

La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle | **Mapping of the Marine Submersion of a Sebka in the Peri-urban Area of Tunis** | The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania) | **Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques** | Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou | **Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau** | Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso

**COMMISSION SCIENTIFIQUE / SCIENTIFIC COMMITTEE**

**Andreea-Loreta CERCLEUX**

CICADIT / Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**El Mahjoub CHMOURK**

ADES Dymset, UMR 5185/Université Michel de Montaigne Bordeaux 3

**Laura COMĂNESCU**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Silviu COSTACHIE**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Traian DEMETER**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Robert DOBRE**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Florina GRECU**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Octavian GROZA**

Faculté de Géographie et Géologie, Université Alexandru Ioan Cuza, Iasi

**Kamel HACHEMI**

CNRS Laboratoire de Géographie Physique, UMR 8591, Meudon-Paris

**Cristian IOJĂ**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Timur KANAPYANOV**

Ministère de l'Éducation et de la Science, Kazakhstan

**Bogdan MIHAI**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Alexandru NEDELEA**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Ion NICOLAE**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Constantin NIȚU**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Hamid OUHADDOU**

Université Cadi Ayyad, Marrakech

**Petru URDEA**

Faculté de Géographie, Université d'Ouest de Timișoara

**Daniela ZAMFIR**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Maral ZHANARSTANOVA**

Université Agrotechnique S. Seifullin, Astana

**ÉDITEURS EN CHEFS / EDITORS-IN-CHIEF**

**Daniel IOSIF**

Faculté de Géographie, Université de Bucarest

**Mirela PARASCHIV**

Faculté des Sciences Naturelles et Agricoles,  
Université Ovidius de Constanta

**Cinq Continents**  
**Volume 15, Numéro 31**  
**Été 2025**

Cinq Continents est une revue indexée dans les bases de données  
internationales (BDI) et nationales



Les auteurs se sont engagés de l'originalité des résultats d'études.

Copyright 2025 Cinq Continents - Revue Roumaine de Géographie. Tous droits réservés.  
Editée à Bucarest. Faculté de Géographie, Université de Bucarest.

## SOMMAIRE

---

**La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle**

DANIEL IOSIF

5-25

---

**Mapping of the Marine Submersion of a Sebka in the Peri-urban Area of Tunis**

NOURA BRAHMI, MOHSEN DHIEB

26-47

---

**The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania)**

RADU NICULESCU, TEODORA STEPAN

48-67

---

**Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques**

CRISTINA ELENA MOLDOVAN

68-100

---

**Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou**

VINCENT ZOMA

101-117

---

**Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau**

TIRAOGO PRINCE FLORIAN BOUDA, BADAYE ABDOULAYE SIRIMA, YELEZOUOMIN STEPHANE CORENTIN SOME

118-136

---

**Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso**

SALIFOU SANOGO, WENDEGOUDI GERARD OUEDRAOGO, MOUMOUNI OUANDE, PAWENDKISGOU ISIDORE YANOOGO, TANGA PIERRE ZOUNGRANA

137-155

---

# La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle

**Daniel IOSIF**

L'Institut d'Études Avancées pour la Culture et la Civilisation du Levant, Bucarest  
Université Paris Nanterre  
*daniel.iosif@institutlevant.ro*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	7
2. MÉTHODOLOGIE.....	7
2.1. Une analyse qualitative et géohistorique.....	7
2.2. Mondialisation <i>versus</i> globalisation.....	8
3. RÉSULTATS.....	10
3.1. La première mondialisation (XV <sup>e</sup> – XVIII <sup>e</sup> siècle).....	10
3.2. La deuxième mondialisation (XIX <sup>e</sup> – 1945).....	12
3.3. La troisième mondialisation (années 1970 – 2008).....	15
4. DISCUSSION.....	18
5. CONCLUSIONS.....	23
6. RÉFÉRENCES.....	24

## Citer ce document :

IOSIF, D. 2025. La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle. *Cinq Continents* 15 (31): 5-25.

## **La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle**

**Daniel IOSIF**

**Globalization and the role of geographers in developing visions and solutions for the current crisis.** The article offers a geohistorical analysis of globalization by identifying three major phases: the mercantile globalization (15th–18th centuries), the imperial-industrial phase (19<sup>th</sup>–1945), and the neoliberal-financialized phase (1970–2008). It highlights the logics of expansion, domination, and spatial hierarchy specific to each period. The essential role of geographers is emphasized in understanding these complex dynamics and in formulating solutions to contemporary imbalances. The study draws on key concepts such as the social production of space, networks, glocalization, and the center/periphery hierarchy. It demonstrates that globalization is neither homogeneous nor linear, but rather marked by tensions, inequalities, and constant territorial recompositions. Geography, through its ability to conceptualize space in relational and multiscalar terms, thus emerges as a fundamental tool for grasping current crises and imagining sustainable alternatives.

**Key words:** globalization, changes, geopolitics, territory.

**La mondialisation et le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et solutions pour la crise actuelle.** L'article propose une analyse géohistorique de la mondialisation en identifiant trois grandes phases : la mondialisation marchande (XV<sup>e</sup>–XVIII<sup>e</sup> siècle), impériale-industrielle (XIX<sup>e</sup>–1945) et néolibérale-financiarisée (1970–2008). Il met en lumière les logiques d'expansion, de domination et de hiérarchisation spatiale propres à chaque période. On souligne le rôle essentiel des géographes dans la compréhension de ces dynamiques complexes et dans l'élaboration de solutions face aux déséquilibres contemporains. L'étude mobilise des concepts-clés comme la production sociale de l'espace, les réseaux, la glocalisation et la hiérarchie centre/périphérie. Elle montre que la mondialisation n'est ni homogène ni linéaire, mais marquée par des tensions, des inégalités et des recompositions territoriales constantes. La géographie, par sa capacité à penser l'espace en termes relationnels et multiscalaires, apparaît ainsi comme un outil fondamental pour appréhender les crises actuelles et imaginer des alternatives durables.

**Mots clés :** mondialisation, changements, géopolitique, territoire.

## 1. INTRODUCTION

On voit ces mois que les prédictions faites par l'auteur il y a quelques années se sont confirmées (Iosif, 2018). Le texte constatait que le monde est passé d'un ordre bipolaire (États-Unis *versus* URSS) à un ordre multipolaire, où plusieurs puissances (comme la Chine, l'Inde, la Russie) remettent en cause l'hégémonie occidentale. Ce nouvel équilibre est instable, car contrairement à l'économie, la politique mondiale n'obéit pas à des règles communes. La mondialisation économique n'a pas entraîné une mondialisation politique ou démocratique.

Dans l'article présent on continue cette perspective, par discuter et analyser ce processus complexe qui est la mondialisation, son évolution d'une perspective géohistorique et, plus important peut-être, le rôle des géographes dans l'élaboration des visions et des plans pour offrir des solutions plausibles et pertinents.

En grandes lignes, la mondialisation peut être définie comme le processus multidimensionnel qui désigne l'intensification des échanges et des interdépendances entre les sociétés, les économies et les cultures à l'échelle planétaire. Elle se manifeste par une accélération des flux de biens, de services, de capitaux, d'informations et de personnes, favorisée par les avancées technologiques, la libéralisation des marchés et le développement des infrastructures de transport et de communication (pour des définitions plus vastes, voir les différents ouvrages sur ce sujet, notamment Arjun Appadurai, 1996 ; Stiglitz, 2002 et Rodrik, 2011). Au-delà de sa simple dimension économique, la mondialisation englobe des aspects politiques, sociaux, culturels et environnementaux. Elle contribue à la diffusion des idées, des modes de vie et des innovations, tout en soulevant des enjeux complexes liés aux inégalités, aux identités culturelles et à la souveraineté des États.

Si le phénomène s'est accéléré au XX<sup>e</sup> siècle, notamment après la Seconde Guerre mondiale et la fin de la Guerre froide, ses racines remontent bien plus loin, notamment aux Grandes Découvertes des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles et aux échanges commerciaux internationaux depuis l'Antiquité.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1. Une analyse qualitative et géohistorique

Cette étude adopte une approche qualitative, géohistorique et multiscalaire, avec l'objectif est de comprendre la mondialisation comme un processus évolutif, complexe et asymétrique, en analysant ses dynamiques historiques et spatiales, ainsi que le rôle des géographes dans la formulation de réponses aux déséquilibres contemporains.

La méthodologie repose sur une lecture diachronique du phénomène de la mondialisation, en distinguant trois grandes phases historiques (marchande, impériale-industrielle, néolibérale-financiarisée), à travers les outils de la géohistoire et de l'analyse territoriale. L'étude mobilise également des concepts clés en géographie critique : production de l'espace, centre/périphérie, glocalisation.

Le corpus documentaire mobilisé est essentiellement composé de sources académiques, issues de la littérature spécialisée en géographie, géohistoire, géopolitique et économie politique. Il s'agit notamment d'ouvrages de référence et de publications scientifiques permettant d'ancrer l'analyse dans un cadre théorique solide. La sélection s'est fondée sur la pertinence des sources pour éclairer les ruptures historiques, les formes d'intégration territoriale, les asymétries Nord/Sud, et les mutations contemporaines.

L'analyse consiste en une synthèse critique et structurée des différentes configurations de la mondialisation. Chaque phase est examinée à travers ses logiques économiques, politiques et spatiales, en s'appuyant sur une lecture multiscalaire (globale, régionale, urbaine) et typologique (formes d'échanges, types d'acteurs, impacts territoriaux). Un accent est mis sur le rôle des géographes dans l'interprétation de ces dynamiques et dans l'élaboration de stratégies territoriales face à la crise mondiale actuelle.

## **2.2. Mondialisation versus globalisation**

L'approche géographique que nous avons en vue ci-dessous nécessite tout d'abord une clarification de la notion de *mondialisation* et notamment ses différences par rapport à une autre notion utilisée parfois avec le même sens : *globalisation*.

La mondialisation désigne le processus historique d'expansion progressive du commerce et du système capitaliste à l'échelle mondiale. À chaque époque, ce phénomène aboutit à la structuration d'un système géoéconomique, géopolitique et géostratégique spécifique.

La géographie doit mettre l'accent sur la dimension spatiale et territoriale de ce processus. Un territoire se définit comme un espace délimité et aménagé par une société humaine, qui en fait un cadre organisé et valorisé selon des objectifs géopolitiques, culturels, sociaux et économiques. Cette approche permet d'analyser les dynamiques et les logiques territoriales à différentes échelles. Elle confère à la mondialisation un rôle explicatif des transformations contemporaines en identifiant clairement les acteurs impliqués et les mécanismes à l'œuvre.

D'autre côté, le terme *globalisation*, emprunté à l'anglais *globalization*, désigne (notamment dans l'espace francophone) plus spécifiquement l'étude du fonctionnement de la planète dans son ensemble, en intégrant les interactions entre les milieux naturels,

l'environnement et les sociétés humaines. Ces interconnexions influencent l'organisation de l'espace terrestre et nécessitent des réponses coordonnées à l'échelle mondiale. Les champs d'étude de la globalisation sont vastes et incluent des problématiques telles que le changement climatique, la gestion des ressources naturelles (eau, énergies, biodiversité), l'exploitation des terres vierges et la lutte contre la désertification (Carroué, 2019). Parmi les enjeux spatiaux de la globalisation figurent plutôt les interdépendances écologiques, les risques globaux et les crises planétaires (pandémies, crises alimentaires, pollution des océans etc) et une approche géosystémique (interaction entre milieux naturels et activités humaines). Le tableau 1 synthétise ses différences.

Un aspect qui mérite mentionné est que dans la littérature anglo-américaine cette distinction entre les deux termes n'existe pas (il y a juste *la globalisation*), donc tous les types de phénomènes sont traités confondus, sous l'appellation de *globalisation*.

En conséquence - et étant donné que la géographie s'occupe des transformations spatiales, des inégalités et des dynamiques territoriales - on considère *la mondialisation* le terme le plus pertinent pour ce type d'analyse.

Tableau 1. Différences entre mondialisation, globalisation et le rôle potentiel du géographe

Critères	Mondialisation	Globalisation	Travaux des géographes
<b>Définition</b>	Intégration croissante des territoires dans les échanges économiques, culturels et politiques.	Interaction entre les milieux physiques, l'environnement et les sociétés à l'échelle planétaire.	Les géographes étudient l'organisation de l'espace et des territoires à différentes échelles.
<b>Focus principal</b>	Transformation des territoires et des réseaux d'échanges.	Fonctionnement du système-Terre et interdépendances écologiques.	Analyse des espaces, des flux et des dynamiques territoriales.
<b>Approche</b>	Pluridisciplinaire (économie, culture, géopolitique, société).	Systémique et environnementale (écologie, climat, ressources).	Multi-échelle (locale, régionale, mondiale).
<b>Exemples</b>	Métropolisation, réseaux de transport, flux migratoires.	Réchauffement climatique, gestion des ressources, biodiversité.	Disparités territoriales, gestion des risques, urbanisation.
<b>Impact spatial</b>	Différenciation des territoires selon leur degré d'intégration.	Conséquences globales sur les environnements et les populations.	Compréhension des logiques spatiales et des transformations du monde.

### 3. RÉSULTATS

La mondialisation ne peut être réduite à un phénomène contemporain. Elle est le fruit d'une dynamique pluriséculaire qui s'inscrit dans le temps long. En mobilisant les apports de la géohistoire et de l'histoire globale, on peut distinguer trois grandes phases successives, chacune marquée par un système économique, politique et technologique particulier, mais toujours intégrée à des logiques d'expansion, de domination et de connexion croissante des territoires et des sociétés.

#### **3.1. La première mondialisation (XV<sup>e</sup> - XVIII<sup>e</sup> siècle) : une ouverture planétaire dominée par l'Europe**

La première mondialisation constitue la première étape décisive d'un processus historique long par lequel l'espace mondial s'est progressivement unifié. Elle commence à la fin du Moyen Âge et prend véritablement forme entre le XV<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup> siècle. Cette mondialisation est indissociable de l'expansion européenne, portée par les Grandes Découvertes, et s'appuie sur un capitalisme marchand embryonnaire. Elle voit l'émergence d'un espace mondial interconnecté, où circulent marchandises, hommes, capitaux et idées, sous l'égide d'un modèle européen en plein essor.

##### *3.1.1. Un monde en voie de connexion*

Dès l'Antiquité, des échanges à longue distance existaient entre civilisations : la Route de la Soie, les voies transsahariennes, les routes maritimes asiatiques ou méditerranéennes. Ces réseaux permettaient déjà des circulations de biens précieux (soieries, épices, or), de personnes et d'idées. Toutefois, ces échanges demeuraient régionaux ou intercontinentaux fragmentés, et souvent déséquilibrés.

Ce n'est qu'avec les explorations maritimes européennes à partir du XV<sup>e</sup> siècle que le monde entre dans une dynamique d'unification sans précédent. Les expéditions portugaises et espagnoles, suivies par les Hollandais, les Anglais et les Français, permettent la mise en relation des continents. En 1492, Christophe Colomb atteint les Antilles. En 1498, Vasco de Gama arrive aux Indes par le Cap de Bonne-Espérance. En quelques décennies, l'Europe conquiert des comptoirs, établit des routes maritimes transocéaniques, et commence à façonner un système économique mondial à son image. Cette dynamique s'explique par une convergence de facteurs : progrès techniques (caravelle, boussole, cartographie), innovations financières (lettres de change, assurances), concentration de capital, intervention croissante des États, volonté de contrôler les ressources rares (or, épices). Les États européens, appuyés par des puissances marchandes (Venise, Gênes, Anvers, puis Amsterdam et Londres), organisent cette expansion avec une efficacité croissante.

### 3.1.2. *La conquête européenne et l'intégration des Amériques*

L'un des éléments fondateurs de cette première mondialisation est la captation des Amériques, jusqu'alors coupées des grands flux mondiaux. Leur intégration brutale dans le système économique européen par la conquête (Espagne, Portugal) a des effets considérables. D'un côté, cela provoque le bouclage du monde, désormais interconnecté, de l'autre, cela génère un déplacement profond des centres de pouvoir économique, du Portugal et de l'Espagne (XIV<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles) en Hollande (au début du XVII<sup>e</sup> siècle) puis au Royaume-Uni (XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles). Les flux migratoires sont massifs : des millions d'Européens s'installent sur les nouveaux continents, souvent au détriment des populations indigènes. À cela s'ajoute la traite négrière transatlantique, qui déporte environ 12 millions d'Africains vers les plantations américaines. Ce système esclavagiste, articulé autour du commerce triangulaire (Europe – Afrique – Amériques), devient l'une des bases de la prospérité commerciale de l'Europe.

L'économie-monde qui émerge repose donc sur une forte asymétrie : l'Europe concentre les fonctions de commandement, tandis que les périphéries (Amériques, Afrique, Asie) sont réduites à un rôle de production ou de fourniture de matières premières et de main-d'œuvre. La puissance repose alors sur le contrôle des flux maritimes, des routes commerciales et des zones d'approvisionnement.

### 3.1.3. *Un capitalisme marchand en réseau*

Cette mondialisation est d'abord celle du capitalisme marchand, encore loin du capitalisme industriel. Elle s'incarne dans des villes-États commerçantes (Venise, Gênes, puis Anvers, Amsterdam, Londres), qui mettent en place des réseaux commerciaux à l'échelle mondiale. Des compagnies à charte comme la VOC (Compagnie néerlandaise des Indes orientales) ou la *East India Company* britannique dominent des espaces entiers sans nécessairement en occuper physiquement le territoire. Ces compagnies agissent comme acteurs politiques, économiques et militaires.

C'est aussi à cette période qu'émergent les premiers marchés financiers modernes : bourses, banques, compagnies d'assurances. Gênes invente des outils comme la réassurance au XVI<sup>e</sup> siècle ; Amsterdam et Londres deviennent les premières places financières mondiales.

Ce capitalisme est fondé sur un système de réseaux : les flux de marchandises, d'informations et de capitaux traversent les océans, reliant les ports européens à des comptoirs en Afrique, en Inde, en Asie du Sud-Est ou en Amérique latine. Ces échanges sont cependant très inégalitaires : ils enrichissent l'Europe en exploitant les ressources des autres continents.

#### *3.1.4. Une mondialisation incomplète et dominée*

La première mondialisation ne concerne pas toute la planète. Des régions entières restent à l'écart, soit par choix (comme la Chine qui, après les expéditions maritimes de l'amiral Zheng He, choisit la fermeture), soit par incapacité à s'insérer dans les circuits dominants. Le cas chinois illustre bien cette divergence. Puissance technologique, démographique et maritime au début du XV<sup>e</sup> siècle, la Chine abandonne toute velléité d'expansion et se referme sur elle-même. Ce repli ouvre la voie à la domination européenne sur les mers.

De plus, cette mondialisation n'efface pas les logiques impériales traditionnelles (Empire Ottoman, Empire Moghol, Empire Chinois). Elle n'unifie pas encore totalement les systèmes productifs, ni les modes de vie, mais elle pose les bases de la domination occidentale, qui s'affirmera pleinement au XIX<sup>e</sup> siècle avec la révolution industrielle.

En structural d'une telle manière la géohistoire de la mondialisation on comprend que la première mondialisation constitue une rupture majeure dans l'histoire du monde. Elle marque l'irruption de l'Europe comme acteur central des dynamiques économiques et politiques à l'échelle planétaire. Par le biais des conquêtes, des échanges maritimes, de la colonisation et du commerce triangulaire, un système mondial hiérarchisé se met en place. Ce processus, à la fois économique, géopolitique et culturel, installe durablement les asymétries Nord-Sud (Chaléard, Sanjuan, 2017 ; Chaléard, Pourtier, 2000) et les inégalités structurelles qui traversent encore aujourd'hui la mondialisation contemporaine.

### **3.2. La deuxième mondialisation (XIX<sup>e</sup> - 1945) : une mondialisation industrielle et impériale**

La deuxième mondialisation, qui s'étend approximativement du début du XIX<sup>e</sup> siècle à la Seconde Guerre mondiale, représente une phase de transformation profonde du système mondial. Elle repose sur la révolution industrielle, l'essor du capitalisme, la montée en puissance des États-Nations et l'expansion coloniale. Dans ce contexte, l'Europe atteint son apogée en tant que centre géopolitique, géoéconomique et culturel du monde. Cette période voit l'intensification des flux, la structuration des espaces coloniaux, et l'émergence d'un système capitaliste mondialisé qui s'ancre durablement dans les territoires.

#### *3.2.1. Une mondialisation fondée sur l'industrialisation et la révolution des transports*

La deuxième mondialisation s'appuie d'abord sur les révolutions industrielles successives, qui transforment en profondeur les structures économiques, sociales et territoriales. L'Europe, puis l'Amérique du Nord et le Japon, entrent dans une ère de mécanisation, de production de masse, et de concentration du capital.

Les progrès techniques (machine à vapeur, télégraphe, chemin de fer, navires à vapeur) permettent une réduction drastique du temps et des coûts de transport et d'information, rendant les échanges internationaux plus rapides, réguliers et efficaces. Les marchandises (textiles, acier, produits agricoles), les hommes (migrations massives), les capitaux et les idées circulent à une échelle inédite.

L'économie de marché prend une dimension mondiale, même si elle reste inégalement répartie. Selon Karl Polanyi (Polanyi, 1944 ; 1957), ce capitalisme mondialisé ne se développe pas de manière spontanée, mais comme une construction sociale et politique, portée par les États-Nations et leurs élites bourgeoises, qui structurent les institutions nécessaires à son expansion (systèmes financiers, infrastructures, éducation, droit commercial).

### 3.2.2. Une mondialisation impérialiste et coloniale

L'une des caractéristiques majeures de cette deuxième mondialisation est sa forte dimension impériale. L'Europe impose sa domination sur l'essentiel du globe. Entre 1750 et 1914, la conquête coloniale s'accélère, touchant 162 territoires pour plus de 53 millions de km (Carroué, 2019). En 1913, les empires coloniaux européens couvrent près des trois quarts de la planète (Tableau 2).

Les colonies deviennent des périphéries intégrées à l'économie mondiale : elles fournissent des matières premières (coton, caoutchouc, minerais), des produits agricoles tropicaux (café, cacao, sucre) et une main-d'œuvre exploitée (Ferro, 1994 ; Hobsbawm, 1997). Elles servent aussi de débouchés pour les produits manufacturés européens, dans un système d'échanges inégalitaire. Le commerce international se développe mais renforce les asymétries entre les centres industriels et les périphéries dominées.

Tableau 2. La situation géographique des états coloniaux et leur possession

États coloniaux	Superficies (1.000 km <sup>2</sup> )			Populations (millions)		
	1880	1913	1938	1880	1913	1938
Royaume-Uni	22.741	32.334	33.612	271	395	497
France	728	9.693	12.106	7	48	71
Pays-Bas	421	2.066	2.072	24	50	68
Portugal	190	822	2.110	2	6	11
Belgique	-	2.350	5.404	-	11	14
Allemagne	-	2.953	-	-	12	-
Italie	-	2.020	3.425	-	1	1
Japon	-	296	299	-	20	31
États-Unis	-	328	328	-	10	19
<b>Total</b>	<b>24.080</b>	<b>52.862</b>	<b>59.356</b>	<b>304</b>	<b>552</b>	<b>711</b>

Adapté d'après Etemad, 2000

Les grands empires (britannique, français, néerlandais, belge, allemand) organisent des infrastructures (routes, ports, chemins de fer) principalement orientées vers l'extraction et l'exportation, sans véritable développement local. Le fait colonial laisse une empreinte profonde sur les sociétés : destruction ou transformation des structures sociales, acculturation, urbanisation hiérarchisée.

Certaines régions échappent à la colonisation directe (Chine, Iran, Turquie, Japon), mais subissent des formes de domination économique ou politique indirectes. Le cas du Japon est remarquable : dès 1867, avec la révolution Meiji, le pays s'industrialise à marche forcée et devient lui-même une puissance coloniale en Asie de l'Est (Corée, Taïwan, Mandchourie).

### *3.2.3. Les firmes transnationales et les réseaux financiers*

L'essor de la mondialisation au tournant du XX<sup>e</sup> siècle s'accompagne du développement rapide des firmes transnationales, nées avec le capitalisme industriel. Celles-ci opèrent à l'échelle du globe et deviennent des acteurs majeurs dans la structuration de l'espace économique mondial.

Deux logiques guident leur expansion :

- La sécurisation des approvisionnements en matières premières dans les colonies (ex. : Dunlop en Malaisie, Michelin à Madagascar, Royal Dutch en Indonésie).
- La conquête des marchés manufacturiers dans les pays développés (ex. : Ford en Belgique, Singer en Écosse, Bell en Autriche).

Dès 1914, un tiers des investissements directs à l'étranger est concentré dans les pays industrialisés. Cette concentration souligne l'intensité croissante de la compétition capitaliste mondiale.

En parallèle, les marchés financiers internationaux s'étoffent. Londres devient la place dominante avec la création de la Banque d'Angleterre (1694) et de la bourse officielle (1801). Des institutions similaires apparaissent ailleurs : à Paris, Francfort, Vienne, Istanbul. Le système bancaire, les compagnies d'assurances, les investissements transfrontaliers participent à une première véritable financiarisation de l'économie mondiale.

### *3.2.4. Une mondialisation asymétrique, fragilisée par les rivalités*

Malgré son dynamisme, cette deuxième mondialisation est marquée par de profondes inégalités et des rivalités croissantes. L'ouverture commerciale (taux d'exportation mondial de 15 % vers 1913) coexiste avec des tensions interétatiques violentes.

L'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, les États-Unis et le Japon se livrent une compétition géoéconomique féroce, qui débouche sur des conflits majeurs. La Première

Guerre mondiale (1914-1918) apparaît comme un affrontement impérial visant à un nouveau partage du monde. Elle signe la fin de l'hégémonie européenne et le transfert progressif de la puissance mondiale vers les États-Unis.

Ce basculement s'accompagne d'un contre-modèle idéologique : la révolution socialiste en Russie (1917) et la naissance de l'URSS en 1924, qui remet en cause les fondements du capitalisme mondial. Le monde entre alors dans une période de crise et d'instabilité croissante, marquée par la montée du protectionnisme, la crise de 1929, et la Seconde Guerre mondiale (1939-1945).

La deuxième mondialisation marque l'apogée d'un capitalisme industriel mondialisé, structuré autour de la domination impériale de l'Europe et de l'expansion des grandes firmes. Elle repose sur une dynamique systémique associant croissance démographique, progrès technique, infrastructures, conquête coloniale et financiarisation. Cependant, ce modèle repose sur de profondes asymétries, tant économiques que géopolitiques, qui génèrent des tensions menant à deux conflits mondiaux. En 1945, l'Europe sort affaiblie, et une nouvelle phase de mondialisation s'annonce, portée cette fois par les États-Unis et fondée sur de nouvelles logiques libérales.

### **3.3. La troisième mondialisation (années 1970 – 2008) : vers un capitalisme globalisé, libéral et financiarisé**

Après la Seconde Guerre mondiale et les bouleversements qu'elle engendre, la mondialisation connaît une nouvelle transformation majeure à partir des années 1970. Cette troisième phase se distingue par son caractère libéral, financier, technologique et multinational, dans un contexte de montée en puissance des firmes transnationales, de dérégulation des marchés, et de révolution numérique. Elle inaugure un nouveau régime d'accumulation à l'échelle planétaire, mais aussi de profondes asymétries et vulnérabilités systémiques, qui culminent avec la crise financière mondiale de 2008.

#### *3.3.1. Crise du fordisme et mutation du capitalisme*

La troisième mondialisation émerge dans un contexte de crises structurelles. Le modèle économique fordiste des Trente Glorieuses, basé sur la production de masse, la hausse des salaires et la consommation intérieure, s'essouffle. Les chocs pétroliers de 1973 et 1979, la montée de l'inflation (stagflation), et la crise du système monétaire international (fin des accords de Bretton Woods) précipitent l'abandon progressif du modèle keynésien.

À partir des années 1980, sous l'impulsion de dirigeants comme Margaret Thatcher et Ronald Reagan, s'impose une nouvelle doctrine économique : le néolibéralisme. L'État se désengage de nombreux secteurs (privatisations), les marchés

sont dérégulés, et la liberté de circulation des capitaux devient un principe fondamental. Cette transformation donne naissance à une économie mondialisée, financiarisée et déréglementée, dans laquelle le capital domine les logiques productives.

### *3.3.2. Une économie-monde intégrée et asymétrique*

Contrairement aux deux premières phases, la troisième mondialisation repose moins sur le commerce de biens que sur la circulation des capitaux, des services et des données. On passe d'une économie internationale (échanges entre États) à une économie mondiale intégrée par les firmes multinationales et les marchés financiers.

Les firmes transnationales jouent un rôle moteur. Elles organisent la fragmentation et la délocalisation des chaînes de production, en recherchant les coûts les plus bas, des régimes fiscaux avantageux, et des infrastructures performantes. Cela donne naissance à une nouvelle division internationale du travail : les tâches de conception et de commandement restent dans les pays du Nord, tandis que les pays du Sud ou émergents accueillent les activités de production ou d'assemblage (textile, électronique, services délocalisés).

Parallèlement, les investissements directs à l'étranger explosent, tout comme les flux de capitaux spéculatifs. Les marchés financiers deviennent surdimensionnés par rapport à l'économie réelle : des trillions de dollars circulent quotidiennement dans les marchés de change, les bourses et les produits dérivés. Cela crée une interdépendance mondiale, mais aussi une vulnérabilité accrue face aux crises financières (Mexique 1994, Asie 1997, Russie 1998).

Ce système repose sur des institutions internationales puissantes (FMI, Banque mondiale, OMC, OCDE), qui diffusent les normes du capitalisme libéral, souvent sous l'impulsion des États-Unis. Ces institutions imposent des politiques d'ajustement structurel, notamment dans les pays du Sud, conditionnant l'accès à l'aide financière à la libéralisation, la privatisation, et la réduction des dépenses publiques.

### *3.3.3. Une mondialisation fondée sur la révolution numérique et l'immatériel*

L'autre caractéristique fondamentale de cette phase est l'essor des technologies de l'information et de la communication (TIC), qui bouleverse les temporalités, les distances et les formes d'organisation économique. Internet, le téléphone mobile, la numérisation des services et la circulation instantanée de l'information permettent aux entreprises de fonctionner en réseau à l'échelle globale, avec une flexibilité et une réactivité inédites.

Ce contexte favorise l'émergence de nouveaux secteurs stratégiques : finance, services, technologies, logistique, culture numérique. Des firmes comme Apple, Microsoft, Google ou Amazon deviennent des acteurs hégémoniques. L'immatériel

(données, brevets, logiciels, marques) prend une valeur supérieure à celle des biens matériels. Cela marque une rupture nette avec les logiques industrielles des phases précédentes.

En parallèle, de nouveaux espaces d'intégration apparaissent : Asie orientale, Amérique latine, certains pays africains deviennent des pôles de croissance ou des réservoirs de ressources et de main-d'œuvre. Des puissances dites émergentes (Chine, Inde, Brésil, Afrique du Sud) prennent une place croissante dans l'économie mondiale, même si des asymétries majeures persistent avec les puissances dominantes.

#### *3.3.4. Les paradoxes et les limites d'un modèle en crise*

Malgré son dynamisme apparent, cette mondialisation présente de nombreuses failles. D'un côté, elle entraîne une croissance globale, l'émergence de nouvelles classes moyennes dans les pays du Sud, et une baisse de la pauvreté extrême à l'échelle mondiale. De l'autre, elle génère des inégalités massives, une précarisation du travail, la montée des déséquilibres environnementaux, et une perte de contrôle démocratique sur l'économie.

Les effets sociaux et territoriaux de cette mondialisation sont très inégalement répartis : certaines régions sont pleinement intégrées, d'autres sont marginalisées, voire exclues. On observe une polarisation croissante entre centres et périphéries, ainsi qu'un renforcement des flux migratoires et des tensions géopolitiques.

Cette phase atteint ses limites avec la crise financière mondiale de 2008, qui révèle la fragilité du système financier mondial. La faillite de grandes institutions (Lehman Brothers), l'éclatement de la bulle immobilière américaine et l'effondrement des marchés entraînent une récession planétaire, des faillites d'États, et une remise en question du modèle libéral dominant. La gouvernance économique mondiale apparaît insuffisante, et les appels à une régulation accrue se multiplient.

La troisième mondialisation représente une phase inédite d'intégration planétaire, portée par le capitalisme néolibéral, la financiarisation, et l'innovation technologique. Elle marque l'avènement d'un monde hyperconnecté, mais aussi profondément inégal et instable. Si elle a permis une accélération sans précédent des échanges, des flux et des innovations, elle a également creusé des fractures économiques, sociales et environnementales.

La crise de 2008 ouvre la voie à de nouveaux questionnements : sommes-nous entrés dans une quatrième mondialisation ? Ou assistons-nous à un repli des interdépendances, à travers les logiques de démondialisation, de fragmentation géopolitique, ou de transition écologique ? Ces interrogations restent au cœur des débats contemporains sur l'avenir du monde.

#### 4. DISCUSSION

Dans ce chapitre de Discussion on fera quelques remarques concernant le rôle des géographes dans le processus de la mondialisation.

La mondialisation, phénomène multidimensionnel (économique, culturel, technologique, politique), est profondément liée à l'espace géographique. Elle transforme les territoires, les hiérarchise, les met en réseau, et fait émerger de nouveaux rapports entre le local et le global.

Au fil du temps, les géographes ont donné naissance à une série de notions et théories permettant de comprendre comment les espaces sont façonnés, organisés et intégrés dans un système mondial interconnecté. Ces idées ouvrent des pistes à des visions et solutions pour la crise dans laquelle se trouve le monde à l'heure actuelle.

*Primo.* Dans le cadre de la mondialisation, la géographie ne se contente plus d'analyser l'espace comme un simple support physique ou naturel. Elle le considère comme un produit social, modelé par les pratiques, les représentations, les rapports de pouvoir et les interactions humaines. Cette conception transforme radicalement notre manière de comprendre les dynamiques territoriales à l'échelle mondiale. L'espace n'est pas une donnée immuable : il est fabriqué, organisé, hiérarchisé et approprié par les sociétés humaines dans le cadre de la mondialisation.

Pendant longtemps, l'espace géographique a été pensé comme un cadre physique fixe, déterminé par des éléments naturels tels que le climat, le relief ou les ressources. Cette lecture, dominante jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle, soutenait que le développement des sociétés dépendait avant tout de leur environnement naturel (vision déterministe).

Mais avec l'avènement de la géographie humaine, et notamment des apports de penseurs comme Henri Lefebvre, la géographie a progressivement adopté une vision relationnelle et constructiviste de l'espace. Dans *La production de l'espace* (1974), Lefebvre affirme que l'espace est le produit des rapports sociaux. Autrement dit, il n'existe pas d'espace « neutre » : chaque espace est le résultat de pratiques sociales, politiques, économiques et culturelles spécifiques. Cette idée est cruciale dans le contexte de la mondialisation : les espaces sont constamment reconfigurés par les logiques de mobilité, de mise en réseau, d'investissement, de communication, etc. L'espace devient ainsi une variable dynamique, construite et reconstruite selon les enjeux globaux.

Lefebvre propose une approche tridimensionnelle de l'espace (« perçu, conçu et vécu ») qui permet de mieux saisir la manière dont la mondialisation façonne les territoires :

L'espace perçu : c'est l'espace concret, tel qu'il est utilisé et pratiqué au quotidien. Dans la mondialisation, cela renvoie à la manière dont les individus se déplacent, consomment, travaillent dans des espaces urbains connectés ou périphériques.

L'espace conçu : c'est l'espace tel qu'il est pensé par les aménageurs, les urbanistes, les ingénieurs, les institutions. Il inclut les plans d'aménagement du territoire, les zones économiques spéciales, les réseaux logistiques. La mondialisation influence puissamment cette dimension à travers des projets transnationaux (zones franches, corridors logistiques, villes nouvelles).

L'espace vécu : c'est l'espace subjectif, tel qu'il est ressenti et symboliquement chargé par les populations. Il est façonné par la mémoire, la culture, l'identité. Dans un contexte mondialisé, certains territoires sont perçus comme des lieux de richesse et de pouvoir (Silicon Valley, Manhattan), d'autres comme des espaces oubliés ou marginalisés.

Cette grille d'analyse met en évidence que la mondialisation n'impose pas un modèle spatial unique, mais produit une multiplicité d'espaces, en tension constante entre pratiques, représentations et régulations.

L'espace n'est pas seulement produit : il est aussi approprié et disputé. Dans le cadre de la mondialisation, les grandes entreprises, les États, les organisations internationales et les acteurs locaux se livrent à une compétition pour le contrôle des lieux stratégiques : ports, métropoles, zones de ressources, corridors de transit. Les acteurs économiques, par exemple, modèlent les territoires en fonction de leurs intérêts : implantation de sièges sociaux, zonage des fonctions productives, réorganisation des chaînes de valeur (Soja, 1989). Les états, quant à eux, aménagent les frontières, négocient les accords commerciaux, développent les infrastructures pour renforcer leur attractivité. Ainsi, l'espace est politique : il est le lieu d'expression des rapports de force. La mondialisation accélère ce processus en intensifiant les logiques de sélection territoriale. Certains espaces sont survalorisés (les « vitrines » de la mondialisation), d'autres sont délaissés, voire « sacrifiés » (espaces de relégation, zones de conflits ou d'exclusion).

*Secundo.* La mondialisation contemporaine repose sur une intensification sans précédent des flux de marchandises, de capitaux, d'informations et de personnes. Cette dynamique transforme la manière dont l'espace est conçu et utilisé. Plutôt que de penser le monde comme un continuum homogène, les géographes modernes envisagent l'espace comme un système de réseaux, où certains lieux — les nœuds — sont fortement connectés et d'autres relégués aux marges. Cette lecture en termes de connectivité, de mobilité et de hiérarchie spatiale constitue un des fondements de l'analyse géographique de la mondialisation.

La mondialisation ne relie pas les territoires de manière équitable. Elle renforce les connexions entre certains pôles urbains mondiaux qui concentrent les fonctions de commandement économique, politique et culturel. Le géographe Olivier Dollfus (1996) a proposé le concept d'Archipel Métropolitain Mondial (AMM) pour désigner cet ensemble de grandes métropoles interconnectées — New York, Londres, Tokyo, Paris, etc. — qui structurent l'économie mondiale. Ces villes forment un réseau plus cohérent entre elles qu'avec leurs propres périphéries nationales, créant ainsi un espace réticulé, non plus gouverné par la seule proximité géographique mais par l'intensité des échanges.

Plus tard, Taylor (2004) développe une analyse complémentaire dans sa théorie du World City Network, qui mesure la centralité des métropoles à travers les flux de services avancés (finance, droit, publicité, etc.). Ces travaux permettent de comprendre la mise en place d'une hiérarchie fonctionnelle au sein de l'espace mondialisé.

Les flux mondialisés sont multiples : flux matériels (marchandises, ressources naturelles), immatériels (capitaux financiers, données numériques) et humains (migrants, touristes, étudiants, travailleurs mobiles). Ces flux ne circulent pas de manière aléatoire, mais empruntent des corridors logistiques bien définis, qui traduisent des choix géopolitiques, technologiques et économiques (Rodrigue et al., 2020). La conteneurisation, popularisée dès les années 1960, a été un tournant majeur : en standardisant le transport de marchandises, elle a favorisé la constitution de grandes chaînes logistiques mondiales et l'émergence de ports intégrés comme Rotterdam, Shanghai ou Los Angeles. Cette mutation a profondément transformé la géographie économique mondiale (Hesse, Rodrigue, 2004).

Dans le domaine immatériel, la circulation de données via les câbles sous-marins et les réseaux de télécommunication joue désormais un rôle fondamental. Comme le montre Sassen (1991), ces flux numériques sont essentiels à l'économie des grandes métropoles globales, qui forment un « archipel numérique » aussi puissant que l'archipel physique décrit par Dollfus.

L'intégration d'un territoire dans la mondialisation dépend de sa capacité à accueillir et à faire transiter ces flux. Cette capacité repose sur un ensemble d'infrastructures : routes, aéroports, ports, hubs ferroviaires, mais aussi satellites, câbles, serveurs. La mise en réseau du monde exige une logistique hautement performante, connectée à des systèmes intermodaux qui permettent la fluidité entre les différents modes de transport (Rodrigue et al., 2020).

Cette organisation des réseaux est largement façonnée par les logiques capitalistes et les stratégies des grandes entreprises transnationales. Harvey (2001) vient avec une perspective originelle sur le rôle du capital dans la production de l'espace, notamment par des investissements dans les infrastructures, qui modifient durablement les équilibres territoriaux. Il parle de "compression spatio-temporelle" : les distances

physiques semblent rétrécir sous l'effet de l'accélération des transports et de la communication.

Une des conséquences majeures de la mondialisation est la mise en place d'une hiérarchie entre les territoires à l'échelle mondiale. Tous ne participent pas de la même manière à la mondialisation, ni ne bénéficient des opportunités qu'elle offre. Ce processus de différenciation s'inscrit dans une logique centre/périphérie, concept fondamental en géographie économique et en géopolitique (Wallerstein, 2009). Cette grille de lecture permet de comprendre la répartition des richesses, du pouvoir et des fonctions à l'échelle du globe, mais aussi à l'intérieur des États. Selon cette théorie, le monde est structuré autour d'un centre dominant, constitué des pays industrialisés du Nord, et d'une périphérie dépendante, souvent composée des pays du Sud. Une semi-périphérie existe également : des pays émergents comme le Brésil, l'Inde ou la Chine, qui se trouvent dans une position intermédiaire.

Cette hiérarchisation repose sur des flux inégaux : les centres exportent produits manufacturés, capitaux, services à forte valeur ajoutée, tandis que les périphéries fournissent des matières premières, une main-d'œuvre peu coûteuse et subissent l'extraction des richesses. L'organisation du commerce mondial, en particulier via les chaînes globales de valeur, reproduit cette asymétrie.

La division internationale du travail, accentuée par la mondialisation, renforce cette hiérarchie : les fonctions de conception, de financement et de décision sont concentrées dans les centres (grandes métropoles, pays du Nord), tandis que les fonctions d'assemblage ou d'exploitation des ressources sont reléguées aux périphéries (Coe et al., 2008).

Si la logique centre/périphérie est souvent mobilisée à l'échelle mondiale, elle s'observe aussi à d'autres échelles. À l'échelle régionale ou nationale, certains territoires concentrent le pouvoir économique et politique, tandis que d'autres sont marginalisés. Par exemple, en Roumanie, la région bucarestois occupe une place centrale dans les réseaux économiques et de décision, tandis que certaines régions rurales ou industrielles en reconversion sont considérées comme des périphéries internes. Ce constat vaut aussi pour l'Union européenne, où l'on oppose souvent un centre rhénan dynamique (Allemagne, Bénélux, nord de l'Italie) à des périphéries méditerranéennes ou orientales (Beckouche, 2011).

À l'échelle urbaine, les métropoles mondiales telles que Londres, Tokyo ou New York exercent un effet polarisant sur leurs hinterlands. Elles concentrent les fonctions de commandement, attirent les talents, les investissements et structurent les flux mondiaux. Les périphéries, urbaines ou rurales, subissent quant à elles un déclin relatif ou une dépendance fonctionnelle.

Mais être en périphérie ne signifie pas nécessairement être exclu de la mondialisation. Certaines périphéries sont fonctionnellement intégrées, notamment comme pays-ateliers (Vietnam, Bangladesh), périphéries logistiques (zones portuaires, zones franches), ou réservoirs de main-d'œuvre (Lévy, Lussault, 2003). La notion de périphérie n'est donc pas uniquement géographique, mais aussi fonctionnelle et relationnelle.

Par ailleurs, certaines périphéries peuvent connaître une dynamique d'ascension, notamment grâce aux délocalisations, aux infrastructures ou aux politiques de développement. C'est le cas de certains pays émergents, qui tirent parti de leur position pour se repositionner dans la hiérarchie mondiale. Toutefois, cette montée s'accompagne souvent de déséquilibres internes, entre métropoles intégrées et campagnes marginalisées.

Si le modèle centre/périphérie reste pertinent pour comprendre les inégalités spatiales, il a aussi ses limites. Certains chercheurs, comme Massey (2005), critiquent la rigidité du modèle et insistent sur la fluidité des rôles, la multipolarité émergente et les résistances locales. Les flux mondialisés ne sont pas univoques : des périphéries peuvent s'organiser en réseaux alternatifs, développer des économies de niche ou créer de nouvelles centralités. De même, l'essor des technologies numériques, du télétravail, de l'économie décentralisée (blockchain, circuits courts) remet en cause certaines centralités physiques. Il devient donc crucial de repenser la hiérarchisation des territoires non plus uniquement en termes géographiques, mais selon des réseaux relationnels, des capacités d'innovation, et des ressources immatérielles.

*Tertio.* La mondialisation n'efface pas les territoires : elle les transforme, les reconfigure, et souvent, les renforce dans leur singularité. Une dernière notion qui mérite d'être discutée et celle de « glocalisation ». Le terme est issu de la contraction de global et local. D'abord utilisé dans le monde des affaires au Japon dans les années 1980, il a été popularisé dans les sciences sociales par le sociologue britannique Roland Robertson (1995). Pour lui, la glocalisation désigne la manière dont le global est « localisé », c'est-à-dire interprété, transformé ou réapproprié par les territoires. Il s'oppose ainsi à une vision linéaire de la mondialisation comme homogénéisation culturelle et économique.

En géographie, cette idée est reprise par Jacques Lévy (1999) qui insiste sur le fait que la mondialisation ne supprime pas le local, mais le recompose, parfois même le renforce. Le local devient une interface stratégique dans les flux globaux : les territoires qui réussissent sont ceux capables d'articuler les deux échelles.

La glocalisation se manifeste d'abord dans les stratégies économiques. De nombreuses entreprises multinationales adaptent leurs produits aux goûts et aux normes locales. L'exemple le plus connu, McDonald's, propose des menus végétariens en Inde, ou halal dans les pays musulmans, tout en conservant une identité de marque

mondiale (Bauman, 1998). Ce phénomène d'adaptation locale des modèles mondiaux permet une meilleure intégration économique et culturelle. Dans le domaine culturel, la glocalisation donne lieu à des formes hybrides, combinant des références globales et locales. On parle de métissage culturel. Les musiques urbaines, la gastronomie, les styles vestimentaires illustrent cette dynamique où le global inspire mais n'efface pas l'identité locale — il s'y insère, s'y transforme.

Finalement, la glocalisation met aussi en valeur le rôle actif des territoires. Loin d'être de simples réceptacles des flux, les territoires sont des acteurs stratégiques, capables de mobiliser leur capital spatial, symbolique ou culturel pour s'insérer dans les réseaux mondiaux. Ainsi, une région peut valoriser son patrimoine local pour attirer des touristes internationaux (ex. : œnotourisme en Bourgogne, tourisme religieux à Fès, festivals en Bretagne). Ces initiatives montrent que la mondialisation peut être reconfigurée par le bas. Il existe toujours un circuit inférieur de l'économie, ancré localement, autonome partiellement des logiques dominantes, mais profondément innovant. Ces alternatives locales participent à une mondialisation plurielle, qui laisse place à des formes de résilience territoriale.

## 5. CONCLUSIONS

Dans le chapitre de Discussion on a souligné trois hypostases dans lesquelles les géographes jouent un rôle déterminant dans la compréhension et dans le processus d'élaboration des nouvelles stratégies : l'espace comme construction sociale, les flux et les réseaux, la glocalisation. Ci-dessous on schématise une courte conclusion.

Penser l'espace géographique comme une construction sociale permet de dépasser une lecture simpliste de la mondialisation comme processus uniforme et mécanique. Loin d'un simple décor ou d'un support neutre, l'espace est au cœur des stratégies d'acteurs, des conflits de pouvoir, des dynamiques culturelles et sociales. Cette approche enrichit considérablement l'analyse géographique du monde contemporain, en mettant l'accent sur la complexité des territorialités produites par la mondialisation.

La géographie des réseaux et des flux est indispensable pour comprendre le fonctionnement spatial de la mondialisation. Elle révèle un monde discontinu, polarisé, mobile, structuré par des nœuds, des axes et des interfaces. Cette lecture permet de dépasser la vision simpliste d'une globalisation uniforme pour souligner les logiques différenciées d'intégration et d'exclusion territoriale. Enfin, elle ouvre des perspectives critiques sur les enjeux écologiques, politiques et sociaux liés à l'hyper-mobilité des flux mondialisés.

La hiérarchisation des territoires en centres et périphéries demeure un cadre analytique puissant pour comprendre la géographie de la mondialisation. Elle révèle les

logiques d'inégalités, de dépendance et d'exclusion à toutes les échelles. Toutefois, cette dichotomie doit être sans cesse réinterrogée : les périphéries ne sont pas toujours passives, et les centres ne sont pas inébranlables. Dans un monde multipolaire et instable, la géographie des pouvoirs et des flux est en recomposition constante.

Finalement, la glocalisation met en lumière la complexité des rapports entre le local et le global. Elle montre que la mondialisation ne se fait pas à sens unique, mais dans un dialogue constant avec les territoires. Les espaces qui savent articuler leurs ressources locales avec les opportunités globales deviennent des pôles attractifs et résilients. Le local n'est donc pas écrasé par le global : il en est une composante essentielle, un filtre, voire un levier. Dans un monde marqué par l'incertitude et les transitions (écologique, numérique, sociale), penser les dynamiques glocales est devenu incontournable pour comprendre les recompositions spatiales contemporaines.

## **6. RÉFÉRENCES**

- APPADURAI, A. 1996. *Modernity at large: cultural dimensions of globalization*. University of Minnesota Press.
- BAUMAN, Z. 1998. *Globalization: The Human Consequences*. Columbia University Press.
- BECKOUCHE, P. 2011. *Atlas de la mondialisation. Comprendre l'espace mondial contemporain*. Autrement.
- CARROUÉ, L. 2019. *Géographie de la mondialisation*. Paris, Armand Colin.
- CHALÉARD, J.-L., SANJUAN, T. 2017. *Géographie du développement : territoires et mondialisation dans les Suds*. Paris, Armand Colin, Collection « U ».
- CHALÉARD J.-L., POURTIER, R. 2000. *Politiques et dynamiques territoriales dans les pays du Sud*. Paris, Publications de la Sorbonne.
- COE, N. M., KELLY, P. F., YEUNG, H. W.-C. 2008. *Economic Geography: A Contemporary Introduction*. Wiley-Blackwell.
- DOLLFUS, O. 1996. *La Mondialisation*. Paris, PUF, Collection "Que sais-je ?".
- ETEMAD, B. 2000. *La possession du monde. Poids et mesure de la colonisation (XVIII -XX siècles)*. Bruxelles, Éditions Complexe.
- FERRO, M. 1994. *Histoire des colonisations. Des conquêtes aux indépendances*. Paris, Le Seuil.
- HARVEY, D. 2001. *Spaces of Capital: Towards a Critical Geography*. Routledge.
- HESSE, M., RODRIGUE, J.-P. 2004. *The Transport Geography of Logistics and Freight Distribution*. *Journal of Transport Geography* 12 (3): 171-184.
- HOBBSAWM, E. 1997. *L'ère des empires*. Paris, Fayard.

- IOSIF, D. 2018. Le monde unipolaire, bipolaire, multipolaire: une géopolitique incertaine. *Cinq Continents* 8 (18) : 200-209.
- LEFEBVRE, H. 1974. *La production de l'espace*. Paris, Anthropos.
- LÉVY, J. 1999. Espace et politique: vers un nouveau paradigme. *Revue de géographie de Lyon* 74 (3) : 219-230.
- LÉVY, J., LUSSAULT, M. 2003. *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Belin.
- MASSEY, D. 2005. *For Space*. Sage Publications.
- POLANYI, K. 1944. *The Great Transformation*. Farrar & Rinehart.
- POLANYI, K., PEARSON, H.W (ed). 1957. *Trade and Market in the Early Empires*. The Free Press.
- ROBERTSON, R. 1995. Glocalization: Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity. In FEATHERSTONE, M., LASH, S., ROBERTSON, R. (Ed). *Global Modernities*. Sage Publications.
- RODRIGUE, J.-P., COMTOIS, C., SLACK, B. 2020. *The Geography of Transport Systems* (5<sup>th</sup> ed.). Routledge.
- RODRIK, D. 2011. *The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy*, W.W. Norton & Company.
- SASSEN, S. 1991. *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton University Press.
- SOJA, E. 1989. *Postmodern Geographies: The Reassertion of Space in Critical Social Theory*. London, Verso.
- STIGLITZ, J. E. 2002. *Globalization and Its Discontents*. W.W. Norton & Company.
- TAYLOR, P. J. 2004. *World City Network: A Global Urban Analysis*. Routledge.
- WALLERSTEIN, I. 2009. *Le système du monde du XV<sup>e</sup> siècle à nos jours*. Paris, Flammarion.

# Mapping of the Marine Submersion of a Sebkhah in the Peri-urban Area of Tunis

Noura BRAHMI<sup>1</sup>, Mohsen DHIEB<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>University of Manouba, Research Laboratory Geomatic of Geosystems, Tunisia

<sup>2</sup>King Abdulaziz University, Department of Geography and GIS, Saudi Arabia  
*noura\_brahmi@yahoo.fr*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	28
2. METHODOLOGY.....	28
2.1. Study area.....	28
2.2. Study design .....	29
3. RESULTS .....	32
3.1. Topographical and geomorphological configuration favorable to submersion.....	32
3.2. Mapping of the current bottom of the sebkha of Soliman by GIS.....	33
3.3. Marine submersion scenarios of the Soliman coastal sebkha and its environ. issues.....	34
3.4. The impacts of marine flooding on the ecosystem of the sebkha and its surroundings.....	39
4. DISCUSSION.....	41
5. CONCLUSIONS.....	44
6. REFERENCES .....	45

## Citer ce document :

BRAHMI, N., DHIEB, M. 2025. Mapping of the Marine Submersion of a Sebkhah in the Peri-urban Area of Tunis. *Cinq Continents* 15 (31): 26-47.

## **Mapping of the Marine Submersion of a Sebkhah in the Peri-urban Area of Tunis**

**Noura BRAHMI, Mohsen DHIEB**

**Cartographie de la submersion marine d'une Sebkhah dans la zone péri-urbaine de Tunis.** Cet article vise à montrer l'apport des SIG à la cartographie prévisionnelle du risque de la submersion de la sebkhah côtière de Soliman (Golfe de Tunis), selon des scénarii prenant en compte les mesures de protection et l'éventuelle accélération de l'élévation du niveau marin. Le Modèle Numérique de Terrain d'une résolution centimétrique a été d'une valeur indéniable pour l'étude de la tendance générale de l'évolution future d'une part, et la quantification des zones submersibles d'autre part. Les résultats suggèrent que le recul de la bande côtière se poursuivra très probablement. A terme, il est probable que le grau envasé pourrait s'ouvrir naturellement en submergeant les zones marécageuses périphériques. Elle aurait ainsi des répercussions profondes sur les systèmes naturels et environnementaux et sur la qualité de vie de la population. Cette perspective soulève des enjeux humains et des défis de gestion à relever.

**Mots clés:** cartographie prévisionnelle, SIG, sebkhah littorale, élévation du niveau marin, modélisation, submersion, impact environnemental.

**Mapping of the Marine Submersion of a Sebkhah in the Peri-urban Area of Tunis.** This article aims at showing the contribution of GIS to mapping the marine flooding risk of the coastal sebkhah of Soliman (Gulf of Tunis) according to scenarios taking into account the protection measures and the probable acceleration of the rise of the sea level. The Digital Elevation Models of centimeter resolution were of undeniable value for the study of the general trend of future evolution on the one hand, and the quantification of submersible zones on the other hand. Through the predictive cartography of the marine submersion, we tried in this paper to study the evolutionary tendencies of the hydrosystem of the sebkhah of Soliman, whose evolution remains little known. Extreme sea levels were determined taking into account the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) estimates provided in its recent report; for the scenarios of permanent rise in water level by 2100 and temporary rise during storms. The preliminary results suggest that the decline of the coastal strip will most probably continue. Eventually, it is likely that the silted grau could open up permanently in the recent bar separating the sebkhah from the sea by submerging its peripheral marshy areas. This perspective raises human issues and management challenges to be addressed.

**Keywords:** GIS, forecast mapping, coastal sebkhah, sea level rise, marine flooding, environmental issues.

## 1. INTRODUCTION

Coastal lagoons are bodies of water that occupy depressions in the semi-arid Mediterranean area, (Brahim, 2015). They are known to be systems in morphologically unstable equilibrium that may eventually tend either towards filling or erosion or marine submersion (Paskoff, 1998). Marine flooding occurs when the altitude of the beach is lower than (the height of) extreme sea level and the dune ridge has disappeared by erosion, (Cariolet, Suanez, 2009; Pedreros et al., 2010). The dune ridge that separates the sea lagoons play the role of the defense line rampart against the marine submersion of the spaces located behind (Paskoff, 1998; Oueslati, 1993; 2004). In this regard, the sandy bars of the Sebkhah coasts are particularly concerned because of their narrowness, their instability and low altitude. The problem of the vulnerability of coastal wetlands is one aspect of the analysis of the expected consequences of anthropogenic pressure. It arises with increasing insistence in low coastlines in the context of global warming and the rise in sea level that accompanies it.

Beyond the morphological impacts, sea level rise also poses a number of environmental and socio-economic challenges, which justify our choice to address the problem. This article aims, through a forecasting approach, to consider the future evolution of the coast of Soliman, according to scenarios taking into account protection measures and the probable acceleration of sea level rise. This involves mapping floodable areas, and therefore highlighting the pockets submersible by swell by 2100.

In this article, we first study the scenarios of the marine submersion of the coastal sebkha of Soliman at the end of 2100, using Digital Elevation Models at very high spatial resolution. Secondly, we assess the environmental consequences of this flooding, as well as the resilience of the coastal system in the face of this risk.

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. Study area

The coastal sebkha of Soliman has a permanent body of water of around 2.2 km<sup>2</sup> and a flood zone of 6.6 km<sup>2</sup>. Located north of the town of Soliman, about thirty kilometers east of Tunis, it corresponds to the downstream part of the plain of Grombalia-Soliman (Figure 1). It is bordered by Soliman-Beach to the west, by a dune cordon which separates it from the sea to the north, by agricultural land to the northeast, east and southeast, and by a sansouire to the south-west. The grau, to the northwest of the sebkha, serves above all as a spillway for the waters of the watershed, brought mainly by the El Bey wadi, but it also allows the intrusion of sea water during strong storms.



Figure 1. Location of the study area. Satellite image source: Google Earth – Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Images Landsat/Copernicus©2022 Google

## 2.2. Study design

### 2.2.1. Kriging interpolation method

Kriging is a spatial interpolation method used to obtain predictions at unsampled locations based on observed geostatistical data. Kriging is a weighted linear estimator. He is widely-employed geostatistical technique that allows to perform linear spatial prediction from a set of spatially distributed data (Kleijnen, 2017).

To map the bottom of the Soliman sebkha, we used the only 1/5000 topobathymetric survey available of the sebkha and its surroundings, carried out in 2000 as part of a study on sanitation, development and development of the sebkha of Soliman in 2000 by differential GPS, (A.P.A.L, 2002). The map was made using the “Spatial Analyst” extension of the ArcGis software using the kriging interpolation method with integration of topographic surveys. Given that the Soliman sebkha is shallow, the data used are of centimeter precision in order to reproduce the detailed height differences as finely as possible.

### 2.2.2. Numerical modeling by GIS for predictive mapping of marine flooding

Predictive mapping consists of estimating the submersion hazard by quantifying the extreme water levels at the coast for a given return period, generally taken as 100 years, (Cariolet et al., 2012). This estimate takes into account the various parameters acting on sea water crossing at the coast, in particular the surge (elevation due to a drop in atmospheric pressure and the action of the winds) and the elevation of the water at the coast due to the sea agitation.

The official publications of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007; 2021; 2023) continue to constitute the reference documents on this level. As for the value of the elevation expected for the future, opinions are varied and have evolved over time. The scenarios that were selected are those used for the study of the vulnerability map of the Tunisian coast to climate change carried out by APAL and UNDP in 2012. These three scenarios put forward in the study are a sea level rise of 38 cm for an optimistic scenario, a sea level rise of 50 cm for the reference scenario and a sea level rise of 55 cm by 2100 (high vulnerability scenario) for global warming of 0.25°C per decade.

First, extreme sea levels are estimated taking into account a rise in water level for 2100 estimated by the various IPCC scenarios and the rise during storms. The forecast mapping of submersible areas is based on digital modeling of the topography of the land by a geographic information system. The digital elevation model (DEM) was calculated using the 3D Analyst extension from ArcGis.

Secondly, this water level is crossed with the topography of the place studied in order to delimit the potentially submersible zone (Figure 2). Finally, the risk estimate is carried out taking into account the anthropogenic, environmental and heritage elements directly threatened (Solomon, Forbes, 1999; Meur-Férec et al., 2008; Cariolet et al., 2012). It is obviously necessary that the reference frame be the same for the surveyed points and the extreme sea level. The sea level is generally given in relation to the N.G.T<sup>1</sup> reference level (General Leveling of Tunisia).

The site being flat and with monotonous topography, the 1/25,000 topographic maps used are not capable of restoring fine topography; in particular, the low elevations observed at the level of the low coasts, predominate the submersion process of the lows coastal lands. The available topographic maps have an equidistance of contour lines of 5m. In the best case, only a few intermediate 2.5m curves are represented Chouari (2009). Admittedly, there are a few elevation points on the maps, with values less than 2.5m on the 1:25,000 scale maps, which make it possible to escape a little from technical shortcomings, but it is rare for these altitude points to be of the order of centimeters. It is then necessary to resort to much finer field measurements in order to improve the mapping of submersible zones. In order to circumvent the lack of cartographic documents adapted to the value of a rise in sea level, we carried out topographic surveys by G.P.S. (GARMIN G.P.S. 60). This work was supplemented by the topographical data appearing in the development plans of the site studied at 1:5000. The reference frame must obviously be the same for the surveyed points and the extreme sea level.

---

<sup>1</sup> The national leveling reference system: the system of orthometric heights; the altitude reference. The general leveling benchmark of Tunisia located at the site of "Bâb Bhar sealed on the monument Porte de France with an altitude of 7 m above mean sea level. Sailors use the Hydrological Zero or Z.H (The Order of the February 10, 2009).

This first approach allows a global vision of the altitude of the site. The data obtained in X, Y and Z format are then integrated into the ArcGis 10.6 software. Using the 3D Analyst module, we created the appropriate Digital Elevation Model. Numerical modeling is interesting in as it allows the incorporation of the extreme sea level for the delimitation of submersible zones. Thus, we were able to color the contour or 3D maps according to the extreme sea level and, consequently, of including the extreme sea level to define a threshold whereat the area could be flooded (Li et al., 2009).

The study of the risk of marine submersion consists of comparing the topography of the site with the extreme sea levels. Potentially submersible areas are therefore identified without prejudging most of the artificial obstacles (eg road embankment, riprap, breakwaters) likely to protect certain sectors (Ennesser et al., 2010). This approach constitutes the methodological basis for the mapping of the risk of submersion carried out at the level of the sebkha of Soliman. The impact of the corresponding surges in terms of flooding was estimated using digital elevation models (DEMs). These DEMs were constructed by compiling the various topographic data available (level curves, elevations, topo-bathymetric surveys) in digital format using ArcGis software. This allowed us to show, the submersible zones, in blue color gradient. It is from such data that the hazard maps, the stakes map and the risk map will be realized.

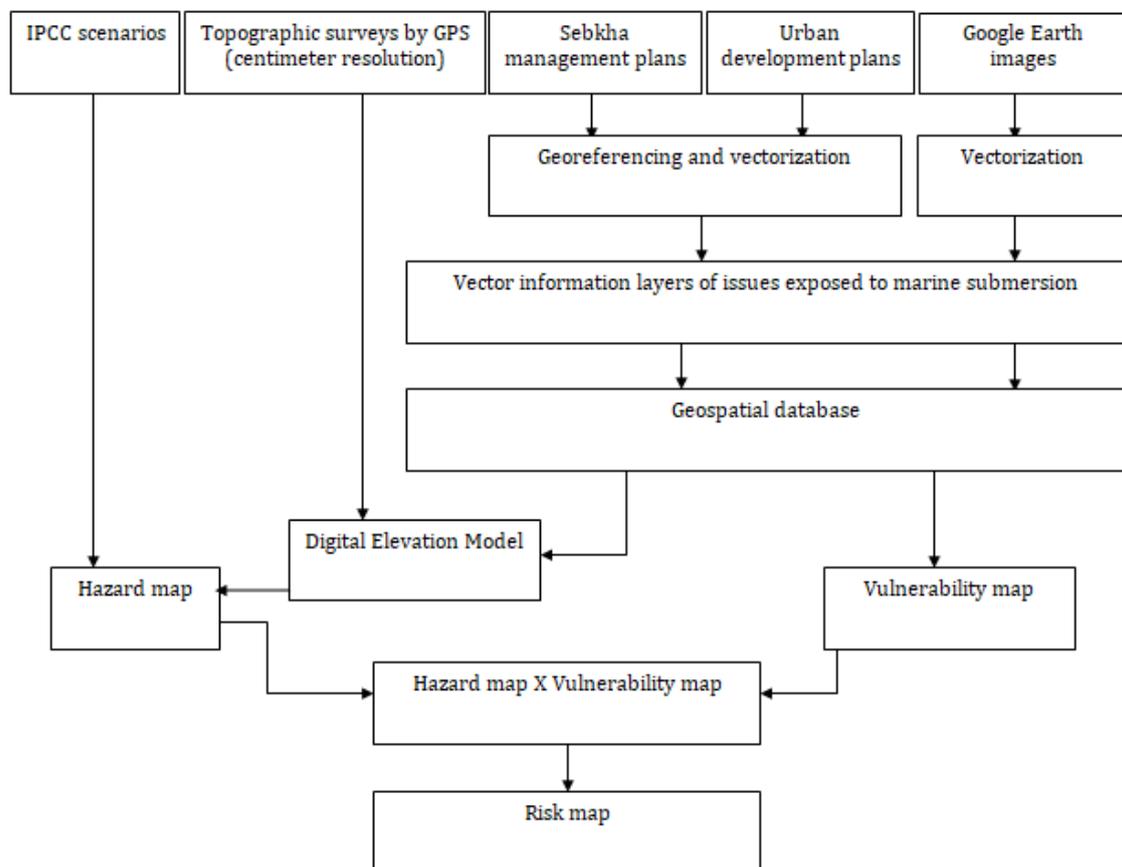


Figure 2. Methodology for forecast mapping of marine submersion risk

### 3. RESULTS

#### 3.1. Topographical and geomorphological configuration favorable to submersion

In matters of marine submersion, the width of the beach, its material and its thickness, and the bedrock on which the different parts of the beach rest are very significant. Due to the slight elevation of the sebkha above sea level on the coast of Soliman, the coastal morphology is dominated by sandy beaches (Oueslati, 2004). The dune belt is made up of live dunes that border the current shoreline over a 9 kilometer stretch. They extend over a width of 250 to 1500 m (Brahmi, 2017), with a variable height of 1 to 3 m. Their accumulation would correspond to a particularly favorable period for the arrival at the coast of marine sediments. This period is linked to that of the closure of Lake Tunis where the coalescence of the two arrows caused a discharge of sediments towards the SE of the coast of the small Gulf of Tunis. The sands released at the level of the shore are then taken up by the wind which, in association with the Neotyrrenian dune fragments, gave them the current morphological character, (Geoidd/Ceta/Betbel, 2002). West of Soliman Sebkha, the dune field is subject to two types of attack. The first is natural. It is related to the ongoing slimming of the Soliman beach, (Nouri, 1979) in (Bourgou, 1991). It is manifested by the existence of a sharp cliff, more than 1m high (Figure 3). The second aggression is of anthropogenic origin. It is due to a multitude of tourist routes that cross the dune field and to numerous constructions (hotels and second homes) such that the percentage of the built-up area is constantly increasing. In places the dunes have been completely erased from the topography. Wind turbine constructions are exposed to north-westerly winds. The sandy nature of the shoreline substrate can also be sensitive to settlement phenomena. A study led by the Coastal Planning and Protection Agency in 2004 reports a subsidence detected in the Tunis Gulf which can be estimated at 0.15m/century (Chouari, 2009).

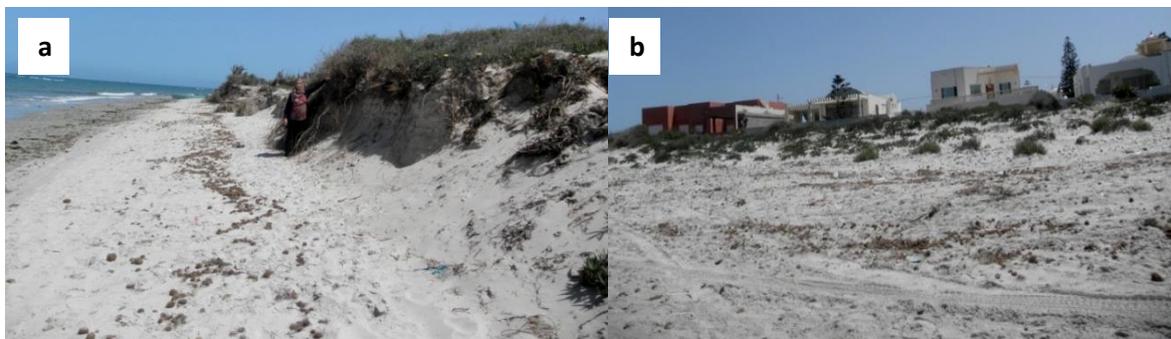


Figure 3. Natural and anthropogenic attacks on the dune belt of the Soliman sebkha, **a**: cliff 1.80m high; **b**: buildings perched on live dunes (May, 2015)

### 3.2. Mapping of the current bottom of the sebkha of Soliman by GIS

Unfortunately, we do not have an old bathymetric map of the sebkha to make a comparative analysis. As a result, the digital representation of the bottom of the Soliman sebkha via ArcGis 10.6 shows a concentration of water south of the depression on the continental side (Figure 4). The water depth does not exceed 0.36m in summer and 1.5m in winter, (A.P.A.L, 2002). The downstream part is a lagoon separated from the sea by a line cut by a grau. This concentration is an indication of a possible topographical irregularity. The sebkha is oriented northwest-southeast. In all cases, the topographical irregularities are minor and only of decimetric order. The variation of the water level in the sebkha of Soliman follows two regimes. The first is governed by sea currents, which can cause water level variations of around 0.30m to 0.40m, and even 0.80m in poor atmospheric conditions (A.P.A.L, 2002). The second is occasional and follows the flood regime of the El Bey wadi. In times of flood, the sebkha behaves like a reservoir which has a buffer effect on the floods of the wadi before throwing into these.

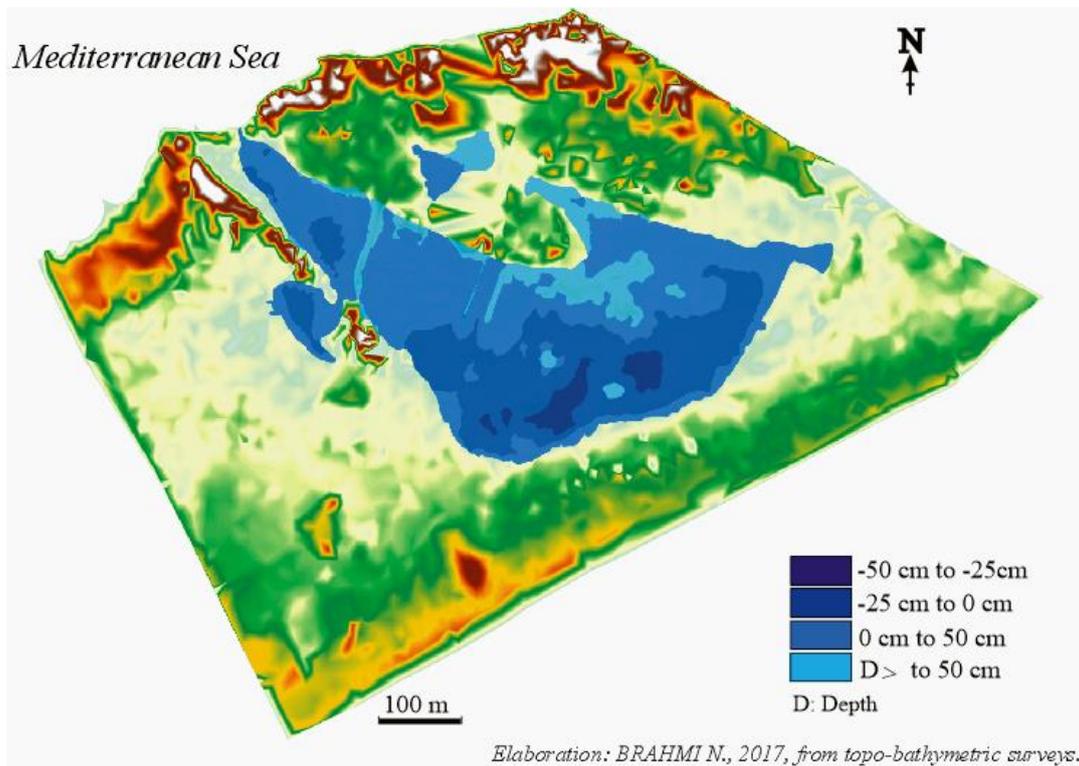


Figure 4. Mapping of the bottom of the sebkha of Soliman

### 3.3. Marine submersion scenarios of the Soliman coastal sebkha and its environmental issues

#### 3.3.1. The different flooding scenarios

The question of the rise in sea levels and the retreat of the coastline is today a top-notch concern out of which companies are waiting for knowledge and proposals. Tunisia's initial (October 2001) and second (December 2013) communications to the C.C.N.U.C.C.<sup>2</sup> presented aspects of its territorial vulnerability to sea level rise and possible impacts on coastal areas. They also listed the topics most sensitive areas to accelerated sea level rise, which are wetlands and coastal lowlands in different parts of the coastline. The climate scenarios that have been constructed by the IPCC from the level of knowledge on past and current climate evolution estimate the rise in sea level in 2100 between 0.13m and 0.59m in 2100 according to the gas emission scenarios greenhouse effect selected. Publications after (IPCC, 2007), propose more pessimistic hypotheses ranging from 1 to 5m, (Vinchon et al., 2010). For the 2100 horizon, three scenarios, presented in Table 1, are adopted in this study, leading to sea level rise estimates of 0.38 m, 0.50 m, and 0.55 m, based on minimum risk, median, and maximum risk hypotheses<sup>3</sup>, respectively. In any case, it is on the basis of this latter scenario that studies devoted to the issue in Tunisia are increasingly being carried out.

Table 1. Scenarios of Sea Level Rise

Hypothesis	Maximum risk scenario	Reference scenario	Volontarist scenario
Concentration of economic activities on the coast	increasing	current	decreasing
Protection and adaptation measures	absent	current	effective
Sea level rise	0.55m	0.50m	0.38m

Source: C.C.N.U.C.C., 2013

<sup>2</sup> Tunisia signed the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in Rio in 1992, then ratified it in July 1993. As a Non-Annex 1 Party to the Convention, and in accordance with article 12 of the convention, Tunisia must transmit to the Conference a communication describing the efforts deployed, with a view to contributing to the fight against climate change.

<sup>3</sup> At the time of writing, all the studies on Tunisia adopted the scenarios of the IPCC report of 2007 and the available knowledge on climate change in the Mediterranean and Tunisia. None of the studies recommending the use of the 1 m sea level rise were published. The value of 1 m corresponds to the extreme hypothesis defined by the IPCC. For this study, we chose the IPCC medium hypothesis (0.50 m).

Average annual level scenario. The water levels likely to be reached at the coast of Soliman sebkha depend primarily on the heights predicted for the astronomical tide. In the Tunis Gulf, the tide is very low and has the following characteristics: in dead water, the tidal range is around 0.12 m, in spring water it is 0.30 m to 0.40 m. Added to this astronomical tide are atmospheric phenomena (wind, atmospheric pressure, etc.) which can cause variations in sea level of around 0.50 m (I.H.E, 2000).

The average altitude of the banks of the sebkha does not exceed 3.5 m, while the bottom of the sebkha is located a few tens of centimeters below sea level. Due to the slight elevation of the Soliman sebkha above sea level, the tide is transmitted only occasionally when the strength and direction of the winds favor droughts and the hydrodynamism is sufficiently important to clear away the sediments steadily accumulating in front of the breach. Future projections for 10 years and 50 years return period surges were therefore calculated by IHE using this expression based on wind statistics for the current climate. The permanent, recurrent and exceptional sea levels of the Tunis Gulf coast are shown identified in Table 2. In terms of wind, according to the hypotheses retained by (I.H.E, 2000), the intensification of the disturbances would result in an increase of the order of 7 to 8% of the wind speed, (Egis Bceom International/IAU-IDF/BRGM, 2009).

Table 2. Current hydrographic characteristics of the Tunis Gulf

	Value (meter)
Annual average level	0.16
Maximum ordinary spring tide level	0.28
Maximum extraordinary spring tide level	0.34
Exceptional maximum level due to large wind induced surges	0.94
Exceptional maximum level due to large surges induced by exceptional gusts of wind	1.04

Source: I.H.E, 2000

The permanent, recurrent and exceptional sea levels of the Tunis Gulf coast, identified by IHE (2000) according to the different IPCC scenarios are given in Table 3.

By 2100, in a common situation, the rise in sea level would lead to a rise in the level in the water of the sebkha. Figure 5 illustrates the submersible zones with degradation of the blue color. The area of the flooded zone is seen to increase quite sharply. Thus the extension of additional flooded areas would be significant even with the voluntarist scenario (0.38m), according to which it could reach 52 ha (Table 4).

Table 3. Future Characteristics of sea levels in the Tunis Gulf (m NGT).  
 V\_SC= Volontarist scenario, R\_SC= Reference scenario, M\_R\_SC =Maximum risk scenario

		Frequency			Future state at the horizon 2100		
			V_SC	R_SC	M_R_SC		
			0.38m	0.50m	0.55m		
Annual average level	current state	0.54	0.66	0.71			
Maximum ordinary spring tide level	2 times/month	0.66	0.78	0.83			
Maximum extraordinary spring tide level	2 times/year	0.72	0.84	0.89			

The decline of the coastal strip will most likely continue. Eventually, it is expected that the breach would open up permanently in the recent bar separating the sebkha from the sea. In the event of accelerated sea level rise, it is not excluded either that the sebkha will submerge its peripheral marshy areas. This perspective is obviously raises questions about the management of human issues present on the coastal strip.

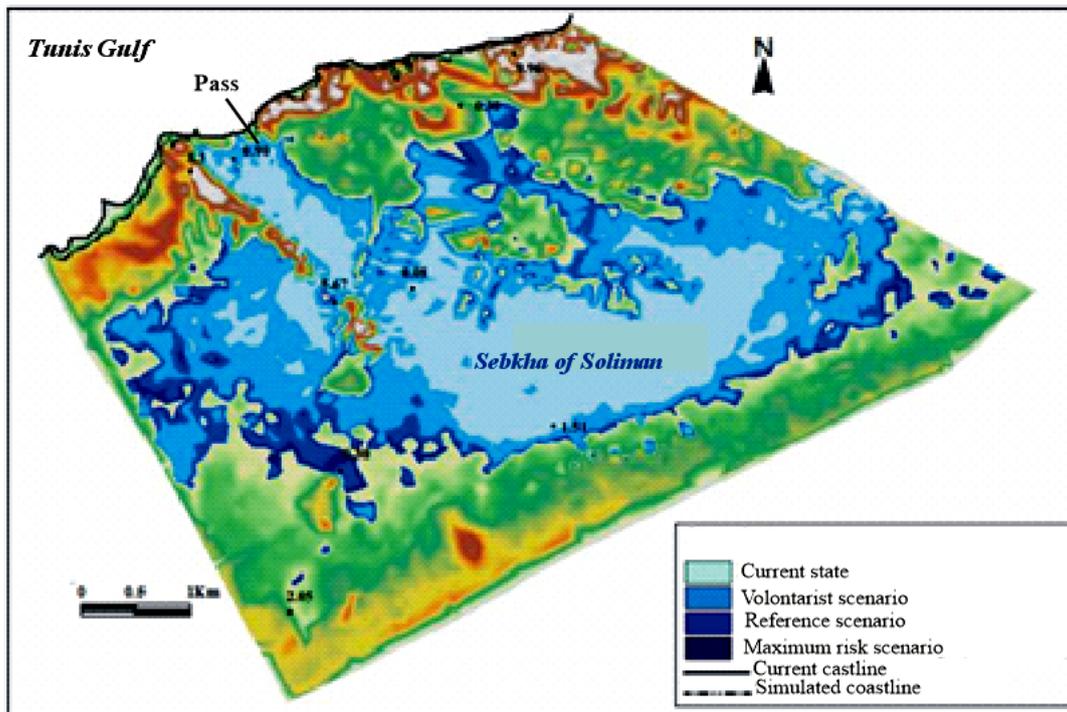


Figure 5. The potentially submersible areas in Soliman's sebkha for the annual mean levels corresponding to different scenarios of the 2100 horizon

Table 4. Submersible areas in Soliman's sebkha considering the average annual level

	Current state	Voluntarist scenario	Reference scenario	Pessimistic scenario
Current area (ha)	579.8	632.1	846.9	917.7
Added area (ha)		52.3	214.8	70.8

**Fifty-year storm scenario.** Storm-related marine flooding is a rise in the water level due to the combination of physical processes related to meteorological and astronomical phenomena. The average water level at the coast, in relation to the reference level includes: the rise in sea level, the level of the tide, the atmospheric surge created by the wind which pushes water masses towards the coast and depression which has an inverse barometer effect, and the surge due to the waves or set-up which is a local elevation of the water body towards the coast due to breaking waves. In addition to this average level, there is also the shore jet or swash (water masses projected upwards from the foreshore by the breaking of the waves; Pedreros et al., 2010; Chouari, 2020). The risk of submersion due to a possible accelerated rise in sea level by 2100 is significant. Considering the assumption of sea level rise of 0.55 m, lands less than 1 m NGT of elevation would be submerged at least twice a year and those below 1.59 m would be submerged at least once every 50 years by the year 2100. This submersion is followed by a sharp increase in submerged surfaces.

The cartography drawn up showed that the coastal sebkha of Soliman, partially flooded in the current situation, would be totally flooded for an elevation of +1.04 m NGT, with the opening of a new grau to the south-west of the old breach, at about 330 m.

By 2100, the area of the flooded zone would increase quite strongly for the fifty-year value of +1.04 m NGT and a hundred-year value for the levels at +1.54 m and +1.59 m NGT (Figure 6). The simulation of the sea level rise of 0.50 m shows that almost all of the sebkha of Soliman would be submerged, drifting towards a new lagoon system largely open to the sea, which would destabilize and change its aspect. The extension of additional flooded areas (maximum risk scenario) would be low. Already, a comparison of aerial photos and satellite images covering a period of 68 years (from 1948 to 2016) by Marzougui and Oueslati (2017), showed that the advance of the sea has accelerated over time and has become particularly clear since the 1970s to reach an annual rate sometimes higher than 5m.

However, these predictions should be modulated because the digital terrain model (DEM) used to produce the maps does not take into account the nature or the height of the protective structures against erosion at Soliman Beach, which tend to soften wave action.

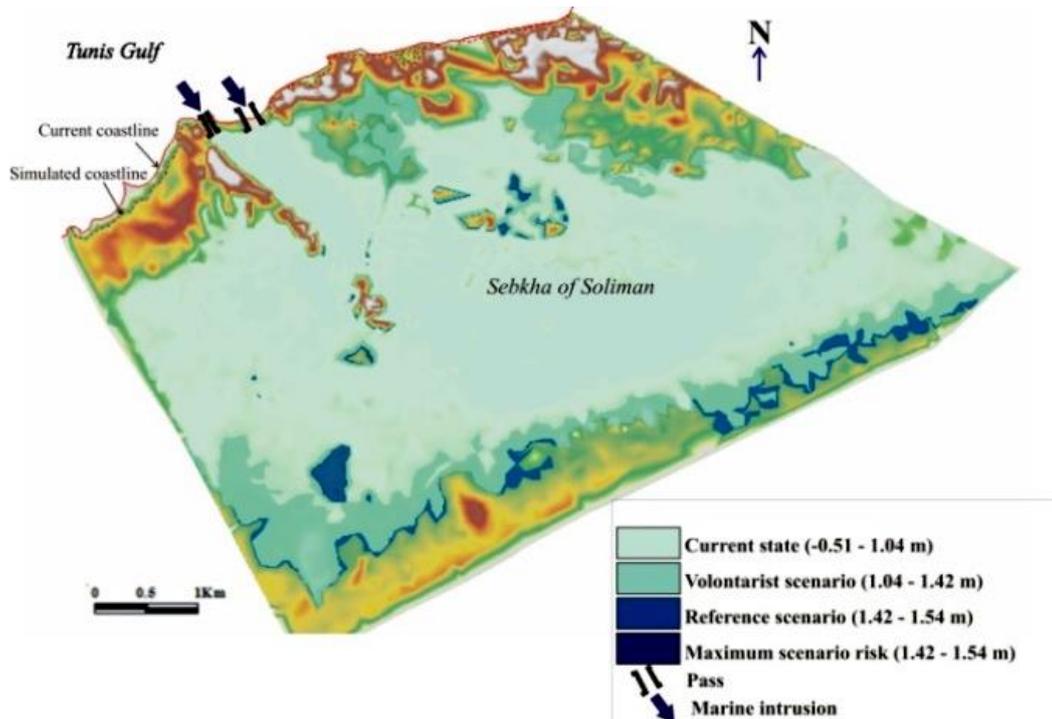


Figure 6. Potentially submersible surfaces in the Soliman's sebkha by a sea surge induced by an exceptional gale of fifty-year frequency on the horizon 2100

On the one hand, the nature or the height of the Structures to protect Soliman beach against erosion which can soften wave action. In this situation, the rise in sea level would be accompanied by significant marine erosion of the dune barrier. This erosion is due to a lack of sediment, brought by coastal drift. The beaches are shrinking and the sea then threatens infrastructure along the coast, which contributes to increasing the risk of marine submersion. Work by Chouari (2017) on similar coasts in the Gulf of Tunis (Sebkhet Ariana), showed that the sebkha would then transform into a lagoon widely open to the sea. Its surface will increase twice compared to its current surface to the detriment of the swamps which themselves will be pushed towards the south to the detriment of the lowest cultivated lands. The coastal strip risks transforming into barrier islands, connected to the sebkha by gaps and permanent passes.

On the other hand, the structuring elements, such as recent roads, have not been taken into account due to the lack of elevations, which may lead to overestimating the cartographic extent of the submerged zones. Similarly, the approach used is based on plausible assumptions. Probably, a significant rise in sea level results in losses on the surface, unless it is assumed that the cord can experience a sufficient sedimentary supply to rise on its internal face at a speed equivalent to that of the bearing. However, the results obtained seem to clearly illustrate the expected impact of the rise in sea level in 2100 horizon, the uncertainties of the topographic data being partly tempered by the

relative character of the sea level analysis (analysis of the evolution of submerged surfaces, and not evaluation of water heights in absolute value). In the event of storms associated with a high water level (taking into account a value of +1.59 m NGT corresponds to a return period of approximately 50 years), the facilities at the top of the beach risk suffering major damage (as in 1981). The width of the beach is insufficient to cushion the effect of the swells because it is too close to the sea line, so the sandy beaches that have remained in their natural state would be totally submerged and should show a significant retreat (EGIS BCEOM INTERNATIONAL/IAU-IDF/BRGM, 2011). The geological context of the Cap Bon region shows that the sebkha is located on a vast alluvial coastal plain, which of Soliman-Grombalia, often subject to the phenomenon of land subsidence (Ben Ayed et al., 1983). Furthermore, the sandy bedrock of the shore of the study area may also be sensitive to settlement phenomena (Egis Bceom International/IAU-IDF/BRGM, 2011). Tectonically, the Soliman sebkha is located at the end of a collapsed basin, occupying the corresponding Grombalia collapse ditch which could play the role of a subsidence ditch. SqueeSAR™ analysis of ERS and ENVISAT radar data, which measures displacements relative to a stable reference point over the periods 1992-2000 and 2003-2009, showed that Quaternary alluvial terrains and sebkha-type depressions in the Greater Tunis is affected by a strong subsidence phenomenon, with an indicative rate which varies from 5 mm/year to 20 mm/year (Ennesser et al., 2010). If the IPCC scenarios consider the subsidence phenomenon which affects the study area, the value of sea level rise will probably be greater and the submersible areas by 2100 would increase considerably (Table 5).

Table 5. Future Characteristics of sea levels in the Tunis Gulf (m NGT).

V\_SC= Volontarist scenario, R\_SC= Reference scenario, M\_R\_SC =Maximum risk scenario

		Future state at the horizon of 2100		
Frequency		V_SC	R_SC	M_R_SC
		0.38 m	0.50 m	0.55 m
Exceptional maximum level due to large wind surges	1time/10years	1.32	1.44	1.49
Exceptional maximum level due to large surges induced by blows exceptional wind	1 time/50 years	1.42	1.54	1.59

### 3.4. The impacts of marine flooding on the ecosystem of the sebkha and its surroundings

The elements are highly exposed to the risk of marine flooding were vectorized using ArcGis 10.6 from land use maps, urban development plans and Google Earth images. These areas at risk are diverse and extensive: construction of the sea front, agricultural land, sandy beaches, protective structures, hotels, roads, etc. (Figure 7). Our

objective is to try to understand the modifications that could result from a rise in sea level and especially the losses likely to occur by considering the different scenarios. Beaches are the environmental elements most threatened by the rise in sea level. Marine erosion, already active in this sector, constitutes the greatest threat. The problem stems from a sediment deficit that leads to beach thinning and lowering, making the base of the dune belt more vulnerable to the action of the wave pattern and shore jet (Chouari, 2020). It is accelerated by unpredictable human interventions (development of the seafloor, land discharges: waste water and solid waste) in heavily anthropized areas.

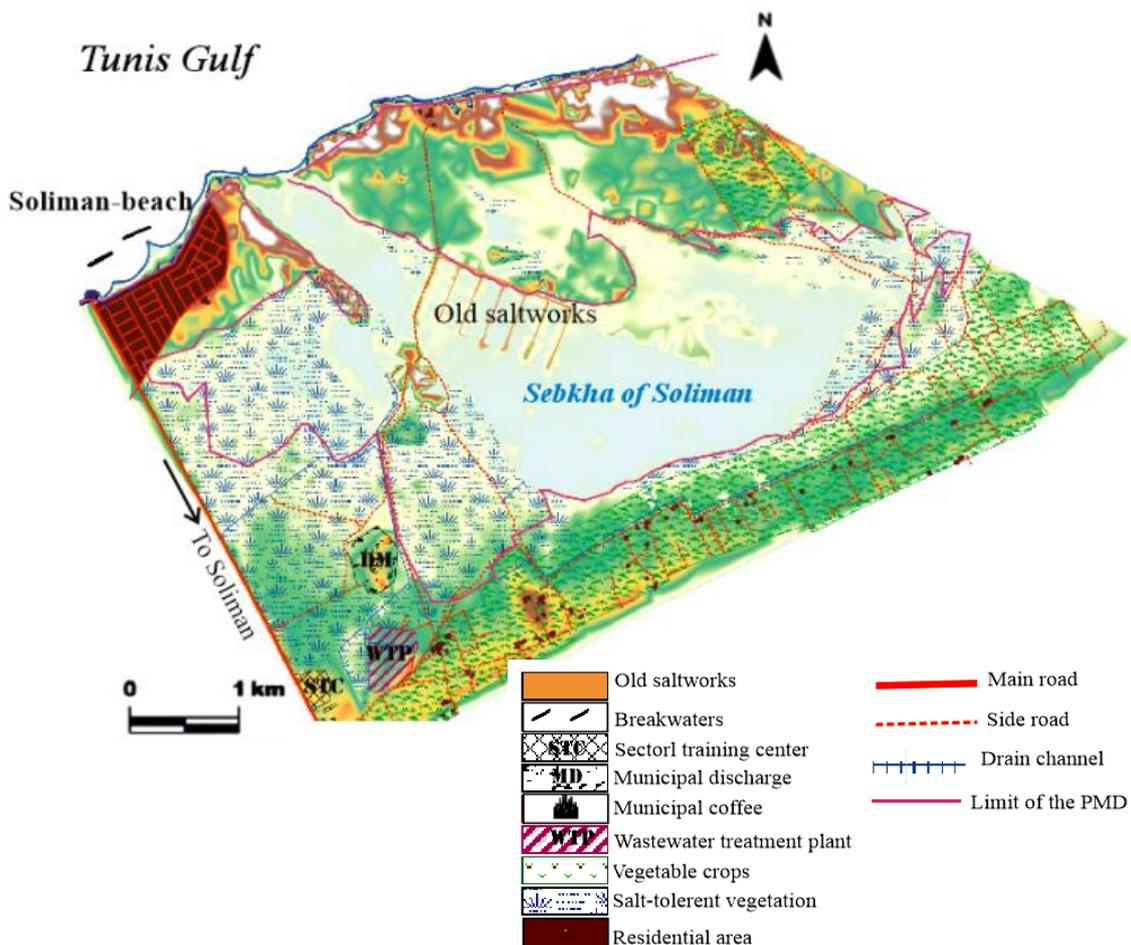


Figure 7. Map of issues sensitive to marine flooding in the Sebkhia of Soliman and its surroundings

In addition to the direct effects on the morphology of the coastal strip, the sea level rise will have socio-economic consequences on many sectors on the population and the economy of the sectors studied. These sectors consist essentially of coastal wetland ecosystems, which will be threatened by changes in living conditions linked to the penetration of sea water, the population concentrated on the coastal fringe, hotel infrastructure, road infrastructure, land agriculture, etc.

#### **4. DISCUSSION**

Storm-free situation. For an average annual level, by 2100, the advance of the sea would also be significant thanks to the sebkha. In this case, marine flooding is not systematically synonymous with degradation because it could promote the transition to lagoon-type environments, and so logically more interesting. According to all IPCC scenarios, the sebkha could turn into a permanent lagoon. Much of the swampy land with halophilic vegetation bordering it on the outer side is at altitudes below 1m and would be subject to submersion phenomena (Figure 8). The coastline would be subject to a retreat of 10 m to 30 m.

With a predicted in sea level rise, the coastal strip which bars it on the external side is often of high dimension and fixed, in its south-western part, by built-up areas; which would not allow direct communication with the sea.

Fifty-year storm occurrence scenario. The risk map produced (Figure 9) after crossing the hazard and stakes maps allows visualization of the impacts of a possible acceleration of sea level rise. The simulation of the sea level rise of 0.50 m shows that almost all of the Sebkha of Soliman would be submerged, drifting towards a new lagoon system largely open to the sea, which would destabilize the ecosystem and change its aspects. The extension of additional flooded areas (maximum risk scenario) would be low. The Soliman sebkha is located at a low coast and a relatively poor dune stock. The consequence of one possible accelerated in sea level rise is significant. Marine erosion will be accelerated and low areas will be submerged. The interface that separates fresh water from salt water will move laterally towards the land and the piezometric level will be raised. The phenomena of seawater intrusion at groundwater level would undoubtedly be amplified. The neighboring aquifers of the Sebkha of Soliman already show signs of degradation by salinization, (Sebei et al., 2004). The waters of the Grombalia coastal aquifer are characterized by a salinity ranging from 0.7 g/l upstream to 4.7 g/l downstream (sebkha of Soliman and its floodplain), (Sebei et al., 2004). These values ranged from 0.5 g/l to 2 g/l in 1948 (Castany, 1948). Signs of degradation of the Grombalia aquifer are mainly present in the downstream area between Soliman and the coast line.

The sea level rise would jeopardize these aquifers through the intrusion of marine waters, to which are added increasingly significant intrusions of treated and polluted wastewater and the progression of salinization in the foundations and sub-bases (soils of built spaces and infrastructure). Depending on the adaptation perspective adopted, this gradual submersion could lead to the loss of land, the modification of land use, the loss of property (buildings for example), the displacement of populations and economic activities, the modification of lagoons and wetlands, the disappearance of beaches, the salinization of freshwater resources, the constant reduction of the sandy foreshore due

to active and severe erosion. All these damages may have a significant impact on various sectors of the economy (tourism, agriculture, households).

At the Soliman wastewater treatment plant, located to the south of the sebkha, flooding by seawater can completely disrupt the biological wastewater treatment system, which is not adapted to high salinity. The presence of a large sewage treatment plant near the sebkha located in low areas constitutes an additional risk factor; this station is at high risk of being flooded and/or submerged by the sea. The dashed blue arrows represent the sectors in which the risk of submersion increases the most. This situation is inevitably accompanied by public health problems.

The modification of ecosystems has consequences on the cycle of allergenic plant species and the modes of transmission of vector-borne diseases. Indeed, the quasi-stagnant waters of marshes and sebkhas are high breeding grounds for mosquitoes.

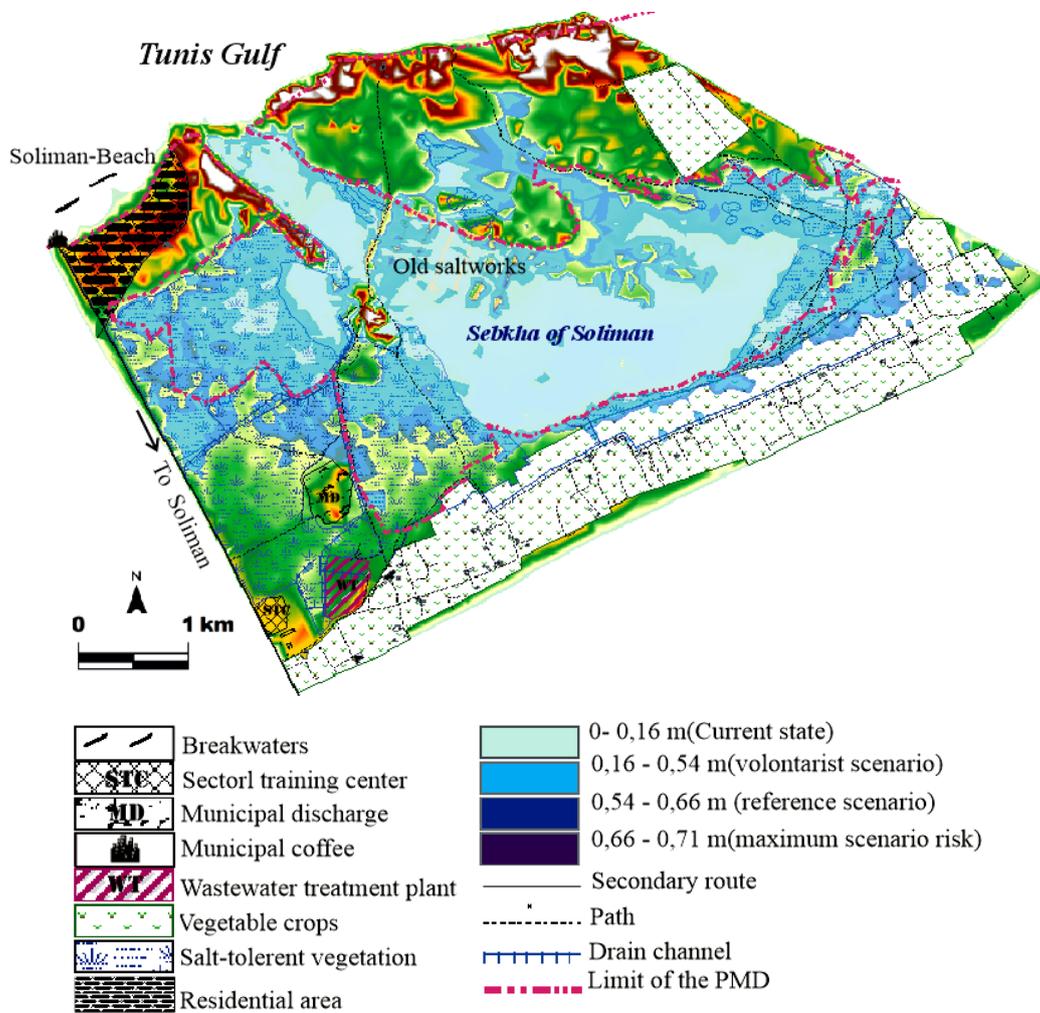


Figure 8. The issues to marine flooding for the annual average levels corresponding to the different scenarios up to 2100

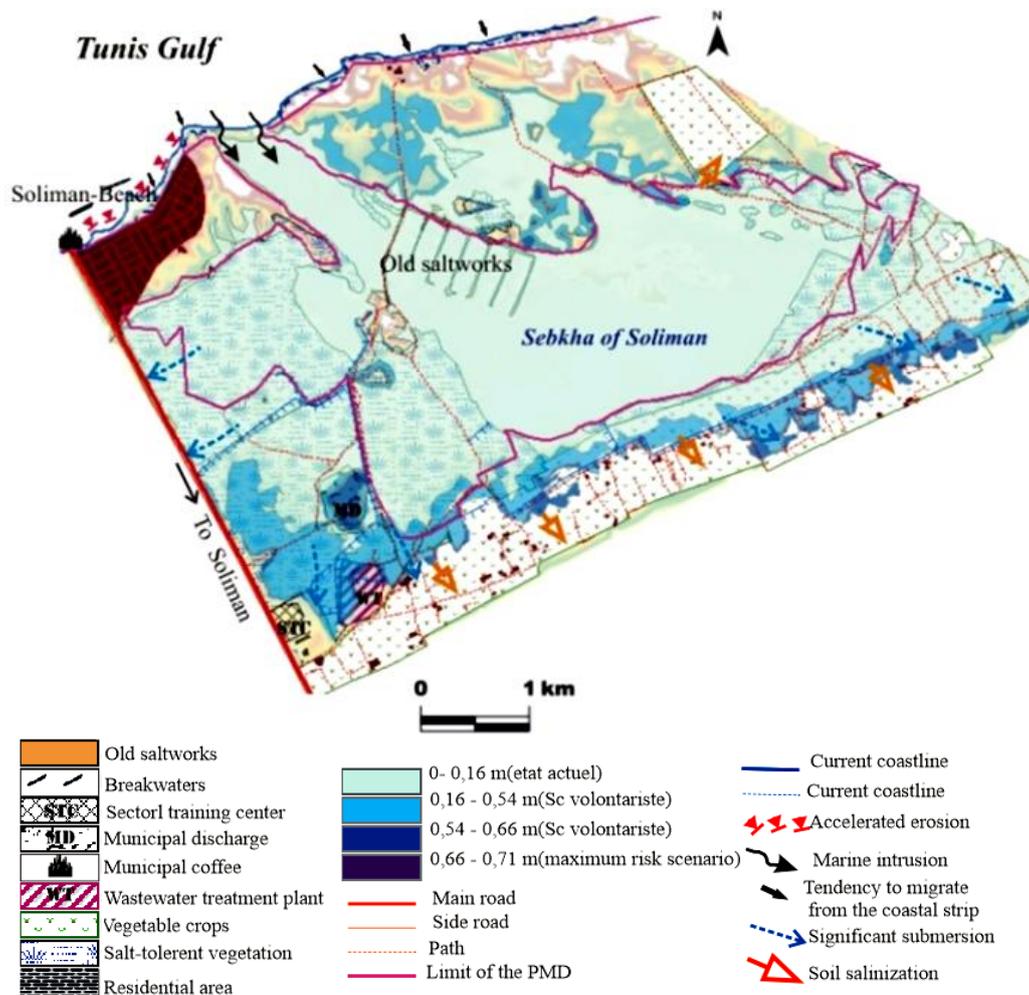


Figure 9. Morphogenic and environmental impacts of marine flooding on the ecosystem of the Soliman's Sebkhah and its neighborhoods

The eggs of the latter hatch following the drop in the oxygen level, caused by immersion, (Eche, 2009). If the waters of the marshes are no longer controlled and if there is no monitoring system for risk areas, managing the number of mosquitoes would become very difficult. In this case, it is essential to continue to increase the resilience of this extremely fragile coast. The ability of dunes and sebkha to migrate inland should be reduced to a minimum. This can be achieved by reinforcing non-buildable zones such as the 100 meters zone stipulated by the marine public domain law (MPD), especially since this sector hosts a new tourist project extending from Soliman to Sidi Errais. A margin of land wider than that necessary for the safety of goods and people could be essential. However, this scenario is based on a fundamental hypothesis, certainly not verifiable, which corresponds to a phenomenon already observed by several researchers Durand and (Heurtefeux, 2006; Ennesser et al., 2010; Pedroros et al., 2010; Cariolet et al., 2012) in response to sea level rise.

## 5. CONCLUSIONS

The GIS based forecast mapping approach for the marine flooding of the coastal sebkha of Soliman makes it possible to show the general trend of the evolution of the ecosystem. This approach integrates both the morphology of the site, the water levels and the state of the sea. The digital elevation model (DEM) created by topo-bathymetric surveys makes it possible to restore more accurately the micro topography of this low coast, and there by improve the mapping of potentially submersible zones. The outputs of this approach show that if the rise in sea level accelerates by the horizon 2100 and if the IPCC forecasts are confirmed, the risk of submersion could be much greater than expected predictions.

The study of the potential risk of marine submersion carried out on the Soliman sebkha shows the degree of vulnerability of the entire sector protected by a relatively wide and massive dune barrier. The methodological approach adopted in this study for mapping submersion is based on the combination of marine weather forcing parameters (surges and wave setup), morphological parameters (topography of the site). It is essential to take subsidence into consideration for the estimation of extreme sea levels.

In the event of accelerated sea level rise, it is not excluded either that the sebkha extends by submerging its peripheral marshy zones. It could even be evolved into a new lagoon system largely open to the sea, which would change the aspect of the ecosystem and destabilize it. The map of submersible areas gives the minimum space at risk, because we must also add the effect of subsidence, which is increasingly confirmed by geologists. Taking all these parameters into account is necessary for the implementation of a coherent integrated flood risk management policy.

This perspective raises is obviously accompanied by questions about the management of human issues present on the coastal strip. However, the submersion scenarios are based on a fundamental hypothesis, which is certainly not verifiable. Thus, the forecasting approach remains very open to criticism since it over simplifies a very complex phenomenon, with unknown morphodynamic consequences. The recent evolution of sea levels on a global scale and that of the Mediterranean and the improvement of knowledge on climate change suggest that even the scenario of a rise in sea level of 55 cm (at the horizon 2100) is a rather optimistic scenario and that the deadline for which this rise is envisaged is undoubtedly underestimated. This document play an important role in the development of the coastal sector located south of the capital Tunis, because it will be able to determine future directions in terms of urbanization and development, whether new constructions and/or the extension of the existing building.

## 6. REFERENCES

- A.P.A.L 2002. Étude d'assainissement, de valorisation et d'aménagement de la Sebkhia de Soliman. Phase 1 : Bilan diagnostic et élaboration des scénarios d'assainissement et de valorisation. Édit. Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, Tunis (Tunisie), 84 p.
- BOURGOU, M. 1991. Les accumulations dunaires de la Péninsule du Cap Bon (Tunisie) : étude géomorphologique. Pub. de l'Université de Tunis, 198 p.
- BRAHIM, F. 2015. Évolution de la paléolagune-sebkha d'Ennjila et de ses environs (Sahel tunisien – Tunisie orientale), Méditerranée 125 : 51-62.
- BRAHMI, N. 2017. Pressions anthropiques, dynamiques environnementales et risques: cas des lagunes littorales du Cap Bon approche cartographique. Thèse de Doctorat en Sciences Géographiques, Université de Sfax-Tunisie, 375p + annexes.
- CARIOLET, J.M., SUANEZ, S. 2009. Approche méthodologique pour une cartographie du risque de submersion des côtes basses. La Houille Blanche 95 (2): 52-58.
- CARIOLET, J.M, SUANEZ, S., MEUR-FÉREC, C., POSTEC, A. 2012. Cartographie de l'aléa de submersion marine et PPR: éléments de réflexion à partir de l'analyse de la commune de Guissény (Finistère, France). Cybergeog: European Journal of Geography.
- CASTANY, G. 1948. Les fossés d'effondrement de Tunisie, Géologie et Hydrologie. Plaine de Grombalia et cuvettes de la Tunisie Orientale. 1<sup>er</sup> fasc. Ann Mines Géol (3), 126 p.
- CHOUARI, W. 2009. Environnement et risques naturels dans le Grand Tunis: approche cartographique. Thèse de Doctorat en Géographie Physique, Université Paris-Diderot (Paris 7), 395 p.
- CHOUARI, W. 2020. A methodological approach for mapping Tunisia's lower coast's risk of submersion: The case of the coastal sebkhas of Sidi Khelifa and El Minjel (Central- East Tunisia). Journal of African Earth Sciences 162 (2).
- ECHE, D. 2009. Les submersions marines dans le Bassin d'Arcachon: représentations sociales et Gouvernances du risque. Mémoire de master de Géographie – Environnement, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 131 p.
- EGIS BCEOM INTERNATIONAL/IAU-IDF/BRGM. 2009. Adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes côtières d'Afrique du Nord. Phase 2: Plan d'adaptation et de résilience – Tunis, Rapport final, 261 p.
- EGIS BCEOM INTERNATIONAL/IAU-IDF/BRGM. 2011. Adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes côtières d'Afrique du Nord.

Évaluation des risques en situation actuelle et à l'horizon 2030 pour la ville de Tunis, 342 p.

- ENNESSER, Y., CATALIOTTI, D., TERRIER, M. 2010. Changement climatique et évaluation des risques côtiers en Afrique du Nord. Journée sur l'impact du changement climatique sur les risques côtiers, Orléans, France.
- GEOIDD/CETA/BETBEL. 2002. Etude d'assainissement, de valorisation et d'aménagement de la sebkha de Soliman. Phase 1: Bilan diagnostic et élaboration des scénarios d'assainissement et de valorisation. Édit. Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral, Tunis (Tunisie), 84 p.
- DURAND, P., HEURTEFEUX, H. 2006. Impact de l'élévation du niveau marin sur l'évolution future d'un cordon littoral lagunaire: une méthode d'évaluation: Exemple des étangs de Vic et de Pierre Blanche (littoral méditerranéen, France). *Annales de Géomorphologie*: 221-244.
- IPCC. 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 103 p.
- IPCC. 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 31 p.
- IPCC. 2023. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland, pp. 1-34.
- I.H.E. 2000. Elévation accélérée du niveau de la mer en Tunisie: vulnérabilité et adaptation, Rapport préliminaire, Tunis, 85 p.
- KLEIJNEN, JACK, P.C. 2017. *Kriging: Methods and Applications*. Center Discussion Paper Series No. 2017-047.
- LI, X., ROWLEY, R. J., KOSTELNICK, J.C., BRAATEN, D., MEISEL, J., KALONIE, H. 2009. GIS Analysis of Global Impacts from Sea Level Rise. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 75 (7): 807–818.
- MARZOUGUI, W., OUESLATI, A. 2017. Les plages de la côte d'Ejjehmi-Soliman (Golfe de Tunis, Tunisie): exemple d'accélération de l'érosion marine dans une cellule sédimentaire artificiellement tronçonnée. *Physio-Géo*, Volume 11 (1): 21-41.
- MEUR-FÉREC, C., DEBOUDET, P., MOREL, V. 2008. Coastal risks in France: an integrated method for evaluating vulnerability. *Journal of Coastal Research* 24 (2):178-189.
- OUESLATI, A. 1993. Les côtes de la Tunisie géomorphologie et environnement et aptitudes à l'aménagement. FSHST, série II géographie, vol. XXXIV, Tunis, 387 p.
- OUESLATI, A. 2004. Littoral et l'aménagement en Tunisie; Publications de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, 534 p.

- PASKOFF, R. 1998. Les littoraux, impacts des aménagements sur leur évolution. Ed. Colin/Masson, Paris, 260 p.
- PEDREROS, R., LECACHEUX, S., DELVALLÉE, E., BALOUIN, Y., GARCIN, M., KRIEN, Y., LE COZANNET, G., POISSON, B., THIEBOT, J. 2010. Mise en place d'une approche multimodèles pour évaluer l'exposition du littoral languedocien aux submersions marines dans un contexte de changement climatique (Projet MISEEVA). JournéeSolomon and Forbes (1999), sur l'impact du changement climatique sur les risques côtiers; 15-16 novembre 2010; BRGM, Orléans, France.
- SEBEI, A., CHAABANI, F., SOUISSI, F., ABDELJAOUED, S. 2004. Hydrologie et qualité des eaux de la nappe de Grombalia (Tunisie Nord Orientale). Science et changements planétaires/Sécheresse 15 (2).
- SUANEZ, S., FICHAUT, B., SPARFEL, L. 2007. Méthode d'évaluation du risque de submersion des côtes basses appliquée à la plage du Vougot, Guissény (Bretagne)", *Géomorphologie: Relief, Processus et Environnement* 1: 15-32.
- SOLOMON, S.M, FORBES, D.L. 1999. Coastal hazards and associated management issues on South Pacific Islands. *Ocean & Coastal Management* 42 (6-7): 523 – 554.
- VINCHON, C., AGENAIS ANNE, L., BALOUIN, Y., BARON-YELLES, N., BERTHELIER, E., BONNETON, P., CHARLES, J.C., GARCIN, M., DELVALLEE, E., FLANQUART, H., HELLEQUIN, A.P., HERIVAUX, C., KRIEN, Y., KUHFUSS, L., LECACHEUX, S., LE COZANNET, G., MARCHE, F., MATON, L., MAZEIRAUD, V., MEUR-FEREC, C., NATHAN, F., REY-VALETTE, H., PEDREROS, R., POISSON, B., ROMIEU, E., RULLEAU, B. 2010. MISEEVA: Vulnérabilité du système côtier à la submersion marine: hypothèses et scénarios transdisciplinaires pour évaluer une vulnérabilité future dans le cadre d'un changement global. Recueil des actes des journées "Impacts des changements climatiques sur les risques côtiers", Orléans, France.

## The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania)

**Radu NICULESCU, Teodora STEPAN**

Faculty of Natural and Agricultural Sciences, "Ovidius" University of Constanța, Romania  
*radufl.niculescu@gmail.com, stepanmariateodora@gmail.com*

### Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	50
2. METHODOLOGY.....	52
2.1. Study area.....	52
2.2. Tourism impact assessment.....	53
3. RESULTS.....	55
4. DISCUSSION.....	61
5. CONCLUSIONS.....	65
6. REFERENCES.....	66

### Citer ce document :

NICULESCU, R., STEPAN, T. 2025. The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania). *Cinq Continents* 15 (31): 48-67.

## **The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania)**

**Radu NICULESCU, Teodora STEPAN**

**Impactul turismului asupra zonelor costiere protejate. Studiu de caz: Corbu (România).** Turismul reprezintă o activitate practică tot mai des în zonele costiere protejate din întreaga lume, iar efectele negative ale acestuia constituie o prioritate pentru actualele politici de mediu. Scopul analizei constă în studierea impactului pe care turismul îl generează în aria protejată a comunei Corbu. Metodologia studiului a inclus aplicarea unui chestionar cu un număr de 23 de respondenți, privind impactul pe care industria ospitalității îl are după opinia vizitatorilor, dar și analiza de tip scenariu a posibilelor direcții de dezvoltare durabilă viitoare a turismului. Rezultatele studiului au evidențiat disfuncționalitățile apărute în zona analizată ca urmare a reglementării ineficiente a presiunii generate de activitățile umane. Concluziile analizei subliniază necesitatea unei dezvoltări sustenabile a comunei Corbu printr-un proces de guvernare participativă.

**Cuvinte cheie:** sustenabilitate, politici de mediu, management, mediu costier, criză climatică.

**The impact of tourism on coastal protected areas. Case study: Corbu (Romania).** Tourism is an increasingly practiced activity in protected coastal areas all around the world, and its negative effects are a priority for the current environmental policies. The purpose of this analysis is to study the impact that tourism generates in the protected area of the Corbu commune. The methodology of the study included the application of a questionnaire with a number of 23 respondents, regarding the impact which hospitality industry has according to the opinion of visitors, but also the scenario-type analysis of possible future development directions. The results of the study highlighted the dysfunctions which appear in the analyzed area as a result of the ineffective regulation of the pressure generated by human activities. The conclusions of the analysis emphasize the need for a sustainable development of the Corbu commune through a participatory governance process.

**Keywords:** sustainability, environmental policies, management, coastal area, climate crisis.

## 1. INTRODUCTION

Coastal areas continue to remain, even today, an important pillar in the preservation of our ecosystems, both marine and terrestrial. The importance of protecting them cannot be more current, in the context in which the pressure of human activities becomes more and more visible, often to the detriment of the natural environment (Fothergill et al., 2019). Thus, one of our most crucial duties nowadays as researchers, is to make sure that the needs of our society are outlined in a sustainable way, and the current consumption of resources does not exceed the support capacity of our Mother Nature, on which we all depend (Micheli, Niccolini, 2013). Of course, this was never easy to achieve. The increasing trend of industrialization of the communities from the last century was gradually replaced by a vertiginous development of the tertiary sector, where tourism plays a key role in providing new jobs, revitalizing the local economy and satisfying the need for leisure, so important for the generations living in the current age of speed (Văidianu et al., 2020).

Currently, it is already obvious that coastal tourism has become one of the favourite branches of tourists in organizing vacations, and this aspect is determined by the general belief that the seaside offers the best opportunities when it comes to leisure, physical activity and even medical treatments for many diseases (Wong, 1998). Much of this affinity for visiting coastal areas dates back to more distant historical periods, when people often went on pilgrimages to holy places or performed different treatment cures at various thermal springs located on the seashore (Gormsen, 1997). But, at the same time, it is very important not to forget that the coastal areas represent, after all, the limit between two domains of life: the continental and the marine. These areas often overlap with state borders, which puts even greater pressure on them, therefore, it would not be wrong to consider that their good management can only be achieved through a participative governance, where the state institutions must collaborate closely in order to more easily identify the optimal solution for sustainable development (Assche et al., 2020).

The main problems identified in most of the coastal areas from all over the world are very complex and diverse, beginning from the lack of political involvement, which often fluctuates depending on the interests of the governing parties, and reaches up to the lack of funds and human resources, which also play an important role for the investments intended to ensure an efficient sustainable development. Of course, on these aspects we can also add the inexistence of an effective legal framework, key institutions far too uninvolved, or too incompetent in decision-making and, last but not least, the lack of support from the population, without none of the measures intended to improve the dysfunctions encountered inside the communities could be implemented (Micheli, Niccolini, 2013).

Knowing these aspects, it is very easy to later understand the importance of the general objectives which the European Commission has established with the aim of gradually developing the sustainable development of the maritime space. They aim to reduce military conflicts and create synergies between different activities. The end of armed conflicts in the coastal areas definitely leads to an increase in the level of economic development of the regions by attracting different sources of investment, the latter being encouraged by predictability, transparency and better legal security (Parris et al., 2003). Then, we also mention the need to have a closer cross-border cooperation, supported by European policies for the development of energy from renewable sources, the creation of navigational routes, as well as mutual support in the placement of submarine cables and pipelines. Last but not least, perhaps the most important objective, which makes possible, on a long term, the implementation of all the others, is the protection of the environment, implemented by assigning new protected areas, calculating the impact on the ecosystems and also changing the opportunities for multiple uses of the maritime and coastal space (European Commission, 2014).

Of course, when we discuss the establishment of protected areas, tourism is often brought up. The results of some scientific studies carried out in the protected marine region of Nha Trang Bay from Vietnam, highlighted the fact that tourism, as we all know, has always represented a key activity in creating alternative jobs for communities in protected coastal areas, but it should also be mentioned that, if not properly regulated, it can also bring with it a negative impact for local communities, if the state does not support local entrepreneurs more, in order to prevent the monopolization of the entire protected territory at an economic level (Pham, 2020). In an ideal scenario, tourism, in protected areas, can represent a way of creating a connection between visitors and local heritage, establishing a beneficial relationship between local communities, the protected area and specific economic services. Of course, when we are faced with a complex natural, social and economic background, this ideal is very difficult to achieve, making the effective interaction between all state institutions even more important (Navarro, 2019).

Also, one last aspect that should be mentioned is the fact that the typology of human activities practiced in protected coastal areas is not the only major problem encountered. The expansion of uncontrolled tourism and the non-application of environmental legislation can also bring into question the danger of excessive real estate development, thus urbanizing an area whose wilderness should have been preserved (Mejjad et al., 2022).

Thus, we reach to the general objective of this analysis, which proposes to study the impact generated by the tourist activities in the coastal area of the village of Corbu, Romania, creating optimal strategies for a sustainable development and increasing the degree of awareness of the population regarding the danger represented by the degradation of the environment.

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. Study area

Corbu Commune is situated along the coast of the Black Sea, being a part of the Constanta County, representing the central part of the Romanian touristic littoral area, at a distance of 23 kilometres north from Constanta Municipality (Corbu Commune Municipality, 2024). The Commune is formed out of 3 villages, Corbu, Vadu and Luminița, but only the first two of them have an opening to the sea. The coastal area (Figure 1) is full of natural habitats specific to the geomorphology of the region. Due to this fact it is integrated in the widely known Danube Delta Biosphere Reserve, thus making it a SCI Nature 2000 site (Ministry of the Environment, Waters and Forests, 2016). The Reservation's Management has identified in this area many dunes that are home to diverse floristic and faunistic species, such as "2110 embryonic mobile dunes which provide a first stage of fixation of marine sands and which harbour rarer species such as the perished sea urchin, and 2130 coastal dunes with herbaceous vegetation ("grey dunes") populated mainly with perennial herbaceous species harbouring numerous floristic rarities" (Ministry of the Environment, Waters and Forests, 2016: 2).

From a physical-geographic point of view, the region is part of the eastern compartment of the Dobrogea's tableland (Ielenicz et al., 2005). This south-eastern extremity of Romania has, at a general level, a climate dominated by continentalism, especially in its northern half, close to the Danube Delta, to which we can also add the Pontic marine influences (active up to a maximum distance of 30 kilometers from the coastline towards west) and, last but not least, the sub-Mediterranean influences, which bring mild and rainy winters most of the time, while summers are hot and often dominated by low rainfall (Velcea, 2001). Thus, the south of the mentioned region is the only point in Romania where the average temperature in January is positive (in the city of Mangalia, where we have +1°C in the first month of the year), and the area of the Corbu commune is also notable for its mild cold season, with brisk winter but not much snow, very hot summers warm, and a rainfall level of approximately 300-400 mm/year (Ielenicz, 2007).

Economically, the commune favours from the position it is situated in and the vast fields that surround it, so agriculture and farming are one of the main factors that stabilize the economy, also due to the geology of the area, a limestone mining site is contributing to it (Figure 2). Fishing is also a method for the local population to earn money for a living, as well as tourism due to the existence of the many accommodations in the area such as guest houses and small huts (Safta, 2012).

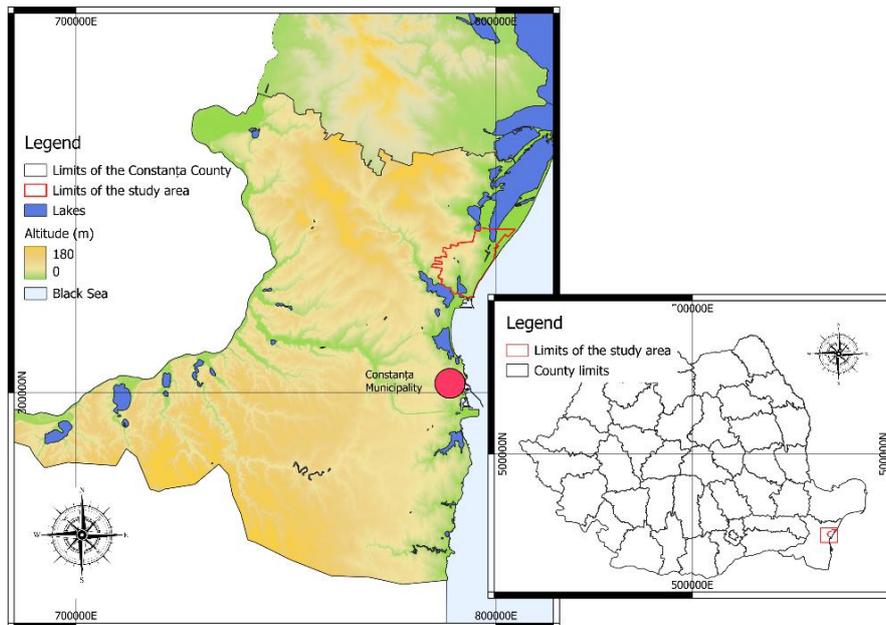


Figure 1. The location of the study area area on a regional and national level

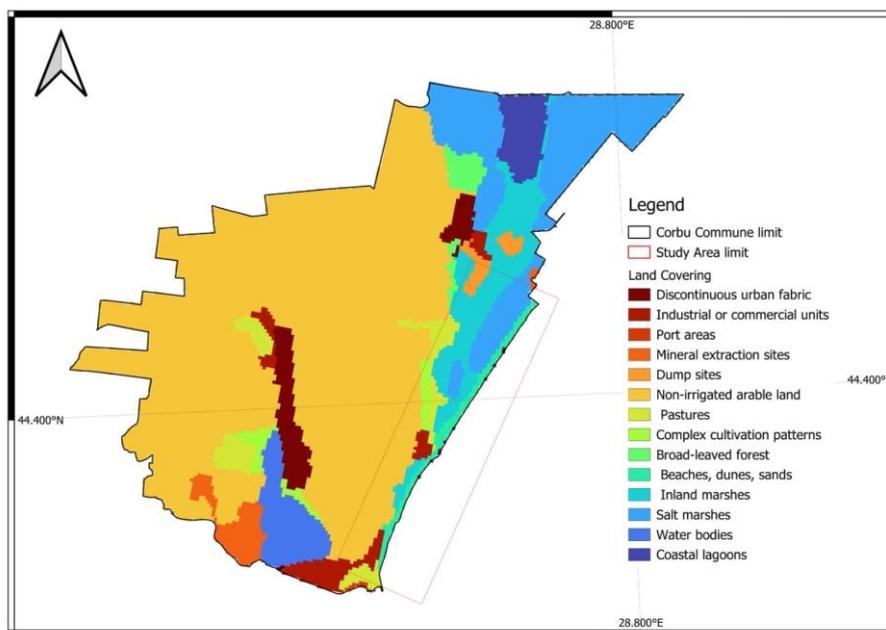


Figure 2. Land Covering of Corbu  
Source: Corine Land Cover, 2018

## 2.2. Tourism impact assessment

In order to complete the analysis of the impact of tourism in the protected coastal area of Corbu, we made a series of field observations in November of last year, as well as in June 2024, keeping in mind our most important goal, which was to identify the most affected areas due to uncontrolled tourism, and what the irresponsible human activities

have done to the natural habitats and vegetation. Also, we did not hesitate to immortalize the scenery through some photos, helping us to compare the area between the two completely different dates we have practiced the field observations.

To connect deeply with the matter, we consulted many bibliographic resources regarding the area, such as scientific articles and official publications containing the strategies for a sustainable development in the Corbu Commune. The consultation of the bibliographic materials was also accompanied by a series of tourism indicators (the number of overnight stays and tourist arrivals, as well as the accommodation capacity of the resorts in the study area), based on the processing of data taken from the National Institute of Statistics.

Table 1. Questionnaire regarding tourist opinion about the impact of tourism in the area

Question	Answer Possibilities
<i>Visiting the Corbu area by tourists</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yes</li> <li>• No</li> </ul>
<i>Respondents visit period in the study area.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Winter</li> <li>• Spring</li> <li>• Summer</li> <li>• Autumn</li> </ul>
<i>The first impressions that the respondents had about the zone.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Open Answer"</li> </ul>
<i>The purpose of their visit.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Open Answer"</li> </ul>
<i>Respondent's satisfaction about the general appearance of the area.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yes</li> <li>• No</li> </ul>
<i>Evaluation of the tourist infrastructure in the area.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excellent</li> <li>• Good</li> <li>• Satisfying</li> <li>• Unsatisfactory</li> </ul>
<i>The main problems of the area from the touristic point of view.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Open Answer"</li> </ul>
<i>The differences between Vadu and Corbu beaches, according to the respondents.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Open Answer"</li> </ul>
<i>Ranking the quality of the natural environment in the area.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1= Very poor</li> <li>• 2= Poor</li> <li>• 3= Decent</li> <li>• 4= Good</li> <li>• 5= Excellent</li> </ul>
<i>Thoughts about revisiting the area, according to the respondents.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yes</li> <li>• No</li> </ul>
<i>If the study area is worth recommending to others.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yes</li> <li>• No</li> </ul>

We have also included in our work a SWOT analysis, that includes the strengths, weaknesses, opportunities and threats of the studied region, which helped us determine the best strategies to develop the area in the most sustainable way as well as a DPSIR analysis, in order to more easily synthesize the existing environmental problems through a multidisciplinary approach designed to include the pressures exerted by a whole series of stakeholders on the study area and solving the problems by drawing a plan of sustainable development. This analysis allowed us to better illustrate the impact that external pressure exerts on the study area, at the same time outlining its possible response scenarios for the near future, so that the solution for sustainable development can be identified more easily.

Finally, we have also conducted a questionnaire (Table 1), which was applied online to a number of 23 respondents, between the period of April to June 2024, when we intended to find out some more information about tourist perception of the study area and what they consider to be the main problems that affect the nature. Of all the people who answered, the majority were women (65 %), and the main age group was between 19 to 22 (68 %) years old, living in towns that are close to Constanța and Corbu. Speaking about their studies, the majority were students (56 %) that graduated high school as their last educational programme, or freshly graduated university students (39.1 %).

### **3. RESULTS**

The first set of results can be outlined around field observations made in late 2023 and also in the first half of 2024. During the first period, the main things we have noticed were the amount of waste that was scattered around the beach, and this fact has been confirmed even at our second field observations in June. The multitude of waste observed includes, in general, remains of plastic packaging, as well as cigarette butts carelessly thrown away by tourists or locals who went to the beach in the protected area. We also mention wet or dry napkins which, although some of them are partially biodegradable, can still represent a form of visual pollution. Accompanied to the waste were the cars parked on the beach, at a distance of approximately 10 meters from the seashore. We noticed that the sea dunes and the natural vegetation suffer from the penetration of vehicles on the sand-covered surface (Figure 3). Of course, the situation is enforced by the continuous degradation of the informative panels, positioned right at the limit of entrance in the protected area (Figure 5).

These phenomena are more and more common, as tourists' interest in the area of Corbu commune has gradually increased over the years. If we look carefully at the level of tourist occupation represented at the entire southern half of the Romanian coast in

the period 2009-2023, we will notice that our study area ends up being at least as appreciated by tourists as other resorts known for the relatively high degree of attractiveness (Figure 4).

Driving from one beach to another, from Corbu to Vadu, we also struggled to access the second location, as the communal road (DC83), which connects the two villages, is currently in a very precarious condition (Figure 6).

Upon exiting Vadu, driving towards the beach, we stumbled upon a massive, deserted construction site that very much looks like a factory. The place, although it worked during the communist period, is completely abandoned and disused today, and the property around it is made up of degraded lands (Figure 7).



Figure 3. Unauthorized access on Vadu Beach (Corbu)

As for the SWOT analysis, we identified the various points that include the strengths, weaknesses, opportunities and threats which are shown in the following table. The main strong points are represented by the location and its unique features, such as its major part in the Danube Delta Biosphere Reserve, therefore these are balanced by the weaknesses such as the lack of administrative laws that are needed to manage the area even if it has a high national interest in tourism which causes pollution. As for the opportunities, the main point is the chance of attracting European funds for creating a balance between tourism and environment, bringing a stable value to the area, but yet, the threatening actions are on the rise as we see the number of tourists slowly increasing, as well as the lack of education of the population in the area regarding the protected wild beach.

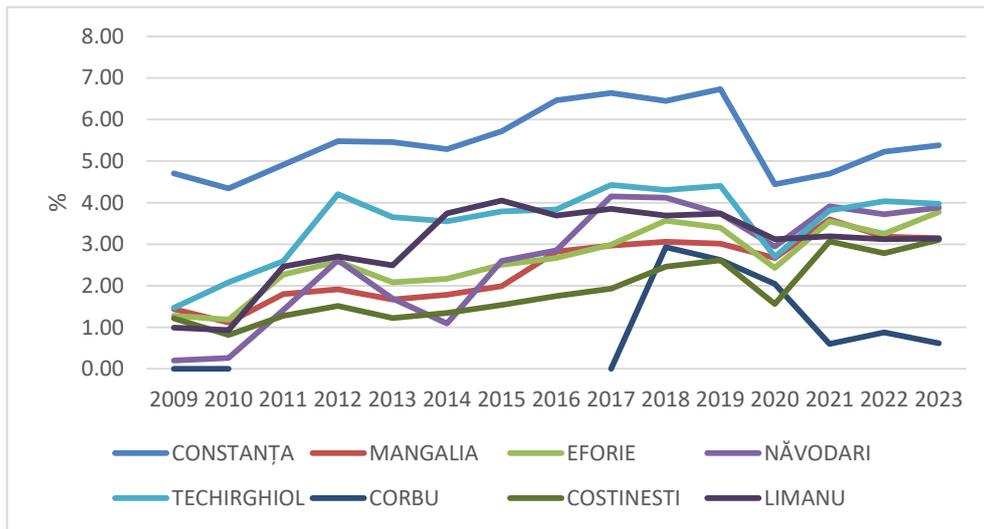


Figure 4. The level of tourist occupation of the Romanian coast in the period 2009-2023  
 Source: National Institute of Statistics (2023)



Figure 5. Information panels in Vadu (Corbu)

Furthermore, we found it necessary to create another form of analysis, such as the DPSIR analysis, in which we found out that the climate crisis represents a major pressure to the area through erosion and irregularities in climate phenomena (Figure 8). Not only that, but the tourist impact is also major, as we stated in the SWOT analysis as well, bringing the area in a state where regulations are overlooked, with a major lack of green-blue infrastructure which can only be resolved by implementing a sustainable development strategy.



Figure 6. Damaged road connecting Vadu to Corbu

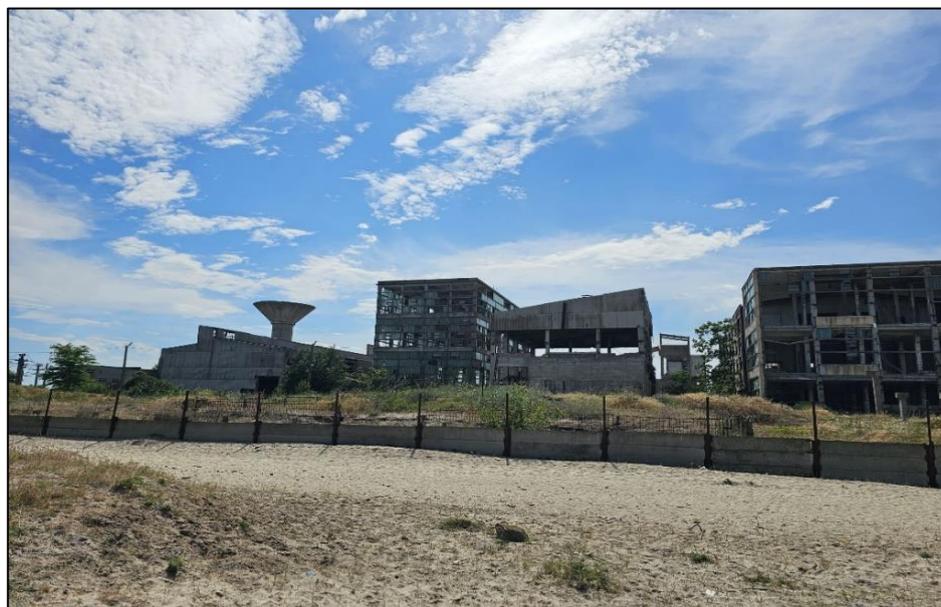


Figure 7. The deserted communist factory of rare metals in Vadu (Corbu)

Drivers - Among the natural and artificial conditions which create pressure on the Corbu-Vadu protected area, we note that the main negative influence is generated by the climate crisis, which represents a global problem that, unfortunately, does not bypass any area on the planet. To this, we can also add the deficient legislation at a national level, especially in the sphere of environmental protection, and later, we remember essential factors such as tourism, agriculture and industry.

Pressures - Of course, all these factors mentioned above put pressure on the study area. The climate crisis brings with it the intensification of coastal erosion and the rise of the sea level, not to mention the thermal anomalies and irregular rainfall levels. The deficient environmental legislation makes possible the existence of poaching,

uncontrolled real estate development, but also the removal of local flora and fauna, the last two representing a pressure also caused by expanding agriculture, along with the growth of uncontrolled tourism. Also, the industry at the Petromidia oil refinery (located very close to our study area) brings and creates alteration of the quality of sea water and also of the air we breathe.

State - Regarding the state of the study area, it is important to specify that the environmental legislation specific to a protected region like this has generated the restriction of many economic activities, which, before the establishment of the current natural reserve, were not prohibited. But the non-regulation of tourism in the area, as well as the non-application of an effective development strategy, have led to the decrease in the standard of living for the local population, and, ironically, to an annual increase in the number of visitors to the area, despite the difficult accessibility at present. At the same time, the area is facing the increasing intensification of risky climatic phenomena, manifested by periods of prolonged drought, followed by abundant precipitation in the form of very powerful storms.

Table 2. Swot Analysis

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unique natural area</li> <li>• Specific coastal flora and fauna</li> <li>• Protected region of national interest</li> <li>• Integrated part of the Danube Delta Biosphere Natural Reserve</li> <li>• The possibility of supporting some ecotourism activities</li> <li>• Reduced accessibility to the wild Corbu and Vadu beaches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area of high interest for tourism</li> <li>• Non-compliance with the regulations for constructions in the protected area</li> <li>• Insufficient personnel for beach monitoring and compliance with environmental legislation</li> <li>• Lack of participatory governance</li> <li>• The existence of carelessly thrown waste</li> <li>• Degradation of information boards</li> </ul>
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attracting European funds for biodiversity conservation</li> <li>• Attracting some marine creatures whose effect is in decline</li> <li>• The existence of a sustainable development, from which both the population and the environment can thrive</li> <li>• Decreasing tourist interest in wild beaches and preventing overcrowding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attracting more and more tourist flows, which gradually lead to the decline of biodiversity</li> <li>• Attracting European sanctions for non-compliance with environmental legislation</li> <li>• The accentuation of the climate crisis through the loss of wild areas</li> <li>• Lack of effective education of the population regarding the value of the natural ecosystem</li> </ul>

**Impacts** - The impact of the reported aspects is, more than likely, easy to understand. We are talking about the lack of green-blue infrastructure, promoted at the European level, the fragmentation and degradation of most of the natural habitats, through illegal constructions, the reduction of marine and coastal biodiversity, through pollution and acidification of sea water, all culminating in the decrease in the standard of living for the entire area at a general level.

**Response** - Because of the cause, the study area can respond to these pressures through the immediate implementation of a sustainable development strategy, which includes, implicitly, the development of eco-friendly activities, the education of local communities and their involvement in promotion of sustainability. Also, other possible answers are surveillance of the protected area with the help of drones and rangers, stopping the expansion of real estate development, the transition to ecological construction materials and the careful control of the tourist flows.

When asked about the main problems which the area is currently facing, they had, most of the time, the option of an open answer, so the majority of them had the same opinions. From this particular questionnaire, we can highlight an important series of ideas, mainly that tourism is the main problem in this area, by the simple fact that after a mob of people, comes a wave of garbage, being able to also add here the problem of the non-modernized infrastructure (Figure 9). We have also included the graphic about tourist's opinion on the quality of the natural environment (Figure 10). The answer with the highest percentage is "Good" (52.2 %), followed closely by "Decent" (26.1 %).

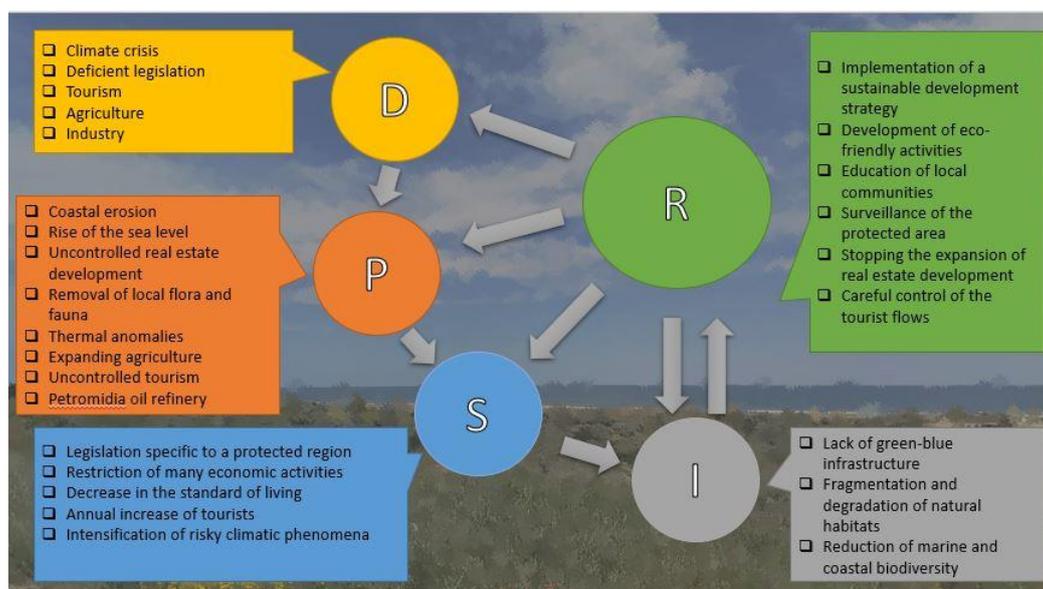


Figure 8. The DPSIR analyses of the Corbu Commune

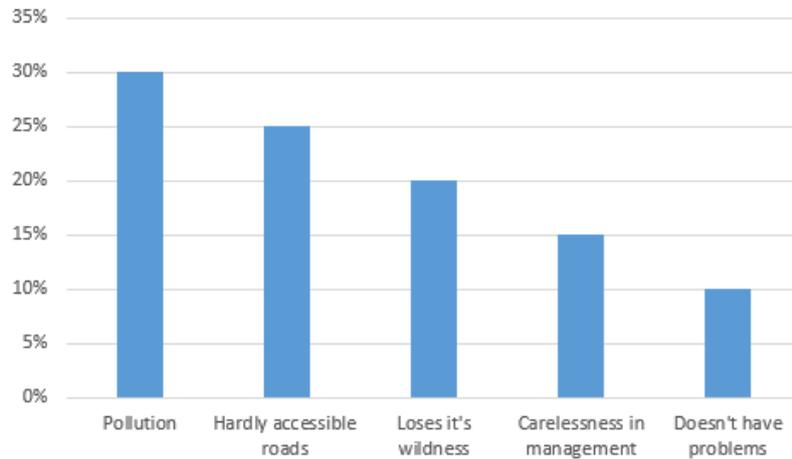


Figure 9. The main problems of the area in the view of tourists

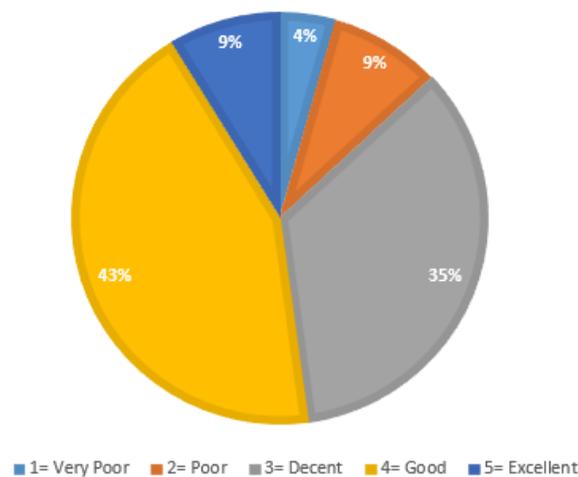


Figure 10. Ranking the quality of the natural environment in the area

#### 4. DISCUSSION

The main problem starts from the deficient environmental legislation, often easy to interpret and not always applied correctly in Romania (Braşoveanu, 2023). On this favourable foundation, private investors and real estate developers often manage to find legislative loopholes through which they can obtain the greatest possible profit from illegal businesses, often without respecting the principles of sustainability, so important for a balanced development (Văidianu et al., 2020). Non-compliance with the regulations regarding the height and location of buildings, the cleanliness of public space, the inefficiency of public services and the specific overcrowding generated by the mass tourism, all are problems often encountered on the Romanian coast, and these represent

the very cause which determines more and more people to search the quiet of the wild areas of Corbu and Vadu, which still preserves a piece from the nature unmodified by the human factor. Also, another criterion that significantly contributes to the increase in the number of tourists in the area is precisely its geographical position. As we stated before, Corbu commune is located near the city of Năvodari and also very close to Mamaia, the latter being a very popular destination among tourists looking for leisure during their holidays at the seaside (Nica, 2022).

Beyond these aspects, it should also be mentioned that to all this anthropic pressure there is also the problem of non-existent participatory governance, extremely important for a good sustainable development (Văidianu et al., 2015). If we take, as an example, other countries from the western half of the European Union, we will see that the current trend of environmental policies aims to transform the coastal area, at a conceptual level, from a simple region delimiting two living environments, into a sector regarded as a distinct area, having a special functionality, on whose good development depends on both the health of the marine ecosystems and also that of the continental environment (Assche et al., 2020). In Romania, the main problem is given by the fact that the protected areas from the seaside are administered by the Ministry of the Environment, Waters and Forests, while the Romanian territorial waters, framed in a longitudinal strip that extends up to a distance of 12 nautical miles in front of the shore, it is under the jurisdiction of the Ministry of Energy. Having a shared governance between several state institutions, each with different interests, the management of environmental problems and sustainable development end up as goals which become more and more difficult to achieve (Văidianu et al., 2015).

Thus, knowing all these details, we can outline a set of intermediate objectives, which will help us to achieve the general one, formulated in the first section of this study. First of all, the digitization of school units and other state institutions represents an important process which must be achieved over a period of 1-5 years, contributing significantly to the improvement of the education system and reducing the unnecessary consumption of resources. Respecting environmental legislation in protected areas, improving the quality and efficiency of public services, as well as developing partnerships with other public and private entities could lead to the elimination of pollution, but also to the attraction of sustainable investments, promoting the environmental characteristics of the Corbu commune as a set of unique values at a national level and even in the whole Europe (Corbu Local Council, 2023).

Afterwards, we also have some objectives which can be achieved in a medium term, between 5 and 10 years. They involve the development of the infrastructure for practicing sports and spending free time, thus promoting the European concept of creating green-blue infrastructure, which connects parks and promenades with aquatic

ecosystems. For example, the degraded lands occupied by former disused industries could be reused for the construction of an amusement park, which would offer tourists the possibility of recreation by spending time outdoors on its trails. Last, but not least, the expansion and modernization of the natural gas network, potable water, sewerage and public lighting can also contribute to increasing the level of security in the village and preventing uncontrolled discharges of household water into lakes or even in the sea (European Commission, 2020).

Finally, we can suggest one last objective, which can be implemented only on a long term. By accessing some European funds and supplemented with national ones, an urban train highway could be built, connecting Năvodari and Mangalia with Constanța, thus serving the entire metropolitan area of the most important city in the county. Of course, at this railway, the inhabitants of the Corbu commune should also have access, to benefit as well from an easy trip between their village, located in the protected area, and the economically developed urban space, where many carry out their daily activities (Constanța Municipality, 2019).

As in the case of other similar studies, the attention is focused on common threats, of which, perhaps the most important, is the refusal of the population to cooperate in order to obtain a sustainable development. This happens when the local residents are either not sufficiently well informed about the advantages that environmental protection brings including to their own community, or when the initiatives are approached exclusively through the top-down technique, following the imposition of strict rules from a superior level to the citizens, without coming into direct contact with their needs and preferences. The studies carried out in the marine protected area of Nha Trang Bay in Vietnam, have already revealed that the balance between the primary activities of the locals and the tourist activities is very fragile, and the communication between the authorities and the population is of vital importance, if we want to obtain a future based on cooperation and mutual trust (Navarro, 2019).

Moreover, if we take a brief look at the Development Strategy of the entire Danube Delta Biosphere Natural Reserve, we will see that the area of the Corbu commune is intended, on a general level, for fishing activities, especially in the southern half of the mentioned space, while the north of the commune, overlapping the village of Vadu, is considered to be a marine buffer zone (Ministry of the Environment, Waters and Forests, 2016).

Looking now at other coastal areas in the world, we can also take some ideas from the sustainable development strategy of Seychelles as an example of good coastal management. Although we are talking here about an island state with a direct opening to the Indian Ocean, what is worth noting is the way in which this country tries to reduce the negative impact generated by the rise of the ocean level. Here, especially in the area

of the volcanic islands of Mahé and Praslin, the traditional "bulkhead" system, which aims strengthening the shores in the inhabited areas by concreting the promenades, is gradually being replaced by modern techniques designed to reduce coastal erosion. Thus, the rehabilitation of "pocket beaches" is preferred, made up by a series of small bays, where the power of the rip currents is much reduced. Also, although Romania does not benefit from the possibility of regenerating coral reefs as natural dikes, an idea put into practice in the Seychelles can still be taken as an example, namely the restoration of beach sectors with natural dunes, which are meant to slow down the advance of the sea towards the shore, especially during storms (Ministry of Environment, Energy and Climate Change, 2019).

If we try to outline some possible future scenarios for the Corbu commune area, we could divide them into three stages: the negative, the neutral and the positive stage.

The first scenario is, certainly, the one in which the future of the commune fails to achieve the proposed goals. Unsustainable development can bring with it the more intensive use of agricultural land, thus offering the community a higher production on a short term but exposed more and more to the extreme climatic phenomena on the longer period of time, reaching the loss of biodiversity that can represent a brand for the entire region, on which we can also add the degradation of the surrounding lands and waters. Also, if tourism will continue to be practiced without being well controlled, then, again, the local economy will be revitalized on a short term, but gradually, as the number of visitors will continue to grow in the area, the natural habitats will be destroyed, and the coast will be occupied by real estate constructions that do not comply with legal standards, leading to a general chaos marked by a large series of dysfunctions (Ministry of the Environment, Waters and Forests, 2016).

The neutral scenario assumes that the situation of Corbu commune remains unchanged, without necessarily implementing a sustainable development strategy. This will also lead to the gradual degradation of the ecosystem, but the process will be slowed down compared to the first scenario, because the few environmental protection rules will contribute to a partial conservation of the geo-ecological factors, maintaining an average to poor standard of living for the population, but without significantly contributing to the general fight against the climate crisis (Constanța Municipality, 2019).

The last scenario is also the preferred one, the achievement of which is desired. In this situation, the Corbu commune, implementing a sustainable development strategy, will end up benefiting from the protection of local biodiversity, which can attract a controlled number of visitors annually, who will be able to practice environmentally friendly ecotourism activities here, thanks to the uniqueness of the studied area. The local population will thus increase their standard of living through the efficient

management of environmental resources, in the same time, having at their disposal a good connection with the nearby urban areas, which bring with them the possibility of having stable jobs (Corbu Local Council, 2019).

Finally, we also included some aspects related to a series of limitations of our study. These concerned, first of all, the difficulties faced by the slightly smaller bibliography that was available in terms of books published on the subject addressed, so our documentation was exclusively concerned with scientific articles on similar subjects. Also, at the moment, we did not have the necessary equipment to be able to officially measure the pollution level of sea water, respectively of the soil, this information being approached only from the perspective of simple field observations. In the future, however, we aim to improve our study, so that the results obtained will be even more conclusive.

As future research directions, we are of the opinion that it should be studied how the nearby industrial activity (the Petromidia oil refinery) negatively affects the ecosystem in the Corbu commune, in order to understand how the economic activity there should be regulated for nature conservation and sustainable development. Last but not least, it would also be worth analysing how climate changes and, in particular, extreme phenomena and sea level rise, could affect the wild beaches of Corbu, thus being able to take a series of more effective measures knowing the gravity of the situation to be expected.

## **5. CONCLUSIONS**

Thus, we can draw a series of conclusions from our entire study. The protected area of the Corbu commune possesses some unique environmental characteristics whose future can only be bright if the rules for the protection of biodiversity are respected. Included in the area of the Danube Delta National Biosphere Reserve, this coastal sector also has two villages, which need relative economic development in order to survive. This aspect creates a rather delicate situation, putting, at first glance, the local population to choose between two different management scenarios: the one focused on the development of the local economy, or the one focused more on environmental protection.

But if we look carefully into the depth of the problem, we will find that sustainability does not draw any limit between the two development options, but rather takes positive aspects from both of them, based on balance in each situation. The local economy must be developed, but not by any means and not in an uncontrolled way. Tourism can replace the disappearance of the former disused local industries for sure, but in order to also preserve the area's main asset, the wilderness, it is extremely

important that visitors must be directed towards the practice of ecotourism, being effectively informed about the reason why environmental protection is so important after all. Educating the population and including it in taking important decisions can bring more advantages on a long term than ignoring the problem or simply applying sanctions.

Therefore, our study revealed the importance of all these aspects, coming with a set of intermediate objectives which can contribute to the sustainable development of the area, while also pursuing the identification of appropriate solutions to combat the threats.

## 6. REFERENCES

- FOTHERGILL, A. 2019. Planeta Noastră. București: Editura Litera, pp. 15-19.
- BRAȘOVEANU, F. 2023. Analysis of the legal framework for integrated coastal zone management. Ovidius University Annals Series: Civil Engineering, 25 (1): 59-66.
- CONSTANȚA MUNICIPALITY. 2019. Sustainable Tourism Development Strategy in Constanța county, <https://s9.ro/29gm>.
- CORBU LOCAL COUNCIL. 2023. The local development strategy of the Corbu Commune, <https://s9.ro/29gn>.
- DODU, S., PATRICHI, I., FIROIU, D. 2016, Globalization in the tourism industry and its impact on travel destinations. Case study of undeveloped beaches on the Romanian Black Sea coast. Strategica, Opportunities and risks in the contemporary bussines environment 4: 96-109.
- EUROPEAN COMMISSION. 2020. The European Green Deal, <https://s9.ro/29go>.
- VELCEA, V. 2001. Geografia fizică a României (Phisical Geography of Romania), Sibiu, Lucian Blaga University Publishing.
- GORMSEN, E. 1997. The impact of tourism on coastal areas. GeoJournal 42 (3): 39-54.
- IELENICZ, M., PĂTRU, I. 2005. Geografia fizică a României (Physical Geography of Romania), Vol. 1: 150-234, Bucharest: University Publishing.
- IELENICZ, M. 2007. Geografia Fizică a României (Physical Geography of Romania), Bucharest, Vol. 2: 23-48, Bucharest: University Publishing.
- LOPES, R., VIDEIRA, N. 2013. Valuing marine and coastal ecosystem services: An integrated participatory framework. Ocean & Coastal Management 84 (11): 153-162.

- MEJJAD, N., ROSSI, A., PAVEL, A. 2022. The coastal tourism industry in the Mediterranean: A critical review of the socio-economic and environmental pressures & impacts. *Tourism Management Perspectives* 44 (12): 995-1005.
- MINISTRY OF REGIONAL DEVELOPMENT AND PUBLIC ADMINISTRATION. 2016. Integrated Strategy of Danube`s Delta Sustainable Development, <https://s9.ro/29gp>.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT, ENERGY AND CLIMATE CHANGE. 2019. Seychelles Coastal Management Plan, <https://s9.ro/2bsp>.
- NAVARRO, N. 2019. Community Perceptions of Tourism Impacts on Coastal Protected Areas, King Juan Carlos University, Department of Biology and Geology, Physics and Inorganic Chemistry.
- NICA, M. 2022. Sustainable tourist development of Corbu Commune, Constanța County, Romania. *Cinq Continents* 12 (25): 22-39.
- PARRIS, T., KATES, R. 2003. Characterizing and measuring sustainable development, *Annual Review of Environment and Resources* 28: 559-586.
- PHAM, T. 2020. Tourism in marine protected areas: Can it be considered as an alternative livelihood for local communities? *Marine Policy* 115 (5): 1-7.
- SAFTA, D. 2012. Rural development, tourism businesses in Vadu and Corbu's Municipalities. *Annals of the University of Oradea*, 21 (2): 377.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT & DEVELOPMENT. 1992. Agenda 21, <https://s9.ro/29gq>.
- VĂIDIANU, N., PARASCHIV, M., SAGHIN, I., BRAGHINĂ, C. 2015. Social-ecological consequences of planning and development policies in the Danube Delta Biosphere Reserve, Romania. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 10 (3): 113-124.
- VĂIDIANU, N., TOFAN, L., BRAGHINĂ, C., SCHVAB, A. 2015. Legal and institutional framework for integrated governance in a Biosphere Reserve. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 16 (3): 1149-1159.
- WONG, P. P. 1998. Coastal tourism development in Southeast Asia: relevance and lessons for coastal zone management. *Ocean and Coastal Management* 38 (2): 89-90.

# Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques

**Cristina Elena MOLDOVAN**

Université de West Timișoara, Faculté de Droit  
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne  
*cristina.elena.moldovan@gmail.com*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	70
1.1. Considérations sur la monnaie.....	70
1.2. La fonction d'ancrage monétaire versus la fragmentation des formes monétaires.....	73
2. MÉTHODOLOGIE.....	75
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	76
3.1. L'étendue du concept de CBDC.....	76
3.2. Les formes de la CBDC.....	80
3.3. La dynamique des projets CBDC au niveau international.....	84
4. CONCLUSIONS.....	97
5. RÉFÉRENCES.....	98

## Citer ce document :

MOLDOVAN, C.E. 2025. Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques. *Cinq Continents* 15 (31): 68-100.

## Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques

Cristina Elena MOLDOVAN

**Dinamica spațială a digitalizării monetare : inegalități teritoriale în accesul la serviciile financiare digitale.** Evoluțiile globale și, în special, progresul tehnologiei digitale au consecințe inevitabile și asupra banilor. Ca urmare, formele monetare au evoluat pentru a se adapta transformărilor externe. Acesta este contextul în care a fost conceput proiectul monedei digitale a băncii centrale. În ciuda caracterului său, mai degrabă, ambiguu și ermetic, acest proiect face, în prezent, obiectul multor dezbateri în majoritatea țărilor din lume. Astfel, indiferent de motivația lor sau de contextul economic sau politic național sau regional, peisajul țărilor care explorează conceptul de monedă digitală a băncii centrale este destul de divers: de la Uniunea Europeană și Canada sau Statele Unite, până la țările din Africa sau Asia sau America Centrală. Mai mult, unele țări fac progrese semnificative, trecând de la faza exploratorie la implementarea efectivă a proiectelor-pilot sau chiar la lansarea oficială a unei monede digitale. Pe lângă inovația tehnologică, un alt factor important care determină aceste progrese este comportamentul și preferințele utilizatorilor. Întrucât noțiunea de „bani” se bazează pe un proces subiectiv de acceptare, fundamentat pe încrederea utilizatorilor, orice inițiativă legată de CBDC trebuie să acorde o importanță centrală factorului uman. În timp ce progresul tehnologic stă la baza inovației și eficienței banilor, este esențial ca acest progres să protejeze drepturile și libertățile fundamentale ale utilizatorilor.

**Cuvinte cheie:** monedă digitală a băncii centrale, suveranitate monetară, excludere financiară, inegalități teritoriale, drepturi fundamentale, transformare digitală.

**Dynamiques spatiales de la numérisation monétaire : inégalités territoriales de l'accès aux services financiers numériques.** Les développements au niveau mondial et, particulièrement, l'avancement du numérique entraînent inévitablement des conséquences y compris sur la monnaie. De ce fait, les formes monétaires ont dû évoluer pour s'adapter aux transformations externes. C'est dans ce contexte que s'inscrit la conception du projet de la monnaie numérique de banque centrale. Malgré son caractère assez ambigu et hermétique, ce projet fait à présent sujet de nombreux débats au niveau de la plupart des pays du monde. Ainsi, indépendamment de leur motivation ou du contexte économique ou politique national ou régional, le paysage des pays qui explorent actuellement le concept de monnaie numérique de banque centrale est assez divers : de l'Union européenne et du Canada ou les États Unis, jusqu'aux pays de l'Afrique ou d'Asie ou d'Amérique Centrale. D'autant plus, certains pays enregistrent des progrès importants dans l'analyse de la notion de monnaie numérique, ils aboutissent même à la matérialisation de ce concept. Par ailleurs, en dehors de l'innovation technologique, un autre facteur notable qui dirige ce progrès est représenté par le comportement et la préférence des utilisateurs. Comme la notion de « monnaie » repose sur un processus subjectif d'acceptation, fondé sur la confiance des utilisateurs, l'élaboration et la mise en œuvre du concept de monnaie numérique de banque centrale doivent être concentrées essentiellement autour du facteur humain. Alors que l'avancement technologique soutient l'innovation et l'efficacité de la monnaie, il est indispensable que ce progrès permette dans le même temps la sauvegarde des droits et libertés fondamentales des utilisateurs.

**Mots clés :** monnaie numérique de banque centrale, souveraineté monétaire, exclusion financière, inégalités territoriales, droits fondamentaux, transformation numérique.

## 1. INTRODUCTION

La ligne directrice de l'évolution des formes monétaires remet en question ce qui semblait être un repère certain et clair dans le monde contemporain – la monnaie et les caractéristiques déterminantes qui font qu'un bien soit considéré de l'« argent ».

Les débats sur la monnaie numérique des banques centrales (CBDC) visent un concept caractérisé par l'ambiguïté, car les paramètres d'analyse de cette notion sont variables et impliquent une composante transversale importante. De ce fait, ces débats sont assez controversés. Néanmoins, la dynamique économique mondiale impose l'exploration de ce sujet. Une enquête menée par la Banque des règlements internationaux (BRI) a montré qu'à la fin de 2021, 90 % des banques centrales étaient activement impliquées dans des initiatives liées aux CBDC. En février 2022, le Fonds monétaire international (FMI) a estimé qu'une centaine de pays étudiaient les CBDC à différents stades de développement. En ce qui concerne l'UE, le projet de règlement sur l'euro numérique est à l'ordre du jour du Conseil de l'UE.

Les conclusions du rapport publié par l'Atlantic Council en septembre 2024 (Atlantic Council, 2024) montre que 134 pays et unions monétaires, représentant 98 % du PIB mondial, étudient la mise en place d'une CBDC. À titre de comparaison, en mai 2020, seulement 35 pays étaient impliqués dans de telles initiatives. Actuellement, 66 pays sont à de stades avancés d'exploration (développement, projets pilotes, lancement).

### 1.1. Considérations sur la monnaie

La notion de « monnaie » repose sur un processus subjectif d'acceptation, fondé sur la confiance du créancier dans le fait qu'il peut utiliser la même forme d'argent pour acheter un autre bien. Ce concept repose aussi sur un processus objectif de réglementation qui, en dehors du facteur humain, prend en compte des arguments techniques, pratiques, d'opportunité, etc. Ainsi, la monnaie représente un ensemble de normes juridiques, économiques et sociales qui régissent son émission, son utilisation et sa circulation dans un système monétaire. Toutefois, par l'effet de la convention des parties et de la liberté contractuelle, une forme monétaire privée (autre que la monnaie émise par l'État - moyen de paiement) peut devenir de la « monnaie ».

Dans la tradition juridique et économique, la monnaie est analysée en fonction de ses principaux rôles : (a) unité de compte standard pour l'évaluation des biens et des services ; (b) moyen d'échange pour la faciliter les transactions économiques ; et (c) réserve de valeur. Au fil de l'histoire, les formes monétaires ont évolué en fonction de la dynamique des transactions et des besoins en termes d'efficacité. D'abord, on était en présence de la monnaie marchandise (c'est-à-dire des pièces d'or ou d'autres objets

fabriqués à partir de matériaux ayant une valeur intrinsèque), ensuite de la monnaie représentative (c'est-à-dire les billets de banque pouvant être échangés contre une certaine quantité d'or ou d'argent), pour arriver à la monnaie fiduciaire (c'est-à-dire la monnaie légale émise et garantie par la banque centrale). Partant, la monnaie reflète un processus d'abstraction de la valeur économique, marqué par les différents stades de développement de la civilisation. Elle constitue la base des relations économiques au sein d'un système juridique.

Vu que les parties ont la liberté de choisir toute forme de monnaie qui n'est pas interdite par la loi, l'interprétation d'un actif en tant que « monnaie » ayant la fonction de moyen de paiement ne relève pas éminemment de l'intervention de l'État. Plus précisément, les entités privées peuvent émettre des jetons qui remplissent ce rôle au sein d'une communauté d'utilisateurs. L'histoire économique a montré que les crises financières (les crises monétaires) ne peuvent pas être supprimées, même lorsque l'émission monétaire est l'expression de la souveraineté et du monopole de l'État. Dans ce contexte, la question qui se pose est de savoir qu'est-ce qu'empêcherait des entités privées de vouloir émettre leur propre « monnaie » ? De plus, le volume des soldes bancaires est considérablement plus important que le volume de la monnaie fiduciaire émise physiquement par la banque centrale. Bien que la perception générale soit contraire, les institutions de crédit ne détiennent pas la même quantité d'argent en tant que créances (passif). Il semblerait donc que les fonds des comptes détenus auprès des établissements de crédit constituent un actif numérique qui n'a pas une contrepartie physique. C'est dans ce contexte que sont apparues les crypto-monnaies (monnaies virtuelles), décentralisées, émises en dehors du système monétaire contrôlé par la banque centrale. Ce type de monnaie est fondée sur la théorie sociologique de la monnaie, opposée à la théorie étatiste, selon laquelle la monnaie est un bien public émis et garanti par l'État, en tant qu'expression de la souveraineté.

La distinction entre la théorie étatiste et sociologique de la monnaie reflète des perspectives différentes sur sa légitimité<sup>1</sup>, mais aussi un changement de paradigme : on passe de la monnaie - bien public émis par l'État à une acceptation de formes privées et décentralisées (apatrides) de monnaie.

Quelle que soit l'approche théorique, il est incontestable que l'unité monétaire (sous la forme de la monnaie fiduciaire) est la convention de base de la société en termes d'unité de mesure de la valeur des transactions économiques. Lorsqu'il existe une unité monétaire uniforme, tous les moyens de paiement ayant la même valeur nominale

---

<sup>1</sup> Cette dichotomie trouve son origine dans l'évolution du processus d'abstraction de la valeur monétaire, par l'élimination du lien avec la valeur du support matériel (apparition de la monnaie fiduciaire) et la multiplication des formes monétaires. Cela reflète l'évolution du système monétaire, où la monnaie n'est plus émise et contrôlée uniquement par l'État, mais peut prendre diverses formes, y compris celles émises par des entités privées.

peuvent être échangés *at par* en toutes circonstances. Ils sont perçus par le public comme équivalents, parce qu'ils sont rattachés au même étalon de valeur (Parlement européen, 2022 et Catillon, 2023). L'unité monétaire joue un rôle essentiel dans le renforcement *de l'identité économique et de la souveraineté monétaire*. Cela implique trois conséquences majeures : (i) une identité économique commune, (ii) l'élimination des coûts de conversion des devises et (iii) le contrôle de la politique monétaire. Ce contrôle est essentiel pour surmonter l'inflation, promouvoir la croissance et atténuer les chocs économiques externes. En l'absence d'une unité monétaire bien définie, la politique monétaire et la souveraineté perdent leur substance.

La monnaie fiduciaire est la forme physique (billets de banque, pièces de monnaie) ou numérique de l'unité monétaire, émise par la banque centrale et acceptée comme cours légal de paiement<sup>2</sup>, indépendamment d'une réserve de valeur physique telle que l'or ou d'autres actifs. Cela constitue la base du système financier moderne.

L'accélération de la numérisation entraîne, entre autres, une préférence et une utilisation accrues des solutions de paiement qui n'impliquent une présence physique (comme dans le cas du numéraire). Même s'il y a une variété de moyens de paiement autres que les espèces, ils ne sont pas accessibles au public que par le biais des entités privées. Ces moyens de paiement représentent des créances sur la monnaie fiduciaire et leur utilisation dépend de la confiance des utilisateurs dans la capacité de l'émetteur à les convertir, sur demande, en monnaie de banque centrale. Par exemple, les banques ont l'obligation de convertir les fonds des comptes en espèces à la demande des clients. De même, la monnaie électronique (e-money) et les *stablecoins*<sup>3</sup> sont, par essence, des créances qui peuvent être remboursées en monnaie fiduciaire, conformément aux conditions contractuelles et aux réglementations applicables. Tous ces *moyens de paiement privés* sont encadrés dans des catégories juridiques distinctes, avec un système spécifique d'attribution des droits, de protection contre l'accès non autorisé et d'exigences en matière de transfert de valeur.

En conséquence, la fonction de la monnaie en tant que moyen d'échange - ou, plus précisément, en tant que moyen de paiement, est principalement évaluée en fonction de la forme et des caractéristiques du moyen de paiement utilisé (Lemke, 2024). Ainsi, la question qui se pose est la suivante : comment faut-il concevoir un moyen de paiement pour qu'il puisse remplir sa fonction économique fondamentale de moyen d'échange universel, c'est à dire contribuer à la réduction des coûts de transaction, assurer

---

<sup>2</sup> Moyen légal de paiement désigne un instrument ayant un pouvoir libératoire général et étant, en principe, obligatoirement accepté dans les transactions internes, ce qui le distingue fondamentalement des autres formes de monnaie.

<sup>3</sup> Les stablecoins sont une forme de crypto-monnaie dont la valeur est liée (pegged) à un actif stable (par exemple, une monnaie fiduciaire, un actif ou un panier d'actifs). Dans l'UE, les stablecoins sont principalement réglementés par le règlement MiCA - Markets in Crypto-Assets Regulation, adopté en 2023.

l'interopérabilité des systèmes et favoriser une plus grande efficacité économique ? Comment ce moyen de paiement doit-il davantage être conçu pour garantir l'interopérabilité entre les systèmes de paiement transfrontaliers ?

### **1.2. La fonction d'ancrage monétaire versus la fragmentation des formes monétaires**

Comme nous l'avons montré, les moyens de paiement privés ne sont pas des monnaies autonomes ou indépendantes parce qu'ils sont rattachés (*pegged*) au même étalon monétaire garanti par la banque centrale. Ce sont des solutions de paiement qui facilitent le transfert de valeur par des mécanismes technologiques ou contractuels, tout en maintenant un lien direct avec la monnaie fiduciaire (Bercea, 2017). Tant que la monnaie fiduciaire conserve sa fonction d'ancrage du système financier, sa valeur reste stable nonobstant les moyens de paiement utilisés, et cette stabilité renforce la confiance des utilisateurs dans le système financier.

Le paradoxe de la monnaie fiduciaire est que, bien qu'elle soit l'ancrage du système financier, elle est peu visible dans la vie quotidienne, à l'exception du cas des transactions en espèces de valeur inférieure. Le public perçoit la monnaie comme un tout et est naturellement plus attaché aux moyens de paiement auxquels il est habitué, car la prévisibilité de l'utilisation lui donne un sentiment de sécurité et de contrôle des ressources financières. Pour l'utilisateur, la distinction entre le transfert de fonds en ligne et le paiement en espèces est plutôt empirique. Toutefois, la distinction théorique devient pertinente en période de crise financière, lorsque, par exemple, les établissements de crédit peuvent éprouver des difficultés à faire face aux demandes de retrait de dépôts et de libération d'espèces. La monnaie fiduciaire est la seule forme de monnaie dont la valeur nominale est intrinsèquement garantie.

Au niveau de l'UE, bien que le numéraire soit encore utilisé dans la majorité des transactions (52 % des achats dans un point de vente physique - POS, selon l'étude SPACE 2024), les transactions *retail* dans ce cas sont principalement de faible valeur. De ce fait, il peut être considéré que le rôle réel du numéraire n'est plus d'une importance systémique (Huber, 2023). Ce déclin peut s'expliquer par l'augmentation constante de l'utilisation de solutions de paiement privées et numériques par les entreprises et les consommateurs. Les comportements en termes de paiement varient considérablement en fonction de l'âge et du statut socio-économique. En 2024, les consommateurs de la zone euro âgés de moins de 40 ans ont utilisé le numéraire pour moins de 50 % des transactions POS. En revanche, les personnes âgées de plus de 65 ans ont effectué 57 % des paiements POS en espèces, ce qui indique une préférence plus marquée pour cette méthode pour cette catégorie. La préférence pour les cartes et autres méthodes sans numéraire est passée de 43 % en 2016 à 55 % en 2022 et 2024. Les pays ayant

enregistré des valeurs plus faibles en ce qui concerne l'utilisation du numéraire aux POS en 2024 sont : les Pays-Bas (22 %), la Finlande (27 %) et la Belgique (47 %). En revanche, les espèces restent le principal mode de paiement en Slovénie (64 %) et au Malte (67 %). Ces données reflètent une tendance de changement structurel des comportements économiques et de l'architecture du système financier.

En raison du progrès technologique, les moyens de paiement utilisés par le public à présent sont dominés par les émetteurs du secteur privé. Ceux-ci offrent des alternatives technologiques supérieures, qui augmentent l'efficacité, au moins dans la perception d'une certaine partie de la population. Cette tendance a le potentiel de transformer les systèmes de paiement traditionnels, en réduisant l'importance des réseaux bancaires intermédiaires et du rôle de la réserve de la banque centrale dans le transfert de valeur.

Même si les entités privées sont exposées au risque de crédit et de liquidité, la préférence factuelle des utilisateurs pour les solutions de paiement contre le choix du numéraire se traduit par le fait que l'État perd progressivement son rôle de garant de la souveraineté monétaire. En plus, une réalité où le secteur privé sera finalement le seul fournisseur fiable de monnaie émerge.

Les transactions économiques ne dépendent essentiellement de la souveraineté monétaire. Néanmoins, la capacité de l'État à émettre de la monnaie dans les situations de crise est essentielle. Si l'argent liquide diminue à tel point qu'il ne fonctionne plus comme alternative en cas de perturbations graves et prolongées, le filet de sécurité des systèmes de paiement dont le bon fonctionnement est surveillé (et garanti) par la banque centrale disparaît. En outre, en l'absence d'un lien visible entre les citoyens, les autorités et la banque centrale, tel que la monnaie physique, les citoyens peuvent ressentir une déconnexion symbolique entre la monnaie utilisée et la souveraineté de l'État. Dans une telle situation, la monnaie ne serait plus perçue comme une manifestation tangible de l'autorité et de la stabilité économique.

Les plateformes et systèmes privés peuvent se développer de manière disparate, sans référence à une valeur commune. Cela compromet l'uniformité de la monnaie, la convertibilité des formes monétaires et, implicitement, l'utilisation des ressources financières individuelles, nuisant ainsi à l'efficacité sociale et économique et, en définitive, à l'exercice effectif des droits privés. L'État ne peut remplir ses fonctions que si l'économie est basée sur la monnaie officielle. Cela vaut non seulement pour la politique de stabilité monétaire et/ou financière, mais aussi pour les services publics et les obligations envers l'État (impôts, taxes), qui sont libellés en monnaie fiduciaire. D'ailleurs, le fait que les systèmes privés tendent à être organisés en réseaux non interopérables augmente les coûts et la complexité pour les utilisateurs et les commerçants.

De plus, le degré d'ouverture à la concurrence du marché des paiements de *retail* est d'ores et déjà préoccupant. L'évaluation *European Financial Stability and Integration Review*, publiée en juin 2024 par la Commission européenne montre principalement que deux systèmes internationaux de cartes (ICS) dominent le marché des paiements par carte (soit deux tiers du marché des cartes) de l'UE, tandis que près de la moitié de tous les paiements traités dans l'UE sont effectués par carte. Ce risque de concentration soulève des inquiétudes non seulement du point de vue de la stabilité financière ou d'une inefficacité hypothétique des pouvoirs de surveillance des autorités compétentes dans l'Union, mais aussi du point de vue de la qualité des services. En l'absence du numéraire, les paiements seraient effectués exclusivement via des prestataires privés, ce qui amplifierait le risque de concentration du marché et exacerberait les perturbations causées par les défaillances opérationnelles.

La chronologie récente montre clairement que les projets de monnaies numériques émises par les banques centrales (CBDC) sont élaborés comme une réaction à un phénomène qui risquait d'échapper au contrôle de l'État.

Le point tournant a été le projet *Libra* (un substitut de monnaie émis par Facebook). Même s'il a été interrompu, ce projet a suscité de nombreuses inquiétudes quant à la possibilité de propagation de telles initiatives. La CBDC apparaît comme un candidat prometteur pour préserver le rôle de la monnaie dans le système financier actuel. Elle pourrait fonctionner comme un « billet numérique », remplissant l'obligation de la banque centrale de fournir au public de la monnaie sans risque, aspect essentiel pour maintenir la confiance dans la monnaie. La CBDC pourra faciliter également le transfert de valeur entre des systèmes fragmentés, en appuyant leur interopérabilité, de façon similaire aux systèmes de paiement rapides, mais avec l'avantage supplémentaire de la garantie de l'État. De plus, la CBDC pourra représenter un moyen supplémentaire de paiement, qui améliore la résilience opérationnelle des infrastructures de paiement et qui rend plus facile la distribution et l'utilisation des fonds dans des régions isolées du point de vue géographique, qui disposent d'un accès limité à des infrastructures financières traditionnelles.

## 2. MÉTHODOLOGIE

L'élaboration de cet ouvrage repose sur l'analyse documentaire et systématique des données officielles sur les projets de CBDC. Les principales sources comprennent des rapports internationaux (BRI, FMI, Banque mondiale), des publications universitaires et des documents officiels des banques centrales participant aux initiatives CBDC. L'étude fait une comparaison entre certains modèles de mise en œuvre pour les CBDC *retail* dans diverses régions géographiques, considérant que le système de vente au détail des CBDC

est plus pertinent en termes d'impact sur les systèmes financiers traditionnels et sur la souveraineté monétaire.

De même, l'analyse du comportement de paiement des consommateurs est basée sur les données de l'étude SPACE 2024 sur la zone euro. Cette étude présente une analyse détaillée des tendances sur les paiements en 2024, par rapport aux années précédentes (2019 et 2022), en soulignant les changements dans le comportement des consommateurs par rapport à l'utilisation du numéraire et des paiements numériques. L'étude divise les types de paiement en fonction de leur fréquence, respectivement des paiements quotidiens et récurrents. Cette dernière catégorie comprend les loyers et les taux des crédits, des factures pour les services publics, assurances, frais téléphonie et internet, impôts, abonnements, remboursement des crédits, frais scolaires, entretien des enfants et éducation. A noter, les données ont été rapportées pour les 30 jours antérieurs au sondage. Dans le cas de ce type de paiement, la plus fréquente modalité de paiement utilisée a été le débit direct. La tendance générale indique une transition continue du numéraire vers les modalités numériques de paiement, particulièrement pour les opérations en ligne et les paiements mobiles.

### **3. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

#### **3.1. L'étendue du concept de CBDC**

Il est nécessaire de clarifier la notion de CBDC afin d'établir s'il s'agit d'un instrument indispensable à l'accomplissement des attributions des banques centrales, selon le cadre légal en vigueur, et, dans le même temps, si cet instrument est compatible aux autres fonctions exercées par ces institutions.

Tout d'abord, jusqu'à présent, il n'y a pas de conclusion sur une forme optimale et, d'autant plus, sur une forme optimale au niveau transfrontalier. Cela suppose que, à ce stade, toute définition risquerait d'être inexacte ou anachronique, contrairement au but poursuivi. Par ailleurs, quant à la CBDC *retail*, le problème d'une définition exacte et rigoureuse se pose d'un autre point de vue. En effet, il s'agit de la possibilité *d'accès direct de la population* à une *monnaie digitale* émise par la banque centrale, du point de vue de ces deux caractéristiques (*retail* et *digital*), qui ne peuvent pas être conçues dans une seule catégorie, selon le système actuel d'émission des banques centrales.

Ainsi, les explications des autorités internationales par rapport à ce nouveau concept se concentrent sur le caractère numérique et sur la certitude que l'émetteur doit être la banque centrale. Le problème repose inclusivement sur le fait que la dynamique de l'évolution des formes monétaires, au moins au cours des dernières années, a été plus forte que la capacité du législateur ou des autorités concernées à établir et intégrer une terminologie certaine.

Selon la Banque Mondiale, la CBDC est *une obligation ou une créance envers la banque centrale*, émise en forme numérique, qui peut être utilisée en tant que moyen d'échange et de paiement, convertible en numéraire et en monnaie de banque commerciale sur demande. Les modèles CBDC analysés par la Banque Mondiale dans l'étude *Central Bank Digital Currencies – A Payment Perspective* (2021) examinent le rapport des obligations de la banque centrale, en qualité d'émetteur de monnaie, y compris dans les cas de la distribution indirecte de la CBDC au public, par des fournisseurs intermédiaires. Ainsi, les mêmes auteurs considèrent que, dans les cas où les banques commerciales émettent des passifs acceptés par le public en tant que monnaie numérique qui sont garanties intégralement par des réserves détenues par ces banques auprès de la banque centrale: (i) la monnaie numérique acceptée par le public n'est pas CBDC; (ii) la banque centrale a uniquement des passifs contre les banques commerciales; (iii) les titulaires de la monnaie numérique ont des créances envers les banques commerciales.

Au niveau de l'UE, dans ses communiqués initiaux, la Banque Centrale Européenne (BCE) a associé l'euro numérique et les billets. L'objectif annoncé a été d'offrir aux citoyens la possibilité d'accéder à une forme numérique de monnaie (« *a euro digital equivalent to cash* »), pour consolider l'encre monétaire. Ultérieurement, ces références ont disparu et on en parle à présent des *electronic means of payment*. Il ne s'agit pas uniquement d'une différence de langage, mais plutôt d'une dissemblance quant à la fonction de l'euro numérique, qui lui donne un caractère plus proche des moyens de paiement. Essentiellement, du point de vue de l'utilisation, *la fonction de moyen de paiement* sert au transfert de valeur, tandis que *la monnaie* joue le rôle de réserve de valeur. Les moyens de paiement peuvent avoir aussi une fonction de réserve de valeur, celle-ci restant quand même limitée.

Malgré le fait qu'il aura d'autres caractéristiques, si l'euro numérique est accessible aux destinataires en tant que réserve de valeur, cela conduira à une rivalité entre les banques et la BCE en ce qui concerne les reprises de liquidité (grâce à de meilleurs taux d'intérêt). Les banques s'inquiètent du fait que les dépôts bancaires seront affectés, sur le plan structurel, mais aussi en période de crise, par la clôture des dépôts et leur conversion en euros numériques. En fait, selon les études, la limitation de l'utilisation de la CBDC peut être une mesure pour gérer efficacement le risque de désintermédiation. C'est dans ce contexte que l'idée d'un moyen de paiement a émergé.

Généralement, il y a deux modalités pour limiter la possession de l'euro numérique: (1) la limitation effective et (2) la rémunération – modalités qui augmentent l'écart entre l'euro numérique et le numéraire. De même, la rémunération semble contrintuitive par rapport aux préoccupations en termes de stabilité financière. Ainsi, cette modalité intensifiera la rivalité avec les banques et leurs dépôts (CBDC étant un

actif plus certain comparé à la monnaie scripturale), risque de poser de problèmes du point de vue du droit de propriété et diminuera la distinction entre la monnaie fiduciaire et l'instrument de politique monétaire. Dès lors, la proposition de Règlement de l'UE établissant l'euro numérique ne comprend pas des dispositions sur la rémunération de l'euro numérique.

Il y a trois caractéristiques connues de l'euro numérique, à savoir sa disponibilité pour le public (retail CBDC), le fait qu'il sera un complément pour le numéraire dans la zone euro et une obligation directe de la BCE, au profit des utilisateurs finaux. Même si cela pourra conduire à la conclusion que l'euro numérique devra bénéficier d'un traitement juridique similaire au numéraire, il est nécessaire de souligner que les utilisateurs finaux en auront seulement un accès indirect. C'est pourquoi les services *front-end* seront gérés par des intermédiaires (surveillés).

A présent, on trouve la monnaie de la banque centrale sous la forme du numéraire et des comptes de règlement et réserve détenus par les institutions qui participent aux systèmes de paiements. La banque centrale fournit du numéraire pour donner suite à la demande du public, via les banques commerciales, qui en assurent la distribution par des guichets au sein de leurs succursales et ou des distributeurs (ATM).

Les dépôts de réserve pourront être considérés comme de la « monnaie numérique » dans le sens où ils n'ont pas de représentation physique. Ils sont accessibles aux banques commerciales, mais pas au public. Même si la monnaie actuellement émise par la banque centrale a partiellement une nature numérique, cela ne clarifie pas le contenu de la terminologie de la CBDC. En effet, l'intention est de distribuer la nouvelle monnaie au public et non seulement aux institutions participant aux systèmes de paiement nationaux. D'autre part, la monnaie actuellement fournie par la banque centrale au public a une forme physique.

Dans le même temps, il faut tenir compte du fait que la CBDC sera un produit lancé sur un marché compétitif et rivalisera avec d'autres moyens de paiement traditionnels et nouveaux performants. Selon les banques centrales, leur intention n'est pas de remplacer les moyens de paiement existant avec la CBDC. Dans le même temps, les ressources du public et leur capacité à les dépenser sont limitées. Dans ce contexte, pousser la préférence vers une certaine version se traduit par une forme de concurrence directe par hypothèse. L'élément qui fera la différence entre la CBDC et les autres moyens de paiement ne concerne pas les aspects techniques. C'est plutôt le fait que son émetteur c'est une autorité qui a le pouvoir de réguler et influencer le marché monétaire et des moyens de paiement et peut imposer des règles sur l'utilisation de la CBDC.

Le public n'est pas préoccupé par la politique ou par la souveraineté monétaire quand il dépense ses ressources financières, surtout lorsqu'il dispose de plusieurs moyens de paiement privés, en fonction de leur efficacité. Selon les études, le

comportement en ce qui concerne le paiement dépend de l'âge et du statut socio-économique des utilisateurs. Les personnes âgées de moins de 40 ans ont utilisé le numéraire dans des transactions par POS dans une proportion plus faible que les personnes plus âgées (+65 ans), soit 50% contre 57%. Pourtant, au niveau conceptuel, l'aspect essentiel pour l'individu c'est le contrôle sur ses ressources et la facilité d'emploi, dont il veut en profiter intégralement et arbitrairement - c'est-à-dire que personne ne lui demande de rendre compte de la manière dont il dépense son argent (anonymat). Cet aspect résulte y compris de l'étude SPACE 2024, selon lequel 62% des consommateurs de la zone euro veulent préserver le numéraire comme option de paiement disponible, en dehors des moyens de paiement qu'ils utilisent habituellement. Ce chiffre est augmenté de 2 p.p. par rapport à 2022, ce qui indique le fait que le numéraire est toujours perçu comme un moyen important de paiement, indépendamment de la réduction de son utilisation. Cette préférence est plus évidente en Autriche (45%), en Croatie (41%), en Allemagne (43%), à l'opposé de la Slovaquie (23%), de l'Estonie (19%) et de l'Italie (24).

De plus, l'anonymité est un sujet récurrent dans les discussions sur les préférences des consommateurs sur les moyens de paiement et l'argument le plus souvent invoqué pour soutenir le numéraire (41%, SPACE 2024). Cette notion vise le degré de protection de l'identité et des détails des transactions (i) *par rapport à l'autre partie à la transaction*, (ii) *envers des tiers* et (iii) *du gouvernement*. Le numéraire permet d'effectuer des transactions directement, sans association directe à l'identité du payeur. En revanche, les moyens de paiement numériques impliquent le règlement de la transaction par le biais d'un intermédiaire, de sorte que la possibilité d'identifier une personne en fonction de certaines données ou actions ne peut être éliminée, même lorsque des mesures de protection de la confidentialité sont appliquées.

En reliant les données transactionnelles, soit directement par les institutions financières, soit par leur agrégation par des tiers qui utilisent des méthodes analytiques avancées, il est possible de reconstruire un profil de paiement et de relier les transactions à l'utilisateur. Ainsi, lorsqu'un utilisateur effectue fréquemment des paiements à partir du même compte ou utilise de manière répétée la même méthode de paiement, les institutions financières, les commerçants ou d'autres entités peuvent associer ces données à un profil unique, ce qui limite effectivement le niveau de confidentialité des paiements numériques.

En outre, le caractère programmable des CBDC soulève des questions quant à l'équilibre entre le contrôle des flux financiers par l'État et le respect des droits fondamentaux des utilisateurs. En l'absence de mécanismes de surveillance et de garanties juridiques appropriés, cette technologie risque d'être utilisée pour imposer

des restrictions disproportionnées, ce qui pourrait entraîner des conséquences importantes s'agissant de la liberté économique.

C'est dans ce contexte que se pose la question suivante : la CBDC est-elle un outil créé pour renforcer la liberté économique de l'individu ou un mécanisme imposé, qui la restreint ? En d'autres termes, si l'État met en place une CBDC qui permet la surveillance des transactions, qui restreint arbitrairement les paiements et fait disparaître l'anonymat, nous serions tentés de penser qu'elle devient plutôt un outil de contrôle et pas un outil qui permet l'exercice d'une liberté.

Le développement d'une CBDC nécessite une approche prudente de la collecte et de la gestion des informations personnelles telles que le nom, l'adresse, le code numérique personnel et les détails financiers, y compris l'historique des transactions. Ces données sont essentielles pour fournir des services de paiement aux utilisateurs, mais elles sont également soumises à un cadre législatif strict, conçu pour prévenir les abus et protéger les droits individuels. La nature de ces informations étant extrêmement sensible, il est impératif d'utiliser les principes de *privacy-by-design*<sup>4</sup> dans la conception et le développement du système CBDC, afin que la protection soit intégrée dès le départ dans son architecture technique.

Pour que la CBDC constitue une avancée réelle et légitime, sa conception et sa définition de la CBDC doivent remplir quatre critères fondamentaux : (1) la liberté économique individuelle doit être préservée, (2) il doit s'agir d'un moyen de paiement volontaire, (3) son adoption doit être le résultat d'un processus transparent et démocratique (le processus de réglementation doit comprendre une consultation publique) et (4) elle ne doit pas devenir un mécanisme de contrôle (par conception ou par mise en œuvre).

### **3.2. Les formes de la CBDC**

Les discussions sur les formes de la CBDC font référence à sa capacité d'adressage, en distinguant les projets qui visent le grand public (*retail CBDC*) et les projets qui visent une catégorie déterminée d'institutions, en principe, les titulaires de comptes courants qui ouvrent des comptes auprès de la banque centrale (*wholesale CBDC*).

*Wholesale CBDC* (wCBDC) est similaire aux réserves actuelles, la principale différence étant l'infrastructure technologique utilisée. Cette forme serait moins perturbatrice pour le système actuel car les banques et certains acteurs des marchés financiers ont déjà accès à la monnaie numérique de la banque centrale sous la forme de

---

<sup>4</sup> *Privacy-by-design* signifie que la protection des données est intégrée dans les produits, les services et les systèmes dès la phase de conception ; par défaut, la protection des données des clients est aussi importante que la fonctionnalité.

soldes sur leurs comptes auprès des banques centrales, qu'ils utilisent pour régler les paiements interbancaires.

*Retail CBDC* (rCBDC) pourrait être utilisé comme moyen de paiement par le public. Ce modèle pourrait perturber davantage le système actuel, en fonction de la manière dont il est conçu et de la mesure dans laquelle il entrerait en concurrence avec les dépôts des établissements de crédit. D'autre part, la mise à disposition du public d'une rCBDC sans risque de crédit et de liquidité pourrait améliorer la stabilité et la résilience du système de paiement de détail. En principe, toutes les banques centrales envisagent d'émettre des rCBDC, soit en tant qu'option autonome, soit parallèlement aux wCBDC.

Selon les sondages de la BRI, l'utilisation du rCBDC dans le cas des économies avancées est justifiée par l'efficacité et la sécurité des paiements, mais aussi du point de vue de la stabilité financière. S'agissant des marchés émergents et des économies en cours de développement, l'élément le plus important est l'inclusion financière. En ce qui concerne le wCBDC, les paiements transfrontaliers représentent un élément clé tant pour les économies avancées que pour les marchés émergents.

Pour les modalités de mise en circulation, il y a deux pistes d'analyse : le modèle « direct » (*one tier* CBDC) et le modèle « indirect » (*two tier* CBDC), pour lequel la banque centrale émet la CBDC via des intermédiaires.

Le modèle *one-tier CBDC* suppose que la banque centrale émet la monnaie et en assure les services de paiement correspondants. L'accès au système pourra impliquer une forme d'identification et vérification ou pourra être anonyme. Du point de vue technique, il est possible gérer séparément les informations personnelles des titulaires des comptes, ce qui pourra rendre possible l'anonymisation des informations dans les opérations financières et, par conséquent, la protection des données personnelles, mais aussi une protection accrue contre les cyber-attaques.

Dans le cas de ce modèle (direct), la banque centrale devra ouvrir des comptes pour la population. Même si cette option semble plus claire du point de vue conceptuel (le rapport juridique se déroule entre deux parties définies, donc les droits et les responsabilités peuvent être établies de manière claire et cohérente), cela exclue la participation des entités privées, qui ont de l'expertise dans le domaine des services de paiements. Cette option est aussi la plus coûteuse pour les banques centrales, qui devront gérer intégralement le système, tout en y affectant des ressources énormes.

De plus, à long terme, il est possible que l'absence de l'implication des entités privées empêche la capacité du secteur public de maintenir l'innovation et le progrès technologique. D'ailleurs, cela provoque un risque de centralisation et de conflits d'intérêts potentiels entre la fonction d'administration du registre de la banque centrale et celle de gouvernance monétaire.

La CBDC à deux niveaux (*two-tier*) est basé sur un partenariat public-privé dans lequel la banque centrale émet la CBDC, mais externalise certaines fonctions (ex. la vérification des exigences KYC, AML et la gestion de la relation avec le public, y compris l'ouverture des comptes). Ainsi, la CBDC reste une créance directe envers la banque centrale. De plus, l'infrastructure de distribution vers le public garde les caractéristiques essentielles du système traditionnel de distribution du numéraire, ou les entités privées jouent un rôle principal dans la relation avec l'utilisateur final. La CBDC sera émise et rachetée par la banque centrale indirectement, via des intermédiaires qui représenteront l'interface avec les utilisateurs. L'avantage du modèle intermédiaire repose sur le fait qu'il permet aux banques centrales se concentrer sur leurs fonctions traditionnelles, c'est-à-dire établir la politique monétaire et protéger l'intégrité du système financier, tout en permettant une marge d'action au secteur privé. Si la CBDC est émise par un système opéré intégralement par la banque centrale, il est plus probable que celle-ci soit confrontée à des défis opérationnels et de politique, comme la désintermédiation, par l'exclusion des intermédiaires financiers de l'écosystème CBDC.

Du point de vue technique, le modèle sera basé sur la technologie blockchain ou sur une technologie similaire, qui permet un enregistrement transparent et sûr des transactions. Principalement, la banque centrale pourra émettre une forme numérique de la monnaie officielle, qui sera disponible aux utilisateurs via une application ou d'un portefeuille numérique. Celle-ci pourra être utilisée en ligne et hors ligne, pour la réalisation des transactions, pour effectuer des paiements ou pour économiser.

Le sondage de la BRI publié en 2022, montre que plus de 70% des banques centrales prendraient en compte la mise en œuvre d'un modèle à deux niveaux, qui suppose l'implication des entités privées dans la relation avec le client, y compris en ce qui concerne KYC et AML/CFT, mais aussi la gestion des paiements et ou l'enregistrement des transactions. Le niveau de décentralisation dépendra de plusieurs facteurs, y compris du niveau de compétitivité du marché et de la mesure dans laquelle la banque centrale devra rivaliser avec les PSP du secteur privé, du niveau de développement des PSP ; de la nécessité de maintenir une interaction efficace entre CBDC et les autres instruments de paiement, y compris le numéraire ; et la capacité de la banque centrale de gérer et atténuer les risques associés à la fourniture de services.

Selon le même sondage, 76 % des banques centrales explorent l'interopérabilité avec les systèmes de paiement existantes. Cela permettra aux banques et à d'autres PSP d'effectuer des paiements sans participer à plusieurs systèmes, mais aussi permettra aux utilisateurs finaux à faire des transferts électroniques depuis et dans les comptes CBDC vers ou dans les comptes des institutions de crédit.

S'agissant l'exigence d'authentification des utilisateurs, certaines banques envisagent que la CBDC soit structurée de manière à numériser les soldes des comptes

ouverts auprès de la banque centrale (*account based CBDC*). D'autres banques centrales explorent la CBDC basée sur la valeur (*value based CBDC*), sous la forme des unités numériques stockées dans les portefeuilles électroniques des utilisateurs (ex. cartes ou applications mobiles). La distinction est importante dans la mesure où, dans le cas du modèle basé sur les comptes, en principe, les données ne seront pas anonymes.

La rCBDC peut être *account based* ou *token based*. Les CBDC *account based* supposent l'implication directe de la banque centrale dans toute transaction, permettent aux utilisateurs à détenir des comptes directement auprès de la banque centrale et sont similaires aux soldes bancaires détenus à présent auprès des institutions de crédit. À l'opposé, les CBDC *token based* sont similaires au numéraire et sont plus proches du concept de monnaie, mais impliquent l'opération des transactions par une entité intermédiaire. Du point de vue technique, les CBDC *token based* assurent que la transaction est approuvée par l'émetteur et par le bénéficiaire par l'utilisation d'une paire de clés publiques et privées et par des signatures numériques. Ainsi, il est possible que les banques centrales puissent émettre des jetons via les PSP sans connaître l'identité de leurs détenteurs. Plus précisément, les CBDC *token based* peuvent assurer l'anonymat, ce qui le donne un caractère moins intrusif par rapport aux droits fondamentaux des citoyens. D'autre part, l'exigence d'anonymité peut être limitée pour des raisons comme la nécessité de combattre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme (AML/CFT). La protection de la vie privée peut être offerte graduellement, pour assurer l'équilibre entre les intérêts publics et privés, en fonction des exigences de la législation sur la protection des données et des cadres de gouvernance. Le numéraire est le moyen de paiement universellement anonyme, mais les banques ne sont pas tenues à respecter un mandat spécifique pour émettre des moyens de paiement anonymes et, le plus probablement, ne procéderont pas de cette manière pour répondre au cadre législatif sur le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme (AML/CFT).

Quant aux fonctions de validation et de comptabilisation des transactions, il y a une distinction entre les systèmes CBDC basés sur la technologie des registres distribués (DLT) et ceux qui n'utilisent pas DLT. DLT, parmi lesquelles la plus connue la blockchain, est apparue ces dernières années comme alternative aux technologies basées sur des registres centralisés. DLT est toujours en cours de développement et les autorités restent en général assez prudentes en ce qui concerne les risques (FMI, 2022). C'est pourquoi on n'anticipe pas une intégration totale de cette technologie dans le modèle CBDC, mais plutôt l'utilisation de certains mécanismes spécifiques.

### 3.3. La dynamique des projets CBDC au niveau international

La CBDC a été complètement mise en œuvre au Jamaïque, au Bahamas et au Nigeria, ces deux dernières enregistrant un taux élevé quant à l'utilisation de la CBDC.

Selon le rapport d'*Atlantic Council* du septembre 2024, tous les pays du G20 analysent la CBDC, dont 19 en état avancé d'étude. 13 Etats (ex. Brésil, Japon, Inde, Australie, Russie et Turquie), y compris les Etats fondateurs du BRICS<sup>5</sup>, déroulent des tests pilote. A présent, il y a 44 projets pilote, y compris l'initiative UE pour l'euro numérique. Les Etats membres de l'UE effectuent de plus en plus de tests sur la wCBDC, tant qu'au niveau interne, que dans les transactions transfrontalières.

D'après le même rapport, les projets transfrontaliers pour la *wholesale* CBDC ont doublé depuis l'invasion de la Russie en Ukraine et depuis la réponse aux sanctions imposées par le G7. Parmi ceux-ci, on peut citer le Projet mBridge qui connecte les institutions bancaires de la Chine, Thaïlande, Emirats Arabes Unies, Hong Kong et l'Arabie Saoudite, avec un horizon d'extension vers d'autres pays. Les Etats-Unis participent au projet transfrontalier *wholesale CBDC Project Agorá*, conjointement avec d'autres six banque centrales majeures.

Le Yuan digital (e-CNY) est toujours le plus important projet pilote CBDC au niveau mondial. En juin 2024, le volume totale des transactions s'élève à 7 trillions de e-CNY (986 Mds USD) sur 17 régions chinoises, couvrant des secteurs comme l'éducation, la santé et le tourisme. Cela représente environ une augmentation importante comparé aux 1,8 trillions yuan (253 Mds USD) rapportés en 2023 par la Banque Populaire de la Chine (PBoC).

La plupart des banques centrales au niveau mondial analysent, sous une certaine forme, l'émission de la CBDC. Dans ce contexte, il se pose la question de savoir quel est le facteur qui rend ce phénomène à être quasi-global, vu que les particularités des économies et les étapes du développement des systèmes de paiement sont différentes ? Même si on peut remarquer une tendance commune, pour une analyse plus poussée, on ne peut pas calibrer les facteurs à la même dimension. Cependant, malgré leur caractère ambigu quant à la justification et la détermination, les discussions sur la CBDC progressent. Partant, il faut savoir quel est le *monetary tipping point* ?

Les initiatives suivantes sont importantes pour la compréhension du rationnement qui est à la base de l'émission de la CBDC.

#### *Le Nigeria (eNaira)*

Le 25 octobre 2021, le Nigeria a lancé sa propre monnaie numérique (eNaira). La Banque Centrale du Nigeria (CBN) a publié le document « *eNaira Design Paper* », qui

---

<sup>5</sup> Le Brésil, la Russie, l'Inde, la Chine et l'Afrique du Sud. À partir de 2023, le groupe des BRICS encourage le développement d'un système de paiement alternatif afin de réduire la dépendance à l'égard du dollar américain.

présente les principales raisons qui ont conduit à la mise en œuvre la CBDC. L'exemple du Nigeria est intéressant vu la diversité de justifications qu'il implique.

Le Nigeria est le pays ayant la plus grande population des pays d'Afrique, soit environ 213 M habitants en 2021. Une grande partie de la population n'a pas d'accès à des services financiers formels (environ 38 M personnes). Le Nigeria est, de plus, un pays large en termes de surface, qui comprend des villes, mais aussi des zones éloignées ou peu peuplées. Le gouvernement a mis en place une Stratégie nationale pour l'inclusion financière (NFIS)<sup>6</sup> en 2012, vu que seulement 36% de la population disposait d'un accès aux services financiers. Cette stratégie avait pour objectif ambitieux d'inclusion financière - 95% jusqu'au 2024, par l'amélioration de l'accessibilité, de la diversité et de l'utilisation des services financiers. Cette cible devra être atteinte par la modification et l'extension du système de paiement et du cadre législatif du Nigeria, y compris par l'augmentation du nombre du personnel bancaire et la création des banques de services de paiement (*Payment Service Banks*). Dans ce contexte, eNaira a été introduite pour soutenir et compléter les efforts dans ce sens<sup>7</sup>.

Le système eNaira est structuré à deux niveaux : c'est la banque centrale qui émet et suit l'évidence du eNaira, tandis que les institutions financières interagissent directement avec les utilisateurs pour la distribution, pour rendre faciliter les paiements, pour la résolution des conflits et pour la fourniture d'autres activités (FMI, 2022), y compris la fourniture des services complémentaires pour les clients. La CBN utilise des cadres d'authentification et gestion de l'identité offertes par des opérateurs de paiement existants pour offrir des services financiers au public (Omotubora, 2024).

Afin d'assurer l'intégrité du système financier et pour que le système de paiement eNaira respecte les standards AML/CFT, la CBN a adopté le modèle *account based* CBDC. Par le biais de ce modèle, la CBN peut identifier les de eNaira via les systèmes nationaux d'identification, en utilisant soit le numéro national d'identification (NIN), soit le code vérification bancaire (BVN). La CBN peut déléguer ses responsabilités sur la vérification

---

<sup>6</sup> Dans les documents publiés par de nombreux pays, l'accroissement de l'inclusion financière apparaît comme l'une des principales raisons de l'introduction des CBDC. Par exemple, les Bahamas, le premier pays avoir adopté la CBDC, ont également indiqué l'inclusion financière comme raison principale. Les Bahamas sont confrontés à un défi géographique particulier car le pays est composé de plusieurs îles. Alors que la densité bancaire est assez élevée sur certaines îles, d'autres régions sont peu peuplées et ont une densité bancaire très faible, ce qui réduit l'inclusion financière et rend ces zones plus dépendantes de l'argent liquide. On espère que la CBDC et les faibles coûts associés à son utilisation inciteront davantage de citoyens à l'adopter et augmenteront ainsi l'utilisation des services financiers dans tout le pays.

<sup>7</sup> Pour l'année 2025, la vision du Nigeria pour le système englobe plusieurs tendances émergentes dans les marchés de paiement, y compris les nouvelles méthodes de paiement, l'open banking, l'inclusion financière et numérique, et l'utilisation de la technologie du grand livre distribué (DLT) pour la monnaie fiduciaire. Ces tendances sont directement ou indirectement liées à la CBDC, dont le développement potentiel est également associé à des questions telles que la cybersécurité, l'identité numérique et l'authentification des utilisateurs. (Banque centrale du Nigeria, PSMD Vision 2025).

AML/CFT aux institutions financières et à d'autres fournisseurs de services de paiement, vu que leur capacité d'offrir des services complémentaires aux clients.

S'agissant de l'amélioration de l'inclusion financière, toute personne qui détient un compte bancaire ou pas, peut ouvrir un portefeuille eNaira. Le nombre des plateformes de transactions pour les utilisateurs qui ne détient pas un compte bancaire sont plus réduites, afin de minimiser les risques sur l'intégrité financière. De plus, il a quatre niveaux dans le système de portefeuille individuel eNaira: Niveau 0 (Bronze), Niveau 1 (Argent), Niveau 2 (Or) et Niveau 3 (Platine), chaque niveau ayant de différentes exigences KYC. Pour l'ouverture du niveau 0, destiné aux personnes qui n'ont pas un compte bancaire, il est nécessaire de fournir uniquement un numéro de portable, à condition que le NIN soit ultérieurement vérifié. A l'opposé, le niveau 3 exige un BVN, c'est-à-dire le compte unique de chaque client, reçu lors de l'inscription. Le BVN est lié aux comptes du client auprès les banques nigérianes et est associé aux données biométriques de la personne, y compris les empreintes et l'image du visage (Lee, 2023).

Une autre raison invoquée par la CBN est la simplification des transferts du diaspora (*Facilitate Diaspora Remittances*). En dépit du fait que c'est l'une des raisons le moins invoquées par les banques centrales qui ont adopté la CBDC, certainement cet aspect représente une préoccupation majeure pour les pays qui reçoivent des transferts internationaux importants. Le Nigeria reçoit des flux considérables de fonds (23,8 Mds USD eu 2019) et c'est l'un des pays où les transferts sont assez coûteux. Les frais habituels pour le transfert d'une somme de 200 USD sont compris entre 8 et 19%. Il est attendu que la CBDC rende les transferts plus rapides et moins chères, particulièrement par la diminution ou l'élimination de la nécessité d'utiliser un grand nombre d'intermédiaires financiers dans le processus de transfert.

Actuellement, le traitement des transactions par le système SWIFT, reconnu au niveau international, peut prendre jusqu'à trois jours ouvrables. Le système de règlement brut en temps réel (RTGS) puisse finaliser les transactions instantanément ou en 30 minutes maximum, selon le système. SWIFT et RTGS sont des systèmes distincts, qui peuvent être utilisés pour les paiements de gros montants. Le RTGS est un système national alors que SWIFT est international. Bien que la convergence croissante des systèmes existants tente de rapprocher les paiements nationaux et internationaux, la CBDC présente l'avantage de bénéficier de la garantie de la banque centrale, ce qui réduit le risque de crédit. Cette approche positionne la CBDC comme une alternative de paiement complémentaire, et non comme un substitut aux méthodes de paiement actuelles.

La taille de l'économie informelle du Nigeria a également été l'une des raisons pour l'adoption de l'eNaira. Un secteur informel fort<sup>8</sup> réduit la croissance et la performance économique, en raison des pertes importantes de recettes fiscales, des difficultés à mettre en œuvre les politiques économiques, etc. Dans ce contexte, une CBDC pourrait contribuer à accroître la transparence fiscale, en soutenant l'intégration dans le circuit officiel.

De même, l'économie informelle a été l'une des raisons invoquées par la Banque centrale des Caraïbes orientales (ECCB) pour l'adoption du DCash en mars 2021. Même si les Caraïbes et le Nigeria sont confrontés à des problèmes similaires en termes de numéraire (coûts de sécurisation et de transport, etc.), contrairement au Nigeria, l'objectif de l'ECCB était plutôt de réduire la charge pesant sur les petites entreprises (dont beaucoup sont informelles), qui utilisent exclusivement le numéraire pour éviter des frais élevés. Afin de remédier les coûts liés aux numéraire, l'ECCB affirme que l'utilisation du DCash peut réduire les coûts de manipulation du numéraire. L'objectif est donc associé à un autre argument avancé par la Banque centrale du Nigeria : la réduction des coûts de traitement du numéraire.

Deux autres arguments portent sur l'amélioration de la disponibilité et de l'utilité de la monnaie fiduciaire et le soutien d'un système de paiement résilient. Bien que ces deux raisons ne soient pas fortement soulignées dans les documents de la Banque du Nigeria, elles sont beaucoup plus concrètes dans les motivations d'autres banques centrales. Enfin, un dernier argument mentionné par la banque centrale du Nigeria est la possibilité de transférer des fonds directement aux citoyens dans le cadre de programmes sociaux. Cet argument a été également influencé par l'expérience de la pandémie COVID.

Etant une rCBDC *account based*, eNaira est une CBDC à utilisation générale offerte par la banque centrale directement au public. L'importance d'une rCBDC découle de sa capacité de permettre à la population d'opérer un compte auprès de la banque centrale et d'enregistrer des paiements de la même manière que les transactions effectuées par des comptes bancaires privées.

Néanmoins, ce système a généré des doutes par rapport au fait que la banque centrale agit comme une banque de *retail*, ce qui contredit son mandat en tant que « banque pour les banques », qui doit offrir des services aux intermédiaires financiers sélectionnés en tant que banque du gouvernement. Certainement, dans une interprétation stricte de la législation sur le statut de la banque centrale, celle-ci ne peut pas fournir des services de *retail*. Cependant, selon certaines opinions, l'interprétation de

---

<sup>8</sup> La taille de l'économie informelle fait référence à la taille du secteur économique qui opère en dehors du cadre formel, c'est-à-dire les activités économiques qui ne sont pas officiellement enregistrées, qui ne supposent pas d'impôts, qui ne contribuent pas à la sécurité sociale et qui ne sont pas incluses dans les statistiques officielles du PIB ou de l'emploi.

la législation dans le cas de la CBDC devra se faire à la lumière des principes généraux qui gouvernent la monnaie, mais aussi en fonction du contexte et de la dynamique technologique et institutionnelle. Ainsi, en offrant l'eNaira sous la forme d'une monnaie numérique à cours légal, la banque centrale accomplit son rôle de responsable du bon fonctionnement des systèmes de paiement et émetteur de cours légal. Par contre, il n'est pas clair si une telle interprétation étendue de la législation sur la banque centrale pourra être contestée devant les juridictions nigériennes en raison du fait que la banque centrale n'a pas un mandat express pour émettre la CBDC *retail*. Toutefois, les démarches pour la révision de la législation sur la banque centrale en Chine et le projet UE sur l'euro numérique représentent des exemples de bonnes pratiques pour maintenir la sécurité juridique et la transparence de la démarche.

Immédiatement après son lancement officiel, l'eNaira a connu une croissance rapide - en décembre 2021, la CBN a annoncé qu'elle avait enregistré 583 000 portefeuilles de détail et 83 000 portefeuilles commerciaux, avec des transactions totales qui se lèvent à 188 M eNaira (environ 148 000 USD). En janvier 2022, l'application eNaira avait été téléchargée 694 000 fois à partir de 160 pays et comptait plus de 35 000 transactions. Cependant, en mai 2022, la presse a suggéré que le nombre total de téléchargements était d'environ 700 000 - presque au même niveau qu'au moment du lancement et qu'en octobre 2022, que l'eNaira n'était utilisé que par 0,5 % de la population du pays. En mai 2023, le FMI a révélé que 98,5 % des portefeuilles eNaira étaient inactifs et que la valeur moyenne des transactions n'était que de 923 M eNaira par semaine. L'assimilation de l'eNaira a continué à être lente. Le rapport du FMI (2024) indique que le nombre de portefeuilles eNaira a atteint 13 M, mais que la plupart d'entre eux ont restés inactifs. La majorité des transactions (854 512 au total) ont été effectuées par les consommateurs (vers les commerçants), pour un montant total de 29,3 Mds eNaira. Ces données indiquent que l'adoption de l'eNaira est limitée, ne parvenant pas à atteindre l'échelle et l'interopérabilité avec les systèmes de paiement existants comme envisagé dans le concept de la CBN.

### *La Chine (e-CNY)*

La Chine est la plus grande économie au monde à mener un projet pilote de CBDC (e-CNY), dont les travaux de recherche et développement remontent à 2014, selon un livre blanc publié par la PBoC. La PBoC présente plusieurs considérations pour justifier son initiative, parmi lesquelles le besoin de « diversifier les formes du numéraire mises à la disposition du public par la banque centrale », ainsi que de « répondre à la demande du public en matière d'espèces numériques ».

La PBoC note qu'en 2019, les paiements mobiles ont représenté 66% du total des transactions et 59% du total des transactions *retail*. En revanche, les transactions en

numéraire représentaient 23% des transactions totales et seulement 16% de la valeur des transactions *retail*. D'ailleurs, la PBoC mentionne explicitement la croissance mondiale de l'utilisation des crypto-monnaies et les risques qui y sont associés, y compris par rapport à la sécurité et à la stabilité financières. Par ce projet, la PBoC souhaite remplacer certains moyens numériques privés par la monnaie numérique émise par l'État et à minimiser les risques associés à l'utilisation des crypto-monnaies. La PBoC justifie cette démarche en faisant référence au « mandat de la banque centrale d'assurer l'accès direct du public au numéraire et de maintenir une unité de compte stable à l'ère de l'économie numérique ».

De même, la PBoC invoque comme raison l'amélioration de l'inclusion financière. La Chine est l'une de plus grand pays au monde en tant que surface et englobe des régions éloignées. S'agissant de la population, il y a de catégories du peuple à revenu faible. De ce fait, l'inclusion financière à travers du système traditionnel est assez difficile. Selon la PBoC, les citoyens ne disposant pas d'un compte bancaire pourront ouvrir des portefeuilles numériques e-CNY sans qu'il passer par une banque, l'accès aux services financiers étant possible par l'utilisation de cet outil.

En outre, les touristes étrangers pourront ouvrir des portefeuilles e-CNY et effectuer des paiements en Chine sans ouvrir de compte bancaire local. Afin de promouvoir l'inclusion financière, le système chinois de CBDC a valorisé l'infrastructure de paiement existante, en tenant compte de la domination de deux plateformes de paiement majeures - Alipay (lancée par Ant Group) et Tenpay (lancée par Tencent Group). Ces plateformes sont les principaux fournisseurs de services de paiement numérique *retail* en Chine, chacune comptant plus de 900 M utilisateurs actifs mensuels. Bien que le système CBDC soit distinct des systèmes de paiement numérique de détail couramment utilisés, il a été intégré à ces derniers pour permettre des transactions transparentes et une meilleure extensibilité. En plus d'Alipay et de Tenpay, qui fournissent des interfaces pour accéder au système e-CNY, il est possible d'obtenir des e-CNY par l'intermédiaire des six principales banques d'État chinoises, ainsi que des entités bancaires affiliées aux groupes Tencent et Ant, selon un rapport de recherche de 2023. Il y a aussi d'autres avantages de l'intégration des CBDC par l'intermédiaire de ces géants du paiement : une surveillance et une réglementation plus efficaces des transactions, la possibilité de surmonter les limites potentielles du système des CBDC (par exemple, la faible connectivité à l'internet et l'accès limité aux services bancaires dans les zones rurales).

Un autre facteur important est l'amélioration de la concurrence, de l'efficacité et de la sécurité des paiements de *retail*. Bien que les fournisseurs privés de paiement électronique en Chine aient connu une croissance rapide, ils ne sont pas nécessairement compétitifs et efficaces, en raison du monopole d'Alipay et de WeChat Pay dans le

segment des commerçants. Dans ses documents, la PBoC souligne que la CBDC sera entièrement interoperable avec toutes les entreprises et fournisseurs de services financiers. Ainsi, l'e-CNY permettra à d'autres entreprises, notamment aux banques, de concurrencer Alipay et WeChat Pay en proposant leurs propres applications et interfaces pour permettre les paiements à l'aide de la monnaie numérique e-CNY.

La Chine met en œuvre un système à deux niveaux, dans lequel la PBoC émet des e-CNY et les opérateurs agréés, y compris les banques commerciales et d'autres intermédiaires financiers, sont chargés de fournir des comptes aux consommateurs. Ces opérateurs agréés s'occupent également du processus KYC et sont responsables de la conception et de la gestion des portefeuilles. Cette approche garantit une intégration sans faute d'e-CNY dans l'infrastructure de paiement existante et, par défaut, rend l'e-CNY plus disponible et plus accessible aux utilisateurs. Les détails du système d'exploitation à deux niveaux de l'e-CNY restent inconnus. En particulier, bien que le document de la PBoC publié en juillet 2021 indique que l'e-CNY adoptera une architecture à deux niveaux, l'infrastructure et les caractéristiques d'accès n'ont pas encore été entièrement divulguées au public (Groupe de travail sur la recherche et le développement de l'e-CNY de la Banque populaire de Chine, 2021).

Lors de son lancement, le principal point d'accès au système e-CNY était l'application e-CNY, fournie par la PBoC et accessible aux 851 M utilisateurs de smartphones en Chine en 2019. En août 2023, Mu Changchun, directeur général de l'Institut de la monnaie numérique (PBoC), a déclaré que le système fournit des services au public 24/7, comme indiqué et souligné les principaux objectifs du projet e-CNY : (1) améliorer l'efficacité du système de paiement de la banque centrale, (2) fonctionner comme une sauvegarde pour le système de paiement de détail, et (3) promouvoir l'inclusion financière (Orcutt, 2023). Le document de la BRI n° 123/2022 note que l'e-CNY utilise un lien faible avec le compte bancaire, ce qui permet aux habitants des régions pauvres et reculées de Chine d'obtenir des portefeuilles numériques sans avoir de compte bancaire, élargissant ainsi la couverture des services financiers. La fonctionnalité de paiement hors ligne de l'e-CNY renforce l'inclusion financière en permettant l'accès aux services financiers dans les zones éloignées. Dans le même temps, e-CNY peut réduire le coût et accroître l'accessibilité des services de change parce que la PBoC ne perçoit pas de frais aux opérateurs autorisés ou aux utilisateurs individuels. De plus, comme les transactions en e-CNY sont réglées instantanément, l'efficacité des paiements est améliorée et les entreprises peuvent accroître leurs liquidités.

Bien que le numéro de téléphone mobile enregistré soit associé à des informations d'identité, les lois chinoises sur la protection des informations personnelles interdisent aux opérateurs de télécommunications de partager des informations d'identification

avec la banque centrale ou d'autres opérateurs d'e-CNY, sauf si la loi l'exige. La PBoC peut protéger davantage la vie privée des utilisateurs d'e-CNY grâce à une politique connue sous le nom d'« anonymat géré » (Lee, 2023), un élément de conception distinctif d'e-CNY. Cette politique assure l'anonymat pour les transactions de faible valeur tout en maintenant la traçabilité pour les transactions de grande valeur. Cette approche est conforme à l'objectif de la PBoC de trouver un équilibre entre les attentes du public en matière de respect de la vie privée et la nécessité d'empêcher l'utilisation abusive de l'e-CNY pour des activités illégales. Pour mettre en pratique cet outil, il est possible d'obtenir un compte e-CNY sur la base d'un numéro de téléphone, mais les soldes de ces comptes sont limités. Par exemple, un portefeuille e-CNY créé à l'aide d'un numéro de téléphone enregistré est limité à 2 000 RMB (environ 281 USD) par transaction, à 5 000 RMB (environ 704 USD) par jour et à 10 000 RMB (environ 1 400 USD) par solde cumulé.

La PBoC a mis en place un système de portefeuilles à plusieurs niveaux pour les utilisateurs d'e-CNY, basé sur le principe que plus les informations d'identité réelle fournies par les utilisateurs sont solides, plus les limites de transaction de solde quotidien et de solde cumulé seront élevées. Les utilisateurs d'e-CNY, qu'il s'agisse de particuliers ou de personnes morales, peuvent avoir des limites de transaction variables. Les portefeuilles peuvent être *software*, *hardware* ou d'autres types actuellement à l'essai. Les portefeuilles *software* sont accessibles via les applications mobiles e-CNY (e-CNY app), qui peuvent être téléchargées à partir des magasins d'applications e-CNY dédiés ou utilisées via les applications Alipay et Tenpay en tant qu'interfaces pour la gestion des transactions. Les portefeuilles *hardware* permettent des transactions sans contact, et d'autres options en cours de développement incluent des cartes prépayées réutilisables qui ne sont pas liées à une banque spécifique. Elles pourraient permettre aux utilisateurs à détenir des quantités inférieures d'e-CNY tout en offrant certains avantages en matière de confidentialité (Lee, 2023).

En ce qui concerne la mise en œuvre de l'e-CNY, le rapport de l'Atlantic Council (2022), basé sur des données d'octobre 2021, montre que 123 M portefeuilles individuels et 9,2 M portefeuilles d'entreprise ont été ouverts. Ces portefeuilles ont facilité 142 M transactions, pour une valeur totale de 56 Mds RMB (environ 8,8 Mds USD). Ces chiffres peuvent indiquer que les soldes moyens des portefeuilles individuels étaient d'environ 3 RMB (environ 0,47 USD) et de 31 RMB (environ 4,90 USD) pour les portefeuilles d'entreprise. Le nombre relativement élevé de portefeuilles par rapport aux faibles soldes suggère également que, malgré le grand nombre de portefeuilles ouverts, ils ne sont pas nécessairement utilisés activement pour échanger ou détenir des soldes en e-CNY. Avant octobre 2021, la Chine a lancé un programme pilote pour les CBDC, déployé dans quatre villes, ce qui a conduit à une augmentation rapide de

l'adoption de l'e-CNY dans tout le pays. Les Jeux olympiques d'hiver de Pékin étaient l'occasion idéale de démontrer l'évolutivité de l'e-CNY. De ce fait, le programme pilote a été étendu pour couvrir 10 régions de la Chine en février 2022. Bien que la PBoC n'ait pas fourni de données officielles sur le nombre d'utilisateurs d'e-CNY après octobre 2021, des estimations non officielles indiquent qu'il y avait environ 261 M portefeuilles, y compris des comptes personnels et d'entreprise. À la fin de l'année 2021, la valeur totale des transactions dépassait 87 Mds RMB (environ 13,75 Mds USD).

D'après les données officielles de la PBoC, jusqu'au fin juin 2023, la valeur totale des transactions en e-CNY a atteint environ 1,8 trillions yuani (environ 250 Mds USD). Ce chiffre montre une augmentation significative par rapport aux valeurs rapportés en août 2022 (100 Mds yuan) (Reuters, 2023). A l'occasion d'une conférence organisée le 19 juillet 2023 à Singapour, le gouverneur de la PBoC, Yi Gang, a précisé qu'à cette date, environ 950 M transactions avaient été effectuées par le biais d'environ 120 M portefeuilles numériques. La valeur moyenne d'une transaction est donc d'environ 260 USD. Le gouverneur a également indiqué qu'à la fin du mois de juin, 16,5 Mds de yuan sous forme numérique étaient en circulation, ce qui ne représente que 0,16 % de la masse monétaire M0 (numéraire en circulation) de la Chine (Gang, 2023).

L'adoption du Y-CNY reste quand même assez modeste par rapport à la population de la Chine, qui s'élève à 1,4 Mds habitants. Son utilisation concerne principalement les paiements *retail* internes. Cependant, les autorités chinoises explorent activement l'élargissement de l'utilisation du e-CNY pour les transactions transfrontalières. Par exemple, en décembre 2023, la Chine et le Singapour ont annoncé un programme pilote qui permettra aux touristes en provenance de ces deux pays à effectuer des transactions en e-CNY lors de leur voyage. Cette initiative représente une étape importante de l'internalisation de la monnaie numérique chinoise (SCMP, 2023). En janvier 2023, PBoC a intégré des fonctionnalités de *smart contracts* dans l'e-CNY, élargissant ainsi les cas d'utilisation de la monnaie numérique. Toutefois, la valeur totale des transactions en e-CNY reste nettement inférieure aux volumes traités par certaines des plus grandes blockchains publiques au niveau global.

S'agissant de la perspective internationale, afin de s'aligner aux efforts internationaux visant à améliorer l'efficacité et à réduire les coûts des paiements transfrontaliers, la PBoC envisage de collaborer activement avec le G20 et d'autres organisations mondiales pour étudier la faisabilité de l'utilisation des CBDC pour les paiements transfrontaliers, tout en respectant les principes de la souveraineté monétaire mutuelle. Cet aspect est particulièrement pertinent dans le contexte de la concurrence permanente entre la Chine et les Etats-Unis dans le cadre du système monétaire international. L'approche de la Chine vise à interdire les crypto-monnaies et à développer activement une CBDC, tandis que les États-Unis sont plutôt orientés vers une

réglementation prudente des crypto-monnaies, alors que les discussions sur la mise en place d'un éventuel dollar numérique ont commencé en 2020. Bien que la Chine et les États-Unis adoptent des approches réglementaires différentes à l'égard des crypto-monnaies et des CBDC, il est clair que les CBDC ont le potentiel d'influencer l'ordre monétaire mondial alors que les deux plus grandes économies du monde rivalisent pour la suprématie dans le système monétaire international.

Dans le contexte des tensions géopolitiques et de la rivalité entre les plus grandes économies du monde, l'essor de l'e-CNY est considéré comme le défi le plus intéressant pour la domination du dollar. Les États-Unis s'inquiètent de l'émergence des CBDC étrangères, car elles pourraient mettre en péril la domination du dollar et affaiblir considérablement leur capacité à utiliser les sanctions économiques comme outil de politique étrangère à l'avenir. Les États-Unis ont entretenu des relations étroites avec la BRI et participent actuellement à plusieurs initiatives visant à améliorer le système de paiement international actuel. Ces relations de coopération contribuent implicitement à renforcer la position dominante du dollar. On s'attend à ce que la Chine cherche à exercer une influence comparable dans les organismes internationaux tels que la BRI à mesure que le cadre des transactions transfrontalières des CBDC se développe. Les décisions cruciales en matière de protection de la vie privée, les mécanismes de lutte contre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme et les sanctions financières seront également influencés par ce changement de pouvoir.

En raison de la nature particulière des CBDC, qui constituent un écosystème complet et non seulement une solution technologique, l'élaboration de normes adaptées devrait refléter le cadre existant des infrastructures financières et la concurrence actuelle entre les États-Unis et la Chine en matière de devises.

L'exploration internationale croissante des CBDC pourrait conduire à l'émergence d'un réseau de CBDC d'une complexité technologique et réglementaire élevée. Si, en principe, la technologie peut potentiellement favoriser la confiance et l'efficacité, l'option d'utiliser la technologie de la blockchain suggère également que le réseau des CBDC pourrait être décentralisé et non coordonné (Wang et Gao, 2024). Chaque pays pourra agir selon ses propres intérêts, ce qui pourrait perturber l'équilibre des pouvoirs entre les différents acteurs, conduisant à un système financier international plus fragmenté. Ainsi, le manque d'harmonisation pourrait conduire à des politiques étatiques disparates.

#### *Le Canada – le projet CBDC*

Plusieurs pays ayant des marchés financiers développés (Canada, Japon, Singapour et États-Unis) ne prévoient pas d'adopter la CBDC à court terme. Cependant, ceux-ci continuent à explorer cet outil pour qu'elles soient en mesure de l'émettre si la situation

l'impose. Autrement dit, la CBDC est perçue par les banques centrales comme un instrument défensif en cas d'évolution négatives dans leurs juridictions. Quant à cette perspective, les documents de la Banque du Canada sont assez clairs par rapport aux conditions dans lesquelles le gouvernement déciderait effectivement d'introduire la CBDC.

La première condition qui pourra conduire la Banque du Canada à introduire la CBDC est la baisse de l'utilisation des billets jusqu'au point où le numéraire ne pourra plus être utilisé comme option dans les transactions. Cette raison coïncide avec l'une des justifications invoquées par la Banque du Nigeria, soit l'amélioration de l'accès et de l'utilisation de la monnaie de la banque centrale. Plusieurs banques centrales savent que la seule forme de monnaie fiduciaire disponible aux ménages et aux PME est le numéraire. Au fur et à mesure que l'utilisation du numéraire diminue, celui-ci pourra se rarifier à un tel point qu'il sera difficile à obtenir pour la plupart des économies.

Même si la plupart de personnes perçoivent l'augmentation du poids des paiements électroniques comme un aspect positif en son ensemble, il faut prendre en compte le fait que ces paiements utilisent la monnaie numérique sous la forme des dépôts bancaires. Cela signifie qu'il y a un risque implicite associé à la monnaie – le fait que les banques qui offrent ces dépôts peuvent être en difficulté financière et être par la suite incapables à rembourser les dépôts à la valeur intégrale. Dans une telle situation, le public doit avoir une alternative sûre : le numéraire émis par la banque centrale, voir une monnaie qui ne dépend pas de la solidité d'une institution de crédit. Toutefois, avec la diminution de l'argent liquide, l'État risque de ne plus pouvoir remplir une fonction essentielle : garantir la valeur et la stabilité de la monnaie. En effet, même si les banques sont confrontées à des problèmes financiers moins souvent, la gravité de ces problèmes peut augmenter dès lors que le numéraire se rarifie ou disparaît complètement.

Une deuxième évolution qui pourra déterminer la Banque du Canada à introduire la CBDC sera l'adoption à grande échelle d'autres monnaies numériques alternatives par le secteur privé, qui pourraient être utilisées en tant que moyen de paiement, unité de compte, devenant ainsi de sérieux concurrents du dollar canadien (Banque du Canada, 2020).

En d'autres termes, si une telle alternative devenait un rival sérieux du dollar canadien, la Banque du Canada se tournerait vers la CBDC pour maintenir sa monnaie fiduciaire comme premier choix pour les paiements des ménages et des entreprises. La récente prolifération du nombre et des types de monnaies alternatives, en particulier les crypto-monnaies et les *stablecoins*, a attiré l'attention des banques centrales. L'un des changements les plus importants est que de plus en plus les personnes considèrent les crypto-monnaies et les *stablecoins* comme des méthodes légitimes de stockage de valeur, et pas seulement comme des actifs spéculatifs à court terme.

Une autre raison parfois invoquée par les pays développés pour la mise en place de la CBDC est la promotion d'un système de paiement compétitif (ex la Suède et les Etats-Unis). Le traitement des paiements est une activité à faible marge, à volume élevé et peut faire l'objet des monopoles ou d'un risque de concentration élevé. Les systèmes de paiement électronique privés ont donc tendance à évoluer naturellement vers des monopoles, ce qui entraîne inévitablement une baisse de la qualité du service et une augmentation des coûts des transactions. Un système de paiement basé sur une CBDC géré par la banque centrale peut introduire une discipline concurrentielle dans un système de paiement privé très concentré.

#### *Le projet de l'UE sur l'euro numérique*

Le projet euro numérique est une réponse à la numérisation de la monnaie et aux changements majeurs qu'elle a entraînés, tels que la fragmentation de la monnaie (Parlement européen, 2022) et le fait que la monnaie devient plus diversifiée et plus compétitive. L'émergence de monnaies virtuelles telles que les crypto-monnaies et les jetons montrent que la diversification de la monnaie est évidente. Dans le même temps, la concurrence dans la création de monnaies émergentes s'intensifie, car à l'ère du numérique, presque toute personne ayant accès aux crypto-monnaies et aux compétences informatiques a la capacité de créer sa propre monnaie numérique.

Les documents d'évaluation de l'impact sur le paquet législatif sur l'euro (Commission européenne, 2023) justifient la nécessité de cette approche en expliquant trois tendances :

a) une réduction de l'utilisation du numéraire dans les paiements de détail et une modification des préférences des consommateurs et des entreprises en matière de moyens de paiement

b) L'absence d'une CBDC largement disponible et utilisable pourrait réduire la confiance dans la monnaie, ce qui affaiblirait la stabilité financière et la souveraineté monétaire de l'UE, et

c) La confiance accrue dans des solutions privées, y compris la possibilité d'utiliser des stablecoins mondiaux libellés dans des monnaies autres que l'euro, pourrait réduire le rôle de l'euro, ce qui pourrait progressivement porter atteinte à la souveraineté monétaire de l'Eurosystème.

De même, dans son avis, la Banque centrale européenne fait valoir que les règlements proposés pour établir l'euro numérique et renforcer son statut de cours de paiement sont essentiels pour garantir que la monnaie de banque centrale, en tant qu'ancrage monétaire, s'adapte aux changements technologiques et aux comportements de paiement qui entraîne une augmentation des paiements numériques et contribuer à

préserver la stabilité du système monétaire dans une économie et une société numérisée (BCE, 2023).

Euro numérique est une initiative stratégique de l'UE visant à soutenir la mise en œuvre de principales politiques européennes, en particulier celles liées à la protection des données personnelles, à l'accessibilité et à l'inclusion financière. En ce qui concerne la protection de la vie privée, l'initiative vise à assurer un niveau élevé de protection des données personnelles. La conception de la monnaie numérique minimise le traitement des données personnelles par les prestataires de services de paiement et la BCE, garantissant ainsi la protection de la vie privée des utilisateurs. Les paiements hors ligne bénéficieront d'un niveau de confidentialité comparable à l'utilisation du numéraire. De ce fait, ni la BCE ni les banques centrales nationales ne seront en mesure d'identifier les utilisateurs à travers des données collectées.

En termes d'accessibilité, sa conception facilitera son utilisation par les personnes handicapées ou qui ont de compétences numériques réduites, ainsi que par les personnes âgées. Cela reflète l'engagement de l'Union à garantir l'égalité d'accès aux nouvelles technologies pour tous ses citoyens.

En termes d'inclusion financière, l'initiative s'appuie sur les principes de la Directive 2014/92/UE sur les comptes de paiement, garantissant un accès universel aux services de paiement de base. Les établissements de crédit seront tenus de fournir des services en euros numériques à la demande des clients. Les personnes qui ne sont pas clientes de ces établissements bénéficieront d'un accès gratuit aux services de base par l'intermédiaire d'entités publiques (par exemple, par la poste).

La législation sur les services de paiement sera révisée pour inclure la monnaie numérique émise par les banques centrales comme forme de fonds éligible pour les transactions de détail. La Commission européenne a également adopté un paquet législatif visant à faciliter les paiements instantanés en euros et à garantir que tous les citoyens et entreprises de l'UE aient accès à des services financiers rapides et efficaces.

Du point de vue de la lutte contre le blanchiment d'argent et le financement du terrorisme, l'euro numérique respectera un cadre fondé sur l'évaluation des risques et l'exclusion d'un anonymat complet, en garantissant dans le même temps un niveau élevé de confidentialité pour les paiements hors ligne. Les transactions en ligne seront soumises aux mêmes règles strictes de confidentialité et de prévention des abus, conformément aux dispositions du cadre juridique et à la stratégie de l'UE en matière de données ouvertes. En outre, le portefeuille européen pour l'identité numérique offrira aux utilisateurs la possibilité de procéder à une authentification stricte, ce qui permettra l'intégration et l'interopérabilité de l'euro numérique avec d'autres solutions technologiques disponibles sur le marché de l'UE.

L'initiative sur l'euro numérique est aussi un instrument stratégique pour le renforcement de l'autonomie ouverte de l'UE. Celle-ci est alignée aux initiatives visant à promouvoir le rôle international de l'euro et sur les objectifs visant à garantir une économie numérique résiliente, ouverte et inclusive. Les réglementations relatives aux marchés numériques (adoptées en septembre 2022) seront intégrées pour garantir un accès équitable et l'interopérabilité des composants *hardware* et *software* nécessaires à l'utilisation de l'euro numérique. Par cette initiative, l'UE réaffirme son engagement à promouvoir une économie numérique innovante, sûre et accessible à tous les citoyens, conformément aux valeurs européennes fondamentales.

#### 4. CONCLUSIONS

Même si les institutions de crédit et certaines institutions financières ont accès à la monnaie numérique de la banque centrale (les réserves bancaires), plusieurs banques centrales savent que la seule forme de monnaie de la banque centrale disponible au public est le numéraire. Alors que l'utilisation du numéraire diminue - en raison de la prévalence croissante de méthodes de paiement numériques plus pratiques et plus accessibles, l'épargne peut atteindre un point où le numéraire devient difficile à obtenir.

Si l'essor des paiements numériques de détail est généralement considéré comme positif, il est important de noter que ces paiements sont basés sur une monnaie scripturale sous la forme de soldes de comptes bancaires. Cela crée un risque de défaillance. Plus précisément, les banques qui offrent ces dépôts peuvent rencontrer des difficultés financières qui les empêchent de rembourser ces dépôts à leur valeur intégrale. Dans ce cas, il est nécessaire que les gens aient une alternative sous la forme d'une monnaie fiduciaire dont la valeur est certaine.

Le traitement des paiements est une activité à faible marge et à volume élevé, qui tend naturellement vers des niveaux élevés de concentration du marché, voire vers des monopoles. Par conséquent, les systèmes de paiement électronique privés peuvent évoluer vers des structures monopolistiques, ce qui se traduit par une baisse de la qualité des services et par l'augmentation des coûts des transactions. De ce point de vue, l'une des raisons pour lesquelles une CBDC peut être bénéfique est son potentiel à introduire une discipline concurrentielle dans un système de paiement privé très concentré. Un système de paiement basé sur une CBDC et géré par la banque centrale pourrait atténuer les tendances monopolistiques et promouvoir de meilleurs résultats pour les consommateurs et les entreprises.

L'émergence de monnaies virtuelles telles que les crypto-monnaies et les jetons détermine une diversification des formes de monnaie. Dans le même temps, la concurrence pour la création de nouvelles formes de monnaie s'intensifie. À l'ère

numérique, pratiquement toute personne ayant des connaissances en cryptographie et en informatique peut créer sa propre monnaie numérique. Ce débordement de l'innovation redessine le paysage financier, offrant aux consommateurs un plus large éventail d'options pour la gestion et l'utilisation de la monnaie numérique.

L'augmentation récente du nombre et des types de monnaies alternatives, en particulier les crypto-monnaies, a captivé l'attention des banques centrales. L'un des changements les plus significatifs dans le paysage des monnaies alternatives est que de nombreuses personnes considèrent désormais ces monnaies comme des réserves de valeur, plutôt que comme de simples actifs spéculatifs. En outre, la transition d'un modèle de *proof-of-work* (lent, coûteux et nuisible à l'environnement) à un modèle de *proof-of-stake* (plus rapide, moins coûteux et plus écologique) a rendu ces monnaies beaucoup plus attrayantes.

L'évolution de la dynamique de la monnaie, induite par le déclin de l'utilisation des espèces, la concentration des systèmes de paiement privés et la montée en puissance des monnaies numériques alternatives, souligne la nécessité d'innovation de la part des banques centrales. La CBDC offre une solution pour répondre à ces défis en assurant la disponibilité continue de monnaie sans risque émise par la banque centrale, en stimulant la concurrence dans les systèmes de paiement et en maintenant la confiance du public dans le système monétaire dans une économie de plus en plus numérisée.

Si la technologie favorise l'efficacité et la confiance, l'absence d'un cadre réglementaire coordonné pour l'utilisation transfrontalière des CBDC peut conduire à la fragmentation, à une concurrence monétaire accrue et à une reconfiguration des pouvoirs entre les États. Les projets de CBDC doivent trouver un équilibre entre l'innovation technologique et la protection des libertés économiques et des droits fondamentaux des utilisateurs. À l'avenir, la réussite de la mise en œuvre des CBDC dépendra de la capacité des États à garantir l'interopérabilité, la sécurité des données et le maintien de la souveraineté monétaire dans un écosystème financier mondial de plus en plus décentralisé.

## 5. RÉFÉRENCES

[ATLANTIC COUNCIL](#). 2024. L'état des monnaies numériques de banque centrale : suivi des progrès à l'échelle mondiale, septembre.

[ATLANTIC COUNCIL](#). 2022. A Report Card on China's Central Bank Digital Currency: the e-CNY, mars.

[BANQUE CENTRALE EUROPÉENNE](#). 2023. Avis BCE CON/2023/34.

[BANQUE CENTRALE EUROPÉENNE](#). 2024. Étude sur les attitudes des consommateurs de la zone euro en matière de paiement (SPACE).

- BANQUE DES RÈGLEMENTS INTERNATIONAUX. 2022. CBDCs in emerging market economies, Monetary and Economic Department, No 123, avril.
- BANQUE DU CANADA. 2020. Planification d'urgence pour une monnaie numérique de banque centrale, 25 février.
- BANQUE MONDIALE. 2021. Monnaie numérique de banque centrale : une perspective sur les paiements, pp. 12–13.
- BERCEA, L. 2017. Prețul constă într-o sumă de bani. De la moneda de cont la "moneda" virtuală (și înapoi). *Revista Română de Drept Privat* 3: 63–74.
- CATILLON, V. 2023. La nature monétaire des cryptomonnaies. Presses Universitaires d'Aix-Marseille, pp. 46–65.
- BANQUE CENTRALE DU NIGÉRIA. 2022. PSMD Vision 2025. Abuja : Central Bank of Nigeria
- COMMISSION EUROPÉENNE. 2023. Document de travail des services de la Commission – Rapport d'évaluation d'impact accompagnant les propositions de règlement sur l'euro numérique. SWD(2023) 233 final, 28 juin.
- COMMISSION EUROPÉENNE. 2024. Revue de la stabilité financière et de l'intégration européenne (EFSIR). SWD(2024) 148. Bruxelles : Commission européenne.
- FONDS MONÉTAIRE INTERNATIONAL. 2022. Dans les coulisses des monnaies numériques de banque centrale : tendances émergentes, enseignements et orientations politiques. *Fintech Notes* 2022/004, par BECHARA, M., BOSSU, W., CHE, N., KIFF, J., LUKONGA, I., MANCINI-GRIFFOLI, T., SUN, T. et YOSHINAGA, A.
- FONDS MONÉTAIRE INTERNATIONAL. 2022. Un nouveau choc et peu de marge de manœuvre, avril.
- FONDS MONÉTAIRE INTERNATIONAL. 2024. Nigeria : Consultation au titre de l'Article IV pour 2024 – Communiqué de presse ; rapport des services ; déclaration de l'administrateur pour le Nigeria. Rapport de pays no. 24/102, mai.
- GANG, Y. 2023. Fireside Chat and &A, 19 juillet 2023, [https://www.youtube.com/watch?v=TooieuEG\\_wCk](https://www.youtube.com/watch?v=TooieuEG_wCk).
- GROUPE DE TRAVAIL SUR L'E-CNY DE LA BANQUE POPULAIRE DE CHINE. 2021. Progrès de la recherche et du développement de l'e-CNY en Chine (Livre blanc), juillet.
- HUBER, J. 2023. *The Monetary Turning Point: From Bank Money to Central Bank Digital Currency (CBDC)*, 1re éd. Londres : Palgrave Macmillan.
- LEE, E. 2023. Advancing Digital Economy and Financial Inclusion through Central Bank Digital Currencies: A Comprehensive Analysis of Policies and Legal Implications through e-CNY and eNaira. *African Journal of International and Comparative Law* 33 (1).

- LEMKE, C.M. 2024. Function follows Form or Form follows Function – The Legal Nature of CBDC, février.
- OMOTUBORA, A. 2024. Same Naira, More Possibilities! Assessing the Legal Status of the eNaira and Its Potential for Privacy and Inclusion. *Journal of African Law*.
- ORCUTT, M. 2023. What’s Next for China’s Digital Currency? *MIT Technology Review*, 3 août.
- PARLEMENT EUROPÉEN. 2022. L’euro numérique : implications politiques et perspectives. Étude demandée par la commission ECON. Département des politiques économiques, scientifiques et de qualité de vie. PE 703.337 – janvier.
- PROPOSITION DE RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL ÉTABLISSANT L’EURO NUMÉRIQUE. 2023, {SEC(2023) 257 final} - {SWD(2023) 233 final} - {SWD(2023) 234 final}.
- REUTERS. 2023. China’s digital yuan transactions seeing strong momentum, says c-bank gov Yi, 19 juillet.
- SCMP. 2023. China and Singapore allow each other’s tourists to pay with digital yuan as Beijing seeks to globalise its e-CNY, *South China Morning Post*.
- WANG, H., GAO, S. 2024. The Future of the International Financial System: The Emerging CBDC Network and Its Impact on Regulation. *Regulation & Governance*, 18, pp. 288–306.

# Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou

**Vincent ZOMA**

Université Joseph Ki-Zerbo, Département de Géographie  
*vincent.zoma@ujkz.bf*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	103
2. MÉTHODOLOGIE.....	104
2.1. Zone d'étude.....	104
2.2. Collecte des données.....	105
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	105
3.1. Diversité d'activités et d'acteurs autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo.....	105
3.2. Évaluation des impacts des activités périphériques sur la biodiversité du Parc Urbain Bangr-Wéogo : bénéfices économiques et défis environnementaux.....	111
3.3. Quelles stratégies d'atténuation des conséquences négatives des activités autour du parc urbain de Ouagadougou ?.....	114
4. CONCLUSIONS.....	116
5. RÉFÉRENCES.....	116

## Citer ce document :

ZOMA, V. 2025. Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou. Cinq Continents 15 (31): 101-117.

## **Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou**

Vincent ZOMA

**Ecological consequences of socio-economic activities around the Bangr-Wéogo Urban Park on the preservation of biodiversity in Ouagadougou.** The Bangr-Wéogo Urban Park (PUBW) is surrounded by various activities that threaten the preservation of its biodiversity. This article examines the impact of the surrounding socio-economic activities on the local biodiversity of the PUBW. This investigation, based on documentary research, direct observation in the field, a survey and semi-directive interviews with those involved in these human activities around the park, managers and local residents, shows that the park, although essential, is under increasing pressure. The main activities identified include market gardening, nursery production and sales, and various other commercial activities. Although these activities are beneficial to local people's incomes, they pose significant ecological challenges, such as pollution, destruction of flora and disturbance of fauna. Park stakeholders recognise the economic benefits, but stress the need for mitigation strategies, such as reclassification of the park and greater support from local authorities, to preserve biodiversity while allowing human activities to co-exist harmoniously.

**Keywords:** socio-economic activities, biodiversity, Bangr-Wéogo Urban Park, Ouagadougou.

**Conséquences écologiques des activités socio-économiques autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo sur la préservation de la biodiversité à Ouagadougou.** Le Parc Urbain Bangr-Wéogo (PUBW) est entouré de diverses activités qui menacent la préservation de sa biodiversité. Cet article examine alors l'impact des activités socio-économiques environnantes sur la biodiversité locale du PUBW. Cette investigation, fondée sur une recherche documentaire, une observation directe sur le terrain, une enquête et des entretiens semi-directifs avec les acteurs de ces activités humaines autour du parc, les gestionnaires et les riverains, démontre que le parc, bien qu'essentiel, subit des pressions croissantes. Les principales activités identifiées incluent le maraîchage, la production et la vente de pépinières, ainsi que diverses autres activités commerciales. Bien que ces activités soient bénéfiques pour les revenus des habitants, elles posent des défis écologiques importants, tels que la pollution, la destruction de la flore et la perturbation de la faune. Les acteurs du parc reconnaissent les avantages économiques tout en soulignant la nécessité de stratégies d'atténuation, telles que la reclôture du parc et un meilleur soutien des autorités locales, afin de préserver la biodiversité tout en permettant une coexistence harmonieuse des activités humaines.

**Mots clés :** activités socio-économiques, biodiversité, Parc Urbain Bangr-Wéogo, Ouagadougou.

## 1. INTRODUCTION

La conception des espaces verts n'est plus uniquement dictée par des considérations hygiénistes et esthétiques, ni par des mesures de lutte contre la pollution. Désormais, ces espaces ont pour vocation de permettre la contemplation des espèces végétales et animales, de favoriser le contact avec la nature et de préserver la biodiversité (Erard, Clergeau, 2008). Cette approche ajoute une nouvelle dimension à l'aspect social, culturel, historique et esthétique des espaces verts. L'objectif pour les paysagistes contemporains est donc d'accroître la biodiversité et de diversifier les usages de ces espaces. En effet, les pratiques au sein des espaces verts, tels que les parcs urbains, ont évolué et se sont complexifiées, créant des liens entre les individus et reflétant un rapport à la nature différent de celui du XIX<sup>e</sup> siècle (Bourdeau-Lepage, 2019).

Les parcs urbains sont des entités essentielles de la ville, apportant des informations sur une nature spécifique et constituant des espaces aménagés et appropriés par les usagers. Ils sont décrits comme des « espaces inédits, instruments de l'ouverture et réponses aux enjeux de l'habitabilité de la ville » (Denef, 2011 : 272). En plus de leur fonction urbanistique, ils jouent un rôle aérant et structurant au sein du tissu urbain et répondent à une demande croissante de nature en ville (Boutefeu, 2007). Situés au cœur des villes, ces parcs deviennent des lieux centraux des activités urbaines, générant des revenus pour les riverains qui les entourent. Ces interactions modifient l'organisation de ces espaces (Bondaz, 2011).

Cependant, les défis de la gestion des parcs urbains et leur impact potentiel sont particulièrement prononcés dans les régions en voie d'urbanisation rapide comme l'Afrique subsaharienne (Smith et al., 2004). L'urbanisation galopante dans cette partie de ce continent, accroît les besoins des populations urbaines, les poussant à occuper des espaces publics pour des activités socio-économiques essentielles à leur survie quotidienne (Förster, Ammann, 2018). Ainsi, la notion d'espace vert se heurte à des problématiques complexes qui influencent la place et l'importance qui lui sont accordées.

Au Burkina Faso, comme dans d'autres pays d'Afrique tropicale, la disparition des ressources naturelles, notamment végétales, a conduit à la création d'espaces protégés pour préserver l'environnement. Ces aires protégées, censées être moins anthropisées et épargnées de l'exploitation abusive, subissent néanmoins des pressions croissantes dues à l'augmentation de la population et à ses besoins pressants (Gnoumou et al., 2008). Le Parc Urbain Bangr-Wéogo (PUBW) à Ouagadougou, aménagé depuis l'époque coloniale et rétrocédé à la Commune de Ouagadougou en 2001 dans le cadre de la décentralisation (Commune de Ouagadougou, 2004), en est un exemple. Ce parc constitue un refuge pour de nombreuses espèces (Ouoba, 2006), mais il est entouré

d'activités diverses qui menacent la préservation de sa biodiversité.

Il est donc essentiel d'analyser les conséquences écologiques des activités autour du PUBW sur la préservation de sa biodiversité. Ce travail vise spécifiquement à décrire les activités menées autour du PUBW, à déterminer leurs effets sur la préservation de la biodiversité du parc et à examiner les stratégies pour atténuer ces impacts.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1. Zone d'étude

La ville de Ouagadougou, située au cœur du Burkina Faso, se trouve entre les parallèles 12°20' et 12°25' de latitude nord et les méridiens 1°27' et 1°35' de longitude ouest. Au centre de cette commune se trouve le Parc Urbain Bangr-Wéogo (PUBW), une forêt urbaine d'environ 260 hectares, constituant une des principales réserves forestières de la ville, avec quelques autres espaces verts (Figure 1).

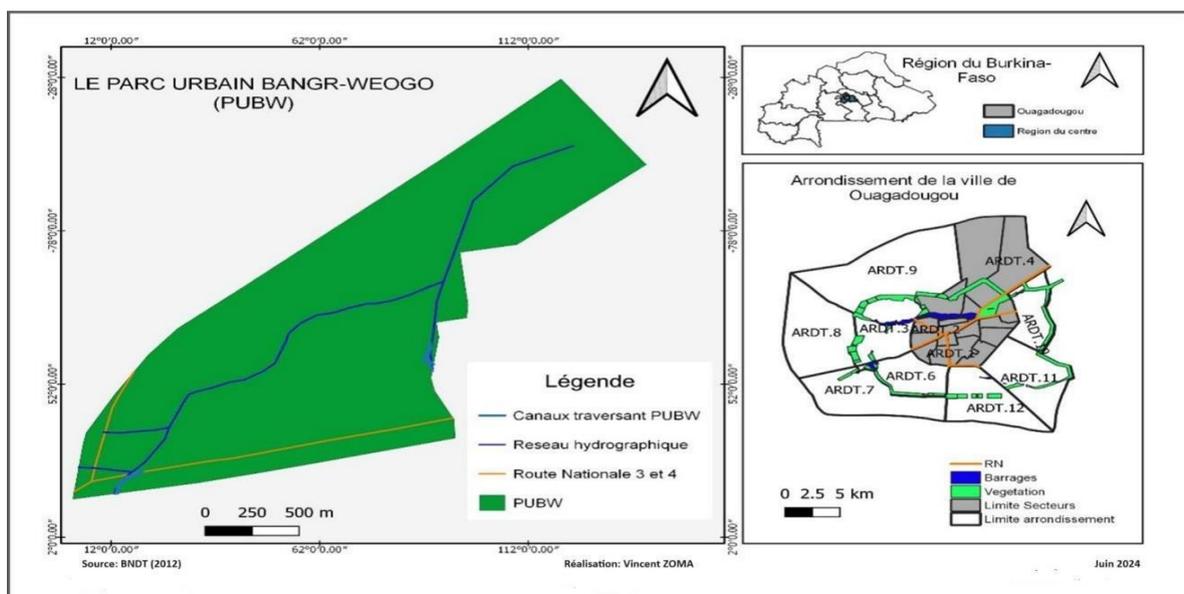


Figure 1. Zone d'étude

Le PUBW, une forêt en partie boisée et aménagée pour la promenade et l'agrément, se révèle également être un espace d'acquisition du savoir. Géré par la Commune de Ouagadougou à travers la Direction des aménagements paysagers des parcs de la commune de Ouagadougou, sous la tutelle de la Direction générale des services municipaux, ce parc a été conçu et aménagé dans les années 1935 pour offrir aux colons un lieu de promenade (Tondé, 1994). Situé au secteur 21 de l'arrondissement 5, entre la RN3 et la RN4, il est au cœur de la ville la plus peuplée du Burkina Faso (Bamogo, 2023). Ce parc possède une riche biodiversité, avec plus de 360 espèces végétales et 60 espèces

animales, constituant un véritable microcosme (Gnoumou et al., 2008). Il procure divers biens et services à la population ouagalaise, incluant des services écosystémiques, des espaces de détente et de loisirs, ainsi que des lieux d'apprentissage et d'activités génératrices de revenus. Ce parc, véritable poumon vert de la capitale, joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de la ville de Ouagadougou et suscite un intérêt accru en raison de sa dimension interdisciplinaire, touchant à la géographie, l'histoire, la culture, et l'ethnologie.

## **2.2. Collecte des données**

En plus de la recherche documentaire et de l'observation directe sur le terrain, la collecte des données pour cette recherche, réalisée en avril 2024, combine une approche quantitative et qualitative. L'enquête quantitative, basée sur un choix raisonné non probabiliste, a été menée auprès de 140 acteurs exerçant des activités autour du parc, incluant des maraîchers, vendeurs de légumes et fruits, pépiniéristes, gestionnaires de parkings, ainsi que des riverains. Les enquêtes, administrées via le logiciel Kobotoolbox, ont permis d'identifier les types d'activités et leurs impacts sur la biodiversité.

Des entretiens semi-directifs ont également été menés avec les responsables du parc, de la direction des opérations relevant du ministère de l'Environnement, des riverains et des acteurs exerçant des activités socioéconomiques autour du parc, sélectionnés pour leur rôle direct dans la gestion et la coordination des activités. Ces échanges ont apporté des insights précieux sur les conséquences des activités humaines sur la préservation de la biodiversité du PUBW.

## **3. RÉSULTATS ET DISCUSSION**

### **3.1. Diversité d'activités et d'acteurs autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo**

Plusieurs activités se déroulent autour du PUBW, impliquant divers acteurs qui modifient son visage. Parmi ces activités figurent la culture maraîchère, la production et la vente de pépinières, la vente de fruits et légumes, la gestion de parkings et la vente de divers articles.

#### *3.1.1. Maraîchage au cœur des activités environnantes du PUBW: analyse des pratiques et des problématiques*

La culture maraîchère, pratiquée principalement dans la partie ouest du parc, est l'activité la plus dominante autour du PUBW. Elle emploie 54% des acteurs enquêtés, produisant diverses cultures telles que les feuilles d'amarante, d'épinard, les choux, les carottes, les tomates et les oignons (Figures 2a et 2b).



Figure 2a. Maraichage au Nord-Ouest du Parc Figure 2b: Maraichage au Sud-Ouest du Parc

Les maraîchers, installés depuis plus de dix ans, vendent leurs produits aux habitants de Ouagadougou, générant ainsi des revenus pour subvenir à leurs besoins quotidiens. 75,93% des maraîchers ont choisi ce site en raison du manque d'espace et de la nécessité de subvenir à leurs besoins, tandis que 18,51% se considèrent comme autochtones ayant toujours exploité ces terres. Cependant, ils rencontrent plusieurs difficultés, notamment la destruction des cultures par les animaux du parc, les menaces de déguerpissement pour des projets d'utilité publique, le manque d'accompagnement, et les difficultés d'écoulement des produits.

Un maraîcher témoigne: « ils ont tenu une rencontre pour nous informer de la construction d'une route, mais ont commencé les travaux sans nous prévenir ni indemniser, détruisant nos plantes. » Ces défis sont exacerbés par l'incapacité de pratiquer l'activité pendant la saison des pluies.

Par ailleurs, en plus de la culture maraîchère, la production et la vente de pépinières constituent une activité significative autour du PUBW.

### *3.1.2. Pépinières aux abords du Parc Urbain Bangr-Wéogo : état des lieux et enjeux de la production*

Une autre activité qui regroupe de nombreux acteurs et qui occupe une place importante parmi les activités autour du parc est la production et la vente de pépinières. En effet, 21% des acteurs interrogés exercent cette activité située en grande partie à l'autre rive du barrage n°3 sur la route nationale N°3 (RN3) et une petite partie aux abords de la RN4 juste avant d'entamer l'échangeur. Cette activité nourrit son homme,

d'après les dires des acteurs, et leur permet de subvenir à leurs besoins, bien que des contraintes existent.

Même sans autorisation d'installation, la présence de l'eau (barrage n°3 et le cours d'eau traversant le parc) et le rôle des pépinières, similaires à celui du PUBW, ont guidé leur choix d'emplacement. Les acteurs, organisés individuellement, vendent des fleurs, des plants et d'autres espèces végétales aux riverains, aux visiteurs du parc et à d'autres particuliers (Figure 3).



Figure 3. Production et vente de pépinière

Cette Figure 3 montre des pépinières disposées aux abords de la RN3 et de la RN4, comprenant des fleurs, des plantules de manguier, d'oranger et de bananier. Cependant, les acteurs expliquent que les pluies emportent souvent leurs pépinières, et ils rencontrent des difficultés de vente.

Hormis la production et la vente de pépinières, la vente de fruits et légumes est également une activité non négligeable autour du parc urbain de Ouagadougou.

### *3.1.3. Vente de fruits et légumes aux abords du PUBW: pratiques, revenus et défis rencontrés*

La vente de fruits et légumes est une activité courante aux abords des voies à Ouagadougou. Parmi les acteurs autour du PUBW, seulement 6% mènent cette activité, dont les revenus leur permettent de subvenir plus ou moins à leurs besoins. La Figure 4 illustre un cas de vente de fruits aux abords du parc.



Figure 4. Vente de fruits sur la RN3

La Figure 4 présente les types de fruits vendus (banane, orange, mangue, pomme) et la technique utilisée pour attirer la clientèle, ce qui augmente leurs dépenses car, selon eux, « *nous ne payons pas d'impôts, mais nous versons trois mille (3000) FCFA chaque mois à la mairie pour la charrette* ».

Placés le long des deux routes nationales (RN3 et RN4) qui limitent le PUBW, les vendeurs de fruits et légumes, constitués d'hommes et de femmes, comptent leur clientèle parmi les riverains, le personnel et les visiteurs du parc. 95% des vendeurs estiment que leurs revenus leur permettent de subvenir à leurs besoins et de prendre en charge la scolarité, l'alimentation et la santé de leurs enfants. Cependant, ils subissent les pressions de l'autorité municipale qui les menace de déguerpissement à cause de l'absence d'autorisation d'installation et de la divagation des animaux qui détruisent et/ou renversent les fruits.

Alors que la vente de fruits et légumes représente une activité importante pour de nombreux acteurs économiques autour du PUBW, d'autres initiatives telles que les parkings et diverses activités commerciales se développent également aux abords du parc, apportant de nouveaux défis et opportunités pour la gestion du territoire.

#### *3.1.4. Activités complémentaires aux abords du PUBW: gestion des parkings, vente d'articles divers*

Les gestionnaires de parkings constituent, dans une moindre mesure, une partie intégrante du parc. Ils représentent 5% de l'ensemble des acteurs et sont les garants des engins des visiteurs et autres usagers du parc (Figure 5).



Figure 5. Parkings à Bangr-Wéogo

Les parkings sont installés à proximité des portes d'entrée du parc avec une autorisation de la mairie, et les gestionnaires payent des impôts à hauteur de deux cent mille (200 000) FCFA par an, ce qui constitue une charge significative ne leur permettant pas de subvenir pleinement à leurs besoins. Un gestionnaire de parking explique: « *cette activité ne me permet pas de subvenir à mes besoins car il y a trop de charges. Il faut payer les impôts et il faut aussi payer les gérants avec qui tu travailles, sans compter la clientèle qui se fait rare pendant certaines périodes de l'année (saison pluvieuse)* ». Cependant, 75% des gestionnaires estiment que cette activité leur permet de subvenir à leurs besoins et de prendre soin de leur famille.

Par ailleurs, plusieurs autres activités se sont développées aux alentours du parc. Il s'agit notamment de la vente de poissons, de vêtements, d'accessoires (lunettes, casques, casquettes, chapeaux) et d'autres articles divers (Figure 6).

La Figure 6 illustre la vente de poissons, de lunettes et d'autres articles sur la RN4 au bord du parc urbain. Estimées à environ 14% des acteurs, ces activités, bien que négligeables en termes de nombre d'acteurs, produisent d'importants déchets qui nuisent à l'environnement du parc.



Figure 6. Vente de poissons et d'accessoires divers sur la RN4

En général, autour du PUBW, les maraîchers sont les plus nombreux, suivis des pépiniéristes qui constituent également une part non négligeable. La carte (Figure 7) ci-après montre la localisation des activités autour du PUBW.

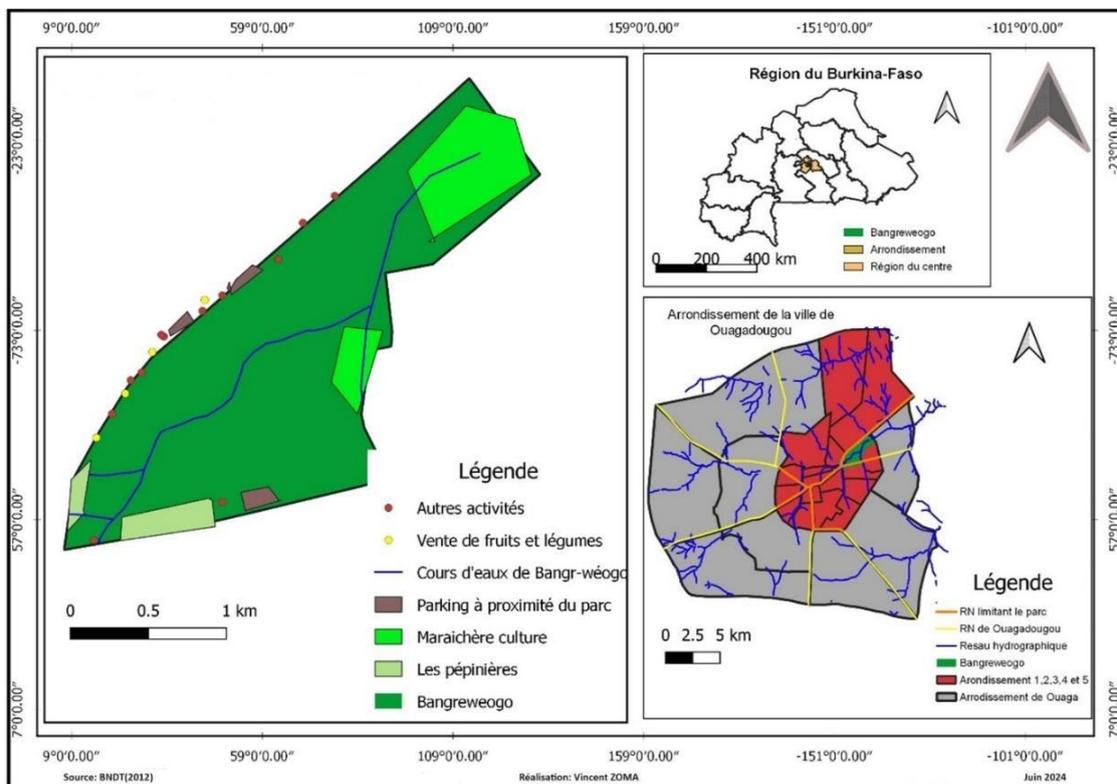


Figure 7. Localisation des activités autour du parc

Il y a une concentration de la culture maraîchère dans la partie ouest du parc en raison de la disponibilité de l'espace pour cette pratique. Les autres activités sont principalement concentrées le long des routes (RN3 et RN4) en raison de la mobilité et du manque d'espace. Chaque activité se distingue par son emplacement et le nombre d'acteurs impliqués. Cependant, la pratique de ces activités peut avoir des conséquences sur la préservation de la biodiversité.

### **3.2. Évaluation des impacts des activités périphériques sur la biodiversité du Parc Urbain Bangr-Wéogo : bénéfices économiques et défis environnementaux**

L'étude montre que plusieurs activités se déroulent autour du PUBW, impliquant divers types d'acteurs et ayant différentes amplitudes. Ces activités constituent une source de revenus pour les acteurs et leur permettent de subvenir à leurs besoins quotidiens, comme l'a souligné Bamogo (2023 : 123) : « *les activités qui se déroulent autour des espaces verts génèrent dans le monde entier des bénéfices économiques et environnementaux à travers diverses activités* ». Cependant, la pratique de ces activités peut avoir d'autres conséquences sur la préservation de la biodiversité.

Les activités entourant le Parc urbain de Ouagadougou présentent des avantages indéniables pour la préservation de la biodiversité. Les pépiniéristes et maraîchers, représentant 75% des acteurs, produisent des espèces végétales anthropisées contribuant à la sauvegarde de la biodiversité et à l'embellissement des abords du parc. Ces espèces, une fois achetées par les riverains, sont replantées dans divers espaces, renforçant ainsi la protection de l'environnement. En outre, 90% des riverains interrogés estiment que ces activités peuvent être intégrées au parc avec une bonne organisation. Les acteurs, de par leur proximité, jouent également un rôle crucial en tant que relais d'informations pour les agents du parc, alertant rapidement en cas d'intrusion. Un Commandant des Eaux et Forêts souligne :

« Nous (administrateurs du parc) apprécions ces activités, elles ne sont pas antagoniques avec les objectifs du parc dont l'un est d'apporter une plus-value aux populations. Nous collaborons avec les acteurs de ces activités qui nous rapportent parfois des informations précieuses pour la gestion du parc et la préservation de la biodiversité. Ils disposent d'une association avec laquelle nous travaillons en bonne intelligence et sans difficultés ».

Ce témoignage met en exergue le rôle significatif de ces acteurs dans la préservation de la biodiversité. Néanmoins, certains acteurs (25%) ressentent des restrictions imposées par les agents du parc, telles que l'interdiction de couper du bois à travers les sections de clôture tombées et la régulation du stationnement à proximité de la clôture. Ainsi, ces acteurs jouent également un rôle d'avant-garde dans la préservation de la biodiversité.

Cependant, les activités autour du parc ont aussi des conséquences négatives significatives sur la biodiversité. La porosité de la clôture permet aux animaux sauvages en semi-liberté de sortir du parc et de détruire les cultures des maraîchers, qui, en réponse, empoisonnent ou abattent ces animaux. Lors des enquêtes, 92% des maraîchers ont indiqué que la destruction de leurs cultures par les animaux du parc constitue une difficulté majeure, justifiant ainsi leurs actions (Figure 8).



Figure 8. Porosité de la clôture du PUBW

La Figure 8 montre la porosité de la clôture du PUBW, avec des parties tombées remplacées par des grillages ou moustiquaires par les maraîchers pour protéger leurs cultures. En plus, la pollution sous diverses formes: déchets, produits chimiques, mobilité quotidienne et maraîchage dans le canal traversant le parc, pose un sérieux danger pour les espèces du parc. Ces pratiques empêchent les plantes de purifier l'air, de séquestrer le gaz carbonique et de libérer l'oxygène nécessaire à la population. Le Directeur des opérations du PUBW note :

« Les acteurs de ces activités salissent les environs du parc et ne récupèrent pas leurs ordures, ce qui donne une mauvaise image du parc. Les maraîchers produisent dans le canal du parc, ce qui peut entraîner son engorgement. Ils utilisent des produits chimiques dont on ignore l'homologation, impactant les espèces animales et végétales du parc ».

Ces pratiques (Figures 9a et 9b) dégradent la biodiversité et appauvrissent les sols, essentiels à la croissance des plantes. La porosité de la clôture expose également les espèces à des pratiques nuisibles. Plus de 49% des acteurs proches du parc entrent et sortent librement, et des observations montrent des écorces taillées et des tiges enlevées, affectant la croissance des espèces.



Figure 9a

Figure 9a. Écorces d'un arbre taillées



Figure 9b

Figure 9b. Ordures aux abords du parc

Les Figures ci-dessus montrent un arbre au sein du PUBW avec des écorces taillées et des dépotoirs d'ordures près de la clôture du parc.

En somme, l'étude démontre que les activités autour du parc engendrent à la fois des conséquences positives (production d'espèces végétales et rôle d'informateurs pour l'administration du parc) et négatives, telles que l'empoisonnement et les tueries d'animaux, ainsi que l'insécurité liée à la porosité de la clôture. Les résultats de la présente recherche corroborent des travaux antérieurs sur les espaces verts. Tondé (1994) souligne que les activités humaines empiètent sur les espaces verts, impactant même les parcs protégés. L'augmentation de la population exacerbe ce problème, car 45,93% des maraîchers s'installent dans ces espaces par manque de place. Bamogo (2023) insiste sur l'importance de la sécurité dans la gestion des espaces verts, avertissant que l'absence de mesures sécuritaires transforme ces espaces en cauchemar pour les usagers et riverains. Gansaonré et al. (2020) montrent que l'occupation périphérique des parcs entraîne une dégradation du couvert végétal et du cadre environnemental, aggravée par les pratiques, outils et produits utilisés. Leurs résultats révèlent une pression anthropique intense sur les espèces végétales du PUBW par les riverains, et Dahani et Compaoré (2021) notent les répercussions négatives de l'utilisation excessive de produits chimiques sur les espèces protégées. Pourtant, la Constitution du Burkina Faso reconnaît le droit à un environnement sain, affirmant que

la protection de l'environnement est un devoir pour tous. Il est alors nécessaire d'examiner les stratégies d'atténuation des effets négatifs des activités autour de ce parc multifonctionnel de la ville de Ouagadougou.

### **3.3. Quelles stratégies d'atténuation des conséquences négatives des activités autour du parc urbain de Ouagadougou ?**

Plusieurs stratégies ont été proposées par divers acteurs, chacun tenant compte de ses réalités spécifiques, pour réduire les conséquences négatives des activités sur la préservation de la biodiversité.

Pour les acteurs des activités autour du parc, les maraîchers suggèrent de reclôturer le parc afin de protéger les espèces, en particulier les animaux sauvages en semi-liberté, et de prévenir la destruction des cultures. Cette reclôture permettra non seulement de mieux protéger les animaux, mais aussi de contrôler les entrées et sorties non autorisées, améliorant ainsi la sécurité et facilitant les activités maraîchères. De plus, ces acteurs sont menacés de déguerpissement et réclament des dédommagements, car ils risquent de perdre leurs espaces en raison de la construction d'une route dans la partie sud-ouest du parc. Les pépiniéristes, quant à eux, bien que bénéficiant de certains avantages dans leurs espaces actuels, subissent des pertes dues aux inondations pendant la saison des pluies. Un aménagement d'un espace unique et adapté pour la production et la vente de pépinières est nécessaire pour qu'ils puissent pleinement profiter de cette activité, contribuant ainsi à l'embellissement et au verdissement de l'environnement, et à la préservation de certaines espèces.

En général, les acteurs demandent le soutien et l'accompagnement de la Mairie, notamment en moyens financiers, matériels, et autres aides. Ils souhaitent également l'obtention d'espaces appropriés et la facilité d'acquisition d'autorisations pour une meilleure exploitation de ces espaces, leur permettant de subvenir aux besoins quotidiens de leurs familles.

Du côté des structures de gestion, notamment selon le responsable de l'administration du Parc Urbain Bangr-Wéogo, il est nécessaire de reclôturer le parc pour le bien-être des espèces, en particulier les animaux en semi-liberté, et de réaménager les infrastructures vétustes pour le confort des usagers. Un projet de déguerpissement et de réinstallation des maraîchers dans la ceinture verte, en cours d'aménagement et destinée uniquement au maraîchage, est prévu. Cela permettra de mieux structurer et sécuriser le parc, réduisant ainsi la pollution et l'insécurité liées à cette activité. Pour les autres activités, il est proposé d'aménager des espaces autour du parc, permettant à l'administration de générer des revenus par les locations et d'aider les acteurs à en tirer des profits importants. Selon le Directeur des opérations, il est nécessaire de mettre en place des bacs de collecte d'ordures pour les acteurs et les

riverains, et de créer un cadre d'échange entre l'administration du parc et les différents acteurs afin de renforcer les liens et définir des directives pour une meilleure gestion du parc. La sensibilisation à la gestion des déchets et à l'utilisation d'outillages appropriés, notamment chez les maraîchers, est également préconisée. Enfin, il est crucial de renforcer la clôture du parc.

Les riverains ont des avis partagés sur les alternatives proposées. Certains estiment qu'il faut mieux aménager l'espace et valoriser les activités, en veillant à pérenniser celles-ci et à accompagner les acteurs pour qu'ils puissent exercer leur métier dans de bonnes conditions. Ils suggèrent également la confection de poubelles publiques et l'initiation de nettoyages collectifs pour l'embellissement de l'espace. D'autres proposent de relocaliser les acteurs afin qu'ils n'empiètent pas sur la circulation, estimant que l'emplacement actuel du parc n'est pas adapté. Une troisième catégorie de personnes pense que les acteurs doivent trouver une meilleure organisation pour exercer leurs activités sans nuire à la préservation de la biodiversité et à la circulation.

La création d'un cadre d'échange entre les différents acteurs et l'administration du parc est essentielle pour plus d'efficacité et de sécurité. Les cadres de concertation permettent à chaque partie prenante de comprendre l'importance de préserver le parc et ses ressources, et d'adopter des comportements adéquats. Ils permettent également de définir des principes et mesures de cohabitation pour que chaque acteur puisse en tirer profit. L'administration du parc doit avoir un contrôle sur ces activités et être impliquée dans leur gestion pour éviter des surprises désagréables. Une étude d'identification de ces activités est nécessaire pour disposer de statistiques précises sur les acteurs impliqués.

Enfin, il est nécessaire de restructurer le PUBW pour qu'il puisse pleinement jouer son rôle. Un réaménagement des infrastructures, incluant voiries adaptées, assainissement, éclairage, surveillance, et sécurité renforcée, est indispensable pour le bien-être des visiteurs et pour exploiter pleinement les potentialités du parc.

Les efforts déjà accomplis dans l'aménagement et la gestion du PUBW sont louables, mais restent insuffisants. Il s'agit désormais de les parfaire et de poser les jalons du futur, car le développement est un phénomène de longue haleine qui ne peut se contenter de gérer le présent. Ces stratégies s'alignent sur le Schéma Directeur d'Aménagement 2025 sur les ressources naturelles au Burkina-Faso, qui souligne l'importance d'améliorer la situation des habitants des zones proches des espaces protégés de manière participative et compatible avec la préservation des forêts. L'obtention de la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté des populations locales sont des objectifs prioritaires, à côté de la protection et de la conservation des ressources naturelles.

#### **4. CONCLUSIONS**

La recherche menée sur les conséquences écologiques des activités humaines autour du Parc Urbain Bangr-Wéogo (PUBW) à Ouagadougou met en lumière une réalité complexe, où les enjeux de préservation de la biodiversité se heurtent aux besoins économiques et sociaux des populations locales. Diverses activités telles que la culture maraichère, la production et la vente de pépinières, ainsi que la vente de fruits et légumes, sont omniprésentes autour du PUBW et constituent des sources importantes de revenus pour les habitants. Cependant, ces activités exercent également des pressions significatives sur la biodiversité du parc.

Les activités autour du PUBW présentent des avantages notables pour la préservation de la biodiversité. Les acteurs jouent un rôle crucial en tant que relais d'informations pour les agents du parc, alertant rapidement en cas d'intrusion. Cette collaboration entre les gestionnaires du parc et les acteurs locaux illustre une synergie bénéfique pour la préservation de la biodiversité.

Malgré ces avantages, les activités humaines autour du PUBW ont des impacts négatifs significatifs sur la biodiversité. Pour atténuer ces impacts négatifs, plusieurs stratégies ont été proposées par les acteurs locaux.

Ainsi donc, les activités humaines autour du PUBW à Ouagadougou présentent un double visage: d'une part, elles contribuent à la préservation de certaines espèces végétales et à l'embellissement des abords du parc ; d'autre part, elles exercent des pressions significatives sur la biodiversité, menaçant la survie des espèces protégées. Une gestion équilibrée, intégrant à la fois les besoins des populations locales et les impératifs de conservation de la biodiversité, est essentielle pour assurer la durabilité de ce précieux espace vert urbain. La collaboration entre les gestionnaires du parc et les acteurs locaux, ainsi que l'implémentation des stratégies d'atténuation proposées, peuvent contribuer à une coexistence harmonieuse entre les activités humaines et la préservation de la biodiversité.

#### **5. RÉFÉRENCES**

- BAMOGO, O. K.** 2023. Espaces de loisirs à Ouagadougou : naissance, évolution et structuration de l'espace urbain. Thèse unique de Doctorat en Géographie, Université Joseph KI-ZERBO.
- BONDAZ, J.** 2011. Parcs urbains et patrimoine naturel en Afrique de l'Ouest. De la période coloniale au cinquantenaire des Indépendances. *Géographie et culture / Patrimonialisations en Afrique* 79 : 67-87.

- BONIN, P., CLAVEL, M. 2010. Quand la nature s'urbanise. *Ethnologie française* 40 (4) : 581-587.
- BOURDEAU-LEPAGE, L. 2019. De l'intérêt pour la nature en ville. Cadre de vie, santé et aménagement urbain. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* 5 : 893-911.
- BOUTEFEU, E. 2007. La nature en ville: des enjeux paysagers et sociaux. *Géoconfluences*.
- COMMUNE DE OUAGADOUGOU. 2004. Parc Urbain Bangr-Wéogo. Un espace d'éducation environnementale, un cadre pédagogique par excellence, in commune de Ouagadougou. Ouagadougou: ville carrefour dans une dynamique de développement urbain durable, pp. 120-123.
- DAHANI, I., COMPAORÉ, G. 2021. Ville durable: Ouagadougou, capitale du Burkina-Faso en Afrique Subsaharienne. *Collection Thèse/Synthèse* 1 (2) : 56-75.
- DENEF, J. 2011. La fabrique de parcs intra-urbains contemporains. Nouvelles formes de médiations urbanistiques et esthétique de l'ouverture. Presses Universitaires de Louvain.
- ERARD, C., CLERGEAU, P. 2008. Une écologie du paysage urbain. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 63 (1-2).
- FÖRSTER, T., AMMANN, C. 2018. African Cities and the Development Conundrum, Actors and Agency in the Urban Grey Zone. *International Development Policy* 8 : 3-25.
- GANSAONRÉ, R. N., ZOUNGRANA, B. J.-B., YANOOGO, P. I. 2020. Dynamique du couvert végétal à la périphérie du parc W du Burkina-Faso. *Belgeo*.
- GNOUMOU, A., THIOMBIANO, A., HAHN-HADJALI, K., ABADOUABOU, B., SARR, M., GUINKO, S. 2008. Le Parc Urbain Bangr-Wéogo : une aire de conservation de la diversité floristique au cœur de la ville de Ouagadougou, Burkina Faso. *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica* 11 : 35-48.
- OUBA, P. 2006. Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Ouest, Burkina-Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou.
- SMITH, O. B., MOUSTIER, P., MOUGEOT, L. J. A., FALL, A. 2004. Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes, CIRAD, CRDI.
- TONDÉ, A. J. 1994. Rôle, importance et gestion des espaces verts dans la ville de Ouagadougou. Mémoire de maîtrise en Géographie, Université de Ouagadougou.

## **Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau**

**Tiraogo Prince Florian BOUDA<sup>1,2</sup>, Badaye Abdoulaye SIRIMA<sup>3</sup>,  
Yélézouomin Stéphane Corentin SOME<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Université Norbert Zongo, Koudougou, Burkina Faso

<sup>2</sup>LABOSHS : Laboratoire de Recherche en Sciences Humaines et Sociale, Koudougou, Burkina Faso

<sup>3</sup>Centre universitaire de Gaoua, Burkina Faso

### **Sommaire :**

1. INTRODUCTION.....	120
2. MÉTHODOLOGIE .....	122
2.1. Zone d'étude .....	122
2.2. Approche méthodologique de l'étude.....	123
2.3. La détermination des indicateurs polluants : les analyses statistiques.....	124
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	124
3.1. Interprétations statistiques pour comprendre la dynamique des nutriments.....	124
3.2. Modélisation de la corrélation pour une gestion optimale des nutriments en période de hautes et basses eaux.....	128
3.3. Les principales propriétés physiques et chimiques de l'eau observées.....	130
3.4. L'agriculture comme source significative de l'introduction de nutriments dans le lac ...	131
4. CONCLUSIONS .....	133
5. RÉFÉRENCES .....	133

### **Citer ce document :**

BOUDA, T.P.F., SIRIMA, B.A., SOME, Y.S.C. 2025. Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau. *Cinq Continents* 15 (31): 118-136.

## Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau

Tiraogo Prince Florian BOUDA, Badaye Abdoulaye SIRIMA,  
Yélézouomin Stéphane Corentin SOME

**Management and protection of wetlands: understanding the role of nutrients in the eutrophication of water bodies.** Nutrient enrichment in water bodies poses significant ecological challenges, particularly in developing countries such as Burkina Faso, where these changes can disrupt aquatic ecosystems and local water resources. This study focuses on assessing the impact of nutrient concentrations, specifically nitrates, on chlorophyll a levels in a key urban water body, the Ouagadougou Reservoir 2. Seasonal analyses reveal nitrate concentrations of 8.76  $\mu\text{g/L}$  N-NO<sub>3</sub> during the high-water season, aligning with an oligotrophic state, and 25.32  $\mu\text{g/L}$  N-NO<sub>3</sub> during the low-water season, indicating a mesotrophic condition. These findings suggest that nutrient levels vary considerably between seasons, with a shift toward more productive, nutrient-rich conditions as water levels drop. This seasonal shift in trophic status emphasizes the need for continuous monitoring and proactive management to prevent further nutrient accumulation and potential eutrophication, which could lead to oxygen depletion and biodiversity loss. The results support the implementation of preventive measures, including regulated agricultural practices and enhanced community awareness, to maintain water quality and ecosystem balance.

**Keywords:** nutrient enrichment, water bodies, developing countries, Burkina Faso, statistical analysis, water resources management.

**Gestion et protection des zones humides : comprendre le rôle des nutriments dans l'eutrophisation des plans d'eau.** L'enrichissement en nutriments des plans d'eau représente un défi écologique majeur, en particulier dans les pays en développement comme le Burkina Faso, où ces changements peuvent perturber les écosystèmes aquatiques et les ressources locales en eau. Cette étude se concentre sur l'impact des concentrations de nutriments, spécifiquement les nitrates, sur les niveaux de chlorophylle a dans un plan d'eau urbain clé : le barrage n°2 de Ouagadougou. Les analyses saisonnières révèlent des concentrations de nitrates de 8,76  $\mu\text{g/L}$  N-NO<sub>3</sub> durant la saison des hautes eaux, correspondant à un état oligotrophe, et de 25,32  $\mu\text{g/L}$  N-NO<sub>3</sub> durant la saison des basses eaux, indiquant un état mésotrophe. Ces résultats montrent une variation importante des niveaux de nutriments selon la saison, avec une tendance vers des conditions plus productives et enrichies en nutriments à mesure que les niveaux d'eau diminuent. Ce changement saisonnier du statut trophique souligne la nécessité d'une surveillance continue et d'une gestion proactive pour prévenir une accumulation accrue de nutriments et une possible eutrophisation, pouvant entraîner une désoxygénation et une perte de biodiversité. Les résultats appuient la mise en œuvre de mesures préventives, telles que la régulation des pratiques agricoles et une sensibilisation accrue des communautés, pour maintenir la qualité de l'eau et l'équilibre de l'écosystème.

**Mots clés :** enrichissement en nutriments, plans d'eau, pays en développement, Burkina Faso, analyses statistiques, gestion des ressources en eau.

## 1. INTRODUCTION

Les zones humides, par leur caractère d'interface entre la terre et l'eau, jouent un rôle crucial en tant que zones neutres ou tampons contre la pollution et les effets de la variabilité climatique. Toutefois, elles subissent des pressions croissantes en raison des activités humaines intensives qui contribuent à l'eutrophisation – un processus de prolifération excessive de plantes aquatiques et d'algues, initié par un apport excessif de nutriments comme l'azote et le phosphore (Pinay et al., 2018b). Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur le barrage 2 de Ouagadougou, situé en milieu urbain au Burkina Faso, pour évaluer comment ces nutriments influencent des paramètres essentiels de la qualité de l'eau (pH, température, chlorophylle a, etc.) et, en conséquence, l'équilibre écologique du milieu. Il existe de nombreuses définitions d'une zone humide selon Rapinel (2012), mais celle qui fait l'unanimité par la communauté scientifique est celle définie par la convention de Ramsar qui stipule que « *les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres* » (Ramsar, 1994 : 2). Les zones humides absorbent le surplus d'eau et offrent un microclimat adoucissant le climat local. Ces écosystèmes constituent des réservoirs d'eau, de biodiversité et de matière organique, essentiels pour une grande variété de faune et de flore (Breton et al., 2018).

Cependant, malgré leur importance, les estimations mondiales des superficies des zones humides restent modestes, représentant seulement entre 4 % et 6 % des superficies terrestres (Mitsch, Gosselink, 2000). Cette faible proportion soulève des préoccupations quant à la gestion et à la protection de ces milieux, d'autant plus qu'ils sont menacés par les activités humaines (Biot et al., 2020).

L'utilisation intensive des ressources en eau pour des activités telles que l'irrigation agricole, l'approvisionnement en eau potable, l'industrie et d'autres usages domestiques crée une pression sur les ressources en eau (Cissé et al., 2002 ; Sirima et al., 2019 ; Teyssède, 2022). Cette demande accrue en eau peut entraîner des prélèvements importants dans les plans d'eau, réduisant ainsi le volume d'eau disponible. Une diminution du débit d'eau peut augmenter la concentration des nutriments tels que le phosphore et l'azote dans l'eau, favorisant ainsi la croissance excessive des plantes aquatiques et des algues, ce qui contribue à l'eutrophisation (Pinay et al., 2018b). L'eutrophisation, un phénomène décrit comme un « syndrome » par Breton et al. (2018), est une succession de processus biologiques enclenchés en réponse à un apport excessif de nutriments (Pinay et al., 2018b). Il touche le biotope et la biocénose aquatique, d'où la nécessité de prendre des mesures contre les conséquences (Breton et al., 2018).

Après avoir analysé ces définitions, Pinay et al. (2018b) ont proposé deux définitions distinctes : l'eutrophisation "naturelle" ou géologique, qui décrit l'augmentation de la production de matières organiques sur des temps géologiques jusqu'au comblement du plan d'eau, et l'eutrophisation anthropique, qui est associée à la surproduction de matières organiques induite par les apports humains en phosphore et azote, étudié dans notre cas. Le plus souvent sa manifestation est visible par une production excessive de végétaux aquatiques, résultant des interactions naturelles et des activités anthropiques montrée par les Figure 1 et 2.

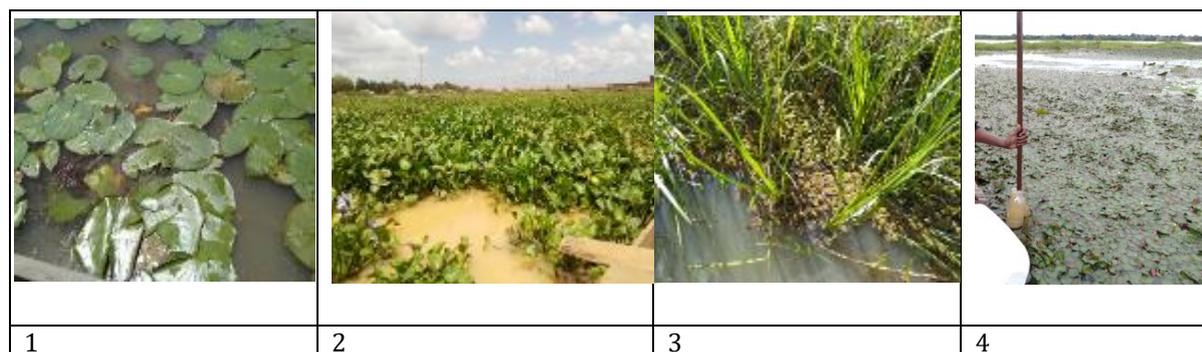


Figure 1. Espèces envahissantes visibles sur le barrage 2 de Ouagadougou. Ces espèces sont composés de (1) *Nymphaea lotus*, image prise par Bouda, 2023 ; (2) *Eichhornia crassipes* image prise par Bouda, 2023, de (3) *Typha domingensis* et de (4) *Trapa bicornis*, image prise par Bouda, 2023. Il existe d'autres espèces en plus de celles citées, mais les espèces majoritaires sont le Nénuphar, le Typha, la Trapa et la Jacinthe d'eau douce.

Cette efflorescence algale, est un signe alarmant pour la mise en place d'une bonne stratégie de gestion des eaux, notamment au niveau national. Cependant, la gestion des eaux nationales soulève des préoccupations quant à l'application des politiques de protection, telles que la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et le plan d'action pour la gestion intégrée des ressources en eau (PAGIRE) (Baron, Siri and Belbéoc'h, 2022). En dépit de l'existence de telles politiques, leur mise en œuvre reste insuffisante, ce qui expose les écosystèmes aquatiques à des risques accrus.

En Afrique, où les défis d'accès à l'eau potable sont nombreux, les politiques de gestion de l'eau devraient être mieux adaptées et suivies pour la préservation des ressources. Ne niant pas leurs existences, ces politiques, à l'échelle sous-régionale et nationale, devraient viser à assurer une gestion durable de cette ressource vitale. Malgré cela, le Burkina Faso, pays sahélien est confronté à des difficultés d'accès à l'eau et de pollution sévère de la ressource, tout en prétendant appliquer ces politiques prioritaires pour le pays (Politique Nationale de l'Eau 2016-2030 - Burkina Faso).

Dans ce contexte, notre étude au lieu de s'attaquer aux théories posées par les textes et loi en matière de gestion de l'eau, vise la source pour analyser comment les nutriments influent sur les paramètres tels que la température, le pH, la conductivité, la DCO, la DB05, l'oxygène dissous, la chlorophylle a, l'ammonium, les nitrates et l'ortho-phosphate, lesquels sont liés à l'enrichissement du plan d'eau.

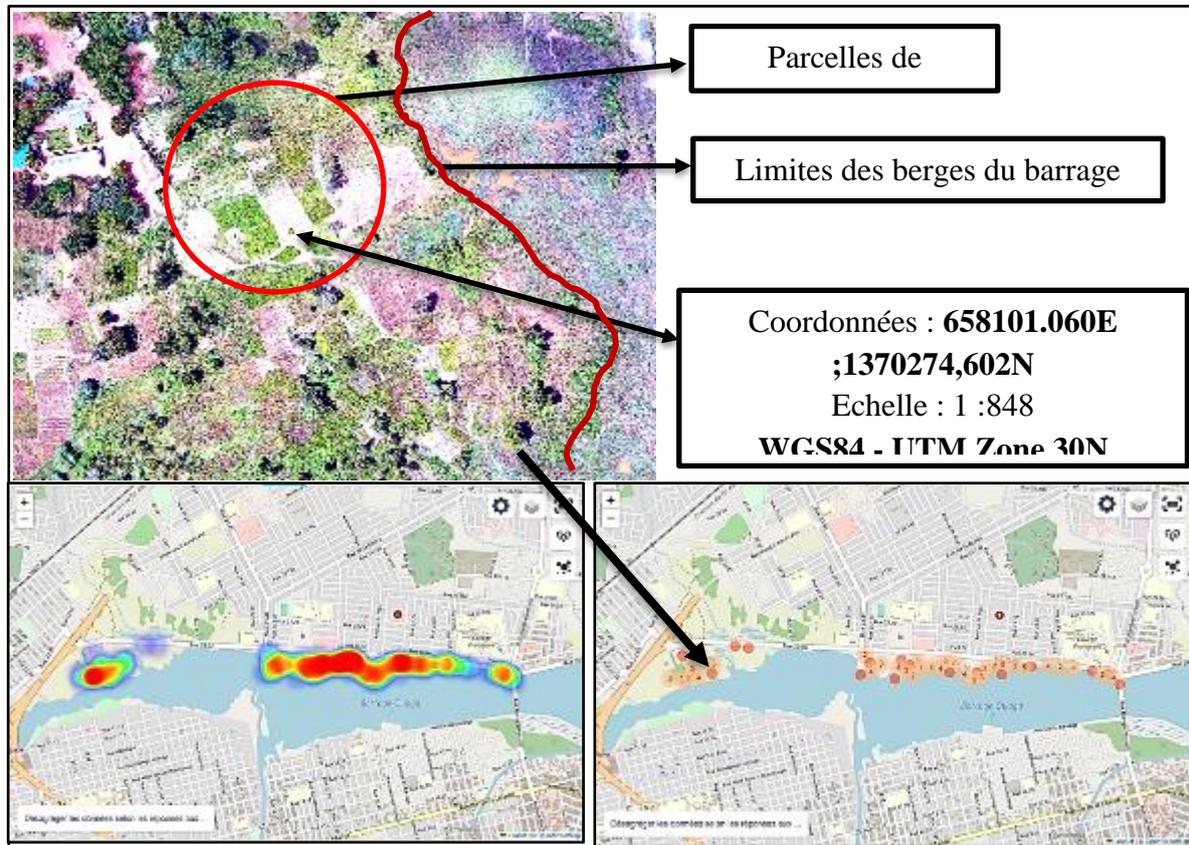


Figure 2. Barrage 2 de Ouagadougou, au cœur de la ville. La zone est saisonnièrement envahie par des espèces exotiques constituée de *Nymphaea lotus* (Nénuphar), *Typha domingensis* (herbe ou typha), *Eichhornia crassipes* (Jacinthe d'eau douce), et de *Trapa bicornis* (La mâcre bicorne)

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1. Zone d'étude

Nous avons choisi le barrage 2 de Ouagadougou comme site de recherche (Figure 3). Ce choix a été basé sur des critères géographiques et socio-économiques. Les critères géographiques comprennent la localisation, l'accessibilité, la profondeur et la géomorphologie du barrage, tandis que les critères socio-économiques incluent la densité de population environnante, l'importance du barrage pour l'approvisionnement en eau et la disponibilité des données. Les données recueillies ont révélé une menace de prolifération par des espèces opportunistes et les cultures des populations riveraines (Cissé et al., 2002 ; Tapsoba et al., 2016 ; Sawadogo et al., 2012 ; Seynou, 1987).

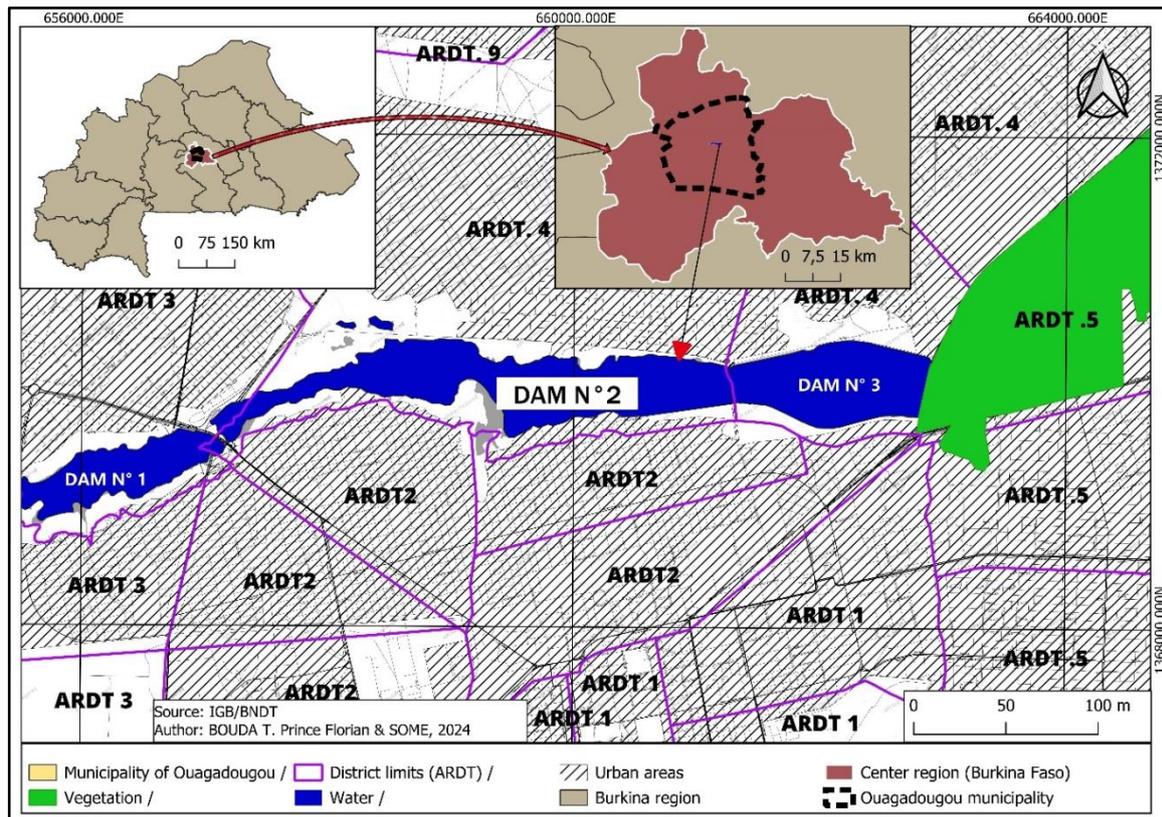


Figure 3. Situation géographique du barrage 2 de Ouagadougou

## 2.2. Approche méthodologique de l'étude

La collecte des échantillons a suivi des normes strictes pour les paramètres physiques et chimiques, conformément aux directives de l'OCDE<sup>1</sup> (Mama, 2010 ; Vollenweider, 1970). Les prélèvements ont été effectués à des périodes distinctes de l'année, notamment pendant les périodes de hautes et basses eaux. Au total, 122 doubles échantillons ont été prélevés pendant la période des hautes eaux et 65 doubles échantillons pendant la période des basses eaux, selon une méthode de pas systématique de 100 mètres (Figure 4). Les échantillons ont été conservés dans des conditions appropriées et acheminés au laboratoire d'analyses de la qualité de l'environnement dans un délai de 48 heures.

Les principaux paramètres physiques et chimiques analysés comprennent la température, le pH, la conductivité, la DCO, la DBO<sub>5</sub>, l'oxygène dissous, la chlorophylle a, l'azote et ses variantes, ainsi que le phosphore et ses variantes. Les prélèvements d'eau ont été effectués le long d'un transect préalablement défini à l'aide de données SIG<sup>2</sup> pour une délimitation précise. Les prélèvements ont été réalisés à des périodes spécifiques de l'année, notamment pendant les périodes de hautes et de basses eaux (août/septembre, mai/juin et décembre/janvier), en tenant compte de la variabilité saisonnière.

<sup>1</sup> Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

<sup>2</sup> SIG : Système d'Information Géographique.

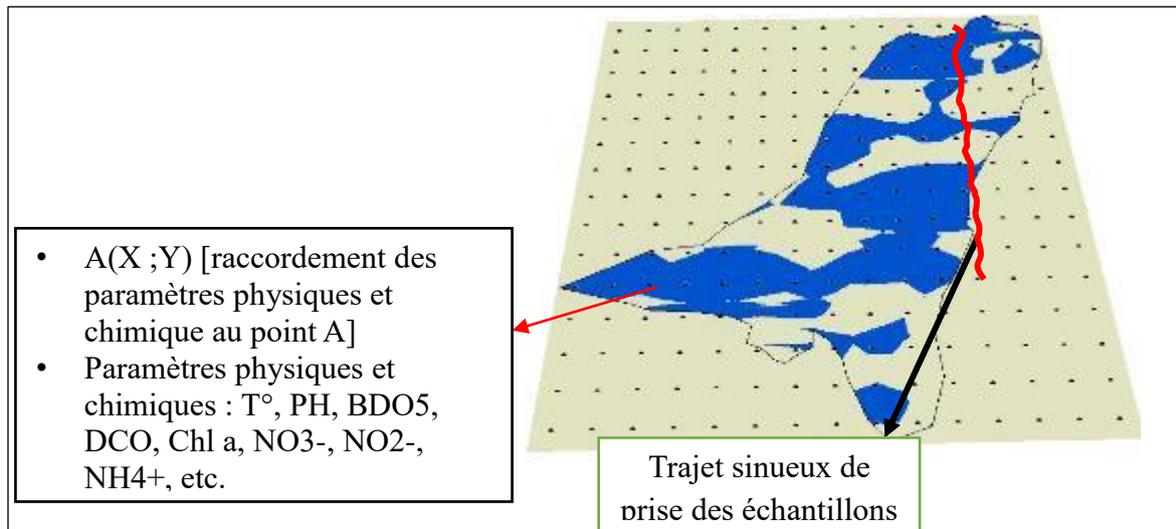


Figure 4. Échantillonnage systématique par transect de prélèvement des échantillons du barrage 2

Les prélèvements sur le barrage 2 de Ouagadougou suivent un tracé sinueux préétabli, avec des points de collecte planifiés en fonction de la superficie du plan d'eau. Chaque point de prélèvement est enregistré dans un GPS différentiel pour une localisation précise.

### 2.3. La détermination des indicateurs polluants : les analyses statistiques

Pour la représentation des données nous avons choisi l'approche par colinéarité en corrélant les données des paramètres en eux pour déterminer une équation finale sous forme de modèle d'équation de la droite de régression s'écrit :  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + e$ . Y = valeur de la variable à expliquer (chlorophylle A) ; X= valeur des variables explicatives (conductivité, nitrate, turbidité) ; b= coefficients de régression ; e = terme d'erreur de l'équation.

## 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Interprétations statistiques pour comprendre la dynamique des nutriments

Les résultats obtenus dans cette étude ont mis en évidence une forte corrélation entre la concentration de chlorophylle a et deux paramètres environnementaux majeurs: la turbidité et la conductivité, ce qui est en accord avec les résultats de plusieurs études antérieures. Par exemple, Dodds et al. (1998) ont trouvé que la turbidité affecte directement la pénétration de la lumière dans les plans d'eau, réduisant ainsi la photosynthèse et la production de chlorophylle a. De même, les recherches de Mama et al. (2011) ont montré que la conductivité, liée à la concentration de sels dissous dans l'eau, peut également influencer la croissance des plantes aquatiques et des algues,

contribuant ainsi à la production de chlorophylle. L'obtention de ces principaux résultats a suivi les étapes ci-dessous.

Les données collectées (Tableau 1) ont été classées selon les moyennes et les différentes saisons de collecte. Les moyennes nous informent de l'état de pollution du plan d'eau (Mama, 2010). Pour l'analyse des données nous avons procédé à plusieurs tests pour déterminer quels paramètres impactent le développement des macrophytes sur le plan d'eau (Tableau 2). Ces tests ont concerné le test de sphéricité de Bartlett et l'indice de mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer et Olkin (KMO), l'analyse en composante principale (ACP), le test de la Variance Inflation Factor (VIF) (Tableau 3). Le choix de ces tests est motivé par l'élimination progressive des paramètres les moins corrélés à la donnée « chlorophylle A » pour déterminer une équation finale.

Le test de sphéricité de Bartlett, réalisé pour évaluer les corrélations entre les variables explicatives, montre une différence significative par rapport à une matrice identité, indiquant ainsi l'existence ou non de corrélations entre ces variables (Dupuis, Victoria-Feser, 2011 ; El Ghadouia, Bengrich, 2023 ; Mankour, Djilali, 2021 ; Neter et al., 1996).

Tableau 1. Statistique des moyennes des données de collecte durant les deux saisons

Saison des hautes eaux (N=122)										
Paramètres	PH	T°	Cond	Amm	DCO	PO43-	NO3-	DBO5	TURB	Chlor A
<b>Total</b>	884,5	3128,7	32990,2	183,85	1955,5	1396,1	193,7	11,443	35086,6	25,8
<b>Moyenne</b>	7,25	25,65	270,41	287,6	16,052	0,35	8,76	11,44	287,60	0,21
Saison des basses eaux (N=65)										
<b>Total</b>	446,7	2062,0	57406,0	251,5	9713,0	33,94	1620,4	6022,7	23516,9	6482,1
<b>Moyenne</b>	6,98	32,22	896,97	3,93	151,77	0,53	25,32	94,10	367,45	101,28
<b>Unité</b>	-	°C	µS/cm	mg NH4+/L	mg O2/L	mg P2O5 /L	mg NO3 /L	mg O2 /L	mg turb/L	Ug/L

L'analyse en composante principale montre une bonne significativité des données. Pour cette analyse une extraction proche de 1 signifie que la variable initiale est bien représentée et 0 signifie au contraire qu'elle est mal représentée (El Ghadouia et Bengrich, 2023). Une extraction supérieure à 0,5 est acceptable. De ce fait le paramètre température sera retiré des données, puis l'analyse a été produite pour trouver la dépendance des variables à travers le test de VIF, puis l'ANOVA.

Le test de sphéricité de Bartlett teste l'hypothèse que les variables étudiées ne sont pas corrélées. Dans l'exemple donné par le Tableau 2, la signification de Bartlett est 0. L'hypothèse nulle peut être rejetée. L'ACP est donc adaptée à nos données.

L'indice mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer et Olkin (KMO) mesure l'adéquation de l'ACP aux données. Plus l'indice KMO est proche de 1, meilleure est la représentativité de l'ACP

Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		0,532
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-carré approx.	360,47
	ddl	36
	Signification	0

Indice KMO test de Bartlett

Figure 5. Signification du test de sphéricité de Bartlett et indice KMO

Tableau 2. Qualités de représentation / Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales

Paramètres	Initiales	Extraction
Turbidité	1	0,796
DBO5	1	0,929
DCO	1	0,935
Ammonium	1	0,656
Conductivité	1	0,799
Nitrates	1	0,836
Ortho phosphates	1	0,661
PH	1	0,631
Température	1	0,428

Le test VIF, utilisé pour mesurer le niveau de dépendance de chaque variable explicative par rapport aux autres, est largement employé dans la littérature (Dupuis et Victoria-Feser, 2011 ; El Ghadouia et Bengrich, 2023 ; Mankour et Djilali, 2021 ; Neter et al., 1996). Selon ces études, un VIF supérieur à 10 est considéré comme inacceptable, tandis qu'une valeur de 5 ou plus nécessite une vigilance accrue de la part de l'analyste quant à la stabilité des résultats. Certains auteurs fixent le seuil de dépendance acceptable à une valeur de VIF égale à 5 (Dupuis et Victoria-Feser, 2011 ; El Ghadouia et Bengrich, 2023 ; Mankour et Djilali, 2021 ; Neter et al., 1996).

Tableau 3. Statistiques ANOVA (analyse de la variance) de colinéarité du test de sphéricité de Bartlett

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Statistiques de colinéarité	
	B	Erreur standard	Bêta			Tolérance	VIF
(Constante)	-,871	,738		-1,180	,240		
Turbidité	7,167E-5	,000	,051	,455	,650	,477	2,095
DBO5	,001	,003	,056	,322	,748	,195	5,128
DCO	-,001	,002	-,042	-,237	,813	,193	5,188
Ammonium	-,005	,005	-,089	-,937	,351	,661	1,513
Conductivité	1,374E-5	,000	,004	,038	,970	,473	2,114
Nitrates	,011	,002	,598	6,583	,000	,721	1,387
Ortho phosphates	-,019	,083	-,019	-,224	,823	,849	1,178
PH	,132	,099	,109	1,336	,184	,889	1,125

a. Variable dépendante : Chlorophylle A

Les statistiques de colinéarité, déterminées par le test VIF, ont des niveaux inacceptables pour les variables DBO<sub>5</sub> (5,128) et DCO (5,188) car tous supérieurs à 5. Elles seront donc retranchées dans le modèle. La détermination du terme d'erreur de l'équation (e) est déterminée par le modèle de force de l'équation suivant le Tableau 4.

Tableau 4. Terme d'erreur de l'équation (e)

Récapitulatif des modèles				
Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	0,572 <sup>a</sup>	0,327	0,292	0,123

a. Prédicteurs : (Constante), PH, Ortho-phosphates, Nitrates, Turbidité, Ammonium, conductivités

Selon les données du modèle, le R-deux = 0,327 : cela signifie que le modèle restitue 32,7% de l'information exprimée dans les variables de départ et 67,3% de l'information de départ a été perdue. Quant au terme d'erreur de l'équation (e), il est de 0,123.

Après soustraction de ces paramètres, ces données soumis à nouveau au test de sphéricité de Bartlett à donner les résultats du Tableau 5.

Le tableau ANOVA indique que le modèle est significatif. Cependant, selon le tableau des coefficients, tous les liens constituant ce modèle ne sont pas valides car la significativité est supérieure à 0,05, sauf pour ce les données des nitrates (0). Aussi en sus des résultats fournis par les tableaux, nous avons rapporté les données aux normes de l'OCDE, puis nous les avons analysés.

Le Tableau 6 classe les plans d'eau selon l'OCDE en cinq niveaux trophiques, de l'ultra-oligotrophe à l'hypertrophe, en fonction des concentrations de nitrate (NO<sub>3</sub>), de phosphate (PO<sub>4</sub>), de phosphore total et de chlorophylle a, avec des recommandations spécifiques pour chaque niveau en termes de gestion et de surveillance.

Tableau 5. Statistiques ANOVA (analyse de la variance) de colinéarité du test de sphéricité de Bartlett

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Statistiques de colinéarité	
	B	Erreur standard	Bêta			Tolérance	VIF
(Constante)	-0,824	,717		-1,148	0,253		
Turbidité	6,638E-5	,000	,047	,427	0,670	,482	2,075
Ammonium	-,005	,005	-,087	-,931	0,354	,677	1,477
Conductivité	-2,118E-7	,000	,000	-,001	1,000	,493	2,028
Nitrates	0,011	,002	,596	6,653	0,000	,730	1,370
Ortho phosphates	-,018	,082	-,018	-,220	0,826	,854	1,171
PH	,126	,096	,105	1,310	0,193	,919	1,088

a. Variable dépendante : Chlorophylle A

Tableau 6. Synthèse bibliographique des valeurs seuils du niveau trophique des eaux, selon l'OCDE (1982) cité par Mama (2010)

Niveau trophique (OCDE)	Unités	Ultra oligotrophe	Oligotrophe	Mésotrophe	Eutrophe	Hypertrophe
		Très peu nourri	Peu nourri	Moyennement nourri	Trop nourri	Vraiment trop nourri
NO3	µg/L N-NO3		< 10	10-30	30-100	> 100
PO4	µg/L P-PO4		< 2	2 - 5	5-100	> 100
Phosphore total	µg/L P	< 4	4 - 10	10 - 35	35-100	> 100
Chlorophylle a	µg/L	< 1	1 - 2,5	2,5 - 8	8 - 25	> 25
(DGS - ministère chargé de la santé)		Pas de recommandations particulières		Surveillance active Maintien d'une activité	Maintien d'une activité Information du public	Interdiction baignade et consommation de poisson

### 3.2. Modélisation de la corrélation pour une gestion optimale des nutriments en période de hautes et basses eaux

Les statistiques de colinéarité, évaluées par le test VIF, sont acceptables avec des niveaux inférieurs aux seuils communément admis. Les résultats peuvent être interprétés sans risque d'instabilité excessive. Le modèle est significatif selon le tableau ANOVA (analyse de la variance), mais tous les liens ne sont pas valides selon le tableau des coefficients. Les variables turbidité, ammonium, conductivités, ortho-phosphates et pH ne sont pas pertinentes pour expliquer la chlorophylle A. Seule la variable nitrate est significative ( $p = 0,000$ ) (Figure 6). A titre illustratif, notre étude a montré que la turbidité était un facteur prédominant dans la variation de la chlorophylle a, ce qui renforce les conclusions de Jones et Welch (1998), selon lesquelles une forte turbidité peut limiter la lumière disponible pour la photosynthèse. Cette découverte souligne l'importance de la gestion de la qualité de l'eau pour contrôler les concentrations de particules en suspension et ainsi prévenir une réduction de la productivité primaire dans les écosystèmes aquatiques.

Le modèle de régression est donc : ***chlorophylle A = - 0,824 + 0,011 nitrates + 0,123***, indiquant qu'une augmentation de 1 mg/L de nitrate entraîne une augmentation de 0,011 µg /L de chlorophylle a. Les nitrates, présents naturellement dans les plans d'eau, deviennent problématiques avec les activités humaines intensives, entraînant une accumulation excessive (Pinay et al., 2018a). Le niveau de trophie du plan d'eau est déterminé par le Tableau 1. Ainsi, la concentration en nitrates est de **8,76** pour la saison des hautes eaux et **25,32 µg/L N-NO<sub>3</sub>** pour la saison des basses eaux. Cela correspond à un niveau d'*oligotrophe* pendant la saison des hautes eaux et *mésotrophe* pendant la saison des basses eaux nécessitant une surveillance et des mesures préventives.

Figure 6. Le modèle de régression de la chlorophylle a en fonction des autres paramètres durant la saison de hautes eaux

Le modèle de prédiction déterminée pendant la saison des hautes eaux sera le même durant la saison des basses eaux (Figure 7).

Les statistiques de colinéarité, évaluées par le test VIF, sont acceptables avec des niveaux inférieurs aux seuils généralement admis. Cela indique une stabilité suffisante des résultats du modèle. L'ANOVA confirme la significativité globale du modèle, mais certains liens entre les variables explicatives et la variable à expliquer ne sont pas valides, comme indiqué par les coefficients. Ainsi, les variables T°C (significativité = 0,317), AMMONIUM (significativité = 0,937), DCO (significativité = 0,053), ORTHOPHOSPHATES (significativité = 0,431), PH (significativité = 0,969) et DBO (significativité = 0,064) ne seront pas intégrées à l'explication du comportement de la Chlorophylle A, la variable à expliquer.  $Y = 552,006 + -0,446 * X_1 + 7,775 * X_2 + 0,160 * X_3 + 31,01709$  ; Autrement dit :

$$\mathbf{Chlorophylle\ A = 552,006 + -0,446 * Conductivité + 7,775 * NITRATES + 0,160 * Turbidité + 31,01709.}$$

Cela signifie qu'une augmentation d'une unité de la conductivité entraîne une diminution de 0,446 unités de Chlorophylle A, qu'une augmentation d'une unité de nitrate entraîne une augmentation de 7,775 unités de Chlorophylle A et qu'une augmentation d'une unité de la turbidité entraîne une augmentation de 0,160 unités de Chlorophylle A

Figure 7. Le modèle de régression de la chlorophylle a en fonction des autres paramètres durant la saison des basses eaux

Les variables ammonium et nitrate sont les paramètres qui influencent le développement de la chlorophylle a, reflétant le niveau trophique du milieu aquatique, indicateur de sa qualité écologique (Pinay et al., 2018a). Les nitrates, provenant d'engrais agricoles ou de la pollution urbaine, ont un effet similaire que l'ammonium, c'est-à-dire qu'il favorise la croissance des algues et des plantes aquatiques. Ces données montrent que le barrage est en situation *mésotrophe*. Une analyse approfondie en

fonction des théories existantes pourrait également fournir des explications complémentaires (Figures 9 et 10).

### 3.3. Les principales propriétés physiques et chimiques de l'eau observées

La discussion des valeurs statistiques des paramètres physiques et chimiques révèle des valeurs atypiques corrélées à la chlorophylle a. Ces valeurs sont déterminées par les équations de corrélations. Ces valeurs atypiques sont entre autre les nitrates pour les deux saisons d'études et la conductivité et la turbidité pour la saison des basses eaux (El Ghadouia, Bengrich, 2023 ; Quillévéré et al., 1977 ; Tsafack et al., 2019). Les valeurs atypiques corrélés à la chlorophylle A ont été représentées sur la Figure 8.

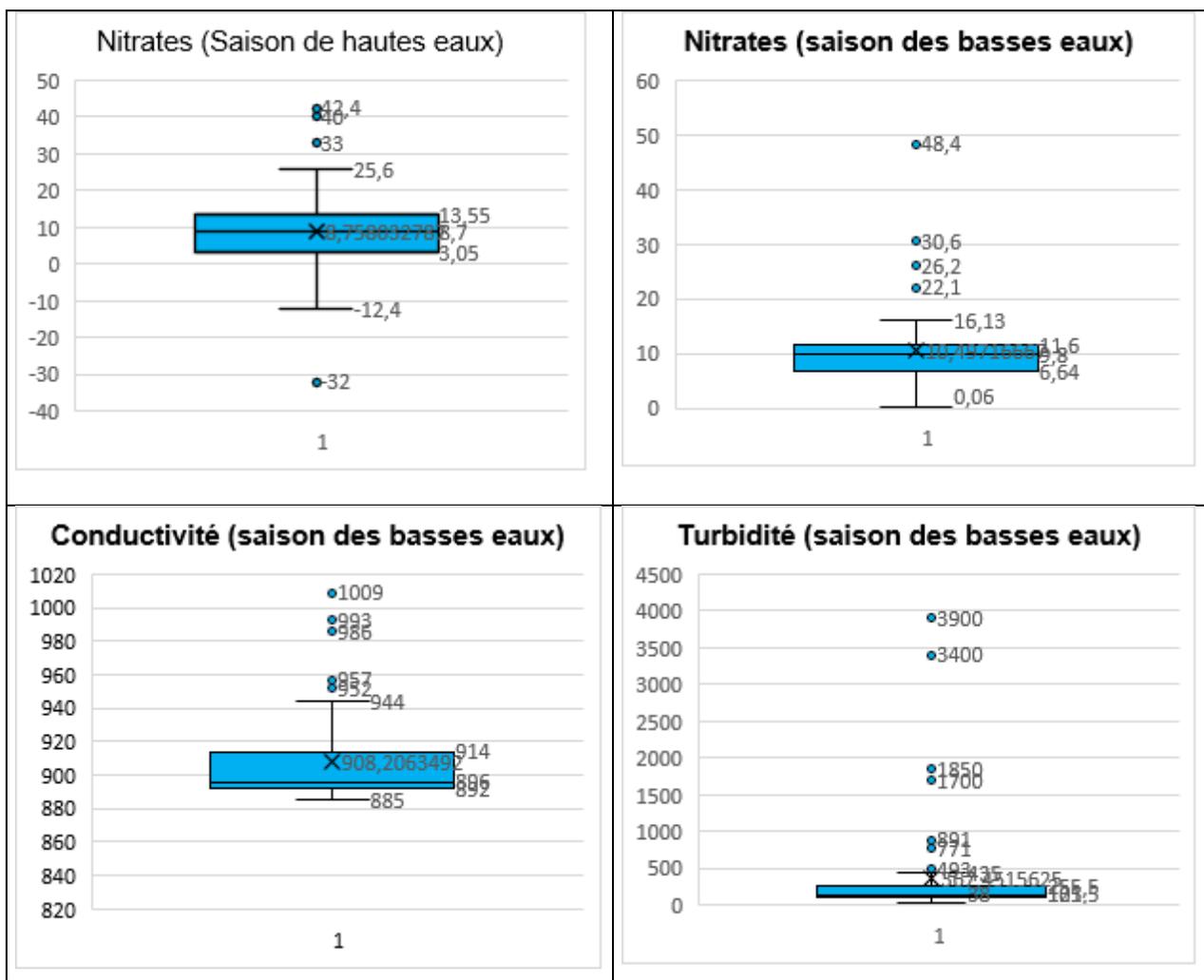


Figure 8. Représentation des paramètres nitrates, turbidité, conductivités, tous corrélés à la chlorophylle A

Plusieurs paramètres ne sont pas corrélés à la chlorophylle a, à cause de la dilution des eaux durant la saison des pluies. Des études similaires ont montré une absence de corrélation entre certains paramètres physiques et chimiques. Par exemple, dans la

rivière Lot en France, Angelier et al. (1978) ont discuté de l'absence de corrélations nettes entre le débit et le pH, la résistivité, l'alcalinité et le calcium, suggérant que ces paramètres sont liés à d'autres facteurs tels que la nature géologique des terrains traversés.

En ce qui concerne les relations issues des données de la seconde collecte, les modèles sont congruents et certains paramètres permettent d'expliquer l'efflorescence algale dans le lac. Les nitrates, la conductivité et la turbidité qui sont des facteurs limitants selon Pinay et al. (2018b) et Smith et al. (2021), expliquent mieux le développement algal dans le lac. Priso et al. (2012) ont constaté que la répartition des macrophytes est influencée par la présence du cadmium et des nitrates dans une partie du plan d'eau de la rivière Kondi à Douala, au Cameroun. Le programme de l'OCDE indique également que l'entrée de ces deux nutriments dans les plans d'eau est problématique car ils peuvent causer des dommages aux écosystèmes aquatiques (Vollenweider, 1970).

### **3.4. L'agriculture comme source significative de l'introduction de nutriments dans le lac**

L'agriculture est une activité largement répandue dans les communes du Burkina Faso, (Ouedraogo et al., 2022 ; Sirima et al., 2019). Cette pratique est également courante dans la commune d'Ouagadougou, où de nombreux agriculteurs ne respectent pas toujours les règles de gestion des plans d'eau. Les nutriments associés à la chlorophylle ont provenu souvent de sources anthropiques, comme l'ont souligné Pinay et al. (2018), Smith et al. (2021), ainsi que Teyssèdre (2022). Plus de la moitié des exploitants agricoles utilisent des fertilisants tels que la fumure organique et les engrais chimiques pour augmenter leurs rendements, ce qui peut entraîner une augmentation des nutriments dans les plans d'eau (Ouedraogo et al., 2018 ; Tapsoba et al., 2016 ; Zoungrana, Combelem, 2016). De plus, leur proximité avec la bande de servitude des plans d'eau constitue un danger, car elle peut favoriser l'introduction de ces nutriments. La gestion durable des ressources en eau doit également suivre une vision théorique comme mentionnés ci-dessous, qui permettra de prendre en compte tous les facteurs qui influent sur la croissance de la végétation. Cette vision holistique souligne l'importance de comprendre et de gérer ces facteurs pour maintenir la qualité de l'eau.

Dans l'ensemble, bien que nos résultats confirment certaines tendances observées par d'autres chercheurs, ils montrent également que les relations entre les paramètres environnementaux et la chlorophylle a peuvent être complexes et dépendre de multiples facteurs. Une étude plus approfondie, tenant compte d'autres variables comme la température de l'eau ou les facteurs biologiques, pourrait être nécessaire pour affiner notre compréhension des dynamiques écologiques dans ce type d'écosystème.

La production primaire est limitée par le nutriment qui, en premier, vient à manquer. Ce concept repose à l'origine sur la loi du minimum de Liebig (1850) en agronomie, utilisée dans la période postindustrielle pour optimiser les rendements des cultures de végétaux supérieurs avec l'ajout des fertilisants. Cette loi, qui s'applique aux organismes photosynthétiques des milieux aquatiques, est complétée par la loi de Liebscher. Cette dernière, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, met en évidence l'importance du respect des rapports optimaux entre les éléments pour optimiser la croissance (loi de l'optimum). On sait maintenant que ces rapports optimaux peuvent varier fortement entre les végétaux (Pinay et al., 2018b).

Figure 9. Facteurs de contrôle de l'eutrophisation selon une approche théorique empirique

### Le temps de résidence de l'eau

Le temps de résidence de l'eau dans un écosystème aquatique, ou dans une partie de celui-ci, conditionne le développement des proliférations algales. En effet, plus le temps de résidence de l'eau est long, moins vite est évacué le plancton formé, et plus les échanges entre les organismes photosynthétiques et les nutriments dissous sont importants, augmentant potentiellement le risque d'eutrophisation.

### La lumière

Les organismes photosynthétiques ont besoin de la lumière qui leur fournit l'énergie nécessaire à la production primaire. Le long du continuum terre-mer, les zones fréquemment soumises à la remise en suspension des sédiments dans la colonne d'eau, comme les estuaires, sont des zones où le manque de lumière limite le développement des producteurs primaires.

### La température

Toutes les activités biologiques sont stimulées par une augmentation de la température. Le développement cellulaire, les activités photosynthétiques et les processus de respiration n'échappent pas à la règle.

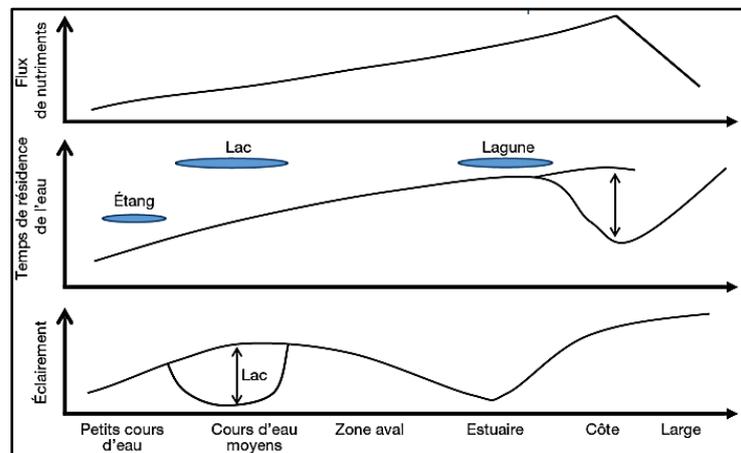


Figure 10. Évolution des facteurs de contrôle eutrophisation (Pinay et al., 2018b)

#### **4. CONCLUSIONS**

Cette étude a permis de mettre en évidence que la chlorophylle a, en tant qu'indicateur de la qualité de l'eau, est influencée par plusieurs paramètres environnementaux. Les résultats montrent une dépendance notable de la concentration de chlorophylle a vis-à-vis de la turbidité, de la conductivité et des nitrates, ce qui souligne l'importance de ces facteurs dans le développement des plantes aquatiques et dans la gestion des écosystèmes aquatiques. En effet, la turbidité et la conductivité sont des variables qui peuvent influencer la photosynthèse et la disponibilité de la lumière pour les plantes aquatiques, ce qui affecte directement la production de chlorophylle a. De plus, les nitrates, en tant qu'éléments nutritifs essentiels pour la croissance des plantes, sont également un facteur clé dans la dynamique de la chlorophylle a, bien qu'ils n'aient pas toujours montré une corrélation nette dans toutes les études.

Il est important de noter que bien que cette étude ait permis de poser les bases pour la modélisation et le suivi de la chlorophylle a dans le barrage, d'autres paramètres environnementaux et anthropiques devraient être pris en compte pour affiner ces modèles. Par exemple, l'impact d'autres nutriments comme le phosphore, les variations saisonnières et les changements dans les pratiques de gestion des eaux peuvent également jouer un rôle significatif. En outre, des études supplémentaires sur les interactions complexes entre ces facteurs et leur effet combiné sur la croissance des plantes aquatiques pourraient offrir de nouvelles perspectives pour une gestion durable des ressources en eau. Ainsi, une meilleure compréhension de ces relations permettrait non seulement de suivre plus efficacement l'évolution de la chlorophylle a, mais aussi de développer des stratégies de gestion plus adaptées pour prévenir les eutrophisations et protéger la biodiversité aquatique.

#### **5. RÉFÉRENCES**

- ANGELIER, E., BORDES, J.M., LUCCHETTA, J.C., ROCHARD, M. 1978. Analyse statistique des paramètres physico-chimiques de la rivière Lot. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, EDP Sciences, pp. 39-57.
- BARON, C., SIRI, Y., BELBEOC'H, A. 2022. La GIRE : un modèle voyageur confronté à la revanche de territoires. *Revue internationale des études du développement* 248 : 115-142.
- BIOT, N., BERTIN, P., LEVEAU, L. 2020. Comparaison de méthodes d'évaluation de la fourniture du service écosystémique de la stabilité structurale sur des sols limoneux et limono-sableux en Belgique.

- BRETON, E., CROUVOISIER, M., CAILLAUD, J., CHARTIER, R., PLUCHART, L., DEWAELE, D. 2018. Diagnostic d'eutrophisation des zones humides chassées des Hauts de France, p. 36.
- CISSE, G., KIENTGA, M., OUEDRAOGO, B., TANNER, M. 2002. Développement du maraîchage autour des eaux de barrage à Ouagadougou: quels sont les risques sanitaires à prendre en compte? Cahiers agricultures 11 (1) : 31–38.
- DODDS, W.K., JONES, J.R., WELCH, E.B. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. Water Research 32 (5) : 1455–1462.
- DUPUIS, D., VICTORIA-FESER, M.-P. 2011. Robust VIF regression. Les Cahiers du GERAD 711 : 2440.
- EL GHADOUIA, M., BENGRICH, M. 2023. Contribution de l'investissement en technologie de communication et de l'information a la creation de la valeur actionnariale des sociétés cotées à la bourse des valeurs de Casablanca. Economics and Management Review 1 (1).
- JULES, P.R., OLIVIER, O.G., NDONGO, D. 2012. Utilisation des macrophytes comme descripteurs de la qualité des eaux de la rivière Kondi dans la ville de Douala (Cameroun-Afrique Centrale). Journal of Applied Biosciences 53 : 3797–3811.
- JUSTES, E., BEAUDOIN, N., BERTUZZI, P., CHARLES, R., CONSTANTIN, J., DURR, C., HERMON, C., JOANNON, A., LE BAS, C., MARY, B. 2012. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires: conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. PhD Thesis - Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.
- MAMA, D. 2010. Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). PhD Thesis - Limoges.
- MAMA, D., AINA, M., ALASSANE, A., BOUKARI, O.T., CHOUTI, W., DELUCHAT, V., BOWEN, J., AFOUDA, A., BAUDU, M. 2011. Caractérisation physico-chimique et évaluation du risque d'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin). International Journal of Biological and Chemical Sciences 5 (5) : 2076–2093.
- MANKOUR, B., DJILALI, B. 2021. Développement Economique et Contraintes institutionnelles en Algérie : Analyse comparative avec les données de panel sur la période 2000-2018.
- MITSCH, W.J., GOSSELINK, J.G. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. Ecological economics 35 (1) : 25–33.
- NETER, J., KUTNER, M.H., NACHTSHEIM, C.J., WASSERMAN, W. 1996. Applied linear statistical models.

- OUÉDRAOGO, A., BOUDA, T.P.F., NIANG, D., YACOUBA, H. 2022. Local Communautés' Perceptions of Climate Variability in the Sourgou Commune of the Boulkiemde Province: A Move from a Vulnerable to a Resilience-Based Stance. *American Journal of Water Resources* 10 (1) : 9–16.
- OUEDRAOGO, D.B., GNANKAMBARY, Z., NACRO, H.B., SEDOGO, M.P. 2018. Caractérisation et utilisation des eaux usées en horticulture dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12 (6) : 2564–2577.
- PINAY, G., GASCUEL, C., MENESGUEN, A., SOUCHON, Y., LE MOAL, M., LEVAIN, A., ETRILLARD, C., MOATA, F., PANNARD, A., SOUCHU, P. 2018a. L'eutrophisation. éditions Quae.
- PINAY, G., GASCUEL, C., MENESGUEN, A., SOUCHON, Y., LE MOAL, M., LEVAIN, A., ETRILLARD, C., MOATA, F., PANNARD, A., SOUCHU, P. 2018b. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer – INRA.
- POLITIQUE NATIONALE DE L'EAU. 2016-2030. Burkina Faso.
- QUILLEVERE, D., GOUZY, Q.M., SECHAN, Y., PENDRIEZ, B. 1977. VI. Analyse de l'eau des gîtes larvaires en saison des pluies; comparaison avec la saison seche. *Cah. O.R.S.T.O.M, sér. Em. méd. et Parasitol.* XV (3) : 13.
- RAMSAR, C.O.P. 1994. The Ramsar convention on wetlands.
- RAPINEL, S. 2012. Contribution de la télédétection à l'évaluation des fonctions des zones humides: de l'observation à la modélisation prospective. PhD Thesis - Université Rennes 2.
- SAWADOGO, R., GUIGUEMDE, I., DIENDERE, F., DIARRA, J., BARY, A. 2012. Caractérisation physico-chimique des eaux résiduaires de tannerie: cas de l'usine TAN ALIZ à Ouagadougou/Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6 (6) : 7087–7095.
- SEYNOU, O. 1987. Stratification saisonnière des eaux d'étangs de barrages (n° 2 et 3 de Ouagadougou et Loubila) Mal et étude de composition de captures. [Mémoire de fin d'études] Université Ouaga I Professeur Joseph KI-ZERBO et Institut du développement rural.
- SIRIMA, A.B., SOME, Y.S.C., YAMEOGO, A., DA, D.E.C. 2019. Activités anthropiques et risques d'eutrophisation du Lac de Tengrela.
- SMITH, S., ALTIERI, K.E., MDUTYANA, M., WALKER, D.R., PARROTT, R.G., SPENCE, K.A., BURGER, J.M., FAWCETT, S.E. 2021. Biogeochemical controls on wintertime ammonium accumulation in the surface layer of the Southern Ocean. *Biogeosciences Discussions* : 1–39.

- TAPSOBA, F.W., KERE, F.D., DIARRA, J., BARRY, A., SAWADOGO-LINGANI, H., DIANOU, D., DICKO, M.H. 2016. Etude de l'évolution des éléments précurseurs d'eutrophisation des eaux du Barrage n 3 de Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 10 (2) : 846–859.
- TEYSSÈDRE, A. 2022. Impacts de l'agriculture sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes.
- TSAFACK, H.N., TEMGOUA, E., NJINE, T. 2019. Persistance de E. coli, des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires contenus dans les eaux usées urbaines d'arrosage sur les cultures maraîchères à Dschang, Ouest-Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 13 (5) : 81–90.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1970. Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation. PhD Thesis. Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).
- ZOUNGRANA, T.D., COMBELEM, O. 2016. Déterminants de la participation des populations riveraines à la protection des retenues d'eau en milieu urbain: cas des barrages no. 1, 2 et 3 de la ville de ouagadougou au Burkina Faso. *Journal Ouest-Africain des Sciences de Gestion* 1 (2) : 72–96.

# Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso

Salifou SANOGO<sup>1</sup>, Wendégoudi Gérard OUEDRAOGO<sup>2</sup>,  
Moumouni OUANDE<sup>3</sup>, Pawendkissgou Isidore YANOOGO<sup>2</sup>,  
Tanga Pierre ZOUNGRANA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Lédéa Bernard Ouédraogo, Burkina Faso

<sup>2</sup>Université Norbert Zongo, Burkina Faso

<sup>3</sup>Université Joseph Ki Zerbo, Burkina Faso  
*sanogosalifou@gmail.com*

## Sommaire :

1. INTRODUCTION.....	139
2. MÉTHODOLOGIE .....	140
2.1. Cadre théorique .....	140
2.2. Collecte des données.....	141
3. RÉSULTATS .....	142
3.1. Le Nord du Burkina : une région sujette à une importante variabilité pluviométrique interannuelle et à une dégradation accélérée de l'environnement.....	142
3.2 Dynamique de l'occupation des terres .....	143
3.3. La dynamique des pratiques agricoles : une solution pour une agriculture viable.....	145
3.4 Conservation et restauration des terres dégradées, une priorité pour accroître les surfaces et rendements agricoles .....	148
4. DISCUSSION.....	150
5. CONCLUSIONS .....	152
6. RÉFÉRENCES .....	152

## Citer ce document :

SANOOGO, S., OUEDRAOGO, W.G., OUANDE, M., YANOOGO, P.I., ZOUNGRANA, T.P. 2025. Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso. *Cinq Continents* 15 (31): 137-155.

## **Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso**

**Salifou SANOGO, Wendégoudi Gérard OUEDRAOGO, Moumouni OUANDE, Pawendkisgou Isidore YANOOGO, Tanga Pierre ZOUNGRANA**

**Agricultural practices in a context of climate change in the communes of Ouahigouya and Oula, Northern Region of Burkina Faso.** Human pressures and climatic constraints have led to the degradation of natural resources in the northern region of Burkina Faso. This environmental degradation, accelerated by repeated droughts in the 1970s and 1980s, has weakened agrosystems. To adapt to the dynamics of rainfall and the environment, farmers have been able to change their farming practices. The aim of this paper is to analyse the dynamics of farming practices in the communes of Ouahigouya and Oula in a context of climate change and degradation of biophysical resources (soil and vegetation). The methodology is based on the systemic approach and the mixed method. Demographic sampling was carried out by random selection with standard samples of 50 respondents per locality, whatever the size of the target population. A total of 146 farmers (heads of household) were surveyed out of a total target population of 1,119 heads of household, giving an overall rate of 13.05%. The fieldwork showed that rainfall variability and environmental degradation have led to a change in farming practices. These farming practices, which are based on traditional know-how and innovations, include stone cordons (89.7%), zaï (84%), half-moons (36%) and agroforestry techniques. These techniques, which are more environmentally friendly, make it possible to cope with climatic and environmental constraints, and greater cooperation between stakeholders in the field would help to strengthen farmers' adaptive capacities.

**Keywords:** rainfall variability, environmental degradation, agricultural practices, Ouahigouya, Burkina Faso.

**Pratiques agricoles dans un contexte de changement climatique dans les communes de Ouahigouya et Oula, Région Nord du Burkina Faso.** Les pressions anthropiques et les contraintes climatiques ont entraîné une dégradation des ressources naturelles dans la région du Nord du Burkina Faso. Cette dégradation environnementale, accélérée par les sécheresses répétées des années 1970 et 1980 a fragilisé les agrosystèmes. Pour y remédier, les agriculteurs ont su faire évoluer leurs pratiques agricoles. Cet article a pour objectif d'analyser la dynamique des pratiques agricoles dans les communes de Ouahigouya et de Oula dans un contexte de changement climatique et de dégradation des ressources biophysiques (sols et végétations). La méthodologie est basée sur l'approche systémique privilégiant la méthode mixte de collecte des données. L'échantillonnage démographique a été fait par choix aléatoire avec des échantillons standards de 50 enquêtés par localité, quel que soit l'effectif de la population-cible. Ainsi, au total 146 agriculteurs (chefs de ménages) ont été enquêtés sur une population-cible totale de 1119 chefs de ménages, soit un taux global de 13,05%. Il résulte des travaux de terrain que la variabilité pluviométrique et la dégradation du milieu biophysique ont entraîné une dynamique dans les pratiques agricoles. Ces pratiques agricoles qui sont issues du savoir-faire traditionnel et des innovations comprennent les cordons pierreux (89,7%), le zaï (84%), les demi-lunes (36%) et les techniques de l'agroforesterie. Ces techniques, plus écologiques, permettent de faire face aux contraintes climatiques et environnementales, mais une plus grande coopération des acteurs sur le terrain permettrait de renforcer les capacités adaptatives des agriculteurs.

**Mots clés :** variabilité pluviométrique, dégradation environnementale, pratiques agricoles, Ouahigouya, Burkina Faso.

## 1. INTRODUCTION

Les sociétés paysannes sont toujours et partout préoccupées par les évolutions météorologiques à court terme (accidents météorologiques) comme à plus long terme (tendances climatiques ; Attané et al., 2015). Au Sahel en générale et au Burkina Faso en particulier, le changement climatique représente une menace de plus en plus perceptible pour la viabilité des ménages ruraux qui dépendent de l'exploitation des ressources naturelles (Ouedraogo, 2024). Les variations pluviométriques interannuelles et la hausse des températures entraînent d'importantes modifications environnementales (Ouedraogo, Thiombiano, 2012) et conditionne la disponibilité des ressources alimentaires, hydriques et financières, avec des retombées directes sur la santé publique (Sultan et al., 2005). Pour Bambara et al. (2013), les impacts écologiques liés aux phénomènes climatiques sont entre autres l'assèchement des cours d'eau, la disparition des bas-fonds, la baisse de la production fruitière des ligneux sauvages et domestiques, le dessèchement et/ou la chute d'espèces ligneuses, la baisse des rendements agricoles. Dans la même lancée, le GIEC (2014) atteste que le Changement du système climatique est sans équivoque car on note déjà une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan. De plus, les observations effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent qu'une multitude de systèmes naturels est touchée par les changements climatiques, en particulier par la hausse des températures.

La croissance rapide des populations et l'accès réduit à la technologie (mécanisation, engrais, etc.) constituent des facteurs aggravant les impacts socio-économiques du changement climatique (PNUD, 2004). En effet, la forte pression anthropique sur les zones semi-arides rend les agrosystèmes plus vulnérables aux effets du changement climatique. Cet amenuisement des ressources naturelles affecte la survie des communautés rurales par l'exacerbation de l'insécurité alimentaire et à la pauvreté (Dilley et al., 2005) . Pour satisfaire les besoins alimentaires d'une population de plus en plus croissante et dans un contexte de changement climatique, les agriculteurs allient savoirs endogènes et d'innovations exogènes.

Face à cette dégradation environnementale et climatique dont l'agriculture est confrontée, une question mérite d'être posée : Comment les agriculteurs s'adaptent-ils pour satisfaire aux besoins alimentaires d'une population croissante dans un contexte de changement climatique ? En postulant que le changement climatique et la dégradation des facteurs biophysiques ont entraîné une dynamique des pratiques agricoles dans la région du Nord du Burkina Faso, l'article se fixe comme objectif d'analyser la dynamique des pratiques agricoles dans la région du Nord face au changement climatique et à la dégradation des facteurs biophysiques. Pour atteindre l'objectif l'étude, une méthodologie a été adoptée en vue de la collecte des données. La

présentation de la démarche méthodologique est précédée de l'énoncé du cadre théorique. Et sur la base des études existantes, une discussion a été faite.

## **2. MÉTHODOLOGIE**

### **2.1. Cadre théorique**

Du point de vue théorique, cette recherche s'intègre dans le vaste champ de la géographie et de l'aménagement des territoires ruraux. Elle a eu recours à des notions de la géographie rurale, de la gestion des espaces tropicaux, des tendances climatiques et environnementales et du droit foncier. Sans être exhaustive, des auteurs ont montré l'impact des changements climatiques sur l'agriculture. Cette influence des changements climatiques sur l'agriculture varie d'une région à une autre avec des conséquences socio-économiques importantes dans les pays en développement (Sultan et al., 2015). En effet, ces pays connaissent une grande variation des paramètres climatiques, comme le régime de mousson en Inde et en Afrique de l'Ouest ou encore l'influence des événements El Niño sur le continent américain (Challinor et al., 2003). En Afrique sub-saharienne, les sociétés et les écosystèmes ont connu de fortes perturbations dues en particulier aux sécheresses des années 1970 et 1980 dans un contexte d'importantes mutations sociales et économiques (Ouedraogo et al., 2022).

Les populations rurales de l'Afrique Subsaharienne sont particulièrement exposées aux aléas climatiques dans la mesure où elles sont dépendantes de l'agriculture pluviale, qui représente près de 93 % des terres cultivées (Sultan et al., 2015). Les exemples d'impact des changements climatiques qui reviennent couramment sont : saisonnalité irrégulière, précipitations décalées dans le temps ou réparties différemment, événements extrêmes, températures modifiant les dates des semis, etc. Le 5<sup>e</sup> rapport du GIEC (2013), décrit une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes météorologiques extrêmes liées aux changements climatiques : vagues de chaleur, périodes de sécheresses, précipitations intenses. La résilience de ces pays est aujourd'hui compromise par l'importance critique qu'occupe l'agriculture dans leur économie, les pressions démographiques et leur faible niveau de développement. En effet, les faibles moyens dont disposent les agriculteurs pour anticiper et enrayer les effets des aléas climatiques s'illustrent par une forte dépendance de la pluviométrie avec des conséquences sur la sécurité alimentaire (Torquebiau et al., 2018). Inversement, les activités humaines (dont le secteur agricole) agissent sur les paramètres climatiques. L'agriculture moderne est à l'origine de problèmes dont la pollution des eaux, la perte de la biodiversité, le réchauffement du climat (émission des Gaz à Effet Serre - GES), la dégradation des sols, etc. Ces problèmes sont liés aux techniques et modes de productions à savoir la monoculture, la mauvaise utilisation des pesticides et des engrais chimiques, l'érosion et le lessivage des sols, l'émission trop importante des GES.

L'étude cherche à analyser les enjeux du passage de l'utilisation partagée des ressources naturelles (terres, eau et pâturage) en période de stabilité écologique à une concurrence sur ces mêmes ressources en période d'instabilité. L'analyse implique qu'une attention particulière soit faite sur certains paramètres dont l'interaction est essentielle pour l'interprétation du sens des transformations en cours (Kola, 2017), privilégiant l'approche systémique. Cette approche (analyse globale et intégrée) offre l'avantage d'insister sur l'importance des interactions entre les phénomènes divers qui constitue la particularité d'un système (Dipama, 1997).

## 2.2. Collecte des données

La collecte des données allie la méthode quantitative et la méthode qualitative. Il convient alors d'identifier les variables à expliquer : pratiques agricoles, dynamiques des agrosystèmes, mutations rurales. Pour expliquer ces variables, d'autres variables dites explicatives sont identifiées : statut social, variabilité pluviométrique, dégradation de l'environnement. L'étude s'appuie sur des données quantitatives et qualitatives issues de la recherche documentaire, des enquêtes de terrain (questionnaires et entretiens) et de l'observation directe.

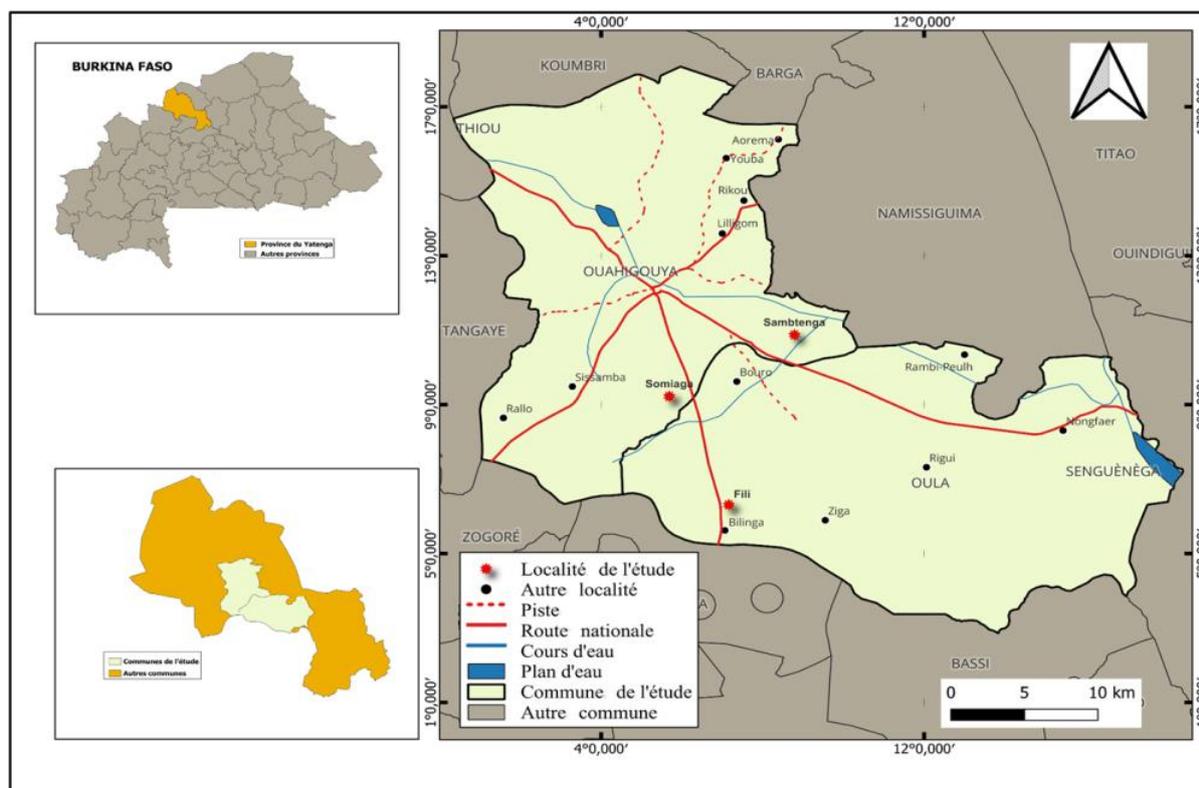


Figure 1. Localisation de la zone de l'étude  
Source : BUNASOLS<sup>1</sup>, 2004, réalisée par Ouédraogo, 2024

<sup>1</sup> Bureau National des Sols du Burkina Faso

Ainsi, les données météorologiques de la station spatiale de Ouahigouya de 1990 à 2020, démographiques du 5<sup>ème</sup> Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2019, spatiales (BNDT et les images Landsat) ont été analysées. Le logiciel Microsoft Word a servi à la saisie des textes, Excel au traitement des données statistiques et à la réalisation des graphiques, le logiciel QGIS 3.30 pour la réalisation des cartes.

L'échantillonnage démographique a été fait par choix raisonné. Déjà utilisé par Kola en 2017, l'échantillonnage raisonné consiste à choisir délibérément certains éléments d'une population cible en fonction de critères spécifiques qui sont jugés pertinents pour l'étude. Pour cette étude, le choix des individus a été fait sur la base de deux critères : être agriculteur, pratiqué au moins une technique de Gestion Durable des Terres (GDT). Des échantillons standards, à raison de 50 enquêtés par localité (Figure 1), quel que soit l'effectif de la population-cible dans chaque village ont été privilégiés.

Au total 146 chefs de ménages ont été enquêtés sur une population-cible totale de 1.119 chefs de ménages, dont un taux de sondage de 13,05% (Tableau 1).

Tableau 1. Récapitulatifs des échantillons

Villages enquêtés	Nombre de ménages/village	Effectif total par site	Effectifs enquêtés	Taux de sondage (%)
Sambtenga	286	50	49	17,13
Somiaga	680	50	50	07,35
Filli	153	50	47	30,71
Total	1.119	150	146	13,05

Sources : INSD<sup>2</sup>, 2022 ; enquête de terrain, juin-juillet 2023

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Le Nord du Burkina : une région sujette à une importante variabilité pluviométrique interannuelle et à une dégradation accélérée de l'environnement

Les masses d'air qui régissent le climat sur le Burkina Faso de façon générale et sur la zone de l'étude en particulier sont : (i) l'anticyclone de Sainte Hélène, circonscrit dans l'Atlantique Sud, (ii) l'anticyclone des Açores, localisé dans l'Atlantique Nord et (iii) l'anticyclone thermique de Lybie, situé dans le désert du Sahara-hémisphère Nord. Sous l'influence de ces centres d'action, la zone de l'étude connaît un climat tropical sec de type sahélien caractérisé par l'alternance d'une saison des pluies et d'une longue saison

<sup>2</sup> Institut National de la Statistique et de la Démographie

sèche, causée par la fluctuation de la convergence Inter Tropicale ou Front Inter Tropicale (FIT).

La pluviométrie étant l'un des paramètres climatiques qui agissent sur les activités agricoles, ces variations qui se manifestent sous différentes formes (périodes de sécheresse prolongées ou des pluies excessives), peuvent avoir des conséquences désastreuses sur les cultures même quand le total annuel est satisfaisant (Billaz, 2012).

La zone d'étude reçoit des précipitations variées selon les années avec une moyenne de 724,2 mm durant la période 1990-2020 (Figure 2).

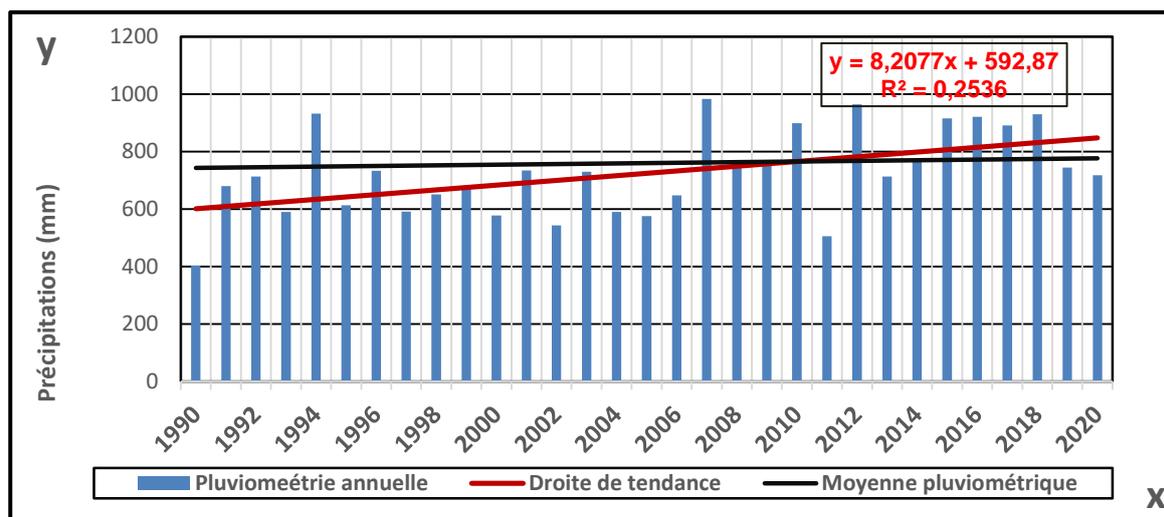


Figure 2. Variation interannuelle des précipitations de 1990 à 2020  
Source : ANAM<sup>3</sup>, 2022

De façon générale, si la droite de tendance pluviométrique croissante, traduit un léger regain en précipitations durant ces 30 ans, on note cependant une importante variation interannuelle de la pluviométrie dans la région. Des différences de quantités annuelles de pluies excèdent parfois 200 mm entre deux (02) années consécutives. Par exemple, elle est évaluée à 342,3 mm entre 1993 et 1994 ; 318,80 mm entre 1994 et 1995 ; 335,90 mm entre 2006 et 2007, 458,30 mm entre 2011 et 2012.

### 3.2 Dynamique de l'occupation des terres

La végétation est l'indicateur important pour évaluer les changements environnementaux entre des dates dans la région du Yatenga (Sawadogo et al., 2008). À l'image de la pluviométrie, le couvert végétal a connu d'importantes perturbations de 1990 à 2020, liées au changement dans l'utilisation des terres au profit des activités anthropiques. L'analyse diachronique de l'occupation des terres est obtenue par le traitement des images Landsat ETM+ de 1990, 2000, 2010, 2020. Ainsi, les surfaces de

<sup>3</sup> Agence Nationale de la Météorologie - Burkina Faso

cultures, les savanes (arborées et arbustives), les sols nus, les surfaces cuirassées et rocheuses et les plans d'eau sont les principales formes d'occupation des terres identifiées (Figure 3).

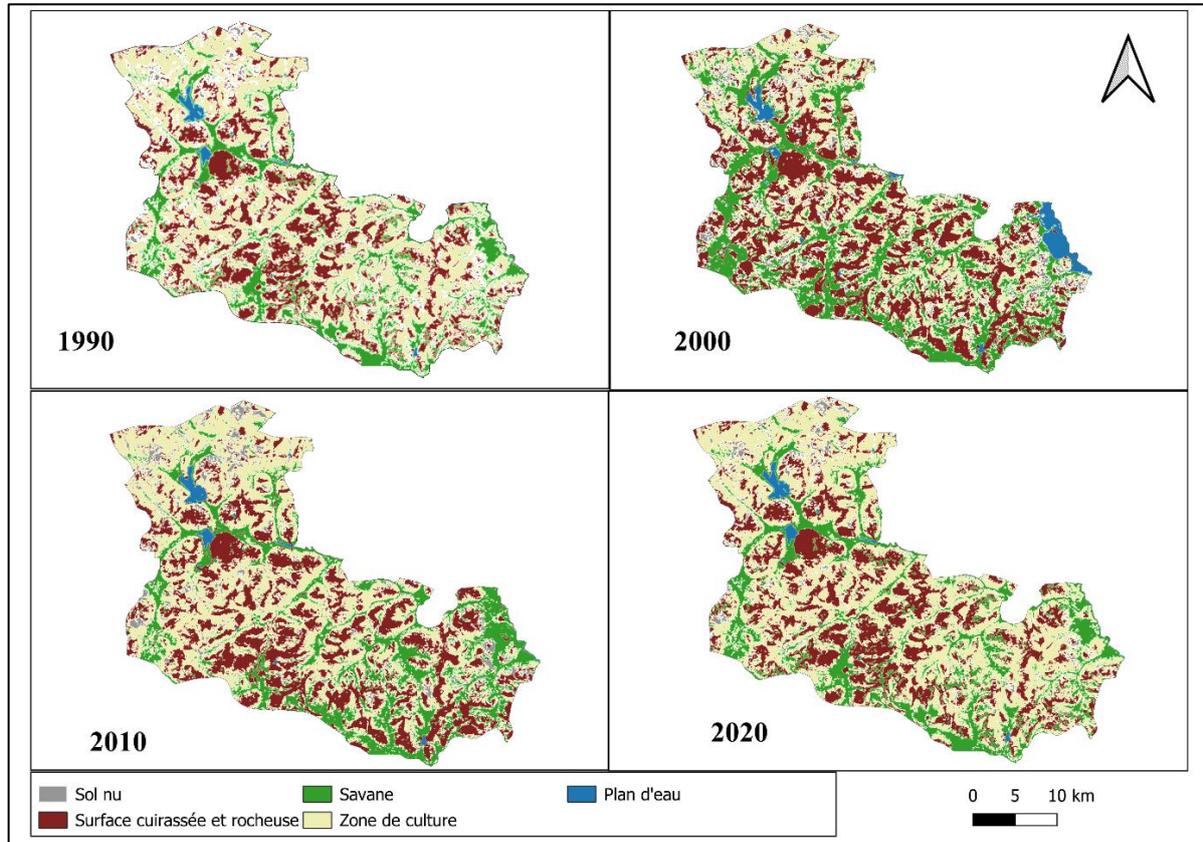


Figure 3. Unités d'occupation des terres dans les communes de Ouahigouya et de Oula  
Sources : Landsat ETM+ 1990, 2000, 2010 et 2020, réalisée Ouédraogo en 2024

La superficie totale du terroir étudié est de 104 897,88 ha. Les différentes unités d'occupation des terres ont connu des variations de 1990 à 2020 (Tableau 2).

Tableau 2. Variations des superficies des unités d'occupation des terres

Unités d'occupation	1990		2000		2010		2020	
	Superficie (ha)	%						
Plan d'eau	861	0,82	2.708	2,58	1.014	0,97	942	0,90
Sol nu	2.935	2,80	4.828	4,60	4.707	4,49	2.909	2,77
Surfaces cuirassées et rocheuses	38.866	37,05	34.872	33,24	31.001	29,5	28.806	27,46
Savanes	20.398	19,45	28.122	26,81	21.057	20,07	20.683	19,72
Zones de culture	41.836	39,88	34.365	32,76	47.117	44,92	51.556	49,15
<b>Total</b>	<b>104.897</b>	<b>100</b>	<b>104.897</b>	<b>100</b>	<b>104.897</b>	<b>100</b>	<b>104.897</b>	<b>100</b>

Source : Traitement d'image Landsat de 2000, 2010 et 2020

L'analyse de l'évolution des unités d'occupation des terres entre 1990 et 2020 montre une prédominance des champs (Tableau 2). En 2020, les surfaces de cultures occupent presque la moitié (49,15%) de la superficie de la zone, montrant la forte empreinte de l'homme sur le milieu. Pour ce qui est des formations naturelles, les efforts des travaux d'aménagement avaient permis une restauration du couvert végétal, passant de 19,45% en 1990 à 26,81% en 2000. Mais cette restauration a été temporaire, car la pression anthropique va encore s'accroître avec l'augmentation démographique qui s'accompagne d'accroissement des superficies culturales. Les savanes passent alors à moins de 20% de la superficie totale de la zone en 2020. De 1990 à 2020, on note une baisse constante des surfaces cuirassées et rocheuses. La diminution de ces zones est le fruit des travaux d'aménagement entrepris par les producteurs.

En effet, beaucoup de ces surfaces étaient des lithosols sur cuirasses qui ont perdu leur couche arable par suite de l'érosion hydrique et éolienne. Pour s'adapter à cette dynamique environnementale et climatique les agriculteurs ont mis en place des stratégies de conservation des ressources pour booster leurs productions.

### 3.3. La dynamique des pratiques agricoles : une solution pour une agriculture viable

Gérer l'impact négatif du climat a toujours été un impératif pour les sociétés africaines. C'est pourquoi l'agriculture tout comme le climat ont toujours été empreintes de valeurs endogènes. Pour les technologies locales d'adaptation, elles sont bien développées et jouent un rôle de premier plan dans la lutte pour la restauration des sols et de la végétation. Les techniques de Conservation des eaux et des sols/ Défense et de restauration des sols (CES/DRS) peuvent être regroupées en deux sous-groupes (Figure 4).

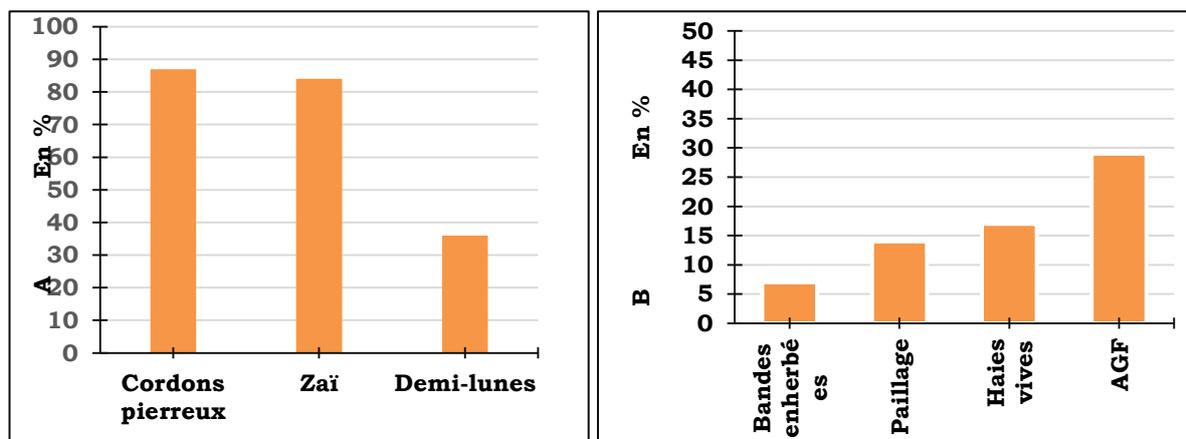


Figure 4. Adoption des techniques CES/DRS dans la zone de l'étude

Les techniques mécaniques qui comprennent le zaï, les cordons pierreux isohypses et leurs variantes et les demi-lunes (Figure 4A). Ces techniques endogènes ont au fil du temps été améliorées pour plus d'efficacité :

L'alignement des pierres pour contrôler le ruissellement et/ou pour délimiter les parcelles fait partie des anciennes techniques d'adaptation utilisées par les producteurs de la zone. Cette technique a été améliorée et a donné lieu aux cordons pierreux isohypses, pratiquée par la majorité (88%) des producteurs enquêtés. Ouvrages mécaniques d'une largeur de 15 à 20 cm et d'une longueur variante entre 10 et 30 m (Zougmore et al., 2008), les cordons pierreux sont composés de moellons (grosses pierres) et alignées suivant les courbes de niveaux. Les murets sont une variante des cordons pierreux qui sont aussi construits en suivant les courbes de niveau. La différence entre ces ouvrages est liée à leurs dimensions : les murets atteignent une hauteur de 0,60 m ; les alignements de pierres ont une hauteur limitée à une seule pierre soit 0,20 à 0,30 m ; les cordons de pierres ont une dimension intermédiaire (Vlaar, 1992).

Le zaï se définit comme une pratique paysanne de récupération des zones incultes (*zipella*). Il est une technique de travail avant les premières pluies qui consiste à creuser de petits poquets ou poches d'eau perpendiculairement à la pente du terrain. Il dispose en aval du trou la terre excavée constituant un ados permettant de capter les eaux de pluie et de piéger les débris végétaux transportés par le vent et les eaux de ruissellement. Cette opération est suivie généralement d'un épandage de matière organique dans les poquets creusés. Elle est pratiquée par 82% des exploitants agricoles familiaux. La tendance actuelle est à la mécanisation de cette technologie, pour réduire la pénibilité du travail et permettre sa vulgarisation dans de grandes superficies.

La pratique de demi-lunes a pour objectif de limiter l'action érosive des eaux de ruissellement et à favoriser une sédimentation afin de récupérer des terres dégradées (*zipella*). En augmentant la disponibilité d'eau pour les cultures, les demi-lunes constituent un moyen privilégié pour la pratique de l'agroécologie. Cette méthode est adoptée par 34% des producteurs. De nos jours, il y a des processus d'amélioration des demi-lunes. Cette amélioration vise deux objectifs : éviter l'inondation des cultures en cas de fortes précipitations et aussi réussir une reforestation dans ces zones où la déforestation est avancée. Les techniques biologiques les plus rencontrées sur la zone de l'étude sont : les haies vives, le paillage, les bandes enherbées, la Régénération Naturelle Assistée (RNA) et la jachère courte durée (Figure 4B).

Le paillage (mulching) est une technique qui consiste à couvrir le sol entièrement par la paille, les branchages et les débris de récoltes. Sur l'aire d'étude, le paillage est beaucoup plus pratiqué pour la production maraîchère aux alentours des retenues d'eau. Environ 85% des producteurs utilisent cette technique pour la production de

contre-saison et 15% pour la préparation des champs de cultures pluviales. Pour le maraichage, le paillage permet aux plants de profiter au mieux de l'arrosage afin d'atténuer l'action des fortes chaleurs et l'ensoleillement pendant la saison sèche. En culture pluviale, il permet de réduire l'érosion éolienne et de l'effet splash des gouttes de pluie en début de saison pluvieuse. Il permet en outre de retenir au maximum l'humidité dans le sol et de relancer l'activité de la microfaune qui contribue à son tour à améliorer la structure du sol et à augmenter l'infiltration des eaux.

Les bandes enherbées sont une forme biologique d'ouvrages antiérosifs qui revêtent plusieurs avantages. Selon son emplacement et sa composition floristique, elles participent à différentes fonctions comme la préservation de la biodiversité et la protection du sol. Placées en bordures ou à l'intérieur des champs, perpendiculairement à la pente, les bandes enherbées contribuent à limiter l'érosion des sols par le freinage du ruissellement et l'amélioration de l'infiltration. C'est surtout *Andropogon gayanus* qui est l'espèce végétale la plus utilisée par les exploitants agricoles. En plus de l'intérêt écologique, ces herbacées sont laissées pour d'autres fins utiles (confection de séko, de panier, de cordes, fourrage, etc.). Elle est pratiquée par 7% des exploitants agricoles familiaux.

Dans la zone d'étude, les haies vives sont utilisées comme des barrières biologiques constituées d'arbustes (*Acacia nilotica*, *Euphorbia balsamifera*, *Jatropha curcas*, *Ziziphus mauritiana*, *Lawsonia inermis*, *Combretum micranthum*) alignés le long des champs de cultures. Selon son emplacement et sa composition floristique, elles participent à différentes fonctions parmi lesquelles : (i) protection contre l'érosion, les vents, etc. (haies vives antiérosives) ; (ii) protection contre le bétail, les ravageurs et les maladies (haies vives défensives) ; (iii) production de fourrage et de fruits divers (haies de production) ; (iv) création d'un microclimat et (v) création d'une zone de refuge pour les prédateurs. Même si les producteurs reconnaissent l'importance des haies vives, ils trouvent que sa pratique devient de plus en plus difficile. L'alimentation du bétail a entraîné la rareté de certaines espèces couramment utilisées comme fourrage.

Les agriculteurs ont adopté la RNA pour augmenter la productivité des sols et réduire la vulnérabilité aux chocs climatiques et autres. La pression démographique et l'extension des zones urbaines ont contraint beaucoup de producteurs à réduire ou à abandonner la jachère. Avec le constat d'une dégradation continue de l'environnement, l'évolution des pratiques agricoles n'est plus accompagnée de l'élimination systématique et totale de l'arbre dans les espaces cultivés. Certains végétaux (arbres et arbustes) sont délibérément conservés ou même plantés dans les champs de cultures. Les principaux ligneux entretenus en RNA sur l'aire d'étude sont : *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Lannea microcarpa*, *Guiera senegalensis*, *Adansonia digitata*, *Faidherbia albida*.

L'adoption d'une technique est conditionnée par son niveau de difficultés et son importance en termes de rendement. Le zaï avec un niveau de difficulté faible (1) et les cordons pierreux (2) sont les aménagements les plus appréciés par les producteurs avec respectivement 84% et 87%. Les populations locales préfèrent ces techniques associées à la fumure organique, car celles-ci fertilisent beaucoup les sols, et régénèrent la végétation. Ce sont aussi les techniques qui ont bénéficié d'appuis pour la vulgarisation (Tableau 3).

Tableau 3. Avis des producteurs sur les techniques agricoles

Techniques agricoles	Degrés de difficulté
Cordons pierreux	2
Digues filtrantes	4
Zaï	1
Demi-lunes	2
Bandes enherbées	2
Haies vives/mortes	2
Paillage	2
Agroforesterie	3

Légende : 1 : facile, 2 : acceptable, 3 : difficile, 4 : très difficile

### 3.4 Conservation et restauration des terres dégradées, une priorité pour accroître les surfaces et rendements agricoles

Les stratégies prises par les agriculteurs sont diverses et visent plusieurs objectifs : (i) mieux gérer les ressources en eau, (ii) augmenter la productivité des espaces agricoles et (iii) mieux gérer l'environnement naturel, social et économique. Sur le plan de la population, ces mesures agroécologiques permettent d'améliorer la sécurité alimentaire grâce à une sécurisation, une augmentation et une diversification de la production. Les revenus sont plus diversifiés et augmentent, ce qui a des effets sur la réduction de la pauvreté. Sur le plan social, ces techniques qui se veulent participatives facilitent l'organisation des exploitants agricoles autour de projets communs, le renforcement de leurs coopérations et l'utilisation rationnelle des ressources naturelles communes qui permet de limiter les conflits. Sur le plan environnemental, les pratiques agroécologiques accordent une place de choix à la biodiversité. Elles protègent les sols de l'érosion (hydrique et éolienne) et améliorent l'écologie des espaces aménagés en augmentant la fertilité des terres et en préservant la biodiversité.

Ainsi, les pratiques agroécologiques stabilisent les bases d'existence des populations, diminuent leur vulnérabilité aux chocs externes (variabilité pluviométrique, vents, insolation) et contribuent à renforcer la résilience. Les réponses des agriculteurs face au changement climatique et à la dégradation de l'environnement sont variées. À chaque problème climatique ou environnemental correspond à une stratégie (Tableau 4).

Tableau 4. Perturbations climatiques et environnementales, conséquences et réponses possibles des producteurs

Perturbations	Impacts directs	Réponses possibles
-Début tardif des pluies ; -Arrêt précoce des pluies.	-Raccourcissement de la saison des pluies ; -Certaines variétés locales ne bouclent plus leur cycle.	Recherche et sélection de variétés améliorées (semences cycle court).
-Séquences sèches fréquentes et prolongées ; -Baisse du nombre de jours pluvieux ; -Fréquence de pluies avortées.	-Irrégularité des pluies ; -Diminution/manque d'eau pour les cultures et les végétaux ; -Augmentation du stress des végétaux.	-Recherche et sélection de variétés de semences résistant aux séquences de sécheresses ; -Augmentation de la disponibilité d'eau par les CES/DRS.
-Pluies fortes et violentes.	-Fort ruissellement et érosion hydrique ; -Inondations pouvant entraîner des dégâts au niveau des cultures.	-Protections des sols de l'érosion par les techniques de CES/DRS.
-Hausse des températures.	-Augmentation de l'évapotranspiration ; -Stress hydrique des plants.	-Protection des sols et reverdissement (paillage, RNA, reboisement).
-Vents forts et très poussiéreux.	-Ensablement des parcelles de cultures et des retenues d'eau ; Dégâts sur les cultures.	-Protection des champs avec les techniques comme la RNA.
-Dégradation du couvert végétal ; -Baisse de la fertilité des sols Extension des zones dénudées.	-Baisse de la productivité ; -Baisse de la production ; -Crise alimentaire.	-Adoption de bonnes pratiques agricoles : CES/DRS ; -Petites irrigations villageoises.

Lorsque ces techniques sont bien appliquées, elles permettent de maximiser les rendements. Les demi-lunes et le zaï permettent une utilisation rationnelle de la fumure organique et contribuent à diminuer le besoin de défricher (Figure 5, 1a). En outre, avec la technologie des demi-lunes améliorées, les producteurs expérimentent des associations de cultures aux exigences hydriques différentes comme l'association sorgho + riz ou maïs + riz (Figure 5, 1b) sur des parcelles autrefois abandonnées (parce que dégradées). Les techniques antiérosives de façon générale diminuent les effets néfastes des pluies fortes ou violentes, phénomènes accentués avec le changement climatique. Elles assurent aussi une meilleure infiltration des eaux de pluies et de ruissellement et au maintien de l'humidité du sol pendant plusieurs jours, permettant d'amoindrir l'impact des « pauses pluviométriques ». En cas de pluies fortes ou violentes, les cordons pierreux, les bandes enherbées assurent une meilleure infiltration et protègent les terrains à fort risque d'érosion.

Pendant les sécheresses, grâce à leur pouvoir de stopper et ralentir les eaux, ces deux techniques conservent mieux l'eau du sol et favorisent une meilleure infiltration et donc une meilleure disponibilité d'eau pour les cultures pendant une période plus longue. Les différentes techniques antiérosives ont eu un impact positif sur la reconstitution de la végétation herbacée et ligneuse dans la zone d'étude. La

conservation de l'eau et la rétention des sédiments fertiles permettent le développement d'une végétation naturelle le long de ces ouvrages. Les cuvettes en outre, constituent des pièges qui retiennent les semences et favorisent leur germination dans de bonnes conditions d'humidité (Figure 5, 1c). En effet, des semences d'herbacées et d'arbustes sont piégées par les ouvrages ce qui favorise la croissance spontanée d'une végétation naturelle qui contribue au maintien de la biodiversité de la flore et de la petite faune. En cas de bonne végétalisation des ouvrages au moyen d'herbacées et de ligneux, on constate une diminution de la température du sol et une protection contre l'érosion éolienne tout le long de l'ouvrage. L'aménagement en cordons pierreux entraîne une diminution des pertes en terre : avec un écartement de 50 m entre cordons pierreux, les pertes de terres sont réduites de 21 %, de 46 % avec un espacement de 33 m, et de 61% avec un espacement de 25 m (Ouedraogo, 2015).

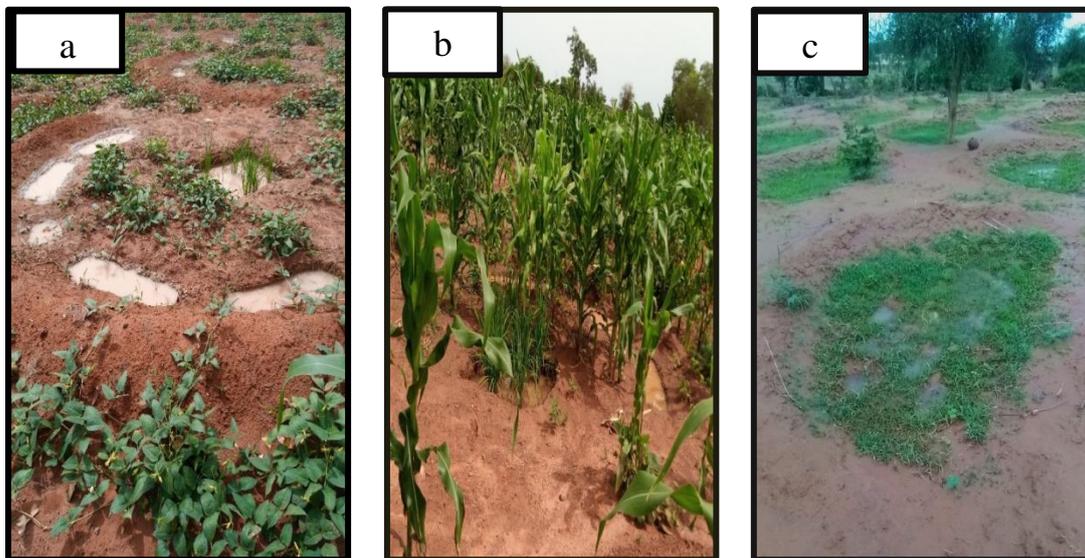


Figure 5. Champs de demi-lunes  
Source : Ouedraogo, Somiaga, août 2023

#### **4. DISCUSSION**

La présente étude montre que face au changement climatique et à la dégradation du couvert végétal, les agriculteurs ont au fil du temps adopté et renforcé de nouvelles pratiques agricoles. Ces pratiques plus écologiques constituent un moyen de protection et de restauration des ressources biophysiques. Très diverses, elles ne sont pas toujours toutes applicables ou efficaces, mais souvent combinées, et adaptées en fonction des conditions locales (Altieri, Nicholls, 2014). Elles concernent la gestion de la fertilité, la conservation des sols, la gestion de l'eau, le contrôle des ravageurs et des maladies, la gestion des cultures dans l'exploitation, l'élevage, la conservation des semences et bien d'autres domaines.

Parmi les technologies mécaniques, le zaï, les demi-lunes, les cordons pierreux isohypses sont les plus utilisées dans la zone pour la restauration des terres dégradées. Elles permettent la réduction des surfaces des sols nus et améliorent l'apport en eau des plantes (Ouedraogo, 2015) et de réduire au mieux l'impact des longues séquences sèches pendant la saison des pluies. Par exemple, la demi-lune collecte, selon Rochette (1989), 2 fois et demi plus d'eau que ce qu'elle ne reçoit directement. Le zaï tout comme la demi-lune a pour objectif de recueillir les eaux de ruissellement et d'améliorer leur infiltration, de récupérer et de concentrer l'eau au pied des plants et de rendre optimum l'utilisation et la gestion de la matière organique. En localisant l'eau et le compost, ces technologies permettent de garantir l'implantation précoce des cultures qui résisteront aux poches de sécheresse, permettant ainsi à la production pluviale dans une région insuffisamment arrosée et à l'amélioration des rendements agricoles.

Les techniques biologiques, qui sont essentiellement le paillage, l'AGF, l'enherbement et les haies vives peuvent être utilisées isolément ou en association avec les techniques mécaniques. En fonction de leur composition floristique, les haies vives et les bandes enherbées jouent le rôle de corridors écologiques pour la biodiversité, en offrant une zone de refuge pour les auxiliaires de cultures et la flore (Minhondo et al., 2020) en plus de la protection des parcelles de culture contre l'érosion hydrique et éolienne. Elles peuvent être installées de façon isolée ou en association avec des ouvrages antiérosifs disposés en amont desdites bandes. Le paillage est l'une des excellentes stratégies d'adaptation biologique autant sur le plan social, environnemental, technique et économique pour pallier les effets néfastes de la variabilité climatique dans le contexte du Burkina Faso (Yanogo, 2012). Pour les agriculteurs, la difficulté majeure de la pratique du paillage est la constitution de stocks de résidus de récoltes car, ces derniers sont aussi utilisés pour l'alimentation du bétail et l'énergie de cuisson (Ouedraogo, 2018).

Les stratégies culturales et les techniques CES/DRS ont permis d'accroître les rendements, de réintégrer des arbres dans le système agricole et de permettre une organisation sociale plus dynamique. Elles constituent une réponse à la variabilité pluviométrique dans laquelle se trouve la zone de l'étude. De grands efforts ont été faits après les grandes sécheresses des années 1970 pour promouvoir les techniques antiérosives dans toute la partie nord du Burkina (Reijntjes et al., 1992). Dans la zone d'étude, les cordons pierreux, le zaï et les pratiques d'AGF ont été réalisés avec l'accompagnement des projets de développement et de gestion des terroirs. Toutes ces actions agroécologiques rendent possible la pratique de l'agriculture dans un milieu marqué par une forte variabilité pluviométrique.

Diverses expérimentations ont montré que ces techniques pratiquées séparément ou en association ont un impact sur les rendements du sorgho. Les cordons pierreux

induisent une augmentation moyenne des rendements de 19% pour le sorgho dans les champs de case contre 28% sur les champs de brousse (Belemviré et al, 2008). Pour Ouédraogo (2018), le zaï amélioré permet dès la première année de doubler les rendements en grains avec une moyenne de 2.2t/ha.

## **5. CONCLUSIONS**

Les pressions démographiques et urbaines sur les terres agricoles de la zone de l'étude limitent les possibilités d'augmenter la production agricole par l'extension des champs de cultures. L'analyse diachronique de l'occupation des terres montre qu'en 2020 la superficie des cultures dans la zone de d'étude a connu une augmentation, et au même moment les formations naturelles (savanes arborées et arbustives) se sont stabilisées en superficie. L'accroissement des superficies pour les pratiques agricoles se fait par la récupération des terres dégradées (« zipella ») et des surfaces cuirassées à partir des pratiques agroécologiques (zaï, demi-lunes, cordons pierreux, etc.). Le sol nu et les surfaces cuirassées et rocheuses ont perdu respectivement 40,2% et 7,8% de leur superficie entre 2010 et 2020.

Les résultats obtenus dans cette recherche renforcent l'idée d'une agriculture intensive respectueuse de l'environnement. On a constaté des augmentations de rendements en céréales et en production de tubercules par la pratique des CES/DRS. Les pouvoirs publics et privés doivent encourager et encouragés les acteurs du monde rural à adopter les pratiques agroécologiques dans les systèmes de production.

## **6. RÉFÉRENCES**

- ANAM, 2022. Données climatiques de 1990 à 2020 de la station synoptique de Ouahigouya. Direction générale de la météorologie, Ouagadougou, Burkina Faso.
- ALTIERI, M-A., NICHOLLS, C. 2014. Diffuser l'agroécologie pour la souveraineté et la résilience alimentaires. *Agroécologie : enjeux et perspectives Points de vue du Sud* 21 : 35-65.
- ALTIERI, M.A. 2013. *L'agroécologie : Bases scientifiques d'une agriculture alternative*, Ed. Corlet Publications, 237 p.
- ATTANÉ, A., OUMAROU, A., SOUMARÉ, M.A. 2015. Quand la nature nous parle : une analyse comparée des représentations des changements climatiques et environnementaux. *Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest* : 111-128.

- BAMBARA, D., BILGO A., HIEN E., MASSE D., THIOMBIANO, A., HIEN, V. 2013. Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio-environnementales à Tougou et Donsin, climat sahélien et sahélo-soudanien du Burkina Faso. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin : 8-16.
- BELEMVIRÉ, A., MAIGA, A., SAWADOGO, H., SAVADOGO, M., OUÉDRAOGO, S. 2008. Évaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au niveau du plateau central du Burkina Faso : Rapport de synthèse, 94 p.
- BILLAZ, R. 2012. La lutte contre les aléas climatiques au Burkina Faso. Acquis et défis de l'agroécologie : le cas de la Région Nord. La grande muraille verte : capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux, Marseille, IRD : 263-315.
- BUNASOLS. 2004. Étude morpho pédologique des provinces du Yatenga, du Lorum et du Zandoma. Échelle 1/100.000, 104 p.
- CHALLINOR, A., SLINGO, J. M., CRAUFURD, P. 2003. Toward a combined seasonal weather and crop productivity forecasting system : determination of the working spatial scale. J. Appl. Meteorol : 175-192.
- DILLEY, M., CHEN, R., DEICHMANN, U., LERNER, L.A., MARGARET, A., AGWE, J., BUYS, P., KJEKSTAD, O., LYON, B., YETMAN, G. 2005. Natural disaster hotspots : a global risk analysis. Disaster Risk Management Series, Nub. 5, Washington DC, The World Bank, 132 p.
- DIPAMA, J.-M. 1997. Les impacts du barrage hydroélectrique sur le bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso). Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux III, 392 p.
- GIEC. 2013. 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation du GIEC, Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques, Genève, Suisse, 47 p.
- GIEC. 2014. Changements climatiques 2014, Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 161 p.
- INSD. 2022. Recensement General de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2019, fichier de localités. INSD, Ouagadougou, 384 p.
- KOLA, E. 2017. Recomposition des pratiques foncières en zone d'économie de plantation au Togo : du dibi-ma-dibi au dema. Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou 6 (1) : 1-24.
- OUÉDRAOGO, A. 2018. Stratégie d'adaptation des populations locales au changement climatique au Nord du Burkina Faso : cas de Oula dans la province de

- Yatenga. Thèse de Doctorat Unique de Géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso, 276 p.
- OUÉDRAOGO, A., THIOMBIANO, A. 2012. Regeneration pattern of four threatened tree species in Sudanian savannas of Burkina Faso in *Agroforestry Systems* 86: 35-48.
- OUÉDRAOGO, B. 2015. Stratégie d'adaptation des agro-pastoraux à la variabilité climatique dans le bassin versant de Yakouta (Burkina Faso). Thèse de doctorat unique de Géographie, Université Ouaga I Pr Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso, 257 p.
- OUÉDRAOGO, I., BONKOUNGOU, J., YANOOGO P-I. 2022. L'agriculture climato intelligente dans un contexte de changement et de variabilité climatiques en Afrique subsaharienne. *Djiboul* 4 (3) : 546-561.
- OUÉDRAOGO, W.-G. 2023. Agroécologie dans un contexte de changements climatiques dans les communes de Ouahigouya et de Oula, région du Nord (Burkina Faso). Mémoire de Master de Recherche en Géographie, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso, 129 p.
- PNUD. 2004. Reducing disaster risk: a challenge for development. UNDP global report, ed. M. Pelling.
- REIJNTJES, C., HAVERKORT, B., ANN, W.-B. 1992. *Farming For The Future : An Introduction to Low-External-input and Sustainable Agriculture*, 25 p.
- ROCHETTE, M-R. 1989. Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences. CILSS, PAC(GTZ), Ed. Margraf Weikersheim (RF. Allemagne), 592 p.
- SULTAN, B., BARON, C., DINGKUHN, M., SARR B., JANICOT, S. 2005. La variabilité climatique en Afrique de l'Ouest aux échelles saisonnière et intra-saisonnière II : application à la sensibilité des rendements agricoles au Sahel. *Sécheresse* 16 (1) : 23-33.
- SANOOGO, S. 2017. Dimension sociale et économique de la culture du sésame (*Sesamum indicum* L.) dans la Kossi, au nord-ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 293 p.
- SAWADOGO, H., ZOMBRÉ, N. P., BOCK, L., LACROIX, D. 2008. Évolution de l'occupation du sol de Ziga dans le Yatenga (Burkina Faso) à partir de photographies aériennes. *Teledetection* 8 (1) : 59-73.
- TORQUEBIAU, E., ROUDIER, P., DEMENOIS, J., SAJ, S., HAINZELIN, É., MARAUX, F. 2018. Agroécologie et changement climatique : des liens internes et porteurs d'espoir. *La transition agro-écologique des agricultures du Sud*, Ed. Quæ : 344-359.
- VLAAR, J-C-J. 1992. Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du sahel. Rapport d'étude dans le cadre de la collaboration entre le Comité

Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), Ouagadougou, Burkina Faso et l'Université Agronomique de Wageningen (UAW), Wageningen, les Pays Bas, 99 p

YANOOGO, P. I. 2012. Les stratégies d'adaptation des populations aux aléas climatiques autour du lac Bagré (Burkina Faso). Thèse de Doctorat en Géographie, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 302 p.

ZOUGMORÉ, R., ROOSE, É., STROOSNIJDER, L., DUGUE, P., BOUZOU-MOUSSA, I. 2008. Techniques traditionnelles de restauration de la productivité des sols dégradés en régions semi-arides d'Afrique occidentale. Bois et Forêts des Tropiques : 491-517.