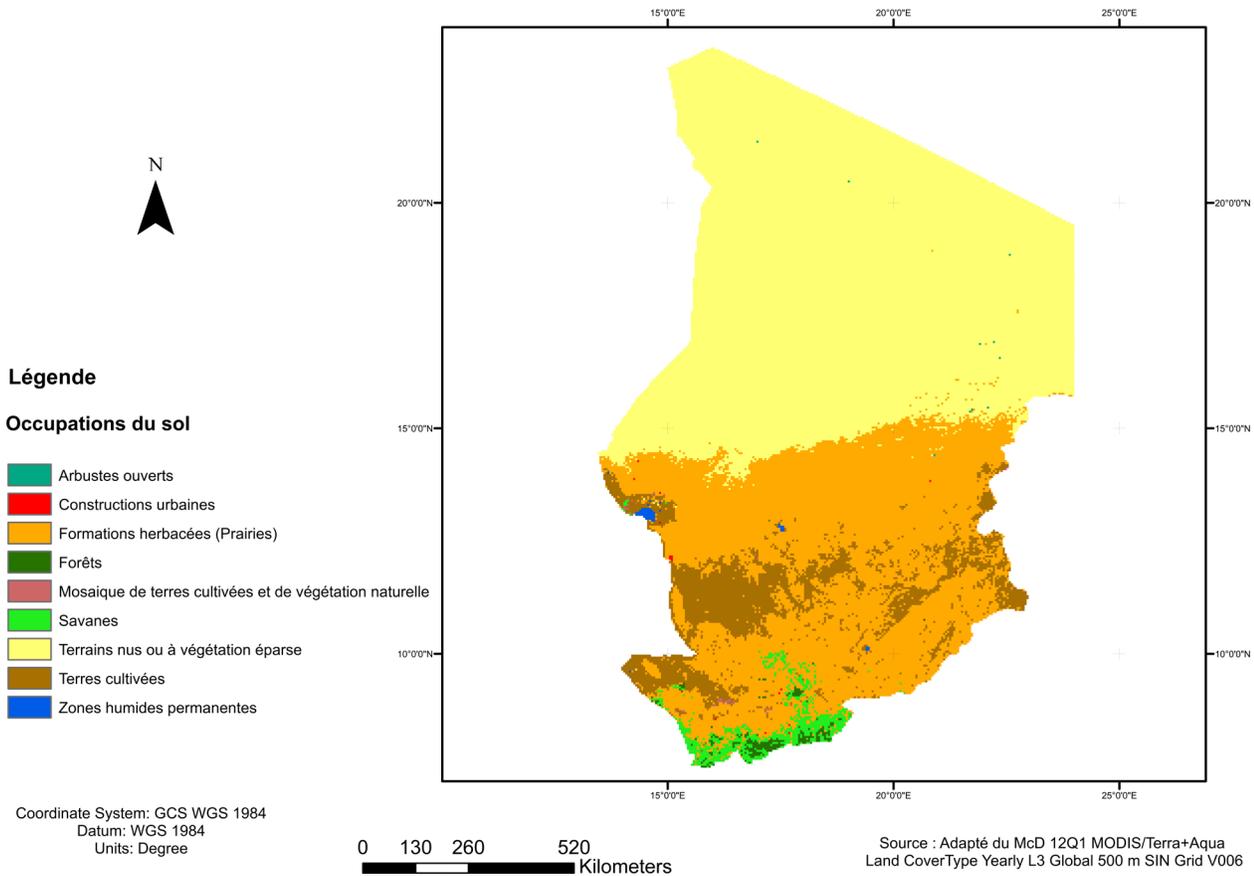
### Sols et végétation

L'état actuel de l'occupation des terres a été dressé par cartographie actualisée à l'année 2019, en utilisant le produit MODIS Land Cover Type (MCD12Q1) (carte 3.2). La classification de l'IGBP (Strahler et al. 1999) a été adoptée et a permis d'identifier neuf classes d'occupation du sol. En dehors des terrains nus ou à végétation éparse (55,3 %), le territoire tchadien est occupé par les prairies (33,9 %), les terres cultivées (8,5 %), les forêts et savanes (2,1 %), les zones humides permanentes (0,1 %), et les autres terres (0,1 %).

Il faudrait mentionner qu'une délimitation officielle de la superficie des forêts n'est pas disponible et ce, en l'absence d'un inventaire forestier national. Les données existantes de superficies diffèrent selon la définition (classification) attribuée aux terres forestières et les sources d'information. Les forêts domaniales occupent 13,3 millions ha<sup>63</sup> et sont constituées de forêts de l'Etat et de forêts des Collectivités Territoriales Décentralisées (CTD). Elles sont composées du Domaine forestier classé pour la conservation de la biodiversité et la protection des sols, et de 12,1 millions ha de domaine forestier protégé pour la production des produits forestiers ligneux et non ligneux.

63 Chad, FRA 2020 reporting tables. <https://fra-data.fao.org/TCDFra2020/designatedManagementObjective/>

**CARTE 3.2.** Carte d'occupation des sols du Tchad en 2019 selon la classification IGBP



Source : MCD12Q1 MODIS/TERA+Aqua Land Cover Type Yearly 3 Global 500m Sin Grid V006

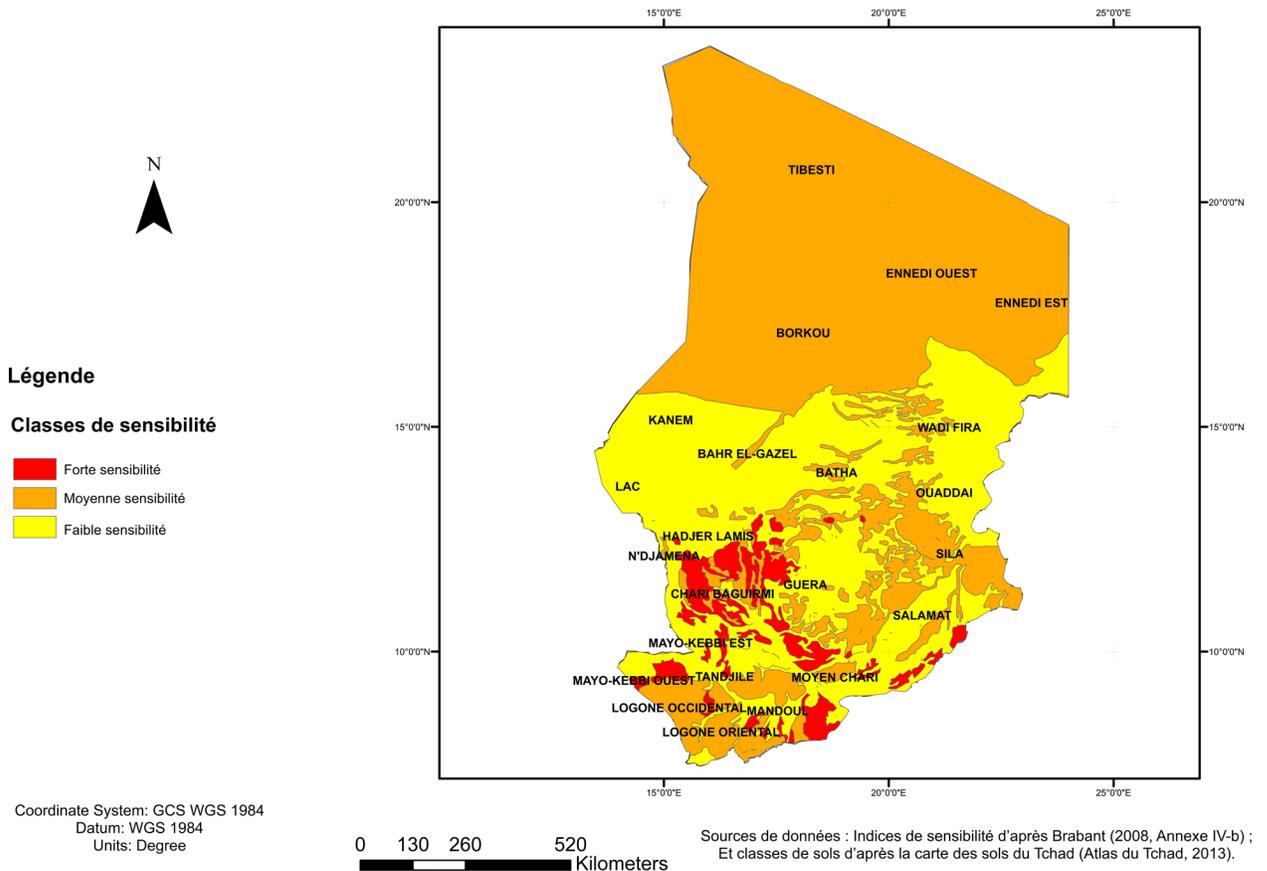
Douze types de sols ont été identifiés, et sont classés en trois grands groupes correspondant approximativement aux trois grandes zones climatiques du pays (MHUR, 2012) :

- Les sols minéraux d'apport éolien, halomorphes alcalins plus ou moins salés, vertisols et sols hydromorphes en zone saharienne ;
- En zone sahélienne : des sols peu évolués, lithiques, iso humiques, lessivés et halomorphes sur minéraux sablo-argileux, minéraux à pseudogley, ainsi que les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions ferrugineuses et cuirasses ;
- En zone soudanienne : des sols à sesquioxydes (ferrugineux tropicaux) plus ou moins lessivés et des sols ferralitiques (Koro), hydromorphes et vertisols (argiles noires tropicales).

Les sols présentent plusieurs contraintes liées à la composition chimique, principalement les sols ferrugineux tropicaux lessivés (Bekayo, 1998). Le taux de matière organique (MO) est faible (<2 %), notamment à la suite de 2 à 3 années de culture sans restitution organique. Ces sols souffrent aussi d'une carence en azote et phosphore assimilables, d'une faible Capacité d'Echange Cationique (CEC), et de teneurs élevées en sel.

L'échelle de valeurs de sensibilité des principales catégories de sols tropicaux aux divers types de dégradation (Brabant, 2008) a été utilisée pour caractériser la sensibilité globale à la dégradation (détériorations chimique, physique et biologique) des sols tchadiens (carte 3.3). Il en résulte une sensibilité globale élevée pour environ 6 % des sols, moyenne pour 57 % et faible pour 37 % des sols.

### CARTE 3.3. Détériorations chimique, physique et biologique des sols du Tchad



Source : Elaborée par l'auteur sur la base des données de Brabant (2003) et la carte des types de sols (Atlas du Tchad, 2013)

### Contexte sociodémographique

La population du Tchad<sup>64</sup> a été évaluée en 2019 à 15,9 millions contre environ 3 millions en 1960, enregistrant une croissance annuelle moyenne de 2,8 % (figure 3.1). Avec un taux de croissance annuel de l'ordre de 3 % en 2019, les jeunes de moins de 30 ans représentent la grande majorité de la population. Le taux de chômage chez la main d'œuvre totale est estimé à 2,3 % en 2020. La grande majorité de la population est rurale, mais une augmentation accélérée de l'urbanisation s'affirme ces dernières années. Le Tchad comptera une démographie de plus de 25 millions en 2050, et un doublement du nombre de jeunes en quête d'emploi tous les 20 ans (FIDA, 2020).

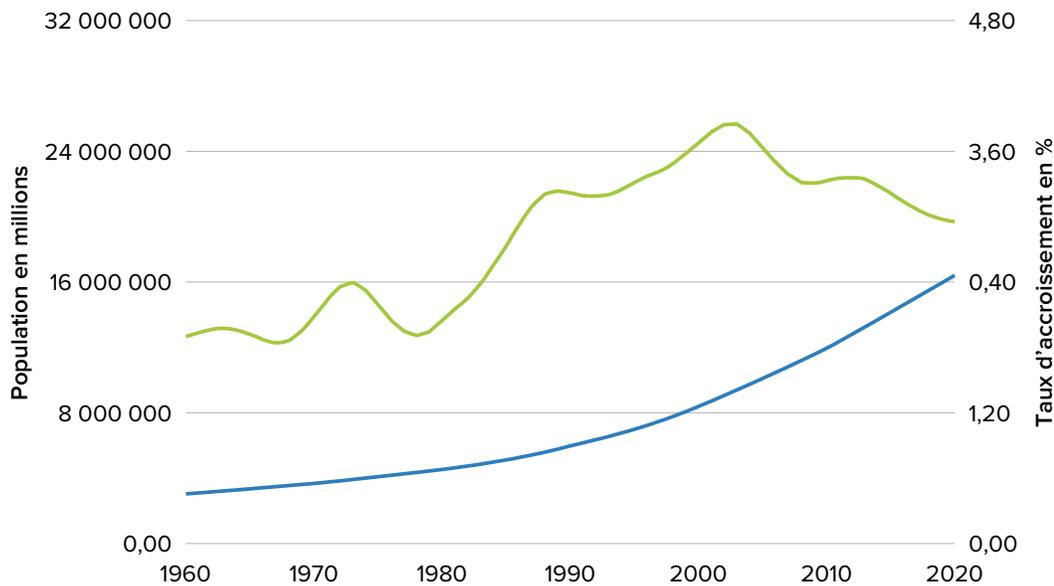
Le Tchad est classé selon l'Indice de Développement Humain de 2019, à la 187<sup>e</sup> place sur 189 pays (PNUD, 2020). L'indice du capital humain de la Banque

mondiale est de 0,3 en 2020. Plus de 8/10 ménages vivent en situation de pauvreté multidimensionnelle (ENV-Tchad, 2019). Le nombre de personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté a augmenté passant à 6,3 millions (40 % de la population) en 2019. La pauvreté est essentiellement concentrée dans les zones rurales, où résident plus de 75 % des habitants, et touche plus particulièrement les jeunes et les femmes (FIDA, 2020).

L'économie de la population rurale dépend fortement de l'exploitation des ressources naturelles. La grande majorité de la population, constituée de ruraux, vit essentiellement de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, du petit commerce et de l'artisanat (FIDA, 2020). D'autres moyens d'existence tels que la cueillette et la chasse sont rencontrés. L'augmentation de la population, associée à la vulnérabilité économique, entraîne la dégradation de l'environnement à cause d'une exploitation abusive (surtout dans les zones où la densité de la population est relativement très élevée).

64 <https://perspective.usherbrooke.ca/>

**FIGURE 3.1. Population et taux d'accroissement de la population tchadienne (1960–2019)**



Source : Perspective mondiale, Banque mondiale 2021.

La pauvreté peut agir comme vecteur de la dégradation des sols lorsque les agriculteurs, les bergers nomades ne peuvent pas attendre que les sols et la végétation se régénèrent, et recourent à une gestion inappropriée de la terre (ELD Initiative & UNEP, 2015). On peut citer comme exemple la suppression des périodes de jachères, l'exploitation des sols déjà pauvres dans des zones marginales, et le maintien prolongé du bétail dans les mêmes pâturages.

Avec un indice d'inégalité de genre évalué à 0,7, le Tchad s'est classé 160<sup>e</sup> sur 162 pays en 2019<sup>65</sup>. Les femmes sont ainsi confrontées à plusieurs contraintes pour leur autonomisation économique et sociale. Celles-ci concernent la difficulté d'accès au foncier, la forte charge de travail surtout dans les zones rurales, la faible représentativité des femmes dans les organisations de producteurs, la pratique du mariage précoce, etc. Le manque ou insuffisance d'activités économiques générant des revenus diversifiés, leur faible qualification technique, et les contraintes sociales auxquelles elles sont confrontées, vont aggraver davantage la vulnérabilité des femmes, et les rendre de plus en plus dépendantes de l'exploitation des ressources naturelles (Mahadie, 1995).

Le Tchad est marqué par un taux d'analphabétisme très élevé (78 %) avec de fortes disparités selon le genre (69 % chez les hommes, 86 % chez les femmes et 69 % des jeunes âgés de 15 à 24 ans). Ces disparités sont accentuées entre les régions en milieu rural avec des taux allant de 45 % à N'Djamena à 97 % à Barh El Gazel (FIDA, 2020). Le taux de scolarisation aux études primaires a connu une tendance croissante depuis la moitié des années 90 pour atteindre 100 % en 2014, mais depuis il commence à chuter. Entre 2015 et 2016, près de 25 % de l'ensemble des établissements scolaires ont fermé (2 350 écoles), réduisant les effectifs scolaires de 400 000 élèves suite à la suspension de la subvention des maîtres communautaires (MC).

L'accès aux services sociaux de base reste limité (INSEED, 2020). En effet, l'accès à l'électricité pour les ménages en 2018 n'est que de 8 % (30,4 % en milieu urbain contre 1,1 % en milieu rural). La proportion de la population qui consommait de l'eau d'une source améliorée n'est que de 55 % en 2018. Seulement 14 % des ménages disposent de toilettes améliorées, partagées ou non, mais avec une forte variation entre les milieux de résidences (85 % des ménages en milieu rural ne disposent pas de toilettes contre 19 % en milieu urbain).

La proportion de la population bénéficiant de socles ou systèmes de protection sociale (ENV-Tchad, 2019) par sexe et par groupe de population est très faible.

65 [http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr\\_theme/country-notes/fr/TCD.pdf](http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/fr/TCD.pdf)

La tendance de 2015 à 2018 est à la baisse. Les indicateurs en rapport avec la couverture sanitaire universelle sont encore très faibles de l'ordre de 29 % (rapport mondial 2017 de suivi de l'OMS). L'espérance de vie est assez faible, inférieure à 55 ans, mais augmente constamment avec les années, de même que le nombre de médecins par habitants.

Le faible niveau d'éducation et les services sociaux assez limités contribuent à mettre la population, surtout rurale, dans des conditions de vulnérabilité socioéconomique dépendante d'une économie de subsistance basée sur l'exploitation de la terre et de ses ressources. Ceci engendre une pression accrue sur les milieux naturels, entraînant ainsi leur surexploitation et dégradation.

### Contexte économique

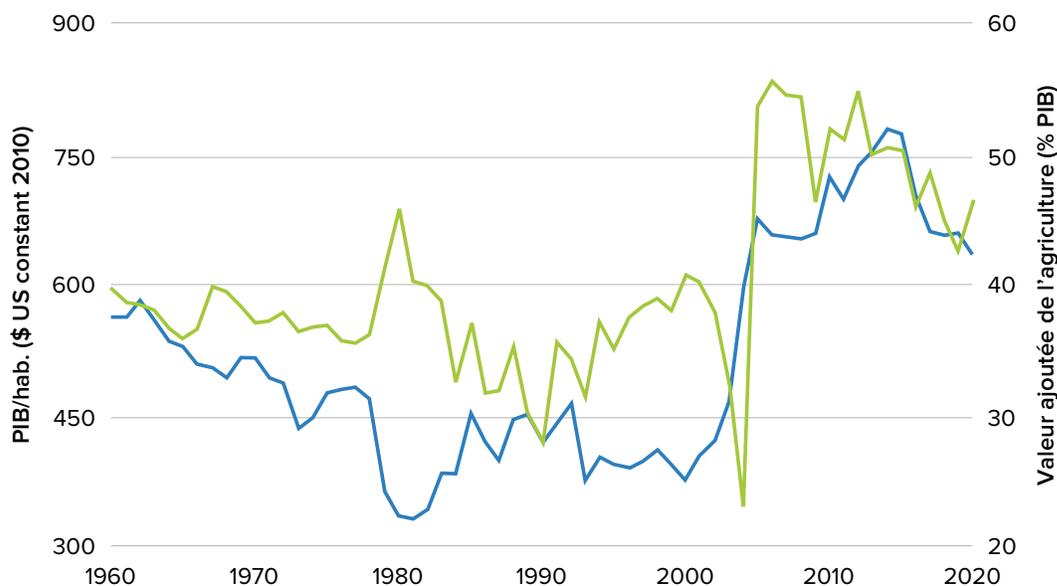
L'économie du Tchad est essentiellement basée sur la pratique de l'agriculture et de l'élevage. Ces deux activités demeurent les plus pourvoyeuses d'emploi du fait qu'elles occupent plus de 85 % de la main d'œuvre et contribuent à hauteur de 44 % au PIB<sup>66</sup>. Le PIB national est intimement lié à l'activité agricole qui y contribue d'une manière variable d'une année à l'autre, mais avec des proportions croissantes (Figure 3.2).

### Production végétale et tendance d'utilisation des terres

La majeure partie de la production agricole provient de petites exploitations pratiquant une agriculture de subsistance, dont la taille moyenne est de 6,4 par ha et les méthodes agricoles sont traditionnelles (Atlas du Tchad, 2013). Le secteur agricole occupe une place importante dans l'emploi des habitants. Ce statut diminue avec le temps de 83,2 % en 1961 (avec une part importante de l'emploi des femmes de 85,9 %, contre 81 % pour les hommes) à 75,1 % en 2019<sup>67</sup>. Mais un changement d'importance de l'emploi agricole pour les deux sexes s'est opéré dès 2009 avec cette fois-ci une dominance des hommes sur les femmes qui occupent respectivement 76,5 % et 73,4 %.

Les systèmes agricoles s'articulent autour d'une production basée sur les cultures vivrières, principalement des céréales, et d'une production de rente dominée par le coton auquel s'ajoutent la canne à sucre, le tabac, le sésame et l'arachide. Les céréales comprennent principalement le blé, le riz, le maïs, le millet, le sorgho, le sarrasin et les céréales mélangées. Les productions céréalières<sup>68</sup> ont été inférieures à un million de tonnes métriques entre 1961 et 1993 avant de s'installer dans une fourchette comprise entre un 1 et 2 millions de

**FIGURE 3.2. Évolution du PIB et de la contribution du secteur agricole**



Source : Perspective mondiale, Banque mondiale 2021.

66 <https://www.nationsencyclopedia.com/economies/Africa/Chad-AGRICULTURE.html>

67 Source : <https://knoema.fr/atlas/Tchad>

68 Source : <https://knoema.fr/atlas/Tchad/Production-de-cereales>

tonnes entre 1994 et 2009. Ce n'est que depuis 2010 que ces productions ont grimpé pour se placer, généralement, dans une fourchette de 2 à 3 millions de tonnes.

La vulgarisation des méthodes et techniques agricoles est soutenue par les différents mécanismes institutionnels et des acteurs non étatiques pour améliorer la productivité agricole (FAO, 2018). Les producteurs accèdent aux intrants par achat sur le marché, vente subventionnée auprès des institutions attirées, distribution liée aux interventions par des acteurs non étatiques, etc. Le programme national de sécurité alimentaire (PNSA) a contribué à offrir des opportunités d'accès aux intrants agricoles, tels que les semences, les produits fertilisants et des produits phytosanitaires (FAO, 2018).

L'accès des producteurs et productrices aux avantages de la recherche et des innovations est très faible. La vulgarisation des technologies dans le secteur agricole et rural concerne surtout la mécanisation de l'agriculture, l'appui à la mise en place d'unités de transformation de produits alimentaires, la vulgarisation d'équipements solaires, etc. La mécanisation de l'agriculture a été promue dans le cadre du PNSA mais n'a pas abouti à des résultats conséquents (FAO, 2019).

Trois régimes fonciers coexistent au Tchad (FAO, 2021 ; SDAPA, 2005). Le régime coutumier selon lequel la terre appartient à la communauté (Zone soudanienne) ; le régime islamique qui régit les rapports sociaux et humains à travers le rôle des autorités traditionnelles et religieuses (en zone sahélienne et saharienne) ; et le

régime moderne qui est neutre et fondé sur les textes règlementaires/législatifs au Tchad. Dans la pratique, la coexistence de ces régimes renforce les inégalités sociales en matière d'accès à la terre et l'apparition de conflits d'usages ou entre usagers. Les groupes sociaux les plus pauvres vont surexploiter les ressources en sols dont ils disposent ou bien étendre leurs exploitations sur des terrains marginaux, ou alors défricher des écosystèmes naturels tels que les prairies, les forêts et les zones humides.

L'évolution des superficies cultivées en céréales et en cultures oléagineuses, légumineuse et tubercules (OLT) a été conduite par comparaison des changements de superficies survenus entre les moyennes de deux campagnes agricoles 2011 et 2012 et la moyenne des campagnes agricoles 2018 et 2019, pour chaque région. A l'échelle nationale, le coefficient de changement de superficie se situe à 0,97 % (diminution), et le coefficient de variation de la production est de 1,17 % (augmentation) en ce qui concerne la céréaliculture. Pour ce qui est des cultures oléagineuses, légumineuses et tubercules, les coefficients sont de 0,90 % pour la superficie, et de 1,17 % pour la production.

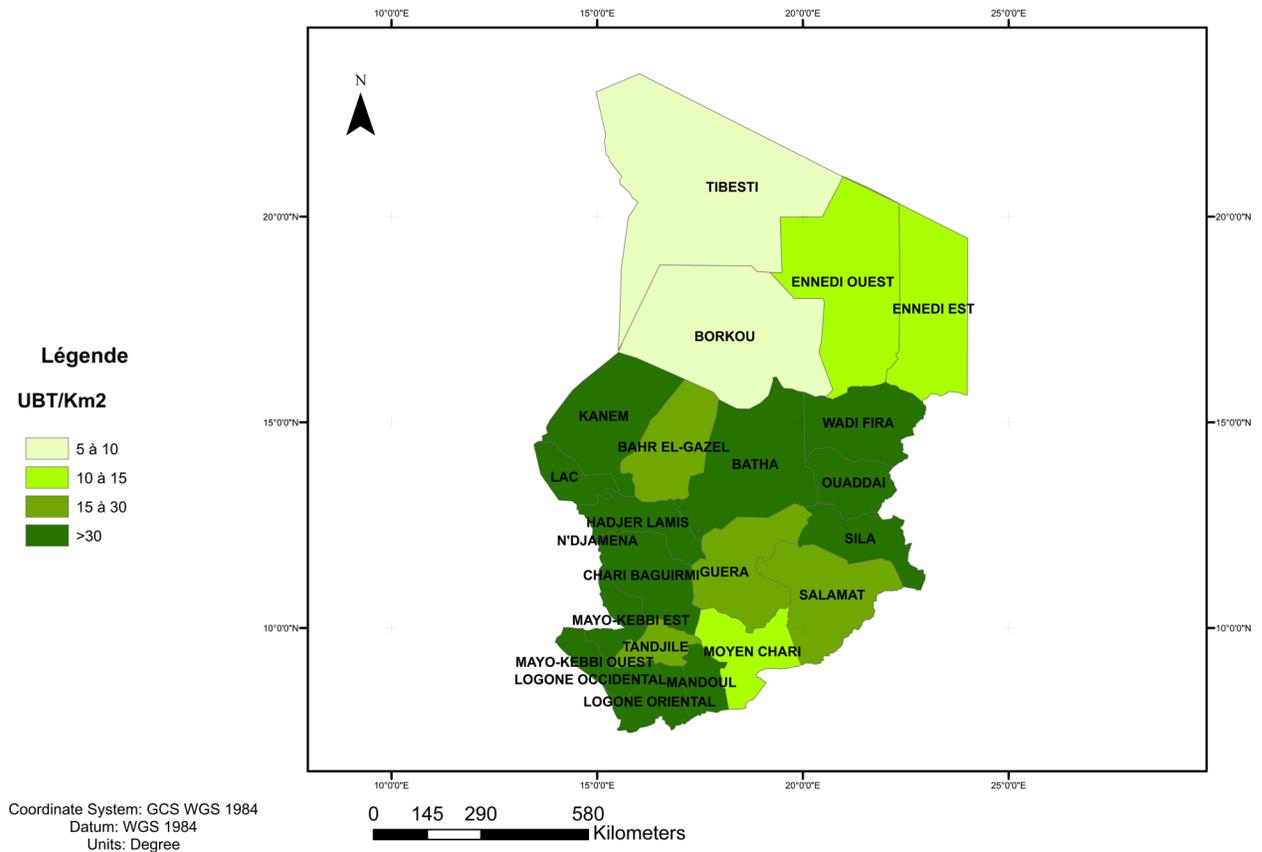
Parallèlement, une cartographie des changements observés a été appréhendée en considérant différentes combinaisons des variations conjointes de superficie et de production ayant été observées d'une part pour les cultures céréalières, et d'autre part pour les cultures oléagineuses, légumineuses et tubercules (OLT). Cette évolution est résumée dans le Tableau 3.1.

**TABLEAU 3.1. Changements observés après considération de différentes combinaisons des variations conjointes de superficie et de production pour les cultures céréalières, et pour les cultures oléagineuses, légumineuses**

Superficies céréalières et productions associées	Cultures oléagineuses, légumineuses et tubercules
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 43,1 % des terres céréalières font l'objet d'un accroissement conjoint de la production et des superficies cultivées par rapport aux moyennes nationales ;</li> <li>• 4,4 % des terres sont marquée par une production décroissante malgré l'extension des superficies cultivées par rapport à la moyenne nationale, et toutes ces terres ainsi caractérisées relèvent de la seule Région de Hadjer Lamis en zone agroclimatique sahélienne ;</li> <li>• 5,2 % des terres ont enregistré un accroissement de la production, mais une régression des superficies par rapport à la moyenne nationale ; et ces terres sont confinées à la seule région de Sila en zone soudanienne ; et</li> <li>• La grande part, composée de 47,3 % des terres, reste caractérisée par la régression conjointe de la production et des superficies cultivées par rapport à la moyenne nationale .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 74,5 % des terres cultivées en OLT sont marquées par un accroissement aussi bien des productions que des superficies cultivées par rapport aux moyennes nationales ;</li> <li>• 14,9 % de ces terres sont caractérisées par une régression conjointe de la production et des superficies cultivées par rapport à la moyenne nationale ;</li> <li>• 10,6 % de ces terres font l'objet d'un accroissement de la production, mais avec régression des superficies par rapport à la moyenne nationale, elles relèvent intégralement de la zone sahélienne.</li> </ul>

Source : Auteur, 2021 élaboré sur la base des statistiques de DPSA /ONDR/SODELAC

### CARTE 3.4. Densité du cheptel en UBT par régions



Source : Elaborée sur la base des données du recensement général de l'élevage pour le Tchad, 2012–2015

#### Production animale

Au Tchad, l'activité de production animale est l'un des secteurs importants de l'économie nationale. L'élevage représente selon les prévisions macroéconomiques de 2012, 7,8 % du PIB total et 20,2 % du PIB du secteur primaire en occupant plus de 40 % de la population totale du pays, 80 % de la population rurale et environ 66 % de la population active (MEPA, 2015). Les systèmes d'élevage extensif reposent sur les pâturages naturels et les résidus de récolte, et sont orientés à des degrés divers vers la vente de lait, de produits laitiers et de bétail sur pied (MEEP, 2016).

L'effectif total du cheptel ruminant est de l'ordre de 34,9 millions UBT (Unité bétail tropical) en 2015, contre un effectif de 3,8 millions en 1976 (MEPA, 2015). Le taux de croît est de 7,9 % pour les ovins, 6,6 % pour les camelins, 6,2 % pour les caprins et 5,3 % pour les bovins. La densité de distribution du cheptel en Unité Bétail Tropical (UBT) sur le territoire du pays est donnée par la carte 3.4. Cet élevage est à 74 % sédentaire, 13 % transhumant et

13 % nomade. L'accroissement soutenu des effectifs dénote une bonne santé du cheptel, d'où un affouragement conséquent. Selon la nature des ressources alimentaires, on distingue trois systèmes d'élevage des ruminants : les systèmes pastoraux, les systèmes agro-pastoraux ou systèmes mixtes, et les systèmes de production urbains et péri-urbains.

D'une façon globale, la demande (besoins) en fourrage des bovins représente plus de la moitié (55,4 %) des besoins du bétail total. Les besoins fourragers des bovins et des camelins représentent près des  $\frac{3}{4}$  de la demande fourragère totale (74,3 %). Le besoin alimentaire annuel total du cheptel en matière sèche est estimé en 2020 à 110,5 millions tonnes, contre 82,7 millions tonnes en 2015. Un tel accroissement des effectifs et des besoins fourragers ne peut s'accompagner que de surexploitation des pâturages naturels<sup>69</sup>.

<sup>69</sup> Abstraction faite des compléments alimentaires fournis réduits à certaines situations locales en résidus de récolte et autres, repousses des savanes régénérées par brulis, etc.

## ÉTAT DE DÉGRADATION DES TERRES

### Changement dans l'occupation des sols

Le programme SIDRAT (2011) a estimé que la contenance des formations végétales dans leur globalité est de 58,3 millions ha, dont des ressources ligneuses qui couvrent 10,9 millions ha. *D'après cette référence, la forêt dense et la savane boisée ont disparu du territoire tchadien.* D'une manière globale, la régression a été d'environ 50 % du potentiel forestier au cours des 20 dernières années (rythme de dégradation estimé à 2,5 %/an).

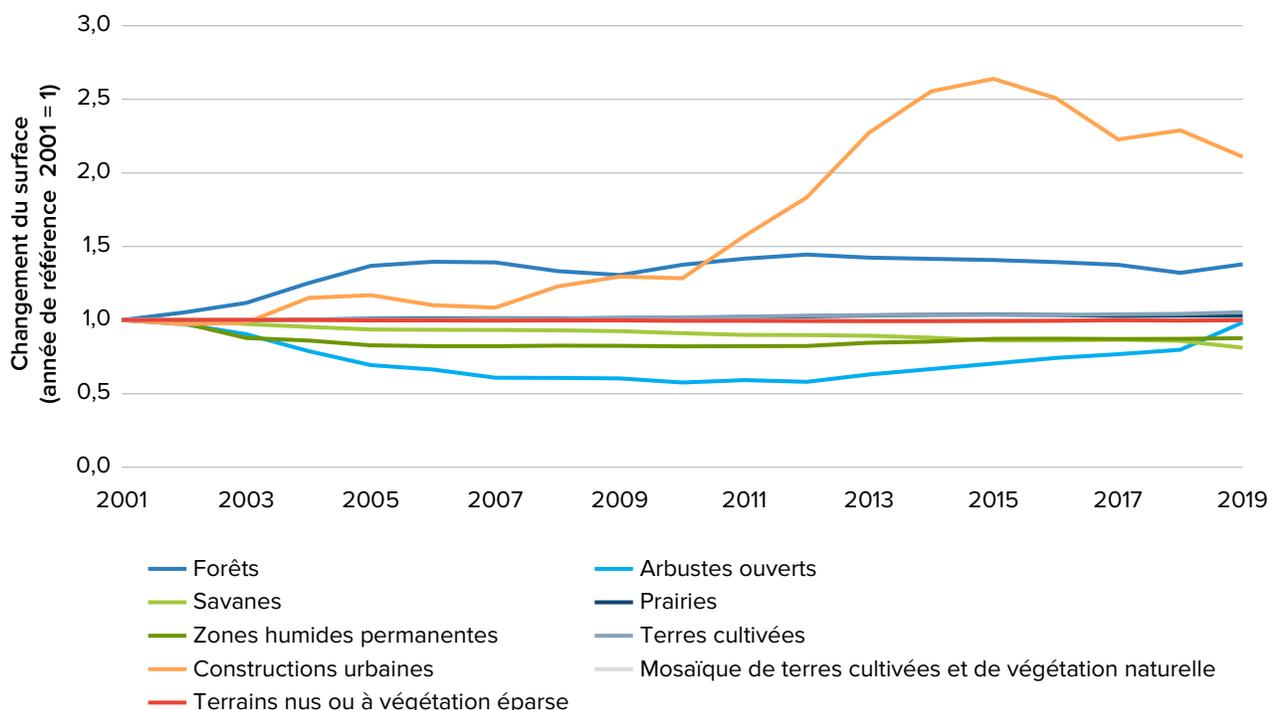
L'évolution de l'occupation des terres a été appréhendée par cartographies multi-dates entre 2001 et 2019. Les cartes ont été créées sur la base d'une résolution de 500m de Modis (MCD12Q1). Les tendances d'évolution, par référence à l'année 2001 (valeur=1) démontrent le caractère non linéaire des transformations opérées dans l'occupation des terres (Figure 3.3). Certaines occupations des terres ont une tendance globale progressive, certaines ont une tendance globale régressive mais d'autres ont une tendance progressive pour une période et une tendance régressive pour une autre période.

Pour essayer de réduire les variations enregistrées entre deux années successives et qui pourraient être attribuées, en partie, aux conditions climatiques, principalement les précipitations, nous avons calculé une moyenne de ces changements sur une période de 9 ans (2011–2019) en utilisant une moyenne mobile à un pas de cinq ans.

La matrice de changement obtenue pour les transitions entre les principales occupations du sol nous a permis de dresser un constat sur les tendances moyennes annuelles d'évolution de l'occupation des terres durant cette période. Il s'agit d'un recul des forêts (4 984 ha), des savanes (22 581 ha) et des terres cultivées (46 263 ha) ; et d'un accroissement net des terrains nus ou à végétation éparse (50 629 ha), des prairies (18 429 ha), des terres cultivées et végétation naturelle (2 266 ha), et des arbustes ouverts (1 289 ha).

L'accès aux ressources est variable selon le type, car les pratiques de prélèvement sont tributaires de la zone agro écologique et du contexte socioculturel du Tchad (FAO, 2018). Leur gestion est régie par la loi n°14/PR/08 portant régime des forêts, de la faune, et des ressources halieutiques. Les principales causes de déforestation et de la dégradation des forêts sont les défrichements et

**FIGURE 3.3.** Changement de surface de l'occupation du sol au Tchad (2001–2019)



Source : Auteur, 2021 sur la base des données spatiales Modis (MCD12Q1)

feux de brousse, le surpâturage, l'exploitation minière, la collecte du combustible ligneux et autres produits forestiers, l'extension urbaine et de l'habitat (MEEP, 2016).

Le bois énergie représente plus de 90 % de l'énergie consommée dans l'ensemble du pays. Il est utilisé par environ 97 % des ménages (MHUR, 2012). La consommation moyenne annuelle varie entre 2,2 millions m<sup>3</sup> et 2,7 millions m<sup>3</sup> pour le bois de feu et entre 70,7 kilotonnes et 92,6 kilotonnes pour le charbon de bois (Taga, 1999). Les feux de brousse, généralement d'origine anthropique entraînent aussi une forte pression sur les tapis graminéens, la perte des animaux sauvages, les insectes, les œufs des espèces aviaires et des reptiles, l'érosion des sols, la pollution de l'air et de l'eau, la destruction des moyens d'existence et des pertes en vie humaine (MEEP, 2016).

### Dégradation des terres de parcours

La désertification des terres de parcours est presque entièrement une question de dégradation de la végétation induite par un surpâturage excessif. Un essai d'évaluation du coefficient de surpâturage des territoires tchadiens a été appréhendé pour disposer d'un ordre de grandeur de surpâturage par régions selon sept zones de charge pastorale d'équilibre<sup>70</sup>. La capacité de charge animale d'une surface donnée dépend du type et de la quantité de fourrages qui y sont produits. La zone pastorale produit normalement 500kg/ha/an de biomasse sèche alors que la zone agro-pastorale produit 500–1000kg/ha/an (Merkovic-Orenstein et Samb, 2018).

Connaissant les effectifs en UBT du cheptel, il a été procédé au calcul de la charge réelle (Cr) en UBT/ha pour chaque région. La charge d'équilibre varie selon sept zones pastorales d'une valeur de 0,1 UBT/ha/an à 0,7 UBT/ha/an. Le rapport de la charge d'équilibre à la charge réelle permet de calculer un coefficient de surpâturage (CS)<sup>71</sup> exprimé en pourcentage de la charge d'équilibre (carte 3.5). Il faudrait souligner que ce constat, renseigne plutôt sur l'offre disponible d'affouragement des terres et que la présence du cheptel dans

une zone donnée est influencée par la transhumance et le nomadisme dont la dynamique n'a pas été prise en considération.

La répartition des terres par classe d'intensité de charge pastorale montre que :

- Sur près de 50 % des terres tchadiennes, la charge en bétail peut être considérée en équilibre par rapport à l'offre fourragère — besoins du bétail (classe I) ; et ces terres couvrent les régions de *Borkou, Salamat, Chari Baguirmi, Guera, Logone Occidentale, Mandoul, Tandjile, Moyen Chari, et Tibesti* ;
- Sur environ 33 % des terres, la surcharge est considérée comme faible et il s'agit des régions de *Mayo-Kebbi Est, Hadjer Lamis, Ennedi Ouest, Mayo-Kebbi Ouest, Logone Orientale, Ennedi Est, Sila, et Batha* ;
- Sur près de 11 % des terres, la surcharge pastorale est considérée comme modérée, mais doit être nuancée en fonction de la durée de séjour du bétail dans les pâturages des régions du Lac, *Kanem et Wadi Fira* ;
- **L'intensité de surpâturage est préoccupante sur près de 6 % des terres tchadiennes.** Cette situation critique comprend les régions de *Bahr El-Gazel (surpâturage intense : 4 %) ; N'Djamena, et Ouaddai (surpâturage fort : 2 %).*

### Dégradation des terres par érosion hydrique et pertes en sol

L'érosion des sols entraîne la diminution de la matière organique et une faible stabilité de la structure des sols. Ce processus débouche par la suite sur un déficit en éléments nutritifs et une faible capacité de rétention de l'eau, affectant ainsi la production de biomasse. Une évaluation de la susceptibilité des sols à l'érosion hydrique a été faite en utilisant l'équation empirique d'USLE<sup>72</sup> incorporée dans le module Sediment Delivery Ration (SDR) du modèle InVEST<sup>73</sup>.

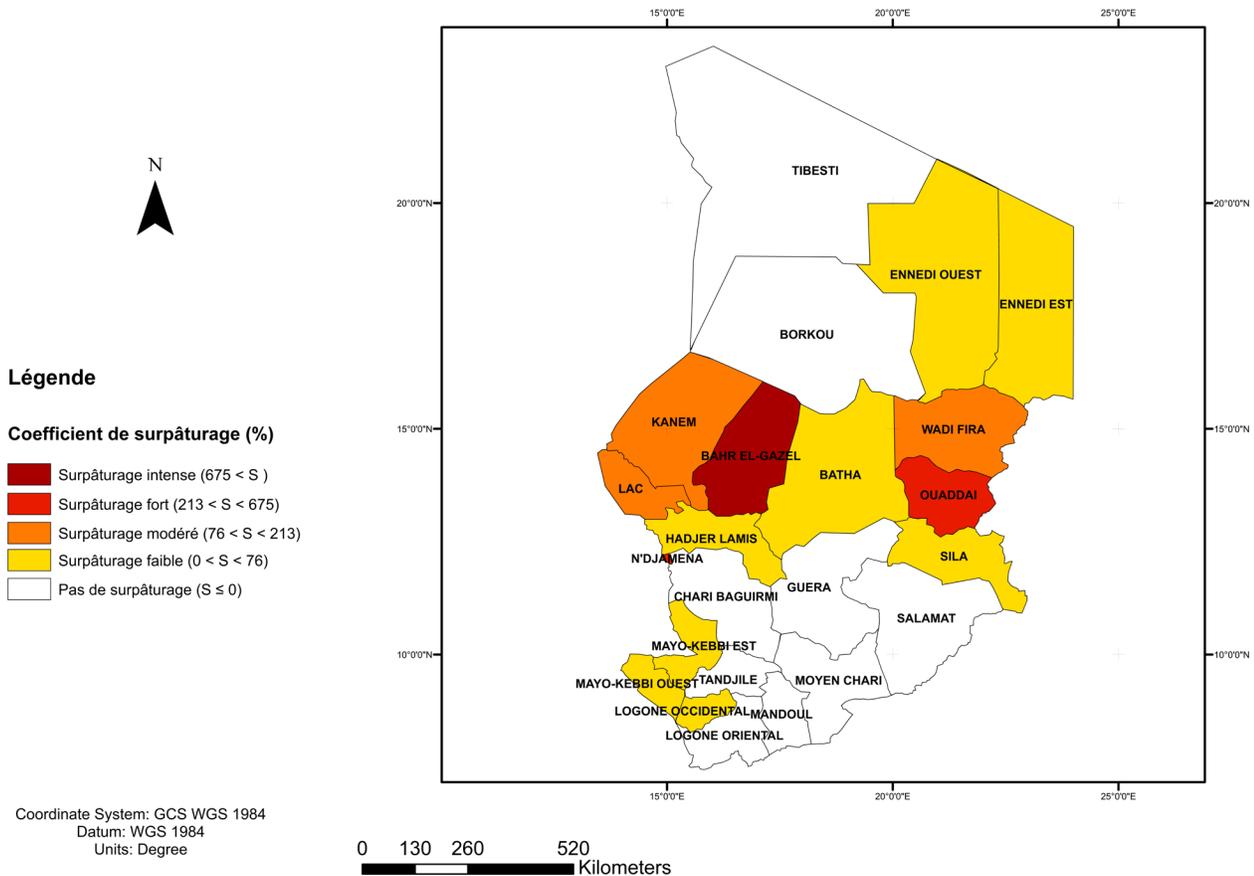
70 L'estimation obtenue a mis à contribution les valeurs de production de biomasse en Kg de matière sèche (*Kg Ms/ha*) proposées par la *Figure 4 - Ressources fourragères en Kg de matière sèche/ha ; (page 23)* du rapport « *Le bilan diagnostic de l'hydraulique pastorale en 2001. Schéma Directeur de l'eau et l'assainissement. Tchad 2002-Gvt. du Tchad* ». A défaut d'une estimation réelle du potentiel fourrager, de telles valeurs sont retenues à titre de « *Charge pastorale d'équilibre* ».

71  $CS = 100 \times (1 - Ce/Cr)$  où Ce = charge d'équilibre et Cr : Charge réelle.

72 Universal Soil Loss Equation (Wischmeier et Smith, 1978). L'USLE prédit le taux annuel moyen d'érosion à long terme sur une pente du terrain en fonction de la configuration des précipitations, du type de sol, de la topographie, du système de culture et des pratiques de gestion.

73 InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) est une série de modèles utilisés pour cartographier et évaluer les biens et services écosystémiques, développé par Natural Capital Project

### CARTE 3.5. Intensité de la charge pastorale par région du Tchad



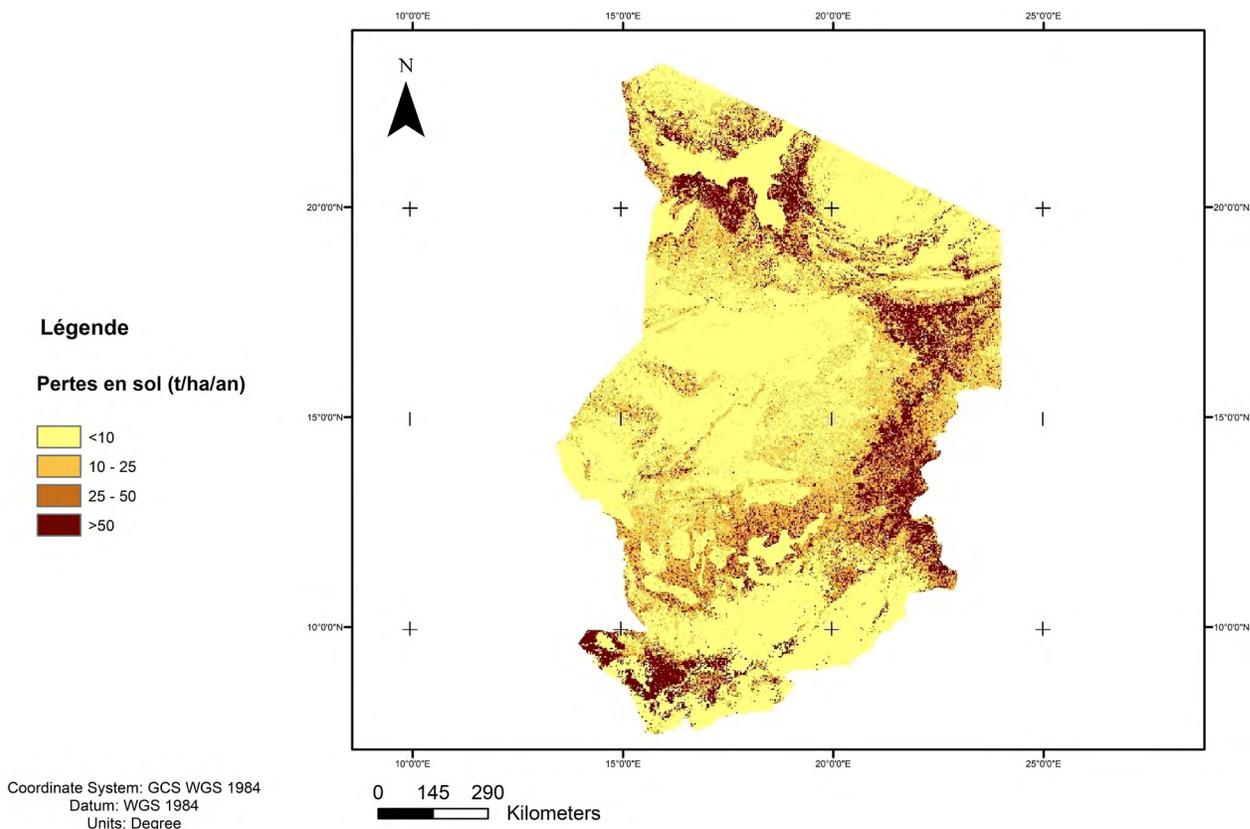
Source : Auteur sur la base de l'effectif du cheptel ruminant (RGE, 2015) et la charge d'équilibre du Schéma Directeur de l'Eau et de l'Assainissement (2002)

Les résultats de cette modélisation pour la décennie 2008–2018, calculés pour des intervalles de deux ans, montrent une tendance générale croissante de l'érosion hydrique, mais avec des niveaux variés du degré de sévérité. *Environ 59 % du territoire est affecté par une érosion légère, 16 % par une érosion modérée, 10 % par une érosion sévère et 15 % par une érosion très sévère.* La carte 3.6 illustre l'étendue et la distribution de la perte potentielle en sol selon les degrés de sévérité de l'érosion. Les dégradations légères, modérées et sévères sont généralement réversibles. Les terres très sévèrement dégradées sont classées comme terres

qui ne peuvent être réhabilitées économiquement (Dregne et Chou, 1992).

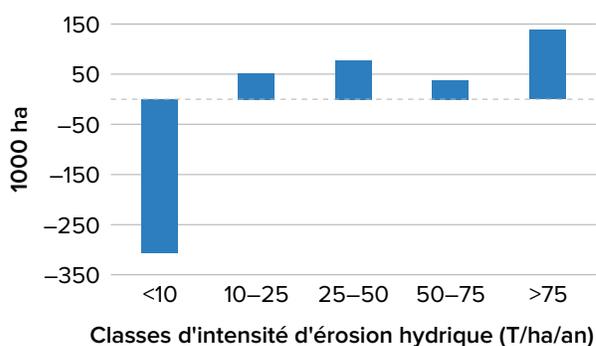
Une comparaison des états de susceptibilité à l'érosion entre les années 2018 et 2008, montre que cette susceptibilité s'est fortement intensifiée, non seulement en termes de superficies mais aussi en termes d'intensité (Figure 3.4.). Cette intensification a été enregistrée aussi bien sur les terrains cultivés que sur les prairies, avec la seule différence que l'érosion sévère est plus accentuée sur les terrains cultivés que sur les prairies.

**CARTE 3.6.** Carte de pertes en sol du Tchad en 2018



Source : Auteur, 2021 sur la base des résultats du module Sediment Delivery Ration (SDR) du modèle InVEST

**FIGURE 3.4.** Variation des superficies potentiellement érodées du Tchad (2008–2018)



Source : Auteur, 2021 sur la base des résultats du module Sediment Delivery Ration (SDR) du modèle InVEST

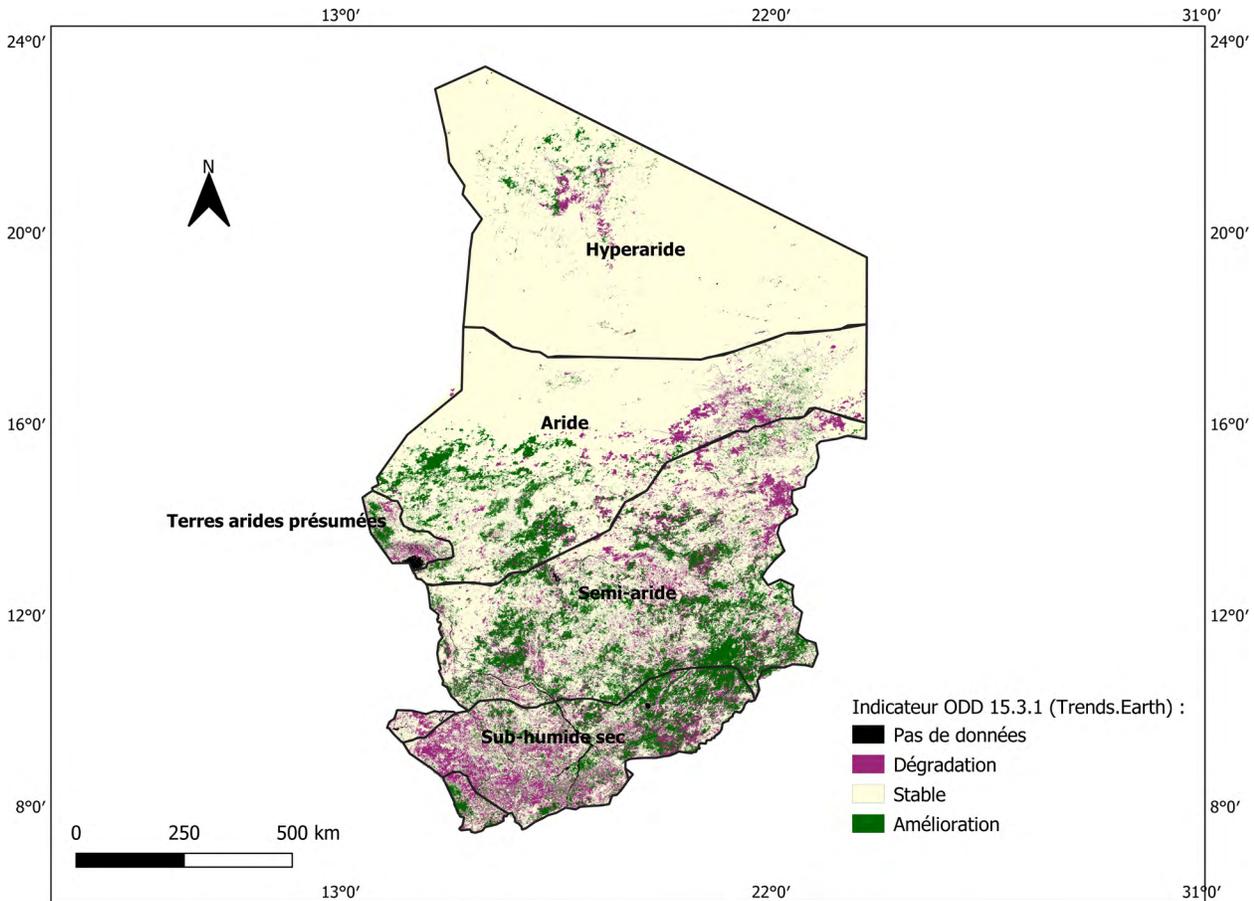
### L'INDICATEUR 15.3.1 DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD)

L'indicateur 15.3.1<sup>74</sup> permet de mesurer le progrès vers un monde neutre en termes de dégradation des terres par rapport à la superficie totale des terres. Il est calculé en utilisant les informations dérivées de 3 sous-indicateurs que sont : les changements de (i) la dynamique de la productivité des terres, (ii) l'occupation des sols, et (iii) carbone organique du sol. Nous avons utilisé l'outil Trends.earth<sup>75</sup> qui permet de calculer et de spatialiser chacun de ces sous-indicateurs et les intégrer dans une carte finale de l'indicateur ODD 15.3.1. Cette carte illustre la localisation des zones potentiellement dégradées et des zones potentiellement améliorées ou stables.

74 La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD) a élaboré un Guide de bonnes pratiques, avec des recommandations sur la façon de calculer l'indicateur ODD 15.3.1.

75 Trends.Earth. Conservation International. Disponible en ligne sur: '<http://trends.earth>' <<http://trends.earth>>'\_, 2018.

**CARTE 3.7.** Dégradation des terres par aridité au Tchad selon l'indicateur ODD 15.3.1



Source : Auteur, sur la base des informations tirées de Trends.Earth, 2021.

Les données cartographiques de deux périodes, l'année de référence (2008) et l'année cible (2018) sont les données par défaut de Trends.Earth : LPD du CCR pour la productivité des terres, ESA CCI pour l'occupation des terres, et SoilGrids pour le carbone organique du sol. Les deux cartes d'occupation des sols de l'ESA CCI<sup>76</sup> sont déclinées en 7 classes principales (forêts, prairies, terres cultivées, zones humides, zones artificielles, terres nues et eau). Les états de dégradation ou d'amélioration des terres sont attribués en fonction du type de changement qui se produit dans l'occupation du sol. Les résultats montrent que 11 % des terres sont dégradées, 12 % sont améliorées, et 77 % sont en état stable (carte 3.7).

La dégradation des terres a été également déterminée par régions administratives en termes de pourcentage du territoire de chaque région. Le classement des régions du Tchad par niveau de changement de la

dégradation à l'aide de l'indicateur ODD 15.3.1 montre que le Logone Occidental (40 %), le Mayo-Kebbi ouest, le Logone Oriental, le Mandoul et la ville de N'Djamena (25 %) sont, par ordre décroissant, les cinq régions administratives les plus affectées (en pourcentage de superficie de la région) par la dégradation des terres.

## IMPACTS DE LA DÉGRADATION DES TERRES

### Impacts socio-économiques de la dégradation des terres

Les changements affectant les ressources en eau du pays ont entraîné des conséquences socio-économiques pour le Tchad conduisant ainsi une partie de la population à migrer vers le sud du pays où les précipitations et les pâtures sont plus abondantes (Atlas du Tchad, 2013). L'exploitation pétrolière est un autre facteur qui influence les mouvements

<sup>76</sup> <https://www.esa-landcover-cci.org/>

des populations dans les zones de production. À ces mouvements internes des autochtones s'ajoute une immigration de citoyens Soudanais et Centrafricains (ENV-Tchad, 2019) qui parfois sont à l'origine de conflits sur l'utilisation des ressources, principalement pastorales. D'après le FIDA (2020), au cours des deux dernières décennies, le Tchad a accueilli des réfugiés qui fuyaient les conflits et les persécutions au Soudan, en RCA et au Nigéria.

Les impacts de la dégradation des terres pourraient occasionner des pertes en termes de (i) revenus fournis par différentes productions commerciales (agriculture, forêts, parcours, etc.), (ii) santé humaine et animale, (iii) biens publics et (iv) biodiversité. Toutefois, la perte économique associée à ces effets n'est pas aisément mesurable. En effet, les fluctuations des productivités observées des différents systèmes de production ainsi que leur dépendance à d'autres facteurs exogènes s'ajoutent à la qualité intrinsèque des terres.

En revanche, des données assez anciennes (Bekayo, 1998) permettent de relever une chute historique de productivité des sols agricoles entre les campagnes 1988/1989 et 1995/1996. Selon cette étude, une baisse drastique de la productivité des terres de l'ordre de 676 Kg/ha (estimée en termes de rendement en Kg/ha) a été enregistrée pour les céréales en 6 campagnes agricoles (1988/89 à 1995/1998).

De plus, selon le MEP (2021), une réduction perceptible des terres productives sous l'effet des sécheresses épisodiques et sévères a été observée depuis la fin des années 60. Elle est due essentiellement à l'érosion des sols et, dans certaines régions, à leur ensablement. Les variations dans les productions agricoles vont certainement affecter les revenus des agriculteurs et leur niveau de vie incluant entre autres les impacts sur la santé humaine, la sécurité alimentaire et le fonctionnement de la société.

Les productivités apparentes ne peuvent pas renseigner, à elles seules, sur l'état de dégradation des terres au Tchad. Les agriculteurs peuvent en effet améliorer la fertilité perdue des sols par des apports de fertilisants ou pratiquer une agriculture itinérante en abandonnant les terres à faible productivité pour les remplacer par des terres plus fertiles.

## **Impacts sur la biodiversité et sur les services écosystémiques**

Le Tchad abrite une biodiversité unique, avec des espèces animales et végétales adaptées aux milieux naturels extrêmes. Les aires protégées représentent environ 10 % de la valeur du capital naturel du pays, selon la Banque mondiale (2021). Cependant, la dégradation de l'environnement a causé une diminution de la biodiversité à plusieurs niveaux, notamment à l'intérieur des aires protégées, à l'extérieur et autour des aires protégées, et au sein de l'agro biodiversité (MEP, 2021). Dans les aires protégées, la réduction des habitats naturels est liée à la remise en cause par la population des limites des espaces protégés, au surpâturage, à la mise en culture, à l'extraction du bois, à l'extension des feux de brousse, et au braconnage de la faune sauvage. À l'extérieur des aires protégées, les impacts se manifestent à travers les pressions exercées directement sur les ressources essentiellement via le braconnage, et la réduction des habitats naturels.

Mbatta (1998) a dressé une typologie des causes des utilisations non durables des ressources de la biodiversité par régions géographiques du Tchad. Les principaux problèmes rencontrés sont la dégradation et la désertification dues principalement au surpâturage, au défrichement et aux feux de brousse. L'évaluation de l'impact de la dégradation des terres sur les fonctions et les services écosystémiques se heurte à une insuffisance de données (SPANB, 2016). L'examen du « Sixième rapport national sur la diversité biologique », ne donne pas d'informations qui pourraient aider à cette évaluation (MEEP, 2018). Toutefois, deux phénomènes ont été documentés. Il s'agit de la prolifération de certaines espèces végétales envahissantes au niveau du Lac Tchad, et d'espèces d'oiseaux de type granivore menaçant la céréaliculture.

## **Impacts sur la productivité primaire des terres**

La productivité primaire nette des terres (PPN) a été évaluée par télédétection sur la base de l'Indice de végétation par différence normalisée (NDVI) sur la période 2008–2018 (référence 2008–2012 et cible 2013–2018). L'outil Trends.earth, utilisé à cet effet, fait usage de trois critères de changement dérivés des données de séries temporelles du NDVI : la trajectoire,

la performance et l'état<sup>77</sup>. Cette évaluation montre que la PPN est en déclin dans 6,9 millions ha et avec des premiers signes de déclin modéré dans 6,3 millions ha. Selon les principales occupations du sol, la PPN des terres en déclin concerne principalement les prairies (2,3 millions ha), les terres cultivées (1,9 millions ha), et les zones arborées (1,6 millions ha).

### Impact sur le stockage du carbone des sols

La teneur des sols en carbone organique varie avec la densité de la biomasse, elle-même liée aux conditions du milieu, notamment les précipitations. Une carte qui rend compte de la teneur des sols du Tchad en carbone organique, et de la dynamique de la productivité des terres a été établie en 2012 (Tchad-UNCCD, 2015). Une récente estimation du stock de carbone selon les types de sols a été réalisée par Chevallier et al. (2020).

Le changement du carbone organique dans les sols (période 2008–2018), estimé avec l'outil Trends.earth utilise les stocks de carbone SoilGrids 250m pour les 30 premiers cm du profil de sol comme valeurs de référence pour le calcul et le coefficient de conversion de l'utilisation des terres pour estimer les changements dans les stocks de carbone. Les résultats obtenus montrent que les zones couvertes d'arbres ont connu un déclin de 2,8 %, et les marécages un déclin de 4,5 %. Un changement positif a été enregistré pour les prairies (4 %) et les terres cultivées (2,2 %).

## RÉPONSES ENTREPRISES CONTRE LA DÉGRADATION DES TERRES

### Politiques macro-économiques pertinentes et thématiques sectorielles

La « *Vision 2030, le Tchad que nous voulons* » reflète la volonté et l'engagement du Gouvernement à bâtir un développement sur le long terme visant l'émergence en 2030 à travers trois Plans Nationaux de Développement (PND) : PND 2017–2021, PND 2022–2026 et PND 2027–2030 (MEPD, 2017). Parmi les axes stratégiques définis pour atteindre cette vision, on trouve des actions sur l'amélioration de l'environnement et la conservation

77 La trajectoire mesure la proportion de variation de la productivité primaire dans le temps. L'indicateur de l'état permet de détecter les changements récents dans la productivité primaire par rapport à une période de référence. La performance permet de déterminer la productivité locale par rapport à d'autres types de végétation semblables dans des types de couverture terrestre similaires, ou des régions bioclimatiques dans toute la zone d'étude.

des ressources naturelles. Cette Vision 2030 est soutenue par la Stratégie Nationale de Bonne Gouvernance dont l'objectif est l'amélioration de la gestion des affaires publiques (SNBG, 2002). Les efforts engagés par cette vision complètent et amplifient ceux du cadre de l'Agenda 2063 de l'Union africaine adopté en 2015.

Les investissements dans la conservation des ressources en terres et en eau se déclinent à travers : i) le Plan national de développement (PND) ; ii) le Plan National d'Investissement du Secteur Rural (PNISR) ; iii) le Schéma directeur agricole et plan d'actions (SDAPA), iv) le Schéma Directeur de l'Eau et Assainissement (SDEA), et v) le Programme Pays du Fonds Vert pour le Climat (MEEP, 2019). Pour mention, le coût global de la mise en œuvre du PND 2017–2021 est évalué à près de 10 milliards USD (ENV-Tchad, 2019). Les ressources internes y représentent 11 % et les accords internationaux en cours représentent 22 %. Il en résulte un gap de 67 % sur la période, à rechercher auprès du secteur privé (29 %) et des partenaires techniques et financiers (38 %).

### Conservation et réhabilitation des terres et systèmes de surveillance

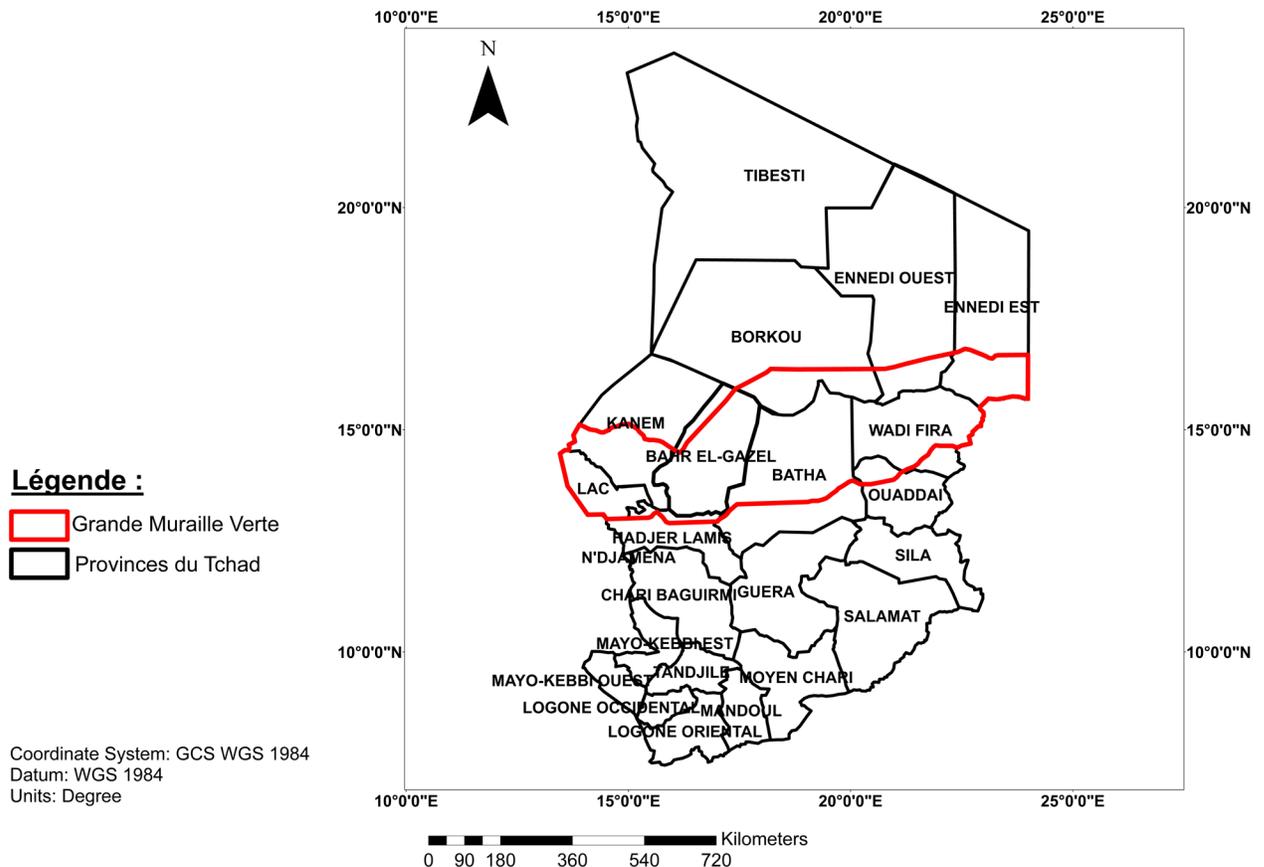
Depuis la mise en place de son PAN/LCD en 2003, le Tchad a testé de nombreux ouvrages de lutte contre la désertification qui se sont révélés efficaces ; en l'occurrence les cordons pierreux, les seuils d'épannage, les demi-lunes, les boisements et reboisements. En matière de conservation, les réponses face à la dégradation des écosystèmes naturels comprennent la mise en place d'aires protégées qui sont actuellement au nombre de 18.

En matière de réhabilitation des terres dégradées, la cible neutralité des terres (NDT) à réaliser durant la période 2020–2040 englobe 1 739 km<sup>2</sup> de forêts, 29 000 km<sup>2</sup> de terres dénudées et autres, et environ 18 km<sup>2</sup> de zones humides (Tchad-UNCCD, 2015). Cinq principaux sites-pilotes ont été arrêtés, en l'occurrence au Kanem, Lac Tchad, Ngourkosso, Séna-oura, et Amdjaras. Les investissements requis sont estimés à environ 21 milliards USD.

Parmi les actions phares de restauration des milieux naturels, figure l'Initiative mondiale de la Grande Muraille Verte (GMV)<sup>78</sup> ayant débuté en 2007 sur près de 8 000 km (carte 3.8). Environ 21 % du territoire

78 <https://www.grandemurailleverte.org/>

### CARTE 3.8. Tracé de la Grande Muraille Verte



Source : Auteur, 2021

du Tchad est concerné par cette initiative, avec l'ambition d'obtenir des avantages environnementaux et socio-économiques. D'autres actions sont à citer, entre autres, le Projet d'Extension et d'Entretien de la Ceinture Verte de N'Djamena, le Programme Décennal de l'Opération Acacia dans les zones arides et semi-arides des pays producteurs de gommés et résines, et le reboisement à grande échelle des espèces sauvages fruitières. De plus, 1,4 million ha de restauration sont engagés d'ici 2030 dans le cadre de l'AFR100 en 2017<sup>79</sup>. La Stratégie nationale de gestion des feux de brousse au Tchad (2011) cible, entre autres, l'amélioration de la gestion des connaissances et le renforcement du cadre juridico-institutionnel.

Les systèmes de surveillance relatifs à la sécheresse et aux inondations sont à caractère régional ; et à ce titre, le Tchad est membre de : i) l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) ; ii) du Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) ;

iii) du Programme AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine et de ses impacts) ; iv) de la PRESAO (Prévisions Saisonnières en Afrique de l'Ouest au Cameroun et au Tchad) ; et v) du Consortium « ACMAD-AGRHYMEHT-ABN » (MEEP, 2019). Le système relatif à la faim et sécurité alimentaire est décliné par le Système d'Information sur la Sécurité Alimentaire et l'Alerte Précoce (SISAAP).

#### Appréciation des progrès des politiques publiques

Une évaluation des progrès des politiques publiques du Tchad a été présentée dans le cadre de l'examen national volontaire des ODD (ENV-Tchad, 2019). La situation des terres et de l'environnement, en général, est contrainte par quatre blocs de problèmes que sont la dégradation des ressources naturelles ; le changement climatique ; la difficulté des partage juste et équitable des bénéficiés ; et les insuffisances de gouvernance et de mobilisation des ressources. Des actions phares pour les corriger sont décrites dans le document relatif à la politique nationale de l'environnement (MEP, 2021).

79 <https://afr100.org/content/chad>

Malgré les efforts importants entrepris par l'Etat en termes de développement de stratégies et de politiques rurales, agricoles, et préservation de la biodiversité et des écosystèmes, les résultats obtenus semblent être limités. En outre, l'absence de dispositifs réglementés de partenariat public — privé (PPP) restreint les possibilités d'investissement du secteur privé.

## CONCLUSION

Les ressources naturelles du Tchad sont de plus en plus sollicitées à mesure que la population du pays augmente. Cependant, la santé et la productivité des terres se détériorent suite à une demande croissante et à un usage excessif. Des terres agricoles fertiles sont perdues au profit de l'urbanisation. Des forêts, des zones humides et des parcours sont défrichés au profit de la mise en culture, etc. La concurrence accrue pour les ressources foncières risquerait d'accroître l'instabilité sociale, exacerbant l'insécurité alimentaire, la pauvreté, les conflits et les migrations.

Les limites de la présente étude demeurent dans le fait que toutes les situations actuelles décrites doivent être vérifiées sur le terrain ; ce qui n'a pas été possible dans le contexte actuel de la pandémie de COVID-19. En fonction des activités à planifier sur la base de cette étude, un tel complément devrait être effectué pour confirmer et consolider les résultats. Les activités en cours pour la conservation de la biodiversité et l'amélioration des aspects biophysiques et socio-économiques pour le Tchad, devraient être renforcées pour répondre aux engagements nationaux et internationaux du pays envers les trois Conventions de Rio : le changement climatique (UNFCCC), la biodiversité (CBD) et la lutte contre la désertification (UNCCD).

Sur la base de l'expérience de la restauration des terres à grande échelle, et particulièrement de la Grande Muraille Verte, certaines recommandations ont été déduites et consignées au chapitre 6 qui traite des conclusions et recommandations de l'étude.





# Chapitre 4 : La gestion des déchets au Tchad

Le Gouvernement du Tchad a engagé des importantes actions pour promouvoir la protection environnementale. Cependant, l'accès aux services de base reste faible, avec des conséquences négatives : par exemple, 71 % de la population utilisent des dépotoirs sauvages comme principal mode d'évacuation des ordures ménagères, et 89 % évacuent les eaux usées dans la rue ou dans la nature (INSEED, 2018). Cette situation et les vulnérabilités qui en découlent constituent des contraintes majeures à la réduction de la pauvreté. Ce chapitre examine la situation du secteur des déchets afin d'identifier les principaux défis et de suggérer des pistes pour une meilleure gestion du secteur au Tchad. Il se base sur une recherche documentaire, des entretiens avec des responsables du secteur<sup>80</sup>, et des visites de terrain dans la ville de N'Djamena. Il convient de noter que la pandémie et l'insécurité ont limité la capacité de collecte d'informations en dehors de la capitale.

## TYPOLOGIE DES DÉCHETS

Au Tchad, on distingue quatre principaux types de déchets, selon leur origine : les déchets municipaux, industriels, biomédicaux<sup>81</sup> et agricoles.

### Les déchets municipaux

Cette catégorie inclut les déchets provenant des activités domestiques des ménages, des services de la collectivité, du nettoyage des rues et des marchés, de l'entretien des espaces verts, du fonctionnement des dispositifs publics d'épuration et de l'entretien des réseaux d'évacuation des eaux pluviales<sup>82</sup>, et des institutions publiques. Elle couvre :

- **Les déchets solides.** Il n'y a pas de statistiques concernant la production des déchets solides municipaux au niveau national. Cependant, plusieurs auteurs et rapports ont estimé que la ville de N'Djamena génère environ 1 200 tonnes par jour<sup>83</sup>. Cela correspond à une production moyenne de 274 kg/habitant/an. Faute d'autres informations, on suppose que la population urbaine du pays a un taux de production similaire, et que la population rurale en génère environ la moitié

80 Des d'interviews guidées ont été conduites avec les responsables techniques de la Direction des Évaluations Environnementales et de la Lutte Contre les Pollutions et les Nuisances du Ministère de l'Environnement de la Pêche et du Développement durable (MEPD) et de la Direction de l'Éducation Environnementale du MEPD, de la mairie de N'Djamena et des communes de N'Djamena, des entreprises privés (Brasserie du Tchad, Eastern States Standard Oil, China National Petroleum Corporation International, Glencore, Raffinerie de Djarmaya, Manufacture Cigarette du Tchad, Compagnie Sucrière du Tchad, des organisations non gouvernementales et les associations.

81 Les déchets biomédicaux sont des déchets issus des activités hospitalières, cliniques, des laboratoires ou toute autre activité de soins (selon le décret 904 portant réglementation des pollutions et des nuisances à l'environnement).

82 Il s'agit des boues, des graisses, des déchets de dégrillage, et des sables de curage.

83 Compilation des données sur les statistiques des déchets collectés des dix (10) communes de la ville de N'Djamena, 2020 ; BCEOM, 2001 ; Rapport d'Etude socioéconomique et environnementale d'installation d'une décharge contrôlée à N'Djamena, 2011 ; MAE, 2003 ; MEPD, 2019 ; MAI, 2013

(Banque mondiale, 2018). Ainsi, en considérant la population urbaine et rurale du pays, la production totale des déchets solides municipaux peut être estimée à environ *2,8 millions tonnes* par an<sup>84</sup>. Bien qu'il s'agisse d'une approximation grossière des quantités de déchets solides, il est fort probable que les restrictions imposées pendant la pandémie aient augmenté la production de déchets ménagers et médicaux générés à la maison pendant 2020–2021.

- **Les déchets liquides.** La quantité d'eaux usées domestiques produite au niveau national est estimée à environ *285,8 millions m<sup>3</sup>* par an (Kellima, 2013 ; MEPD, 2019 ; ECOSIT 4, 2018).

### Les déchets biomédicaux

Au niveau des structures sanitaires tchadiennes, on distingue des déchets biomédicaux solides (p.ex. les ordures ménagères, les résidus anatomiques, les produits pharmaceutiques périmés), et liquides biologiques (p.ex. les résidus de sang, les liquides de lavage gastrique et de drainage post opératoire). Selon les plus récentes publications disponibles, le taux de génération des déchets biomédicaux à partir de 2017 est d'environ *84 m<sup>3</sup>* par jour, soit *30 700 m<sup>3</sup>* par an (PARCHA-Tchad, 2020 et 2018 ; PNDS 3, 2018–2021 ; MSP, 2017 ; OMS, 2016).

### Les déchets industriels

Ils incluent les déchets banals (assimilables aux ordures ménagères) et les déchets spéciaux, tels que les effluents industriels, sols contaminés par le pétrole brut, et résidus des produits chimiques dangereux (p.ex. pesticides, engrais, dioxines, furannes, polychlorobiphényles, etc.). Globalement, il n'existe aucune étude qui quantifie la production des déchets industriels au Tchad, à l'exception des substances chimiques (MERH, 2009). Il est possible d'évaluer uniquement la quantité de déchets liquides produite, sur la base d'avis d'expert tiré lors des entretiens avec des personnes ressources, et des faibles données existantes

(Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement du Tchad, 2003 ; IFC, 2011 ; MATUH, 2017 ; MDEP de Québec, 2006). Ainsi, la quantité d'eaux usées industrielles produite dans le pays à partir de 2015 est estimée à environ *5,3 millions m<sup>3</sup>* par an.

### Les déchets agricoles

Cette catégorie inclut les déchets produits par les exploitations agricoles, y compris les engrais et les pesticides lessivés. La plupart des déchets agricoles solides est consommé par le cheptel, et le reste est utilisé dans la construction (p.ex. utilisation des pailles pour la fabrication des briques, pour la toiture et pour la clôture). De plus, les engrais et les pesticides lessivés utilisés dans l'agriculture polluent considérablement les eaux de surface. Les données relatives à la quantité des eaux contaminées par les déchets agricoles sont inexistantes.

## LA GESTION DES DÉCHETS

Le Tchad a connu des avancées significatives dans le domaine de la protection et de la préservation de l'environnement depuis plus d'une décennie mais la question de l'assainissement reste entière. La problématique des déchets est abordée dans certains documents stratégiques, tels que : le Plan National de Mise en Œuvre de la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants, le Programme National Intégré de Gestion des Produits Chimiques et des Déchets, le Profil National du Tchad sur la Gestion des Produits Chimiques, et le Programme Régional pour la Gestion de l'Information Environnementale. Malgré ces progrès, le secteur de la gestion des déchets *ne dispose pas d'une propre stratégie nationale, ni de plan d'action*. Ces insuffisances, ainsi que la représentation partielle dans quelques stratégies sectorielles, rendent ce secteur affaibli par rapport à d'autres avec lesquels il est fortement lié (p.ex. l'environnement, la santé, l'assainissement, les infrastructures urbaines, etc.).

Une caractérisation exhaustive du cadre politique, juridique, et institutionnel lié au secteur des déchets au Tchad est disponible dans le e-book. Cette section se concentre uniquement sur les aspects organisationnels et techniques de la gestion des déchets, afin de mieux comprendre le fonctionnement et les défis auxquels ce secteur est confronté au Tchad.

<sup>84</sup> Estimé comme  $274 \text{ kg/personne} \times 3,863,362 + 137 \text{ kg/personne} \times 12,562,497$ . Les données de la population se réfèrent à l'année 2020 (Banque mondiale, <https://data.worldbank.org>). Il faudrait noter que le manque d'informations sur la composition des déchets solides ne permet pas de déterminer leur densité, ce qui rend impossible de transformer cette quantité en volume (m<sup>3</sup>), d'une façon similaire aux autres types de déchets dans cette section.

## Les déchets municipaux

Selon les textes règlementaires, l'organisation de la gestion des déchets *solides* municipaux au Tchad incombe aux communes. En fonction des moyens (financiers, humains, compétences) et parfois du type de municipalité, les conseils municipaux et les responsables d'assainissement choisissent le mode de gestion des déchets.

Les municipalités auxquelles incombe la compétence institutionnelle de ce service sont confrontées à une contrainte budgétaire forte. Au Tchad, en dehors de N'Djamena, aucune ville ne dispose d'une autonomie de gestion financière. Pour pallier l'insuffisance des moyens matériels mis à la disposition des municipalités, le paiement des taxes pour la pré-collecte des ordures ménagères a été instauré en 1990. Le recours aux instruments de financement présente l'avantage d'assurer le financement du service public local, en couvrant les coûts liés à la pré-collecte de ces déchets<sup>85</sup>. L'État tchadien accompagne les services de la voirie, à travers le Ministère de l'Environnement (qui intègre la problématique de la salubrité dans le volet de l'éducation environnementale) et d'autres acteurs (qui fournissent des dons) ; cependant leurs appuis restent faibles.

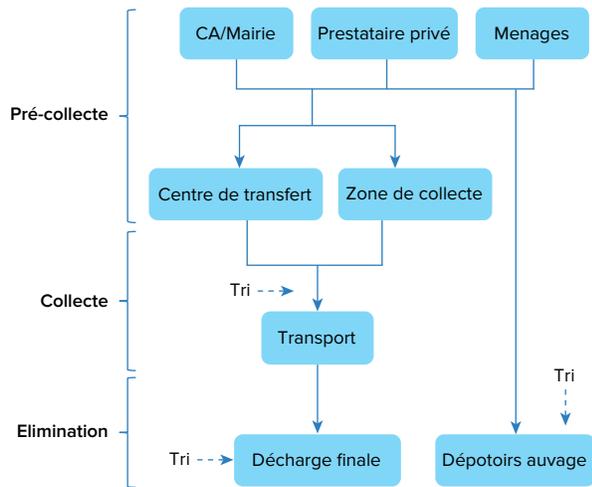
D'une manière générale, les services de la voirie ne disposent pas de structure d'organisation, ni de matériel de travail et d'engins suffisants (p.ex. bennes, véhicules de liaisons). De surcroît, la plupart des engins sont hors d'usage à l'heure actuelle. Ainsi, les services techniques sont toujours dans l'impossibilité de curer correctement l'ensemble de caniveaux, d'évacuer et de traiter la totalité des déchets produits par les ménages et les marchés. Les déchets *liquides* municipaux ne font l'objet d'aucune organisation. Leur élimination est assurée par les ménages ou les prestataires privés. Le manque d'organisation dans ce secteur est un handicap majeur auquel une solution radicale doit être trouvée.

### Les déchets solides municipaux

Il existe un système de gestion des déchets en milieu urbain, par contre en milieu rural, il n'y a pas de système de gestion des déchets solides ; dans les zones urbaines, la gestion s'articule autour de trois étapes : la pré-collecte, la collecte et l'élimination. La figure 4.1 illustre un schéma simplifié de ces étapes pour la ville de N'Djamena.

<sup>85</sup> Elle est perçue de façon mensuelle par un ou plusieurs agents de recouvrement, elle varie de 1500Fcf à 3000Fcf par ménage.

**FIGURE 4.1.** Schéma simplifié de la gestion des déchets à N'Djamena



Source : A. Singambaye, 2021

#### a. La pré-collecte

La pré-collecte consiste au ramassage et l'acheminement des déchets ménagers depuis la limite de la concession jusqu'au point de regroupement, tel que le centre du transfert, ou la zone de collecte (Cervald, 2003). Il y a deux formes principales de pré-collecte : (i) pour les ménages *abonnés* aux services municipaux, cette activité est généralement assurée par les Comités d'Assainissement (CA), sous la supervision des communes. Dans le cas contraire, elle est fournie par des prestataires privés qui passent des contrats de gré à gré avec les ménages ; (ii) pour les ménages *non-abonnés*, ce sont les ménages eux-mêmes qui se chargent du transport des ordures vers ces centres. En outre, une grande partie des ménages déposent leurs déchets dans des dépotoirs sauvages, comme illustré dans la photo 4.1.

Dans chaque ménage, des récipients ayant divers supports ou des bacs à ordures servent à la pré-collecte des ordures dans une aire donnée (Photos 4.1 et 4.2). Des bacs sont déposés aussi dans les marchés et d'autres espaces publics. Ces déchets sont acheminés et déchargés dans les centres de transfert et/ou dans les zones de collecte à l'aide de « pousse-pousse » (Photos 4.3 et 4.4), de motos tricyles ou de bennes.

**PHOTO 4.1.** Récipient pour ordure



**PHOTO 4.2.** Bac à ordures



**PHOTO 4.3.** Agent CA



**PHOTO 4.4.** Prestataire indépendant



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

Le balayage des rues et des places publiques se fait uniquement sur les voies bitumées, en particulier dans les centres villes, les grands carrefours, quelques grandes avenues et parfois dans les grands marchés. Pendant l'étape de pré-collecte, *les plus grands défis* incluent : la mauvaise organisation managériale entre les responsables des communes et les CA, le faible système de recouvrement des taxes, la réglementation inappropriée du secteur, l'incivisme fiscal de la population abonnée, et le caractère facultatif de l'abonnement des ménages. Selon le rapport de l'élaboration de la stratégie de gestion des déchets solide de N'Djamena, le nombre d'abonnés ne représente *que 5 % de la population de la ville* (MATUH, 2010).

#### **b. La collecte**

La collecte est un ensemble d'opérations d'évacuation des déchets des centres de transfert et des zones de collecte vers un lieu de tri, de regroupement, de valorisation ou de traitement<sup>86</sup>. Au Tchad, la collecte à point fixe est la plus utilisée. Dans cette opération, les bennes desservent les zones où les rues sont en bon état et les quartiers accessibles. Les mairies des grandes villes ont déposé et construit des bacs de 16 m<sup>3</sup> dans les quartiers qui servent de zones de collecte, et ont construit des centres de transfert pour stocker les déchets provisoirement avant leur élimination (Photos 4.5 et 4.6). La ville de N'Djamena dispose de six centres de transfert (Tableau 4.1).

<sup>86</sup> Article 3 du décret n°904/PR/PM/MEERH/2009.

**PHOTO 4.5.** Centre de transfert, quartier Diguel



**PHOTO 4.6.** Zone de collecte, quartier Riddina



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

**TABLEAU 4.1.** Inventaire des centres de transfert à N'Djamena

Arrondissement	Quartier	Coordonnées géographiques		Superficie (m <sup>2</sup> )
		LAT	LONG	
7 <sup>e</sup>	Habbena	N 12°6'12,636"	E15°6'35,6158"	400
7 <sup>e</sup>	Chagoua	N 12°5'46,6008"	E15°5'53,2190"	400
8 <sup>e</sup>	Ndjari	N 12°7'32,6834"	E15°6'20,4584"	400
8 <sup>e</sup>	Diguel	N 12°8'27,7141"	E15°3'19,8898"	400
5 <sup>e</sup>	Champ de fil	N 12°6'48,9466"	E15°3'34,5536"	400
10 <sup>e</sup>	Gozotor	N 12°9'25,2579"	E15°4'2,5484"	400

Source : GBM, 2021

Les services de ramassage des ordures passent par les zones de collecte et les centres de transfert pour acheminer les déchets dans les décharges finales. Au Tchad, le taux moyen de collecte est d'environ 10 à 15 %<sup>87</sup>.

Il convient de noter que ces services sont insuffisants : en fait, les populations qui résident dans les zones peu aménagées ne bénéficient pas de la collecte des déchets ménagers, en l'occurrence ceux des zones inondables, des quartiers péri-urbains, et périphériques. De plus, malgré une bonne accessibilité, il y a toujours des quartiers sans zones de collecte, et des arrondissements sans centres de transfert.

Dans la plupart des quartiers, les municipalités rencontrent de *grandes difficultés* pour installer et maintenir des lieux de décharge de transit. Cela s'explique notamment du fait (i) du manque d'espace lié à la forte densité urbaine ; (ii) de la forte réticence des habitants face à l'installation de décharges à proximité de leurs lieux d'habitation ; et (iii) du mauvais entretien de ces zones entraînant de nuisances olfactives, sanitaires et de circulation dues à la dispersion des déchets sur les chaussées et leur brûlage lorsqu'ils ne sont pas évacués de façon régulière (photos 4.7 et 4.8).

<sup>87</sup> Ceci représente le ratio entre la quantité des déchets collectés et acheminés vers les décharges finales, et la quantité totale des déchets générés.

**PHOTO 4.7.** Zone de collecte transformée en dépotoir sauvage



**PHOTO 4.8.** Montagne de déchets à proximité du marché de Dembe



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

### c. L'élimination

Cette étape fait référence aux opérations de la mise en décharge, du brûlage à ciel ouvert, et du compactage opéré par les services municipaux :

- **La mise en décharge** est le mode d'élimination le plus couramment utilisé dans le pays. Toutes les décharges finales au Tchad sont *non contrôlées*<sup>88</sup> (photos 4.9 et 4.10). De plus, il est important de noter que les chauffeurs des bennes déversent parfois ces déchets dans des endroits isolés à la sortie des villes.
- **Le brûlage des déchets** est une opération très répandue dans tout le pays, malgré l'existence de textes qui l'interdisent. Il est pratiqué dans les décharges finales, dans les concessions, aux alentours des concessions, et dans les dépotoirs sauvages.
- **Le compactage** est une opération consistant à réduire les déchets en les compactant à l'aide d'engins de compactage. Il est pratiqué par les responsables des services municipaux dans les décharges finales, lorsqu'elles sont débordées des déchets. Cette pratique reste très dangereuse pour l'environnement, car elle est une source inévitable de pollution.

**PHOTO 4.9.** Décharge finale de Gassi



**PHOTO 4.10.** Décharge finale de Farcha



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

<sup>88</sup> Selon MAE (2003), SDEA du Tchad, (2003–2020) ; les entretiens eu avec les autorités de la mairie et de certaines communes de N'Djamena ; la descente et la visite de toutes les décharges publiques de la ville de N'Djamena (quatre décharges donc deux sont fonctionnelles, celle derrière l'Assemblée Nationale selon les autorités municipales de la ville de N'Djamena et celle de Farcha), aucune d'entre elles n'est contrôlée.

**PHOTO 4.11.** Brûlage des déchets d'un dépotoir sauvage



**PHOTO 4.12.** Brûlage des déchets à la décharge finale



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

**TABLEAU 4.2.** Inventaire des décharges finales à N'Djamena

Arrondissement	Quartier	Coordonnées géographiques		Superficie (m <sup>2</sup> )
		LAT	LONG	
10 <sup>e</sup>	Lamadji	N 12°14'13,6482''	E15°1'58,9422''	25
07 <sup>e</sup>	Gassi	N 12°4'11,0496''	E15°9'23,53464''	10
09 <sup>e</sup>	Toukra	N 12°3'18,0640''	E15°6'23,9522''	4
01 <sup>er</sup>	Farcha	N 12°9'39,7882''	E14°57'36,7909''	5
10 <sup>e</sup>	Lamadji	N 12°14'13,6482''	E15°1'58,9422''	25

Source : GBM, 2021.

#### d. Autres activités

A part les étapes mentionnées ci-dessus, le *tri* intervient dans les centres de transfert, les zones de collecte, les décharges finales et les dépotoirs sauvages (photo 4.11). Au Tchad, le tri est réalisé de manière informelle par les enfants de la rue et par les chômeurs, afin de revendre les objets rejetés aux artisans (photo 4.13). Il convient de noter qu'après le tri, une partie des déchets ménagers est réutilisée comme matériel de remblai dans les zones inondables, pour combler les trous creusés dans les concessions, dans les constructions des habitations, ainsi que les dépressions publiques. La pratique de remblai s'est tellement répandue, qu'à ce jour, les déchets sont parfois vendus aux particuliers comme matériel de remblai (photo 4.14). Globalement, le taux de *recyclage*

au Tchad représente environ 15 %<sup>89</sup> du volume des déchets produits.

Dans plusieurs endroits, l'absence de points de transfert à proximité immédiate conduit les ménages à déverser les déchets solides de manière anarchique. Tous les bas-fonds proches des habitations, l'alentour des concessions, les berges, les rues, les canaux, et les espaces non aménagés, servent de *dépotoir sauvage*. De plus, certains agents du CA et prestataires privés utilisent ces endroits pour le stockage des déchets, au lieu de les transporter vers les zones de collecte ou centres de transfert, comme l'indique la photo 4.15.

<sup>89</sup> Selon (MAE, 2003) Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain ; les entretiens eu avec les autorités de la mairie et de certaines communes de Ndjamen, les ONG, les associations ; la descente et la visite de terrain, nous affirmons que les déchets triés représentent 15 %.

**PHOTO 4.13.** Tri des ferrailles



**PHOTO 4.14.** Utilisation des déchets pour remblayer la voie publique



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

**PHOTO 4.15.** Agent CA utilisant le dépotoir sauvage pour déverser les ordures, N'Djamena



Source : A. Singambaye, 2021.

Selon INSEED (2018), plus de sept ménages sur dix utilisent le dépotoir sauvage comme principal mode d'évacuation des ordures ménagères. Les dépotoirs sauvages les plus utilisés sont :

- **Les concessions** : les ménages utilisent la cour ou l'alentour de leurs concessions pour stocker les déchets ;
- **Les bas-fonds ou mares ou boutha** : ces mares existent dans toutes les villes. N'Djamena compte près de 52 mares (Atrenviro, 2012) ;

- **Les berges** : les ménages à proximité du fleuve ou des cours d'eau utilisent les berges comme dépotoirs d'ordures ;
- **Les caniveaux** : ces infrastructures font l'objet de dépotoir sauvage, posant ainsi de sérieux problèmes d'évacuation des eaux en saison de pluie, pouvant conduire à des inondations ;
- **Les espaces non aménagés** : ce sont des terrains libres appartenant à des particuliers, ou des espaces qui ont fait l'objet de déguerpissements qui sont devenus la propriété de l'État ;
- **Les bords de route** : ils sont le théâtre de dépôt des déchets solides ménagers, parfois obstruant ou bloquant le passage des usagers.

Globalement, la gestion des déchets solides municipaux est un *défi majeur* pour les municipalités tchadiennes. Elles rencontrent des difficultés importantes à assumer correctement ce service, alors que les lois de décentralisation leur ont conféré cette responsabilité. Elles sont confrontées (i) à une forte croissance de la population, mal maîtrisée, (ii) à une évolution des modes de consommation qui se traduit par une augmentation des volumes et évolution de la nature des déchets (plus forte proportion de plastiques). De surcroît, elles font face à une pénurie de moyens humains, techniques et financiers pour contrecarrer cet état de fait.

## Les déchets liquides municipaux

Le problème d'évacuation des eaux usées demeure une des préoccupations environnementales les plus importantes du Tchad. Les eaux usées municipales au Tchad ne sont *ni collectées, ni traitées*<sup>90</sup> et le pays ne dispose ni de réseau d'évacuation ni de station de traitement d'eaux usées (SDEA, 2003–2020). Environ 89 % des ménages évacuent les eaux usées dans la rue ou dans la nature (INSEED, 2018). Le mode d'élimination dépend du type d'eau :

- **Les eaux usées de cuisine et de lessive** : Ces eaux sont déversées autour des concessions, dans la rue, ou dans les caniveaux d'évacuation des eaux de pluie. Dans tous les cas, ces eaux stagnent et constituent des vraies sources de pollution.
- **Les eaux usées des toilettes** : Ces eaux sont collectées dans des demi-fûts superposés, pour être vidangées par les usagers dans la rue, durant la nuit. Ces eaux envahissent la voie, rendent la circulation difficile, et dégagent des odeurs nauséabondes.
- **Les excréta** : Les déchets fécaux quand ils ne sont pas déposés dans la nature, se font dans des latrines traditionnelles ou modernes.

Les représentants des *ménages* s'occupent de l'élimination des eaux usées de cuisine, de lessive, et des toilettes. Par contre, l'élimination des eaux grises est entièrement confiée aux *opérateurs privés*. Cette opération se fait soit à la main, soit par camion vidangeur. Dans la plupart des cas (85 %), l'opération se fait à la main et concerne les latrines traditionnelles : les opérateurs creusent une fosse à l'intérieur ou à l'extérieur de la concession, qui est ensuite remplie par les eaux usées grises (photo 4.16) ; la terre creusée est récupérée et utilisée à d'autres fins. Pour le reste des ménages qui bénéficient des latrines améliorées, les opérateurs utilisent les camions vidangeurs munis de pompe hydro cureur (photo 4.17). Ce dernier type d'élimination est le plus bénéfique du point de vue sanitaire et environnemental<sup>91</sup>.

90 Selon le SDEA (2001), SDEA (2003–2020), Commission Européenne (2006), CCNUCC (2011), Hemchi (2015), MAE (2003), AFD (2016) et le constat fait lors de la descente sur le terrain, les eaux usées domestiques de la ville de Ndjamenas ne reçoivent aucun traitement.

91 Le prix est d'environ 2 500–5 000 FCFA/fût pour l'élimination à la main, et de 25 000–30 000 FCFA pour l'intervention avec le camion vidangeur.

PHOTO 4.16. Fosse curée manuellement



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

PHOTO 4.17. Camion vidangeur de fosse



Source : A. Singambaye, 2021. Toutes les photos sont prises à N'Djamena.

Étant donné que le pays ne dispose pas des sites de décharge pour les eaux grises, le dépotage clandestin est très répandu. Les eaux grises récupérées manuellement ou par les camions sont généralement rejetées dans la nature, loin des habitations, ou dans les champs des villages proches de la ville. Cette pratique constitue un défi environnemental et sanitaire auquel il faut remédier urgemment.

En conclusion, la gestion des déchets municipaux au Tchad montre de réelles limites. On remarque une insuffisance notoire d'infrastructures et d'équipements

relatifs à la gestion durable des déchets municipaux. Les problèmes affectent toutes les étapes de la gestion, de la pré-collecte jusqu'à la mise en décharge. Les défaillances de gestion sont de plusieurs ordres — institutionnel, économique, technique, matériel et éducationnel — et constituent un handicap majeur à la mise en place de toute politique de gestion durable des déchets.

### Les déchets biomédicaux

La Politique Nationale de la Santé (2016–2030) vise à assurer l'accès universel aux soins de santé de qualité, entre autres (République du Tchad, 2016). Cependant, elle n'accorde pas une priorité élevée à la gestion des déchets biomédicaux. Par contre il existe au Tchad un plan et un guide de gestion des déchets biomédicaux, un manuel pratique des procédures de prévention et contrôle des infections, et une police sanitaire. Malgré la présence de tous ces documents du Ministère de la Santé Publique, certaines structures sanitaires peinent à disposer d'un guide ou référentiel technique permettant au personnel de gérer les déchets biomédicaux d'une façon appropriée.

Concernant les aspects techniques de la gestion, il est important de noter que les hôpitaux et d'autres centres de santé ne disposent pas d'infrastructures en bon état de fonctionnement (incinérateur, usine de traitement, etc.), ni de procédures bien établies pour traiter et éliminer les déchets biomédicaux. Par conséquent, la plupart des formations sanitaires brûlent les *déchets solides* biomédicaux à l'air libre, sans tri ou séparation des déchets dangereux.

En outre, les *déchets liquides* sont stockés dans des fosses septiques qui sont vidangées périodiquement. Seul l'Hôpital Général de Référence Nationale dispose d'un réseau d'égout ; cependant, la station d'épuration des eaux usées de cet hôpital ne peut contenir et traiter l'ensemble des déchets liquides biomédicaux. Par conséquent, les eaux usées, contenant des microbes, bactéries, produits chimiques, etc., sont déversées dans le Chari et le Logone, sans traitement préalable. Cette pratique présente des risques évidents pour la santé humaine et pour l'environnement en général (SDEA, 2003–2022).

Cette situation révèle des *problèmes majeurs*, parmi lesquelles on cite : le non-respect de plan et de guide de gestion des déchets biomédicaux, le manque d'attention porté aux avis fournis par les agents d'hygiène

et d'assainissement affectés aux formations sanitaires, l'inexistence d'équipement (p.ex. bacs, poubelles spécialisées, etc.), de tri à la source, et des systèmes écologiques de traitement.

### Les déchets industriels

Il existe un plan d'orientation qui propose de mettre en place un système de normalisation et de contrôle de la gestion de ces déchets, ainsi que d'intégrer les études d'impact environnemental dans des projets d'investissements industriels. Cependant, les textes qui règlementent les études d'impact environnemental offrent la possibilité aux promoteurs de proposer leur propre plan de gestion des déchets, p.ex. modes de gestion, mécanisme de suivi etc. Malheureusement, il n'existe pas des documents de politique nationale fournissant les directives de surveillance et de suivi de gestion des déchets industriels en les répertoriant par secteur d'activité<sup>92</sup>. Par conséquent, la gestion de ces déchets est conduite sans contrôle des services publics.

Un examen approfondi des aspects techniques de la gestion des déchets industriels devrait se fonder sur des informations fiables relatives à la génération, la collecte, le traitement et le stockage des déchets industriels. Cependant, bien que certaines entreprises en disposent, ces informations ne sont pas accessibles.

Au Tchad, il n'existe pas des zones industrielles aménagées. Les informations disponibles indiquent que certaines entreprises gèrent leurs déchets banals avant l'élimination. Par exemple, certaines entreprises pétrolières ont une filière de gestion intégrant toutes les étapes, p.ex. pré-collecte, collecte, traitement<sup>93</sup>. Par contre, beaucoup d'entreprises ne disposent pas de plan de gestion de leurs déchets — en l'occurrence, celles exerçant dans l'informel — par conséquent, les déchets sont jetés dans la nature, sans traitement préalable.

92 Le profil national sur les produits chimiques dangereux est le seul document qui mentionne la lutte contre la pollution industrielle comme priorité nationale (MERH/UNITAR, 2009) ; cependant, il ne traite pas de manière spécifique l'élimination de ces déchets dangereux.

93 Le seul traitement des sols contaminés reste le traitement biologique. L'eau contaminée par le brut quant à elle passe dans un bassin de décantation, le reste de pétrole sur l'eau est récupéré et réinjecté dans le circuit de production et l'eau claire sert à l'arrosage. Les boues de forage sont traitées par incinération et les cendres sont enfouies ou parfois elles sont séchées et mélangées aux déchets inertes et déposées dans les carrières pour combler le trou.

Globalement, avec l'ère pétrolière, le pays fait face à une augmentation de la production des déchets dangereux. Sur toute l'étendue du pays, il y a un manque d'entreprises spécialisées en matière de gestion des déchets industriels. Par conséquent, la plupart des déchets solides dangereux sont stockés ou jetés dans la nature ; les effluents industriels sont déversés dans les cours d'eau, les lacs et fleuves à proximité des industries ; et les déchets gazeux s'échappent dans l'atmosphère. Ainsi, tous ces déchets polluent le sol, l'eau et l'air.

### Les déchets agricoles

Le Tchad ne possède pas de politique ou de plan stratégique en matière de gestion des déchets agricoles. Le document concernant le profil national sur la gestion des produits chimiques qui traite le problème des substances appauvrissant la couche d'ozone, est le seul à intégrer l'utilisation des pesticides et des engrais utilisés en agriculture, mais ne propose pas un plan de gestion de ces déchets liquides agricoles (MERH/UNITAR, 2009). Bien qu'il existe des plans de gestion des pesticides et pesticides au niveau des projets financés par les bailleurs, il n'est pas élaboré de plan national proprement dit pour traduire une approche commune pour traiter des questions de pesticides et pesticides.

Les eaux de ruissellement agricole contaminées sont déchargées dans les plans d'eau, ce qui dégrade la qualité de l'eau. Le manque de traitement et l'élimination inappropriée des eaux agricoles sont principalement dus à l'absence des réglementations et de sensibilisation du public à la qualité de l'environnement et aux impacts possibles sur la santé.

## LES IMPACTS DE LA GESTION INAPPROPRIÉE DES DÉCHETS

La gestion insuffisante de tous les types des déchets au Tchad contribue à une *pollution significative* qui affecte plusieurs milieux :

- **Air.** La pollution de l'air dérive de plusieurs sources, telles que les fumées du brûlage des déchets municipaux, les odeurs nauséabondes des dépotoirs sauvages et des abattoirs, les émissions de dioxines, furannes, et polychlorobiphényles dues aux activités industrielles à Bongor, Moundou, et N'Djamena. D'autres polluants atmosphériques sont à noter, p.ex. les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, émis par les raffineries et d'autres industries ; et la génération de méthane à

partir des décharges publiques et des dépotoirs, qui non seulement polluent l'air, mais représentent du gaz à effet de serre qui appauvrit la couche d'ozone.

- **Eau.** Parmi les facteurs les plus importants de dégradation de la qualité de l'eau, on cite : l'absence des réseaux d'évacuation et de traitement des eaux usées, conjuguée à la défécation à l'air libre ; la fuite du lixiviat des décharges publiques et dépotoirs sauvages qui polluent les nappes phréatiques ; le rejet des résidus agricoles (p.ex. pesticides) et des industries dans les fleuves. Des exemples concrets incluent les effets sur les fleuves Logone et Chari des pollutions physico-chimiques et bactériologiques provenant des industries localisées à Moundou (usines coton, huilerie-savonnerie, manufacture de tabac et brasseries) et à N'Djamena (abattoirs, hôpitaux, hôtellerie).
- **Sols.** La pollution des sols est le résultat de plusieurs facteurs, tels que les déversements accidentels de pétrole, et la pollution industrielle avec des polychlorobiphényles.

Ces pollutions causent des *impacts très graves* sur la santé et sur l'environnement du pays. Comme évoqué dans le chapitre 2, les effets de la mauvaise qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène sur la santé sont estimés à hauteur de 9 % du PIB. En outre, d'autres externalités négatives causées par la gestion sous-optimale des déchets solides, par le manque d'épuration des déchets liquides, et par l'exposition aux déchets chimiques imposent des coûts additionnels équivalant à 2 % du PIB.

Ces estimations ne tiennent pas compte de la présence des zones *hotspot*, où la gestion inappropriée des déchets solides — parmi lesquels les déchets en plastique — cause des maladies, réduit la valeur foncière, et aggrave les dégâts liés aux inondations. Il faudrait souligner qu'en 2010, la ville de N'Djamena a interdit l'importation, la commercialisation et l'utilisation des sacs en plastique (*leyda*). Alors que l'interdiction a réduit la *pollution plastique* à court terme, la tendance s'est inversée ces dernières années, avec des quantités croissantes bloquant les voies navigables, et endommageant l'environnement.

Selon MEPA (2019), la production de déchets plastiques pour la ville de N'Djamena est d'environ 19 800 tonnes par an, soit une quantité journalière de 54 tonnes. Les déchets en plastique avilissent la ville, causent des nuisances visuelles, et bouchent les canaux de drainages des eaux de pluies occasionnant ainsi des inondations. Leur toxicité, les grandes quantités déversées dans la ville, et leur durée de décomposition très longue en font

des éléments à traiter en priorité. Cependant, il n'existe pas de plan de gestion des déchets plastiques au Tchad.

Afin de sensibiliser le public à l'ampleur des dommages engendrés par la pollution plastique, une étude de cas a été réalisée dans une zone pilote de N'Djamena (encadré 4.1). Les résultats soulignent la nécessité

d'identifier des zones prioritaires en termes de pollution plastique dans le pays ; de déterminer les options possibles pour réduire les dommages (p.ex. recyclage, nettoyage, etc.) ; et de mener des analyses économiques afin de choisir les actions les plus rentables du point de vue social.

#### ENCADRÉ 4.1. QUEL EST L'IMPACT DES DÉCHETS PLASTIQUES À N'DJAMENA ?

Cette étude de cas estime en termes monétaires les impacts de l'élimination inappropriée des déchets ménagers, particulièrement en plastique, dans une zone pilote de N'Djamena. Pour la première fois au Tchad, cette estimation est basée sur une *enquête primaire*, sans l'aide du transfert des bénéfices d'autres pays. Les paragraphes ci-dessous fournissent un résumé de l'analyse.

**Zone d'étude.** Située le long du Canal des Jardiniers qui traverse la ville, la zone pilote couvre une surface d'environ 25 ha, et abrite 380 ménages. Il n'y a pas de collecte formelle ni de centres de transfert des déchets solides le long du canal ; par conséquent, les déchets ménagers de cette zone, ainsi que des zones en amont, sont généralement jetés dans le canal. D'après les entretiens avec des autorités locales, le canal reçoit une quantité importante de déchets solides (300 t/an), dont un tiers est composé de déchets plastiques (voir photos).

##### Accumulation des déchets plastiques dans et au bord du canal



Source : A. Singambaye, 2021

Ces déchets obstruent le canal, et contribuent à plusieurs externalités négatives : a) *maladies*, telles que le paludisme, dû aux piqûres des moustiques qui vivent dans l'eau stagnante issue de ces déversements ; et les diarrhées, dues à la pollution de l'eau des ménages par celle polluée du canal ; b) *dévaluation* des habitations situées sur la bande la plus proche du canal, due aux nuisances olfactives et aux risques des dommages causés par les inondations, et c) *inondations* dans les années très pluvieuses, dues à l'obstruction du canal par des déchets solides, ce qui entraîne des dommages aux habitations et des pertes de revenu. Nous estimons l'ampleur de ces impacts pour l'année 2020 sur la base des informations recueillies à partir

d'une enquête réalisée à travers des entretiens personnels avec tous les ménages de la zone pilote, ainsi qu'avec les autorités locales de la zone.

- a. Coût lié aux maladies.** Les résultats de l'enquête montrent le nombre total des cas de maladies dans la zone d'étude. La proportion des cas due à l'obstruction du canal est estimée à travers la différence entre la prévalence de ces maladies au niveau de la zone par rapport à celle au niveau national. Par conséquent, le nombre des cas dû à l'obstruction du canal est environ 6 900, dont 4 100 de paludisme, 1 800 de diarrhée simple, et 1 100 de dysenterie. Le coût lié à ces maladies inclut :
- *Coût de traitement.* En sachant que le coût moyen de traitement par automédication est de 6 USD/cas de paludisme, 2 USD/cas de diarrhée simple, et de 3 USD/cas de dysenterie, le coût total de traitement est estimé à environ 32 000 USD.
  - *Coût lié aux soins des enfants malades.* Ces maladies imposent également des frais liés aux soignants qui s'occupent des jeunes enfants malades. En utilisant la proportion des enfants de moins de cinq ans dans le nombre total cas de ces maladies (IHME, 2020), la durée moyenne de chaque maladie, et le salaire moyen journalier à N'Djamena (8 USD/jour), le coût lié aux soins des petits enfants est d'environ 150 000 USD.
  - *Perte de revenu parmi les adultes malades.* La souffrance et l'inconfort liés aux cas sévères peuvent rendre les adultes incapables de travailler pendant la durée du traitement, conduisant ainsi aux pertes de revenu pendant cette période. En utilisant la proportion des adultes en âge de travailler dans le total cas de ces maladies (IHME, 2020), la perte de revenu parmi les adultes en âge de travailler est estimée à 121 000 USD.

Ainsi, le coût total lié aux maladies causées par les déchets est estimé à 303 000 USD (a).

- b. Dévaluation des habitations.** L'élimination inappropriée des déchets ménagers dans la zone d'étude a entraîné aussi la dépréciation de la valeur des habitations situées sur la bande la plus proche du canal. Nous évaluons cet impact sur la base des prix hédoniques, en comparant le prix moyen des habitations dans la première rangée face au canal à celui des habitations identiques qui se trouvent derrière, dans la même zone. En sachant que la première rangée de la zone d'étude compte environ 107 concessions, l'impact de l'élimination inappropriée des déchets est estimé à environ 2,4 millions USD. En considérant une durée moyenne de vie d'une habitation en terre battue de la zone à environ 10 ans, et un taux d'escompte de 6%, la valeur annuelle de l'impact sur la dévaluation des prix des habitations est estimée à environ 328 000 USD (b).

- c. Dommages dus aux inondations.** Les inondations survenues en juillet et août 2020 ont endommagé les concessions proches du canal. Dans la zone d'étude, ces inondations ont causé : des *dégâts aux habitations*, induisant des coûts supplémentaires de réparation ; des *pertes de revenus* des activités économiques (p.ex. boutiques et restaurants) pendant la durée des inondations ; et un *coût de déménagement* pour plusieurs familles. Au total, ces coûts ont été estimés à 276 000 USD (c). En plus, il faudrait noter que les inondations ont causé des dégâts aux habitations aussi au-delà de la zone d'étude, qui ont été estimés autour de 56 000 USD (d).

Dans l'ensemble, le coût total lié à l'obstruction du canal avec des déchets ménagers dans la zone d'étude est estimé à environ 963 000 USD en 2020: (a + b + c + d). En sachant que les déchets plastiques représentent un tiers de la quantité des déchets solides obstruant le canal, les dégâts associés correspondent à environ **3 200 USD/tonne** dans la même année. Ces résultats sont des estimations indicatives des dommages causés par les déchets plastiques, en raison des difficultés à attribuer une partie des dommages aux déchets plastiques ; pour les surmonter, les hypothèses les plus réalistes ont été utilisées.

## CONCLUSIONS

L'analyse de la gestion des déchets au Tchad montre plusieurs aspects importants :

- Le pays a connu des progrès significatifs dans le domaine de la protection de l'environnement depuis plus d'une décennie. Cependant, le secteur de la gestion de déchets souffre d'insuffisances énormes liées aux déchets municipaux, biomédicaux, industriels, et agricoles. La mauvaise gestion de ces déchets contribue aux pollutions environnementales, avec des impacts graves sur la santé et l'environnement.
- Plusieurs raisons expliquent l'inertie et le manque des résultats positifs dans la mise en œuvre d'une gestion intégrée et efficace. On peut citer notamment : le manque d'une politique nationale cohérente et d'un plan d'action pour la gestion des déchets ; l'absence des systèmes d'évaluation et de mise en œuvre des différentes technologies innovatrices ; la défaillance en matière d'information, de communication et de vulgarisation du concept de la gestion ; l'insuffisance des moyens techniques, humains, et matériels nécessaires à la gestion des déchets, particulièrement au traitement des déchets municipaux ; et l'ignorance de la population, qui constitue un facteur aggravant de l'exposition aux polluants.
- La mise sur pieds des systèmes de gestion rationnelle des déchets et une révision totale de certains ouvrages existants, restent des maillons essentiels pour un système de gestion amélioré et intégré. Des recommandations concrètes dans ce sens sont fournies au chapitre 6.







# Chapitre 5 : Les changements climatiques au Tchad

Le Tchad est le pays *le plus vulnérable du monde aux changements climatiques*, selon l'initiative mondiale d'adaptation de Notre Dame<sup>94</sup>. Conscient de l'importance des impacts présents et futurs, le pays a des objectifs concrets visant l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques. Selon le document stratégique de la Contribution Déterminée Nationale, le Tchad a pour but d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 de 19,3 % par rapport au scénario de référence. En outre, le Tchad a identifié plusieurs domaines prioritaires pour l'*adaptation* aux changements climatiques : agriculture, élevage, environnement et forêts ; eau et assainissement ; énergies renouvelables ; genre et protection sociale ; éducation et communication ; gestion de risque, infrastructure et aménagement du territoire ; et ressources halieutiques et aquaculture (République du Tchad, 2021).

Dans ce contexte fragile, il est très important d'estimer l'ampleur des dommages causés par les changements climatiques afin de mieux définir les domaines nécessitant des mesures prioritaires. Ce chapitre répond à ce besoin, en estimant pour la première fois en termes monétaires l'ampleur de ces impacts. Les résultats finaux doivent être interprétés comme *ordres de grandeur*, qui tendent souvent à sous-estimer les impacts réels des changements climatiques au Tchad.

94 Selon cette initiative, le Tchad est classé dernier (181<sup>e</sup>) pays, avec un score de vulnérabilité de 28,3 (<https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/>, accédé en octobre 2021).

## APPROCHE ET SOURCES D'INFORMATIONS

Ce chapitre évalue en termes monétaires le coût de la dégradation de l'environnement (CDE) causé par les changements climatiques pour les années 2010, 2019, 2030, et 2050. Les estimations pour le futur (2030 et 2050) sont générées pour trois scénarios climatiques : RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5<sup>95</sup>.

L'évaluation se base sur les projections climatiques disponibles dans le portail climat de la Banque mondiale<sup>96</sup>. Ce portail fournit des données historiques qui sont projetées sur la température et les précipitations pour le Tchad. Ainsi, comme illustré dans le tableau 5.1, il est prévu que la *température* augmente de 0,98 à 1,24°C en 2030 par rapport aux niveaux de 1986–2005, selon le RCP réalisé. D'une façon similaire, les *précipitations* vont passer de 2,3 à 7,8 mm/mois en 2030 par rapport à 1986–2005, en fonction du RCP. Il est intéressant de noter qu'en 2050, l'augmentation des précipitations mensuelles est très faible par rapport à 2030. Cependant, on s'attend à une augmentation plus importante de la variabilité des précipitations au fil des saisons et des années.

95 Les RCP sont liés à un profil donné d'émissions de GES au cours de ce siècle et projettent une gamme d'augmentations des températures mondiales. Le RCP2.6 présente la plus forte réduction des émissions par rapport aux niveaux actuels au cours du siècle et prévoit une augmentation de la température de 2081–2100 par rapport au début du siècle de 1,6 °C, avec une fourchette probable de 0,9 à 2,3 °C. Le RCP8.5 suppose qu'un effort minimal est fait pour réduire davantage les émissions et aboutit à une augmentation de la température en 2081–2100 de 4,3 °C, avec une fourchette probable de 3,2 à 5,4 °C.

96 <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/chad>. Les projections sont réalisées pour des moyennes sur 20 ans, donc les chiffres pour l'année 2030 représentent la moyenne des projections de 2020 à 2039, alors que les celles de 2050 sont la moyenne pour la période de 2040 à 2059.

**TABLEAU 5.1.** Changements de la température et des précipitations par rapport à 1986–2005

Indicateur	Unité	2030			2050		
		RCP 2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP 2.6	RCP4.5	RCP8.5
Température moyenne annuelle	°C	0,98	1,14	1,24	1,30	1,71	2,38
Précipitations mensuelles moyennes	mm	7,82	5,10	2,33	8,06	5,52	2,37

Source : <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/chad>

L'estimation du CDE se base sur les résultats des études antérieures liées aux impacts du changement climatique. Le point de départ est l'étude réalisée par le *Climate Vulnerable Forum*, couvrant 184 pays (DARA, 2012). Elle fournit l'évaluation la plus complète disponible dans tous les pays du monde, sur une base comparable.

Par ailleurs, des informations tirées d'autres études ont été incorporées en tant que compléments et extensions de l'étude de DARA. On citera notamment : l'étude de l'Organisation mondiale de la santé qui a quantifié les effets des changements climatiques sur la mortalité pour certains pays et régions (OMS, 2014); des données agricoles fournies par l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires qui ont été utilisées pour 2030 et 2050 (IFPRI, 2017 et mises à jour) ; et le document de la Banque mondiale qui a appliqué un modèle d'équilibre général calculable global (*global computable general equilibrium*) pour estimer les impacts de différents niveaux de température sur le PIB (Roson et Sartari, 2016)<sup>97</sup>.

Les estimations des dommages ont également nécessité des informations relatives aux projections des populations à risque et du niveau de PIB. Ceux-ci sont tirés de deux sources. Concernant le PIB, nous avons utilisé les projections réalisées par la Banque mondiale pour la période allant jusqu'à 2030, et la base de données de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués (*International Institute for Applied Systems Analysis*, IIASA), pour la période de 2030 à 2050. En ce qui concerne la population, les informations sont tirées de la base de données de l'IIASA, qui contient cinq scénarios socio-économiques. Un scénario intermédiaire (SSP2) a été sélectionné pour cette analyse.

<sup>97</sup> Cette dernière étude a été utilisée pour dériver des projections de la productivité du travail pour 2050, pour mettre à jour les estimations des catégories non couvertes ailleurs, et pour compléter les estimations de l'IFPRI.

## TYPES D'IMPACTS

Le CDE pour le Tchad couvre les impacts dans les catégories suivantes, selon la classification fournie par DARA (2012) :

- **Agriculture** : pertes de productions végétales et animales en raison de la hausse de température et de la variabilité des précipitations.
- **Biodiversité** : pertes résultant des dommages aux écosystèmes agricole, pastoral et forestier, et de l'extinction d'espèces due aux changements climatiques.
- **Eau** : diminution ou augmentation de la disponibilité en eau en raison des changements climatiques (p.ex. les dépenses supplémentaires pour faire face à la pénurie d'eau).
- **Santé** : décès prématurés liés aux températures extrêmes (chaleur, froid), maladies à transmission vectorielle (paludisme), maladies hydriques (diarrhée), et malnutrition.
- **Inondations et glissements de terrain** : dégâts causés par des catastrophes environnementales, en termes de destruction des bâtiments et d'autres infrastructures.
- **Refroidissement** : coûts liés au besoin du refroidissement supplémentaire qui résulte de l'augmentation des températures au-dessus de celles qui seraient affichées sans les effets du changement climatique.
- **Productivité du travail** : coûts découlant du fait que les personnes sont moins productives lorsque la température ambiante dépasse un certain seuil.

Pour chaque catégorie, l'évaluation de CDE reflète la valeur des pertes d'une année donnée par rapport à celle qui serait produite en l'absence de changement climatique. Il est important de noter qu'il existe des liens entre les différentes catégories. Par exemple, la perte

de biodiversité sur les terres agro-pastorales est souvent liée à la perte de productivité agricole. De surcroît, la perte de productivité du travail se manifeste dans tous les secteurs économiques : l'agriculture, l'industrie et les services. La section suivante présente les résultats de CDE, et analyse les différentes interconnexions, dans la limite des données disponibles. Pour une présentation détaillée de la méthodologie et des résultats, voir *Metroeconomica* (2021).

## COÛT DE DÉGRADATION DÛ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Globalement, le CDE pour la société tchadienne a été évalué à environ **12 % du PIB en 2019**, à **24 % du PIB en 2030**, et à **19 % du PIB en 2050**. L'ampleur de ce coût est particulièrement élevée pour 2030, en raison de projections de PIB très faibles pour cette année<sup>98</sup>. En général, pour toutes les années, le CDE au Tchad est très élevé par rapport à celui obtenu dans d'autres pays africains<sup>99</sup>; cependant, les comparaisons sont très difficiles car la couverture des impacts n'est pas identique parmi les différents pays.

Le tableau 5.2 illustre la répartition du CDE par catégorie principale. Pour toutes les années, la perte de *productivité du travail* est l'impact principal, avec plus

de la moitié du coût total. La dominance de cet impact est un résultat commun des études similaires conduites dans d'autres pays tropicaux, tels que le Congo et le Cameroun ; elle reflète la conséquence du climat chaud, où une grande partie du travail est effectuée en dehors des conditions climatiques contrôlées. En effet, comme illustré par le tableau 5.2, la plupart de ce coût est lié à la réduction du rendement de travail dans *l'agriculture*.

Pour estimer les coûts totaux dans le secteur agricole, on ajoute les dommages évalués pour cette catégorie (ligne 1 du tableau 5.2) à ceux liés à la productivité du travail de l'agriculture (ligne 8 du tableau 5.2). Les résultats, exprimés en termes relatifs dans la figure 5.1, montrent que :

- L'impact principal des changements climatiques est représenté par les pertes en *agriculture*<sup>100</sup>. Cela est suivi par les effets sur la *santé*, en termes des décès prématurés liés particulièrement aux températures extrêmes, au paludisme et à la malnutrition. Enfin, les changements climatiques entraîneront des impacts considérables sur la *biodiversité* également, en raison des dommages aux écosystèmes causés par les températures élevées. Ceci est l'ordre d'importance des dégâts pour toutes les années, excepté en 2030, lorsque le coût de la biodiversité apparaît plus significatif que celui de la santé.

**TABLEAU 5.2. CDE dû aux changements climatiques (millions USD, prix 2020)**

	2010	2019	2030			2050		
			RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Agriculture	30	120	610	610	610	1 580	1 600	1 630
Biodiversité	100	230	680	640	590	1 000	960	870
Eau	-10	-40	-290	-190	-90	-440	-300	-130
Santé	220	300	470	480	450	2 530	2 500	2 430
Inondations et glissements de terrain	1	1	3	3	3	4	4	4
Refroidissement	20	60	180	180	180	180	180	190
Productivité du travail	280	670	1 910	1 920	1 920	4 770	4 870	4 970
– de l'agriculture	230	550	1 580	1 590	1 590	3 940	4 030	4 120
– de l'industrie et services	50	120	330	330	330	830	840	850
<b>Total (millions USD)</b>	<b>640</b>	<b>1 330</b>	<b>3 560</b>	<b>3 640</b>	<b>3 670</b>	<b>9 620</b>	<b>9 810</b>	<b>9 970</b>
<b>Total (% du PIB)</b>	<b>5 %</b>	<b>12 %</b>	<b>24 %</b>	<b>24 %</b>	<b>24 %</b>	<b>19 %</b>	<b>19 %</b>	<b>19 %</b>

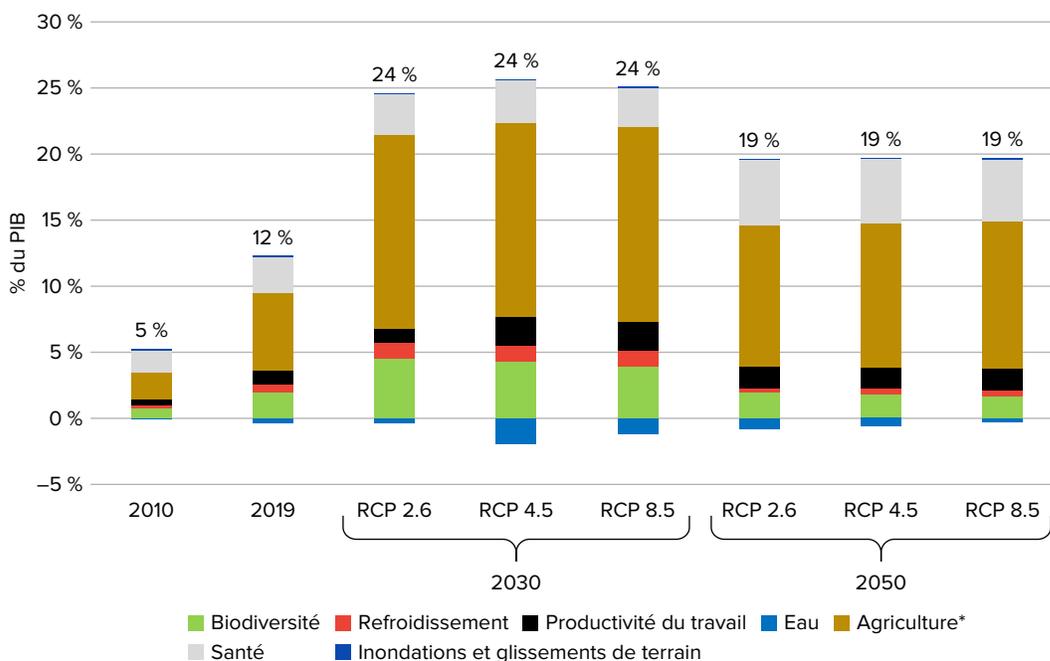
Source : *Metroeconomica*, 2021

98 Selon la Banque mondiale, le PIB du Tchad serait de 15 milliards USD en 2030.

99 Par exemple, le coût estimé pour Congo est d'environ 6,5 % du PIB en 2030 (Markandya et al., forthcoming).

100 Estimées à 2 % du PIB en 2010, 6 % en 2019, 14 à 15 % en 2030 et 11 % en 2050.

**FIGURE 5.1. Le CDE dû aux changements climatiques (% du PIB)**



Source : Auteurs, sur la base des résultats tirés de Metroeconomica, 2021.

Note : \* le coût lié à l'agriculture couvre aussi la perte de productivité du travail liée à l'agriculture.

- Les coûts liés au besoin de *refroidissement* et aux catastrophes environnementales (inondations et glissements de terrain) sont relativement importants, cependant le manque d'informations n'a permis qu'une estimation très partielle surtout concernant la dernière catégorie.
- Les changements climatiques induisent un petit gain lié à la ressource en *eau* au niveau national, comme illustré dans le tableau 5.2. Ceci est principalement le résultat d'une augmentation attendue des précipitations. Les zones arides continueront d'avoir des contraintes en eau, mais il semble que celles-ci devraient légèrement s'atténuer avec le changement climatique.

Enfin, il est important de souligner que les estimations fournies par ce chapitre souffrent de différents degrés d'*incertitude*. Ceux-ci découlent des projections climatiques, des estimations des impacts physiques (p.ex. le nombre de décès prématurés), ainsi que des estimations monétaires de ces impacts (p.ex. l'utilisation de la valeur de vie statistique). Dans l'ensemble, la confiance des estimations finales est *élevée* pour les coûts liés au refroidissement, à la productivité du travail

et aux maladies d'origine hydrique ; *moyenne*, pour les estimations de la biodiversité, de l'agriculture, d'autres maladies (p.ex. chaleur, malnutrition, paludisme); et *faible* pour les impacts liés à l'eau et les dommages causés par les inondations et les glissements de terrain.

## CONCLUSIONS

Les résultats de cette analyse ont des implications importantes pour la conservation de l'environnement et l'amélioration de la sécurité alimentaire au Tchad. Tout d'abord, il faudrait noter qu'il n'y a pas de différences majeures entre les estimations totales pour une année donnée, en fonction du RCP. Cela indique que la planification future des actions sur le changement climatique jusqu'en 2050 ne dépend pas particulièrement du RCP, et devrait se concentrer sur la réduction des coûts principaux. En particulier :

- Le secteur le plus vulnérable aux changements climatiques est *l'agriculture*. L'amélioration des conditions de travail en tenant compte de l'évolution du climat ambiant devra constituer une part importante de l'adaptation à ces pertes.

- Un autre coût important est lié à la **santé**. Il est important de mettre en œuvre des mesures de prévention des maladies à transmission vectorielle et hydrique ; des systèmes de planification et d'alerte précoce pour les vagues de chaleur ; et une meilleure nutrition, en particulier pour les enfants.
- Il existe un fort lien entre la **biodiversité** et l'agriculture : la perte en biodiversité se traduit par une diminution des services écosystémiques qui soutiennent

l'activité agricole et animale ainsi que la santé des forêts. Les mesures prises pour diminuer ces pertes profiteront également aux activités agricoles.

- Les coûts liés au **refroidissement** supplémentaire sont inévitables, dans une large mesure. Cependant, les mesures à entreprendre pour fournir le refroidissement devraient tenir compte des émissions de gaz à effet de serre générées, et donc s'orienter vers des systèmes qui utilisent des solutions basées sur la nature (p.ex. les énergies renouvelables).





# Chapitre 6 : Conclusions et recommandations

Le Tchad est l'un des pays les moins développés du monde. Environ  $\frac{3}{4}$  de son territoire est désertique. Il est aussi reconnu comme étant l'un des pays les plus chauds et les plus vulnérables face à la variabilité et au changement climatique. Ceci est dû au fait que le Tchad est particulièrement touché par les faibles rendements et la baisse des récoltes qui sont exacerbés par une mauvaise gestion des ressources naturelles, la faiblesse des prévisions, de la préparation, de la réponse et de l'adaptation.

Dans ce contexte fragile, le diagnostic du pays a été établi. Il met en évidence les points suivants :

- **La dégradation des terres** est un problème majeur, notamment en raison des changements d'affectation des terres (déforestation, désertification), de l'érosion hydrique sévère, et du surpâturage intense. Cette situation réduit la productivité des cultures et des terres de parcours et contribue à l'insécurité alimentaire.
- **La gestion des déchets** : L'augmentation des quantités de déchets, le faible taux de collecte, et le manque de décharges sanitaires contribuent à la pollution de l'eau. Les conséquences sont dramatiques : le Tchad a le taux de mortalité le plus élevé au monde dû à l'insalubrité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène, en particulier chez les enfants de moins de cinq ans.
- **Les changements climatiques** ont engendré des dommages de 12 % du PIB en 2019, et ces dommages augmenteront probablement à 24 % du PIB en 2030.
- **Capacités institutionnelles** : la coordination inter-sectorielle fait cruellement défaut, pour intégrer de manière transversale les problématiques de gestion durable des ressources naturelles et de changements climatiques.

## RECOMMANDATIONS

Pour minimiser ces impacts, il est essentiel de prioriser et de mettre en œuvre des actions d'adaptation au Tchad. La Conférence des Nations Unies sur le changement climatique (COP 26), qui s'est tenue à Glasgow, a souligné la nécessité urgente de doubler, d'ici à 2025, l'apport collectif de fonds pour l'adaptation aux pays en développement parties, par rapport aux niveaux de 2019. Il est à espérer que le Tchad bénéficiera de ces possibilités de financement, compte tenu de sa grande vulnérabilité. À la lumière de ce qui précède, des recommandations sectorielles ont été formulées ainsi que des propositions de pistes de solutions à explorer par le Gouvernement du Tchad pour une sécurisation de ses ressources naturelles, et de ce fait renforcer son économie et son développement.

### Gestion durable des terres

#### Recommandations à court terme (1 à 2 ans)

- Améliorer la gestion des connaissances et la communication avec les agriculteurs sur les pratiques de gestion durable des terres (GDT) comme par exemple l'agroforesterie.
- Travailler avec les communautés pour promouvoir la réhabilitation à faible technologie des terres dégradées.

- Analyser et diffuser les pratiques locales fonctionnelles de GDT
- Encourager l'innovation et la promotion de mécanismes réglementés d'incitations<sup>101</sup> et de subventions de l'agriculture, ainsi qu'une mécanisation agricole adaptée au contexte pédologique du Tchad.
- Améliorer le cadre réglementaire pour stimuler les partenariats public-privé étendus aux projets agricoles et d'élevage, aux commerces des intrants et au matériel et fournitures agricoles.
- Améliorer la coordination sur la gestion et l'utilisation des terres ainsi que la cartographie des terres et terroirs (pour pouvoir spatialiser les futurs plans et schémas d'aménagement du territoire)
- Mettre en place/renforcer les structures locales de gouvernances (mise à échelle des comités locaux de gestion des ressources naturelles développés sous le projet ALBIÄ)

#### **Recommandations à moyen terme (2 à 5 ans)**

- Collaborer avec les pays africains pour améliorer l'approvisionnement en intrants et en technologies agricoles et d'élevage ; y compris le transfert de savoirs pour le renforcement des capacités locales institutionnelles et professionnelles.
- Consolider, affiner et renforcer le plaidoyer auprès des partenaires techniques et financiers.
- Adopter des interventions de GDT, en s'inspirant de l'expérience de la Grande Muraille verte (par exemple, le développement de la chaîne de valeur) et d'autres projets (par exemple, le Projet de développement local et d'adaptation au Tchad, ALBIÄ), tout en utilisant une approche intégrée du paysage.
- Restaurer les terres dégradées à fort potentiel productif ou protecteur et assurer leur conservation à long terme. En fait, le pays détient une zone restaurable d'environ 65 millions ha, dont 6 millions à vocation forestière (Bastin et al., 2019).
- Mettre à jour les plans/schémas de gestion de terres et les diffuser au niveau local

#### **Recommandations à long terme (5 ans et plus)**

- Renforcer la collaboration régionale, par exemple l'initiative Adaptation de l'Agriculture en Afrique (AAA).
- Fournir des ressources aux communautés pour la prévention et le contrôle des feux de brousse
- Travailler avec les autorités traditionnelles pour améliorer la communication, le transfert de connaissances sur l'agriculture neutre en matière de dégradation des terres.
- Encourager l'accès des femmes à la propriété foncière et leur participation à des activités neutres en termes de dégradation des sols.

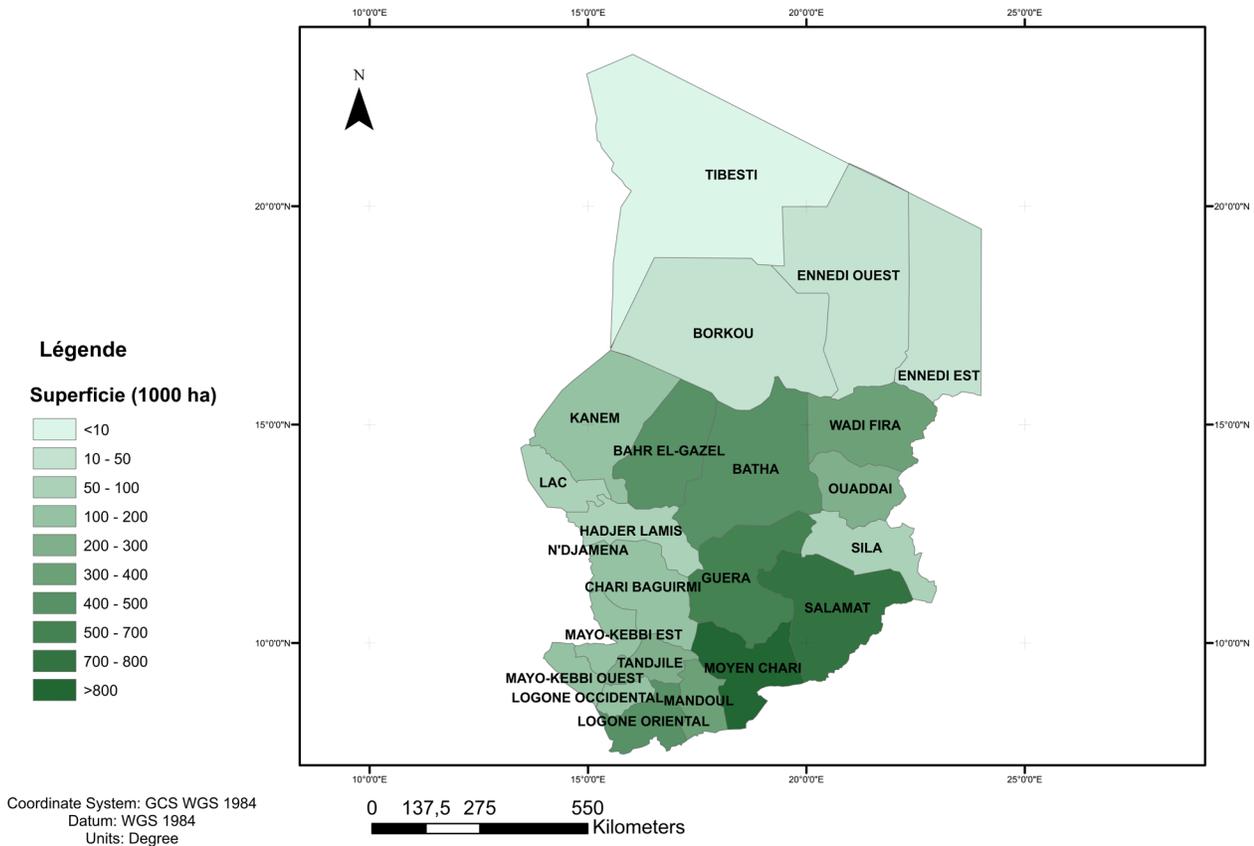
#### **Gestion des déchets**

##### **Recommandations à court terme (1 à 2 ans)**

- Élaborer une politique nationale de gestion des déchets solides et liquides et des règlements pour chaque type de déchets et par secteur d'activité.
- Remettre en vigueur l'arrêté communal de N'Djamena sur l'interdiction de l'utilisation des sachets plastiques
- Renforcer les capacités institutionnelles pour une gestion appropriée des déchets, et fournir des directives spécifiques pour le traitement des déchets spéciaux (par exemple, biomédicaux, dangereux).
- Clarifier la mission de l'État concernant les différentes étapes de la gestion des déchets (pré-collecte, collecte, élimination).
- Transférer les pouvoirs de décision et les ressources aux collectivités décentralisées, avec un cadre réglementaire explicite pour la gestion des déchets solides (notamment avec pour objectif d'appuyer l'amélioration des recettes des communes).
- Introduire le tri des déchets biomédicaux (infectieux/non infectieux) dans tous les centres de santé, conformément aux recommandations du Plan national des déchets médicaux.
- Sensibiliser aux techniques appropriées d'élimination des déchets, d'assainissement et d'hygiène (lavage des mains).
- Doter les grands centres urbains de plan de gestion des déchets (benne, construction des déchets, renforcement des capacités des agents.)

<sup>101</sup> On peut citer des incitations en matière de promotion de la mécanisation agricole et l'usage des intrants ; le développement de l'assurance agricole et l'accès aux crédits bancaires ; l'amélioration de la connaissance et la gestion du potentiel des pâturages naturels et l'encouragement de l'élevage en stabulation.

## CARTE 6.1. Superficies à restaurer au Tchad



Source : Auteurs sur la base de données de Bastin et al. (2019)

### Recommandations à moyen terme (2 à 5 ans)

- Encourager les partenariats public-privé pour la gestion des déchets municipaux.
- Investir dans davantage de points de collecte, de réseaux d'évacuation des eaux usées, et disposer d'au moins une décharge finale contrôlée et un centre de traitement des eaux usées dans chaque région.
- Soutenir le recyclage des déchets et promouvoir la réutilisation des produits recyclés, en se basant sur l'expérience des partenariats privés, tels que l'IFC.
- Créer une base de données sur les quantités de déchets et faciliter le libre accès à ces données.
- Créer un laboratoire national d'analyses bactériologiques et chimiques couvrant différents types de polluants.

- Identifier les zones prioritaires en matière de pollution plastique et mener des études approfondies pour évaluer les alternatives possibles afin de réduire les dommages.

### Recommandation à long terme (5 ans et plus)

- Établir des zones industrielles, des normes et des standards.
- Inclure les déchets biomédicaux et agricoles dans la catégorie des déchets industriels et confier leur réglementation au MEPDD.
- Répertorier et contrôler les entreprises en fonction de la taille des déchets industriels générés.
- Veiller à ce que tout déversement de déchets industriels dans la nature se fasse en présence d'au moins deux représentants de l'État.
- Stimuler le recyclage des plastiques par des systèmes de remboursement.

## Changement climatique

### *Recommandations à court terme (1 à 2 ans)*

- Renforcer le CDIG : centre de documentation et d'informations géographiques qui devrait centraliser toutes les données pour informer le suivi climatique
- Élaborer et mettre en œuvre de plan d'investissement de la CDN
- Mettre en œuvre des mesures de prévention des maladies à transmission vectorielle et hydrique, établir des systèmes d'alerte précoce pour les vagues de chaleur et améliorer les programmes de nutrition pour les enfants.
- Améliorer l'accès aux semences améliorées et adaptées
- Renforcer les capacités des services météorologiques
- Améliorer les conditions de travail, en particulier pour les travailleurs en extérieur, afin de s'adapter à des températures plus élevées.
- Améliorer les possibilités de rafraîchissement intérieur pendant les saisons chaudes, en passant à des systèmes énergétiques à faibles émissions (par exemple, des énergies renouvelables).

### *Recommandations à moyen terme (2 à 5 ans)*

- Mener des travaux supplémentaires sur les impacts de la biodiversité et leurs liens avec l'agriculture dans le cadre de différentes projections climatiques.
- Améliorer les estimations des impacts agricoles par différents types de cultures et de bétail (IFPRI).
- Étudier le rôle potentiel du changement climatique sur la disponibilité de l'eau dans certaines régions du pays.
- Mettre à jour les impacts estimés des désastres environnementaux au Tchad.

### *Recommandations à long terme (5 ans et plus)*

- Assurer le screening politiques et investissements sur les changements climatiques pour l'ensemble des secteurs et restaurer le capital naturel du Tchad — élément fondamental pour les besoins en résilience du pays

## Recommandations multisectorielles et globales

### *Recommandations à court terme (1 à 2 ans)*

Pour soutenir les efforts environnementaux du Tchad et ainsi stimuler la productivité et la croissance (PND 2017–21), les questions suivantes liées à la gouvernance devraient être abordées :

- Une plus grande coordination intersectorielle est nécessaire. Le Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE) n'est pas opérationnel depuis les réformes constitutionnelles de 2018. Cela constitue un grand défi pour l'intégration de l'environnement en tant que question transversale.
- La qualité et l'efficacité d'un système d'évaluation environnementale restent faibles. Les capacités institutionnelles ne permettent pas une mise en œuvre forte et rigoureuse d'une loi et de procédures d'évaluation environnementale. La DEELCPN n'est pas en mesure d'assurer un suivi adéquat des recommandations des études d'impact sur l'environnement (EIE) en raison d'un manque de ressources (humaines et matérielles aux niveaux central et local). Si le système d'évaluation environnementale existe, sa mise en œuvre reste médiocre (en termes de qualité et de capacité).
- L'accès à l'information est faible. De manière générale, il n'existe pas de système d'information centralisé efficace et fiable, en tant que tel, pour l'environnement au Tchad, ni d'agence environnementale autonome. La qualité des données reste faible, basée sur des estimations, et les données sont rarement archivées, mises à jour et partagées.

### *Recommandations à moyen terme (2 à 5 ans)*

- Réaliser des études d'évaluation portant sur : la volonté de payer pour une meilleure gestion des déchets, l'évaluation économique des écosystèmes agro-sylvo-pastoraux, les dommages dûs aux déversements des hydrocarbures, les impacts des abattoirs et des eaux usées non traitées sur la santé et les écosystèmes, et les coûts de restauration des zones dégradées.
- Faire la promotion des villes vertes.
- Développer les bases pour la mise en place d'une économie verte. A ce titre, la section suivante (6.2) présente des pistes possibles pour la croissance soutenable du pays.

### Recommandations à long terme (5 ans et plus)

- Améliorer le capital naturel du pays (élément fondamental pour le fonctionnement des écosystèmes et les activités économiques, notamment l'agriculture). Ceci contribuera également à la résilience aux changements climatiques. Par exemple, augmenter la couverture forestière autour des champs agricoles permettra de restructurer les sols, réduire les impacts des inondations et augmenter la fertilité des sols ainsi que l'ombrage.

### DE LA CRISE DU COVID À LA CROISSANCE VERTE : QUELLES OPPORTUNITÉS POUR LE TCHAD ?

La crise du COVID-19 présente des opportunités pour le Tchad pour mieux reconstruire, d'une manière plus verte, plus durable et plus résiliente. L'aménagement des paysages et des bassins versants, la restauration des écosystèmes, la gestion durable des forêts, l'agriculture régénérative et les systèmes alimentaires peuvent créer rapidement des emplois. Ces activités génèrent des avantages à long terme grâce à la réduction de la pénurie d'eau ou des dommages causés par les inondations, à la diminution des émissions de carbone et à l'augmentation de la productivité agricole et de la sécurité alimentaire. Elles peuvent également protéger la biodiversité et maintenir ou améliorer les services écosystémiques susceptibles de réduire les besoins d'investissement. Ces opportunités peuvent contribuer à garantir la réalisation des objectifs de co-bénéfices climatiques malgré la pandémie en cours, en soutenant les efforts d'adaptation et d'atténuation du climat des pays clients.

La crise du COVID-19 offre également la possibilité de renforcer la sécurité alimentaire et de s'attaquer aux causes sous-jacentes des zoonoses dans les pays en développement, notamment par une meilleure gestion des interactions entre les humains, le bétail et l'environnement naturel. Dans le contexte de la crise du COVID-19, la Banque mondiale s'engage auprès des gouvernements (et potentiellement du Tchad) à éliminer les subventions coûteuses aux carburants qui sont nuisibles au climat et à l'environnement — et à rediriger ces ressources vers des priorités telles que les soins de santé, la protection sociale et les infrastructures. Au fur et à mesure que les interventions de la réponse à la crise COVID-19 se concentrent sur l'aide aux pays pour restaurer la croissance et renforcer le bien-être social, les DPF éclairés par le climat soutiendront une reprise

durable et résiliente grâce à des actions climatiques, par exemple en passant à des transports plus propres et à des énergies à faible émission de carbone.

### Préalable :

Une stratégie réussie d'écologisation de l'économie implique la tarification au coût complet environnemental et social des intrants énergétiques et matériels, afin de décourager les modes de production et de consommation non durables. En général, une telle stratégie est diamétralement opposée à celle où les entreprises se font concurrence sur les prix et non sur la qualité, externalisent les coûts sociaux et environnementaux et recherchent les intrants les moins chers en termes de matériaux et de main-d'œuvre. Une économie verte est une économie qui valorise la nature et les personnes, et crée des emplois décents et bien rémunérés.

### Les politiques clés pour les emplois verts comprennent :

- **Subventions.** Supprimer progressivement les subventions accordées aux industries nuisibles à l'environnement (fourniture d'électricité, abattage, etc.) et transférer une partie ou la totalité de ces fonds vers les énergies renouvelables, les technologies efficaces, les méthodes de production propres et les transports en commun.
- **Marchés du carbone.** Remédier aux lacunes actuelles inhérentes aux marchés du carbone et aux innovations liées au protocole de Kyoto, comme le mécanisme de développement propre, afin qu'ils puissent devenir des sources de financement fiables et adéquates pour les projets et les emplois verts.
- **Réforme fiscale.** Développer les écotaxes et les reproduire aussi largement que possible. Les recettes des écotaxes peuvent être utilisées pour alléger la charge fiscale pesant sur le travail tout en décourageant les activités économiques polluantes et à forte intensité de carbone.
- **Objectifs et mandats.** Veiller à ce que les outils réglementaires soient utilisés au maximum pour développer des technologies, des produits et des services plus écologiques, et donc des emplois verts. Il s'agit notamment des politiques d'aménagement du territoire, des codes de construction, des normes d'efficacité énergétique (pour les appareils, les véhicules, etc.) et des objectifs de production d'énergie renouvelable.

- **Alternatives énergétiques.** Adopter des politiques innovantes pour surmonter les obstacles au développement des énergies renouvelables et créer des incitations, notamment des lois sur le rachat d'électricité qui garantissent l'accès au réseau électrique à des prix garantis.
- **Ecolabels.** Adopter des ecolabels pour tous les produits de consommation afin que les consommateurs aient accès aux informations nécessaires pour prendre des décisions d'achat responsables (et donc encourager les fabricants à concevoir et à commercialiser des produits plus écologiques).
- **Budgets de R&D.** Réduire le soutien aux combustibles fossiles et financer davantage les énergies renouvelables et les technologies d'efficacité.
- **L'aide internationale.** Réorienter les priorités des agences nationales et multilatérales d'aide au développement, ainsi que des agences de crédit à l'exportation, des combustibles fossiles vers des alternatives plus écologiques.

#### **Proposer des réformes pour réaliser ce potentiel :**

Le gouvernement pourrait envisager de renforcer les politiques et la réglementation dans les secteurs d'infrastructure prioritaires tels que l'énergie, l'eau, l'assainissement (y compris la gestion des déchets) et les transports, afin de favoriser l'utilisation de technologies vertes et une conception résiliente au changement climatique, ainsi que d'encourager le développement d'entreprises vertes. Le gouvernement pourrait également envisager de développer des stratégies et des mécanismes de financement pour fournir des formations et des compétences professionnelles appropriées. Les infrastructures d'énergie propre sont à forte intensité de main-d'œuvre dans les premiers stades, ce qui peut être utile à prendre en compte lors de la planification de la diversification économique en dehors de la production de pétrole.

Les solutions fondées sur la nature offrent également la possibilité de créer des emplois et de gérer les ressources naturelles, grâce à des investissements dans les paysages, les forêts, la gestion des bassins versants

et la restauration des terres. En effet, les solutions fondées sur la nature et les systèmes hybrides qui combinent les infrastructures et les services écosystémiques présentent des opportunités en raison de leur coût global plus faible, des avantages liés à l'augmentation de la productivité agricole et à la réduction des pertes dues à la sécheresse et aux inondations, et de l'intensité de travail des investissements dans les paysages, les forêts et la gestion des bassins versants. Des politiques visant à ouvrir les marchés et à attirer les investissements privés seront nécessaires.

Ces activités sont à forte intensité de main-d'œuvre, ne nécessitant pas beaucoup de formation, ont des exigences minimales en matière de planification et d'approvisionnement dans de nombreux cas et, ce qui est important à l'ère du COVID-19, peuvent respecter les normes de distanciation sociale. La gestion des sols, tant pour le rétablissement après la pandémie de COVID-19 que pour la durabilité à long terme, est d'une grande importance pour le pays. La sortie de la crise du COVID-19 présente donc une opportunité pour faciliter la transition vers une économie plus verte et réduire les risques liés aux chocs pétroliers et à la transition vers une économie à faible émission de carbone, ainsi que pour soutenir la diversification économique.

De même, des mesures de protection sociale adaptatives peuvent contribuer à une économie verte et aider à renforcer la résilience climatique. Les travaux publics soutenus par les filets de sécurité sociale pourraient construire des infrastructures résistantes au climat dans les zones vulnérables et soutenir d'autres investissements qui renforcent l'adaptation au changement climatique. Les transferts monétaires conditionnels (TMC), qui incitent les populations à payer pour des services environnementaux, peuvent être développés pour encourager les activités d'adaptation et d'atténuation du changement climatique — par exemple, la reforestation ou l'adoption de pratiques agricoles plus résilientes. Les programmes de transferts monétaires peuvent également encourager les activités qui soutiennent les emplois dans la préservation des paysages, les projets de nettoyage de l'environnement, l'amélioration de la protection contre les inondations et l'augmentation de la production alimentaire.

# Références

- Adepoju, A., and K. Salimonu. (2011). *Household willingness to pay for improved solid waste management in Osun State, Nigeria*.
- Agence Française de Développement (AFD). (2016). *Projet d'aménagement urbain à N'Djamena Aménagement du canal des Jardiniers*. AFD.
- Atlas du Tchad. (2013). *Programme du Système d'Information pour le Développement Rural et l'Aménagement du Territoire (P-SIDRAT)*. République du Tchad, ministère de l'Aménagement du territoire, de la décentralisation et des libertés locales ; avec l'appui de l'Union Européenne, Août, 2013 ; 85 p.
- Banque mondiale. (2007). *Economic Assessment of Environmental Degradation due to July 2006 Hostilities*. Sector Note. Report No. 39787-LB. Washington D.C.
- Banque mondiale. (2016a). *Discounting Costs and Benefits in Economic Analysis of World Bank Projects*. Washington DC.
- Banque mondiale. (2016b). *The Cost of Air Pollution. Strengthening the Economic Case for Action*. World Bank/IHME.
- Banque mondiale. (2017a). *Guidance note on shadow price of carbon in economic analysis*. Banque mondiale.
- Banque mondiale. (2017b). *Burundi Country Environmental Analysis*. Banque mondiale/Terrafrica.
- Banque mondiale. (2018). *Municipal Solid Waste Management : A Roadmap for Reform for Policy Makers*. April 2018.
- Banque mondiale. (2020). *Ghana Country Environmental Analysis*. April 2020.
- Banque mondiale. (2020). *The Human Capital Index 2020 Update: Human Capital in the Time of COVID-19*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34432> License: CC BY 3.0 IGO.”).
- Banque mondiale. (2021). *The Changing Wealth of Nations 2021: Managing Assets for the Future*, Washington D.C.
- Barbier, E.B. and Salvatore Di Falco (2021). “Rural Populations, Land Degradation, and Living Standards in Developing Countries”. *Review of Environmental Economics and Policy*. Published online March 23, 2021. <https://doi.org/10.1086/713152>
- Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., et al. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365, 76–79. <https://science.sciencemag.org/content/365/6448/76>
- Bekayo N. Derla (1998). *Étude des besoins actuels et futurs en terres agricoles. Analyse documentaire*. Projet CHD/96/G31/B/IG/99 — Élaboration de la stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique (Volet agropédologie) ; janvier 1998 ; 18 p.

- Biggelaar den, C., R. Lal, K. Wiebe, H. Eswaran, V. Breneman, and P. Reich. (2004). *The Global Impact of Soil Erosion on Productivity: Effects on Crop Yields and Production over Time*. Advances in Agronomy, Vol. 81.
- Bowe, B., Xie, Y., Yan, Y. and Al-Aly, Z. (2019). *Burden of Cause-Specific Mortality Associated with PM<sub>2.5</sub> Air Pollution in the United States*. JAMA Network Open, 2, e1915834.
- Brabant, P. (2008). *Activités humaines et dégradation des terres : Indicateurs et indices*. IRD, 2008 ; 369 p.
- CIA (Central Intelligence Agency). 2020. World Factbook. Chad. CIA.
- CNUCED. (2016). *La responsabilité sociale des entreprises dans le secteur pétrolier au Tchad*. CNUCED.
- Crosson, P. and J. Anderson. (1999). "Land Degradation and Food Security: Economic Impacts of Watershed Degradation". In: *Integrated Watershed Management in the Global System* (pp. 291–303).
- Chevallier T., Razafimbelo T. M., Chapuis-Lardy L., Brossard M., éd. (2020). *Carbone des sols en Afrique. Impacts des usages des sols et des pratiques agricoles*. Rome/Marseille, FAO/IRD, 268 p., <https://doi.org/10.4060/cb0403fr>
- DARA. (2012). *Methodological Document for the Climate Vulnerability Monitor* 2nd Edition. Available at: [www.daraint.org/cvm2/method](http://www.daraint.org/cvm2/method). See also; <https://daraint.org/climate-vulnerability-monitor/climate-vulnerability-monitor-2012/data/>
- Darnace Mbatta A. (1998). *Analyse de la durabilité des usages actuels des ressources biologiques. Evaluation de la diversité biologique au Tchad*. Darnace Assane Mbatta (Consultant) ; mars 1998 ; 49 p.
- Dixon, J. A., Scura, L. F., Carpenter, R.A., and P. B. Sherman. (1994). *Economic Analysis of Environmental Impacts*. London, UK: Earthscan.
- Dregne, H. E., et N-T. Chou. (1992). "Global desertification dimensions and costs". In *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock, Texas Tech. University.
- ELD Initiative & UNEP (2015). *L'économie de la dégradation des terres en Afrique : les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais* ; disponible sur [www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org).
- Etkin, D. S. (2004). *Modeling oil spill response and damage costs*. Proceeding of the 5th Biennial Freshwater Spills Symposium. New Orleans, United States.
- FAO (2019). *Appui à l'élaboration d'une stratégie nationale de mécanisation agricole au Tchad*. Projet TCP/CHD/3602, FAO, Mars 2019, 10 p.
- FAO (2021). *Profil National Genre des Secteurs de l'Agriculture et du Développement Rural — Tchad*. FAO, Série des Evaluations Genre des Pays, 98 p. Consulté le 15/07/2021. Disponible sur : <https://www.fao.org/3/cb3046fr/cb3046fr.pdf>
- FIDA (2020). *Programme d'options stratégiques pour le pays 2020–2025*. République du Tchad. Côte du document EB 2020/131(R)/R.16 ; 28 octobre 2020 ; 74 p.
- FAO/CIRAD. (2020). *The Economics of Pastoralism in Argentina, Chad and Mongolia*. FAO/CIRAD.

- Fonta, W., Ichoku, H., Ogujiuba, K., and J. Chukwu. (2008). "Using a Contingent Valuation Approach for Improved Solid Waste Management Facility: Evidence from Enugu State, Nigeria". *Journal of African Economies, Centre for the Study of African Economies (CSAE)*.
- Freeman, A. M., III. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods. 2nd edition*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Gbinlo, R. (2014). *Évaluation économique des dommages liés à la gestion des déchets ménagers dans la ville de Cotonou au Bénin*. Sciences économiques et de gestion. Vol. 15, No. 2.
- Glencore Mangera PCM. (2017–2020). *Rapports annuels de Gestion des déchets*. Glencore.
- Grace, J., José San José, Patrick Meir, Heloisa S. Miranda, Ruben A. Montes (2006). *Productivity and carbon fluxes of tropical savannas*. *Journal of biogeography*, (pp. 387–400). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01448.x>
- Hildrew, J. C. (2001). *Case Study for Workshop on Environmental Valuation Oil Spills Preparedness, Caspian Environment Program: GEF/PIPP Training Component*.
- Huang, J., Zhang, G., Zhang, Y., Guan, X., Wei, Y., & Guo, R. (2020). "Global desertification vulnerability to climate change and human activities. *Land Degradation & Development*". doi:10.1002/ldr.3556. *Journal of Security and Development 2: 1–17*
- Institute for European and Environmental Policy (IEEP). (2011). *Benefit Assessment Manual for Policy Makers : Assessment of Social and Economic Benefits of Enhanced Environmental Protection in the ENPI countries*. [www.environment-benefits.eu](http://www.environment-benefits.eu)
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2020). *Global Burden of Disease Study (GBD) 2019*. <http://ghdx.healthdata.org/gbd-2019>
- Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques (INSEED). (2020). *Profil de pauvreté au Tchad en 2018. Quatrième Enquête sur les Conditions de vie des ménages et la Pauvreté au Tchad (ECOSIT4)*. INSEED/Banque mondiale, 205 p.
- INSEED. (2016). *Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples au Tchad (EDS-MICS) 2014–2015*.
- International Food Policy Research Institute (IFPRI). (2017). *Global Food Policy Report*. Washington DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). doi: 10.2499/9780896292529
- Kirui, O. K, et A. Mirzabaev, Alisher. (2014). "Economics of land degradation in Eastern Africa", ZEF Working Paper Series, No. 128, University of Bonn, Center for Development Research (ZEF), Bonn.
- Lal, R. (1995). "Erosion–crop productivity relationships for soils of Africa". *Soil Science Society of America Journal*, 59 (3), (pp.661–667).
- Loureiro, M., Loomis, J. and M. Vazquez. (2009). *Economic Valuation of Environmental Damages due to the Prestige Oil Spill in Spain*. *Environ Resource Econ* (2009) 44 (pp. 537–553).
- Mahadie O. I. (1995). *Intégration des femmes dans le développement forestier au Tchad*. Ministère de l'environnement et du Tourisme ; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 1995. <http://www.fao.org/3/x0232f/x0232f00.htm#TopOfPage>
- Manga, V. E., Oru, T., et M. Ngwabie. (2019). "Household perception and willingness to pay for improved waste management service in Mamfe, Cameroon". *African Journal of Environmental Science and Technology*. Vol 13 (9), (pp. 354–364).

- Markandya, A. (2020). *Guideline on valuation of ecosystem services in the context of the SEEA-EEA*. Basque Centre for Climate Change. Leioa, Spain.
- MEE (1999). *Stratégie nationale et plan d'action de la diversité biologique du Tchad*. « Pour une nation, dans toutes ses composantes socio-culturelles, qui aspire à vivre en harmonie avec son milieu naturel en y prélevant l'essentiel et en laissant un héritage riche dans sa diversité biologique » ; République du Tchad, ministère de l'Environnement et de l'Eau ; mars 1999, 67 p.
- MEEP (2016). *L'état de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture au Tchad*. Rapport du Tchad contribuant à « L'état de la Biodiversité pour l'Alimentation et l'Agriculture dans le monde ». Rapports Nationaux—FAO. République du Tchad, ministère de l'Environnement et de la Pêche, Janvier 2016 ; 123 p.
- MEEP (2018). *Sixième Rapport National sur la Diversité Biologique de la République du Tchad*. Rapport final. République du Tchad, ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche (MEEP) ; Décembre 2018 ; 81 p.
- MEEP (2019). *Programme-pays pour le Fonds Vert pour le Climat du Tchad. Cadre de planification des investissements climatiques du Tchad*. République du Tchad, ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche (MEEP). GCF documentation—Country Programme ; 82 p.
- MEP (2021). *Politique nationale de l'environnement. Version Technique Final*. République du Tchad, Ministère de l'environnement et de la pêche (MEP), N'Djaména, Janvier 2021 ; 87 p.
- MEPA (2015). *Recensement général de l'élevage (RGE). Principaux résultats définitifs (RGE — 2012/2015)*. République du Tchad, Ministère de l'élevage et des productions animales (MEPA); UE-BAD-FAO, 78 p.
- MEPD (2017). « VISION 2030, LE TCHAD QUE NOUS VOULONS ». République du Tchad, Présidence de la République, Primature, Ministère de l'Economie et de la Planification du Développement (MEPD) ; juillet 2017, 52 p.
- Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques (MERH). (2009). *Profil National du Tchad sur la gestion des produits chimiques*.
- Merkovic-orenstein, A. & Samb, C., (2018). *Analyse de la production de biomasse, 2017 et perspective pour 2018*. [www.sigsahel.info](http://www.sigsahel.info)
- Metroeconomica. (2021). *The Cost of Environmental Degradation due to Climate Change in Chad*.
- MHUR (2012). *La seconde communication nationale du Tchad sur les changements climatiques*. République du Tchad, Ministère de l'hydraulique urbaine et rurale (MHUR), Direction des ressources en eau et de la météorologie (PNUD-CCNUCC-GEF. Juin 2012 ; 220 p. Pages 12–21. ISSN 0143–6228. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>.
- Mirzabaev, A., M. Sacande, F. Motlagh, A. Shyrokaya and A. Martucci. (2021). *Economics of Great Green Wall: Opportunities for improved targeting and efficiency*. In press, forthcoming.
- Navarro, C. et al. (2020). *Mapping co-benefits for carbon storage and biodiversity to inform conservation policy and action*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 375. <http://doi.org/10.1098/rstb.2019.0128>
- Ndunda, E. N. and E. D. Mungatana. (2013). "Evaluating the Welfare Effects of Improved Wastewater Treatment Using a Discrete Choice Experiment". *Journal of Environmental Management* 123, (pp. 49–57).

- Nkonya, E., Yating, R. and E. Kato. (2018). "Economics of land degradation in Niger". In *Fostering the transformation and growth in Niger's agricultural sector*. Editors: F. Wouterse and O. Badiane, (pp. 35–59).
- Nkonya, E. A. Mirzabaev, and J. von Braun. (2016). *Economics of Land Degradation and Improvement—A global Assessment for Sustainable Development*. Springer.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2014). *Quantitative Risk Assessment of the Effects of Climate Change on Selected Causes of Death, 2030s and 2050s*. WHO: Geneva.
- Pagiola, S., von Ritter, K., and J. Bishop. (2004). *Assessing the economic value of ecosystem conservation. Environment Department Paper No.101*. Washington: World Bank.
- Panagos P., L. Montanarella, G. Standardi, et F. Bosello. (2018). *Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models*. *Land Degrad Dev.* (29) (pp. 471–484).
- PAN-LCD (2006). PAN (Programme d'Action National) de Lutte Contre la Désertification (20/12/06). 148 p.
- Patenaude, B., Semali, I., Killewo, J. and T. Barnighausen. (2019). *The Value of a Statistical Life-Year in Sub-Saharan Africa : Evidence from a Large Population-Based Survey in Tanzania*. *Value in Health Regional Issues* 19 (pp.151–156)
- Peeples, L. (2020). News Feature: How Air Pollution Threatens Brain Health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117, 13856–13860.
- PNUD (2020). Rapport sur le Développement Humain (2020). Auteur principal et directeur : Pedro Conceição. Programme des Nations Unies pour le développement 1 UN Plaza, New York, NY 10017 États-Unis. 40 p ([http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2020\\_overview\\_french.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2020_overview_french.pdf)).
- PNUD/Ministère de l'économie et de la planification du développement/Banque mondiale. (2020). *Étude d'impact socio-économique de la COVID-19 au Tchad*. PNUD/Ministère de l'économie et de la planification du développement/Banque mondiale.
- PNUE (2015). *The Economics of Land Degradation in Africa*. ELD/UNEP.
- Présidence de la République, ministère de l'Économie et de la Planification du Développement. (2019). *Examen National Volontaire (ENV) de la République du Tchad ; Forum Politique de Haut Niveau sur le Développement Durable ; 116 p.*
- Pruss-Ustun, A., Wolf, J., Bartram, J., Clasen, T., Cumming, O., Freeman, M., Gordon, B., Hunter, P., Medlicott, K. and R. Johnston. (2019). "Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low and middle-income countries". *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 222 :5 (pp.765–777).
- République du Tchad. (2021). *Mise à Jour de la Contribution Déterminée Nationale (CDN)*. Octobre 2021.
- République du Tchad, Ministère de l'hydraulique urbaine et rurale, SCN (2012). *La seconde communication nationale (SCN) du Tchad sur les changements climatiques*. Direction des ressources en eau et de la météorologie ; PNUD-CCNUCC-GEF ; Juin 2012, 220 p.
- République du Tchad SDAPA (2005). *Schéma directeur agricole (2006–2015) et plan d'actions (version finale)*. Ministère de l'agriculture, avec l'assistance de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ; Juin 2005 ; 88 p.

- République du Tchad SPANB (2016). *Stratégie nationale et plan d'actions sur la diversité biologique—2ème édition.*—PNUE—FEM, Ministère de l'environnement et de la pêche, Secrétariat général, Direction générale des ressources forestières et fauniques, Direction de la conservation de la faune et des aires protégées ; Janvier 2016, 92 p.
- Requier-Desjardins, M. et Bied-Charreton, M. (2016). *Évaluation des coûts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification en Afrique.* Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement, Université de Versailles St Quentin- en- Yvelines. Contrat AFD / UVSQ n° 210 du 07/12/2004. 163p. <http://www.csf-desertification.org/bibliotheque/item/evaluation-des-couts-economiques-et-sociaux-de-la-degradation-des-terres-et-de-la-desertification-en-afrique>
- Robinson, L. A. and J.K. Hammitt. (2018). *Valuing Nonfatal Risk Reductions in Global Benefit-Cost Analysis.* Guidelines for Benefit-Cost Analysis Project, Working paper No. 2. <https://sites.sph.harvard.edu/bcaguidelines/>
- Roson, R. and M. Sartari. (2016). *Estimation of Climate Change Damage Functions for 140 Regions in the GTAP9 Database.* Policy Research Working Paper #7728. World bank, Washington DC.
- Scarlat, N., V. Motola, J.F. Dallemand, F. Monforti-Ferrario, L. Mofor. (2015). *Evaluation of energy potential of municipal solid waste from African urban areas.* Renewable and Sustainable Energy Reviews 50 : 1269–1286.
- SDEA (2002). *Le bilan—diagnostic de l'hydraulique pastorale* Partie 1. Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement du Tchad. Hydraulique pastorale. HCNE –MEE-ONU-DAES-PNUD ; 53 p.
- Strahler A., and al. (1999). *MODIS Land Cover Product Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)*, [http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd\\_mod12.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod12.pdf), 72 p.
- Taga, H., (1999). *Rapport d'étude sur les données du bois-énergie au Tchad. Collecte et analyse de données pour l'aménagement durable des forêts—joindre les efforts nationaux et internationaux.* Programme de partenariat CE-FAO (1998–2002). Disponible sur : <http://www.fao.org/3/X6786F/X6786F00.htm#TOC>
- Tchadanaye, N. M., Noumi, G. B. et P. Yabe. (2016). Pollution of the Chari River in the Slaughterhouse Farcha (N'djamena) in Chad. American Journal of Environmental Protection. Vol. 5, No. 1, 2016, (pp. 11–19).
- Trends.Earth (2018). *Conservation International.* Disponible en ligne sur : <http://trends.earth>. 2018.
- UNCCD (2015). Rapport pays sur la Neutralité de la Dégradation des Terres. Pays : République du Tchad ; UNCCD ; 61 p.
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2016). *Rapport d'évaluation WASH et CHOLERA dans les zones de responsabilité les plus affectées des régions sanitaires de Hadjer Lamis et de N'Djamena.* UNICEF.
- Willis, K. and G. Garrod (Eds.). (2012). *Valuing Environment and Natural Resources.* Edward Elgar Publishing.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (No. 537).* Department of Agriculture, Science and Education Administration.
- Woldemariam, G., A. Seyoum and M. Ketema. (2016). Residents' willingness to pay for improved liquid waste treatment in urban Ethiopia: results of choice experiment in Addis Ababa, *Journal of Environmental Planning and Management*, 59:1, (pp.163–181).

WWF (2020). *Les fronts de déforestation : moteurs et réponses dans un monde en mutation*.  
Traduction de Deforestation fronts: drivers and responses in a time of change. Executive  
summary. Auteurs principaux : Pacheco, P., Mo, K., Dudley, N., Shapiro, A., Aguilar  
Amuchastegui, N., Ling, P.Y., Anderson, C. et Marx, A. WWF, Gland, Suisse.

