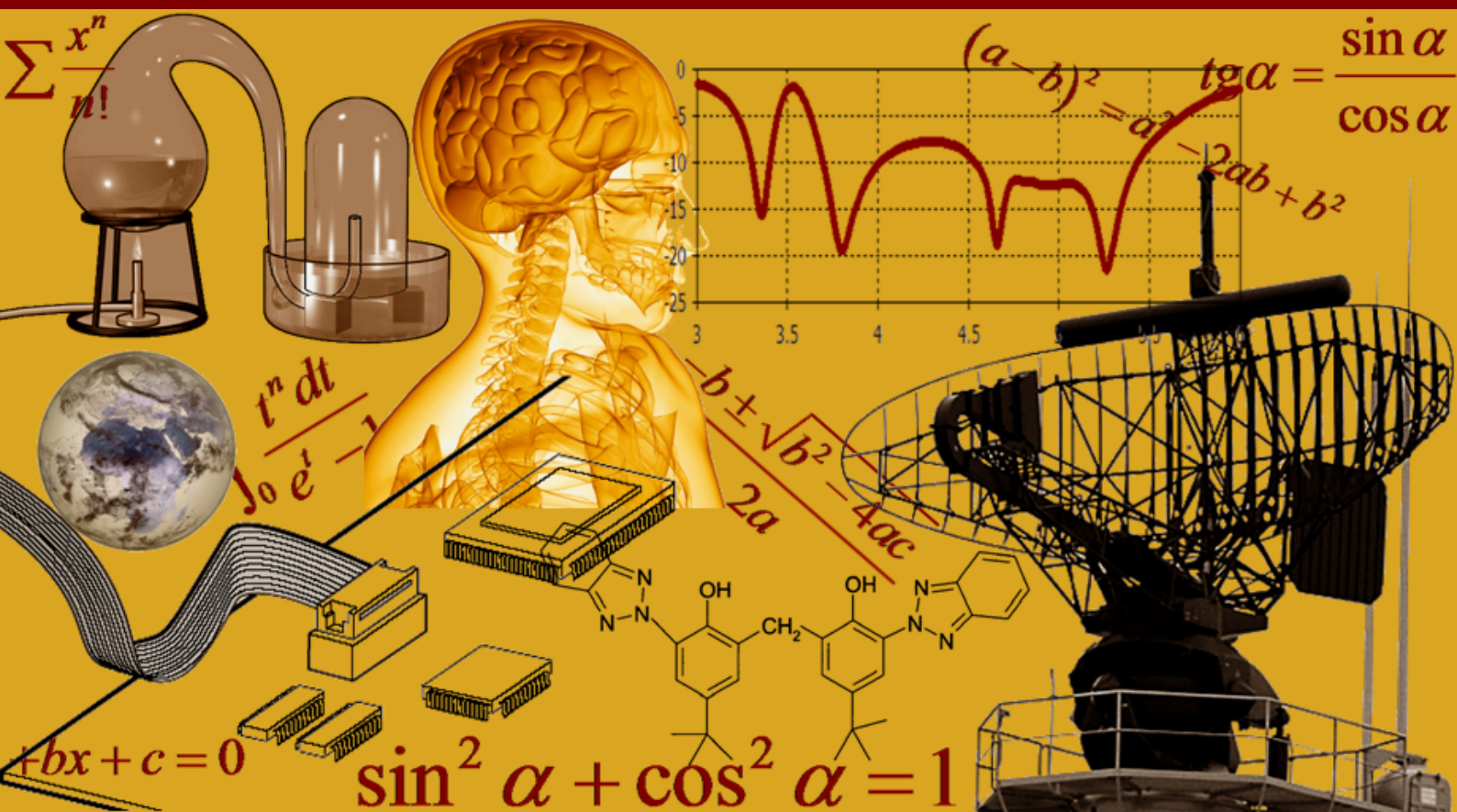


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 75 N. 2 November 2024



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Scientific Research

International Journal of Innovation and Scientific Research (ISSN: 2351-8014) is an open access, specialized, peer-reviewed, and interdisciplinary journal that focuses on research, development and application within the fields of innovation, engineering, science and technology. Published four times per year in English, French, Spanish and Arabic, it tries to give its contribution for enhancement of research studies.

All research articles, review articles, short communications and technical notes are sent for blind peer review, with a very fast and without delay review procedure (within approximately two weeks of submission) thanks to the joint efforts of Editorial Board and Advisory Board. The acceptance rate of the journal is 75%.

Contributions must be original, not previously or simultaneously published elsewhere. Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Editorial Advisory Board

K. Messaoudi, Hochschule für Bankwirtschaft, Germany
Sundar Balasubramanian, Medical University of South Carolina, USA
Ujwal Patil, University of New Orleans, USA
Avdhoot Walunj, National Institute of Technology Karnataka, India
Rehan Jamil, Yunnan Normal University, China
Sankaranarayanan Seetharaman, National University of Singapore, Singapore
Fairouz Benahmed, University of Connecticut Health Center, USA
Achmad Choerudin, ST.,SE.,MM., Academy Technology of Adhi Unggul Bhirawa, Indonesia
Mohammad Ali Shariati, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Iran
Md Ramim Tanver Rahman, Jiangnan University, China
Rasha Khalil Al-Saad, Veterinary Medicine College, Iraq
Neil L. Egloso, Palompon Institute of Technology, Philippines
Sanjay Sharma, Roorkee Engineering & Management Technology Institute, India
Ahmed Nabile Emam, National Research Center (NRC), Egypt
Md. Arif Hossain Jewel, Rural Development Academy, Bangladesh
N. Thangadurai, Jayalakshmi Institute of Technology, India
Urmila Shrawankar, G H Rasoni College of Engineering, India
Goutam Banerjee, Visva-Bharati University, India
Santosh Kumar Mishra, S. N. D. T. Women's University, India
Anupam Kumar, Ashoka Institute of Technology & Management, India

Table of Contents

On the Measurability of Consciousness: Perspectives from Product Design and Philosophy <i>Satya B. Pradhan</i>	106-117
Comment l'écosystème entrepreneurial influence-t-il le développement des PME? Une étude exploratoire dans le contexte Guinéen: Une analyse sur base du modèle de Daniel Isenberg <i>Idrissa Faren Sidibé and Siba Kolin Koivogui</i>	118-133
Implication de l'agriculture durable pour la pérennisation de la gastronomie et l'authenticité culinaire congolaise dans les sites récréatifs de la commune de la N'sele à Kinshasa (RD Congo): Analyse et perspectives <i>Kaki Ngisila Blanchard</i>	134-158
Prevention of infectious risks in dental prosthesis offices and laboratories in Bamako <i>Ahmed Ba, A. Kassambara, H. Koita, F. Diarra, S. Traore, and M. Keita</i>	159-170
Impacts de l'exploitation minière aurifère sur les composantes biophysiques de l'environnement à Aouzegueur dans la commune rurale de Tabelot (Agadez, Nord-Niger) <i>Hassane Yaou Tahirou, Hamadou Younoussa Bachirou, Moussa Issaka Abdoul Kader, Hamza Saidou Bassara, Hassane Bouba, Abdourhamane Toure Amadou, and Garba Zibo</i>	171-186
Niveau de contamination saisonnière de la rivière Lobo (Daloa, Côte d'Ivoire) par les pesticides <i>Amadou Kone, Moussa DIARRA, YAYA Coulibaly, KOUADIO David Léonce, N'Guettia Kossonou Roland, Ladji Meite, Brou Dibi, and TRAORE Karim Sory</i>	187-195
Inventaire et disponibilité des produits forestières non ligneux de la forêt de l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire) <i>Missa Koffi, Piba Serge Cherry, Koffi Kouao Jean, Soumahoro Karidjath, and Kanga Ami Leonie</i>	196-203
Platon et l'Education par la Fiction <i>Mustapha Charfaoui</i>	204-213
Evaluation de la contamination atmosphérique par les éléments chimiques inorganiques contenus dans les PM 10: Cas de la ville de KOLWEZI <i>Patrick MBWEB KATSHIL and Bavon Ndala Mbavu</i>	214-234
Decisión de salida a bolsa: Modelos explicativos <i>Sanae Ait Jilali and Mohammed Belkaseh</i>	235-242
Reverse Engineering as a Contemporary Perspective for Producing Contemporary Ceramic Models Inspired by Saudi Heritage <i>Manal Saleh Othman Al-Saleh</i>	243-259

On the Measurability of Consciousness: Perspectives from Product Design and Philosophy

Satya B. Pradhan

Center for Vedantic Studies, Hayward, CA, USA

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With recent advances in the science of consciousness, there is an increased interest in the measurement problem of consciousness (MPC). The development of consciousness measurement systems (CMS) is still in its infancy without a formal framework and established design approach. This article presents a novel consciousness measurement framework that uses measurement workflow, design principles, the concept of observability, consciousness theories and technologies, and philosophical arguments. The framework proposes measurability criteria, applies them to different use cases, and identifies whether existing theories and technologies can measure consciousness attributes for specific use cases. Researchers and engineers can use the framework to develop CMS for individual use cases without being bogged down by the complexity of unknowns in the field of MPC.

KEYWORDS: consciousness, measurement problem of consciousness (MPC), consciousness measurement system (CMS), problem space analysis, process workflow, MPC use cases.

1 INTRODUCTION

The only thing you know for sure is that you are conscious. All else is inference, however reasonable. There is something in your brain that feels, experiences, makes sense of the external world, and contemplates beyond the limits of the senses. It even knows that it knows, feels the feelings, and experiences the experiences. The nature of consciousness makes it, by definition, a wholly private affair (Koch, 2019). Your experience is exclusive to you, and nobody else has any access to this experience except your external behavior, including what you choose to report verbally or through other behavior. With the advent of Large Language Models (LLM), chatbots like Bard/Gemini and ChatGPT, and generative models, artificial intelligence (AI) is changing the way we understand, think, and interact with the world around us (Dean, 2023). Machines and systems are starting to simulate human-like behavior, such as intelligence and creativity. It may not be far away when machines exhibit behaviors resembling human emotions and feelings. With the adoption of these technologies, it is quite often asked if these AI systems are actually conscious or just simulating conscious behaviors. What about animals? Which animals have consciousness, and which ones do not? How do we know if coma victims or patients in a vegetative state are conscious? How can a family know when a patient in a minimally conscious state is truly conscious?

The basic question is how to know if any person, animal, or anything is actually conscious and not just simulating various aspects of consciousness. This question is not new. It seems to be around in some form forever, yet neither philosophy nor science has been able to provide an acceptable answer. We have seen great progress in neuroscience and consciousness studies over the last several decades. Yet, the study of consciousness remains one of the most challenging contemporary scientific endeavors and confronts several methodological and theoretical challenges. Some of these challenges are the scientific modeling of feeling or experience, the distinction between phenomenal and access consciousness, whether consciousness is a continuous stream of percepts or it is discrete, and the relationships between consciousness and self (Raffone, 2021).

With recent advances in brain scanning technologies such as functional MRI (fMRI), magnetoencephalography (MEG), and electroencephalography (EEG), there is an increased interest in the measurement problem of consciousness (MPC). There are two key aspects of consciousness that make it challenging for measurement (Raffone, 2021).

- **Subjectivity** – Consciousness is subjective and can only be accessed by the person experiencing it. Researchers often rely on the study subject's reports, which can be unreliable. Subjective methods also can't be used with animals who can't verbally report.
- **Indirect measurement** – Consciousness can not be measured directly. It can only be measured indirectly through observation of its effects, such as changes in behavior or physiology.

These aspects of consciousness create several challenges for MPC, which are typically absent in other measurement systems, e.g., devices to measure electric current, the speed of a car, or the mass of an object. Some of these challenges are (Browning & Veit, 2020; Gamez, 2014):

- **Indicator validity problem** – Most methods evaluate the presence of consciousness in humans and attempt to extend them to nonhuman cases. The indicators developed using the differences between conscious and unconscious humans do not necessarily apply to other conscious or nonconscious organisms.
- **Extrapolation problem** – This is a problem when extrapolating indicators developed in humans or other biological organisms to artificial systems.
- **Theory-neutrality** – Without a widely accepted theory of consciousness, a CMS can have wider acceptability only if it can be theory-neutral.
- **Distinguishing between mechanisms** – It's important to distinguish between the neural mechanisms that give rise to consciousness and those that enable its subjective report. In the absence of a subjective report, we don't know whether it is due to issues in reporting or issues with consciousness.
- **Measuring all relevant experiences** – A measure of consciousness should measure all relevant subjective experiences and be immune to influences from unconscious knowledge.

Consciousness studies have rapidly progressed in the last three decades; many scientific and philosophical theories of consciousness have been proposed. Some of the theories are worldly discrimination theory (Eriksen, 1960), Integrated Information Theory (IIT) (Tononi, 2008), panpsychism and cosmopsychism (Keppler & Shani, 2020), and yogic theory of consciousness (Tripathi & Bharadwaj, 2021). A recent review paper by Sattin et al. (2021) assessed 1130 consciousness-related articles published between 2007–2017, analyzed 68 selected articles, and identified 29 theories of consciousness. These theories, along with recent progress in neuroscience and brain scanning technologies, have resulted in several proposals for measuring consciousness. Seth *et al.* (2006) have formally analyzed three quantitative measures of dynamical complexity in the neural systems underlying consciousness: neural complexity, information integration, and causal density. They find that no single measure fully captures the multidimensional complexity of conscious neural systems and conclude that “a satisfactory measure is likely to be one that combines both qualitative and quantitative elements.” Hunt et al. (2022) examine several categories of tests for making reasonable inferences about the presence and complexity of consciousness. They label them as the measurable correlates of consciousness (MCC), which includes three subcategories: (a) neural correlates of consciousness (NCC), (b) behavioral correlates of consciousness (BCC), and (c) creative correlates of consciousness (CCC).

Since consciousness can only be measured through first-person reports, one has to address the problems associated with the accuracy of first-person reports, the possibility of non-reportable consciousness, and the causal closure of the physical world. Gamez (2014) proposed a framework that starts with the idea that reports about consciousness from reference systems are functionally connected to the reference systems' consciousness. This enables consciousness to be measured during experiments on the neural correlates of consciousness. In another study, Kim *et al.* (2018) used measurements from a multichannel electroencephalogram (EEG) to estimate consciousness in the human brain using Tononi's (2008) integrated information theory (IIT). The study represents “a new practical approach to the application of IIT, which may be used to characterize various physiological (sleep), pharmacological (anesthesia), and pathological (coma) states of consciousness in the human brain.”

Technologies are becoming available to measure the presence and complexity of consciousness. However, the development of consciousness measurement systems (CMS) is still in its infancy, with many outstanding challenges and without a formal framework for design and development. This article uses product design principles, e.g., measurement process workflow and problem space analysis, to define a novel design framework for developing CMS. The framework proposes measurability criteria, applies them to different use cases, and identifies whether the required attribute of consciousness in a use case can be measured by existing theories and technologies.

The design framework defines several CMS functions within the measurement workflow. These are: (1) modeling of consciousness states and outputs, (2) validation of sensor input signals, (3) sensing, (4) model-based state estimation, (5) interpretation, and (6) CMS calibration. Each CMS function requires different theories and technologies for its implementation. For example, the sensing function can be based on behavioral, neurophysiological (e.g., EEG, MEG, fMRI, etc.), computational (e.g., IIT), and other measurements. Measurability criteria for each CMS function are established and applied to different use cases that are identified using a product design technique called “problem space analysis.” The application of measurability criteria helps identify CMS functions that can or can't be designed for individual use cases using existing theories and technologies. For example, the absence of an acceptable model for the subjectivity of consciousness should not be a problem for measuring consciousness in use cases involving human clinical applications. Currently, available technologies can be sufficient to measure consciousness in these use cases. However, without a well-defined consciousness model, we cannot develop a CMS to determine if a humanoid robot has consciousness.

Consciousness is unique among all the things that can be measured. It is all around us. We know about our own consciousness. But, the subjectivity in the consciousness of others is only an inference, however reasonable. Therefore, one might ask whether subjectivity, which can be experienced or felt only by the subject, is measurable. This paper uses concepts from mathematical logic (e.g., Gödel's incompleteness and Tarski's undefinability theorems) and philosophy (e.g., method of agreement-disagreement in the Indian Nyaya

system) to understand the measurability of subjectivity. Based on the preliminary analysis done so far, this paper argues that subjectivity is not measurable like other attributes of consciousness using currently available theories and technologies. This is a major area of study by itself and will be taken up as a future project.

The key contribution of this paper is a novel CMS design framework that uses measurement workflow, design principles, theories and technologies from neuroscience, and arguments from philosophy. The framework provides a precise understanding of the measurability of different CMS functions. Researchers and engineers can use the framework to develop CMS for specific use cases without being bogged down by the complexity of unknowns in the field of MPC.

The paper is organized as follows: Section 2 describes the conceptual framework for measuring consciousness. Section 3 provides details on validating different MPC functions. Section 4 proposes the measurability criteria for different use cases, followed by discussion and summary in Sections 5 and 6, respectively.

2 FRAMEWORK FOR MEASURABILITY ANALYSIS IN MPC

Increased focus in MPC has resulted in a new wave of interest in the philosophical foundations of measurement that looks into the basic questions like what measurement actually is, what conditions have to be fulfilled for a process to be accepted as a measurement (aka measurability), and what are the basic assumptions required for a measured quantity to be meaningful, etc. (Mari et al., 2021). This section introduces a novel framework to define measurability criteria for different MPC use cases. The framework uses concepts from product design, e.g., process workflow, problem space analysis, and the idea of observability from system theory, to identify different use cases and define measurability criteria for these use cases.

2.1 MEASUREMENT PROCESS WORKFLOW

The measurement process workflow consists of several components that interact with each other through the exchange of information (aka signals) to perform specific functions (Figure 1). Depending on the task, the workflow can be broken down into constituent parts in different ways. For example, the workflow breakdown by Bentley (2005) consists of input sensing, signal conditioning, signal processing, and data presentation to produce output signals of sensors. This workflow breakdown is helpful for the design of sensors for physical systems. We proposed a more general workflow breakdown (Figure 1) for end-to-end system-level analysis of the measurement system where sensing is considered as a sub-system.

The act of measurement presupposes the existence of a component called the “object of measurement,” having states or attributes that we want to know about. These internal states may or may not be measurable. The object of measurement produces specific signals or outputs (aka measurands) that are functions of the internal states and can be measured. The relationship between the outputs and the states is established by a mathematical function defined as part of modeling. The outputs of the object of measurement can be fed as input into another component called the “sensor” that measures the measurands. The sensor measures any signal that is provided as an input. It does not distinguish between scenarios where the sensor input comes from the real “object of measurement” or some simulated system. Therefore, we need to ensure that input to the sensor is truly the measurand that we want to measure. This function is performed by a component called “input validator.” The input validation is typically performed by a conscious agent (e.g., human) or guaranteed during system design by ensuring that the sensor is explicitly connected to the object of measurement. However, input validation cannot be guaranteed in all measurement scenarios, particularly when humans are not involved, and sensors are not explicitly connected to the object of measurement. Therefore, we have “input validation” as a separate component between the object of measurement and the sensor.

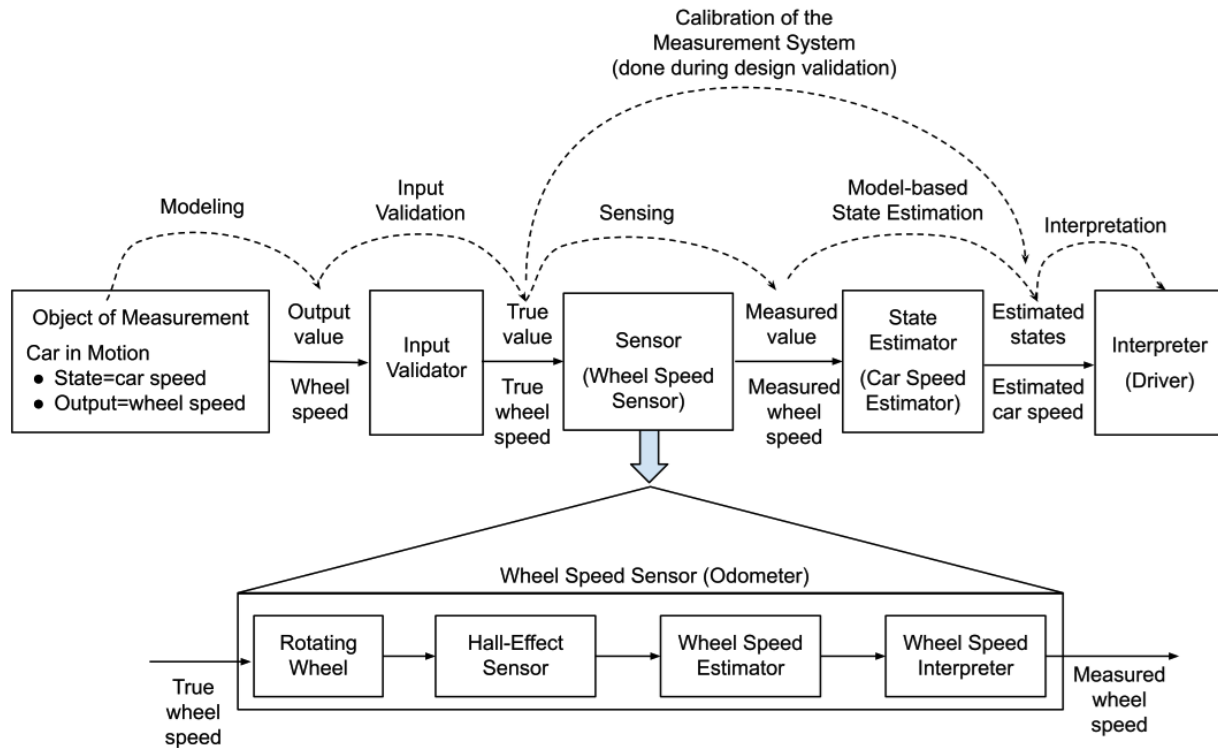


Fig. 1. Components, signals, and functions in a measurement workflow with the example of an odometer.

The input to the “sensor” is the “true value,” which is the output of the “input validation” function, and the output of the sensor is the measurement of this “true value.” The measurement can then be processed by another component called a “state estimator” to calculate the values of the states or attributes of the object of measurement. The estimated states are then interpreted by the “interpreter,” the last component in the measurement workflow. In addition to these functions, the measurement system must be calibrated against a reference system for the interpreter to make sense of the estimated states. This process is typically done during design validation before the measurement system is used in real life. The schematic diagram of all components, signals, and processes in the measurement workflow is shown in Figure 1. In addition, the figure also shows an example of a car speed measurement workflow using an odometer. Details of this example will be discussed in other sections to analyze different components of the workflow and derive measurability conditions.

2.2 MEASURABILITY CRITERIA

A measurement process is meaningful only if the interpreter can interpret the measured value to make sense of the states of the object of measurement. In other words, the states are called “measurable” (i.e., can be measured) only if there is a measurement workflow where the interpreter can interpret the “measured value” to make sense of the “states.” This can be achieved only if each of the components in the workflow (Figure 1) performs its own function accurately. The set of criteria for accurate functioning of each component is called “measurability criteria” and can be defined as given below.

- **Interpretability** – The interpreter must be capable of “interpretation” to understand the measured value in terms of the states of the object of measurement.
- **Observability** – The state estimator should be able to estimate the states or attributes using sensor outputs.

This is called “observability” in system theory (Kalman, 1960). The simplest observable system is where the system output (i.e., measurand) is the same as the system state (e.g., measuring the height of a person). The odometer in a car and the 3-dimensional attitude estimation of a spacecraft are examples of more complex state estimators. The car speed estimator uses the measurement of the wheel’s rotational speed to estimate the car’s linear speed (Figure 1). In the spacecraft example, the 3-dimensional attitude of a spacecraft is estimated using the measurement of the earth’s magnetic field (Psiaki et al., 1990). The observability of complex systems depends on the mathematical model used to describe the system output in terms of its states.

- **Sensor Calibrability** – It is the ability to calibrate the sensing system by successfully correlating the sensor outputs with the sensor inputs. This process requires the availability of a reference standard for sensor calibration and needs to be done prior to the act of measurement by a capable agent or an autonomous system.

- **Input Validability** – The sensing system measures any acceptable signal that is provided as an input. It does not have any way to know whether the input is coming from a real object of measurement or some simulated object. Therefore, something or somebody outside the sensing system needs to validate the source of the input signal. The “input validation” may sound trivial in most real-life scenarios where a conscious agent performs the measurement. However, it is an essential function of the measurement workflow that needs to be carefully implemented for autonomous systems.
- **Ability to Model** – The states or attributes that describe the behavior of a system may not always come out of the system as output and, therefore, may not be directly measured by a sensor. Therefore, we need a mathematical model to define the output in terms of system states. This model is essential to reconstruct system states using output measurement. To put it differently, we cannot construct system states without a model.
- **System Calibrability** – We make sense of measurement only by comparing it with a previously established reference. This requires the availability of a reference and the ability to correlate the measurement with the reference. It is similar to sensor calibrability but at the system level.

2.3 PROBLEM-SPACE AND USE-CASES IN MPC

Like any other engineering problem, the development of a consciousness measurement system is a design problem that involves a sequence of steps (Goel & Pirolli, 1992):

- Exploration and decomposition of the problem (i.e., analysis);
- Identification of the interconnections among the components;
- The solution of the subproblems in isolation;
- The combination of the partial solutions into the problem solution (i.e., synthesis).

This is a formal problem-solving approach where the first step is the problem-space analysis that involves exploration and decomposition of the problem. This step is performed before any other step and is done to gain more insight into the problem we are trying to solve. *The Problem Space* is the problem and everything associated with the problem, including the stakeholders, history, and philosophy of the problem. The stakeholders include those who contribute to the problem, those who benefit from the problem, and those who feel the problem most deeply as pain (Maedche et al., 2019). The *Solution Space*, in contrast, constitutes the products, services, and policies that help address a particular problem. Defining *the problem space* and writing a problem definition are the first steps to solving a problem. In other words, “what” the product needs to accomplish for users or customers is the *Problem Space*. Meanwhile, “how” the product would accomplish it is the *solution space*. A schematic representation of the problem and solution space is given in Figure 2.

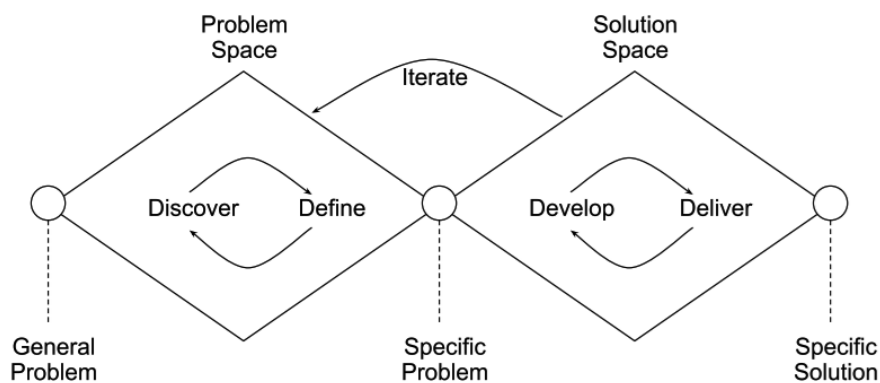


Fig. 2. Problem space and solution space in product design.

For the problem space analysis of the MPC, we can start with a list of questions that the consciousness measurement system is expected to answer. The following is a sample of questions asked by researchers (Browning & Veit, 2020; Hunt et al., 2022; Seth et al., 2008).

- How do we determine the presence and properties of consciousness?
- How can we know if any person, animal, machine, AI, or anything is conscious and not just simulating various aspects of consciousness?
- Are artificial intelligence (AIs) actually conscious or just simulating conscious behavior?
- How do we know if coma victims or patients in vegetative states are conscious?
- How can a family know when a patient in a minimally conscious state is truly conscious?

- Do animals have consciousness? Which animals have consciousness, and which ones do not?
- How do we measure the level of pain and suffering in animals involved in animal agriculture and animal experimentation?
- How can we measure whether and to what extent a particular motor, sensory, or cognitive event is consciously experienced?

By carefully reviewing these questions, we can divide the MPC problem space into three categories or use cases. Each use case consists of a set of questions that may require distinct technology to solve.

- *Potentiality of Consciousness* – This use case addresses questions about whether the object of measurement has the potential to be conscious. The objects of consciousness include every possible system, including humans, AI systems, animals, biological organisms, silicon-based machines, and extra-terrestrial autonomous systems (if and when we find them).
- *Presence of Consciousness* – Once we know or assume that the object of measurement is capable of having consciousness, the next question is whether the object is actually conscious during measurement. This measurement can be used to find if a coma patient or a person after a traumatic injury is actually conscious.
- *Degree of Consciousness* – If the object of measurement is conscious, the question is to find the degree of consciousness. Note that the previous use case for the presence of consciousness is a boundary condition of this use case, which covers the following questions.
 - How do we know if coma victims or patients in vegetative states are conscious?
 - How can a family know when a patient in a minimally conscious state is truly conscious?
 - Can we find the type of consciousness of a patient after an accident? These types may include coma, vegetative state, sleep, etc.

The presence and degree of consciousness can be considered as one use case. However, given the primitive state of technology for measuring consciousness, it may be worthwhile to design a measurement system that can give a binary output (present or absent) for the presence of consciousness. Note that this paper presents a simple problem space analysis to demonstrate the framework for the measurability of consciousness. The actual design of a CMS may include many other scenarios such as phenomenal and access consciousness (Block, 1997), different neurological conditions, e.g., synesthesia, phantom limb syndrome, and Capgras syndrome (Ramachandran, 2004), and animal behavior (Safina, 2016), etc.

3 VALIDATION OF MPC FUNCTIONS

The measurability criteria for consciousness are derived from conditions that validate each measurement function described in Figure 1.

3.1 MODELING

A scientific model is a physical or mathematical representation of real-world phenomena. It includes a set of attributes or states to represent the real-world phenomena, a number of outputs (aka measurands) of the phenomena that can be observed or measured, and the relationship between the states and the outputs. In the example of the odometer (Figure 1), the speed of the car represents the motion of the car in the real world, the rotational speed of the wheel is the observable output (aka measurand), and the equation relating the wheel speed with the car speed is the relationship between the state and the output. The model for the odometer can be defined as:

$$\text{Car Speed} = \text{Wheel Speed} \times \text{Tire Diameter} \times \pi \times \text{CF}$$

where π is the circle constant ($\pi = 3.14$) representing the ratio between the tire's perimeter and diameter, and CF is a constant factor for unit conversion. In this example, the model is based on the universally accepted theory that relates the wheel's rotational speed with the car's translational speed. However, in the case of consciousness, there is no accepted theory to develop such a mathematical model. Some of the available theories on consciousness are summarized below.

Materialistic worldview has been the basis of several theories of consciousness, e.g., worldly discrimination theory (Eriksen, 1960), integration theory (Edelman, 2003), and Higher-order thought theories (Seth et al., 2008). This worldview proposes that phenomenal subjectivity, e.g. feeling and experience, is a consequence of neuronal activity in the brain.

It is assumed that consciousness emerges from the underlying biological processes in the brain and can be represented by the complexity of conscious neural systems (Seth et al., 2006). This is an appropriate approach when measuring the degree or complexity of consciousness of human subjects (e.g., persons in a coma or vegetative state), who are assumed to be conscious under normal conditions. However, if we are trying to know if a system (e.g., a humanoid robot) has the capability or potential to be conscious, assuming that the system is capable or not capable of being conscious becomes a circular argument.

Other theories, such as panpsychism (Chalmers, 2016) and cosmopsychism (Keppler & Shani, 2020), attempt to overcome this limitation by considering the mind or a mindlike aspect as a fundamental and ubiquitous feature of reality. The study by Gasparri (2019) proposes an alternative positioning of the Vedantic theory of consciousness within the contemporary debate on monism and

panpsychism. The detailed review of these and other theories of consciousness is outside the scope of this study. A brief overview of these theories is presented below to facilitate discussion on the measurability of consciousness in later chapters.

Worldly discrimination theory – This is perhaps the simplest theory that impacts the experimental literature on consciousness and states that any mental state that can express its content in behavior is conscious (Eriksen, 1960). This theory, called the worldly discrimination theory (WDT), assumes that continuous information available for discrimination is necessarily the content of conscious states. This theory captures one property of the conscious mental state, namely that it enables choice behavior. However, rightly or wrongly, it does not represent other properties, e.g., experience or feeling, associated with consciousness (Seth et al., 2008).

Integration theories – According to the core idea of integration theories, "a mental state is conscious if it provides a sufficiently informative discrimination among a large repertoire of possible states, in which successful discrimination requires both differentiation and integration" (Seth et al., 2008). This idea has been used to develop several theories, such as unified field theory, global workspace theory, process dissociation framework, etc. (Edelman, 2003; Seth et al., 2008). There are many critiques of the information-based theory of consciousness. Notable among them is Searle, who argues that information-based theories of consciousness are circular; that is, they seek to explain consciousness with a concept–information, that presupposes consciousness (Horgan, 2015).

Higher-order thought (HOT) theories – According to these theories, a mental state is conscious when a person is actually aware or disposed toward being aware of being in that state. The mental state is achieved by either perceiving it or thinking about it. HOT theories differ from WDTs in that it is the ability of a person to discern their mental state rather than the state the world is in, which determines whether a mental state is conscious (Seth et al., 2008). In the context of measurement, this theory depends on the person's ability to report being conscious.

PanPsychism and Cosmopsychism – Panpsychism considers that the mind or a mindlike aspect is a fundamental and ubiquitous feature of reality. The consciousness at the fundamental level can combine to form other, more complicated conscious minds. The question is, then, how does this occur? This problem is called the combination problem of panpsychism (Chalmer, 2016; Seth, 2021). Some of the concerns of panpsychism can be addressed by cosmopsychism, which relies on the central idea that the universe is imbued with a ubiquitous field of consciousness (UFC) (Keppler & Shani, 2020; Lamme, 2018).

Advaitic and Yogic Theory of Consciousness – Consciousness has been fascinating Indian philosophers for thousands of years. Richly sophisticated varieties of cosmopsychism can be found in the Advaitic theory of consciousness (ATC) described in ancient Sanskrit classics, the Upaniṣads, and more particularly by those Vedānta philosophers who provide interpretations of these texts (Ganeri & Shani, 2022; Vaidya & Bilimoria, 2015). Another study by Tripathi and Bharadwaj (2021) formulates the yogic theory of consciousness (YTC), which allows us to model the external states, internal states of meditation, "samadhi," and even the disorders of consciousness.

3.2 INPUT VALIDATION

The sensor in the measurement system can measure any measurable signal that comes as an input. It cannot distinguish between the sources of the input signal. Therefore, for the overall measurement to be valid, it is necessary that the input signal to the sensor comes from the true object of measurement. For example, if the odometer sensor (Figure 1) is mounted on the door of a car (instead of the wheel shaft), it will tell us zero car speed when the car may actually be moving at 50 kilometers per hour. The input validation function may seem obvious or trivial in most measurement processes where conscious agents (e.g., humans) perform the measurement. However, it may not be so apparent for use cases where the measurement is done by autonomous systems (e.g., humanoid robots). The input validation may be a simple activity like a visual inspection to ensure the sensor is placed on the actual object of measurement, or it may require a complex process to validate that the input signal is coming from the actual object of measurement. The details of input validation vary from case to case and need to be designed for individual use cases.

3.3 SENSING

The outputs of the object of measurement (aka measurands) are measured by the sensing function, which depends on the current state of technology. Three broad categories of sensing technology are currently available for consciousness measurement: behavioral, neurophysiological, and computational measurement. A summary of these measurements is given below.

Behavioral Measurement – Before the advent of brain scanning technology, the use of measurable behaviors was the only methodology available to measure and understand consciousness. In fact, the world's first recorded map of consciousness in Vedantic literature from the seventh century BCE or earlier used three observable states of consciousness – the waking state, the dreaming state, and the state of dreamless sleep (Thompson, 2015). Later texts added a fourth state called the state of pure awareness. More recently, behaviorism has been widely used in the study of psychology and consciousness since the nineteenth century (Lashley, 1923). With the recent advances in brain scanning technology, behavioral measures and associated consciousness reports have been used to calibrate neurological brain measures (Seth et al., 2008; Gamez, 2014).

Neurophysiological Measurement – The Neural Correlates of Consciousness (NCC) have received the most scientific attention as a means for measuring the complexity of consciousness. The term was first coined by Crick and Koch (1990) to determine what parts of the brain are necessary and sufficient for conscious experience. The NCC is defined as “the minimal neuronal mechanisms jointly sufficient for any one specific conscious percept” (Crick & Koch, 1990). They have been used to develop tests for consciousness in patients using various neuroimaging tools such as electroencephalography (EEG), magnetoencephalography (MEG), functional MRI (fMRI), and transcranial magnetic stimulation (TMS) (Dehaene, 2014). A measurement framework using NCCs, along with the behavioral correlates of consciousness (BCCs) and creative correlates of consciousness (CCCs), has been proposed by Hunt et al. (2022) to develop consciousness measurement systems.

Computational Measurement – The computational model of consciousness is based on the proposition that phenomenal experience is a consequence of neuronal activity in the brain. Neural complexity defines the extent to which a system is dynamically segregated and integrated (Tononi et al., 1994). The neuronal activities can be measured by three different models: neural complexity, information integration, and causal density, which explicitly attempt to quantify the balance between integration and differentiation exhibited by a neural system (Seth et al., 2006). The actual measurement of consciousness using integrated information has been reported by Oizumi et al. (2016), Mediano et al. (2018), and others.

3.4 MODEL-BASED STATE ESTIMATION

As the name suggests, the state estimation function uses the sensor output (i.e. measured value) to estimate the state or attribute of the object of measurement. In the simple example of an odometer (Figure 1), the state estimation function estimates the car speed using the wheel speed measurement from the sensor (see Section 3.1). For complex dynamic systems, the state estimation function needs to use a multidimensional mathematical model. The validity of the state estimator in these dynamic systems is measured by mathematical conditions called “observability criteria” (Kalman, 1960). In the context of CMS, we do not have any consciousness model that provides a mathematical relationship between states and outputs of the object of measurement. Therefore, the validity of the state estimator will depend on the use case and needs to be defined qualitatively until a mathematical model of consciousness is available.

3.5 INTERPRETATION

Interpretation is the last step in any measurement process and is typically done by a conscious agent (e.g., a human being) or an autonomous system (e.g., a computer). Sometimes, both humans and computers may be engaged in interpretation at different levels in a complex measurement process. In the odometer example, the human driver is the final interpreter of the car’s speed. At the same time, the onboard computer is the interpreter for measuring wheel speed, which is used to calculate the car speed. The goal of the interpretation process is to understand the measurement for the specific use case and make it worthwhile for the end user. The design of the CMS needs to explicitly address the details of how interpretation needs to be done. The details of interpretation depend on the use case and available technologies.

3.6 CALIBRATION OF CMS

Every measurement system must be calibrated to establish the accuracy of the device. In measurement technology, “calibration is the comparison of measurement values delivered by a device under test with those of a calibration standard of known accuracy” (Wikipedia-1). The calibration standard for engineering systems is typically defined by a national or international standard. Like other measurement systems, the CMS should also be calibrated before it is used in real-life applications. However, the challenge is the availability of a calibration standard to compare the results from a CMS system. There is not much work done in the area of CMS calibration standards. The study by Gamez (2014) proposes to create a standard for calibration using verbal and other behavioral reports from human agents, who are assumed to be conscious. This standard can be used to develop CMS for use cases where the object of measurement can have consciousness. There is no measurement standard currently available to develop CMS for other use cases. The calibration standard for CMS is in a very early development stage and has a long way to go.

4 MEASURABILITY OF CONSCIOUSNESS

Using the measurement framework discussed in Sections 2 and 3, we can now look at the measurability of consciousness for different use cases (Table 1). Modeling, the first CMS function, is the foundation of any measurement system. The physical and mathematical model of the object of measurement is essential in defining the states, the measurands, and the state estimation algorithm. The existing philosophical theories, e.g., higher-order thought theories, panpsychism, and the Advaitic theory of consciousness, provide a conceptual definition of consciousness. The computational model of consciousness (e.g., IIT) provides a mathematical model that can measure the complexity and degree of consciousness. None of these theories provide a mathematical model for experience or feeling. The absence of a mathematical model for experience and feeling is a limitation only for the use case that measures the potentiality of consciousness.

However, it is not an issue for use cases on the presence and degree of consciousness (e.g., human clinical application), where the object of measurement (i.e., the human being) is capable of being conscious.

As discussed in Section 3.3, there are different behavioral, neurophysiological, and computational technologies available for sensing function. There is no general feasibility issue for sensing. It is a question of choosing the right technology from a set of available technologies for the specific use case. As new technologies are developed over time, they can be incorporated into the design and development of CMS. Similarly, there is no basic feasibility challenge related to the CMS function, such as validation and interpretation. These two functions can be considered as design problems where functional capabilities can be developed using available technologies for specific use cases.

Table 1. Measurability of consciousness for different use cases

Measurement Function	Potentiality of Consciousness	Presence of Consciousness	Degree of Consciousness	
Modeling	There are philosophical theories like higher-order thought theories, panpsychism, and the Advaitic theory of consciousness. But, there is no mathematical model for experience or feeling.	If we assume that the object of measurement (humans or animals) has consciousness, then the sensing technology will define the model for consciousness.		
Input Validation	There is no fundamental challenge. Details depend on available technology and use cases.			
Sensing	Different behavioral, neurophysiological, and computational technologies are available for sensing. The exact sensing technology for CMS depends on the use case.			
Model-based State Estimation	We can't define a state estimation algorithm without having a mathematical model for experience or feeling.	The model of consciousness can be used to develop state estimation algorithms.		
Interpretation	There is no fundamental challenge. Details depend on available technology and use cases.			
Calibration of CMS	It is not possible to define a calibration standard without a quantifiable definition and mathematical model for experience and feeling.	If the object of measurement is capable of having consciousness, the calibration standard can be defined with respect to some reference point.		

Calibration is a standard process in developing every measurement system where the measured output is compared with a calibration standard to establish the accuracy of the device. The calibration process for CMS is similar to the calibration of any other measurement system. However, the very nature of consciousness makes it challenging to develop a calibration standard for CMS. The nature of consciousness makes it, by definition, a wholly private affair. Your experience is exclusive to you, and nobody else has any access to this experience except what you choose to report verbally or through other behavior (Koch, 2019). This aspect of consciousness makes it almost impossible to develop a calibration standard for the use case on "potentiality of consciousness." Researchers are starting to develop calibration standards for use cases where it is assumed that the object of measurement has the potential to be conscious and can provide consciousness reports (Gomez, 2014). The measurability conditions for different use cases are summarized in Table 1.

5 DISCUSSIONS

As discussed in Section 4, there are two unique challenges in MPC. These are related to the calibration standard and modeling of experience and feeling. These challenges affect the measurability of consciousness for the use case called the "potentiality of consciousness." A calibration standard in the science of measurement (aka metrology) is an object, system, or experiment that has a defined relationship to a unit of measurement of a physical quantity. The units of measurement are defined in relation to internationally standardized reference objects, which are maintained under controlled laboratory conditions to define the units of mass, length, electrical potential, and other physical quantities (Wikipedia-2). All existing calibration standards in metrology are about measuring physical quantities, not for experience or feeling, which are fundamental to consciousness. There has been an attempt to create a consciousness measurement standard using a first-person report from "a physical system that is assumed to be associated with consciousness some or all of the time" (Gamez, 2014). The physical system that can provide the first-person report is essentially a human being assumed to have consciousness. This approach can create a calibration standard to measure the presence and complexity/degree of consciousness. Since this method assumes that the physical system is capable of providing first-person reports, it can not provide a calibration standard for measuring the "potentiality of consciousness."

The mathematical modeling of experience and feeling is the other open question that has not yet been addressed by researchers. Consciousness, particularly experience and feeling, is a fascinating area of study where nobody denies its existence and subjective nature. We all experience it and feel it. But, nobody is able to provide an acceptable model, and there is no way to measure it. The key challenge

in modeling and measuring consciousness is associated with subjectivity (feeling or experience). Chalmer (1995) refers to this as "the hard problem" of consciousness and asks the following basic questions:

It is widely agreed that experience arises from a physical basis, but we have no good explanation of why and how it so arises. Why should physical processing give rise to a rich inner life at all? It seems objectively unreasonable that it should, and yet it does.

These questions are still unanswered even after significant progress in technology, neuroscience, and consciousness studies over the last several decades (Horgan, 2023). Consciousness is the basis of everything we know and do. Neither can I write, nor can you read this paper without consciousness. It is consciousness that enables us to know that we have consciousness. It is pervasive all around us. But, it remains the most private aspect of a conscious being. We cannot measure or know that somebody else has consciousness. We can only assume that other humans and animals with similar biological and behavioral characteristics as ourselves have consciousness. The key difference between consciousness and other scientific problems is that consciousness is the basis of all knowledge, including the knowledge of itself and the knowledge of the knowledge.

Given the uniqueness of consciousness, one might ask if subjectivity, which can be experienced or felt only by the subject, is measurable or knowable. One may wonder if measuring the subjectivity of consciousness is beyond our ability to know. There are many examples of unknowable, incomplete, and undecidable problems in math, science, and philosophy. Rescher (2009) describes a class of problems as logical, conceptual, or in-principle unknowables. For example, "it is in-principle impossible to know when and by whom the word 'mother' was first used in English." Similarly, there are examples of incompleteness and undecidable problems in mathematics. For example, Gödel's incompleteness theorems in mathematical logic are concerned with the limits of provability in formal axiomatic theories. The first incompleteness theorem states that for any consistent formal system, "there will always be statements about natural numbers that are true but unprovable within the system. The second incompleteness theorem, an extension of the first, shows that the system cannot demonstrate its own consistency." (Wikipedia-3). There are also undecidable problems in computability theory that include the field of logic, abstract machines, combinatorial group theory, topology, etc. These are "types of computational problems that require a yes/no answer, but where there cannot possibly be any computer program that always gives the correct answer; that is, any possible program would sometimes give the wrong answer or run forever without giving any answer" (Wikipedia-4). The nature of reality is another area where there are open questions on what we know and what we can know. The mathematical formulation of quantum physics has been very effectively used by the scientific community to model our physical world. However, there are competing and completely different theories, e.g., collapse theory, pilot wave theory, and many world theories, to explain what that physical reality is (Maudlin, 2019). In philosophy and logic, the knowability of consciousness was discussed by different Indian philosophical schools. Using the method of *Anvaya-Vyatireka* (or method of agreement-disagreement) logic of the Indian Nyaya system, Dṛg Dṛśya Viveka concludes that sense organs, brain, and mind are all objects of perception and the unified pure consciousness is the only subject that perceives (Nikhilananda, 1931). The undifferentiated pure consciousness is "unknowable" and is the eternal reality that manifests into the known and knowable universe (Shimi & Behera, 2018). This paper does not attempt to conclude anything related to the unknowability of consciousness. This is an area we will take up as a separate study.

6 SUMMARY

This paper presents a formal framework to define and analyze the measurability of consciousness using product design principles, e.g., measurement process workflow, problem-space analysis, and the concept of observability. The framework defines several CMS functions within the measurement workflow. These are: (1) modeling of consciousness states and outputs, (2) validation of sensor input signals, (3) sensing, (4) model-based state estimation, (5) interpretation, and (6) CMS calibration. Each CMS function requires different theories and technologies for its implementation. For example, the sensing function can be based on behavioral, neurophysiological (e.g., EEG, MEG, and fMRI, etc.), computational (based on integration information theory (IIT), and other measurements. Validation or measurability criteria for each CMS function are established and applied to different CMS use cases that are identified using a product design technique called "problem space analysis." The objective was to identify CMS functions that can or cannot be designed for different use cases using existing theories and technologies. For example, the absence of an acceptable mathematical model for experience and feeling should not be a problem for measuring consciousness in use cases involving human clinical applications. However, without a well-defined consciousness model, we cannot develop a CMS to determine if a humanoid robot has consciousness.

Consciousness is unique among all the things that can be measured. It is all around us. We know about our own consciousness. However, the subjectivity in the consciousness of others is only an inference, however reasonable. Therefore, one might ask whether subjectivity, which can be experienced or felt only by the subject, is measurable. This paper uses concepts from mathematical logic (e.g., Gödel's incompleteness and Tarski's undefinability theorems) and philosophy (e.g., method of agreement-disagreement in the Indian Nyaya system) to understand the measurability of subjectivity. Based on the preliminary study done so far, it may be possible that subjectivity is not measurable like other attributes of consciousness. This is a major area of study by itself and will be taken up as a future project.

The key contribution of this paper is a novel consciousness measurement framework that uses measurement workflow, design principles, theories and technologies from neuroscience, and arguments from philosophy. The framework provides a precise understanding of the measurability of CMS functions for individual use cases. Researchers and engineers can use the framework to develop CMS for specific use cases without being bogged down by the complexity of unknowns in the field of MPC.

ACKNOWLEDGMENT

I would like to express my deepest appreciation to Dr. Subhada Mishra for his time reviewing and providing invaluable feedback to improve this paper.

REFERENCES

- [1] Bentley, J.P. (2005). *Principles of measurement systems*. New York: Pearson, Fourth Edition, p.4.
- [2] Block, N. (1997). On a confusion about a function of consciousness. In N. Block et al. (Eds.), *The nature of consciousness*. Philosophical debates (pp. 375–415). Cambridge: MIT Press.
- [3] Browning, H., & Veit, W. (2020). The Measurement Problem of Consciousness. *Philosophical Topics*, 48(1), 85-108.
- [4] Chalmers, D. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2(3), 200-219. Chalmers, D. (2016). The Combination Problem for Panpsychism. In Godehard Brüntrup & Ludwig Jaskolla (eds.), *Panpsychism*. Oxford University Press.
- [5] Crick, F., & Koch, C. (1990). Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in the Neurosciences*, 2, 263–275.
- [6] Dean, J (2023, January 18). *Google Research, 2022 & beyond: Language, vision and generative models*. Google blog. Downloaded April 2, 2023, from <https://ai.googleblog.com/2023/01/google-research-2022-beyond-language.html>
- [7] Dehaene, S. (2014). *Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts*. Penguin Books. Edelman, G. M. (2003). Naturalizing consciousness: a theoretical framework. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(9), 5520-5524.
- [8] Eriksen, C.W. (1960) Discrimination and learning without awareness: a methodological survey and evaluation. *Psychological Review*, 67(5), 279–300.
- [9] Gamez, D. (2014). The measurement of consciousness: a framework for the scientific study of consciousness. *Frontiers in Psychology*, 2014, 5, 1-15.
- [10] Ganeri, J., & Shani, I. (2022). "What Is Cosmopsychism?" *The Monist*, 105(1), 1-5.
- [11] Gasparri, L. (2019). Priority Cosmopsychism and the Advaita Vedānta. *Philosophy East and West* 69(1), 130-142. Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The Structure of Design Problem Spaces. *Cognitive Science*, 16, 395-429.
- [12] Horgan, J. (2015, December 1). Can Integrated Information Theory Explain Consciousness? *Scientific American*. Downloaded May 5, 2023, from <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/can-integrated-information-theory-explain-consciousness/>
- [13] Horgan, J. (2023, June 26). A 25-Year-Old Bet about Consciousness Has Finally Been Settled. *Scientific American*, Downloaded Nov 25, 2023, from <https://www.scientificamerican.com/article/a-25-year-old-bet-about-consciousness-has-finally-been-settled/>
- [14] Hunt, T., Ericson, M., & Schooler, J. (2022). Where's My Consciousness-Ometer? How to Test for the Presence and Complexity of Consciousness. *Perspectives on Psychological Science*, 17(4), 1150-1165. Kalman, R.E. (1960). "On the general theory of control systems". *IFAC Proceedings*, Vol.1, 491–502.
- [15] Keppler, J., & Shani, I. (2020). Cosmopsychism and Consciousness Research: A Fresh View on the Causal Mechanisms Underlying Phenomenal States. *Frontiers in Psychology*, Vol.11 Article 371.
- [16] Kim, H., Hudetz, A., & Lee, J., et al. (2018). Estimating the Integrated Information Measure Phi from High-Density Electroencephalography during States of Consciousness in Humans. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(2), 2018.
- [17] Koch, C. (2019). *The feeling of life itself: Why consciousness is widespread but can't be computed*. The MIT Press.
- [18] Lamme, V.A.F. (2018). Challenges for theories of consciousness: seeing or knowing, the missing ingredient and how to deal with panpsychism. *Philosophical Transactions of the Royal Society - B*, Vol 373:20170344.
- [19] Lashley, K.S. (1923). The Behavioristic Interpretation of Consciousness II. *The Psychological Review*, 30(5), 329-353.
- [20] Maedche, A., Gregor, S., Morana, S. & Feine, J. (2019). Conceptualization of the Problem Space in Design Science Research. (B. Tulu, S. Djamasbi, G. Leroy, Eds) In: *Extending the Boundaries of Design Science Theory and Practice*. Springer International Publishing, pp.18–31.
- [21] Mari, L., Wilson, M., & Maul, A. (2021). Philosophical perspectives on measurement. In book: *Measurement Across the Sciences: Developing a Shared Concept System for Measurement*, Springer, pp.71-110.
- [22] Maudlin, T. (2019). *Philosophy of Physics – Quantum Theory*. Princeton University Press, Princeton. pp.137-172. Mediano, P. A., Seth, A. K., & Barrett, A. B. (2018). Measuring integrated information: Comparison of candidate measures in theory and simulation. *Entropy*, 21(1), 17.
- [23] Nikhilananda, S. (1931). *Dr̥g Dr̥śya Viveka – An Inquiry into the Nature of the 'SEER' and the 'SEEN'*. Advaita Ashrama, Kolkata, pp.18-20.

- [24] Oizumi, M., Amari, S., Yanagawa, T., Fujii, N., & Tsuchiya, N. (2016). Measuring Integrated Information from the Decoding Perspective. *PLOS Computational Biology*. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004654>.
- [25] Psiaki, M. L., Martel, F., & Pal, P. K. (1990). Three-Axis Attitude Determination via Kalman Filtering of Magnetometer Data, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 13(3).
- [26] Raffone, A. (2021). Grand Challenges in Consciousness Research Across Perception, Cognition, Self, and Emotion. *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, 2021, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.770360>
- [27] Ramachandran, V. S. (2004). A Brief Tour of Human Consciousness – From Impostor Poodles To Purple Numbers. Pi Press, New York.
- [28] Rescher, N. (2009). *Unknowability – In Inquiry into the Limits of Knowledge*. Lexington Books, New York, p.3. Safina, C. (2016). *Beyond Words – What Animals Think and Feel*. A John Macrae Book, New York.
- [29] Sattin, D., Magnani, F. G., Bartesaghi, L., Caputo, M., Fittipaldo, A. V., Cacciatore, M., Picozzi, M., & Leonardi, M. (2021). “Theoretical Models of Consciousness: A Scoping Review.” *Brain sciences*, 11(5), 535. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050535>
- [30] Searle, J.R. (2000). Consciousness. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 557-578.
- [31] Seth, A.K. (2021). The Real Problem(s) with Panpsychism. Invited commentary for *Journal of Consciousness Studies* on Philip Goff’s Galileo’s Error. https://sussex.figshare.com/articles/journal_contribution/The_real_problem_S_with_panpsychism/23488682
- [32] Seth, A.K., Izhikevich, E., Reeke, G.N., & Edelman, G.M. (2006). Theories and measures of consciousness: An extended framework. *PNAS*, 103(28), 10799–10804.
- [33] Seth, A.K., Dienes, Z., Cleeremans, A., Overgaard, M., & Pessoa, L. (2008). Measuring consciousness: relating behavioural and neurophysiological approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(8), 314-321.
- [34] Shimi C. M., & Behera, R. L. (2018). The Revival of Sree Sankara’s Hypothesis of Appearance and Reality: A Critical Analysis and Appraisal. *International Journal of Advance and Innovative Research*, 5(3), 72-76.
- [35] Thompson, E. (2015). Waking, Dreaming, Being – Self and Consciousness in Neuroscience, Meditation, and Philosophy. Columbia University Press, New York. p. xxxiii.
- [36] Tononi, G. (2008). Consciousness as Integrated Information: a Provisional Manifesto. *Biology Bulletin*. 215: 216–242.
- [37] Tononi, G., Sporns, O., & Edelman, G. M. (1994). A measure for brain complexity: Relating functional segregation and integration in the nervous system. *Proc. National Academy of Science, USA*, 91, 5033–5037.
- [38] Tononi, G., & Edelman, G.M. (1998). Consciousness and complexity. *Science* 282, pp.1846–1851.
- [39] Tripathi V., & Bharadwaj, P. (2021). Neuroscience of the yogic theory of consciousness. *Neuroscience of Consciousness*, Special Issue: Consciousness science and its theories, 7(2), 1–15.
- [40] Vaidya, A., & Bilimoria, P. (2015). Advaita Vedanta and the Mind Extension Hypothesis: Panpsychism and Perception. *Journal of Consciousness Studies*. 22 (7–8): 201–225.
- [41] Wikipedia-1. Calibration. (2024, January 5).
In *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Calibration&oldid=1193741486>
- [42] Wikipedia-2. Standards (Metrology). (2024, January 20).
In *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Standard_\(metrology\)&oldid=1197387386](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Standard_(metrology)&oldid=1197387386)
- [43] Wikipedia-3. Gödel's incompleteness theorems. (2024, February 12).
In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=G%C3%B6del's_incompleteness_theorems&oldid=1206572982
- [44] Wikipedia-4. List of undecidable problems. (2024, January 20).
In *Wikipedia*. https://en.m.wikipedia.org/wiki/List_of_undecidable_problems

Comment l'écosystème entrepreneurial influence-t-il le développement des PME? Une étude exploratoire dans le contexte Guinéen: Une analyse sur base du modèle de Daniel Isenberg

[How does the entrepreneurial ecosystem influence SME development? An exploratory study in the Guinean context: An analysis based on Daniel Isenberg's model]

Idrissa Faren Sidibé¹ and Siba Kolin Koivogui²

¹Département Economie, Université Nongo Conakry, Conakry, Guinea

²Département Administration des Affaires, Université de Sonfonia, Conakry, Guinea

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study was to understand the influence of the entrepreneurial ecosystem in the development of small and medium-sized enterprises in the city of Conakry. To this end, based on a qualitative approach, by interviewing 10 entrepreneurs, 4 incubators and 1 accelerator, we examined the role of actors in the formation of a dynamic and evolving entrepreneurial ecosystem. The results revealed ineffective institutions, lack of laws in case of contractual disputes, politically oriented leaders, difficult access to financing, lack of entrepreneurial skills, absence of entrepreneurial themes in the school curriculum, insufficient infrastructure, unfavorable market conditions and the development of entrepreneurship in public higher education institutions.

KEYWORDS: entrepreneurial ecosystem, small and medium-sized businesses, entrepreneurship, entrepreneurial skills, institutions.

RESUME: Cette étude avait pour objectif de comprendre l'influence de l'écosystème entrepreneurial dans le développement des petites et moyennes entreprises de la Ville de Conakry. A cet effet, sur la base d'une approche qualitative, en interrogeant 10 entrepreneurs, 4 incubateurs et 1 accélérateur, nous avons examiné le rôle des acteurs dans la formation d'un écosystème entrepreneurial dynamique et évolutif. Les résultats obtenus ont révélé le manque d'efficacité des institutions, l'absence des lois en cas de litige contractuel, les leaders orientés vers les questions politiques, difficulté d'accès au financement, manque de compétences entrepreneuriales, l'absence de thématique entrepreneuriale dans le cursus scolaire, les infrastructures insuffisantes, le marché peu favorable et le développement de l'entrepreneuriat dans les institutions d'enseignement supérieur publiques.

MOTS-CLEFS: écosystème entrepreneurial, petites et moyennes entreprise, entrepreneuriat, compétences entrepreneuriales, institutions.

1 INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, les recherches sur les écosystèmes entrepreneuriaux en Afrique sont rares (Atiase & al., 2018). Pourtant, ce domaine est intéressant et mérite une attention particulière de la part des praticiens, des décideurs politiques et les chercheurs puisqu'il constitue le schéma directeur pour la formulation de politiques entrepreneuriales et l'émergence de l'entrepreneuriat dans les pays d'Afrique (Sheriff & Muffatto, 2015 ; Cao & Shi, 2021).

En effet, la plupart des pays Africains ont connu une croissance positive et des moyens d'accéder à l'indépendance financière; crée des emplois ainsi qu'au développement régional, ce qui est encourageant (Atiase & al., 2018; Ratten & Jones, 2018). Cet aspect est important pour le développement des communautés et l'amélioration de leurs conditions de vie. Ainsi, l'entrepreneuriat est non

seulement bénéfique pour une économie saine, mais aussi critique pour maintenir la prospérité et la création des nouveaux emplois (Henry & al., 2003; Nafukho & Helen Muya, 2010). Par exemple, il est démontré que l'entrepreneuriat a un effet positif important sur la croissance économique (Adusei, 2016; Peprah & Adekoya, 2020).

Malgré ces tendances positives, les mauvaises conditions économiques et politiques dans la plupart des pays de l'Afrique ont démontré un intérêt particulier à l'auto-emploi comme un bon choix d'échapper au chômage et de subvenir aux besoins quotidiens. Par exemple, en Guinée, sur 312 entreprises enquêtées, Kourouma, (2004) démontre que 46% des entrepreneurs étaient au chômage ou juste sortis d'institutions d'enseignement supérieur ou des établissements de formation professionnelle et technique à la recherche de leur premier emploi. Aussi, Diallo, (2022), sur un total de 28 cas rencontrés sur le terrain, dont 25 ont cité le chômage comme facteur de motivation, 16 sont de jeunes diplômés. Quant au manque de moyens pour subvenir aux besoins quotidiens, 10 cas sur 20 sont âgés de 35 ans et moins. Cependant, en Afrique, l'entrepreneuriat par nécessité n'est plus une qualité distinctive, mais plutôt un prérequis pour survivre. La quête de subsistance dans un monde auquel règnent le chômage et la pauvreté, l'entrepreneuriat devient un second choix sans pour autant être secondaire. Par conséquent, l'entrepreneuriat n'est pas une option, mais une nécessité. Ainsi, l'entrepreneuriat semble donc être indispensable ou du moins la seule voie pour l'identité humaine en Afrique. Par exemple, l'Afrique enregistre le plus fort taux mondial de potentiels jeunes créateurs d'entreprise (60%)¹.

En Guinée, les PME représentent 95% des entreprises. De même au Ghana, 92% (Atiase & al., 2018) ; 91% en Afrique du Sud (Quartey, 2015), 85% au Kenya (Frimpong, 2013) et presque 95% du tissu productif marocain (El Agy, 2015). Cependant, les PME constituent la plus grande partie de l'écosystème entrepreneurial en Afrique Subsaharienne (World Bank, 2022). En Guinée, est considéré comme PME toute entreprise ayant cinq salariés permanents au minimum et 49 au maximum, et qui génère un chiffre d'affaires entre 15 à 500 millions de francs guinéens (Kourouma, 2003; Code des investissements, Guinée, 1998d, p.16). Le rôle des PME est donc inestimable au développement de l'entrepreneuriat en Afrique (Acs et al., 2008).

L'objectif de cette étude est de mettre un accent particulier sur le rôle des ressources critiques, mais surtout, l'interaction entre les acteurs dans la formation d'un écosystème entrepreneurial viable où l'accès au financement est un obstacle majeur pour la plupart des PME. L'objectif sous-jacent étant de s'intéresser à l'écosystème entrepreneurial sur la base du modèle de Daniel Isenberg. Dans le contexte guinéen, des travaux antérieurs (Diakité, 2004; Kourouma, 2004; Doumbouya, 2011) ont porté sur l'écosystème entrepreneurial, mais dans un cadre généraliste. Cependant, il n'existe pas, à notre connaissance, une étude qui s'est intéressée au modèle de Isenberg. Cette étude comble cette lacune en examinant le rôle des acteurs qui se combine de manière complexe. Par conséquent, cette étude contribue à notre compréhension de l'écosystème entrepreneurial en Guinée en soulignant le rôle et l'interdépendance entre les acteurs et le système, tel que la politique, le financement, la culture, le capital humain, le soutien et les marchés dans la création d'un environnement favorisant l'esprit d'entreprise.

Dans le cadre de notre recherche sur l'écosystème entrepreneurial, la méthode qualitative a été utilisée, nous avons adopté cette méthode. Nous avons recouru à la théorie ancrée qui utilise des entretiens face à face et des interactions telles que le focus groupe pour comprendre et explorer un phénomène moins bien compris.

Cette étude est structurée comme suite: dans un premier temps, nous avons exploré la littérature sur l'écosystème entrepreneurial et le contexte de la recherche. Dans un second temps, viennent ensuite, la méthodologie de recherche, un résumé des principaux résultats obtenus et une discussion. Enfin, nous avons conclu, par les implications managériales et politiques, les limites et perspectives futures de l'étude.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 L'ENTREPRENEURIAT TEL QU'IL EST PERÇU EN GUINÉE

Dans un contexte à la fois chaotique et cahoteux, l'entrepreneuriat est considéré comme une alternative crédible dans la recherche de moyens pour faire face aux contraintes de l'environnement (Diallo, 2022). De ce fait, la nécessité d'entreprendre devient une règle plutôt qu'une exception. Cependant, face à la dégradation des conditions de la qualité de vie, les populations se tournent vers l'activité entrepreneuriale pour subvenir à leur besoin primaire (au sens de Maslow) qui ne sont plus satisfaits (ou peu) par l'Etat; l'expansion du système éducatif et l'exode rural a fait augmenter les besoins de création d'emplois (Doumbouya, 2011; Kourouma, 2004) dont l'accès est très limité.

¹ <https://www.lafriquedesidees.org/lentrepreneuriat-afrique-de-louest-so-cool/>

2.1.1 L'ÉCOSYSTÈME ENTREPRENEURIAL GUINÉEN

Les recherches sur les écosystèmes entrepreneuriaux en Guinée sont limitées. Dans tous les cas, les études sur les écosystèmes entrepreneuriaux ne sont apparues que dans les années 2000 mais, est devenu dominant depuis 2016 (Brown & Mason, 2017; Cohen, 2006; Malecki, 2018). Néanmoins, l'émergence de l'esprit entrepreneurial n'est possible que dans un écosystème auquel l'accès aux crédits; aux ressources financières et au marché; la stabilité politique et socio-économique et le respect des contrats sont garantis (Doumbouya, 2011; Kourouma, 2004; Diallo, 2021).

En effet, le concept de l'écosystème considère l'entrepreneur comme un tout et indivisible (au sens holistique) en tant que système qui interagit de manière à stimuler l'environnement et ses éléments vivants (au sens biologique). La présence de ces éléments et leur interaction peut faciliter ou inhiber l'entrée des entrepreneurs potentiels, ce qui détermine en grande partie le succès de l'écosystème (Corrente & al., 2019; Stam, 2015) sans celui-là, il sera difficile de parvenir à une croissance économique entrepreneuriale durable (Sheriff & Muffatto, 2015). Par exemple, en Guinée, plusieurs facteurs influencent positivement les décisions de création d'emploi. Il s'agit entre autres de l'expansion des marchés des produits et des services fournis par les PME (53,6%), la disponibilité de locaux adéquats (42,2%), des coûts de travail supportables (13%), des réglementations du travail appropriées (12,7%) et de l'accès aisé aux ressources (27%). Par ailleurs, d'autres facteurs exercent des influences négatives: la fiscalité (29,7%), l'accès au crédit (27,6%), et les politiques gouvernementales (22,2%) (Kourouma, 2004).

En outre, sur un choix de 17 options, l'APIP, (2016), met évidence la perception qu'à des entrepreneurs sur les obstacles auxquelles ils font face au sein de l'écosystème Guinéen. L'accès et le coût au financement constituent les premiers obstacles à la croissance des PME (c'est-à-dire celle dont le CA<65 M). Par conséquent, l'accès et le coût au financement est une contrainte majeure que la plupart des PME sont censées accélérer ou entraver les phases de démarrage et de croissance des PME (au sens de *lifecycle model*) (Cantner et al., 2021).

À l'instar de l'accès et le coût au financement, certaines contraintes sont importantes, et constituent une barrière à l'entrée de nouveaux entrepreneurs ainsi que la croissance des entreprises existantes sur le marché, notamment: l'électricité, les conditions macroéconomiques et le transport (Goedhuys & Sleuwaegen, 2010). *Ease of Doing Business Ranking*, (2019) sur la base de critères liés à l'entrepreneuriat, la Guinée se positionne au rang de 156^e sur 190 économies, 122^e sur le critère *Starting a Business*, 150^e sur *Getting electricity*, 152^e sur *Getting credit* et à 118^e sur *Enforcing contracts*, ce qui prouve à suffisance que « *les petites entreprises en Guinée font face à la fois à un environnement peu favorable à l'essor et à une demande sociale pressante* » (Doumbouya, 2011, p.138).

Toutefois, l'aventure entrepreneuriale est prometteuse et celle-ci offre la création et la croissance des PME. Les écosystèmes entrepreneuriaux ont besoin d'un « sol fertile » puisse qu'ils naissent et grandissent dans un environnement prospère et dynamique (Mason & Brown, 2014). Cet environnement est marqué par des interdépendances entre les acteurs et le système qui influence ainsi le développement des petites et moyennes entreprises.

Ainsi, l'écosystème guinéen évolue dans le temps, il se situe à un stade dit d'adolescence, ayant dépassé la phase de naissance. Nous constatons une avancée prégnante sur l'évolution annuelle de la création d'entreprises entre 2018-2022 (figure 1). Cette hausse s'explique par une série d'actions conduite par le gouvernement, notamment la création de l'Agence de promotion des investissements privés de Guinée (APIP). Selon le rapport *Doing Business* (2019), il faut désormais 15 jours pour accomplir 6 procédures avant de créer une entreprise, contre 13 étapes en 41 jours en 2009 (Banque mondiale, 2009)².

² Cité par Doumbouya, 2011

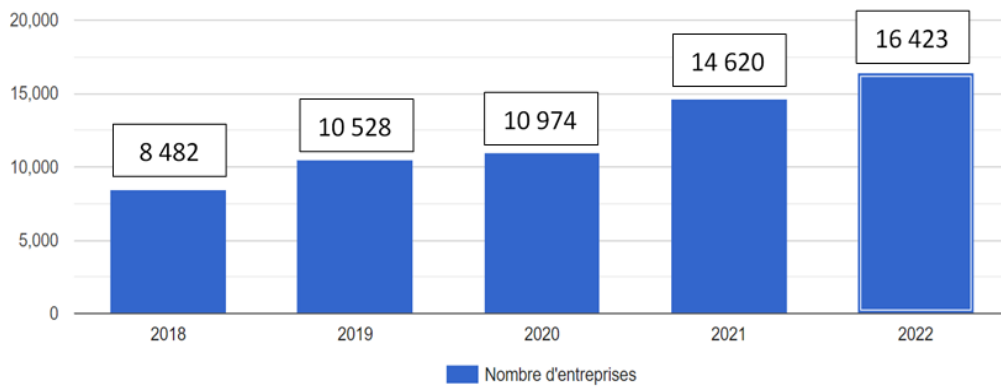


Fig. 1. Evolution annuelle de la création d'entreprises depuis 2018

Source: <https://apip.gov.gn/Etudes-et-statistiques>

2.1.2 L'ECOSYSTEME ENTREPRENEURIAL SELON LE MODELE DANIEL ISENBERG

Dans la littérature récente, il existe un certain nombre de modèles d'écosystèmes entrepreneuriaux, tous jugés importants pour faciliter le processus de création d'entreprise, tels que: Fled, (2012, pp. 186-187); Stam, (2015, pp. 1765-1766); Nicotras & al., (2017, pp.14-15) et Maroufkhani, & al., (2018).

Parmi ces modèles, nous avons choisi de mettre en lumière celui de Daniel Isenberg, (2010). Son modèle s'appuie sur des décennies d'expériences à travers le monde, pour définir le concept: « *L'écosystème de l'entrepreneuriat est constitué d'un ensemble d'éléments individuels - tels que le leadership, la culture, les marchés de capitaux et les clients ouverts d'esprit - qui se combinent de manière complexe. Pris isolément, chacun de ces éléments est propice à l'entrepreneuriat, mais insuffisant pour le soutenir. Or, ensemble, ces éléments donnent un coup de fouet à la création et à la croissance des entreprises* »³ (p.3).

Isenberg, (2010), propose six dimensions au sein de l'écosystème entrepreneurial. Chaque dimension est subdivisée en une ou plusieurs sous-catégories, qui au sein d'une région géographique, secteur d'activité, ont une influence sur le développement des petites et moyennes entreprises. Par conséquent, l'écosystème entrepreneurial reflète donc la manière à laquelle les entrepreneurs peuvent tirer leur épingle du jeu. Les six dimensions d'Isenberg sont les suivantes:

- Les politiques: le leadership et le gouvernement
- La culture: les normes sociétales et les success stories
- Le soutien: l'infrastructure, les professions de soutien et les organisations non gouvernementales
- Le capital humain: le travail et les institutions d'éducation
- Les marchés: les réseaux et les primo-clients

2.2 LES DOMAINES DE L'ECOSYSTEME ENTREPRENEURIAL GUINEEN

2.2.1 LES POLITIQUES

GOVERNEMENT

En Afrique, plusieurs gouvernements ont élaboré des programmes d'appui au développement de l'esprit entrepreneurial afin de résoudre le problème de chômage des jeunes et d'assurer la croissance économique. Face à cette situation, le Gouvernement de la République de Guinée a procédé à des innovations institutionnelles et l'élaboration de politiques et projets en se fixant deux priorités majeures: (1) définir une politique publique en faveur de l'innovation qui tienne compte de cette approche systémique, c'est traiter l'ensemble de manière cohérente, en reconnaissant notamment le rôle et la spécificité des dynamiques territoriales ; (2) développer une culture de l'innovation et de l'esprit d'entreprise (PNUD, 2021).

En effet, la qualité des institutions réglementaires sont aussi indispensables pour le développement de l'entrepreneuriat (Atiase & al., 2018) et constituent une force motrice pour l'éclosion de l'entrepreneuriat en Afrique (Ajide, 2020). Le cadre réglementaire est

³ Traduction personnelle

l'ensemble des moyens par lesquels les politiques et les lois sont mises en œuvre et celui-ci renforce l'esprit entrepreneurial (Kourouma, 2003; Fuentelsaz, Maicas & Mata, 2018). Cependant, l'Etat dans son rôle de « nourricier », de facilitateur et de coordinateur doit agir et soutenir les PME à créer et à maintenir un écosystème durable et favorable à leur développement et à l'innovation (World Bank, 2022; O'Connor & al., 2018; Mack & Mayer, 2016; Spigel & Harrison, 2018; Stam, 2015). Ainsi, des séries d'actions ont été engagées par le Gouvernement guinéen en faveur de l'entrepreneuriat, notamment dans son rôle de pourvoyeur d'emploi et d'insertion socio-professionnelle des jeunes. Par exemple, la Maison de la Formation, de l'Emploi et de l'Entrepreneuriat (MFEE), ambitionne d'accompagner les aspirants entrepreneurs dans la réalisation de leur projet entrepreneurial. Aussi, la validation des textes réglementaires sur le statut de l'étudiant entrepreneur avec la conviction de former les étudiants à l'entrepreneuriat. Le Fonds National d'Insertion des Jeunes (FONIJ) a pour mission de mettre en œuvre la politique nationale d'insertion socioprofessionnelles des jeunes dans le tissu économique.

LEADERSHIP

Le rôle du leadership entrepreneurial est inestimable dans l'émergence de l'écosystème entrepreneurial. Par conséquent, les leaders de l'écosystème entrepreneurial doivent comprendre que l'échec ou le succès d'une nouvelle entreprise ne repose pas uniquement sur l'habileté de son système de management, mais aussi sur l'excellence de son environnement externe duquel elle dépend. Cependant, l'interaction permanente entre les attitudes, les capacités et les aspirations de l'entrepreneur conduisent à l'allocation des ressources par le biais de la création et de l'exploitation de nouvelle entreprise (Acs & al., 2008).

Promouvoir l'entrepreneuriat en Guinée, certaines organisations sont en première ligne pour dynamiser l'esprit d'entreprise en faveur des jeunes et des personnes vulnérables. Par exemple, Salon des Entrepreneurs de Guinée (SADEN) tenu annuellement depuis 2019, a pour objectif de mettre en place un espace de partage d'expériences et de réflexion autour de l'écosystème entrepreneurial africain en général et guinéen en particulier. Les récompenses concernent quatre secteurs d'activité (agriculture, numérique, médias et engagement social).

2.2.2 FINANCEMENT

Le financement bancaire de l'ensemble des activités économiques est encore très limité, pourtant, c'est l'une des préoccupations majeures des entrepreneurs et un « *passage obligé pour les jeunes qui souhaitent créer ou développer une entreprise* » (Kourouma, 2003; Coppée & Claire, 2019; World Bank, 2022). D'ailleurs, c'est la pierre sur laquelle trébuchent la plupart des entrepreneurs en Afrique. L'accès à un crédit avantageux demeure évident pour la compétitivité des PME afin de s'adapter à l'évolution d'un monde BANI (*Brittle, Anxious, Non-linear, Incomprehensible*) où règne l'incertitude. La quête de compétitivité des PME reste l'un des obstacles auxquels se heurtent les entrepreneurs en Afrique (Atiase & al., 2018; Bruton & al., 2015).

En Guinée, les PME ne bénéficient pratiquement pas d'attention de la part des banques classiques, et par conséquent, ont recours à l'autofinancement. Il semble donc être évident que le financement est une contrainte majeure pour les PME (Kourouma, 2003). Doumbouya, (2011, p.135) associe deux principales raisons à cette situation: la première (position des clients) fait référence à « *frilosité des banques* »; alors que la seconde (position banques) dénonce l'absence (ou insuffisance) de la « *libéralisation financière* ». Par exemple, Diallo, (2022) estime qu'en Guinée, les PME et les projets accompagnés, 61% n'ont pas accès à un financement de type institutionnel (banques traditionnelles et institutions de microfinance). Cependant, au-delà de l'accès au crédit auprès des microfinances, les principales sources de financement de ces PME sont les membres de famille, les cercles d'amis, les associations rotatives d'épargne et de crédit (tontine) et les prêteurs d'argent (Diallo, 2022; Kourouma, 2003; Bruton et al., 2015).

A cet effet, comme indique, Ribbink et Van Melle, (2017), les banques font preuve d'un manque d'implication évident aux processus d'accompagnement des microentreprises guinéennes. Cela peut s'expliquer par le fait que les banques sont réticentes vis-à-vis de l'octroi des crédits d'investissement aux PME pour l'absence de garantie exigées. Par exemple, en Haute Guinée, mais aussi en Moyenne Guinée, la demande exprimée auprès des familles (proches ou amis) sont supérieures à celle faite auprès des banques classiques (Kourouma, 2004). Ce type de financement est connu également sous le nom, de *Friends, Family, Fools* ou les 3Fs, ces investisseurs soutiennent les entrepreneurs dans leur premier pas. Ils doivent trouver parmi les amis, la famille et les fous qui peuvent prendre de tel risque et font confiance aux entrepreneurs (Fuentelsaz, Maicas & Mata, 2018; Kotha & George, 2012).

2.2.3 LA CULTURE

LA CULTURE ENTREPRENEURIALE ET NORMES SOCIALES

Le modèle de Hofstede fait référence à la culture comme « *une programmation mentale collective* », cette programmation collective est spécifique avec les membres de nations différentes. Hofstede caractérise la culture en quatre catégories, « *ces quatre catégories de problèmes représentent les dimensions des différentes cultures, c'est-à-dire des aspects de ces cultures qui peuvent être comparés à ceux* ».

d'autres cultures » (Hofstede, 1994 cités par Balambo, 2015), et qui sont: la distance hiérarchique, le degré d'individualisme ou de collectivisme, le degré de masculinité ou féminité et le contrôle de l'incertitude. Ainsi, dans sa thèse de doctorat portant sur les facteurs socioculturels et création d'entreprise en Guinée: Étude exploratoire des ethnies peule et soussou, Diakité, (2004) retient deux aspects de ces cultures, qui selon lui, est le mieux adaptés à la création d'entreprise: l'individualisme-collectivisme et masculinité-féminité, et constate d'autres principaux facteurs socioculturels liés à la culture d'entreprise se rapporte à la baraka et la compétition au sein de la fratrie.

La culture nationale guinéenne est caractérisée par un haut degré de collectivisme dans le groupe. La famille, le dévouement et l'obéissance sont des valeurs et les normes communes, partagées et appréciées de tous. Le collectivisme s'inscrit dans une dynamique de coopération ou l'entraide, rendre service à sa communauté et le vivre ensemble sont des traits de caractères qui dérive de la religion et la tradition islamique, l'islam encourage le collectivisme. Et, la Guinée est à dominance islamique. Ensuite, le rôle de l'homme et de la femme au sein de la famille et de la société. Cette dimension d'interchangeabilité des rôles accorde une prédominance des valeurs masculines par rapport à celles féminines. La compétition au sein de la fratrie est un facteur d'encouragement dans l'aventure entrepreneuriale. L'effort persévérant et la chance ou la baraka dans la réussite sociale ont une incidence positive sur les activités de l'individu et de la collectivité en général et sur les activités économiques en particulier. Par conséquent, « *l'entrepreneuriat demeure un champ où s'exerce l'influence de la culture, mieux, il est lui-même un acte culturel* » (Diakité, 2004, p.111).

En outre, la réussite de l'entrepreneuriat ne dépend pas uniquement de l'accès aux ressources et de l'interdépendance entre les acteurs du système, mais, il repose aussi sur une culture d'entreprise, qui encourage et récompense l'innovation et l'expérimentation. La culture semble donc influencer l'intention qu'à un individu en matière de création d'entreprise. Ainsi, il existe une relation positive entre la culture et le développement des entrepreneurs (Ubong & al., 2023). Cependant, la création d'un écosystème entrepreneurial réussi exige une compréhension approfondie de la culture résultante de la combinaison de chaque environnement (Maroufkhani & al., 2018).

LA MISE AVANT DES SUCCESS STORIES

De nos jours, la culture guinéenne prédispose à l'entrepreneuriat. Les PME constituent le secteur institutionnel porteur et créateur d'emploi aussi bien à Conakry (72%) que dans les autres communes urbaines (70%). Ensuite, l'Administration publique qui emploie environ (15%). Par ailleurs, en ce qui concerne, le statut souhaité dans le futur, près de la moitié des répondants (47%) souhaitent être des salariés contre 41% qui souhaitent s'établir comme travailleurs indépendants et 5% qui ambitionnent d'être employeurs (AGUIPE, 2012).

En effet, promouvoir des champions nationaux et le succès entrepreneurial via la diffusion d'histoires de réussite « *role model* » peut également inspirer, inciter les jeunes potentiels et démystifier aux personnes ordinaires que le tout monde peut devenir entrepreneur, ce qui peut stimuler l'attrait au marché. Un entrepreneur est donc décrit comme un agent économique suffisamment audacieuse, qui combine travail et capital afin de produire ou d'échanger des biens ou service et obtenir un revenu (Kuada, 2015).

2.2.4 LE SOUTIEN

LA PROFESSION DE SOUTIEN

L'approche holistique de l'entrepreneuriat met en exergue l'interdépendance entre les acteurs et le système, qui influence la décision qu'à un individu de se lancer dans les affaires (au sens systémique). Au-delà, de la politique de gouvernance, de l'accès au financement, il existe aussi d'autres acteurs au sein de l'écosystème permettant aux entrepreneurs *to start* au mieux l'activité entrepreneuriale, tels que les incubateurs, les accélérateurs ou encore les mentors.

Les incubateurs et les accélérateurs sont tous les deux les processus d'accompagnement des start-ups dans l'acquisition de connaissance par l'entrepreneur pendant la phase d'idéation tout en assurant une croissance des start-ups existantes à partir des ressources déjà disponibles. Par exemple, les incubateurs comme: Saboutech, Jatrophia Hub, TOogueda, Trustee, Ose ton emploi, Osez Innover, les Studios Kirah. Aussi, les accélérateurs comme: Ebooster (RNIG, 2020).

INFRASTRUCTURE

L'accès à une électricité abordable et fiable, faire en sorte qu'elle soit utilisée à des fins de production est difficile pour les entreprises de certains pays africains (Atiase et al., 2018). Par exemple, en Guinée, la principale contrainte ayant influencé la croissance des entreprises est l'électricité, suivie des conditions macroéconomiques, le financement et le transport (Goedhuys & Sleuwaegen, 2010). Selon, The International Energy Agency, (2014), il existe des ambitions claires d'accroître l'électricité dans l'ensemble de l'Afrique subsaharienne. Pour l'accès à l'électricité en Guinée, la Banque Africaine de Développement (BAD) octroie un financement de 66,39

millions de dollars⁴. L'accès à l'électricité au plus grand nombre dans un souci de « l'électricité pour tous » demeure une préoccupation majeure de la plupart des gouvernements africains. En Afrique subsaharienne, plus de la moitié soit (55%) des ménages vivent sans accès à l'électricité (Banque mondiale, 2017). En Guinée, selon ELEP⁵, l'électricité ne constitue que la seconde source d'éclairage des ménages (18,5%). Toutefois, la volonté politique du gouvernement d'étendre l'électricité pour favoriser le développement des activités génératrices de revenus (AGR) et l'amélioration des conditions de vie des ménages est une priorité absolue pour l'écosystème entrepreneurial, mais aussi pour le développement de l'esprit d'entreprise. Par exemple, sur 35 pays africains dont 31 subsahariens et 4 Nord, l'approvisionnement en l'électricité est significatif sur le développement de l'esprit d'entreprise (Atiase & al., 2018).

D'autres infrastructures économiques semble aussi influencée positivement le développement des PME, ce sont: les routes, les télécommunications et réseaux d'approvisionnement. Ils ne constituent pas seulement les biens et services, mais aussi des inputs essentiels du processus de production des entreprises (Kourouma, 2003). Par exemple, une étude confirme que le développement efficace de l'entrepreneuriat en Afrique nécessite la présence d'une infrastructure institutionnelle de soutien (Atiase et al., 2018).

LES INSTITUTIONS NON GOUVERNEMENTALES

La primauté de l'entrepreneuriat dans un contexte dans lequel le chômage est la monnaie d'échange. L'entrepreneuriat devient par excellence la première source de satisfaire ses besoins vitaux. Par exemple, il est démontré que le taux de chômage est tributaire au niveau d'éducation du chômeur. Il est donc urgent de créer des écosystèmes qui favorisent et encouragent l'auto-emploi par le biais de formations entrepreneuriales. Par conséquent, le rôle que joue l'entrepreneuriat dans le tissu économique est au vu et au su de tous, diverses organisations non gouvernementales s'impliquent davantage à améliorer l'écosystème entrepreneurial (au sens d'une richesse partagée). Par exemple, le Centre d'Appui pour le Développement Economique et Sociale (CADES Guinée), le Centre d'Etude et de Coopération Interne (CECI Guinée), AGUIDEP, Plateforme Jeunes Solidaires et WINROCK International.

2.2.5 LE CAPITAL HUMAIN

INSTITUTION D'ÉDUCATION

Le taux de scolarisation et le taux d'alphabétisation de la population en âge de travailler (adultes) est estimé à 34% entre 15 ans ou plus (MP/INS/ELEP, 2012) et entre 15-34 ans, il est à 37% (AGUIPE, 2012). Les entrepreneurs confirment la règle: 78,1% des travailleurs indépendants n'ont aucun niveau d'instruction (AGUIPE, 2012).

Tableau 1. Taux d'alphabétisation (%) des personnes en âge de travailler

Pays	Guinée	Afrique subsaharienne
Taux d'alphabétisation (15 ans ou plus)	34% (2012)	65% (2024)
Taux Net de scolarisation au primaire	57% (2012)	37% (2018)
Taux Net de scolarisation au niveau secondaire	28,8% (2012)	27% (2018)

Sources: adapté MP/INS/ELEP-2012; UNESCO GEMR, (2018); AEOI, (2024).

Toutefois, la problématique de l'insertion professionnelle et de l'inadéquation entre l'offre de formation et les besoins exprimés par les entreprises est une préoccupation inhérente à l'économie nationale. Selon, l'Enquête spécifique sur le travail et emploi décent, (2012), le taux de chômage standard en Guinée est de 5,5% pour des personnes sans aucune scolarisation, 7,3% pour les personnes ayant le niveau primaire, pour les formations secondaires: collège et lycée (respectivement 8,1% et 9,7%), 31,3% des diplômés en licence et 16% pour des formations supérieures ou plus. En Guinée, l'accès à l'éducation et à la formation entrepreneuriale peuvent servir de base à l'acquisition des connaissances et compétences entrepreneuriales des diplômés de l'enseignement supérieur et des établissements de formation professionnelle et technique. De plus, le soutien et l'assistance technique nécessaires qui s'inscrivent sous la forme d'une aide financière ou d'une assistance technique sont considérés comme des armes dans l'aventure entrepreneuriale (Peprah & Adekoya, 2020).

⁴ <https://www.afrik21.africa/en/guinea-us66-million-in-funding-for-electricity-access-in-six-cities/> (accessed 19 Jan 2024)

⁵ Enquête légère pour l'évaluation de la pauvreté

LE TRAVAIL

Des études ont montré que les expériences professionnelles antérieures des entrepreneurs semblent faciliter le succès de leur start-up (s) (OECD, 2013; Cooper et al., 1994; Wiklund & Shepherd, 2001). Contrairement à ces études, Lash, Le Roy & Yami, (2005) démontre que l'expérience professionnelle, l'âge du créateur, les connaissances spécifiques ou l'expérience managériale n'ont pas d'influences significatives sur la survie et croissances des start-ups TIC.

Les entrepreneurs guinéens au moment de la création de leur micro-entreprise, l'âge est très fort chez les jeunes de 15-34 ans. Par ailleurs, cette tranche représente aussi plus de chômeurs (AGUIPE, 2012). Ce résultat confirme plusieurs études, selon laquelle, le chômage est le premier déterminant de l'entrepreneuriat en Afrique, car les personnes se lancent dans l'auto-emploi en raison d'un manque de choix ou d'options (Kourouma, 2003; Doumbouya, 2011; Kuada, 2015; Igwe & al., 2020; Diallo, 2022). Par conséquent, les PME créées en Afrique sont fondées sur la nécessité et représentent les majeures parties des entreprises dans la plupart des économies (Kuada, 2015; Piperopoulos, 2010).

2.2.6 LES MARCHÉS

LES RÉSEAUX

Le concept de l'écosystème entrepreneurial ne considère pas seulement l'entrepreneuriat comme un système rationnel, mais aussi un système social dont les synergies d'actions entre les différentes parties prenantes dans la création d'un écosystème favorisant l'interdépendance entre les acteurs et les réseaux. Par conséquent, l'entrepreneuriat commence donc par l'individu entrepreneur plutôt que par l'entreprise (O'Connor & al., 2018).

Le réseau entrepreneurial guinéen est à un stade embryonnaire. Par exemple, le projet INTEGRA –programme d'appui à l'intégration socio-économique des jeunes. Lancé en 2018 par l'Union européenne conjointement avec le gouvernement guinéen, il est mené par trois partenaires: Agence Belge de Développement (ENABEL), la Coopération Technique Allemand (GIZ) et le Centre du Commerce International (CCI). Financé à hauteur de 65 millions d'euros, le projet durera 5 ans et aidera plus de 15 000 jeunes à trouver un emploi salarié ou indépendant, contribuant ainsi à réduire les causes profondes de la migration irrégulière, avec la participation de l'Organisation internationale pour les migrations (OIM) (Diallou, 2020).

LES EARLY CUSTOMERS

Le marché local guinéen est très faible. En effet, la pauvreté est galopante, elle passe de 53% (2007) à 55,2% soit une augmentation 2,2% en 2012 (ELEP, 2012) limite drastiquement la possibilité qu'à une personne de satisfaire ses besoins primaires. Par conséquent, l'existence des clients potentiels disposés à faire un feedback constructif aux entrepreneurs conjointement sur de nouveaux produits et à traiter avec eux à des conditions avantageuses pour stimuler le flux de trésorerie nécessaire est importante pour un écosystème entrepreneurial favorable (Maroufkhani et al., 2018).

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 CADRE MÉTHODOLOGIQUE

La complexité spatiale et contextuelle de la recherche sur l'entrepreneuriat nécessite des méthodes de recherche souple et adapté et ne peuvent être mené qu'au moyen de méthodes qualitatives (Hlady-Rispal et al., 2021; Igwe et al., 2020). Blair, (2015) suggère qu'il est important que les chercheurs disposent d'un cadre épistémologique.

Dans le cadre de la recherche sur l'écosystème entrepreneurial, des méthodes qualitatives ont été utilisées. Nous avons fait recours à la théorie ancrée interprétativiste, utilisent les entretiens face à face et des interactions pour comprendre et explorer un phénomène de recherche particulier et peuvent aider à élucider un problème, une situation ou un contexte moins bien compris (Sutton & Austin, 2015).

3.2 PARTICIPANTS À L'ÉTUDE

Les participants de notre étude sont constitués de créateurs de petites et moyennes entreprises, d'incubateurs et d'accélérateurs dans la région de Conakry. Nous avons choisi nos participants à travers l'échantillonnage par convenance. La méthode d'échantillonnage par convenance consiste à sélectionner géographiquement ou immédiatement au hasard les individus les plus faciles d'accès jusqu'à ce que la taille de l'échantillon soit atteinte.

Cette approche nous a permis d'interviewer 15 personnes dont 10 entrepreneurs, 4 incubateurs et 1 accélérateurs. Selon le genre, l'échantillon est composé de 10 hommes contre 4 femmes. En ce qui concerne l'âge, la moyenne d'âge est de 32 ans avec une expérience de 10 ans. Notre échantillon est largement suffisant, selon les préconisations de Lapan, Quartaroli, & Riemer, (2012).

3.3 MÉTHODES ET ANALYSE DE DONNÉES

En adoptant la méthode qualitative, nous avons utilisé les entretiens semi-directifs pour collecter des informations sur la perception des entrepreneurs, des incubateurs et des accélérateurs. Les entretiens ont été enregistrés et retranscrits avec l'accord des répondants, avant l'analyse thématique et le codage des données en fonction des thèmes. Les conditions éthiques ont été respectées, tous les participants étaient sous anonymat et leurs consentements ont été obtenus avant l'entrevue. Les entretiens ont duré 45mn à 1h. Avant l'entretien, les participants ont reçu une lettre de participation à l'étude dans laquelle les buts et les objectifs ont été explicités.

Ces thèmes ont été présentés en tant que résultats obtenus sur terrain.

4 RÉSULTAT

L'analyse thématique nous a permis d'identifier les principaux éléments de l'écosystème entrepreneurial dans le contexte guinéen. Les thèmes clés émergeant de ces entretiens semi-directifs ont démontré que les politiques, le financement, la culture, la profession de soutien, le capital humain et le marché favorise et stimule l'esprit d'entreprise.

4.1 POLITIQUES

Les participants ont révélé leur perception quant aux programmes d'appui au développement de l'entrepreneuriat et pourquoi les politiques doivent être un acteur majeur dans l'émancipation et l'émergence de l'esprit d'entreprise dans un cadre réglementaire tout en renforçant les institutions de soutien aux entrepreneurs. Les participants ont identifié les raisons pour lesquelles les politiques doivent porter l'armure pour protéger les entrepreneurs, surtout dans la phase d'amorçage. Les entrepreneurs sont conscients de la présence des institutions en faveur de l'entrepreneuriat, mais ils pointent au doigt l'inefficacité de ces institutions. Mme E1 maintient que:

Je pense que le gouvernement crée des institutions liées à l'entrepreneuriat, mais leur efficacité doit être revue. Il y a du travail à faire pour améliorer l'exécution des lois et l'accompagnement des entrepreneurs. Par exemple, le tribunal du commerce ne fonctionne pas comme il devrait. Concernant les contrats, leur application est inexistante et chacun peut négocier librement.

Un autre entrepreneur prend l'exemple sur Kunfabo, une start-up dans la conception et commercialisation de téléphones mobiles, de gadgets et d'applications pour les consommateurs africains, annonçant son départ pour des raisons du non-respect des obligations contractuelles entre l'Etat guinéen et la start-up téléphonique Made in Guinea.

La start-up avait reçu à décrocher un partenariat avec l'Etat guinéen à travers l'Agence Nationale d'Inclusion Economique et Sociale (ANIES), cette jeune start-up reçoit le prix du meilleur entrepreneur de l'année en Espagne, février 2020 et d'innombrables prix en Guinée. Elle ferme ses portes en octobre, 2023 sur le territoire guinéen pour non-respect du contrat après plus de deux ans d'attente. Jusqu'à date à ma connaissance, la facture de Kunfabo n'a pas été payée. Le cas de Kunfabo décourage beaucoup d'expatriés à venir investir. Ça donne à réfléchir.

Aussi, les leaders qui devraient agir comme fervent défenseurs publics des entrepreneurs et de l'entrepreneuriat ont des intérêts plutôt politiques que tout autres choses.

Je pense que dans la conscience collective, ils (leaders) sont plus axés sur la politique qu'autres choses. Donc, aujourd'hui, on ne collabore même pas avec eux. Tout est tourné vers l'Etat, les privés et les institutions.

4.2 FINANCEMENT

L'accès au financement et à des sources de capitaux sont l'épine dorsale des entrepreneurs et de l'entrepreneuriat dans la plupart des pays de l'Afrique Subsaharienne. Quelques participants ont des perceptions différentes au regard des difficultés et l'accès au financement des entrepreneurs pendant la phase d'idéation.

Pour moi, le financement n'est pas le problème ni le premier obstacle qui freinent les entrepreneurs d'aujourd'hui. En tout cas, pas en Guinée. À mon humble avis, c'est plutôt le capital humain qui semble être réellement un problème phare en Guinée. Les sources de financement existent, les fonds sont disponibles, les mécanismes sont là. Maintenant, est-ce qu'on a la bonne démarche pour aller vers eux ? Est-ce que quand on commence la collaboration avec ces fonds-là, ces privés ou ces banques-là, ça se passe bien ? Non, je répondrai, non. Je dis non. Pourquoi ça ne se passe pas bien ? C'est parce que le capital humain qu'on a en face est incompetent, si on peut appeler comme ça. Par exemple, le premier financement qu'on a eu, on l'a eu d'un gouvernement néerlandais qui était dirigé vers les pays francophones, mais des structures d'accompagnement dans les pays francophones, dont la Guinée faisait partie. Donc, on est allé chercher les fonds hors de la Guinée.

Quelques entrepreneurs estiment que l'accès au financement auprès des institutions financières limite la possibilité qu'à les aspirants entrepreneurs à démarrer une activité génératrice de revenu (AGR).

Je pense, qu'il y a les microfinances, les banques et les institutions qui peuvent aider les entrepreneurs à avoir l'accès au financement, mais à un taux assez élevé. Ce qui limite la possibilité d'obtenir un fonds de commerce auprès de ces institutions. Lorsque le taux est élevé, les entrepreneurs se tournent vers d'autres formes de financement comme les tontines, les prêts auprès des amis et parents. Certains comme on l'appelle en anglais « Love money », c'est-à-dire s'ils ont la chance d'avoir des parents fortunés qui y mettent de l'argent.

4.3 LA CULTURE

La culture demeure inhérente à l'activité entrepreneuriale. La majorité des participants semble être en accord que la culture entrepreneuriale peut avoir un effet dynamisant sur l'esprit d'entreprise. Bien que, la culture guinéenne en général ne tolère pas les échecs sincères, l'Afrique reste tout de même entrepreneuriale.

C'est difficile. La société est un flamme-feuille, et pourtant elle est entrepreneuriale. Nos parents, souvent commerçants, ont traversé une crise générationnelle autour de ce sujet. L'entrepreneuriat existe depuis des générations en Afrique, avec des femmes qui se battent. Pour moi, ça toujours existé et la majorité de nos parents sont commerçants.

À la recherche du pain quotidien pour satisfaire ses besoins primaires, la culture africaine en général et celle guinéenne en particulier, a fait croire que l'éducation et les diplômes sont les seules voies de réussite.

Le passage de l'entrepreneuriat de subsistance à celui de croissance est le nouveau défi. Nos parents ont cru que l'éducation et les diplômes mènent à la réussite. Ils ne comprennent pas toujours nos choix, surtout face à l'incertitude. Cette situation crée des problèmes, malgré les efforts d'investissement.

L'entrepreneuriat dans le contexte guinéen est toujours assimilé au bricolage, au débrouillard lorsque le cash, la voiture et le statut social de l'entrepreneur ne change pas.

Les jeunes entrepreneurs rencontrent des obstacles auprès de leurs parents, qui voient la sécurité dans les métiers traditionnels (emploi). Les parents ne perçoivent pas la réussite comme solidaire et cherchent un chemin sûr pour leurs enfants. Ce décalage culturel persiste malgré les changements dans le monde du travail.

Les entrepreneurs ont des perceptions différentes sur la culture quant au respect de l'entrepreneur.

Je dirais non. Un jeune qui ne voit pas l'argent de son travail n'est pas valorisé. L'État doit créer des modèles de réussite pour inspirer les jeunes entrepreneurs. Les modèles actuels sont flous, souvent liés à un régime politique. Dans d'autres pays africains, l'État soutient la création de champions. L'État doit avoir un programme de fabrication des champions nationaux.

Un autre entrepreneur estime qu'il y a des réussites visibles à travers lesquelles les jeunes peuvent s'en identifier.

Les réussites visibles comme Kerfala Person Camara, fondateur du groupe Guicopres. Le côté digital aussi permet aux jeunes d'accéder à l'information. Ils voient comment les autres évoluent, ça vraiment ouvert l'esprit et ça pousse les jeunes à être autonome pour ne pas tomber dans le piège du chômage.

4.4 LE SOUTIEN

La problématique de l'adéquation formation/emploi et l'insertion socioprofessionnelle des jeunes diplômés sur le marché du travail est une nécessité absolue pour réduire le chômage. Par conséquent, les Universités et les établissements d'enseignement professionnel et technique doivent être le socle pour la requalification et la revalorisation des programmes enseignés. Quelques participants expriment leurs points de vue sur les institutions d'éducation qui permettent aux étudiants à l'Université de rejoindre les start-up.

Certains essayent. Par exemple, l'Université Kofi Annan a créé sa maison de l'entrepreneuriat qui permet aux étudiants de cette institution et d'ailleurs d'initier et de créer des projets innovants répondant aux besoins actuels du pays. Aussi, le Pôle de valorisation de l'innovation et de l'entrepreneuriat (Pôle Vie) des Institutions d'Enseignement Supérieur publiques permettent d'outiller les étudiants à réussir dans l'aventure entrepreneuriale tout en s'appuyant sur leurs idées créatives, sur leurs intellects dans la conception, la recherche de financement et la réalisation de leurs projets.

Aussi, les infrastructures comme soutien des entrepreneurs en termes de: l'accès à l'électricité, à l'eau, aux routes, aux télécommunications et aux réseaux d'approvisionnement sont des entrants de bases dans le processus de transformations et de production des entreprises. Par ailleurs, la majorité des entrepreneurs sont en accord que l'infrastructure guinéenne n'est pas favorable à l'écosystème entrepreneurial. De plus, avec les récents événements (crises) notamment la restriction de l'Internet et l'explosion du dépôt de carburant de Kaloum en décembre 2023, les entrepreneurs guinéens autrefois dans la nécessité de subvenir à leurs besoins, se voient disparaître par l'incapacité de l'Etat à mettre en place un plan de continuité d'activité.

Avec cette crise, il y a plein d'entreprises qui ont fermé parce que qu'ils n'arrivent pas à survivre. Il n'y a pas d'eau, d'électricité, d'internet. En termes d'infrastructures publiques, ce n'est pas favorable. C'est quelque chose qui impact énormément en tant qu'entrepreneur. Avec la restriction de l'Internet aussi, nous avons eu du mal à travailler avec nos partenaires internationaux, parce que ce sont des choses qui se font en ligne. C'était très difficile pour nous d'expliquer à nos partenaires que je n'ai pas assistés à la réunion parce qu'il n'y avait pas d'Internet. Les infrastructures publiques Guinéenne posent assez de problème.

4.5 LES MARCHÉS

Selon, INS, (2018), la région de Conakry est estimée à 1 877 924 habitants, connu pour sa densité et son sens des affaires, car elle abrite le plus grand tissu économique et attirent des entrepreneurs de toute la Guinée. Malgré cette tendance positive, le marché demeure tout de même moins attrayant pour les entrepreneurs en début de carrière. La majorité des entrepreneurs sont d'accord sur la difficulté d'accès au marché et la flexibilité des clients en termes de paiement pour répondre aux besoins de trésorerie des jeunes et ambitieux fournisseurs.

La plupart de nos clients sont les entreprises privées, ce sont les contrats qui sont préfinancés et exécutés à hauteur de 50% par l'entrepreneur. Mais, avec certains clients, on arrive à négocier certain paiement pour réellement avancer sur certaines choses, parce que voilà, il n'a pas de trésorerie, mais, ça se discute au cas par cas, mais, ce n'est pas une généralité. Certains sont très fermes sur ça. Côté avance, il ne donne rien. C'est à l'entrepreneur d'avancer et de prouver, qu'il peut. Ça, c'est la généralité.

Ensuite, en termes de réseaux formels et informels, les entrepreneurs ont exprimé l'inexistence des réseaux formels permettant de mettre en relation les entrepreneurs locaux et les antennes de la diaspora.

On n'a jamais eu un réseau de la diaspora. Je ne sais pas. Je sais qu'il y a des réseaux professionnels informels qui existent. Est-ce qu'ils ont une convention liée, par exemple, à des réseaux de la diaspora ? Je ne sais pas. Autour de moi, je n'en connais pas qui font spécialement ça. D'ailleurs, il n'existe pas un réseau national des entrepreneurs de Guinée. Par contre, nous avons le réseau national des incubateurs en Guinée.

5 DISCUSSION

Auprès des entrepreneurs, les résultats ont tout d'abord mis en exergue l'inexistence d'un écosystème entrepreneurial propice à l'émergence de l'entrepreneuriat à travers les institutions politiques inefficaces, peine à satisfaire les besoins primaires (au sens de Maslow) des citoyens. Le marché est aussi infertile au regard d'un chômage endémique qui limite le pouvoir d'achat des consommateurs. Des résultats, sur les politiques, sont conformes aux conclusions de certains travaux dans le contexte guinéen (Diallo, 2022; Kourouma,

2003; Doumbouya, 2011). Nos résultats nous ont permis également de constater et de confirmer les travaux antérieurs sur un manque d'infrastructures de bases inadéquates au développement des petites et moyennes entreprises (Goedhuys & Sleuwaegen, 2010).

Par ailleurs, nos résultats dépeignent la problématique de l'accès au financement. Nous montrons, contrairement à d'autres études, comme celle de Diallo, 2022, que la difficulté de l'accès au financement n'est pas forcément tributaire au manque de confiance que les banques ont vis-à-vis des entrepreneurs surtout début de carrières. Elle est aussi dépendante de l'incompétence des entrepreneurs, à concevoir des projets innovants en tenant compte des réalités et les besoins de l'économie nationale. Les banques, les microcrédits et les mécanismes de financement sont prêts à lever des fonds destinés aux entrepreneurs lorsqu'il y a du contenu dans le projet. Nos résultats rejoignent également les études antérieures selon laquelle la famille, les amis et les fous ou les 3F sont les premières sources de financement des entrepreneurs en Afrique (Diallo, 2022; Fuentelsaz, Maicas & Mata, 2018; Kotha & George, 2012; Kourouma, 2003).

En termes de soutien professionnel, nous montrons l'importance des incubateurs, des accélérateurs et le mentorat comme partie prenante dans l'écosystème entrepreneurial. Dans le contexte guinéen, nous constatons l'implication de ces activités de soutien en faveur des entrepreneurs. Avec la création du réseau national des incubateurs de Guinée (RNIG) en 2020, ces structures d'accompagnement et de soutien à l'entrepreneuriat s'engagent avec passion et professionnalisme à accompagner les jeunes porteurs de projet en collaboration avec les bailleurs, les investisseurs et sous fonds propre à la création d'entreprise. Aussi, l'insertion professionnelle des diplômés est corollaire au niveau d'éducation du chômeur. Plus le niveau d'éducation du chômeur est élevé, plus il s'expose au risque de demandeur d'emploi. Contrairement aux études antérieures, nos résultats montrent ainsi l'engagement grandissant des institutions d'enseignement supérieur à construire un pont entre la formation et les besoins des entreprises et de l'économie nationale (adéquation formation/emploi) par le biais des pôles de valorisation de l'innovation et de l'entrepreneuriat.

En tenant compte des résultats obtenus, nous avons conclu qu'il existe un manque d'efficacité des institutions et des programmes d'appui aux entrepreneurs. En effet, les politiques doivent mettre en place des lois qui protègent les entrepreneurs en cas de litiges. Toutefois, la difficulté de l'accès au financement est nuancée pour Mme E1. Celle-ci propose que les porteurs de projet devraient mettre l'accent sur les compétences nécessaires à obtenir des fonds pas uniquement en Guinée, mais, en dehors de celle-ci, c'est-à-dire auprès des institutions internationales, des programmes pays... plutôt qu'un manque de confiance des banques nationales et les microcrédits a octroyé les fonds de commerce pour l'absence de garantie sérieuse ou exigée.

5.1 IMPLICATION POLITIQUE

Les politiques (gouvernement et les leaders) dans leurs rôles de nourricier, sont considérés comme les *avengers* dans la protection des entrepreneurs et ils sont les acteurs principaux dans la promotion de l'auto-emploi, de l'esprit d'entreprise et du développement socio-économique par le biais de l'incitation des jeunes à l'entrepreneuriat en mettant en place des programmes d'accompagnement. Bien qu'ils soient les acteurs principaux dans l'écosystème entrepreneurial, nous avons constaté un manque d'efficacité des politiques en termes de suppression des obstacles à l'entrepreneuriat, de l'inexistence des lois protégeant les entrepreneurs en cas de litige ou de non-respect des engagements contractuels. Dans ce sens, nous pensons que, les politiques devraient renforcer davantage ses institutions de soutien aux entrepreneurs à travers le Ministère du Commerce, de l'Industrie et des PME (MCIPME) cela favoriserait la pérennité des petites et moyennes entreprises.

Nous montrons également l'implication de l'enseignement supérieur vis-à-vis de l'entrepreneuriat. Nous encourageons l'État à maintenir tout en intégrant ce programme entrepreneurial dans les cursus pré-universitaire (scolaire), cela faciliterait les choix d'orientation, par conséquent réduit le chômage.

Par ailleurs, pour l'accès au financement, nous montrons l'absence d'institution financière soutenant les entrepreneurs pendant la phase d'amorçage. Nous pensons, que la création d'un organisme financier garantissant un financement minimum destiné aux entrepreneurs à travers un partenariat public-privé des différentes parties prenantes impliquées (État, partenaires financiers...) permettrait de répondre aux besoins financiers des petites et moyennes entreprises compte tenu de leur évolution et de leur impact socio-économique. Aussi, nous incitons l'État à solidifier le renforcement des capacités à travers les programmes d'appui, cela stimulerait les compétences permettant de répondre aux exigences des partenaires techniques et financiers.

Enfin, nous avons démontré un manque d'infrastructures adéquates principalement liées au développement des petites et moyennes entreprises. Dans ce sens, nous estimons que, les politiques devraient garantir les infrastructures nécessaires et favorables au développement des petites et moyennes entreprises à travers les institutions habilitées de l'État, cela favoriserait la croissance et la pérennité des microentreprises créées au fur et à mesure de leur évolution.

5.2 IMPLICATION MANAGÉRIALE

Dans ce présent article, les résultats ont montré, d'une part, que l'écosystème entrepreneurial n'est pas propice au développement des petites et moyennes entreprises. Nos résultats sont conformes aux études antérieures (Diallo, 2022; Doumbouya, 2011; Goedhuys & Sleuwaegen, 2010; Kourouma, 2003) en termes de politiques et d'infrastructures. Nous avons démontré un manque d'efficacité des politiques et l'insuffisance des infrastructures adéquates en faveur de l'entrepreneuriat. D'autre part, nos résultats font émerger des

activités de soutien, notamment dans les institutions d'enseignement supérieur avec le statut étudiant-entrepreneur et les pôles de valorisation de l'innovation et de l'entrepreneuriat, constituant ainsi la promotion de l'esprit d'entreprise auprès des jeunes.

Dans ce sens, la première implication managériale de notre recherche est d'inviter les décideurs politiques à porter un regard sur l'efficacité des institutions œuvrant dans la promotion, la protection et l'accompagnement de l'entrepreneuriat, afin de donner un sens à l'auto-emploi. Aussi, mettre à la disposition des porteurs de projet des infrastructures de bases pour le développement de l'écosystème entrepreneurial dans un contexte contraignant. Autrement dit, mettre en œuvre des cadres réglementaires visant à renforcer les politiques et les lois vis-à-vis de l'entrepreneuriat.

La seconde implication managériale réside sur le plan de l'accès au financement. Nos résultats ont fait ressortir un manque d'implication des institutions financières d'une part, et un manque de compétences nécessaires pour obtenir des fonds auprès des programmes pays destinés aux entrepreneurs, aux incubateurs et aux accélérateurs d'autre part. Dans ce sens, nous invitons des acteurs financiers (bailleur de fonds) à repenser à un autre modèle de financement, outre que, le modèle d'autofinancement (les tontines, les parents, les amis et les fous).

En termes d'accompagnement, nous suggérons la création d'une institution destinée au financement des projets répondants à nos réalités, par exemple, dans le contexte guinéen. Nous proposons également la mise œuvre d'un réseau national des entrepreneurs de Guinée en collaboration avec la diaspora pour faciliter le réseautage et le financement, cela pourrait être significatif en termes de recherche de financement. Ensuite, nous proposons aux aspirants entrepreneurs de s'entourer des ressources humaines de qualités afin d'augmenter en compétences, cela favoriserait le coaching, le mentorat réciproque et tutorat. Cela permettrait de mettre en confiance les institutions de crédit et de financement.

6 CONCLUSION

6.1 APPORT DE LA RECHERCHE

L'objectif de ce présent article est d'examiner et de comprendre l'écosystème entrepreneurial dans le développement des petites et moyennes entreprises à travers le modèle de Daniel Isenberg dans le contexte guinéen. Nous exposons trois apports:

Premièrement, l'apport théorique. À l'instar des études antérieures, notre objectif sous-jacent était de s'intéresser à l'écosystème entrepreneurial sur la base du modèle de Daniel Isenberg en mettant en éclat l'influence et l'interaction des acteurs dans le développement des petites et moyennes entreprises. Le premier apport de notre travail de recherche est l'étude de l'écosystème entrepreneurial sur la base du modèle de Daniel Isenberg dans le contexte guinéen. Celui-ci complète la littérature sur le sujet en s'intéressant particulièrement à un ensemble d'éléments individuels - tels que le leadership, la culture, les marchés de capitaux et les clients ouverts d'esprit - qui se combinent de manière complexe dans un contexte contraignant.

Deuxièmement, l'apport méthodologique. Nous avons utilisé les méthodes qualitatives pour examiner et comprendre le rôle et l'interdépendance entre les acteurs et le système, notamment les perceptions qu'ont les entrepreneurs sur le contexte et l'environnement dans lesquels ils évoluent. L'approche qualitative en utilisant la théorie ancrée nous semblaient donc être la meilleure méthode de choix.

Troisièmement, l'apport organisationnel. Nous avons constaté un taux de chômage très élevé, obligeant ainsi les jeunes à s'orienter vers l'entrepreneuriat comme la seule voie qui s'offre à eux. Nous estimons crucial que les acteurs (décideurs) devraient renforcer l'efficacité de ses institutions en ligne avec les préoccupations et les besoins des entrepreneurs tout en améliorant les services publics en termes d'infrastructures. Ainsi, il paraît essentiel de promouvoir l'entrepreneuriat en incitant les jeunes à travers les programmes d'accompagnement et de renforcement des compétences. En effet, nous pensons également que les cadres de l'éducation devraient intégrer la thématique entrepreneuriale dans le cursus scolaire. Cette approche permettra de préparer les jeunes à l'aventure entrepreneuriale à travers les programmes adaptées, à l'éducation financière, à la prise d'initiative et de risque et à l'esprit d'entreprise.

6.2 LES LIMITES ET PERSPECTIVE DE RECHERCHES FUTURES

Notre travail de recherche présente également des limites, relatives au contexte de recherche et à la méthodologie utilisée.

Malgré le choix de la méthode qualitative que nous avons adoptée et ses mérites, l'étude présente tout de même des limites liées au nombre de participants, à la saturation des données et au contexte de l'étude, à savoir: Conakry, capitale politique et économique de la Guinée. En effet, nous nous sommes intéressés à des jeunes entrepreneurs dans la région de Conakry dont l'âge moyen est de 32 ans et une expérience d'au moins 10 ans. Aussi, en ce qui concerne les programmes d'accompagnement, nous n'avons pas invité les structures publiques spécialisées de l'État, notamment: APIP, AGUIPE... Il serait donc intéressant dans l'avenir d'élargir la taille de l'échantillon en tenant compte de ces structures publiques et nous invitons aussi les chercheurs à entreprendre les études similaires dans différentes régions de la Guinée et dans d'autres contextes africains en ligne avec le développement des petites et moyennes entreprises.

REFERENCES

- [1] Acs, Z. J., Desai, S., & Hessels, J. (2008). Entrepreneurship, economic development and institutions. *Small Business Economics*, 31 (3), 219–234. <https://doi.org/10.1007/s11187-008-9135-9>.
- [2] Adusei, M. (2016). Does Entrepreneurship Promote Economic Growth in Africa? *African Development Review*, 28 (2), 201–214. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12190>.
- [3] AGUIPE. (2012). Enquête légère pour l'évaluation de la pauvreté, (ESETD). Agence Guinéenne de la Promotion de l'Emploi.
- [4] Ajide, F. M. (2020). INFRASTRUCTURE AND ENTREPRENEURSHIP: EVIDENCE FROM AFRICA. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 25 (03), 2050015. <https://doi.org/10.1142/S1084946720500156>.
- [5] Atiase, V. Y., Mahmood, S., Wang, Y., & Botchie, D. (2018). Developing entrepreneurship in Africa: Investigating critical resource challenges. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 25 (4), 644–666. <https://doi.org/10.1108/JSBED-03-2017-0084>.
- [6] Balambo, M. A. (2015). La culture nationale marocaine à travers la grille de Hofstede: quelques éléments de mesure. Dans S. Frimousse, C. Bentaleb, & A. Scouarnec, *Les défis du management au Maghreb* (pp. 309-319). *Management & Prospective*.
- [7] Ben Youssef, A., Boubaker, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: The need for innovative and institutional solutions. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.003>
- [8] Blair, E. (2015). A reflexive exploration of two qualitative data coding techniques. *Journal of Methods and Measurement in the Social Sciences*, 6 (1), Article 1.
- [9] Brown, R., & Mason, C. (2017). Looking inside the spiky bits: A critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems. *Small Business Economics*, 49 (1), 11–30. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9865-7>.
- [10] Bruton, G., Khavul, S., Siegel, D., & Wright, M. (2015). New Financial Alternatives in Seeding Entrepreneurship: Microfinance, Crowdfunding, and Peer-to-Peer Innovations. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 39 (1), 9–26. <https://doi.org/10.1111/etap.12143>.
- [11] Cantner, U., Cunningham, J. A., Lehmann, E. E., & Menter, M. (2021). Entrepreneurial ecosystems: A dynamic lifecycle model. *Small Business Economics*, 57 (1), 407–423. <https://doi.org/10.1007/s11187-020-00316-0>.
- [12] Cao, Z., & Shi, X. (2021). A systematic literature review of entrepreneurial ecosystems in advanced and emerging economies. *Small Business Economics*, 57 (1), 75–110. <https://doi.org/10.1007/s11187-020-00326-y>.
- [13] Cohen, B. (2006). Sustainable valley entrepreneurial ecosystems. *Business Strategy and the Environment*, 15 (1), 1–14. <https://doi.org/10.1002/bse.428>
- [14] Cooper, A. C., Gimeno-Gascon, F. J., & Woo, C. Y. (1994). Initial human and financial capital as predictors of new venture performance. *Journal of Business Venturing*, 9 (5), 371–395. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(94\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0883-9026(94)90013-2).
- [15] Coppée, C. (2019). L'écosystème entrepreneurial palestinien Analyse sur base du modèle de Daniel Isenberg. Louvain School of Management, Université Catholique de Louvain, Mémoire de Master.
- [16] Corrente, S., Greco, S., Nicotra, M., Romano, M., & Schillaci, C. E. (2019). Evaluating and comparing entrepreneurial ecosystems using SMAA and SMAA-S. *The Journal of Technology Transfer*, 44 (2), 485–519. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9684-2>.
- [17] Crowther, P., Orefice, C., & Beard, C. (2018). At work and play: Business events as entrepreneurial spaces. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 19 (2), 90–99. <https://doi.org/10.1177/1465750318767109>.
- [18] Davidsson, P. (1995). Culture, structure and regional levels of entrepreneurship. *Entrepreneurship & Regional Development*, 7 (1), 41–62. <https://doi.org/10.1080/08985629500000003>.
- [19] Diakité, B. (2004). Facteurs Socioculturels et Création d'Entreprise en Guinée: Étude Exploratoire des ethnies peule et soussou. Université Laval Québec, Thèse de doctorat.
- [20] DIALLO, M. S. (2021). Problématique de l'emploi et accompagnement des promoteurs de microprojets en Guinée: cas de la ville de Kindia. Dans B. BOUDARBAT, & S. BAHYAUI, *La dynamique de l'insertion professionnelle des jeunes et des femmes en Afrique francophone* (pp. 198-210). Bibliothèque et Archives nationales du Québec.
- [21] Diallo, M. S. (2022.). *Entrepreneuriat de nécessité et mécanismes d'accompagnement en milieu contraint: une exploration dans le contexte guinéen (le cas de la région de la Basse-Guinée)*. Brest: Université de Bretagne occidentale - Brest, Thèse de doctorat.
- [22] Diallou, M. S. (2020). Compréhension de la problématique de l'emploi et l'accompagnement des porteurs de projet d'auto-emploi en milieu contraint: Le contexte guinéen. *Revue Internationale des Sciences de Gestion*, 3 (2), Article 2. <https://revue-isg.com/index.php/home/article/view/240>.
- [23] Doumbouya, M. L. (2011). Survie entrepreneuriale en Afrique: Le cas des entreprises guinéennes. *Mondes en développement*, 155 (3), 125–140. <https://doi.org/10.3917/med.155.0125>.
- [24] El Agy, M. (2015). Pratiques d'accompagnement entrepreneurial: Cas des créateurs d'entreprises marocains. Dans S. Frimousse, C. Bentaleb, & A. Scouarnec, *Les défis du management au Maghreb* (pp. 253-263). *Management & Prospective*.
- [25] Goedhuys, M., & Sleuwaegen, L. (2010). High-growth entrepreneurial firms in Africa: A quantile regression approach. *Small Business Economics*, 34 (1), 31–51. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9193-7>.
- [26] Groupe Banque Mondiale. (2022). Groupe de la Banque Mondiale L'Entrepreneuriat des jeunes en Afrique. Bureau de l'Administrateur/Groupe Afrique II.
- [27] Henry, C., Hill, F., & Leitch, C. (2003). Developing a Coherent Enterprise Support Policy: A New Challenge for Governments. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 21 (1), 3–19. <https://doi.org/10.1068/c0220>.

- [28] Hlady-Rispal, M., Fayolle, A., & Gartner, W. B. (2021). In search of creative qualitative methods to capture current entrepreneurship research challenges. *Journal of Small Business Management*, 59 (5), 887–912. <https://doi.org/10.1080/00472778.2020.1865541>.
- [29] Hofstede, G. (2011). Dimensionalizing Cultures: The Hofstede Model in Context. *Online Readings in Psychology and Culture*, 2 (1). <https://doi.org/10.9707/2307-0919.1014>.
- [30] Hofstede, G., Noorderhaven, N., Thurik, R., Uhlaner, L., Alexander, R. M., Wennekers, L. M., & Wildeman, R. E. (2004). Culture's role in entrepreneurship: Self-employment out of dissatisfaction. *Progress and Economic*, 162–203.
- [31] Igwe, P. A., Odunukan, K., Rahman, M., Rugara, D. G., & Ochinanwata, C. (2020). How entrepreneurship ecosystem influences the development of frugal innovation and informal entrepreneurship. *Thunderbird International Business Review*, 62 (5), 475–488. <https://doi.org/10.1002/tie.22157>.
- [32] INS. (2012). Enquête légère pour l'évaluation de la pauvreté (ELEP), Rapport Final. Institut National de Statistiques.
- [33] Kotha, R., & George, G. (2012). Friends, family, or fools: Entrepreneur experience and its implications for equity distribution and resource mobilization. *Journal of Business Venturing*, 27 (5), 525–543. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2012.02.001>
- [34] Kourouma, M. (2004). Quels facteurs influencent la croissance et l'emploi décent dans les petites entreprises en Guinée (SEED Document de travail n°62). Genève: Bureau international du Travail.
- [35] Kuada, J. (2015). Entrepreneurship in Africa – a classificatory framework and a research agenda. *African Journal of Economic and Management Studies*, 6 (2), 148–163. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-10-2014-0076>.
- [36] Lapan, S. D., Quartaroli, M. T., & Riemer, F. J. (2012). *Qualitative research: an introduction to methods and designs*. United States of America: Jossey-Bass.
- [37] Lasch, F., Le Roy, F., & Yami, S. (2005). Les déterminants de la survie et de la croissance des start-up TIC. *Revue française de gestion*, 155 (2), 37–56. <https://doi.org/10.3166/rfg.155.37-56>.
- [38] Mack, E., & Mayer, H. (2016). The evolutionary dynamics of entrepreneurial ecosystems. *Urban Studies*, 53 (10), 2118–2133. <https://doi.org/10.1177/0042098015586547>.
- [39] Malecki, E. J. (2018). Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems. *Geography Compass*, 12 (3), e12359. <https://doi.org/10.1111/gec3.12359>.
- [40] Maroufkhani, P., Wagner, R., & Wan Ismail, W. K. (2018). Entrepreneurial ecosystems: A systematic review. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 12 (4), 545–564. <https://doi.org/10.1108/JEC-03-2017-0025>.
- [41] Mason, C., & Brown, R. (2014). ENTREPRENEURIAL ECOSYSTEMS AND GROWTH ORIENTED ENTREPRENEURSHIP Background paper prepared for the workshop organised by the OECD LEED Programme and the Dutch Ministry of Economic Affairs on.
- [42] Nafukho, F. M., & Helen Muyia, M. A. (2010). Entrepreneurship and socioeconomic development in Africa: A reality or myth? *Journal of European Industrial Training*, 34 (2), 96–109. <https://doi.org/10.1108/03090591011023961>.
- [43] Nicotra, M., Romano, M., Del Giudice, M., & Schillaci, C. E. (2018). The causal relation between entrepreneurial ecosystem and productive entrepreneurship: A measurement framework. *The Journal of Technology Transfer*, 43 (3), 640–673. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9628-2>.
- [44] Paschke, M., & Müller, A. (2020). Contextualization of entrepreneurship research: Methodologies of the trend (Working Paper 05/20). Working Paper. <https://www.econstor.eu/handle/10419/228760>.
- [45] Peprah, A. A., & Adekoya, A. F. (2020). Entrepreneurship and economic growth in developing countries: Evidence from Africa. *Business Strategy & Development*, 3 (3), 388–394. <https://doi.org/10.1002/bsd2.104>
- [46] PNDS. (2017). Plan National de Développement Economique et Social 2016-2020, République de Guinée.
- [47] PNUD. (Décembre, 2021). Etude sur l'innovation et la transformation structurelle de l'économie Guinéenne, rapport final., Programme des Nations Unies pour le Développement, Conakry.
- [48] Quartey, P. (2015). Issues in SME Development in Ghana and South Africa. *International Research Journal of Finance and Economics*, 39, 218–228.
- [49] Ratten, V., & Jones, P. (2018). Bringing Africa into Entrepreneurship Research. In L.-P. Dana, V. Ratten, & B. Q. Honyenuga (Eds.), *African Entrepreneurship* (pp. 9–27). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73700-3_2.
- [50] RNIG. (2020). Les incubateurs de Guinée: Guide pratique pour comprendre les dynamiques actuelles dans l'écosystème entrepreneurial et identifier les structures d'appui à l'entrepreneuriat en Guinée.
- [51] Roundy, P. T. (2017). Social entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems: Complementary? *International Journal of Social Economics*, 44 (9), 1252–1267.
- [52] Sheriff, M., & Muffatto, M. (2015). The present state of entrepreneurship ecosystems in selected country in Afrique. *African Journal of Economic and Management Studies*, 6 (1), 17–54.
- [53] Spigel, B., & Harrison, R. (2018). Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12 (1), 151–168. <https://doi.org/10.1002/sej.1268>.
- [54] Stam, E. (2015). Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique. *European Planning Studies*, 23 (9), 1759–1769. <https://doi.org/10.1080/09654313.2015.1061484>.
- [55] Sutton, J., & Austin, Z. (2015). *Qualitative Research: Data Collection, Analysis, and Management*. The Canadian Journal of Hospital Pharmacy, 68 (3), 226–231.

- [56] Ubong, M. B., Brownson, C. D., & Akpaetor, U. A. (2023). Entrepreneurship Ecosystem: Entrepreneurship Culture, Government policy and Development of Entrepreneurs in Uyo Metropolis, Akwa Ibom State. *International Journal of Small Business and Entrepreneurship Research*, 11 (2), 20–32. <https://doi.org/10.37745/ijbsber.2013/vol11n22032>.
- [57] Wiklund, J., & Shepherd, D. A. (2001). INTENTIONS AND GROWTH: THE MODERATING ROLE OF RESOURCES AND OPPORTUNITIES. *Academy of Management Proceedings*, 2001 (1), F1–F6. <https://doi.org/10.5465/apbpps.2001.6133075>.
- [58] Frimpong, C.Y. (2013), «SMEs as an engine of social and economic development in Africa». Available at: www.modernghana.com/news/478225/1/smes-as-an-engine-of-social-and-economic-developme.html (accessed 29 Jan 2024).

Implication de l'agriculture durable pour la pérennisation de la gastronomie et l'authenticité culinaire congolaise dans les sites récréatifs de la commune de la N'sele à Kinshasa (RD Congo): Analyse et perspectives

[Implication of sustainable agriculture for the sustainability of Congolese gastronomy and culinary authenticity in recreational sites in the commune of N'sele in Kinshasa (DR Congo): Analysis and perspectives]

Kaki Ngisila Blanchard^{1,2}

¹Doctorant à l'Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Géographie-Sciences de l'Environnement, RD Congo

²Enseignant chercheur à temps plein à l'Institut Supérieur Pédagogique de Kenge, visiteur à l'Université Technologique Belcampus, Limete et à l'Université du CEPROMAD et ISTMM, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Gastronomy concerns all travelers throughout their stays. Culturally speaking, across cities or countries considered as major recipients of international tourism, there are internationally recognized tourist culinary specialties and certified according to their authenticity, originality and preserved and conserved qualities. In addition, the Kinshais often consume traditional tourist meals improved in different recreational sites scattered throughout this capital of more than 17 million inhabitants, especially in the tourist commune of the commune of N'sele. However, all these products are of agricultural origin, a significant quantity of which is imported or produced internally but under unknown conditions, often non-ecological. The overall objective of this study is the promotion of sustainable agriculture which is the basis of sustainable and perennial gastronomic tourism. The methodological approach used for this study is diverse and multidisciplinary. Documentary analysis, systemic approach, comparison, observation, field survey, probabilistic sampling of 490 tourists in different sites, computer processing of data (Word and Excel 2016), statistical approach and literary and scientific interpretation allowed the realization of this article. However, it results that Congolese gastronomy attracts 95% of tourists in these recreational sites located in the commune of N'sele and only 5% come for foreign meals. Of these dishes, freshwater fish occupy the first position, especially the form of cooking in papillote with freshwater fish leaves, called «liboke or maboke». Reason why, in the concern for health and tourism sustainability, the Congolese State must commit to the culinary certification of local meals, their promotion throughout the world, the financing and promotion of sustainable agriculture to support local agricultural products and sustainable culinary tourism. Tourists and investors in the sector must advocate for the preservation of our cultural and culinary identity through the consumption and promotion of our own meals.

KEYWORDS: sustainable agriculture, sustainable tourism, culinary specialty, gastronomy, Maboke.

RESUME: La gastronomie préoccupe tous les voyageurs à travers leurs séjours. Culturellement parlant à travers les villes où pays considérés comme des grands récepteurs du tourisme international, il existe des spécialités culinaires touristiques reconnues à l'échelle internationale et certifiées selon leurs authenticités, leurs originalités et leurs qualités préservés et conservés. Par ailleurs, les Kinshais consomment souvent des repas touristiques traditionnels améliorés dans différents sites récréatifs disséminés à travers cette capitale de plus de 17 millions d'habitants, surtout dans la commune touristique de la commune de la N'sele. Cependant, tous ces produits sont d'origine agricole dont une quantité importante est importée ou produit à l'interne mais à des conditions inconnues, souvent non écologiques. L'objectif global de cette étude est la promotion de l'agriculture durable qui est le socle du tourisme gastronomique durable et pérenne. L'approche méthodologique utilisée pour cette étude est diverse et multidisciplinaire. L'analyse documentaire, l'approche

systemique, la comparaison, l'observation, l'enquête de terrain, l'échantillonnage probabiliste de 490 touristes dans différents sites, le traitement informatique des données (Word et Excel 2016), l'approche statistique et l'interprétation littéraire et scientifique ont permis la réalisation de cet article.

Cependant, il résulte que la gastronomie congolaise attire 95% des touristes dans ces sites récréatifs situés dans la commune de la N'sele et 5% seulement viennent pour des repas étrangers. De ces mets, les poissons d'eau douce occupent la première position, surtout la forme de cuisson de papillote aux feuilles des poissons d'eau douce, appelé « *liboke ou maboke* ». Raison pour laquelle, dans le souci de la durabilité sanitaire et touristique, l'Etat congolais doit s'engager à la certification culinaire des repas locaux, à leur valorisation à travers le monde, au financement et à la promotion de l'agriculture durable pour soutenir les produits agricoles locaux et le tourisme culinaire durable. Les touristes et investisseurs du secteur doivent militer à la conservation de notre identité culturelle et culinaire à travers la consommation et la promotion de nos propres repas.

MOTS-CLEFS: agriculture durable, tourisme durable, spécialité culinaire, gastronomie, Maboke.

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

La commune de la N'sele est depuis longtemps la référence touristique de Kinshasa, plusieurs raisons sont à la base de cette *touristification* entre autres l'existence de diverses ressources naturelles (sol, faune, flore, rivière, climat, reliefs, paysage, etc) culturelles et son histoire à travers le temps et les événements. Ces ressources sont valorisées en tourisme d'une manière d'une autre par quelques investisseurs congolais et étrangers (Ramazani, 2018).

De nos jours en dépit de ces éléments la gastronomie est parmi les têtes d'affiches de motif touristique pour des centaines de personnes qui fréquentent les sites touristiques de Kinshasa (Mashini, 2024). Lemets légendaire pour ceux qui se recréent dans les communes de la périphérie est le papillote aux feuilles avec des poissons d'eau douce ou autres viandes « *Maboke* » (Mansiatma, 2016). En revanche, les poissons d'eau douce sont également très consommés, mal sécurisé, mal produits sinon moins produits à Kinshasa et ses hinterlands (Masua, 2022).

Pourtant depuis l'avènement du concept de développement durable lors de conférence internationale de Rio de Janeiro en juin 1992. Les Etats sont donc appelés à appliquer les principes de développement durable dans tous les systèmes de production agricoles qui vise à assurer la pérennité des systèmes de productions agricoles en répondant à des enjeux sociaux, économiques et écologiques (Fao, 2015). Les objectifs sont donc de: préserver, réduire les impacts environnementaux de l'agriculture, voire améliorer, les ressources naturelles, tout en produisant suffisamment avec des coûts raisonnables et permettre la consommation de façon équitable et durable (Munkuomo, 2016).

Comme le veut bien l'OMS (2023) qui recommande aux populations de manger bio, de façon plus saine et frugal, appelle chacun à réduire son empreinte écologique par la production agricole et la préservation de l'environnement. Etant donné que les produits issus de l'agriculture biologique ou écologique ne contiennent pas de substances nuisibles à la santé. Les aliments sont naturellement plus riches en nutriments et en vitamines essentiels (Marielle Salvador-Perignon, 2012).

Par ailleurs, dans notre quotidien, où l'on court sans cesse après le temps, les aliments surgelés représentent souvent une solution pratique et rapide en restauration publique et dans les ménages Kinois (Barabote, 2024). D'autre part, à travers les marchés alimentaires publics de Kinshasa, il s'observe une dégradation alarmante de l'environnement et des infrastructures en générale (Nzongo, 2024). Les conditions de vente et d'exposition, la conservation, l'accessibilité, la sécurité, la gestion d'hygiène et d'assainissement posent des sérieux problèmes aux vendeurs et aux éventuels consommateurs. Les quelques ménages friqués recourent de plus en plus dans les supermarchés qui naissent après chaque minute dans toutes les communes de Kinshasa pour s'approvisionner en denrées alimentaires qu'ils jugés sécurisées et plus hygiéniques. Néanmoins, face aux nombreuses questions qui se posent sur leurs impacts sur notre santé à long terme, il est revient dès lors aux responsables d'aménager ces marchés selon les exigences de marché santé prônées par l'OMS (2019).

A contrario, quelques écocitoyens Kinois s'engagent aux pratiques d'agriculture durable malgré le maigre moyen à leurs dispositions et la volonté d'autosuffisance alimentaire par l'autoproduction écologique s'aperçoit à travers le cadre de vie de certains ménages (Masua, 2023).

Dans la même veine d'idée, le FAO (2015) sur sa publication relative à l'agriculture montre qu'il existe un lien frappant entre la croissance agricole et l'éradication de la faim et de la pauvreté. L'agriculture, dans le sens large du terme, c'est-à-dire la production animale et végétale, les pêches et la foresterie fournit, entre autres biens et services, des revenus, des emplois et des aliments à la plupart des personnes qui vivent actuellement dans la pauvreté et constitue une véritable pour s'enrichir durablement. Cependant l'agriculture

durale profite bien à l'authenticité touristique, aux expériences culinaires authentiques, traditionnelles et/ou novatrices, d'un territoire (Ngem, 2024).

C'est ainsi que cet organisme promeut l'alimentation et l'agriculture durables afin d'aider les pays du monde entier à éliminer la faim et à atteindre les objectifs de développement durable (ODD). (FAO, 2015) note cinq principes fondamentaux issus des défis exposés ci-dessus, et visent à guider le développement stratégique de nouvelles approches ainsi que la transition vers la durabilité: Principe 1: Améliorer l'efficacité dans l'utilisation des ressources est fondamental pour l'agriculture durable. Principe 2: La durabilité exige des actions directes pour conserver, protéger et mettre en valeur les ressources naturelles. Principe 3: Une agriculture qui ne réussit pas à protéger et améliorer les modes de vie ruraux et le bien-être social n'est pas une agriculture durable. Principe 4: L'agriculture durable doit améliorer la résilience des populations, communautés et écosystèmes, en particulier en matière de changement climatique et de volatilité du marché. Principe 5: Une bonne gouvernance est essentielle pour garantir la durabilité des systèmes tant naturels qu'humains (www.FAO.2015)

Etant donné que les systèmes de production alimentaire et agricole du monde entier sont confrontés actuellement à des difficultés sans précédent, du fait de l'augmentation de la demande d'aliments découlant de l'accroissement démographique, de la progression de la faim et de la malnutrition, des effets négatifs du changement climatique, de la surexploitation des ressources naturelles, de l'appauvrissement de la biodiversité, ainsi que des pertes et du gaspillage alimentaires. Ces problèmes peuvent compromettre la capacité de couvrir les besoins alimentaires actuels et futurs à l'échelle mondiale et freiner le développement durable dans le secteur du tourisme (www.fao.org/state-of-food-security-nutrition).

Par ailleurs, le tourisme peut stimuler l'agriculture durable et la vente de produits locaux aux touristes. L'agriculture durable peut générer des revenus supplémentaires tout en valorisant l'expérience touristique (Claude origet du clozeau et al.2019. Par ailleurs, à travers l'histoire du tourisme la gastronomie occupe une place de choix pour des milliers des touristes qui se déplacent à travers les frontières internationales (les secteurs de l'hébergement, de l'alimentation et des boissons représentent ensemble environ 80 % des revenus des pays touristiques (OMT, 2022) du tourisme. Ils constituent un débouché important pour les entreprises créatrices d'emploi à l'attention des pauvres car les produits agricoles biologiques sont très demandés par les touristes et les producteurs peuvent souvent les vendre à un prix avantageux (Musenga, 2023).

Le tourisme gastronomique, également appelé tourisme gourmand ou culinaire, est un type de voyage touristique associé à la cuisine locale, dans le but de découvrir l'histoire, le savoir-faire et la culture d'un pays ou d'une région à travers ses spécialités (Violier *et al.*, 2007). Plusieurs études (Lelo, 2018; Matiala, 2022) démontrent l'attachement des Kinois aux restaurants qui s'improvisent à travers toute la ville.

L'intérêt pour la cuisine lors des voyages touristiques est un phénomène ancien. La nourriture et les boissons sont considérées comme des éléments essentiels pour la survie humaine, peu importe l'endroit (Cazes, 2023). Depuis l'Antiquité, les voyageurs ont étudié les méthodes de production culinaire et leur signification identitaire (Olivier *et al.* 2016). Avec la croissance du tourisme de masse, les attentes des consommateurs en matière de qualité de service ont commencé d'inclure la cuisine. Cela a entraîné une intégration de la cuisine dans les standards de l'offre touristique. Cependant, ce n'est qu'avec l'augmentation de l'intérêt pour le bien manger que la gastronomie s'est développée en tant qu'élément distinct dans le tourisme (Knafo *et al.*, 2017).

Au milieu du XX^e siècle, un changement structurel s'est produit dans la façon dont les touristes perçoivent la nourriture. Au fil du temps, cet intérêt pour la qualité de la nourriture est devenu de plus en plus important, entraînant le développement d'un nouveau marché pour les producteurs locaux. Cette pratique est souvent associée à la promotion du terroir et de son histoire, ainsi qu'à la transmission et la pratique d'un savoir-faire culinaire. Le terme « culinary tourism » apparaît pour la première fois en 2001 dans un article d'Erik Wolf qui fonde en 2003 la *World Food Travel Association* (Amirou *et al.*, 2023).

Cette description issue du *Guide de l'Aveyron* (Crozes, 2000) illustre bien que le restaurant est devenu un lieu du Monde et que les pratiques touristiques qui s'y déploient s'inscrivent dans un moment du Monde (Équipe MIT, 2002; 2005; 2011). Le tourisme culinaire est devenu de plus en plus populaire en raison de son accent mis sur l'authenticité et de sa capacité à offrir aux touristes une expérience culturelle immersive. Les chefs de grande renommée et les médias ont également joué un rôle dans l'intérêt croissant pour le tourisme culinaire (Beaudet, 2006).

Une étude menée par NCBI a analysé le profil des touristes gastronomiques en Andalousie pour comprendre leurs motivations et a estimé la demande de tourisme gastronomique à l'aide des données d'enquêtes menées entre 2011 et 2013. L'étude a révélé que les touristes gastronomiques étaient principalement motivés par la curiosité, le plaisir, les bienfaits pour la santé et l'interaction sociale (Clarimont *et al.* 2018).

Une autre étude publiée dans *Plos Journals* a analysé la demande de tourisme gastronomique en Andalousie (Espagne) en examinant des facteurs tels que les motivations, le développement de produits, les stratégies de marketing et l'identité régionale. L'étude a conclu que la gastronomie joue un rôle important dans la création d'un caractère distinctif régional et offre aux touristes une expérience culturelle immersive (Genoveva, 2021).

L'ouvrage intitulé *Tourisme et Gastronomie* donne un aperçu de la façon dont la gastronomie est devenue partie intégrante du tourisme moderne. Il examine des sujets tels que la mondialisation, la localisation, les chefs célèbres, l'influence des médias, les cultures nationales, l'identité régionale, les stratégies de marketing, etc (Manziona, 2020).

Aujourd'hui, le marché du tourisme culinaire connaît une forte croissance (Jacobs et al., 2007). La mondialisation permet d'amener les modes de cuisine et de consommation d'un bout à l'autre du globe. Une étude canadienne de 2017 démontre que 62 % de la population s'est déjà rendu dans le pays d'origine de leurs mets favoris (Pitte, 1993). Et selon une source tirée du « Moniteur du voyage alimentaire 2020 », 53 % des voyageurs d'agrément mondiaux sont des voyageurs gastronomiques (Olivier, 2014). Dans ce contexte, c'est une source de développement économique local à hauteur de 25% en moyenne pour le territoire Français (Claarimont et al. 2018).

La multiplication des événements et le développement de l'offre pour ce type de tourisme amènent de nouveaux débouchés aux acteurs de la gastronomie (Clarimont et al. 2018). Certaines entités se sont engagées dans ce mouvement. La World Food Travel Association (WFTA) a été fondée en 2003 en tant qu'organisation à but non lucratif et non gouvernementale (ONG), et est aujourd'hui considérée comme la principale autorité mondiale dans le domaine du tourisme alimentaire et des boissons. La WFTA agit pour fusionner les secteurs de l'industrie et du tourisme alimentaire. Elle décerne des certifications pour les voyageurs et les guides touristiques qui souhaitent devenir des professionnels certifiés du voyage culinaire.

À travers les villes touristiques mondiales ils existent plusieurs spécialités culinaires (la pizza, le risotto, les lasagnes, la panna cotta ou encore le tiramisu, pizza de chicaco, sandwich reuben, chawarma, la morue sous toutes ses formes, la francesisihna, le bœuf bourguignon, la tartiflette, la savoyarde, le coq au vin, un plat typiquement français, le pot au feu, la quiche lorraine, la tarte salée française, la crêpe (ou galette), le steak tartare pour les amateurs de bœuf cru, Kebab, Baklava, Meze, Lahmacun, Pide, Börek, Çay et café **turc**, Simit, le porc Aigre doux, le riz cantonais, Tofu Ma Po, les bouchées ou raviolis vapeurs, le canard laqué, poulet impérial, les rouleaux de printemps, les nems, le jambon de Parme; le Caviar Russe, le Bordeaux ou le Vin de Bourgogne, fish et chips, toad in the hole, les tourtes, la kidney pie ou courte au bœuf et aux rognons, chicken pie, shepherd's pie, cottage pie, saucisses and mash ou saucisses et purée, roast dinner ou rôti du dimanche, le poulet tikka masala, les sandwiches, etc) reconnues et certifiées pour leurs attractivités authentique en tourisme international (www.tourismegastronomie.2024).

La force d'une restauration haut de gamme dépend aussi bien de la qualité des infrastructures que du niveau d'expérience du personnel œuvrant dans ce secteur (Long, 2004). Bien que les structures de restauration soient diversifiées, Kinshasa n'est pas une référence gastronomique avec des mets ou des boissons ayant pignon dans l'opinion internationale (Kaki, 2024). Les différentes structures de restauration haut de gamme de Kinshasa offrent essentiellement les services spécialités culinaires étrangers et moins des mets locaux. D'autres Kinois (Barabote et Lemba, 2024) accusent la faiblesse du service du tourisme, celui de l'éducation nationale et surtout celui de la culture et arts, qui ne s'engagent pas dans une démarche de consolidation de nos repas traditionnels et à leur certification internationale. Rien n'est fait en terme d'événement pour la promotion de nos propres recettes locales (Many, 2024). Cette attitude risque de faire perdre à cette ville qui dispose d'une diversité culturelle, artistique, ethnique ses valeurs patrimoniales et traditionnelles. Déjà Lemba (2024) s'inquiète à une déculturation culinaire de la part de quelques familles nantis congolaises (RDC) qui habituent leurs enfants aux repas étrangers et ces derniers peu à peu commencent à préférer les recettes étrangères (chawarma, pizza, sandwiches, hamburger, caviar, etc) au détriment de nos propres spécialités locales. Paradoxalement les adultes nés avant l'année 2000 gardent la nostalgie culinaire et préfèrent consommés pendant leurs activités touristiques et/ou récréatives quelques mets légendaires (*liboke, ngulu, ntaba, makabu, thomson, biloko ya kati ya ngombe, etc*).

Force est de constater la RDC en général et plus particulièrement sa capitale Kinshasa n'ont mis en œuvre aucune stratégie globale destinée à améliorer sinon à performer ces mets légendaire en véritable recettes pour se faire démaquer à travers l'univers gastronomique et développer réellement et durablement ce secteur (Mashini, 2018).

Ce qui pousse Smits et al. (2007) de distinguer des pratiques de « bien manger » et de « manger vrai » et définissent le tourisme culinaire de la façon suivante: Au-delà de la simple offre de boissons ou de nourritures typiques et/ou de qualité, le tourisme culinaire a pour objet de permettre aux touristes de saisir « l'esprit du lieu » à travers la consommation de produits alimentaires. Cela suppose la création et/ou la promotion d'une identité culinaire, une coopération entre les différents acteurs d'un espace afin de proposer un produit cohérent et articulé qui se distingue des autres, ce qui aboutit à la création de territoires touristiques.

Par ailleurs, les touristes avertis aiment consommés pendant leurs séjours à l'étranger des repas authentiques et reconnus comme spécialités culinaires par les organes spécialisées (AOC, AOP ou AOP, UNESCO, OMT, etc). Dans son introduction « Penser le tourisme gourmand » du numéro spécial de la revue *Téoros*, Lemasson (2006) écrit: Dans ces conditions, seule la notion de tourisme gourmand nous a paru pertinente pour réconcilier tout à la fois l'intérêt d'une vision holistique et les perspectives qui n'ont finalement de sens que par le plaisir du mangeur.

Donc, le tourisme en général et gastronomique est particulier est un secteur d'activités qui, par son envergure, permet d'assurer la croissance de l'économie des pays récepteurs ou ville (Alami, 2004).

Rappelons cependant que la nuance qu'il y a entre gastronomie et la cuisine, le premier sous-entend, la connaissance et l'amour de tout ce qui concerne l'alimentation, on parle aussi d'« art de la table », elle demande de l'attention et de la perfection à la préparation

et à la confection des plats (Auguste Escoffier, cité par Barabote (2016). Elle est aussi un art ou la science de la bonne cuisine. Par contre, la cuisine renvoi simplement à la préparation tout court des aliments. Par ailleurs, une spécialité culinaire, dans le sens large de l'expression est, en gastronomie, un mets confectionné plus particulièrement dans un établissement ou dans une zone géographique, sur lequel se fonde en partie la réputation de l'établissement ou l'attrait touristique local (Dubois, 2024).

1.2 MILIEU D'ÉTUDE ET MÉTHODES

1.2.1 BREVE PRESENTATION DE LA COMMUNE DE LA N'SELE

Située à l'Est de la ville province de Kinshasa dans le district de Tshangu et considérée comme commune urbano-rurale tout comme sa voisine Maluku. La commune de la N'sele compte en son sein 48 quartiers. Elle s'étend sur une superficie de 898,79 km² avec comme coordonnées géographiques 4°22'28" Sud 15°29'41" Est.

Ses limites sont presque naturelles et définies par l'arrêté ministériel n°69-0042 du 23/01/1969, délimitée géographiquement de la manière ci-après:

- Au Nord par le fleuve Congo, qui la sépare de la République du Congo;
- A l'Est, par la rivière Nkao jusqu'à son embouchure sur le lac Ngaenke, faisant ainsi la frontière avec la commune de Maluku;
- Au Sud-Ouest, par la rivière N'djili qui la sépare de la commune de Mont-Ngafula et de la Province du Kongo central;
- A l'Ouest, cette commune fait frontière avec la commune de Masina et de Kimbanseke.

La commune de la N'sele dispose plusieurs ressources naturelles et une superficie de 898,79 km². Ce qui la confère comme zone de développement et d'expansion touristique à Kinshasa (Ramazani, 2018). Car, elle une région ou étendue jouissant de qualités ou de particularités naturelles culturelles, humaines, créatives et propices au tourisme, se prêtant à l'implantation ou au développement d'une infrastructure touristique et pouvant être exploitée pour le développement d'une ou plusieurs formes de tourisme (LOI n° 18-018 portant principes fondamentaux relatifs au tourisme en RDC).

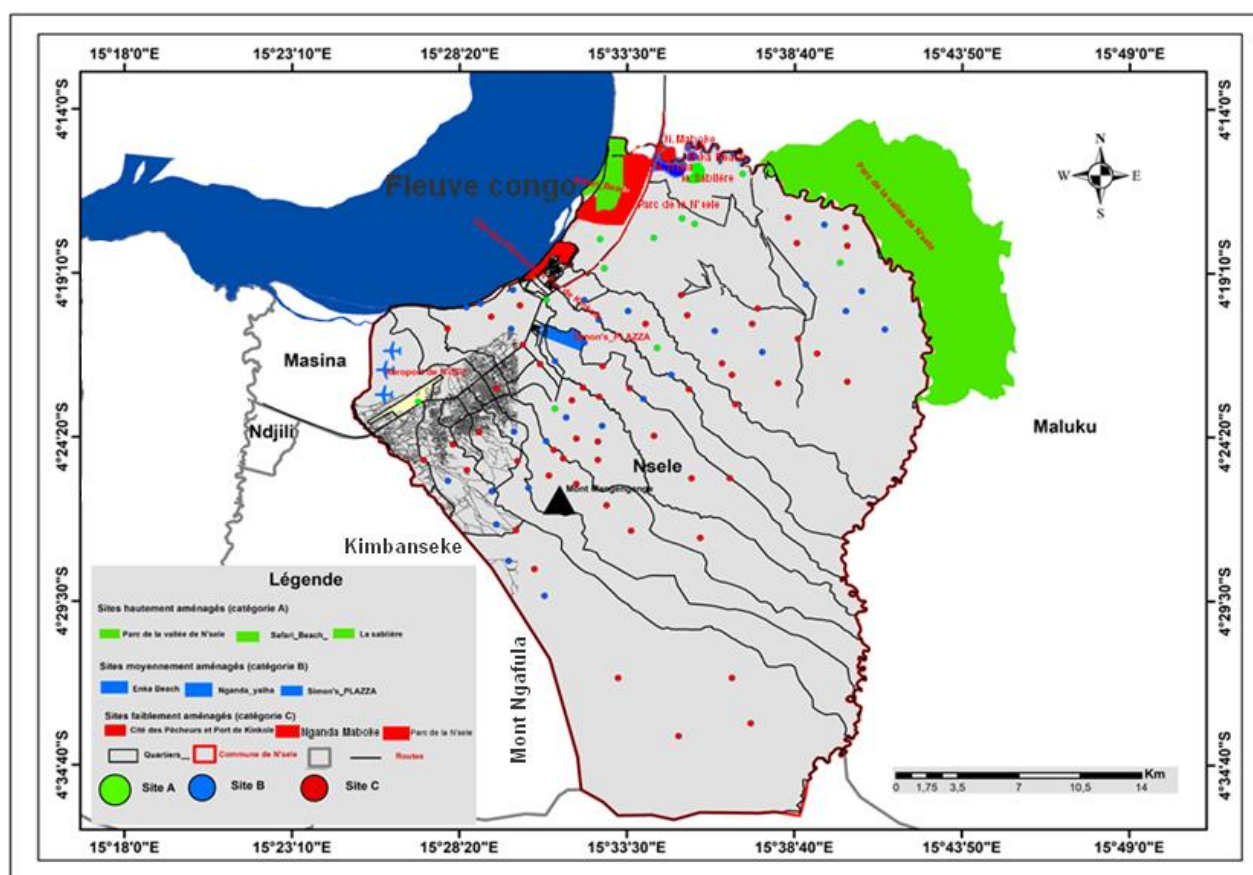


Fig. 1. Sites touristiques récréatifs de la commune de la N'sele

Source : fond de carte, CRGM / Projection WGS 84,. Elaboré par KAKI, 2024

Cette figure 1 : reprend les sites touristiques récréatifs de la commune de la N'sele, elle montre la prédominance des sites de la catégorie C, sous des points rouges qui représente les sites de faible qualité, ceux dites B en bleu ont un certain niveau d'aménagement assez signifiant. Enfin, ceux de couleur verte ont des offres diversifiées et confortables par rapport aux normes de l'OMT (2019). Les sites de type A et B sont faiblement existants dans cette commune parce que leur aménagement coûte cher. Ceux de la catégorie C ne coûte pas assez et sont souvent improvisés et précaires.

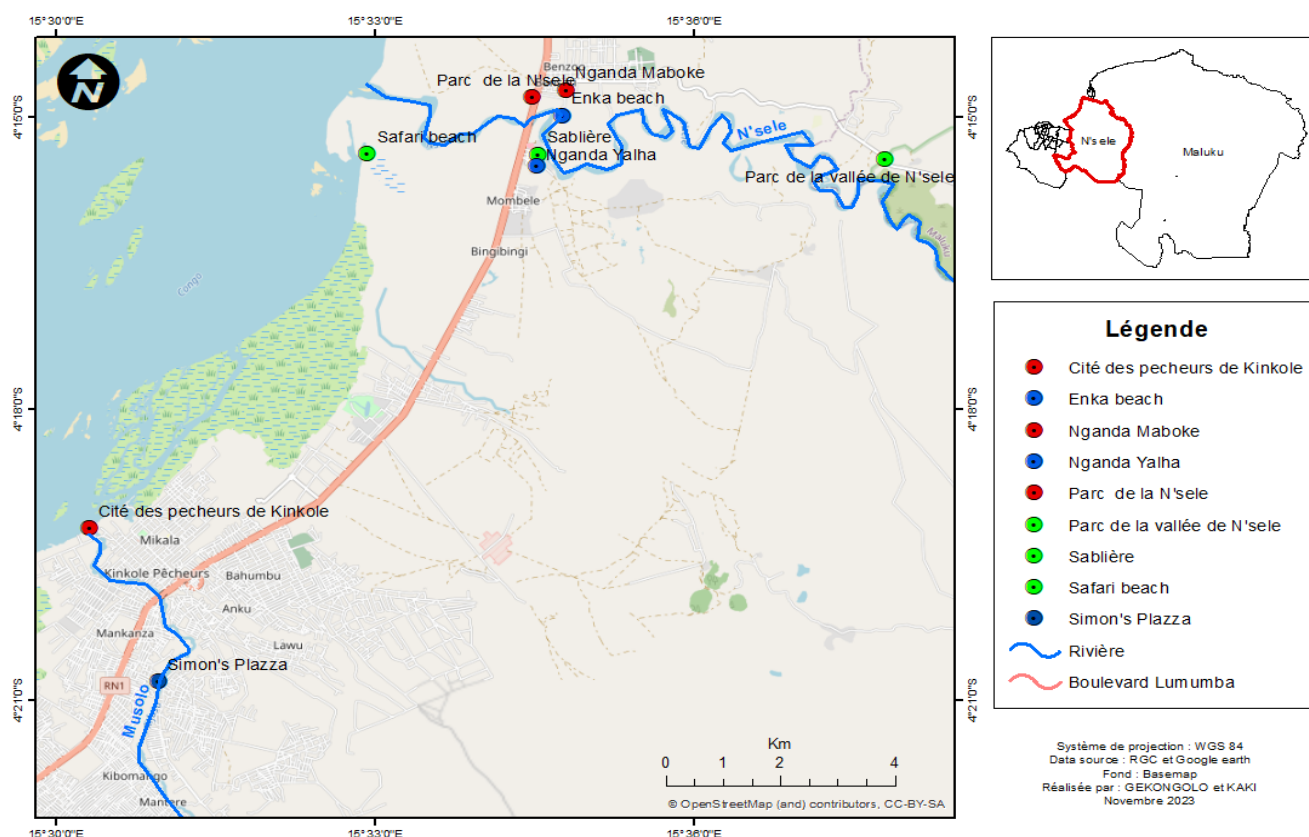


Fig. 2. Localisation des sites cibles

Source : Google earth / Projection WGS84/Arcgis 10.8. réalisée par Kaki, 2024

Cette carte reprend les neuf sites touristiques récréatifs où s'est déroulé les enquêtes de terrain proprement dite.

1.2.2 MÉTHODES

L'approche méthodologique suivie dans le cadre de cette publication scientifique a constitué un ensemble d'opération intellectuelles liées au choix des instruments, les méthodes de recherche et es techniques de collecte et d'analyse. Pour les méthodes, l'observation transversale a été utilisée, l'approche systémique, l'analyse statistique. Quant aux techniques, la recherche documentaire, la pré-enquête et connaissance des sites d'étude, l'échantillonnage, l'enquête par questionnaire, ont été utilisés pour publier cet article. En effet, le but de l'enquête était de collecter les données sur le terrain afin qu'elles soient quantitativement traitées. Cela a été soutenu par un questionnaire d'enquête. Ce dernier englobait les aspects qui sont relatifs à la gastronomie comme motif et consommation touristique. Pour avoir les données fiables concernant la réussite de cette publication scientifique, le logiciel Excel Microsoft 2016 a permis de résumer les tableaux. La saisie et le traitement de texte ont été effectués dans Word Microsoft 2016.

Tableau 1. Récapitulation d’échantillonnage des touristes par site

N°	Catégorie	Site	N	N
1	Catégorie A	Parc de la vallée de la N'sele	1301	94
2		Safari Beach	410	50
3		La sablière	312	44
S/Total A			2024	188
4	Catégorie B	Enka beach	211	34
5		Nganda Yalha	366	42
6		Simons'plazza	402	48
S/Total B			979	124
7	Catégorie C	Cité des pêcheurs de Kinkole	1582	130
8		Nganda maboke	306	40
9		Parc de la N'sele	11	8
S/Total C			1899	178
Total général			4901	490

Source: Rapport de la moyenne de fréquentation des sites ciblés 3 mois avant l’enquête et adapté par Kaki, 2024

Ce tableau ci-dessous permet de constater qu’un effectif total de touriste de l’ordre de 4901 (N) sous lequel est tiré un échantillon de 490 soit 1/10 (n) (comme pas ou taux de sondage) est retenu dans l’ensemble de site. Une différenciation quantitative d’échantillon est également constatée par site, ceci s’explique du fait que le recours à l’approche de la probabilité proportionnelle à la taille de la population (N) par site pour avoir l’échantillon (n) a été utilisé.

La taille totale de l’échantillon est de 490 répondants dans l’ensemble de site, déterminée, d’une part, en fonction des contraintes de temps et de ressources matérielles et financières liées à la réalisation de cette étude d’autre part.

2 RÉSULTATS

2.1 MOTIF TOURISTIQUE DES ENQUÊTÉS

« L’expérience touristique est un phénomène pluriel et divers » (Tranquard, 2015). Les gens peuvent avoir différentes motivations d’un voyage à l’autre ou même dans le même voyage (Cohen, 1984). Boyer (2007) écrit qu’un touristique peut avoir à la fois plusieurs motifs au cours d’un même voyage. Mais il y a toujours l’un qui est plus céans par rapport aux autres et selon chaque touriste dans son subconscient (Kadima et al., 2019).

Les données traitées dans cette enquête ont abouti à la figure ci-dessous:

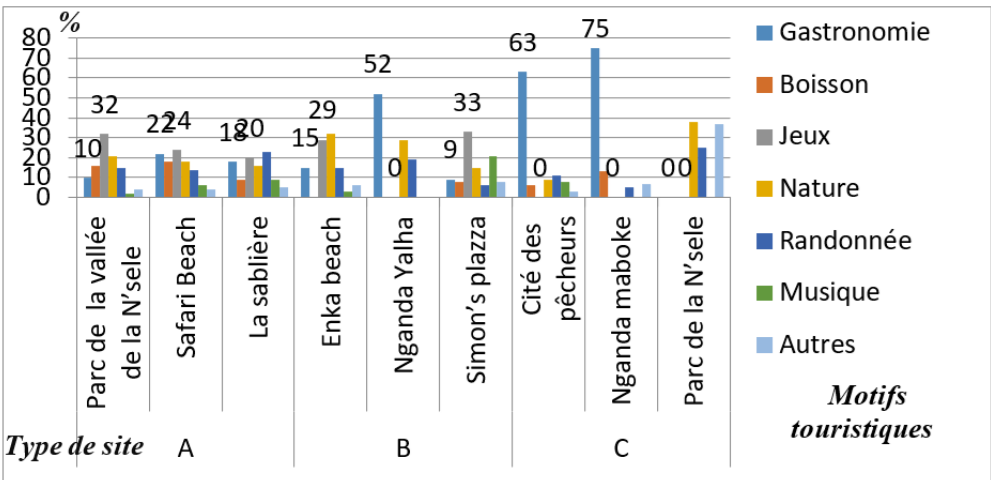


Fig. 3. Motif touristique des enquêtés

Source : Résultats de terrain, 2024

De la figure, il résulte que la gastronomie est la préférence de 75% des touristes dans les sites de type C, 52% dans les sites de type B. Les jeux par contre sont préférés entre 29 à 32 % des touristes. Le besoin de nature a également attiré entre 30-45% des touristes. Les boissons attirent aussi les touristes à des proportions différentes (10 à 9%).

En gros, les touristes fréquentant ces sites pour la gastronomie dominée par le repas légendaire le *Liboke* + *chikwuangue* + boissons locales) et la prise des boissons à majorité locale, puis les besoins de jeux et de nature. Toujours sous des sons musicaux locaux ou étrangers.

Par ailleurs, la distinction proposée par Hersch Jacobs et Florence Smits (2007) entre touriste gastronomique, touriste culinaire et touriste culinaire occasionnel, en fonction de « l'intérêt croissant pour l'alimentation de qualité », soulève des questions et fait couler l'encre.

Parallèlement, l'« expérience » du restaurant, elle, se déroule en deux étapes: On se met d'abord dans un lieu récréatif on y prend l'apéritif et on passe la commande. Ensuite, pendant la consommation de son repas, il est nécessaire selon le cas d'écouter une bonne musique de ses stars préférées, selon son temps son histoire et la circonstance de l'évènement en observant le paysage du site visité avec la personne ou les personnes intimes (Weiss, 2004). Car la récréation est plus mieux qu'avec son âme sœur, son copain, les membres de famille, les collègues, etc (Kaki, 2024). D'autre part, le tourisme gastronomique est très lié à l'œnotourisme ou tourisme vitivinicole ou œnologique qui est une forme de tourisme d'agrément qui repose sur la découverte des régions viticoles et leurs productions comme l'est le cas à Mendoza en Argentine). Ce qui est approximativement le cas pour les Kinois qui préfèrent se distraire devant une bouteille de boisson chaude ou froide avec des morceaux des viandes ou poissons sur sa table (Lelo, 2011).

Il sied de dire de cela, l'expression tourisme gourmand est « tout-terrain » car il est omniprésent dans tous les types ou formes du tourisme qu'existent (Beaudet, 2006). La boisson et le repas sont très utiles dans toute destination qui se dit réellement touristique.

Donc, il y a aussi lieu de soulever que le niveau de vie de la population Kinoise est relativement faible, la consommation annuelle par tête est de **666.131 CDF**, soit moins de **2 USD** par tête/jour. Ce qui fait d'elle, une population pauvre dans son ensemble. Les dépenses moyennes annuelles de loisir étant de **114.00 CDF**, soit tout au plus **40 USD** au taux paritaire de l'année 2024 (SGT, 2024). Ce qui laisse peu de marge aux activités à caractère touristique, un véritable handicap pour le développement du tourisme local. Environ 44,4% des revenus inférieurs au SMIG, et plus 23% moins que la moitié du SMIG; ce qui traduit le faible niveau de vie de la population active.

Malgré le faible revenu de la majorité de Kinois, ils s'organisent, s'endettent, se cotisent pour se retrouver dans un coin et se distraire d'une manière ou d'une autre. Car la précarité de la qualité socio-économique et environnementale laisse à désirer dans cette ville (Munkuomo, 2022). Donc, sans la récréation, le divertissement et le loisirs, les Kinois risquent d'être sujet aux démences à des stress, aux raisonnements, aux AVC à des pertes de mémoires et à des morts subites (Kaki, 2024).

2.2 REPAS LES PLUS CONSOMMES DANS LES SITES RECREATIFS SELON LES ENQUETES

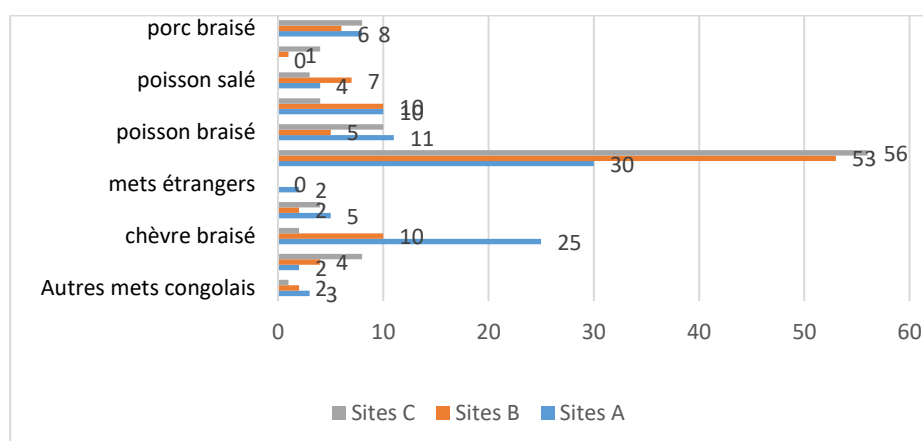


Fig. 4. Repas les plus consommés dans les sites récréatifs selon les enquêtes

Source : Résultats de terrain, 2024

La figure 4 montre que les poissons sont les plus consommés dans les sites touristiques sous plusieurs formes (braisé, frits, etc.) mais la forme dite papillotes des poissons d'eau douce appelée culturellement et affectueusement « *Liboke* » attirent plus les visiteurs au score allant de 30 à 56%. Suivi par la viande de chèvre, le porc (6 à 8%) et les poissons salés (4 à 7%). Les autres repas congolais viennent en dernière position.

Les touristes préfèrent consommés des poissons sous diverses formes au regard de leurs grandes valeurs nutritives. L'OMS (2023) confirme qu'à travers le monde ceux qui mangent beaucoup plus des poissons bio ont une certaine longévité élevée et tombent difficilement malade. Les peuples japonais, Portugais, Espagnols, les Maltais, les peuples insulaires ou les riverains des hydrômes en constituent un exemple concret (Lozato, 2018)

2.3 SPÉCIALITÉS CULINAIRES LES PLUS ATTRACTIVES

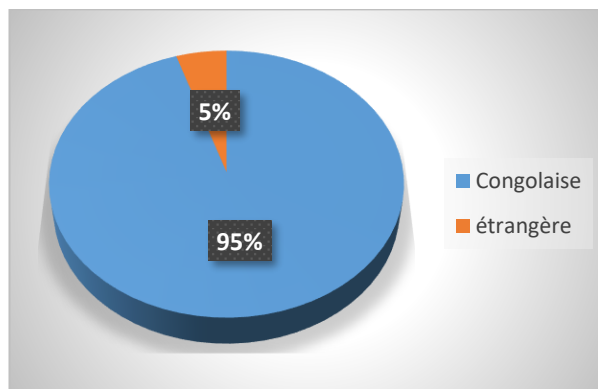


Fig. 5. Spécialités culinaires les plus attractives

Source : Résultats de terrain, 2024

L'observation de la figure 5 permet de dire que les spécialités culinaires locales attirent plus de touristes dans les sites récréatifs de la commune de la N'sele (95%) et celles d'ailleurs les attirent moins (5%).

Cette dimension d'attractivité révélée et estimée pour les spécialités culinaires locales dans cette étude pourrait s'expliquer par le fait que la majorité de ménages de Kinshasa consomment trop des vivres frais chaque jour, accompagnés des légumes ou non. Ce qui fait qu'ils soient motivés davantage à consommer les aliments locaux qu'ils considèrent de bio pendant leurs évasions et renouer leur appartenance culturelle.

2.4 POISSONS LES PLUS VENDUS DANS LES SITES TOURISTIQUES DU POOL MALEBO

N°	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Lingala (langue locale)
1	<i>Clarias gariepinus</i>	Poisson chat africain, Silure	Ngolo ya mwindu
2	<i>(Clarias jaensis)</i>	Poisson chat africain, Silure	Ngolo ya jaune
3	<i>Clariallabes</i>	Poisson chat africain, Silure	Ngolo
4	<i>Schilbe grenfelli</i>	Schilbe grenfelli	Lilangwa
5	<i>Tilapia guineensis</i>	Tilapia	Libundu ya mwindu
6	<i>Tilapia (Oreochromis niloticus)</i>	Tilapia	Libundu ya motane
7	<i>Barbus baudoni, Cyprinidae</i>	Carpe	Misalala
8	<i>(Cyprinus carpio)</i>	Carpe	Libundu ya munene
9	<i>Heterotis niloticus</i>	arowana africain	Kongo ya sika
10	<i>Synodontis notatus</i>	criquet à un point	Libobo,likoko
11	<i>Synodontis pleurops</i>	squeaker du Congo	Libobo,likoko
12	<i>Synodontis decorus</i>	poisson-chat à l'envers, le poisson-chat clown	likoko ya tâche tâche
13	<i>Synodontis budgetti</i>	Syngodis de Budgett,	likoko ya jaune
14	<i>Parachanna obscura</i>	Parachanna obscura(vipère)	Mungusu
15	<i>Limnotrissa miodon</i>	Limnotrissa miodon	Ndakala
16	<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard	Thomson
17	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	Bagre ocellé	Likoko, Foka
18	<i>Mochokidae</i>	Mochokidés	Likoko ya jaune
19	<i>Auchenoglanis pantherinus</i>	Poisson panthère	Mpiki
20	<i>Girafe catfish(Auchenoglanis)</i>	Poisson girafe	Mpoka

21	<i>Auchenoglanis wittei</i>	Bagre ocellé	Libobo
22	<i>Aleste</i>	Aleste baremose	Pilchari
23	<i>Amphilius</i>	Amphilius (silure)	Kamba nioka
24	<i>Barbus</i>	Barbus	Lokesse
25	<i>Bostrychus</i>	Bostrychus	
26	<i>Citharinus</i>	Citharinus	Liyanga
27	<i>Ctenopoma</i>	Ctenopoma léopard	Ekamba
28	<i>Cynoglossus</i>	Poisson plat	Mbisi ya papala
29	<i>Dalophis</i>	Dalophis, emberbis, boulengeri (angillule)	Kamba nyoka
30	<i>Distichodus rostratus</i>	Distichodus	Ekesse ya solo(mboto)
31	<i>Distichodus antonii</i>	Distichodus	Mbese
32	<i>Dormitator</i>	Dormitator	Libundu ya makasi
33	<i>Eleotris</i>	Eleotris	Mungusu ya jaune
34	<i>Elops</i>	Elops	Malangwa,
35	<i>Enneacampus ansorgii</i>	syngnathe d'eau douce d'Afrique	Mbisi ya masuba
36	<i>Epiplatys</i>	Epiplatys	Misalala
37	<i>Arius parkii</i>	Poissons osseux.	Malangwa,
38	<i>Schilbe grenfelli</i>	Ostéichtyens(schilbe grenfelli)	(malangwa)
39	<i>Mormyridés</i>	Mormyridés	Mbongo,Koti
40	<i>Distichodus sexfasciatus</i>	Distichodus à six bandes	mboto ya nzela nzela)
41	<i>Labeo lineatus</i>	Labeo lineatus	Mongandza
42	<i>(Labeo parvus</i>	Labeo parvus ou labeo tibestii	Mopongo
43	<i>(Labeo weeksii</i>	Labeo weeksii	Elolo
44	<i>(Hydrocynus goliath)</i>	poisson tigre goliath ou encore Poisson-chien	Mbenga
45	<i>(Mormyrops deliciosus</i>	Mormyrops deliciosus	Nianda, mbongo ya milayi
46	<i>Chrysichthys cranchii</i>	Chrysichthys cranchii	Libata mayi, mpoka
47	<i>(Lates niloticus)</i>	La perche du Nil, capitaine	Capitaine
48	<i>Parachanna</i>	Parachanna	Tsinga
49	<i>(Protopterus dolloi</i>	Protopterus dolloi	Ndzombo
50	<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodile	Ngando
51	<i>Polypterus</i>	Polyptères	Mokonga
52	<i>Clupeidae</i>	harengs, aloses, sardines et menhadens	(sardines)
53	<i>Malapterus</i>	Poisson électrique	Nina

Source : résultats de terrain, 2024

Ce tableau ci-dessus, présente les variétés des poissons dont plus de 90%, sont pêchés dans le fleuve Congo et les autres proviennent des étangs environnant et d'autres importés. Plusieurs touristes viennent spécialement pour manger en format Liboke, barbecue ou en emporter frais.

2.5 REPERTOIRE DES REPAS CONSOMMES DANS LES SITES RECREATIFS DE KINSHASA



Fig. 6. *Liboke ya mpoka, ya Nngolo to ya Mopongo*

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 7. *Chikwange et fufu*

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 8. *Brochette des cotis des porcs ou la viande/et cotis de veau*

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 9. Maboke

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 10. Papillote des poissons d'eau douce de poisson chat

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 11. Poissons braisés (Chinchard)

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 12. Barbecue de viande de porc

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 13. Barbecue de viande de chèvre

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 14. Tilapia frit avec accompagnement des frites

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 15. Poisson chat braisé

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 16. Entrailles de vache (biloko ya kati ya ngombe)

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 17. Poulet mayo avec accompagnement

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 18. Poisson salé

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 19. Viande de porc au bouillon

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 20. Cuisses de poulet frites

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 21. Frite, mayonnaise et ketchup

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 22. Roupillon de dinde fumé

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 23. Banc plantain

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 24. *Côtes des porcs fumées*

Source : cliché de l'auteur, 2024



Fig. 25. *Chikwangu*

Source : cliché de l'auteur, 2024

Ces images montrent les spécialités culinaires congolaises et les accompagnements que préfèrent les touristes *Kinois* et quelques *étrangers*. Par contre, le cabri appelé aussi tige ou brochette, ces fameuses portions de viande de veau ou les cotis de porc coupées en carré que l'on enfle sur une tige et qui sont cuit à l'étuvée figurent parmi les gammes de condiments apportés par les populations Sénégalaises et adoptés dans la cuisine Kinoise. Les brochettes, les tiges de porc ou de noix de veau (*mipanzi ya Ngulu*, *matama ya ngombe*) consommés comme repas touristique à côté des Maboke et tant autres (*ntaba*, cuisse de poulet, *thomson*, *ngulu*, *ngombe*...) avec le fufu ou schikwange comme accompagnement et des boissons surtout locale bien congelées. En revanche, de tous ces mets le papillote aux poissons d'eau douce « *Maboke* » occupe la première place est reste le plus prisé.

Signalons que pour ces différents mets à travers à Kinshasa, il y a des lieux spécialisés pour chaque type de barbecue ou spécialité culinaire. Par exemple la commune de Kalamu par l'avenue Kapela est réputée pour la viande de porc « *Ngulu ya kotumba* » et celle de chèvre « *Ntaba* », contrairement pour les sites touristiques de Bandal à la place bloc commercial/bandal Bisengo, c'est le poulet mayo, suivi des poissons chats fumés, les gros chinchards fumés garnis des épices avec accompagnement, attirent plus les visiteurs, la viande de chèvre « *Ntaba* » attirent également les touristes de la place six paillottes à Lemba et chez Cheetah à Barumbu. Le gros thomson (chinchard) fumé et le poisson salé (*Makayabu*) bien garni et décoré des épices reste la spécialité des sites de l'avenue Saio dans la commune de Kasa-vubu et ceux de Lemba super, la référence est faite chez Aljo resto, mama falay, mama kapi, etc. Le couloir Madiakoko à Kalamu est réputé également pour le poulet mayo et le gros thomson (chinchard) braisé, en revanche, tous les sites touristiques situés le long du fleuve congo (Maluku, N'sele, Gombe, Ngaliema, Ngaliema) tous se sont spécialisés pour le repas de Maboke et/ou les papillotes aux feuilles de poisson d'eau « *Liboke* » pour les habitués de la langue française. Référence est faite surtout au chapelet des sites touristiques situés à Kinkole pêcheur, Nganda Sese, Nganda Maboke tous localisés dans la commune touristique de la N'sele. Au

niveau de 7^{ème} rue Limete c'est le roudillon de dinde braisé, garni des épices et de la mayonnaise appelé par les *Kinois* dindon mayo qui émeuvent les amoureux du coin et ceux de couloir *Tekele* à Lemba. Le couloir Kimbuta à N'djili attire également les touristes par la qualité de ses différents mets repris précédemment (*Ngulu, Ntaba*, poulet mayo, etc). Le couloir Abattoir à Masina Petro-congo est le lieu par excellence des brochettes de viande de veau et des entrailles de vache (*Biloko ya kati ya Ngombe*) issus directement de l'abattage in situ. Malgré les risques de zoonose que courent les amoureux du coin, de tous les stands qu'existent dans ce lieu récréatif, chez Annette est le plus meilleur par la fraîcheur et la diversité des boissons, la qualité des services et surtout sa spécialité de préparation des entrailles de vache (*biloko ya kati ya ngombe*) (Engangela, 2024).

Ces différents repas délicieux doivent être convertis aujourd'hui à des patrimoines gastronomiques et touristiques de la contrée de Kinshasa et les transformés en vraie recette internationale.

2.6 ORIGINE DE LIBOKE

Le *liboke* (papillote au feuille de poisson d'eau douce) est une technique de préparation de poisson à l'étuve, spécialité du peuple *Libinza* de la province du grand Equateur. Il est certainement le mode de cuisson le plus exotique (papillote de feuilles), et qui nécessite une certaine expertise pour disposer les feuilles hermétiquement afin qu'elles retiennent adéquatement la chaleur et ne laissent s'échapper aucun jus de cuisson.

Les études effectuées. Bonkena *et al.* (2018) stipulent que la première apparition des *maboke* à Kinshasa remonte à 1917, ce sont les *Libinza*, peuple commerçant sur le fleuve Congo jusqu'au pool, qui l'apportèrent. Ce n'est qu'à Kinshasa que les diverses populations de l'Equateur viendront adopter ce met dans leur cuisine. Le *maboke* de poisson sera popularisé sous le régime du président Mobutu à partir de la N'sele, le 24 juin 1967, à l'occasion de l'instauration de la journée nationale du poisson célébrée à Kinkole. Traditionnellement, le *liboke* est préparé seulement avec du sel et du piment comme ingrédients, mais de nos jours, d'autres ingrédients sont utilisées dans sa préparation (oignon, cube maggi, tomate fraîche, etc). Préparez toujours en *liboke*, soit en bouillon pour garder toutes les valeurs nutritives. La consommation des poissons gras traite la perte des cheveux et permet la croissance rapide, d'autres études attestent même que ceux qui consomment trop des poissons ont une longévité élevée l'exemple est pour le peuple Japonais, Espagnol, portugais, Maltais (OMS, 2020).

L'OMS (2020), note que tous types de poisson, petit, gros, ou gras, reste une bonne source de protéines, de vitamines et des minéraux. Il est recommandé pour le bon développement du cerveau de l'enfant chez la femme enceinte et celle qui allaite. Possède d'incroyables vertus pour notre quotidien et contiennent des vitamines B6, B12, A, D, E et grâce à son apport suffisant en Omega 3 d'origine animale, il est préférable de consommer le poisson 2 fois la semaine. Les études scientifiques montrent que, l'Omega 3 diminue le mauvais cholestérol, participe à la constitution des membranes cellulaires du corps humain notamment du cerveau. Un fort allié pour la perte du poids.

En effet, le processus de préparation de *maboke* se fait en plusieurs opérations. Après éviscération des poissons et dépècement (coupés en morceaux), ils sont assaisonnés par les ingrédients ou les épices composées d'oignon, l'ail, du sel, du piment, de la sellerie et des poivrons. Ces ingrédients sont mélangés aux tomates fruits ou tomates concentrées auxquelles on ajoute un peu d'huile et d'eau. Le tout est emballé dans les feuilles naturelles bien disposées et placées au-dessus d'un brasero surélevé, souvent en tonneau/et ou fit et alimenté par un feu doux à l'aide de charbon de bois capable de cuire les *maboke* de façon mijotée (feu doux). Ils sont consommés accompagnés des *chikwanges*, bananes patins, ou encore avec le *fufu* soit seul avec la boisson. Ces *maboke* font partie de la gastronomie congolaise qui est l'art de bien faire la bonne recette culinaire. A Kinkole, les *maboke* constituent non seulement un élément culinaire mais aussi un élément culturel qui attire les touristes.

3 DISCUSSION

Cette étude montre en premier les motifs touristiques dans ces sites cibles, les repas attractifs dont les poissons d'eau douce « *mbisi ya mayi* » occupe le premier rang surtout la préparation sous forme de *maboke*. Les poissons les plus commercialisés dans les sites récréatifs de Kinshasa, le répertoire de quelques repas les plus consommés, et enfin, l'origine de *Maboke*.

En effet, une alimentation équilibrée et saine diminue le risque d'être atteint de certaines maladies chroniques et cancers et, ainsi, augmente l'espérance de vie (). Ses effets bénéfiques sont majorés par la pratique d'une activité physique régulière et l'hygiène psychologique.

De tous ces repas répertoriés à part certains (poisson d'eau douce, chèvre, porc, viande, poisson salé) cette étude constate une consommation non négligeable des produits surgelés (poulet, roudillon de dinde, chinchard, etc) souvent produits par des industries agro-alimentaires non durables, suscite une curiosité pour la RDC qui dispose d'autant des potentialités agricoles.

Un cardiologue congolais (Takombe, 2024) affirme que la consommation excessive des produits surgelés favorise divers problèmes de santé tels que l'hypertension artérielle et d'autres maladies cardiovasculaires ainsi que le diabète de type 2 et l'obésité etc.

Cette consommation excessive des produits surgelés a été également prouvée par une étude menée dans les restaurants de Kinshasa qui montre que 70% des consommateurs sont accros aux vivres frais et 30% préfèrent les produits locaux ou bio. Par ailleurs, ceux qui recourent aux vivres frais pendant leurs interviews tous confirment le manque de choix drastique face à la pauvreté et au manque des moyens financiers soit la misère qui les ronge tous et les précarise davantage pour opter pour une alimentation plus saine ou plus durable. D'autres avis de préférence au produits bio était plus question de la conservation de l'authenticité culinaire, de l'hygiène alimentation, de la discipline qu'on adopte face aux aliments et à la prévention des risques sanitaires qu'ils avaient contre les produits alimentaires importés ou surgelés.

Mais Kadjila (2024) souligne une chose que tous les restaurants de Kinshasa quelque soit leurs notoriétés culinaires utilisent les épices beaucoup plus artificielles ou semi synthétiques pour l'arôme, la saveur et la décoration de leurs repas. Ce qui pousse cette spécialiste à nuancer sur le caractère bio ou naturel qu'on voudrait bien attribuer aux repas locaux qu'on considéreraient de bio ou écolo. Cependant, un repas peut être considéré de bio si est seulement si, le processus ayant conduit à la production des éléments à préparer et la préparation proprement dite des aliments ont exclus nécessairement les engrais ou autres aliments chimiques de synthèses (Barabote, 2024).

Matiala (2021) a montré que 95% des Kinois fréquentent les restaurants de différentes catégories (0 à 4 fourchettes) disséminés à travers la ville de Kinshasa et consomment les mets disponibles selon leurs moyens financiers et ne se posent pas des questions sur les conditions (bio ou non) ayant conduit à leurs préparation. Les quelques avertis évitent de consommer n'importe où et n'importe quoi.

Un rapport de l'OMS (2020) atteste l'affaiblissement du système, la sensibilité aux infections, intoxications alimentaires, les troubles métaboliques et cardiovasculaires, la mauvaise croissance, l'obésité, le diabète de type 2, cancer, baisse de production et de qualité des hormones de reproduction, et tant d'autres maladies chroniques comme conséquences de la mauvaise alimentation. Ce qui fait que cet organisme puisse plaider pour une alimentation saine et durable qui ne reste que possible par l'agriculture écologique et par la promotion des écorestaurants et des écoménages. Il y a donc, une ressemblance proche entre la publication de l'OMS et une enquête menée en France où la mauvaise alimentation est en effet prouvée pour de nombreuses pathologies: cancers, maladies cardiovasculaires, diabète (3,7 millions de diabétiques en 2015), surpoids et obésité (17 % des adultes en France sont obèses et un tiers sont en surpoids, chiffres qui, chez les enfants

Donc, la mauvaise alimentation constitue l'un des principaux facteurs de risque d'un éventail de maladies chroniques, notamment les maladies cardio-vasculaires, le cancer, le diabète et d'autres affections liées à l'obésité. Parmi les recommandations spécifiques pour une alimentation saine figurent: consommer davantage de fruits, de légumes, de légumineuses, de noix et de céréales; réduire la consommation de sel, de sucre et de graisses. Il est également conseillé de choisir les acides gras insaturés plutôt que les graisses saturées. Dont tous doivent être issus d'une agriculture durable et écologique (Musenga, 2023).

L'amélioration des habitudes alimentaires n'est pas uniquement un problème individuel, il s'agit en effet d'un problème de société qui par conséquent nécessitera l'adoption d'une approche fondée sur la population, qui soit multisectorielle, multidisciplinaire et culturellement adaptée (FAO, 2015).

Une étude menée (l'OCDE, 2019) révèle que 40 000 décès par an pourraient être évités si la concentration moyenne annuelle de particules fines (PM_{2,5}) ne dépassait pas la valeur guide de l'OMS fixée à 5 µg/m³. 4 cancers sur 10 en France pourraient être évités par des actions sur les modes de vie ainsi que par une réduction de l'exposition aux facteurs environnementaux: tabac, alcool, l'alimentation, infections, activité physique, pollution de l'air extérieur... 54% des Français de plus de 65 ans s'estiment en bonne santé. En Suède, ce taux atteint 79%, pour une même espérance de durée de vie qu'en France. 6 épidémies zoonotiques majeures ont émergé depuis 2000: Ebola, Covid-19... Ces maladies sont liées aux changements causés par les activités humaines: pratiques agricoles, échanges internationaux... (OCDE, adaptée de PNUE 2021)

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la surgélation permet de préserver de manière optimale les qualités nutritives des aliments. En effet, ce procédé consiste à réduire rapidement la température des produits à très basse température (-18°C ou moins), stoppant ainsi presque totalement l'action des enzymes et des micro-organismes responsables de la dégradation et de la perte de vitamines, minéraux et autres nutriments essentiels. Ainsi, un légume surgelé quelques heures après sa cueillette contient généralement plus de vitamines qu'un légume frais qui aurait passé plusieurs jours dans un réfrigérateur.

Il est donc erroné de penser que la surgélation détruit systématiquement les qualités nutritionnelles des aliments. Toutefois, certaines vitamines comme la vitamine C sont plus sensibles à l'oxydation engendrée par les changements de température, cela signifie une petite diminution de la teneur en certains nutriments peut être observée après décongélation et cuisson. Malgré ses avantages, la consommation excessive d'aliments surgelés peut présenter certains risques pour la santé surtout ceux exportés dans certains pays en développement comme La RDC. en particulier, les plats cuisinés surgelés sont souvent riches en sel, sucre, matières grasses et additifs alimentaires (conservateurs, colorants, exhausteurs de goût...) ajoutés afin de prolonger leur durée de conservation, améliorer leur aspect visuel ou renforcer leur saveur. Ces éléments, lorsqu'ils sont consommés en excès, peuvent favoriser divers problèmes de santé tels que l'hypertension artérielle, le diabète de type 2, l'obésité ou encore les maladies cardiovasculaires, les faiblesses sexuelles, la baisse de résilience corporelle, l'azoospermie, etc (OMS, 2022).

S'il faudrait revenir sur les poissons qui constituent les mets les plus consommés par les attractifs (75%) et les plus consommés dans tous ces sites (40 à 75%). Leurs situations demeurent préoccupantes. car, ils sont menacés à travers les rivières de Kinshasa par la surpêche, les pollutions, les occupations anarchiques des lits de cours d'eau, la destruction des écosystèmes halieutiques dans l'ensemble et autres activités anthropiques. Cela prouve de l'inconscience écologique continue dans le chef des décideurs environnementaux, ceux du secteur agricole et de la sécurité alimentaire et ceux du tourisme en particulier. Car, Boulenger (1901) cité par Kikufi *et al.* (2020) proposa un premier inventaire des poissons des eaux douces congolaises pour un aménagement halieutique, chose qui n'a pas abouti malheureusement.

L'absence des conditions d'hygiène et d'assainissement durable à travers Kinshasa en plus des pollutions et de la dégradation de la qualité de l'environnement et de la situation socio-économique que caractérise toutes les communes que compte cette mégapole fait en sorte que cette ville soit en proie aux maladies environnementales (malaria, typhoïde) et aux vulnérabilités environnementales permanentes de populations qui y résident (Munkuomo, 2016). Pire encore, les effluents domestiques contenant des substances toxiques (métaux lourds ou autres substances chimiques indésirables) vulnérabilisent et causent des dégâts toxiques collatéraux sur les écosystèmes de la ville: cours d'eau, sol, champ (écosystème) poursuit ce même auteur.

Tangou *et al.*, (2023) ont révélé une pollution grave des rivières de Kinshasa surtout la ceinture industrielle de Limete où il y a que le déversement incontrôlé et sans dépollution de l'ordre de 73% avant le rejet de ces eaux dans la nature de la part de ses industrielles. Force est de constater que ces derniers les font sous l'œil impuissant de l'Etat qui dévient passager clandestin laissant ainsi la population et les écosystèmes à la merci des industriels non écologisés et sans culture écologique durable.

L'observation libre des sites touristiques sous examen révèle également une mauvaise gestion de l'environnement en général. Il y a lieu de signaler les similitudes entre cette étude et tant d'autres qui attestent les déversements anarchiques des eaux usées qu'elles soient ménagères, industrielles, pluviales qu'agricoles dans la zone Afrique (Binzangi *et al.*, 2004, 2014, 2019; Mpakam *et al.*, 2006; Hèssouwè, 2011; N'guessan *et al.*, 2011; Mana, 2011; Ahatefou *et al.*, 2013; Bigumandondera; Kouakou *et al.*, 2014; Hamadou, 2015; Tangou, 2017; Lelo *et al.*, 2018; Defoet *et al.*, 2018; Mafelly, 2019; Kabamba, 2019; Biey, 2020; Matadi, 2021; Musenga, 2023; Musibono, 2022, Munkuomo, 2023, etc.) transformant ainsi, la nature les ruisseaux, les rivières, les fleuves, les océans que tout autre eau de surface en dépotoir sauvage. Or, ces déversements non contrôlés contribuent à la pollution des rivières, la destruction des écosystèmes halieutiques, et le gaspillage de la ressource en eau, mais surtout la contamination des espèces aquatiques et la chaîne tropique (Kusonika, 2024). Certaines substances toxiques déversées dans un cours d'eau peuvent pénétrer dans les chaînes alimentaires et entraîner autant des maladies. C'est le phénomène de la bio-amplification (Tangou, 2022).

Les poissons tels que le *Tilapia* (*Oreochromis niloticus* Linné, 1758) et le silure (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) sont plus consommés dans les différents sites touristiques sans compter, la consommation dans les ménages et les restaurants. Ces poissons figurent parmi les espèces les plus importantes en Afrique (Lazard, 2009; Ansah *et al.*, 2018). Ces espèces ont été introduites dans différentes stations de pisciculture d'où elles s'échappent régulièrement. C'est pourquoi, elles sont souvent signalées dans plusieurs bassins côtiers d'Afrique de l'Ouest et Central (Lazard, 2009).

Les quelques présents dans les cours d'eaux de la RDC, ils sont sujets aux pêches avec des matériaux anti-écologiques et une surpêche dans certaines de ces rivières qui risquerait d'entraîner autant d'impact sur la qualité ou la quantité de ces espèces qui ont une influence non négligeable sur la demande touristique et sur les ménages Kinois.

La pollution plastique que gangrène les rivières de Kinshasa et le fleuve Congo, engendre les microplastiques qui pourraient donc servir de vecteur pour les maladies et avoir un impact sur la qualité et la sécurité de l'eau potable ainsi que les poissons qui s'y trouvent (Wagner *et al.*, 2014). Le nettoyage des plages, le traitement des déchets engendre des coûts importants pour les communes et les sites touristiques. Lorsque les laines de mer sont encombrées de ces déchets, elles ne sont que danger et insalubrité à toute volonté de développement touristique, par conséquent les communes se retrouvent dans l'obligation de procéder au nettoyage (Poitou, 2003).

Masua (2022) a mené une étude sur la mise en évidence dans les tubes digestifs de poissons *Clarias gariepinus* (poisson chat) « Ngolo » lors des observations au laboratoire il révèle la présence des micro-plastiques dans les tubes digestifs des poissons échantillonnés le long de pool malebo axe Kinshasa. Sur un total de 41 débris de microplastiques identifiés dans les tubes digestifs de poissons *Clarias gariepinus* à travers toutes les stations de pêche du Pool Malebo dans le fleuve Congo, seuls deux catégories de plastiques intègrent les tubes digestifs des poissons. Les polyéthylènes à basse densité (PELD) avec 34 débris soit 82,9% sont les plus représentatifs que les polypropylènes (PP) avec 7 débris soit 17%. Les poissons capturés au niveau de la station de Kingabwa présentent une proportion élevée de contamination (53,6%) par les débris suivis de ceux récoltés à Kinkole (24,3%), Maluku (12,1%) et Kinsuka (9,7%).

Dans la même étude ce chercheur montre dans différents types des microplastiques identifiés dans les tubes digestifs des poissons *Oreochromis niloticus* (tilapia) « Libundu » échantillonnés à travers les stations de pêche du Pool Malebo dans le fleuve Congo. Deux types de microplastiques (PELD: polyéthylène basse densité et PP: polypropylène) intègrent les tubes digestifs des poissons *Oreochromis niloticus* dans le Pool Malebo (fleuve Congo). Du point de vue abondance relative, les PELD avec 35 débris soit 79,5% sont les plus nombreux que les PP avec 9 débris soit 20,4%. Au niveau de station de pêche, les poissons récoltés au site de Kinkole sont les plus contaminés avec 18 débris soit 40,9% suivie de Kinsuka avec 13 débris soit 29,5%, Kingabwa avec 11 débris soit 25% et Maluku avec 2 débris soit 4,5%.

Donc, la pollution plastique affecte déjà les poissons que consomment la plus part de touristes (90%) qui fréquentent les sites touristiques situés le long du fleuve Congo et d'autres rivières internes à Kinshasa car quelques fragments plastiques ont été trouvés dans leurs tubes digestifs et dont les conséquences seraient nombreuses que pour la santé humaine, que pour la potabilisation de ces eaux par la REGIDESO (Masua, 2022).

A ce sujet, l'équipe de Pwema *et al.* (2018) renseigne que les poissons les plus consommés dans Kinshasa et par 75% des touristes au pool Malebo sont: la famille des tilapia (*Oreochromis niloticus* Linné, 1758s, tilapia du Nil), des poissons chats (*Clarias gariepinus* Burchell 1822), *Trachurus capensis* (Thomson) produit importé. Ces chercheurs renvoient la communauté Congolaise d'observer avec rigueur la façon où se consomme les poissons dans la Ville de Kinshasa ou encore dans les sites touristiques, cela devrait normalement susciter une réflexion scientifique et un regard objectif sur l'état des ressources halieutiques des cours d'eau et se converger vers l'aquaculture beaucoup plus durable et plus écologique.

Par le fait que la situation des ressources aquatiques est beaucoup moins favorable pour le Fleuve Congo et les autres rivières internes à Kinshasa (Pwema, 2014; Musibono *et al.*, 2017; Kusunika, 2024; Masua *et al.*, 2024). Ces cours d'eau subissent une surpêche, des rejets urbains polluants et d'autres formes de pollution anthropique et cela favorise la contamination des ressources (espèce-milieu), la raréfaction des espèces sinon la disparition de certaines espèces, voire même l'atteinte à la chaîne alimentaire qui du reste impacterait sur le met légendaire de ces sites (*Liboke*).

Par ailleurs, d'après une étude menée par les chercheurs canadiens (Jean-Benoit Legault, *et al.*, 2024) les particules de micro et nanoplastiques colonisent les ressources halieutiques risquent d'augmenter la fréquence de maladies non transmissibles comme le cancer, le diabète, les troubles cardiovasculaires et les maladies chroniques des poumons, prévient cette étude internationale. Ces particules ont été détectées dans pratiquement tous les organes du corps humain, du cerveau jusqu'aux organes reproducteurs, mais leur impact sur la santé demeure mal compris et doit être étudié plus en profondeur, plaident les auteurs de l'étude (Manzione, 2020).

Quant aux autres repas touristiques (poulets, dindons, chinchards, cotis des porcs, cuisse de poulet,) les surgelés de façon général ils sont issus des industries étrangères avec des processus de production, de conservation qui souvent ne respectent pas les normes ISO (14001 v 2015, ISO 9001 v 2015 et 22000) et les exigences de l'OMS et de la FAO (2022). Il faudrait réfléchir pour l'engagement dans une agriculture beaucoup plus écologique, mécanisée et plus durable et dont les productions seront accessibles à tous selon les revenus. Or, la majorité des Kinois vivent dans la pauvreté chronique (- 1\$/jr) (Munkuomo, 2022). Ce qui est l'une des raisons que cette population recoure aux produits alimentaires importés aux risques sanitaires divers (Musibono *et al.*, 2019; Lelo *et al.*, 2018; Munkuomo, 2022). Cette vision est contraire à la pensée de Lemba et Barabote (2024) qu'estiment que: « manger bio n'est qu'un choix, une discipline, une volonté de garantir son corps en bonne santé, une pratique d'hygiène alimentaire avérée, une attitude culturelle authentique qu'opte une personne pour éviter les risques sanitaires dévoilés par les experts et les organismes spécialisés (Munkuomo, 2022; Bonkuma *et al.*; 2018 FAO, OMS). Les avis de ce penseur se confirment également dans les milieux ruraux congolais où il y a disponibilité des rivières, espaces forestiers, sols, malheureusement les populations ne produisent souvent que pour des fins commerciales et préfèrent consommés les surgelés surannées venus de Kinshasa, mal conservés et souvent des piètres qualités nutritives. Ce qui l'une des raisons de la mal croissance des enfants, la faiblesse d'exploiter les sols d'où crise alimentaire humiliant toute la RDC par son manque de politique agricole moderne et durable.

Or, la RDC a son climat chaud et humide, caractérisé par une forte pluviométrie atteignant parfois jusqu'à 2 000 mm l'an dans la cuvette (Tsunza, 2015). De plus la RDC dispose de près de 80 millions d'hectares de terres arables, 4 millions de terres irrigables, dont 1% seulement cultivé (Ministère de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, 2024). Bien que l'Etat congolais venait d'allouer à ce secteur un budget en hausse de 13 % dans le projet de budget 2024 (Agence Ecofin, 2024) sur l'exercice 2024 qui prévoit un budget de 49 847 milliards de francs congolais (environ 16 milliards \$). Qu'à cela ne tienne l'expérience négative du passé n'aspire plus confiance aux responsables de ce secteur.

Car, le pays vit depuis un certain temps des détournements des fonds et deniers publics comme jamais au part avant. Les spécialistes en politique (Ndala, 2024; Ngem, 2024) pointent du doigt à la mauvaise gouvernance que fait face le pays dans tous les secteurs de la vie active, l'incompétence de la majorité de décideurs, le manque d'expertise et de technicité, l'archaïsme, le favoritisme, le clientélisme et le manque de leadership éclairé susceptible de transformer les patrimoines naturels en richesse réelle pour satisfaire les besoins des populations qui ne se remplissent des ventes que des aliments souillés, précaires, toxiques, avariés, qui les vulnérabilisent, les fragilisent et écourtent leurs séjours dans cette terre des hommes.

Cependant, les produits alimentaires les plus consommés dans les sites récréatives après les poissons sont nombreux (chèvres, les porcs, les vaches et autres bétails) et produits globalement dans les périphéries de Kinshasa et dans certaines fermes appartenant aux passagers clandestins teintés du mercantilisme, qui du reste ne voient que leurs propres intérêts économiques et temporaires. Ces agriculteurs non écologiques s'attèlent souvent à l'utilisation des Organismes Vivants Modifiés (OVM) et les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM) pour tirer le maximum de bénéfices dans un temps records ignorant ainsi leurs capacités de nuisance pour la santé des consommateurs et sur les écosystèmes (Musenga, 2023).

Par ailleurs, que ça soit pour des produits importés que ceux produits en interne, souvent les alimentent leurs espèces par des produits synthétiques issus des procédés chimiques non écologiques, utilisent des fertilisants non biologiques (azote, le phosphore, le calcium, la potasse, le magnésium, le fer ou le soufre, etc) et les produits phytosanitaires non durables (Mubwala, 2023). Il serait donc nécessaire et plus prudent d'utiliser les biotechnologiques vertes ou durables pour une consommation plus responsable avec moins d'inconvénients, la préservation de la qualité de l'environnement et les idéaux prônés par l'Agenda 2030. Cela est possible par l'application des techniques d'élevage et agricoles beaucoup plus écologiques, modernes et industrialisées, pour éviter la disparition de ces bêtes, la crise alimentaire et la hausse des prix à travers les marchés de consommation de Kinshasa où la population est majoritairement très pauvre.

D'autre part, les spécialistes en gastronomie moderne utilisent trop d'épices chimiques ou semi synthétiques pendant la préparation des mets pour une meilleure saveur et décoration (Barabote, 2024). Par contre, on reproche à ces épices d'avoir plusieurs conséquences néfastes pour les consommateurs, malgré la saveur et la décoration qu'on leur reconnaît le monopole.

Or, l'art culinaire durable doit privilégier les épices naturelles et bio pour des raisons de santé et la sauvegarde de l'authenticité culinaire, la tradition et la culture. Comme démontrer par certains spécialistes innées de l'art culinaire (Dibala, 2008; Kadjila, 2017; Wha, 2018; Wayame, 2018; Kaki, 2022; Kahusu, 2020; Molo, 2020; Fay, 2023; Kondembo, 2023; Bolumbu, 2023; Mbuyi, 2023; Lotshinda, 2024 et Gimena, 2024, etc) qu'un bon repas ne se résume pas seulement à l'utilisation des épices chimiques mais à la satisfaire et la constitution de la bonne santé des consommateurs. Les mets de ces spécialistes utilisant les épices naturelles ont prouvé les consommateurs sur la bonne qualité nutritionnelle. Donc, on peut mieux préparer qu'avec les épices naturels pour des raisons d'hygiènes alimentaires et la résilience physique (OMS, 2019).

En outre, de façon globale les touristes dans ces sites préfèrent consommés les produits locaux qu'ils jugent bio ou écolo, mais il y a lieu de vérifier sur la qualité qu'on leurs accorde. Qu'à cela ne tienne, cet aspect rejoint la forme du tourisme dite solidaire et sociale, sinon équitable par exemple, car il y a une dose de soutien des petits commerces de proximité (agriculteurs, fermiers, pêcheurs, les artisanats, etc) et la pérennisation de certaines origines géographiques de ces produits consommés et le privilège des produits d'origine régionale ou nationale (Yoka, 2022).

Malheureusement, il y a une sous production des poissons (tilapia, poisson chat, chinchard, etc) les plus consommés par ces touristes et autres produits agricoles (chèvre, porc, etc). Or, ces sites touristiques se ressource en quantité élevée auprès des pêcheurs, fermiers et autres revendeurs des poissons à travers Kinshasa pour satisfaire les besoins croissants des éventuels consommateurs.

Cet attachement aux produits alimentaires locaux constatés lors des enquêtes corrobore d'autres études (Zaiem, 2015; Akli Achabou *et al.* 2014) car les consommateurs accordent de plus en plus d'importance aux poissons locaux lors de leurs évasions touristiques et cela gagne peu à peu le comportement de bon nombre de Kinois qui évitent cependant les aliments surgelés, importés et produisent ailleurs avec des conditions et pratiques inconnues, souvent compromettantes (Lemba, 2024). En revanche, 90% de ces sites n'ont pas leur propre espace agricole pour l'agrotourisme durable. Cependant, l'agrotourisme n'est pas vraiment pratiqué dans les sites récréatifs de Kinshasa (Madia, 2005). Un bon nombre de gens informés sur les techniques agricoles nuisibles à leur santé deviennent retissant à certains aliments et préfèrent de plus en plus les aliments bio certifiés par les organismes spécialisés et désirent de « consommer de produits moins toxiques et plus durables » (Dekhili, Akli Achabou, 2014, Lemba, 2024).

Par ailleurs, avec le développement de l'agriculture et de l'élevage, l'homme a appris progressivement à sélectionner les végétaux et les animaux qui répondent au mieux à ses besoins en créant des variétés végétales et des races animales plus performantes (FAO, 2017). En agissant directement sur les gènes, il a pu élaborer ainsi des organismes génétiquement modifiés ou OGM comme les plantes résistantes aux insectes ravageurs, aux herbicides ou à la sécheresse. Mais comme toutes les innovations majeures, les OGM fascinent et inquiètent tout à la fois comme les OVM (Musenga, 2023).

De l'autre côté, en restauration commerciale, de nombreux facteurs (insécurité alimentaire, mondialisation, problèmes environnementaux et la technologie négative agricole) incitent les consommateurs à consommer de manière plus authentique (Clauzel *et al.*, 2015). Les consommateurs sont désireux de consommer des produits locaux et plus respectueux de l'environnement, dans le but de maintenir leur engagement en matière d'environnement mais aussi pour des questions de sécurité alimentaire et de découverte de la véritable saveur des aliments (Clauzel *et al.*, 2015). L'éthique et la culture occupent désormais une place centrale lors de la décision d'achat des produits de consommation (François Lecompte, Valette-Florence, 2006). Les consommateurs s'informent de plus en plus, et prennent conscience de l'origine environnementale des produits et leur santé (Gonzalez *et al.*, 2019).

Malheureusement selon Zaiem (2015) le coût de production d'un produit écologique est plus élevé que celui d'un produit classique, et ce coût supplémentaire se répercute sur le prix d'achat du consommateur. Par ailleurs, François Lecompte et Valette-Florence (2006) soulignent le fait que les consommateurs ne disposent pas d'un accès facile aux informations concernant les véritables pratiques et comportements des entreprises. Les consommateurs, s'ils souhaitent disposer de ces informations, doivent les rechercher eux-mêmes, ce qui les décourage (François Lecompte, Valette Florence, 2006).

La consommation des légumes contaminés par des métaux toxiques par exemple peut entraîner leur accumulation dans les reins et le foie de l'homme, et de surcroît provoquer plusieurs maladies dont le cancer, l'anémie, les maladies cardiovasculaires, rénales et

pulmonaires, ainsi que la déstabilisation du système nerveux et l'infertilité masculine (FAO/WHO, 2003; 2004; Mata et al., 2020; Ngweme et al., 2021, Munkuomo, 2022). De ce fait, il est très important et recommandé de consommer les légumes non contaminés par des polluants organiques et inorganiques tels que les métaux toxiques pour éviter les risques pour la santé (Poté et al., 2023).

Par ailleurs, les agriculteurs Kinois sont non professionnels (80%), mais l'activité fait vivre des nombreuses familles à Kinshasa et emploie plus de 20 mille personnes (DSRP, 2007). L'agriculture urbain durable peut contribuer au développement durable de la ville de Kinshasa sous certaines conditions, notamment à travers sa professionnalisation, l'arrêt des produits chimiques et la répartition équitable des terres arables (Musibono et al. 2011; Ngweme et al., 2021a, 2021b). Fait inquiétant à Kinshasa, beaucoup d'agriculteurs utilisent couramment les eaux des puits, des étangs, des rivières urbaines et des canaux très chargées en polluants organiques et inorganiques pour l'irrigation des cultures maraichères. L'utilisation de ces eaux et la culture sous les sols agricoles contaminés ainsi que les dépôts atmosphériques peuvent contribuer de manière très significative à l'accumulation de métaux toxiques dans les légumes à culture maraichère (Ali et Al-Qahtani 2012; Tshibanda et al. 2014; Kapembo et al. 2016; Laffite et al. 2016; Chabukdhara et al., 2016; Mwanamoki et al. 2015; Kilunga et al. 2017; Kayembe et al. 2018).

L'agriculture durable s'avère donc très importante et cruciale, car elle permet de produire des aliments sains et nutritifs tout en minimisant les impacts sur la faune et la flore, et en adoptant une approche rationnelle de l'utilisation des terres, excluant tout forme d'intensification.

De plus cette forme d'agriculture a plusieurs objectifs selon le FAO (2022): préserver la fertilité des sols et promouvoir la biodiversité; améliorer les conditions environnementales et prévenir la population; réduire la consommation de ressources non renouvelables, telles que les combustibles fossiles; favoriser le développement économique et durable des zones rurales; améliorer la qualité de vie, les droits et la santé générale des agriculteurs, sensibiliser la population à l'environnement et renforcer leur responsabilité à cet égard.

L'enjeu du tourisme durable et de l'agriculture durable est aussi pour les territoires, non seulement de fidéliser des touristes déjà conquis, mais encore d'en attirer de nouveaux, par des spécialités culinaires culturelles authentiques et des offres originales. La finalité est alors économique, et elle vise à accroître qualitativement et quantitativement la fréquentation touristique. Les offres touristiques authentiques, spéciales et bien articulées, permettent notamment d'allonger la durée de séjour d'un touriste, les pousse à dépenser plus que prévus afin de transformer son territoire en station et non plus en lieu de passage » (Conseil National du Tourisme de la région Bretonne, 2021).

Il faudrait alors s'interroger de la pertinence de certains ministres (tourisme, environnement, agriculture, culture, pêche et élevage, etc) de la RDC sur la production, la conservation et la consommation durable des espèces de la biodiversité qui conditionnent l'existence de l'espèce humaine, le tourisme, la culture, le commerce et l'économie, bref le développement durable.

4 CONCLUSION

Au regard de cette étude, on peut donc comprendre que la gastronomie congolaise garde encore sa place dans la consommation touristique au sein des seins récréatifs de la commune de la N'sele. Les touristes enquêtés ont montré que les mets congolais constituent leur premier motif de visite dans les différents sites. En revanche, le papillote aux feuilles des poissons d'eau douce appelé « *Liboke* » pris avec la douce musique accompagnée des boissons chaudes ou froides émerveillent, 95% des touristes. En plus d'autres produits (chèvre, porc, viande de bœuf, etc) qui rendent agréable les séjours de ces touristes. Il s'est avéré un attachement culturel et le souhait de sauvegarder nos identités culinaires à travers nos repas locaux. Mais ces différents repas sont produits à des conditions qui laisse à réfléchir sinon de manière non écologique.

Tandis que, la RDC peut profiter de ses atouts naturels et culturels pour améliorer son offre touristique et être un géant du tourisme gastronomique. Ce pays a 254 groupes ethniques, plus de 80 millions d'habitants passionnés des activités récréatives et touristiques, une diversité culturelle étendues dont 450 tribus, 80 millions de terres arables, un réseau hydrologique très dense, un éventail des espèces de la biodiversité, un climat à cheval de l'équateur, plus de 2000mm de pluviométrie moyenne annuelle, une superficie forestière estimée à plus de 153 millions d'hectares est donc appeler à se démarquer dans plusieurs recettes qui scelleraient sa place à l'internationale sur le plan touristique, culturel et socio-économique etc.

Cela est possible grâce à plusieurs stratégies managériales entre autres: la pratique de l'agriculture durable, la sensibilisation des populations sur la qualité des aliments et la santé publique, l'inventaire des ressources de la biodiversité, la lutte contre les pollutions, le financement des investissements verts à travers toutes les provinces de la RDC, la promotion du tourisme gastronomique congolaise, les événements de dégustation et de concours gastronomiques, la foire agricole des produits locaux, etc. Car le tourisme, la consommation alimentaire saine sont strictement liées à l'agriculture durable. La certification de nos divers repas à travers les structures internationales améliorerait tant soit peu notre tourisme gastronomique. Cependant, cette étude recommande également ce qui suit :

- l'Etat est sensé valorisé et s'engagé à la certificat des recettes congolaises à travers les organes internationales;
- l'état est appelé à organiser les inventaires des ressources selon les différents écosystèmes qu'existent;

- L'Etat doit financer, accompagner la réalisation et la promotion des projets d'écoagriculture (aquaculture, l'éco pisciculture, l'aquaponie, etc);
- Lutter et préserver les écosystèmes de toute formes de pollutions, d'exploitation irréflechis, du gaspillage;
- Cartographier et mettre en place un modèle numérique de suivi des ressources naturelles à temps réel;
- Conscientiser les industriels et les populations pour stopper la pollution de nos rivières;
- Accompagner les pêcheurs et les ONG engagés dans l'agriculture durable et le tourisme durable;
- Organiser les soirées congolaises où les repas congolais seront valorisés;
- Mettre en place une structure spécialisée pour la valorisation des mets congolais;
- Créer les évènements touristiques à caractère culinaire;
- Créer des concours culinaires pour enrôler d'autres experts au sein de la structure de la valorisation des recettes congolaises;
- Promouvoir l'agriculture durable à travers les 26 provinces;
- Sensibiliser la population à la consommation des aliments de façon plus écologiques,
- Eduquer les parents congolais à la conservation de notre identité culturelle et culinaire auprès des enfants;
- Etc.

REFERENCES

- [1] Beaudet, Gérard, 2006, « La géographie du tourisme gourmand », *Téoros*, dossier thématique « Tourisme gourmand », sous la dir. de Jean-Pierre Lemasson, vol. 25, n° 1, p. 10-14. DOI: 10.7202/1071027.
- [2] Bételle, Roger, 1996, *Le tourisme vert*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », n° 3124.
- [3] Bonkena et al. (2018), La consommation alimentaire et son évolution à Kinshasa, République Démocratique du Congo, Volume 36 (2018) Numéro 3.
- [4] Bourlet, Isabelle, 2002, L'émergence de l'agritourisme: les implications des changements dans le secteur agricole et sur les structures de production, Aix-en-Provence, Université de la Méditerranée, Laboratoire d'économie et de sociologie du travail.
- [5] Bras, Michel, [2004] 2009, « Apprivoiser l'Aubrac », dans Gilles Fumey et Olivier Etcheverria (dir.), *Atlas mondial des cuisines et des gastronomies*, Paris, Autrement.
- [6] Bras, Michel, 2002, *Bras, Laguiole, Aubrac, France*, Rodez, Rouergue.
- [7] cheverria, Olivier, 2014, « Du vignoble à la destination œnotouristique. L'exemple de l'île de Santorin », revue brésilienne *CULTUR*, n° 3, numéro spécial « Vin, patrimoine, tourisme et développement: convergence pour le débat et le développement des vignobles du monde », p. 188-210.
- [8] Clarimont, S. et Vlès V. (2018), « L'intégration tardive et hésitante du tourisme dans le champ du développement durable », dans *Tourisme durable en montagne: entre discours et pratique*, p. XVII-XXVII. La Plaine-Saint Denis: AFNOR.
- [9] Crozes, Daniel, 2000, *Le Guide de l'Aveyron*, Rodez, Rouergue.
- [10] Équipe MIT, 2011, *Tourismes 3. La révolution durable*, Paris, Belin.
- [11] FAO (2015), *Guide de pratique d'agriculture durable*.
- [12] Faure F. & De Alencastro F., 2014. Evaluation de la pollution par les plastiques dans les eaux de surface en Suisse. *Rapport mandaté par l'Office fédéral de l'environnement*.
- [13] Hazebroucq, Jean-Marie, 2009, « De l'espace touristique à la destination touristique: Un territoire qui se projette », dans Jean-Pierre Lemasson et Philippe Violier (dir.), *Destinations et territoires. Volume 1 Coprésence à l'œuvre*, Québec, Presses de l'Université du Québec / *Téoros*, p. 7-25.
- [14] Jacobs, Hersch et Florence Smits, 2007, *Le tourisme culinaire: un fort marqueur territorial. L'exemple du Canada*, 6^e Rencontres de Mâcon: Tourismes et territoires, Pré-actes.
- [15] Kadima K. et all. (2019), *Ecotourisme et perspectives de l'exploitation pétrolière: impasse dans le Lac Edouard au Parc National de Virunga de la période coloniale à nos jours*, éd. Universitaires Européennes.
- [16] Kaki et al. (2024), *Etat de lieux des espaces verts récréatifs dans la ville de Kinshasa: perception des Kinois et perspectives de planification et d'aménagement durable*, édition Cari journals international.
- [17] Lelo, N. (2011), *Planification et aménagement*. Ed. l'Harmattan, Paris.
- [18] Lemasson, Jean-Pierre, 2006, « Penser le tourisme gourmand », *Téoros*, dossier thématique « Tourisme gourmand », sous la dir. de Jean-Pierre Lemasson, vol. 25, n° 1, p. 3-4. DOI: 10.7202/1071025ar.
- [19] LOI n° 18-018 portant principes fondamentaux relatifs au tourisme en RDC, objet et définitions.
- [20] Long, Lucy, 2004, *Culinary Tourism*, Lexington, University Press of Kentucky.
- [21] Lozato, J.P. (2018), *Géographie du tourisme*. Ed Pearson, France.
- [22] Manzione J.G., (2020), « Le tourisme durable, composante essentielle du marketing touristique », *Cahier Espaces*, n° 67, pp. 104-168.
- [23] Marielle Salvador-Perignon, « Tourisme culinaire et valorisation des produits artisanaux: vers un tourisme durable », *Management & Avenir*, 2012.
- [24] Mashini D.M. (2018), *Gouvernance en RD Congo, Regard et témoignage*, Collection espace Afrique.

- [25] Mashini M. (2019), Les capacités d'accueil et les attraits touristiques de Kinshasa et ses alentours. Article on line.
- [26] Munkuomo, G. (2020) contraintes et défis de l'écologie urbaine en République Démocratique du Congo, article on line.
- [27] Musenga, (2023) Impact de l'occupation de l'espace urbain sur l'environnement à Kinshasa, éd. Düsseldorf.
- [28] Musenga tshiey (2023) Impact de l'occupation de l'espace urbain sur l'environnement à Kinshasa, éd. Düsseldorf.
- [29] Olivier et al. (2016) Tourisme et gastronomie, édition téoros.
- [30] OMS (2020), regard sur l'hygiène et l'assainissement.
- [31] OMT (2020) tourisme gastronomique à travers le monde.
- [32] OMT et PNUE, (2004), Principes directeurs sur le tourisme durable Tourisme, UNWTO Publications.
- [33] Pitte, Jean-Robert, 1993, « Des productions de qualité dans un paysage de qualité: un défi pour le monde rural français », *L'aménagement foncier agricole et rural*, n° 79, p. 19-22.
- [34] Pwema K.V., (2014), Ecologie alimentaire, reproduction et mode d'adaptation de cinq espèces de *Labeo* Cuvier, 1817 dans les milieux lentique et des rapides au Pool Malebo dans le fleuve. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo.
- [35] Ramazani, J.-P., Tourisme: concepts, filière et séjour touristique, Ed. Universitaires Africaines Kinshasa, 2018, p. 47
- [36] Tranquard, M. (2015), « Ingénierie des projets écotouristiques et durabilité environnementale ». Thèse de doctorat en développement régional, Chicoutimi: Université du Québec à Chicoutimi. Inédite.
- [37] UNWTO (World Tourism Organization), 2012, « Global Report on Food Tourism ». http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/food_tourism_ok.pdf, consulté en octobre 2024.
- [38] Vellas, F. (2018), Économie et politique du tourisme international, 2e édition, Ed. Economica, Paris.
- [39] Violier, Philippe, 2009, « Proposition pour un modèle d'analyse de la dynamique des lieux touristiques », dans Jean-Pierre Lemasson et Philippe Violier (dir.), *Destinations et territoires. Volume 1 Coprésence à l'œuvre*, Québec, Presses de l'Université du Québec / Téoros, p. 26-37.
- [40] Vlès, V. (2016), Politiques publiques d'aménagement touristique: objectifs, méthodes, effets, Talence, Presses universitaires de Bordeaux, France.
- [41] Weiss, Allen S., 2004, « Cuisine et Beaux-Arts: une petite méditation sur le gargouillou », *Critique. La Gastronomie, Revue générale des publications françaises et étrangères*, Paris, Minuit, t. LX, n° 685-686, p. 463-47.

Prevention of infectious risks in dental prosthesis offices and laboratories in Bamako

A. Ba¹, A. Kassambara¹, H. Koita¹, F. Diarra¹, S. Traore¹, and M. Keita²

¹University Hospital Center of Odonto Stomatology (CHU-OS), Bamako, Mali

²University Hospital Center of Gabriel Touré (CHU-GT), Bamako, Mali

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Dental impressions for prosthetics are a vector of contamination due to contact with the mucus and serous fluids of the oral cavity.

The objective of this work was to assess the knowledge and practices of dental prosthesis practitioners regarding contamination via impressions in the dental office and in the dental prosthesis laboratory.

This was a descriptive cross-sectional study of 40 volunteer practitioners who take or manipulate dental impressions in dental prosthesis offices and laboratories in the district of Bamako. Statistical analysis was performed using SPSS statistics version 25.0 software.

The male sex represented 82% of cases with an average seniority of 8.75 years. Private structures accounted for 60% of cases. Dental offices accounted for 82% of cases. Alginate was used as impression material in 97.5% of cases. Rinsing with water as a decontamination method was used in 42% of cases. Sodium hypochlorite was used as a disinfectant in 25% of cases.

The training of the actors of the prosthetic chain, the development of the procedures of the decontamination and individual protection of each prove to be essential.

KEYWORDS: decontamination, impressions, dental practice, Bamako.

1 INTRODUCTION

The transmission of diseases such as HIV AIDS, hepatitis and tuberculosis is a public health problem against which dental surgeons must adopt hygiene and asepsis measures in order to reduce the risk of contamination during dental care. especially when taking dental impressions [1].

In dentistry, the prosthetic act is certainly one of the acts where the break in the asepsis chain is most frequent due to the diversity of acts, equipment and materials involved, impressions which are often difficult to decontaminate, different round trips between the dental office and the prosthesis laboratory. It is difficult to have a sure method, perfectly codified, as it exists for the surgical act [2].

Dental impressions for prosthetics are a vector of contamination due to contact with the mucus and serous fluids of the oral cavity [3].

The decontamination of fingerprints is a public health problem, which concerns the entire population. Not only does it protect patients but also practitioners, which helps reduce the risk of cross-contamination [4].

1.1 TYPE OF STUDY

This is a cross-sectional, prospective study of the descriptive type established on the basis of a questionnaire intended for practitioners of prosthetic services (dental practice + dental prosthetic laboratories) of the CHU-CNOS and practitioners of private structures (cabinet dental + dental prosthesis laboratories) of Bamako.

1.2 PLACE AND FRAMEWORK OF STUDY

The study was carried out at the prosthetic services of the CHU-CNOS (Dental offices + dental prosthesis laboratories) and at the level of private offices and laboratories in Bamako.

1.3 STUDY PERIOD

A period from 26/10/2018 to 26/11/2018 (1 month).

1.4 STUDY POPULATION

The population studied consisted of all the dental surgeons as well as the laboratory technicians of the CHU CNOS plus the dental surgeons and laboratory technicians of the private structures of Bamako (dental practices + prosthesis laboratories) who agreed to participate in our survey and therefore answer the questionnaire.

Sample: (Exhaustive).

The sample size spanned all dental offices and prosthetic laboratories in Bamako.

We met 33 dental surgeons and 07 prosthetic technicians.

- Material used: A survey sheet: in the form of a questionnaire.
- Pencils and pens.
- Means of transport: two-wheeled vehicle: Motorcycle.
- SPSS version 25 data processing software.

1.5 STUDY METHOD

The questionnaire was distributed by hand: Self-administered.

We have made a list of dental practices and prosthetic laboratories which has been made up of the order of dental surgeons of Mali and updated in the field.

Then we made a chronogram of visits to these cabinets and laboratories.

Dental according to proximity of location.

1.6 SELECTION CRITERIA

1.6.1 INCLUSION CRITERIA

Were included:

- Any practitioner who takes dental impressions.
- Any practitioner who handles dental impressions.
- Any practitioner who agreed to answer our questionnaire.

1.6.2 NON-INCLUSION CRITERIA

Were excluded from our study:

- Practitioners who did not agree to submit to our questionnaire.
- Practitioners who did not make impressions and did not use them either.

1.7 DATA ANALYSIS AND PROCESSING PLAN

The data was entered on a computer and analyzed with Microsoft Office Excel software, Word 2010 with license and IBM SPSS statistics version 25.

1.8 ETHICAL CONSIDERATIONS

Participation in our study was completely voluntary. Practitioners were informed of the purpose of our study in order to obtain their informed consent. The questionnaire was anonymous to ensure the honesty of respondents.

1.9 SCIENTIFIC BENEFITS

This study will raise the awareness of practitioners regarding the risks of contamination.

It allows practitioners to evaluate their decontamination methods when taking dental impressions.

It also allows practitioners to know the most effective products, establish protocols for decontaminating impressions, involving all actors in the prosthetic chain for the prevention of cross-contamination.

2 RESULTS

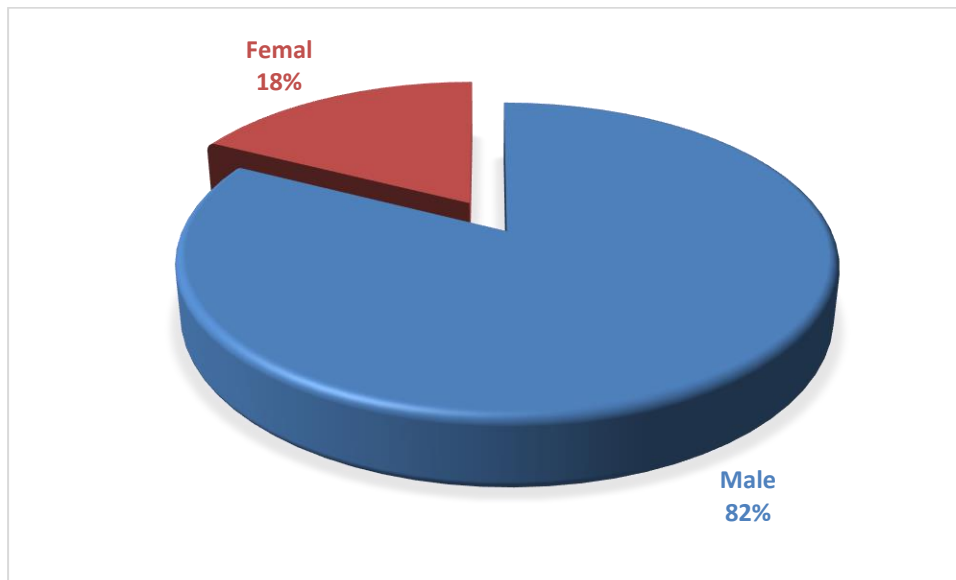


Fig. 1. *Distribution of the sample according to gender*

The male sex was predominant with 82% of our sample.

The sex ratio is 4.71.

Table 1. *Distribution of the sample according to the structure*

Structure	Number	Percentage %
Public	16	40,0
Private	24	60,0
Total	40	100

During our study, more than half worked in the private sector, i.e. 60% of our sample, 40% in the public sector.

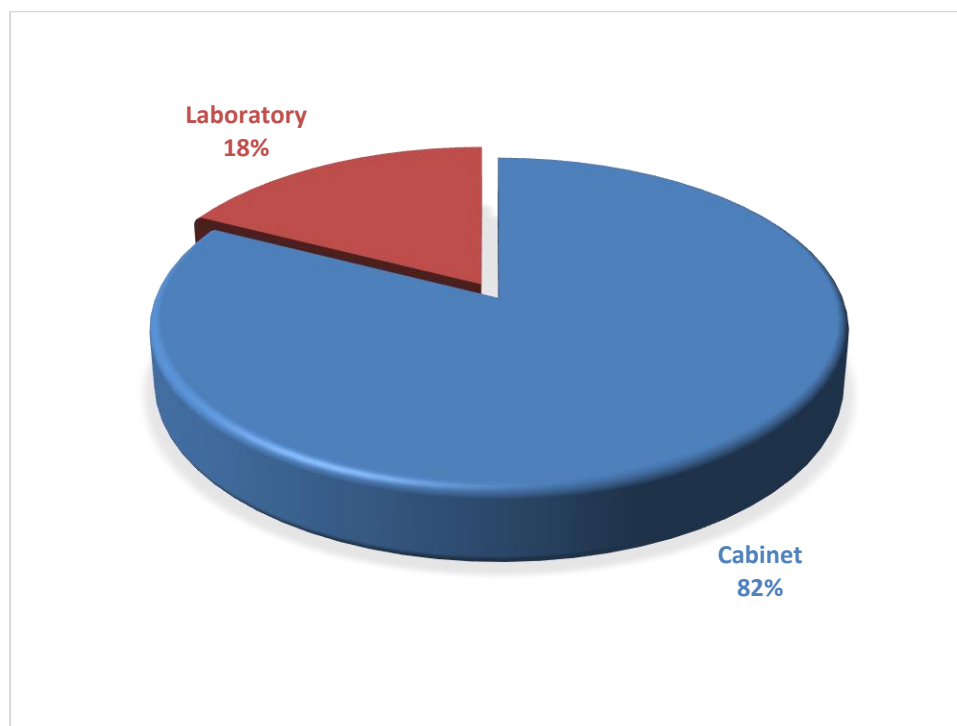


Fig. 2. Distribution of the sample according to the type of structure

Dental surgeons represented 82% of the sample and only 18% were laboratory technicians.

And it is quite normal that dental offices are more numerous than dental prosthesis laboratories because their work depends on that of dental surgeons.

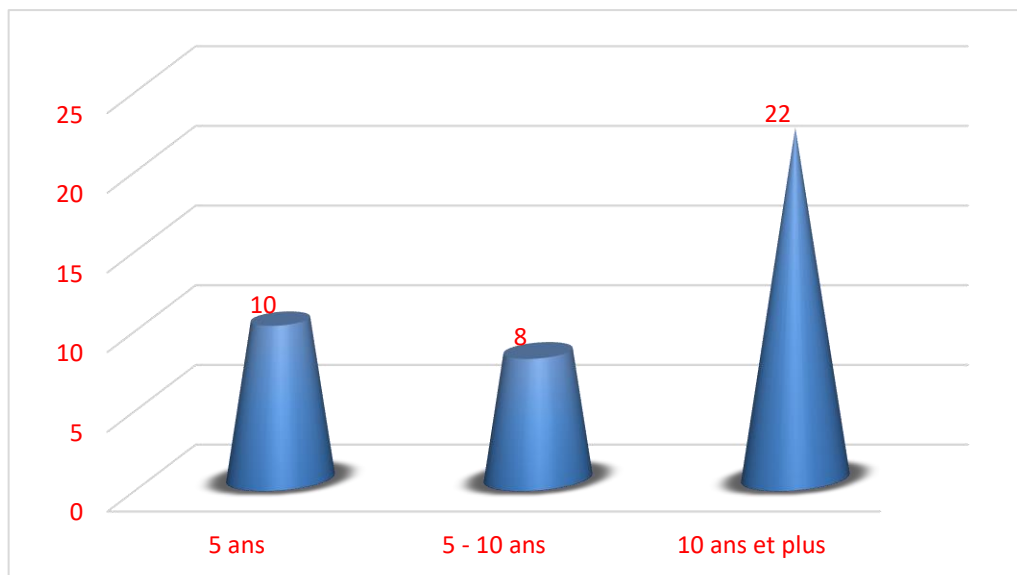


Fig. 3. Distribution of the sample according to seniority

Among dental surgeons and dental laboratory technicians, our study shows that the oldest (10 years and over) were the most numerous, i.e. 55%, 25% the youngest in their careers.

Table 2.

Product used	Yes		No	
	Effectif	%	Effectif	%
Alginate	39	97,5	1	2,5
Silicone	16	40,0	24	60,0

The use of alginate as impression materials accounted for 97.5% of cases.

Table 3. Transfer of the impression from the practice to the laboratory

Transfert	Yes		No	
	Effectif	%	Effectif	%
With form	24	60	16	40,0
Without form	13	32,5	27	67,5
With raised hand	13	32,5	27	67,5
In a container	10	25,0	30	75,0
Plastic bag	19	47,5	21	52,5
Paper cardboard	0	0	40	100
Plateau	7	17,5	33	82,5
With closure	7	17,5	33	82,5
Without closure	2	5,0	38	95,0
Plastic box	3	7,5	37	92,5

The dental surgeons who send the impressions to the laboratory with a form accounted for 60%. And 17.5 with closure.

Table 4. Notification of patient at risk

Notification of patients at risk	Effectif	Percentage %
Yes	23	57,5
No	17	42,5
Total	40	100

Practitioners who notify patients at risk were predominant with 57.5% of the sample.

Table 5. Accuracy of the disease

Disease accuracy	Effectif	Percentage %
Yes	19	47,5
No	21	52,5
Total	40	100

Practitioners who specified the disease: 47.5% of the sample, 52.5% without any details.

Table 6. Specified diseases

Specified diseases	Yes		No	
	Effectif	%	Effectif	%
HIV 1	11	27,5	29	72,5
HIV 2	12	30,0	28	70,0
Hépatitis	15	37,5	25	62,5
Tuberculosis	11	27,5	29	72,5

Among the diseases to be specified, hepatitis accounted for 37.5%.

Table 7. Processing of the imprint before sending it to the laboratory

Processing of the imprint before sending	Effectif	Percentage %
Yes	36	90,0
No	4	10,0
Total	40	100

Only 10% of our sample did not process the prints before sending them to the laboratory.

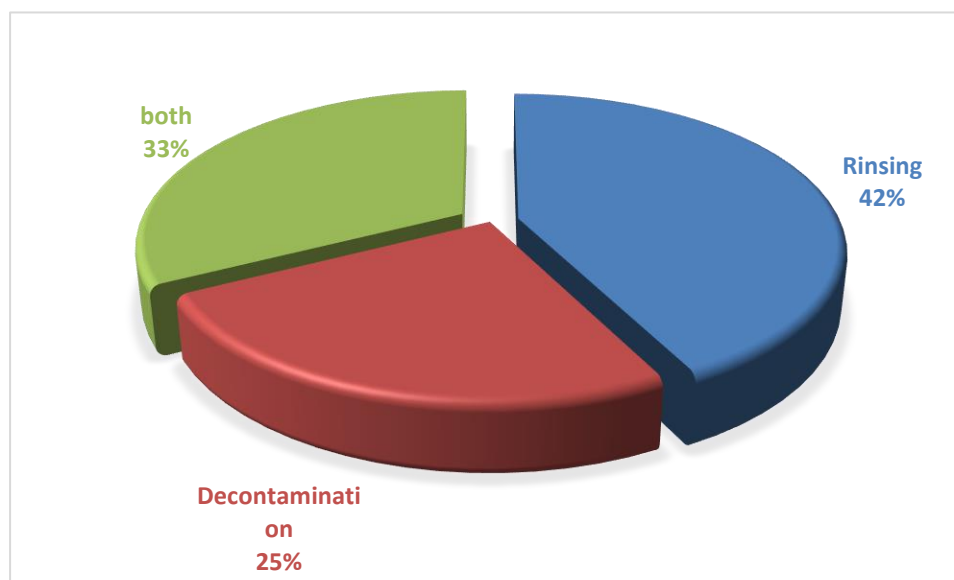


Fig. 4. Impression processing method before sending it to the laboratory

Rinsing with running water accounted for 42% of cases.

Table 8. Type of decontamination

Type of decontamination	Effective	Percentage %
Immersion	20	87,0
Spray	3	13,0
Total	23	100

Decontamination by immersion represented 87%.

Table 9. Duration of decontamination of prints

Duration of décontamination	Effectif	Percentage %
5 - 10 min	10	43,5
10 - 20 min	7	30,4
20 min and more	6	26,1
Total	23	100

The majority of our respondents took 5 to 10 minutes to decontaminate the prints, i.e. 43.5% of the sample.

Table 10. Product used for the decontamination of impressions

Decontamination product used	Effectif	Percentage %
Running water	17	42,5
Hypochlorite	13	32,5
Aldéhydes	1	2,5
Running water + hypochlorite	9	22,5
Total	40	100

The use of hypochlorite represented 32.5% of the sample.

Table 11. Agent responsible for decontaminating fingerprints

Person who takes care of decontamination	Effectif	Percentage %
Doctor	12	30,0
Medical assistant	14	35,0
Caregiver	6	15,0
Prosthetist	5	12,5
Prosthetist assistant	3	7,5
Total	40	100

Dentists who take care of the decontamination of their impressions represented 30% of our sample.

Table 12. Training of the entire team in the decontamination of prints

Training of the practitioner and team	Effectif	Percentage %
Yes	25	62,5
No	15	37,5
Total	40	100

In our study, 62.5% of our sample were trained in fingerprint decontamination (practitioners + team).

Table 13. Knowledge of decontamination protocol specific to each impression material

knowledge of decontamination protocol specific to each material (practitioner + team)	Effectif	Percentage %
Yes	27	67,5
No	13	32,5
Total	40	100

Our study showed that 67.5% of practitioners and their teams knew the specific decontamination protocol for each material.

Table 14. Existence of decontamination sheet within the service

Existence of decontamination sheet in the service	Effectif	Percentage %
Yes	7	17,5
No	33	82,5
Total	40	100

Only 17.5% of our respondents had a decontamination sheet in their departments.

Table 15. Use of means of protection during the decontamination of impressions

Use of protective means during decontamination	Effectif	Percentage %
Yes	35	87,5
No	5	12,5
Total	40	100

Our study showed that 87.5% of practitioners used means of protection during the decontamination of impressions.

Table 16. Means of protection used for the decontamination of impressions

Means of protection used	Yes		No	
	Effectif	%	Effectif	%
Gloves	32	80,0	8	20,0
Masks	26	65,0	14	35,0
Eye protection	7	17,5	33	82,5
Short sleeve blouse	10	25,0	30	75,0

In our study, 80% of our sample answered yes to wearing gloves as a means of protection during the decontamination of impressions.

Table 17. Vaccination against hepatitis B

Vaccination against hepatitis B	Effectif	Percentage %
Yes	28	70,0
No	12	30,0
Total	40	100

More than 2/3 of the sample, or 70%, are vaccinated against hepatitis B.

3 COMMENTS AND DISCUSSION

This study is the first in Mali to examine the practices of asepsis relating to the impression transferred to the laboratory as well as the perceptions of the professionals surrounding this field.

It is also the first to be carried out simultaneously with the two groups of professionals.

Our results demonstrate that the application of fingerprint decontamination measures is variable and in many aspects.

In order to improve the practice of professionals, students must have notions of the asepsis of the transferred articles and of cabinet and laboratory instrumentation during their initial training. Continuous training must be organized for professionals already in practice.

Our study involved all dental practices and prosthetic laboratories in Bamako over a period of one (1) month.

The target population: dentists and prosthetists working in the public and private sectors of the city of Bamako.

An anonymous paper version questionnaire was distributed to 44 people (dentists and prosthetists) having a practice of taking impressions after having explained to them the objective of this study. The survey sheet consisted of seven (07) series of questions on 4 pages. Indeed we found 40 respondents, two refusals from dentists and two from dental technicians.

SOCIODEMOGRAPHIC ASPECT

SEX

In our study, the male sex represented 82.5% against 17.5% of the female sex with a sex ratio of 4.71.

This result is comparable to that of GUEYE.M et al in Senegal in 2013 who found 80% in favor of men (laboratory technicians) [5] 73.3% still in favor of men (dental surgeons) in 2012.

In Morocco L. BAHJE and coll. reported 61.7% male in 2013 [6].

The low proportion of women could be explained by the fact that not only are many of them at home, but it must also be recognized that not many of them go to school.

Seniority.

The majority of our respondents had seniority of 10 years or more (55%).

In Morocco L. BAHJE and coll. in their study reported 40% from 10 to 20 years in 2013 [6].

The average professional seniority was around 8.75.

GUEYE.M et al from Senegal found 17.5 (dental surgeons) in 2013 19.26 (Laboratory technicians) [5] as average professional seniority.

This predominance could be explained by the fact that the existence of the odontology sector is very recent within our faculty of medicine. The training of dental surgeons outside the country stopped for a while before the opening of the national sector.

THE STRUCTURE

It can be seen that 60% of those interviewed were workers in the private structure.

In Morocco L. BAHJE et al. found 96.70% practicing in individual practices versus 3.30% practicing in group practices [6].

This could be explained by the fact that in public structures we found few responses to our questionnaire, only prosthesis specialists were interested. Departments such as periodontology, oral surgery, endodontic conservative dentistry, plus some laboratory staff (i.e. 2 out of 8) were not interested in answering our questionnaire, whereas in the private sector we found many respondents.

The frequency of dental practices was the highest with 82.5% of the sample, on the other hand dental laboratories represented 17.5% because there are few laboratories per practice.

PATIENTS AT RISK

In our study, they were 57.5% to notify patients at risk.

GUEYE. M et coll in Senegal in 2012 found 53.3% close to our result [5].

This explains why they are aware of the risk of cross-contamination in their daily exercise, mainly when taking fingerprints and that they take measures to avoid it. In addition, with the HIV pandemic, there has been the implementation in Mali of the National Policy for the Fight against Risky Diseases with continuous training and awareness campaigns.

On the other hand, 52.5% of practitioners do not notify the type of disease, and this rate reaches 72% for HIV and tuberculosis.

Processing of impressions before sending to the laboratory.

Almost all of them, or 90% of the sample, had the impression decontaminated before sending it to the laboratory.

In Canada in 2009 Joanna Bezerianos had found 74.9 of the professionals who disinfect regularly in her study and 96% according to the research of another study [8].

This shows us that practitioners avoid the risk of cross-contamination while putting into practice the different knowledge acquired during the different trainings.

KNOWLEDGE OF DECONTAMINATION PROTOCOL

More than half of our respondents (67.5%) mentioned having known an established protocol for the decontamination of each impression material in particular; on the other hand, in the structures visited, 82.5% do not have a decontamination sheet.

Joanna Bezerianos in a study in Canada in 2009 reported 65.4% [9].

The highest frequency was that of doctors, i.e. 55% of the sample, on the other hand, prosthetist assistants represented only 5% of cases.

Qualified personnel are aware of the risk of contamination, while unqualified personnel are not familiar with the protocol.

DECONTAMINATION

In a study, 42% of them rinsed with running water compared to 25% who used a disinfectant for complete decontamination; 33% did both.

GUEYE.M et al from Senegal reported:

60% of prosthetists rinse alginate impressions under running water;

46.7% of dentists used a disinfectant for impressions;

66.7% used a disinfectant for the decontamination of prosthetic parts [10].

L. BAHJE et al. in Morocco in 2013 reported 42.1% of practitioners always disinfected impressions against 8.8% who never disinfected impressions [11].

In Burgundy in 2005, the authors reported in their study that 59.9% of professionals clean and disinfect the impression before sending it to the laboratory [12].

The essential treatment time is rinsing under cold running water for at least 15 seconds as soon as the oral cavity is removed, regardless of the type of impression material, because by eliminating traces of physiological fluids (saliva, blood) and organic matter, this gesture optimizes the action of the disinfectant product. It thus allows a significant reduction in the initial microbial load [13].

The result obtained by us shows that there is a high proportion of transmission of soiled fingerprints from the practice to the laboratory.

Regarding the type of decontamination, in our study immersion was the most frequent, i.e. 87% of cases, with 5 to 10 minutes of duration as decontamination time (43.5% of cases). This suggests a low respect for the asepsis procedures of the impressions.

At the cabinet level, we have noticed that the decontamination task is delegated to medical assistants with 35% of cases, while at the laboratory level, this task in general is very little performed by the staff, i.e. 12.5% of the prosthetists.

Qualified staff (doctors and assistants) in the practice are the most likely to have taken decontamination training (70%).

Caregivers and laboratory staff are less.

MEANS OF PROTECTION

MEANS OF INDIVIDUAL PROTECTION

The majority of our respondents answered yes to:

- Wearing the means of protection, i.e. 87.5%;
- Wearing gloves 80%;
- Wearing masks 65%;
- Eye protection was at 17.5%.

In Morocco in 2013 L. BAHJE et al. in them found 85% of practitioners who wore full clothing during decontamination [14].

In Burgundy in 2005, the authors reported:

81.2% for wearing gloves and changing;

75.9% for the systematic wearing of a mask;

85.2 for the wearing of systematic eye protection [15].

Practitioners have the obligation of maximum and complete protection not only for their own health but also to avoid cross-contamination.

We note that they apply the necessary but still insufficient protection measures.

IMMUNOLOGICAL PROTECTION: VACCINATED STAFF

We note in our report that more than half or 70% of respondents had been vaccinated against hepatitis B, and that doctors represented 57.5% against 17.5% of assistants.

In Burgundy in 2005, the authors reported 92.6% of practitioners vaccinated against hepatitis B, a frequency of vaccinated assistants very close to that with 91.3%, contrary to our study [16].

A survey conducted in Italy on the knowledge, attitudes and practices of dentists with regard to immunization showed that 85.7% of a sample of 369 dentists were vaccinated against hepatitis B [17].

There was the national hepatitis B vaccination campaign for health personnel at the level of public structures by the Ministry of Health with a reminder.

The low number of medical assistants immunized against hepatitis B could be explained by the fact that the staff of private structures did not benefit from this campaign.

This study also made it possible to identify strengths and weaknesses, especially of dental surgeons.

4 CONCLUSION

The risk of cross-contamination is a reality at the level of the prosthetic chain.

Indeed, the observation of a good chain of asepsis is an obligation for dental surgeons as well as for dental laboratory technicians.

This study allowed us to observe that dental surgeons in Bamako are aware of the risks of cross-contamination and take the necessary measures to minimize it. On the other hand, at the laboratory level, the laboratory technicians are poorly trained in decontamination and they are not equipped for risk prevention. We have noticed that there is no communication between dental surgeons and laboratory technicians in terms of risk prevention.

REFERENCES

- [1] Egusa, Hiroshi, Takao Watamoto, Takuya Matsumoto, Keike Abe, Munemasa Kobayashi, Yoshihiro Akashi, Et Hirofumi Yatani. Clinical evaluation of the efficacy of removing microorganisms to disinfect patient – derived dental impressions. The international journal of prosthodontics 21 (6) (décembre):531-538, 2008.
- [2] Patrick Missika, Guillaume Drouhet. Hygiène, asepsie, ergonomie. Un défi permanent. Collection JPIO, Edition CdP 2001.
- [3] Petty, T.L. Guide de l'ADC sur la prévention et le contrôle des infections dans les cabinets dentaires. 2006.
- [4] Runnells R.R., Infection control in the dental laboratory. Trends Tech Contemp Dent Lab, 1985. 2(1): p. 11-2, 14, 16 passim.
- [5] Gueye and Coll. evaluation de la pratique de décontamination au laboratoire de prothèse. Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac., 2013 vol.20, n°2, pp. 28-32. Page 29. EDUCI 2013.
- [6] L. Bahije, A. Bahoum, F. Zaoui, W. Rerhrhaye. La stérilisation en pratique orthodontique : Etude des connaissances, attitudes et pratiques auprès des Dentistes Privés de la Région de Rabat. 2eme journées internationales francophonies de styerilisation Marrakech. Page 22,27, 12 -13 septembre 2014.
- [7] Gueye M. and Coll. Traitement des empreintes et des pièces prothétiques : évaluation des pratiques des chirurgiens-dentistes de Dakar. Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac., 2012 vol.19, n°4, pp. 34-39. Page 37. EDUCI 2012.
- [8] Gueye M. and Coll. Traitement des empreintes et des pièces prothétiques : évaluation des pratiques des chirurgiens-dentistes de Dakar. Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac., 2012 vol.19, n°4, pp. 34-39. Page 38. EDUCI 2012.
- [9] Joanna Bezerianos. Étude transversale sur l'asepsie des articles transférés entre la clinique et le laboratoire dentaire et de l'instrumentation de laboratoire. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en médecine dentaire Université de Montréal. 2009.
- [10] Khadidja Zatout. Traitement des empreintes au cabinet dentaire. Information dentaire Paris (France) ID n°4041(2016). Vol= 98.
- [11] Gueye and Coll. evaluation de la pratique de décontamination au laboratoire de prothèse. Rev. Col. Odonto-Stomatol. Afr. Chir. Maxillo-fac., 2013 vol.20, n°2, pp. 28-32. Page 30,31. EDUCI 2013.

- [12] Gestion du risque infectieux au cabinet dentaire état des lieux en BOURGOGNE. [www.ors –bourgogne. Org](http://www.ors-bourgogne.org), page 1, 2005.
- [13] Etude Pilote. Gestion du risque infectieux au cabinet dentaire état des lieux en BOURGOGNE. [www.ors –bourgogne. Org](http://www.ors-bourgogne.org), page 2. 2005.
- [14] Etude Pilote. Gestion du risque infectieux au cabinet dentaire état des lieux en BOURGOGNE. [www.ors –bourgogne. Org](http://www.ors-bourgogne.org), page 1. 2005.
- [15] DIGIUSEPPE G., CARMELO G., NOBILE A., MARINELLI P., ANGELILLO F. A survey of knowledge, attitudes, and behavior of Italian dentists toward immunization. *ELSEVIER, vaccine* 25; 2007;1669-1675.

Impacts de l'exploitation minière aurifère sur les composantes biophysiques de l'environnement à Aouzegueur dans la commune rurale de Tabelot (Agadez, Nord-Niger)

[Impacts of gold mining on the biophysical components of the environment at Aouzegueur in the rural commune of Tabelot (Agadez, North-Niger)]

Hassane Yaou Tahirou¹, Hamadou Younoussa Bachirou¹, Moussa Issaka Abdoul Kader², Hamza Saidou Bassara¹, Hassane Boubou³, Abdourhamane Toure Amadou³, and Garba Zibo¹⁻³

¹Faculté des Sciences et Techniques, Département de Numérisation des Sciences de l'Environnement, Université de Dosso, BP 230 Dosso, Niger

²Faculté des Sciences et Techniques, Département des sciences géologiques et environnementales, Université André Salifou de Zinder, BP 656 Zinder, Niger

³Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP 10662 Niamey, Niger

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In Niger, artisanal and scale mining contributes to reducing the poverty of populations in rural areas by injecting considerable monetary income but creates many environmental problems. This study aims to analyze the environmental impacts of artisanal and small-scale mining at the Aouzegueur mining sector, with a view to helping reduce the environmental risks associated with the activity. The methodological approach consisted of field observations, surveys and interviews with stakeholders directly or indirectly associated with gold mining. Furthermore, a diachronic analysis of changes in the landscape of the Aouzegueur sector was carried out on the basis of satellite images. The results show, on the one hand, a significant regression in the areas of natural vegetation, hills and rocky terrain in favor of sand dunes. On the other hand, they show that gold mining has considerable negative impacts in the study area, particularly on soil, water, air, fauna and flora. Implementing an effective environmental management plan will limit the impacts of gold mining activities on these environmental components.

KEYWORDS: environment, artisanal mining, small-scale, pollution, Aouzegueur.

RESUME: Au Niger, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle contribue à réduire la pauvreté des populations en milieu rural par injection de revenu monétaire considérable mais, engendre beaucoup de problèmes environnementaux. Cette étude vise à analyser les impacts environnementaux liés à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans le secteur minier d'Aouzegueur en vue de contribuer à réduire les risques environnementaux liés à l'activité. L'approche méthodologique a consisté à des observations de terrain, à des enquêtes et des entretiens avec les acteurs directement ou indirectement associés à l'exploitation aurifère. Par ailleurs, une analyse diachronique des mutations du paysage du secteur d'Aouzegueur a été réalisée sur la base d'images satellitaires. Les résultats montrent, d'une part, une régression significative des superficies de la végétation naturelle, des collines et des terrains rocaillieux au profit des dunes de sable. D'autre part, ils montrent que l'exploitation aurifère a des impacts négatifs considérables dans le secteur d'étude, notamment sur le sol, l'eau, l'air, la faune et la flore. La mise en place d'un plan de gestion environnementale efficace permettra de limiter les impacts des activités de l'exploitation de l'or sur ces composantes de l'environnement.

MOTS-CLEFS: environnement, exploitation minière artisanale, petite echelle, pollution, Aouzegueur.

1 INTRODUCTION

L'extraction minière artisanale et à petite échelle peut se définir comme une activité d'exploitation minière artisanale ou semi-mécanisée [1]. Elle concerne environ 40,5 millions de personnes dans le monde [2] et occupe une place importante dans les économies de certains pays [3]. Dans beaucoup de pays d'Afrique de l'Ouest, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle représente un moyen de subsistance pour des millions de personnes et une source importante de développement économique pour de nombreuses communautés rurales [4], [5]. Dans l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest francophone, l'or est reconnu comme l'une des principales ressources extraites par l'exploitation minière artisanale et à petite échelle [4].

Au Niger, les zones d'exploitation minière artisanale et à petite échelle concernant l'or sont répertoriées principalement dans le Liptako (région de Tillabéry), dans l'Aïr et le Djado (région d'Agadez) [6]. Ainsi, l'historique de l'orpaillage a démarré dans la région de Tillabéry au milieu des années 1980 et s'est étendu en 2014 dans la région d'Agadez, notamment à Aouzegueur, Ible, Dabaga, Fassou, Gofat, Djado et Tafassasset [7]. Récemment, en 2021, cette activité est apparue dans la région de Maradi à Dan Issa [7]. L'exploitation minière artisanale et à petite échelle contribue à l'économie du pays qui regorge plus de 200 sites [7], employant plus de 365 000 personnes [8] et plus de 800 000 personnes en dépendent en milieu rural [7]. Selon le Ministère des Mines du Niger, la quantité d'or issue de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle est passée de 350,7076 kilogrammes en 2017 à 18,307 tonnes d'or en 2020 [9].

Dans la perspective d'intégration du secteur minier artisanal dans l'économie nationale, [10] a estimé que le Niger devra nécessairement adopter des mesures de nature à augmenter les taux de récupération de l'or, diminuer la fraude, préserver l'environnement et la santé des artisans contre la pollution par des produits chimiques. Ces mesures participent à la réduction de l'insécurité alimentaire due aux insuffisances des productions agro-pastorales suite aux déficits pluviométriques [10].

L'exploitation minière artisanale et à petite échelle, contribue à réduire la pauvreté des populations en milieu rural par injection de revenu monétaire, mais engendre beaucoup de problèmes environnementaux en ce qui concerne la déforestation, la dégradation des sols, la pollution de l'air, des sols et de l'eau, la perte de la biodiversité et le façonnement du paysage [11], [12]. L'exploitation minière qui se développe autour de certaines aires protégées (Termit, Aïr Ténéré, parc W) constitue une menace sérieuse en termes de pollution et de pressions sur les ressources hydriques, et un facteur d'attraction des populations susceptibles d'accroître le besoin en ressources naturelles [13]. Dans la zone d'étude, les activités d'orpaillage au niveau du mont Takoukouzet et en bordure sud de la Réserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré, en forte augmentation depuis 2018, constituent une menace très sérieuse pour la faune et en particulier pour la survie d'une des trois (3) dernières populations de gazelle dama à l'état sauvage, en danger critique d'extinction [14]. Il est alors impératif que des mesures soient prises pour réduire les mauvaises pratiques de l'activité, d'où la nécessité d'organiser le secteur. C'est dans ce contexte qu'intervient cette étude qui a pour objectif d'analyser les impacts environnementaux liés à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans le secteur minier d'Aouzegueur afin de contribuer à réduire les risques environnementaux liés à l'activité. De façon spécifique, il s'agit de présenter les techniques de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans le secteur minier d'Aouzegueur, de déterminer la dynamique d'occupation du sol du secteur minier d'Aouzegueur et de caractériser les impacts de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle sur les composantes biophysiques de l'environnement du secteur minier d'Aouzegueur.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 ZONE D'ETUDE

La zone d'étude se trouve à Aouzegueur (9°37'15,25" de longitude Est et 17°30'05,46" de latitude Nord), une localité de la commune rurale de Tabelot dans la région d'Agadez (Fig.1.). Elle est située en plein cœur du désert à 200 km au Nord-Est d'Agadez, chef-lieu de la région et couvre une superficie de 1292,88 km².

Le climat, de type saharien et semi-aride est caractérisé par deux types de vents : l'Harmattan de direction Nord-Est qui souffle d'octobre à mai et la Mousson de direction Sud-Ouest qui souffle de juin à septembre. La température annuelle moyenne à Tabelot est très élevée (29.7°C). La chaleur constamment présente s'associe aux vents et provoque une intense évaporation. Trois saisons se succèdent : une saison froide de novembre à février ; une saison chaude de mars à juin et une saison pluvieuse de juin à septembre [15]. La moyenne de pluie pour la période 2012-2021 est de 184,65mm. La variabilité annuelle et interannuelle des pluies est importante. Le rapport précipitation/évapotranspiration est de 0,006. Les précipitations de plus de 20 mm provoquent des écoulements d'eaux importants issus des bassins versants des massifs montagneux entraînant des dégâts sur les cultures et des pertes de terres [16].

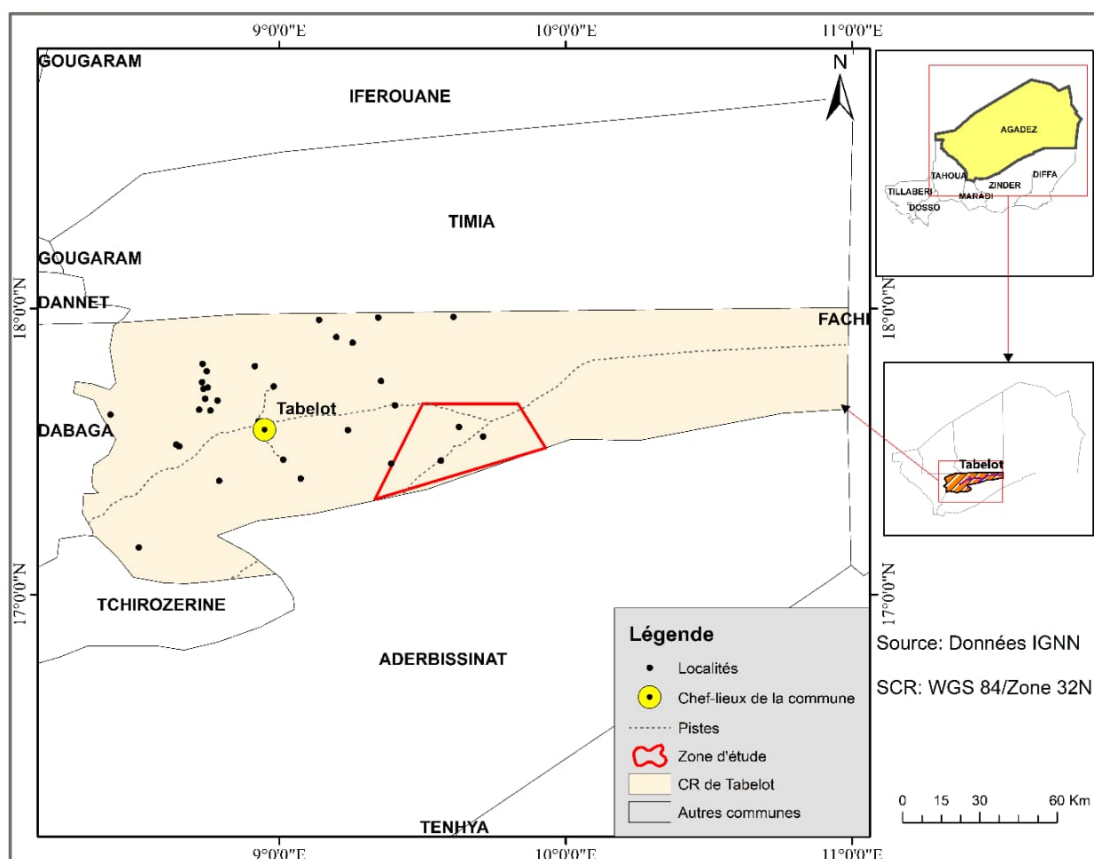


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude

Le relief est caractérisé par des massifs montagneux de type granitique ou volcanique, des collines et des pénéplaines. A l'intérieur et sur le pourtour des massifs montagneux se trouvent des vallées (appelées Oueds ou koris) encaissées, à profil en V et à pente forte, ainsi que des vallées alluviales larges à fond plat et à pente faible » [17]. La quasi-totalité de l'espace de la zone d'étude est occupée par des collines, d'où prennent naissances de nombreux réseaux hydrographiques dont les principaux sont: Tazizilet, Ibenjir, Issoukounougour et Tabelot (80km à l'ouest d'Aouzegueur).

Sur le plan géologique, la zone d'étude fait partie du bloc d'Aouzegueur qui forme la partie Est du massif de l'Aïr. Elle est composée d'une séquence ophiolitique de roches sédimentaires clastiques de l'unité d'Arrei et de la suite tonalite-trondhjémite-granodiorite d'Eberjegui [18], [19].

L'hydrogéologie est caractérisée par la coexistence de deux réservoirs [20]. Le premier est représenté par le socle et se caractérise par une porosité et une transmissivité faible [21] tandis que les formations argilo-sableuses des alluvions d'oueds constituent le deuxième réservoir qui est important du fait de sa capacité d'emménagement [22]. Les aquifères constitués dans ces formations sont localisés sur les bords, et au fond des koris qui entaillent généralement les massifs jeunes aux piémonts desquels se trouvent les sources et les aguilmames [23]. Les profondeurs des venues d'eau des aquifères constitués dans le socle discontinu se situent entre 16 et 24 m, celles des aquifères constitués dans les zones altérées du socle (aquifères des altérites) se situent à une moyenne de 22 m environ [24]. Pour les aquifères des alluvions, les profondeurs de venues d'eau se situent entre 6 et 18 m [23].

La végétation se trouve sur les bordures des vallées, dans certaines plaines inondables et sur les reliefs (montagnes et collines). Elle est composée de plusieurs espèces ligneuses et des herbacées qui sont très abondantes en dépit de la nature du terrain qui est un espace ouvert sur un sol sablonneux. C'est une zone par excellence de production de ressources pastorales [25].

La faune est très diversifiée et se trouve pour l'essentiel dans la Réserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré qui s'étend entre les montagnes de l'Aïr (sommets à 2200 mètres) et le désert du Ténéré et qui couvre 58,40% (755,04 Km²) de la superficie de la zone d'étude. Cette faune est sérieusement menacée à cause du braconnage, de l'avancée du désert et surtout de l'occupation anthropique de plus en plus accélérée de nouvelles terres par les agriculteurs et les exploitants miniers [25].

La population d'Aouzegueur est estimée à 5503 habitants en 2018 sur les 7792 orpailleurs de l'Aïr soit 70,62% [26]. Elle est composée d'agropasteurs, de transhumants et des artisans miniers venus de toutes les régions du Niger et d'étrangers.

2.2 DONNEES UTILISEES

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont constituées de données primaires qui ont été collectées par observation directe sur le terrain lors des différentes sorties réalisées et à travers une enquête auprès des riverains du secteur minier d'Aouzegueur. Ces données ont été complétées par des données issues de la documentation existante et de données cartographiques.

2.2.1 OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Cette technique a permis de déterminer les différentes activités de l'extraction de l'or, d'identifier celles qui ont des impacts sur les composantes biophysiques de l'environnement à savoir les ressources en eaux, le sol, la flore, la faune et l'air. Elle a aussi permis de découvrir les produits chimiques et les quantités d'eaux utilisées dans les différents types de traitement du minerai. L'observation a souvent été complétée par des témoignages des différents acteurs intervenant dans le cadre de l'exploitation minière de l'or.

2.2.2 ENQUETE SUR LES IMPACTS DE L'EXPLOITATION MINIERE AURIFERE

Une enquête a été menée du 15 au 30 juillet 2022 auprès de 55 riverains du secteur minier d'Aouzegueur. Elle a pour objectif de recueillir les perceptions des populations sur les impacts liés à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle et ses activités connexes, notamment sur le milieu biophysique. Les enquêtés ont été choisis au hasard et interviewés sur la base d'un questionnaire réalisé sur Kobocollect qui a aussi servi à la notation des réponses aux questions posées et à leur analyse. Cette enquête a été complétée par des entretiens avec les exploitants miniers et les cadres de l'administration minière de Tabelot.

2.2.3 DONNEES CARTOGRAPHIQUES

Ces données sont constituées des coordonnées géographiques des zones d'activités, des forages d'eau et des localités (villages) du secteur minier d'Aouzegueur, d'images satellites, d'image Google Earth, du fichier de forme (shapfile) des communes du Niger et d'un fichier de forme (shapfile) qui a servi à la délimitation de la zone d'étude. Les coordonnées géographiques ont été prises à l'aide du Géopositionnement par satellite (GPS Garmin map 78S) et ont servi à géolocaliser les villages, les zones d'activités aurifères du secteur minier d'Aouzegueur et les forages qui alimentent les sites d'activités aurifères. L'image Google Earth a servi à digitaliser un kori situé à proximité des zones de traitements du minerai. Quant aux images satellites, elles sont constituées d'images Landsat-7 (Capteur ETM - Enhanced Thematic Mapper) et Landsat-8 (Capteur OLI-TIRS - Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor) d'une résolution de 30m*30m, téléchargées sur le site de l'USGS (earth explorer) Glovis.usgs.gov. Ces types d'images ont été utilisés pour cartographier l'occupation du sol sur d'autres sites d'exploitations aurifères par plusieurs auteurs parmi lesquels [27] et [28]. Pour mieux percevoir les changements induits par les activités d'exploitation de l'or, la période allant de 2000 à 2022 a été retenue. Ainsi, les images satellites des mois de mars 2000 et de mai 2022 ont été utilisées, soit 22 ans après le début de mise en exploitation du secteur minier d'Aouzegueur. Les deux dates correspondent respectivement aux périodes avant et pendant l'exploitation minière de l'or dans la zone d'étude, périodes durant lesquelles les objets ou unités d'occupation du sol de la zone d'étude sont observables et donc cartographiables. Ces images permettront de caractériser la dynamique de l'occupation du sol dans la zone d'étude en déterminant les changements intervenus depuis le début de la mise en exploitation des sites dans le secteur minier d'Aouzegueur.

2.3 TRAITEMENT DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES

Les données cartographiques ont été traitées à l'aide des logiciels QGIS 3.20 et ArcGIS 10.8. Le premier a servi à la réalisation des cartes des zones d'activités aurifères et de répartition des forages de la zone d'étude, ainsi qu'à la digitalisation d'un Kori sur l'image Google Earth. Le second a été utilisé pour la réalisation de la carte de localisation de la zone d'étude et le traitement des images Landsat. Le traitement de ces images, préalablement géoréférencées, a commencé par la réalisation d'une composition colorée de trois bandes (bandes 4, 3,2 pour l'image de 2000 et bandes 5, 4,3 pour l'image de 2022) afin de faciliter l'identification des objets ou unités d'occupation du sol du secteur minier d'Aouzegueur. Ainsi, quatre (4) unités ont été identifiées: végétation, terrains rocaillés, collines et dunes de sable. Ensuite, des parcelles d'entraînement ont été délimitées dans les différentes unités d'occupation du sol du secteur. Les parcelles d'entraînement ont été utilisées comme des signatures spectrales de référence pour discriminer une unité. Ces signatures ont servi à la classification des images par la méthode supervisée par maximum de vraisemblable. La délimitation de la zone d'étude a été réalisée à l'aide du fichier de forme réalisé par le ministère des mines. En fin des corrections ont été apportées aux images classifiées sur la base de visites sur le terrain et l'usage de Google Earth.

Le taux d'évolution (T_v) des unités d'occupation du sol en termes de progression ou de régression a été déterminé à l'aide de la formule suivante [29]: $T_v (\%) = \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right) \times 100$; avec S_1 la superficie de l'unité d'occupation du sol à l'année 1 et S_2 la superficie de l'unité d'occupation du sol à l'année 2.

Les valeurs négatives de T_v sont associées à une régression des unités d'occupation du sol et les valeurs positives à une progression des unités d'occupation du sol.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 TECHNIQUES DE L'EXPLOITATION AURIFERE DANS LE SECTEUR MINIER D'AOUZEGUEUR

Deux types de techniques d'exploitation de l'or ont été identifiées dans le secteur minier d'Aouzegueur: l'exploitation minière artisanale et l'exploitation minière semi-mécanisée (Fig.2.). L'existence de ces deux types d'exploitation de l'or et leur coexistence a été montrée par [30] à Bétaré-oya au Cameroun, par [27] dans la commune de Kampi au Burkina Faso et par [3] dans le secteur de Souanké au Congo.

L'exploitation minière semi-mécanisée se pratique dans la partie Sud de la zone d'étude où elle coexiste avec des zones d'exploitation minière artisanale et de traitement des haldes et terrils.

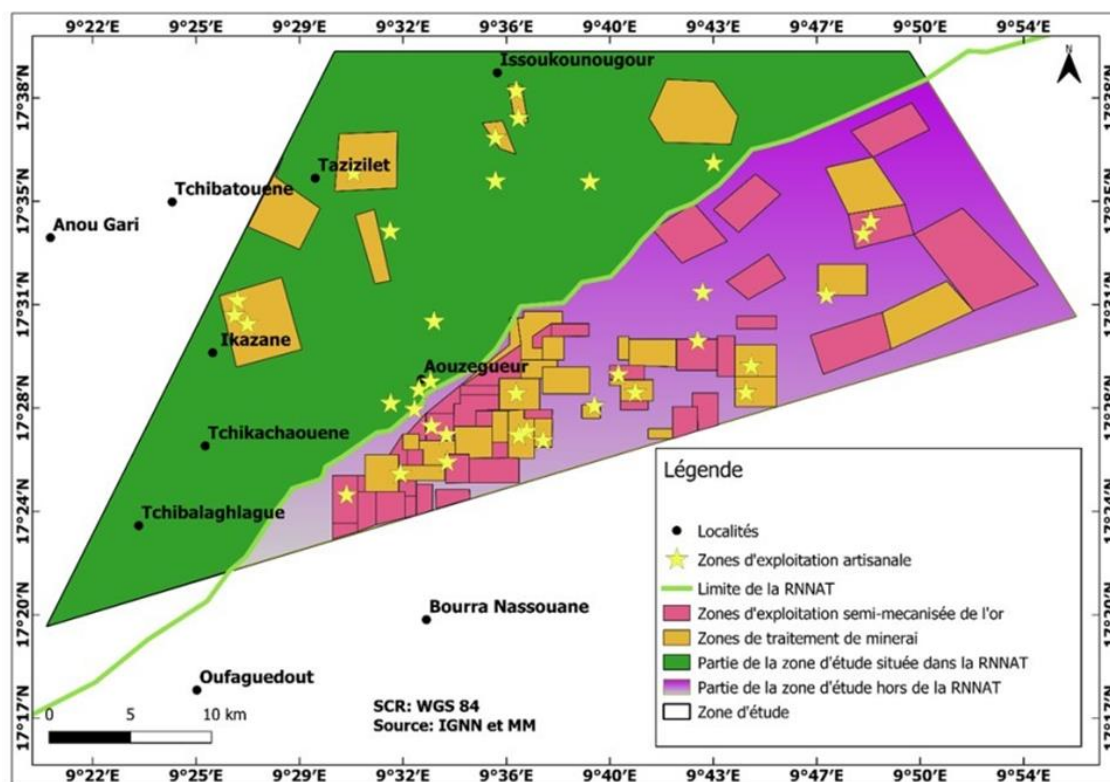


Fig. 2. Zones d'activités aurifères du secteur minier d'Aouzegueur

L'exploitation minière artisanale et le traitement des haldes et terrils se pratiquent aussi dans la partie Nord de la zone d'étude de façon informelle car cette partie de la zone d'étude est située dans la Réserve Naturelle Nationale de l'Air et du Ténéré. La pratique d'activités d'exploitation de l'or dans les aires protégées est un phénomène fréquent qui a été mis en évidence dans plusieurs études [31], [32], [33], [34], [35], [36]. Dans une étude menée en Côte d'Ivoire sur le parc national de Taï, [34] ont montré que l'activité d'orpaillage se multiplie à la périphérie et à l'intérieur du parc. Dans ce pays, une autre étude sur le parc national de la Comoe, a mis en évidence que le sabotage et la désorganisation du système de gestion et de surveillance du parc est accentué par plusieurs activités anthropiques parmi lesquelles figure l'orpaillage [31]. Ailleurs, en Afrique centrale, [32] ont montré que les mines artisanales, telles que l'orpaillage ou l'extraction du diamant, sont répandues dans toute la sous-région et pénètrent dans les aires protégées. Dans cette partie d'Afrique, précisément au Cameroun, [36] ont montré que les activités d'orpaillage sont constantes dans le Parc National de Bouba Ndjidda.

3.1.1 EXPLOITATION MINIERE ARTISANALE

L'exploitation minière artisanale s'effectue de deux façons: l'extraction par puits et l'extraction par fouilles superficielles. L'extraction par puits consiste à foncer des puits verticaux disposés suivant la direction du filon. L'exploitation du filon est ensuite réalisée par un

système de galeries latérales rayonnantes, parfois longues de plusieurs mètres. [37] atteste ces faits. Selon cet auteur, les techniques d'extraction artisanale dépendent de la nature du gisement. Ainsi, on distingue les fouilles superficielles dans les éluvions et les alluvions d'une part, et le fonçage de puits verticaux pour accéder aux filons et aux éluvions plus profondes d'autre part. Ces faits sont aussi attestés par [38]. Selon ses travaux sur l'orpaillage au Burkina Faso, les orpailleurs rencontrés dans le département de Gaoua utilisent deux techniques distinctes dont la première consiste à creuser la terre puis à passer avec un détecteur de métaux sur les déblais à la recherche d'or, tandis que la seconde consiste à suivre un filon en creusant des galeries dans le sol jusqu'à 100 mètres parfois.

Les outils utilisés pour l'ouverture et l'abattage sont rudimentaires. Ils comprennent des pioches, des pics, des marteaux, des pelles, des sacs en plastique et des lampes torches. Ce constat est conforté par [39], qui ont montré dans une étude réalisée dans la région de Bounkani en Côte d'Ivoire, que les méthodes et techniques d'exploitation de l'or sont très traditionnelles et que le matériel de fonçage des puits est constitué de pelles, pioches, marteaux, pics, sacs, cordes et machettes. Il est aussi confirmé par [3] et [40] qui ont montré que les techniques d'exploitation et les outils utilisés pendant l'exploitation de l'or sont rudimentaires et manuels sur les sites traditionnels.

L'exploitation par fouille s'effectue à l'aide d'appareils GPX 5000, Gold Fisher et TERRA 705 (détecteurs de métaux) qui peuvent détecter des pépites d'or natif dans le sous-sol jusqu'à des dizaines de centimètres de profondeur. Une fois le signal de détection émis, les orpailleurs creusent pour chercher l'objet d'anomalie. L'usage de détecteurs de métaux dans l'exploitation de l'or au Nord-Niger est évoqué par [41] dans leurs travaux sur le Sahara. Elle est aussi évoquée par [42] dans leur article sur les enjeux de la mutation des techniques artisanales sur la formalisation de l'exploitation de l'or au Burkina Faso. Selon ces auteurs, les détecteurs de métaux sont utilisés depuis 2009 et sont principalement utilisés dans la recherche de pépites d'or alluvionnaires. Ils permettent aussi la découverte de nouveaux sites d'extraction de filons selon les mêmes auteurs. L'utilisation de ces appareils fait partie des innovations apportées aux méthodes artisanales de l'exploitation de l'or [43]. Cette affirmation est confortée par celle de [44] qui, dans une étude réalisée dans le secteur de Dimonika au Congo, ont montré que ces derniers temps on assiste à une ruée vers l'utilisation des outils modernes, notamment les détecteurs de métaux et les broyeurs au niveau des sites d'orpaillage de montagne.

3.1.2 EXPLOITATION MINIERE SEMI-MECANISEE

L'exploitation minière semi-mécanisée est pratiquée par des sociétés de droit nigérien sur des périmètres octroyés par arrêté du ministère chargé des mines. Elle commence par l'implantation de puits, de galeries ou de tranchées. Ces ouvrages miniers peuvent aller jusqu'à 10 à 20 mètres de profondeurs. L'extraction se fait en utilisant des outils et des engins mécanisés comme des poulies, des marteaux piqueurs, des pelles mécaniques, des excavateurs, des engins miniers et des explosifs. A ce sujet, la loi n°2022-033 du 5 juillet 2022 portant loi minière du Niger, précise que l'exploitation minière semi-mécanisée utilise des méthodes et quelques moyens mécaniques dans la chaîne de production. [27], en se référant au code minier du Burkina Faso, a souligné la même précision. Aussi, dans une étude sur l'orpaillage dans le désert du Ténéré et le massif de l'Air, [45] ont affirmé que la mécanisation des techniques d'extraction de l'or y semble avancée dans cette zone. Ceci conforte nos observations sur la mécanisation des outils utilisés dans l'exploitation de l'or dans les zones d'exploitation semi-mécanisée du secteur minier d'Aouzegueur.

3.1.3 TRAITEMENT DU MINERAI

Les minerais extraits des sites du secteur minier d'Aouzegueur sont transportés par des moto-tricycles et des véhicules (Camions, moto benne, engins miniers et Pick up 4x4) sur 300 m de distance vers les centres de traitement de proximité ou sur des distances de 120 km et 200 km pour être traités dans des centres miniers situés au village de Tabelot ou dans la ville d'Agadez, respectivement. Ce fait est confirmé par [45] qui ont montré que dans le désert du Ténéré et le massif de l'Air le traitement de la roche se fait sur place ou à Tabelot et Agadez par des procédés mécaniques et chimiques.

Le traitement mécanique constitue une phase préparatoire au traitement chimique et consiste au concassage, au broyage et au lavage du minerai. Le concassage s'effectue manuellement à l'aide de marteaux. Il consiste à réduire la taille du minerai en gravillons de 2 à 3 centimètres de diamètre. Le broyage qui intervient après le concassage s'effectue aussi manuellement à l'aide de pilons de barre d'acier dans des anciennes bouteilles de gaz sciées et de façon mécanique à l'aide de broyeurs semi-mécanisés rotatifs, à boulet et au moulin à disque classique (Fig. 3A.). En dernière étape du traitement mécanique intervient le lavage. Il consiste à séparer l'or du minerai broyé et a pour but de concentrer l'or pour qu'il soit plus facilement récupérable. La première étape du lavage consiste à diluer la poudre de minerai avec de l'eau et son coulage sur la rampe (tapis) de lavage appelée « sluice » (Fig.3B.). Ensuite le tapis est retiré pour être lavé dans une baignoire d'eau savonnée afin de récupérer la partie fine riche en or déposée par gravité sur le tapis. La poudre de minerai est concentrée à la batée avant de subir un traitement chimique. Le traitement du minerai comprend donc trois étapes successives qui sont: le concassage-broyage, le traitement gravimétrique par lavage et le traitement chimique par amalgamation au mercure ou au cyanure [4].

Le mercure est utilisé pour traiter le concentré issu des sluices. Il est également utilisé dans les cuves de broyage humide à roue (Fig.3C.). Dans les deux cas, les mélanges qui résultent des processus de traitement au mercure (amalgame pour le mélange « concentré-

mercure » et complexe or-mercure pour le cas des cuves à broyage humide) sont brûlés à l'air libre au chalumeau et l'or apparaît sous forme de précipité après évaporation du mercure. Dans le cas des cuves de broyage humide à roue, il faut noter que pour un cycle de traitement 20g de mercure sont mélangés à 300 litre d'eau et 6 tonnes de minerai. Quant au cyanure, il permet une récupération de l'or contenu dans les résidus de minerai déjà traité par gravimétrie. Ainsi, la boue qui résulte du processus de lavage au sluice est vendue aux orpailleurs ou aux détenteurs des autorisations de traitement des haldes qui procèdent à la récupération de l'or résiduel par cyanuration (Fig.3D.). Cette dernière s'effectue dans des bassins imperméabilisés dans lesquels 3 litres d'acide cyanurique et une moyenne de 800 litres d'eau sont introduits par cycle de traitement. Dans chaque bassin où le minerai est laissé en imbibition, 100 tubes en U de copeaux de zinc permettant d'absorber l'or sont placés. Le zinc enrichi d'or récupéré du bassin est introduit dans des récipients en aluminium puis traité à l'acide sulfurique ou à l'acide nitrique. L'acide sulfurique est utilisé pour soustraire l'or du zinc et l'acide nitrique pour purifier l'or de l'acide sulfurique et des autres résidus [42]. L'utilisation du mercure dans le traitement artisanal du minerai d'or, est une technique qui est en vogue dans les régions d'Afrique de l'Ouest, d'Afrique Centrale et d'Afrique Australe qui sont réputées pour l'exploitation artisanale de l'or [40]. Quant à la cyanuration, elle est la technique la plus utilisée dans l'industrie aurifère à travers le monde [46] du fait de son taux de récupération d'or plus élevés que celui de l'amalgamation au mercure [47]. Selon [43], le recourt à ces produits chimiques rentre dans le cadre du perfectionnement des techniques de traitement du minerai.

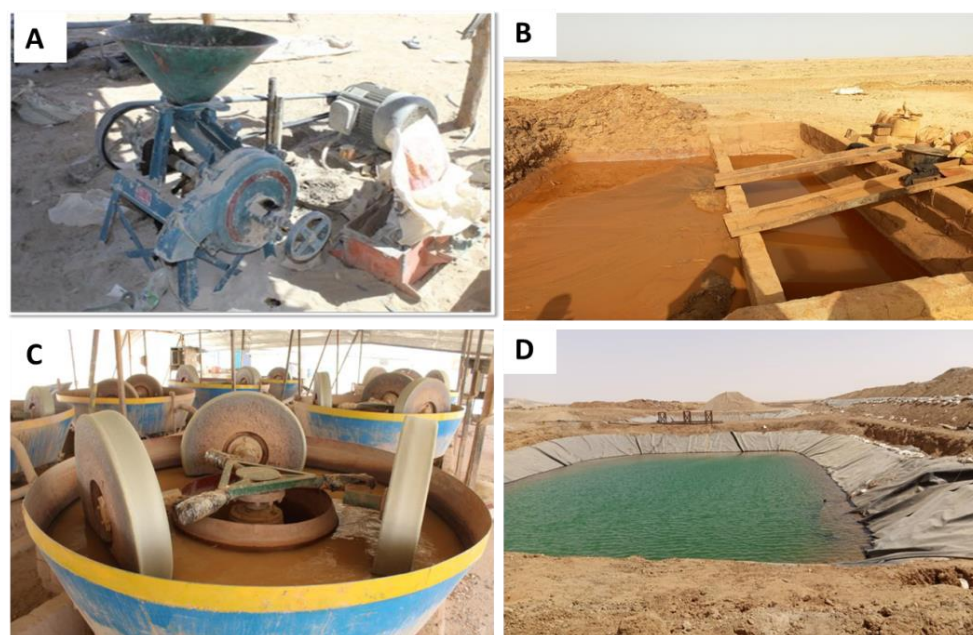


Fig. 3. (A) Moulin à disque classique (*Farin Doutchi*) basin [19], (B) Atelier de traitement de minerai par sluice (traitement gravimétrique), (C) Broyeur chilien (broyeur humide) à trois roues [19], (D) Bassin de cyanuration

3.2 DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL DU SECTEUR MINIER D'AOUZEGUEUR

Les cartes d'occupation du sol (Fig.4. et Fig.5.) montrent que l'exploitation aurifère dans le secteur minier d'Aouzegueur a provoqué une dégradation importante du couvert végétal. Ainsi, de 2000 à 2022 la superficie de la végétation est passée de 1857,93 ha à 1373,40 ha; soit une régression de 26,08% (484,53 ha). Il en est de même pour les superficies des collines et des terrains rocaillés qui sont respectivement passées de 8342,93 ha à 703,90 ha et 1196,04 ha à 1076 ha; soit des régressions respectives de 91,56% et 10,03% de leurs superficies. Contrairement aux superficies de ces unités, celle des dunes de sable a considérablement augmenté en passant de 928,08 ha en 2000 à 19373,60 ha en 2022; soit une progression de 1984,5% (1844, 552 ha). La disparition du couvert végétal au profit des sols nus, est un phénomène qui a aussi été observé à l'Ouest du Niger sur les sites d'orpaillage de Kossa, Manda et Taswada [48], de M'Banga [49] et de Komabangou [50]. Dans le Ténéré du Taffassaset, notamment à Aouzegueur et au Djado, la destruction du couvert végétal est très remarquable sur les sites d'orpaillage [19], [45], [51]. D'autre part, une étude diachronique de la végétation de la commune de Kampti au Burkina Faso a montré une dégradation de la savane arbustive et une augmentation des sols nus [27]. Dans les sites d'orpaillage des aires Protégées du Département de Mayo-Rey, [28], ont révélé que la végétation a subi une évolution régressive à cause d'un certain nombre de phénomènes anthropiques et en particulier celui de l'orpaillage. Dans une étude sur l'impact de l'orpaillage dans l'Est de la préfecture de Tchaoudjo au Togo, [52] a montré que la plupart des zones d'exploitation de l'or se caractérisent par une disparition presque totale de la végétation.

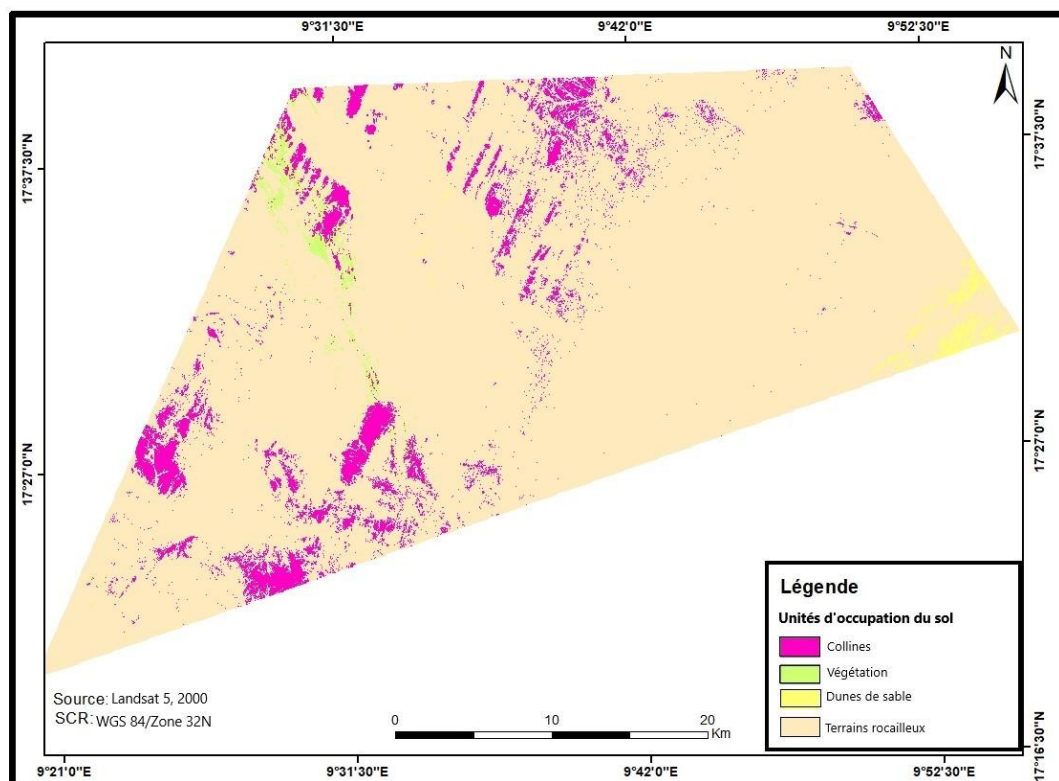


Fig. 4. Carte d'occupation du sol du secteur minier d'Aouzegueur de 2000

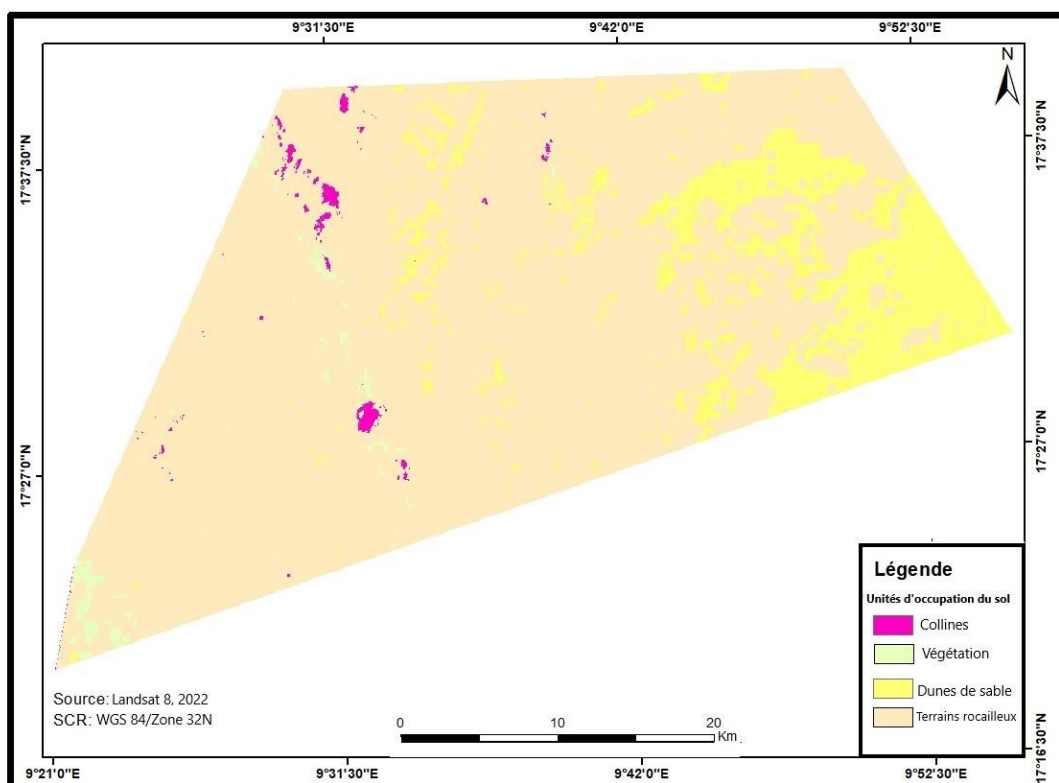


Fig. 5. Carte d'occupation du sol du secteur minier d'Aouzegueur de 2022

3.3 PERCEPTION DE LA POPULATION RIVERAINE DES ACTIVITES MINIERES SOURCES D'IMPACTS SUR LES COMPOSANTES BIOPHYSIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

La population riveraine du secteur minier d'Aouzegueur a affirmé que les activités de l'exploitation de l'or dans le secteur minier d'Aouzegueur ont un impact plus ou moins significatif sur les composantes biophysiques de l'environnement. Ainsi, 90% des enquêtés estiment que le traitement du minerai et les besoins quotidiens des exploitants miniers impactent considérablement la ressource en eau souterraine. Cette dernière est donc considérée par la population comme étant la composante de l'environnement la plus impactée par les activités minières. Le déblayage des zones sujettes à l'exploitation, le soutènement des galeries, le traitement de minerai, le déboisement pour la construction des habitations et des lieux de commerce ont été cités par 70% des enquêtés parmi les activités minières qui ont un impact significatif sur la végétation. L'impact des activités minières sur le sol a été attribué par 60% des enquêtés à la modification du relief à travers le creusement de puits et de galeries, les masses des terres déplacées, le déversement de produits chimiques et les déchets industriels et ménagers abandonnés sur le sol. Quant à l'impact des activités minières sur l'air, il a été attribué par 45% des enquêtés au transport du minerai par des véhicules, au concassage du minerai par les engins et à l'utilisation d'explosifs dans l'exploitation qui provoquent le soulèvement de poussières qui altèrent la qualité de l'air ambiant. La zone d'étude abrite des populations considérables d'espèces fauniques dont certaines ont disparu compte tenu de la dégradation de la végétation, des bruits générés par les véhicules et autres engins, ainsi que l'utilisation d'explosifs dans l'exploitation de l'or selon 65% des enquêtés. Cette disparition d'espèces fauniques est illustrée par la rareté de certains animaux qui est perçue par la majorité des personnes enquêtées ces 10 dernières années. Il s'agit de *Felis margarita* (Chat des sables), *Canis aureus* (Chacal), *Addax nasomaculatus* (antilope à nez tacheté), *Lepus* (Lièvre), *Ovis dalli* (Mouflon de dall), *Neotis nuba* (Outarde nubienne) et *Gazelle leptocère* (Gazelle de Rhim, gazelle des sables ou gazelle à cornes fines).

3.4 IMPACTS DES ACTIVITES MINIERES SUR LES COMPOSANTES BIOPHYSIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

Les activités minières du secteur minier d'Aouzegueur ont des impacts plus ou moins considérables sur les composantes biophysiques du secteur minier d'Aouzegueur, notamment sur l'eau, le sol, la flore, l'air et la faune.

3.4.1 IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAU

L'approvisionnement en eau du secteur minier d'Aouzegueur est assuré par 15 forages (Fig.6.) réalisés par les exploitants miniers sur les sites et ceux du village de Tabelot situé à 80 Km d'Aouzegueur et où une dizaine de citernes, de camions et des pick-up prennent de l'eau pour approvisionner les exploitants miniers.

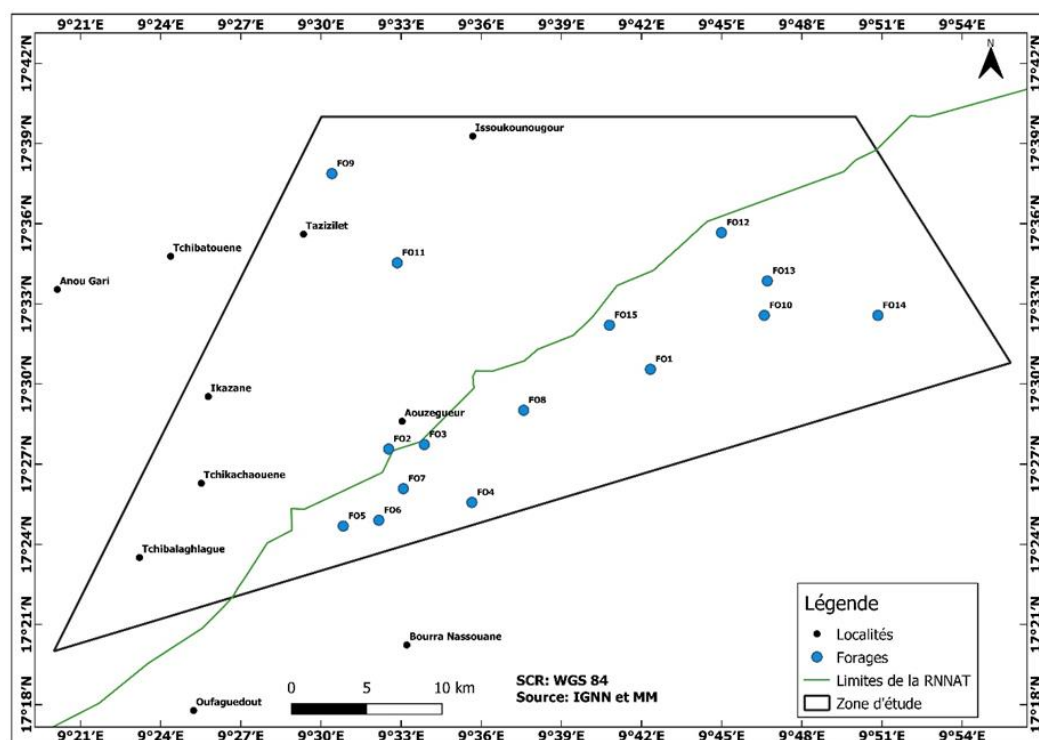


Fig. 6. Répartition des forages dans le secteur minier d'Aouzegueur

L'eau joue un rôle capital dans l'orpaillage car elle intervient dans presque toutes les étapes de l'exploitation [3]. Cependant, les activités lors des étapes de lavage et d'extraction de l'or par le mercure sont les plus consommatrices d'eaux [39]. Sur les sites du secteur minier d'Aouzegueur le traitement du minerai au mercure est associé au broyage humide. Pour ce type de traitement, 18 sites ont été répertoriés. Le nombre des broyeurs humides pour l'ensemble de ces sites est estimé à 480. Chaque broyeur a une capacité de traitement de 6 tonnes de minerai et chaque tonne de minerai nécessite 50 litres d'eau et 20g de mercure pour son traitement. La consommation journalière d'eau pour ce type de traitement avec 3 cycles de traitement par broyeur peut alors être estimée à 432 000 litres d'eau. Le tableau 1 ci-dessous présente les quantités moyennes journalières de mercure utilisées au niveau des sites de traitement de minerai impliquant les broyeurs humides.

Tableau 1. *Quantités moyennes journalières de mercure utilisées au niveau du centre de traitement de minerai (broyeurs par voie humide)*

Nombre de sites	Nombre de broyeurs	Quantité mercure(g)/cycle	Nombre de cycles par broyeur/jour	Quantité totale de mercure (g)
18	480	9600	3	28 800

Pour le lavage (traitement gravimétrique) du minerai impliquant le sluice, 10 sites ont été identifiés. Chaque site a une capacité de traitement d'un minimum de 2 tas de minerai par jour et chaque tas de minerai nécessite 200 litres d'eau pour son traitement. La consommation journalière d'eau pour les 10 sites pourrait donc être estimée à plus de 4000 litres. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [39] dans le cadre d'une étude portant sur les impacts sociaux et environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région du Bounkani en république de Côte d'Ivoire. Ces derniers ont montré qu'il faut environ 200 litres d'eau pour le lavage d'un sac de 50kg de « farine » de minerai lors de l'extraction de l'or. Les boues résultant du traitement gravimétrique du minerai sont vendues aux orpailleurs et aux sociétés de traitement des halles qui procèdent à l'extraction de l'or résiduel par cyanuration dans des bassins. Quinze (15) sites de cyanuration ont été identifiés dans le secteur minier d'Aouzegueur et chaque site compte environ 100 bassins dont le remplissage de chacun nécessite 800 litres d'eau. La consommation d'eau par site peut alors être estimée à 80000 litres d'eau par jour. Avec les 15 sites de cyanuration dont dispose le site, la consommation d'eau journalière pour ce type de traitement peut être estimée à 1 200 000 litres d'eau. Le traitement au cyanure est associé à l'usage de zinc, d'acide sulfurique et d'acide nitrique.

Souvent, certains puits d'extraction de l'or atteignent la nappe phréatique. Quatre (4) cas de puits foncés sur un filon de quartz et qui ont atteint l'aquifère à 50 m de profondeur ont été identifiés dans le secteur minier d'Aouzegueur. Selon les puits, l'eau percole par les parois ou jaillit à travers des veines plus ou moins importantes, et la remontée des eaux empêche l'exploitation. Pour pouvoir continuer à exploiter les puits, les mineurs doivent pomper des milliers de mètres cubes d'eaux au quotidien à l'aide de motopompes [42]. Ceci contribue à diminuer le niveau de la nappe d'eau souterraine [39].

Les eaux et les résidus de traitement de minerai contenant des quantités importantes des produits chimiques utilisés (mercure, cyanure, acide nitrique, acide sulfurique) sont directement versées sur le sol. Elles peuvent donc s'infiltrer et contaminer les nappes phréatiques [12], [38], [43], [53], [54] ou entraîner par les eaux de ruissellement (bien que rares selon 30% des enquêtes compte tenu de l'aridité du climat) dans les koris dont certains sont très proches des zones de traitement (Fig.7.).

La minéralisation aurifère d'Aouzegueur est liée au filon de quartz, mais on note la présence de la pyrite (FeS_2), du cuivre (Cu), de la chalcoppyrite (CuFeS_2), de la galène (PbS) et de la muscovite [$\text{KAl}_2(\text{OH}, \text{F})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$]. Dans tous les types de traitement l'or est le seul minéral qui est récupéré et les autres minéraux connexes restent dans les rejets. Il se forme alors de l'acide sulfurique lorsque des minéraux contenant du soufre sous forme réduite (sulfures), s'oxydent au contact de l'eau et de l'oxygène [11]. Cette acidification va de pair avec la solubilisation des métaux présents. La production d'acide peut générer des écoulements continus chargés de métaux qui se déversent depuis les sites d'origine vers le réseau hydrographique le plus proche, ou atteignent l'aquifère [53]. A ces types de pollutions des eaux s'ajoute celle de déchets solides, notamment le lessivage des déchets solides en surface et des piles usagées abandonnées à l'intérieur des puits par les exploitants miniers [39].

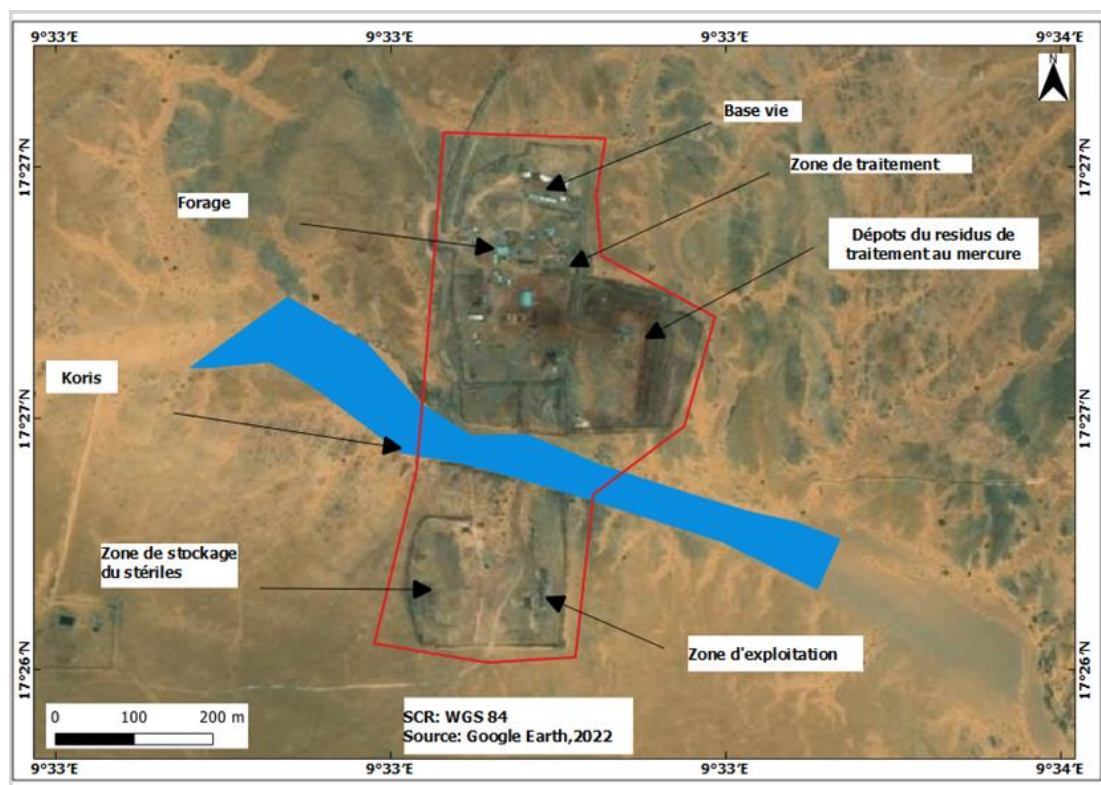


Fig. 7. Stockage de résidus de traitement de minerai au mercure à environs 100 m d'un koris

3.4.2 IMPACTS SUR LE SOL

L'installation des exploitants miniers nécessite le défrichage, donc la coupe de bois pour la construction de maisons ou de hangars de fortune à usage d'habitation ou commercial [39]. Cette destruction du couvert végétal prédispose le sol à des processus d'érosion (éolienne et hydriques) souvent intenses [55] provoquant le ravinement du sol qui est une préoccupation majeure sur les sites miniers [56]. La dégradation du sol est accentuée par l'excavation de grandes surfaces de terre et la présence de puits et tranchés abandonnés sans réhabilitation [57], [58]. Dans le secteur minier d'Aouzegueur, l'impact le plus visible est la modification du paysage caractérisé par une multitude de puits et de tas de déblais de plus de cinq mètres de hauteur dans un désordre total (Fig.8.).

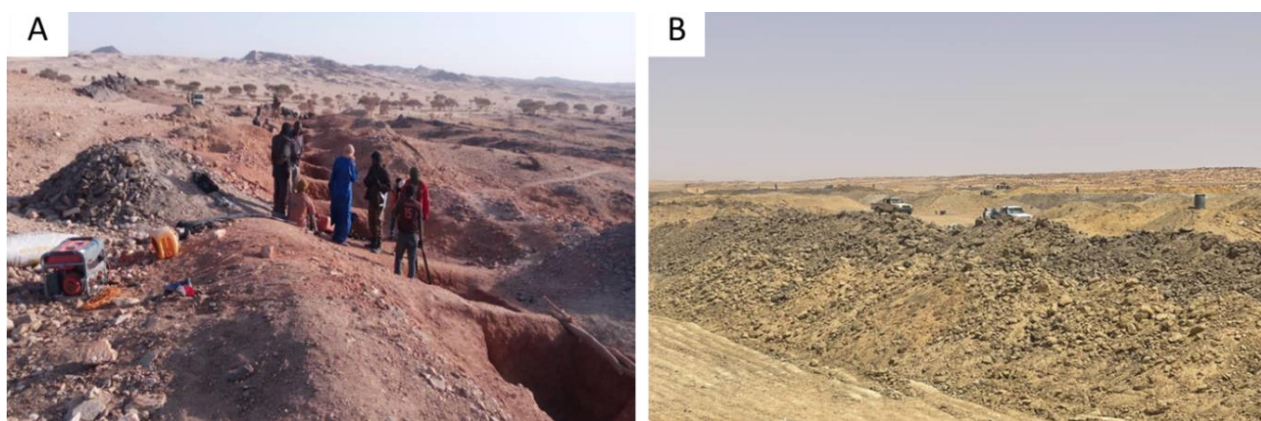


Fig. 8. Puits (A) et tas de déblais (B) modifiant le paysage de la zone d'étude

Dans une étude sur l'aliénation des enfants et la dégradation des sols par l'orpaillage dans la localité de Bantaco au Sud-Est du Sénégal, [1], ont montré que l'absence de réhabilitation des sites, le remblayage des mines artisanales en particulier, contribue à la dégradation des sols et à la défiguration du paysage naturel des villages aurifères. Dans le même ordre d'idées, [38] a montré que les sols, quand ils ne sont pas directement touchés par l'exploitation minière, sont pollués durablement par le rejet de substances toxiques comme le mercure ou le cyanure.

3.4.3 IMPACTS SUR LA VEGETATION

L'exploitation de l'or, qu'elle soit artisanale ou non, se fait au détriment de la végétation sur les sites miniers [12], [59]. L'impact sur la végétation des activités minières du secteur minier d'Aouzegueur est surtout lié à la construction de hangars, au soutènement des puits et galeries, à la fixation de déblais, à l'aménagement des sites pour la mise en place des puits et aux besoins en bois de chauffe de la population et des exploitants miniers (Fig.9.). L'impact de ces activités sur la végétation se traduit par une régression importante de la superficie du couvert végétal corroborée par les résultats obtenus à travers la caractérisation de la dynamique de l'occupation du sol et la perception de la population riveraine. L'implication de la construction d'habitats en hangars et du soutènement des puits et galeries dans la disparition du couvert végétal a été démontrée sur plusieurs sites de l'Ouest du Niger [48], [49], [60]. En 2022 le nombre des hangars du secteur minier d'Aouzegueur a été estimé à 1600 [7]. Or, la construction d'un abri de 9m² nécessite en moyenne 8 troncs d'arbres d'environ 2 m de hauteur et 5 à 15 cm de diamètre [5]. En adoptant ces résultats au secteur minier d'Aouzegueur, le nombre de troncs d'arbres utilisés dans la construction des hangars en 2022 peut être estimé à plus de 12800 troncs d'arbres. Pour le soutènement, il faut en moyenne une vingtaine de bois pour un puit d'un mètre de profondeur [12]. Dans le secteur minier d'Aouzegueur le nombre de puits a été estimé à 7609 dont, 2842 en activité et 4767 abandonnés [26], le nombre de bois utilisé pour leur soutènement peut alors être très considérable.

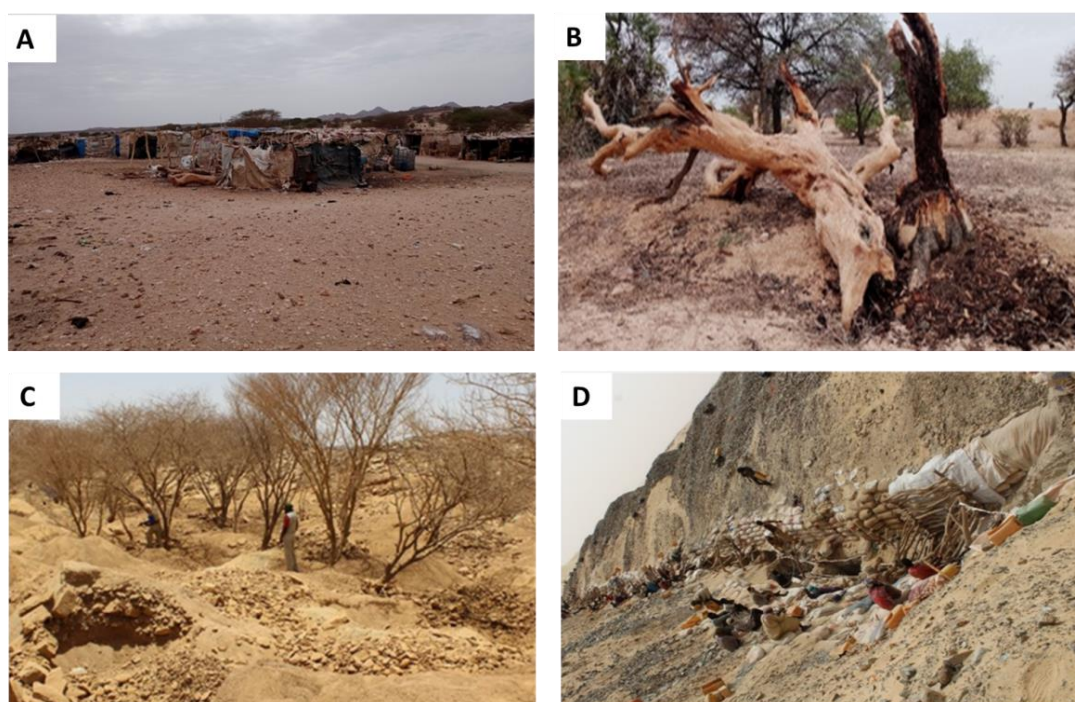


Fig. 9. Destruction de la végétation par les activités aurifères: construction de hangars (A), bois de consommation, mise en place des puits (C) [19], fixation de déblais (D) [19]

3.4.4 IMPACTS SUR L'AIR

L'impact sur l'air des activités minières dans le secteur minier d'Aouzegueur est surtout lié au soulèvement de poussières, à l'évaporation de produits chimiques et aux gaz d'échappement des engins miniers qui altèrent la qualité de l'air ambiant. Le soulèvement de poussière est provoqué par les explosifs utilisés pour l'abatage du minerai, les engins utilisés dans le cadre de la foration des puits et galeries, les opérations de concassage et de broyage de minerai, le chargement du minerai et du tout-venant, le chargement des bassins de cyanuration et la circulation des gros engins (Fig.10.). Ces constats confirment ceux de [11], de [39] et de [61] qui ont montré que les activités d'exploitation de l'or, notamment l'orpaillage provoquent la pollution de l'air.



Fig. 10. Emission de poussière lors du concassage du minerai (A) et du chargement du bassin de cyanuration (B) [19]

L'évaporation de produits chimiques se produit lors du brulage du complexe or-mercure et à partir des eaux cyanurées des bassins de cyanuration et des stocks des résidus de traitement chimique de minerai [51]. Sur les sites miniers du secteur minier d'Aouzegueur, cet impact est constaté par la sensation d'odeur nauséabonde et de brûlures de la peau à l'approche des bassins de cyanuration. Le dégagement d'odeur nauséabonde se produit aussi au niveau des ateliers mécaniques à travers les huiles et les graisses.

3.4.5 IMPACTS SUR LA FAUNE

L'essentiel de la faune de la zone d'étude se trouve dans la Réserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré sur laquelle s'étendent les activités minières. Cette extension des activités aurifères dans la réserve n'est pas sans conséquences sur la faune qu'elle abrite. En effet, toutes les activités de l'exploitation minière du secteur d'Aouzegueur ont plus ou moins d'impacts sur la faune. Ces impacts sont surtout liés à la présence humaine et à la déforestation et se traduisent par une migration de certaines espèces. Ces résultats confirment ceux de [3] et de [39]. Les premiers ont montré que les activités d'orpaillage sur les sites de Lomidouo et Kintan ont contribué à la perte des espèces fauniques à cause de la déforestation, tandis que les seconds ont montré que les activités de l'orpaillage semi-industriel dans le secteur de Souanké en République du Congo perturbent le milieu faunique car on assiste à la perte de la biodiversité et à l'éloignement des animaux. En effet, la perte d'habitat naturel de la faune consécutivement à la déforestation est l'un des impacts majeurs des projets miniers sur la biodiversité [62]. Elle provoque la migration des espèces mobiles de la faune, comme le gibier, les oiseaux et les prédateurs vers des zones où les conditions sont favorables à leur survie et à leur développement [62]. De ces faits, la production sonore et les vibrations ainsi que la luminosité et la présence de personnes peuvent arrêter les communications, les mouvements et les attitudes ou habitudes alimentaires et reproductifs des animaux [63], [64]. L'effet le plus direct sur la faune est la destruction ou le déplacement des espèces dans les zones de cavité et d'entassement des dépôts des résidus miniers [62]. Cette affirmation est renforcée par celle de [1] qui soutiennent que l'absence de réhabilitation des mines artisanales est une cause d'accidents pour les animaux, domestiques et sauvages, en pâturage ou en errance, qui se retrouvent pris au piège dans les mines abandonnées ou en activité. Par ailleurs, les produits chimiques utilisés dans l'extraction de l'or notamment le rejet de cyanure dans la nature, la dissémination de mercure venant des mines artisanales, ou encore la pollution atmosphérique, présentent des dangers pour l'environnement et les espèces vivantes dont l'homme [42], [62].

4 CONCLUSION

L'exploitation aurifère dans le secteur minier d'Aouzegueur s'effectue de façon artisanale et semi-mécanisée. Ces techniques impliquent l'usage d'outils, de produits chimiques et de procédés par les artisans miniers, qui impactent considérablement l'environnement, notamment les ressources en eaux, le sol, la faune, la flore et l'air. Les impacts de l'exploitation aurifère sur ces composantes biophysiques de l'environnement découlent de toutes les étapes de cette activité. Sur les ressources en eaux les impacts comprennent la consommation excessive des eaux souterraines lors des étapes du traitement du minerai et leur pollution par l'infiltration des produits chimiques utilisés. Sur le couvert végétal ils comprennent la destruction du couvert végétation lors de l'aménagement des sites, les besoins en soutènement des puits et galeries, la fixation des déblais, la construction de hangars et la satisfaction des besoins en bois de chauffe. Le sol, lui est impacté par son exposition aux agents des érosions hydrique et éolienne suite à la dégradation du couvert végétal, par la modification du paysage avec la disposition de puits et de tas de déblais, l'abandon de puits sans réhabilitation ainsi que sa pollution par les produits chimiques. Quant à l'impact des activités d'extraction de l'or sur la faune, il est surtout lié à une disparition des animaux dans le secteur suite à la destruction de leur habitat consécutivement à la dégradation du couvert végétal et à la production sonore, les vibrations ainsi que la présence humaine qui peuvent arrêter les communications, les mouvements et les attitudes ou habitudes alimentaires et reproductifs des animaux. En fin, sur l'air les impacts des activités d'extraction

de l'or sont provoqués par l'évaporation de produits chimiques, par le soulèvement de poussières et les gaz d'échappement des engins miniers.

Pour réduire les impacts des activités d'extraction de l'or dans le secteur minier d'Aouzegueur, des mesures idoines de protection de l'environnement doivent être prises par les administrations en charge des mines et de l'environnement. Ces mesures doivent comprendre, entre autres, des séances de sensibilisations des acteurs miniers sur la nécessité de participer à la protection de l'environnement; l'exigence d'une étude d'impact environnemental et social détaillée pour toute autorisation d'exploitation minière semi-mécanisée et de traitement des haldes, terrils et résidus des mines; la mise en place d'un dispositif efficace pour la mise en œuvre et le suivi d'un plan de gestion environnementale et sociale par les détenteurs des autorisations d'exploitations minières; la promotion de bonnes pratiques et le suivi de leur mise en œuvre à travers un système de management environnemental global des sites miniers, ainsi que l'élaboration d'un guide sur les techniques de dépollution des sols contaminés par des produits chimiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements à M. Ange Michel pour son assistance pendant la mission terrain à Aouzegueur et surtout pour la mise à leur disposition d'un moyen de déplacement.

REFERENCES

- [1] Séne A. et Faye B. E. H., 2023, «l'Afrique face aux défis de l'exploitation des ressources naturelles: de l'aliénation des enfants à la dégradation des sols par l'orpaillage dans la localité de Bantaco au Sud-est du Sénégal», collection recherches & regards d'Afrique vol 2 n° 05, 11-30 pp.
- [2] Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), 2018, Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues. Winnipeg: IISD, 81 pp.
- [3] Watha-Ndoudy N., Dipakama C.M., Nzila J.D., Nguélet-Moukaha I. et Kimpouni V., 2022, «Impact de L'orpaillage sur le Milieu Physique des Ecosystèmes Forestiers du Secteur de Souanké, République du Congo», ESI Preprints, 60-85 pp.
- [4] Tychsen J. et Charles N. (Eds), 2019, La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. Éditions GEUS (Danemark) et BRGM Éditions (France), 300 pp.
- [5] Mama A., Alassane A., Traore F. M., Sinsin A. B. et Bogaert J., 2020, «Fragmentation du paysage naturel au Mali: Cas des sites d'orpaillage de la préfecture de Kangaba», Environnement et Dynamique des Sociétés n° 002, 9-26 pp.
- [6] Ministère de l'Environnement, de la Lutte Contre la Désertification (MELCD), 2020, Plan d'action National pour l'extraction artisanale et à petite échelle de l'or au Niger, conformément à la convention de Minamata sur le mercure 2021-2025, 172 pp.
- [7] Ministère des Mines, 2022, Rapport annuel de la Direction des Mines et des Carrières, 17pp.
- [8] Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), 2017, Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues. Winnipeg: IISD.
- [9] Ministère des Mines, 2021, Rapport annuel de la Direction des Mines et des Carrières, 15 pp.
- [10] Banque Mondiale, 2008, Rapport sur l'inventaire des sources de rejet du mercure au Niger, 48 pp.
- [11] Bamba O., Pélédé S., Sako A., Kagambega N. et Miningou M. Y. W., 2013, «Impact de l'artisanat minier sur les sols d'un environnement agricole aménagé au Burkina Faso», Journal des Sciences, 13 (1), 1-11 pp.
- [12] Hue B. F. F., Kambire B. et Alla D., 2020, «Mutations environnementales liées à l'orpaillage à Ity (Ouest de la Côte d'Ivoire) » Annales de l'Université de Moundou, Série A-FLASH, 7 (2), 133-151 pp.
- [13] Union International pour la Conservation de la Nature (UICN), 2010, Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées, 78 pp.
- [14] IUCN World Heritage Outlook, 2020, Réserves naturelles de l'Aïr et du Ténéré - 2020 Conservation Outlook Assessment, 14 pp. <https://worldheritageoutlook.iucn.org>
- [15] Abdou Y., 2004, Etude de l'aménagement des vallées de Tabelot et Afassas, Mémoire d'ingénieur, groupe des écoles EIER – ETSHER, 175 pp.
- [16] Direction départementale d'agriculture de Tchirozérine, 2021, Rapport annuel. Ministère de l'Agriculture, 20 pp.
- [17] Alain M., 1985, Les hauts massifs de l'Aïr et leurs piémonts (Niger): étude géomorphologique, Thèse en géographie, Université de Lille, 386 pp.
- [18] Boullier A.M., Robert F. and Firdaous K., 1995, Gold-quartz veins in metamorphic terranes and their bearing on the role of fluids in faulting, 12861-12879 pp.
- [19] CRGM, MM., 2018, Inventaire des sites d'orpaillages du Djado, Tafassasset et de l'Aïr au Niger, 2018, 40p.
- [20] Joseph A., 1992, "L'Aïr « château d'eau » de la bande désertique du Ténéré (Niger) " Revue de géographie alpine, tome 79 n°1, 71-86 pp.
- [21] Armand C. et Dehays H., 1987, Reconnaissance géophysique par prospection électrique dans six vallées de l'Aïr. B.R.G.M. Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement du Niger, 50 pp.

- [22] Joseph A. et Diluca C., 1986, Les barrages souterrains en zone sahélienne, présentation d'un projet d'aménagement de barrage souterrain dans l'Aïr, Niger, Bull. Liaison, C.I.E.H., n°66, Ouagadougou, Burkina-Faso, 27-36pp.
- [23] Joseph A., 1991, "L'Aïr, « château d'eau » de la bande désertique des Ténérés (Niger)", In: Revue de géographie alpine, tome 79, n°1, 71-86 pp.
- [24] Illias A., 2018, Evaluation des ressources en eaux souterraines du bassin de Timia (massif de l'Aïr, Nord du Niger): impacts de la variabilité climatique et des activités anthropiques, Thèse de Doctorat, Université Abdou Moumouni, 198 pp.
- [25] Direction de la Faune, de la Chasse et des Aires Protégées, 2016, Rapport annuel. Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable, 24 pp.
- [26] Ministère des Mines, 2018, Politique Minière Nationale 2020-2035, 47 pp.
- [27] Sawadogo E., 2021, Discours, pratiques et dynamiques environnementales autour de l'orpaillage dans la commune de Kampti, (Sud-ouest du Burkina Faso), Thèse de doctorat, Géographie, Université Panthéon-Sorbonne- Paris I; Université Joseph Ki-Zerbo (Ouagadougou, Burkina Faso), 341 pp.
- [28] Oumar Mahamat O., Tchobsala, Megueni C., Bello M., Sali B. et Pa ai V. N., 2022, "Evolution Du Couvert Vegetal Dans Les Sites D'orpaillage Des Aires Protegees Du Departement De Mayo-Rey", International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST), 7 (8), 5275-5293 pp.
- [29] Ahononga F.C., Gouwakinnou G.N., Biaou S.S.H. et Biaou S., 2020, "Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015", Bois et Forêts des Tropiques, 346, 35-50 pp.
- [30] Voundi E., Mbevo Fendoung P. et Essigie Emissi P., 2019, "Analyse des mutations socio-environnementales induites par l'exploitation minière à Bétaré-Oya, Est-Cameroun", *VertigO*, 19 (1) 1-30 pp.
- [31] Yéo Z. S., Sangne Y. C., Barima Y. S. S., Bamba I. et Kouakou K. A., 2017, "Diversité floristique et structure des fragments forestiers du sud-ouest du Parc National de la Comoé après les conflits des années 2000 en Côte d'Ivoire" European Scientific Journal, 13 (2), 421-439 pp.
- [32] Tchoumba G. B., Tibaldeschi P., Izquierdo P., Nsom Zamo A-C., Bigombe Logo P. et Doumenge C., 2020, Industries extractives et aires protégées en Afrique centrale: Pour le meilleur et pour le pire ? 60 pp.
- [33] Ousmane S., N'da Dibi H., Kouassi K. H., Kouassi K. E. et Ouattara K., 2020, "Crises politico-militaires et dynamique de la végétation du Parc national du Mont Péko en Côte d'Ivoire", Bois et Forêts des Tropiques, volume 343, 27-37 pp.
- [34] Yéo N.E., Soro K., Ouattara K., Gauze Touao Kah M., Dossou B. et Kone I., 2020, "Zonage des réserves de biosphère: une approche intégrée et dynamique pour la conservation durable du parc national de Taï, Côte d'Ivoire", Journal of Applied Biosciences 147, 15159 – 15169 pp.
- [35] Alim B. Y. et Djibrilla I., 2023, Les aires protégées et l'insécurité transfrontalière dans les régions septentrionales au Cameroun. In K. G. Agbefle, & K. M. Vahou (Eds.), *Collection THESE/SYNTHESE, 3 (8), Tome 1: Langues, Lettres, Littératures, Education* (pp. 11-26). Lomé, Togo: Editions Francophones Universitaires d'Afrique - EFUA Editions.
- [36] Oumar A. S., Ibrahim M., Mohamadou, Rahamanou A., 2024, "Analyse Des Mesures De Lutte Anti Braconnage Post-Massacre des éléphants au Parc National de Bouba Ndjida (Cameroun) " International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST), 9 (2), 7054-7063 pp.
- [37] Maman Illatou O. E. F., 2021, Impacts de l'orpaillage et de l'agriculture sur la qualité des eaux du Liptako nigérien: identification des hot spots des pollutions métalliques et organiques, transferts de connaissances entre recherche et terrain, Ingénierie de l'environnement. IMT - MINES ALES - IMT - Mines Alès Ecole Mines - Télécom; Université Abdou Moumouni, Français. NNT: 2021EMAL0014. tel-03624770, 218 pp.
- [38] Bohbot J., 2017, "L'orpaillage au Burkina Faso: Une aubaine économique pour les populations, aux conséquences sociales et environnementales mal maîtrisées", *EchoGéo*, 42, 1-19 pp.
- [39] Affessi A. S., Koffi K. G. J-C. et Sangaré M., 2016, "Impacts Sociaux et Environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région du Bounkani (Cote d'Ivoire)" European Scientific Journal, ESJ, 12 (26), 288-306 pp.
- [40] Joseph C. B., Célestin T. A. et Paul L. N. J., 2022, "Paradoxe entre l'interdiction et l'utilisation du mercure dans l'exploitation minière artisanale en république démocratique du Congo", Journal of Advance Research in Social Science & Humanities, 8 (4), 7-15 pp.
- [41] Afane A. et Gagnol L., 2021, "Une ruée vers l'or contemporaine au Sahara: l'extractivisme aurifère informel au nord du Niger", *VertigO - La revue électronique en sciences de l'environnement*, 20 (3), 1-27 pp.
- [42] Sawadogo E. et Evariste Constant Dat D., 2021, "Enjeux de la mutation des techniques artisanales sur la formalisation de l'exploitation de l'or au Burkina Faso", *EchoGéo*, 58, 1-22 pp.
- [43] Chevrillon-Guibert R., Gagnol L. et Magrin G., 2019, "Les ruées vers l'or au Sahara et au Nord du Sahel. Ferment de Crise ou stabilisateur ? " *Hérodote*, 1 (172), 193-2013 pp.
- [44] Dipakama C.M., Watha-Ndoudy N., Nzila J.D., Moukaha I.N. et Kimpouni V., 2024, "Impact de l'exploitation artisanale de l'or sur l'environnement dans le secteur de Dimonika (Massif forestier de Mayombe, Congo)", ESI Preprints, 234-273 pp.
- [45] Gregoire E. et Gagnol L. (2017). Ruées vers l'or au Sahara: l'orpaillage dans le désert du Ténéré et le massif de l'Aïr (Niger). *EchoGéo* sur le vif, DOI: 10.4000/echogeo, 14933, ISSN: 1963-1197, 22pp.
- [46] Moisan M. et Blanchard F., 2012, Utilisation de la cyanuration dans l'industrie aurifère en Guyane. Impacts potentiels sur l'environnement et recommandations. Rapport final BRGM/RP-61968-FR, 120 pages.

- [47] Verbrugge B., Lanzano C. et Libassi M., 2021, "The cyanide revolution. Efficiency gains and exclusion in artisanal and small-scale gold mining", *Geoforum*, 126, 267-276 pp.
- [48] Abdoul Kassoum H., 2022, Les effets de l'exploitation artisanale de l'or sur les activités socio-économiques dans la commune rurale de Gorouol (Département de Téra), Mémoire de master, Université Abdou Moumouni, Niamey, 90 pp.
- [49] Nouhou, A., 2015, Suivi de l'exploitation minière aurifère dans le liptako nigérien (région de Tillabéri), Mémoire de master, Institut Supérieur d'Etudes Spatiales et des Télécommunications, Ouagadougou, 55pp.
- [50] Boubacar Zanguina D., 2023, Perception des risques sanitaires, environnementaux et sociaux par les orpailleurs de Koma Bangou (Liptako nigérien), Mémoire de Master de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 106 p.
- [51] Levin Sources, 2021, Analyse des chaînes de valeurs de l'artisanat minier et identification des sites pilotes artisanaux d'encadrement dans le cadre du projet GOLD. Rapport, 155 pp.
- [52] Alassane A., 2019, "Impact de l'orpaillage sur l'élevage bovin dans l'est de la préfecture de Tchaoudjo au Togo", *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*, ISSN, 0851- 2515, Université Gaston Berger, Sénégal, 10-28 pp.
- [53] Keita A., 2017, Orpaillage et accès aux ressources naturelles et foncières au Mali. Les Cahiers du CIRDIS (n°1) Collection recherche. Centre interdisciplinaire de recherche en développement international et société, 29 pp.
- [54] Organisation pour la Coopération et le Développement Economique et Autorité de Développement Intégré de la Région du Liptako-Gourma, 2018, *L'or à la croisée des chemins*, Étude d'évaluation des chaînes d'approvisionnement en or produit au Burkina Faso, Mali et Niger, UE/ALG, France, 70 pp.
- [55] Maradan D., Ouedraogo B., Thiombiano N., Thiombiano T. et Zein K., 2011, Analyse économique du secteur des mines liens pauvreté et environnement. *sba-Ecosys-CEDRES*. Rapport MECV Burkina Faso- mai 2011, 69 pp.
- [56] Glasson J. et Therivel R., 2013, *Introduction to environmental impact assessment* (4th ed.). London, Routledge, 242 pp.
- [57] Keita S., 2001, Etude sur les Mines Artisanales et Les Exploitations minières à Petite Echelle au Mali. IIED, n° 80; 54 p.
- [58] Akpo K.S., Cauphys-Ama B.A., Coulibaly S. L., Kouakou K., Eba, M. G., Coulibaly L. et Hunt S., 2022, "Impact de l'orpaillage clandestin sur les ressources floristiques de la zone phytogéographique de Kanoroba (Côte d'Ivoire)", *European Scientific Journal*, ESJ, 18 (3), 139-161 pp.
- [59] Zakaria Ibrahim O., Tankari Dan-Adjo A., Guero Y., Maïssoro Malam Idi, F. et Echevarria G., 2019, "Distribution spatiale des éléments traces métalliques dans les sols de la zone aurifère de Komabangou au Niger". *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (1), 557-573 pp.
- [60] Djibrilla A. M., 2017, Analyse des impacts environnementaux et socio-économiques liés à l'exploitation minière de l'or dans le Liptako nigérien: approche méthodologique et mesures d'atténuation, Thèse de Doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 267 pp.
- [61] Andriamasinoro F. and Ange J. M., 2012, Artisanal and small-scale gold mining in Burkina Faso: suggestion of multi-agent methodology as a complementary support in elaborating a policy, *Elsevier*, 37 (3), 385-396 pp.
- [62] Mangambu Mokoso J.D., Asimbo Bondoo N. et Ekele Mbenga R., 2021, "Regards Sur Les Impacts Environnementaux De Projet d'Exploitation Minière Semi - Industrielle Dans Le Bassin Du Congo: Cas De La Rivière Aruwimi (Territoire De Basoko, RD Congo)", *European Scientific Journal*, ESJ, 17 (29), 328-363 pp.
- [63] Kilosho J., Mukasa A.N. et Kamundala G., 2013, Traçabilité des produits miniers dans des zones de conflits au Sud Kivu, In Marrysse, S. & Omasombo, J. (éd.), *Collection Cahiers africains, Conjonctures congolaises* 2012, 82, Paris, l'Harmattan, 115-14224 pp.
- [64] Mangambu M., Ntahobavuka H., Basinyize B., Lokumu I. and Robbrecht E., 2018, "Pteridaie: indicator of the vegetation succession and dynamics in the forests Chablis and Edges in Kahuzi-Biega National Park (Eastern D. R. Congo, Albertine Rift)", *International Journal of Biological Research*, 6 (1), 5-13 pp.

Niveau de contamination saisonnière de la rivière Lobo (Daloa, Côte d'Ivoire) par les pesticides

[Seasonal contamination level of the Lobo River (Daloa, Ivory Coast) by pesticides]

Amadou Kone¹, Diarra Moussa¹, Coulibaly Yaya³, Kouadio David Léonce¹, N'Guettia Kossonou Roland², Meite Ladji², Dibi Brou¹, and Traore Karim Sory²

¹Université Jean Lorougnon Guédé, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, UFR Environnement, BP: 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Université Nangui, Abrogoua, Laboratoire des Sciences de l'Environnement, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, code postale 02 BP: 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Université de San Pédro, code postale 01BP 1800 San Pedro 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The objective of this study was to assess the seasonal contamination of the Lobo River by pesticide residues from surrounding crops. Water samples were taken eight times, in the dry and wet seasons, at the exit of agricultural plots (upstream) and in the watercourse (downstream). These samples were analyzed using a SHIMAZU liquid chromatograph. The analyses revealed the presence of nine different pesticides in the samples. Mancozeb, 2, 4-D and deltamethrin were the most detected at respective mean concentrations of 0.767 µg/L; 9.437 µg/L; 10.953 µg/L upstream and 0.326 µg/L; 8.579 µg/L; 9.160 µg/L downstream. Furthermore, the measured concentrations generally exceeded the international standards recommended by WHO, both for the total pesticides and for most individual molecules. The results also showed that agricultural activities exerted significant pressure on the water quality of the Lobo River, especially during the rainy season. Pesticides used in crops were drained by runoff into the watercourse, contaminating the aquatic ecosystem.

KEYWORDS: contamination, pesticide, lobo river, dry season, wet.

RESUME: L'objectif de cette étude a été d'évaluer la contamination saisonnière de la rivière Lobo par les résidus de pesticides provenant des cultures environnantes. Des échantillons d'eau ont été prélevés à huit reprises, en saison sèche et humide, à la sortie des parcelles agricoles (amont) et dans le cours d'eau (aval). Ces échantillons ont été analysés à l'aide d'un chromatographe en phase liquide de marque SHIMAZU. Les analyses ont révélé la présence de neuf pesticides différents dans les échantillons. Le mancozèbe, le 2,4-D et la deltaméthrine ont été les plus détectés à des concentrations moyennes respectives de 0,767 µg/L; 9,437 µg/L; 10,953 µg/L en amont et 0,326 µg/L; 8,579 µg/L; 9,160 µg/L en aval. En outre, les concentrations mesurées ont généralement dépassé les normes internationales recommandées par l'OMS, tant pour l'ensemble des pesticides que pour la plupart des molécules individuelles. Les résultats ont également montré que les activités agricoles ont exercé une pression significative sur la qualité de l'eau de la rivière Lobo, en particulier pendant la saison des pluies. Les pesticides utilisés dans les cultures ont été drainés par le ruissellement vers le cours d'eau, contaminant ainsi l'écosystème aquatique.

MOTS-CLEFS: contamination, pesticide, rivière Lobo, saison sèche, humide.

1 INTRODUCTION

La pollution de l'environnement, en particulier celle des eaux par des substances chimiques, est considérée comme un problème crucial non seulement pour l'avenir, mais aussi en raison de son impact sur la population actuelle [1]. La production massive et l'utilisation généralisée de produits phytosanitaires dans les pays agricoles ont permis d'accroître les rendements des cultures [2]. La Côte d'Ivoire, comme la plupart des pays africains, est confrontée à de graves problèmes de pollution de ses ressources en eau. Cependant, en plus de leurs effets bénéfiques dans la protection des cultures et la préservation des récoltes, ces pesticides sont aujourd'hui à l'origine d'une pollution diffuse qui contamine l'écosystème aquatique [3]. En effet, l'utilisation de ces pesticides se fait sans aucune réglementation, mettant ainsi en danger le milieu naturel. La contamination des eaux de surface par les résidus de pesticides est préoccupante dans les régions où l'agriculture est pratiquée. Ces contaminants peuvent avoir des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques et représenter un danger pour les communautés humaines qui dépendent de ces ressources [4]. Le département de Daloa est riche en eaux de surface, la plus importante étant la rivière Lobo. Cette région se caractérise par une forte activité agricole, impliquant l'utilisation de divers pesticides pour protéger les cultures contre les ravageurs et les maladies. La rivière Lobo est fortement influencée par les activités anthropiques des populations riveraines.

L'objectif de cette étude est de réaliser une étude saisonnière du transfert des résidus de pesticides dans les eaux de surface de la Lobo en recherchant leur présence pendant deux saisons: la saison sèche et la saison des pluies.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Située au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, précisément entre 6°2 et 7°55 de longitude ouest et 6° et 6°55 de latitude nord (Figure 1), la rivière Lobo est l'un des principaux affluents en rive gauche du fleuve Sassandra. Elle couvre une superficie d'environ 12 722 km² et parcourt 355 km [5]. La Lobo se trouve dans le bassin du fleuve Sassandra, au cœur d'une zone agricole où l'on trouve une grande partie des plantations (cacao, café, hévéa, anacarde, etc.) ainsi que les cultures vivrières (riz pluvial, riz irrigué, banane, maïs, igname, manioc, banane plantain, arachide, etc.)

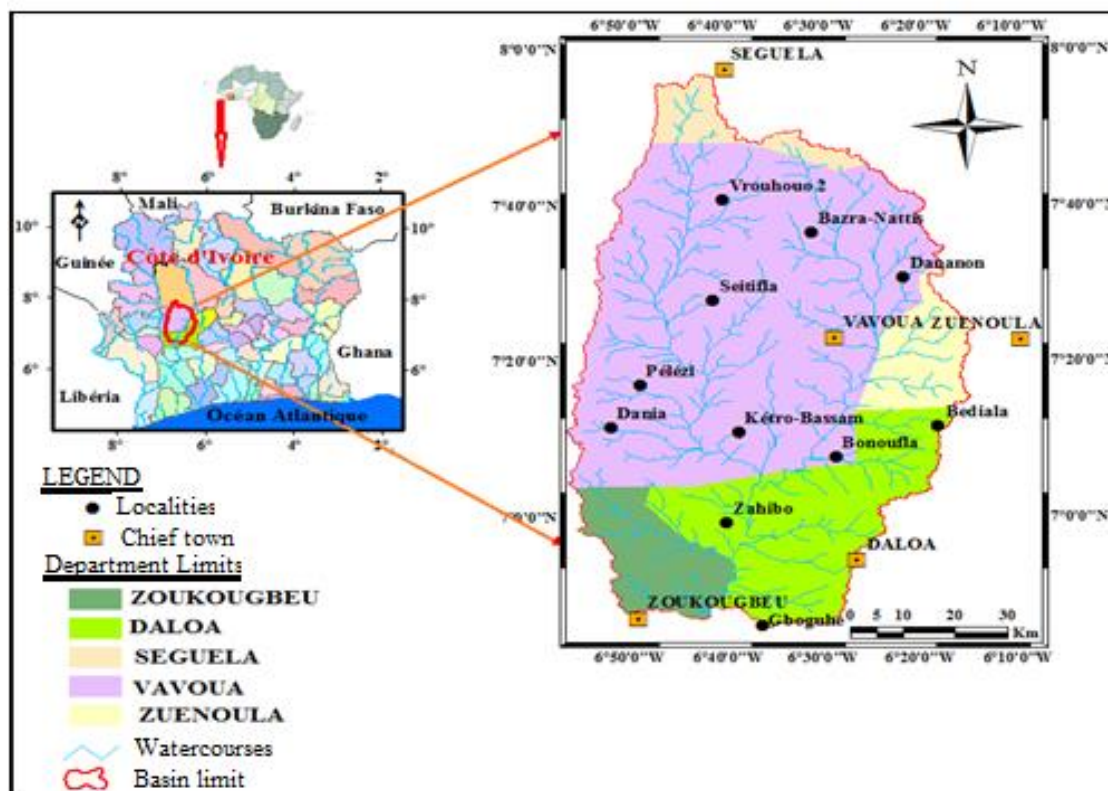


Fig. 1. Présentation de la zone d'étude

2.2 MATÉRIEL

Les prélèvements d'eau sont effectués à l'aide d'un échantillonneur en verre puis transférés dans des flacons en verre ambré de 2 L, préalablement nettoyés et décontaminés. Un film d'aluminium est placé sur l'ouverture de chaque flacon afin d'isoler l'échantillon du bouchon en plastique. Tous les échantillons sont conservés dans une glacière contenant la glace pendant leur transport et ensuite conservés au réfrigérateur jusqu'à leur analyse. Cette conservation a été faite à environ 4°C et la durée de conservation entre les prélèvements et l'extraction n'a pas excédé 7 jours.

2.3 SITE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'étude a été réalisée sur le bassin versant de la rivière Lobo, un affluent du fleuve Sassandra situé d'une part entre les latitudes 6°18'N et 6°37'N, et d'autre part entre les longitudes 6°85'W et 7°02'W. Un site d'échantillonnage a été sélectionné en tenant compte des activités agricoles qui se déroulent autour de la Lobo et qui pourraient avoir un impact sur la pollution des eaux du bassin versant. Sur ce site, deux points de prélèvement ont été choisis. Le premier point de prélèvement se trouve en amont, c'est-à-dire à la sortie des parcelles agricoles situées. Le deuxième point se situe en aval, le long du cours de la rivière. Ce choix permet de mesurer la variabilité spatiale de la qualité de l'eau.

2.4 MOLÉCULES RECHERCHÉES

Les molécules des pesticides recherchées ont été le glyphosate, 2,4-D, l'imidaclopride, le deltaméthrine, le diméthoate, le chlorpyrifos, le carbofuran, le mancozèbe, le carbendazime et le lambda-cyhalothrine car elles sont les plus utilisées par les agriculteurs de la zone.

2.5 MÉTHODES

2.5.1 ÉCHANTILLONNAGE

Avant chaque prélèvement, tout le matériel a été rigoureusement nettoyé et décontaminé. Afin d'éliminer toute trace de pesticides, un protocole de lavage en plusieurs étapes a été mis en œuvre : lavage à l'acétone, rinçage à l'eau du robinet puis à l'eau milli-Q, nouveau rinçage à l'acétone et séchage à l'étuve. Les prélèvements ont été faits dans une zone où l'eau n'est pas stagnante et dans le sens du courant sur huit campagnes notamment en saison sèche et en saison des pluies. A chaque campagne, 24 échantillons composites ont été prélevés dont 12 à la sortie des plantations (en amont) et 12 en aval, dans le plan d'eau. Soit au total 192 échantillons dont 96 échantillons en amont et 96 dans le plan d'eau.

2.5.2 TECHNIQUES D'ANALYSES

Pour identifier et quantifier les pesticides présents dans les échantillons d'eau, nous avons opté pour des analyses chromatographiques. Afin de maîtriser les coûts, nous avons privilégié une méthode multi-résidus par chromatographie liquide haute performance (CLHP) couplée à un détecteur UV. Cette méthode, basée sur une extraction en phase solide (SPE) sur colonne C18, inclut un prétraitement spécifique des échantillons

2.5.2.1 PRÉTRAITEMENTS DES ÉCHANTILLONS D'EAU

- **Filtration**

L'échantillon brut est filtré à travers un filtre en fibres de verre Whatman GF/F de 47 mm de diamètre et 0,7 µm de porosité, afin d'éliminer la phase particulaire.

- **Extraction**

La solution contenant les molécules recherchées est passée à travers la cartouche SPE (Solid Phase Extraction) à un débit d'environ 2 mL/min. Après le passage de la totalité de l'échantillon sur la cartouche, celle-ci est rincée à l'eau ultra-pure (EUP). Ensuite, le réservoir est détaché et on fait passer un courant d'air pendant 15 minutes pour sécher la cartouche.

• Éluion

Les pesticides fixés sur la phase stationnaire de la cartouche sont désorbés en faisant passer 3 mL de méthanol par gravité. Ce solvant, ayant moins d'interactions avec les interférents, est le plus efficace pour la récupération des phényl-urées. Une faible quantité de méthanol est utilisée afin d'obtenir un facteur de préconcentration élevé. La solution est recueillie goutte à goutte. Cette opération est répétée une seconde fois avec environ 2 mL de méthanol, puis une troisième fois avec environ 1 mL.

• Concentration des résidus de pesticides

Le solvant d'éluion est évaporé dans un bain d'eau chaude (environ 40°C) sous un flux d'azote doux. Le résidu sec obtenu est dissous à nouveau dans 500 µL ou 1 mL de méthanol afin de le placer dans les conditions initiales de la phase mobile pour la chromatographie liquide à haute performance (CLHP). L'extrait dilué dans le méthanol est filtré à travers un filtre de 0,45 µm, puis transféré dans une ampoule (vial) à l'aide d'une seringue de 1 mL pour analyse. Le pH de la silice greffée est de 2 à 7,5.

2.5.2.2 ANALYSES INSTRUMENTALES

L'analyse a été réalisée avec un chromatographe liquide « WATERS » équipé d'un dégazeur, d'une pompe à quatre solvants « WATERS 600 E », d'un passeur/préparateur/injecteur automatique d'échantillons « WATERS 717 », et d'un détecteur UV-visible à barrettes de diodes « WATERS 996 ». L'enregistrement et le post-traitement des résultats ont été effectués sur un ordinateur équipé du logiciel « HPLC Solution », fonctionnant sous environnement Windows. La séparation des pesticides a été effectuée par chromatographie de partage à polarité de phase inversée, en utilisant une colonne SHIMADZU RX-C18 de type Shim-Pack (4,6 x 150 mm, 3,5 µm) remplie de microbilles de silice greffée n-alkylée de 3 µm de diamètre (Bischoff Chromatography). Une pré-colonne (10 x 4,6 mm) remplie avec la même phase absorbante C18 a été installée avant la colonne analytique pour la protéger d'un éventuel colmatage. La phase mobile était composée essentiellement de solvants polaires, notamment le méthanol ou l'acétonitrile, tous deux certifiés pour analyses CLHP. Le temps d'analyse a été de 80 minutes par échantillon, le volume d'échantillon injecté était de 80 µL, et le débit de la pompe était de 0,7 mL/min. Ce protocole assure une séparation et une détection précises des pesticides, permettant des résultats fiables et reproductibles. La détection a été réalisée grâce à un détecteur UV multicanaux. Le maximum d'absorption se situant vers 240 nm, les solutés entrant dans le détecteur ont été soumis à un rayonnement UV allant de 190 à 360 nm.

2.5.2.3 ÉTALONNAGE, LIMITES DE DETECTION ET DE QUANTIFICATION

La limite de détection correspond à la plus petite concentration ou teneur de l'analyte pouvant être détectée avec une incertitude acceptable, mais non quantifiée, dans les conditions expérimentales décrites par la méthode [6]. Quant à la limite de quantification, elle est définie comme la concentration au-delà de laquelle les pesticides peuvent être identifiés de manière sûre et quantifiés précisément. En deçà de cette limite, leur quantification n'est pas assurée en raison des limites techniques de l'appareillage. Dans les conditions d'analyse, la limite de quantification est de 0,02 µg/L pour la plupart des molécules recherchées, ce qui est suffisamment bas pour notre étude. Chaque valeur supérieure à ce seuil est donc parfaitement quantifiable avec une précision de l'ordre de 0,005 µg/L.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 présente les concentrations des résidus de pesticides détectés dans les échantillons collectés en amont (à la sortie des plantations) et en aval (dans la Lobo) pendant la saison sèche et la saison pluvieuse. Les analyses des échantillons d'eau prélevés ont révélé la présence de dix résidus de pesticides, dont le glyphosate, le mancozèbe, la lambdacyhalothrine, le 2,4-D, l'imidaclopride, la deltaméthrine, la diméthoate, le chlorpyrifos, le carbofuran et la carbendazime. Les concentrations les plus élevées ont été observées pour la deltaméthrine (10,953 µg/L) en amont des plantations, suivie du 2,4-D (9,437 µg/L), du carbofuran (0,807 µg/L), du carbendazime (0,779 µg/L), du mancozèbe (0,767 µg/L), de la lambda-cyhalothrine (0,744 µg/L), du glyphosate (0,743 µg/L), de l'imidaclopride (0,496 µg/L), du diméthoate (0,492 µg/L) et du chlorpyrifos (0,372 µg/L).

Les résultats ont montré le transfert significatif des pesticides utilisés en maraîchage vers les cours d'eau, corroborant ainsi les travaux antérieurs de [7]. Ces derniers ont également souligné l'importance des mirides et des produits phytosanitaires pendant la période de novembre à mai, comme observé par [8]; [9] dans des contextes similaires.

Tableau 1. Concentrations saisonnières des pesticides

Molécules de Pesticides	Sites	Saison sèche			Saison pluvieuse					Paramètres statistiques	
		Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Moyenne	Ecart-type
Glyphosate	Amont	1,240	0,640	0,804	0,723	0,600	0,750	0,719	0,470	0,743	0,226
	Aval	0,719	0,213	0,112	0,220	0,213	0,530	0,416	0,490	0,364	0,208
Mancozèbe	Amont	1,380	0,510	0,550	0,860	1,285	0,690	0,570	0,293	0,767	0,385
	Aval	0,823	0,217	0,113	0,510	0,474	0,107	0,223	0,141	0,326	0,254
Lambda-Cyhalothrine	Amont	0,835	0,570	0,690	0,350	0,760	1,170	0,293	1,285	0,744	0,353
	Aval	0,350	0,223	0,107	0,835	0,071	0,035	0,035	0,835	0,311	0,340
2,4-D	Amont	4,123	4,030	4,040	10,182	13,804	13,640	12,314	13,365	9,437	4,592
	Aval	4,025	3,015	3,022	9,025	12,053	12,019	12,110	13,365	8,579	4,505
Imidaclopride	Amont	0,690	1,240	0,510	0,380	0,350	0,645	0,030	0,123	0,496	0,379
	Aval	0,112	0,719	0,113	0,813	0,107	0,835	0,015	0,168	0,362	0,361
Deltaméthrine	Amont	15,890	12,810	10,540	11,330	8,490	10,021	9,027	9,515	10,953	2,416
	Aval	11,348	10,380	10,390	10,310	8,290	7,011	6,035	9,512	9,160	1,866
Diméthoate	Amont	0,474	0,407	0,223	0,341	0,835	0,710	0,550	0,393	0,492	0,200
	Aval	0,327	0,240	0,030	0,030	0,123	0,060	0,005	0,390	0,151	0,149
Chlorpyrifos	Amont	0,194	0,230	0,217	0,142	0,823	0,670	0,360	0,336	0,372	0,246
	Aval	0,035	0,220	0,150	0,185	0,625	0,530	0,190	0,263	0,275	0,200
Carbofuran	Amont	0,314	1,840	0,973	0,456	0,310	1,380	0,817	0,367	0,807	0,564
	Aval	0,043	0,719	0,246	0,232	0,036	1,024	0,327	0,377	0,376	0,339
Carbendazime	Amont	1,285	0,747	0,354	0,293	1,285	0,747	0,354	1,170	0,779	0,425
	Aval	0,835	0,262	0,268	0,035	0,835	0,262	0,268	0,645	0,426	0,302

La figure 2 et 3 ont présenté les concentrations des résidus de chaque pesticide étudié respectivement en amont (à la sortie des plantations) et en aval (dans la Lobo) pendant la saison sèche de février 2022 à avril 2022. Il ressort des figures 2 et 3, que pendant la saison sèche (février, mars, avril), le deltaméthrine et le 2,4-D ont été les résidus de pesticides les plus fréquents. En amont et en aval, le deltaméthrine présente les concentrations les plus élevées. En amont, elles sont respectivement de 15,890 µg/L, 12,810 µg/L et 10,540 µg/L en février, mars et avril, tandis qu'en aval, pendant la même période, ces concentrations sont respectivement de 11,348 µg/L, 10,380 µg/L et 10,390 µg/L.

Quant au 2,4-D, ses concentrations en amont sont de 4,123 µg/L en février, 4,030 µg/L en mars et 4,040 µg/L en avril, tandis qu'en aval, elles sont de 4,025 µg/L, 3,015 µg/L et 3,022 µg/L respectivement en février, mars et avril. Cette étude confirme l'utilisation de produits phytosanitaires en amont (à la sortie des plantations) et en aval (dans la rivière Lobo) pendant la saison sèche et la saison pluvieuse. Cela pourrait s'expliquer par le fait que cette période constitue la période de traitement des anciens champs et la création de nouvelles plantations. La présence de résidus de pesticides en amont et en aval des cours d'eau a également été observée par plusieurs auteurs [8]; [10].

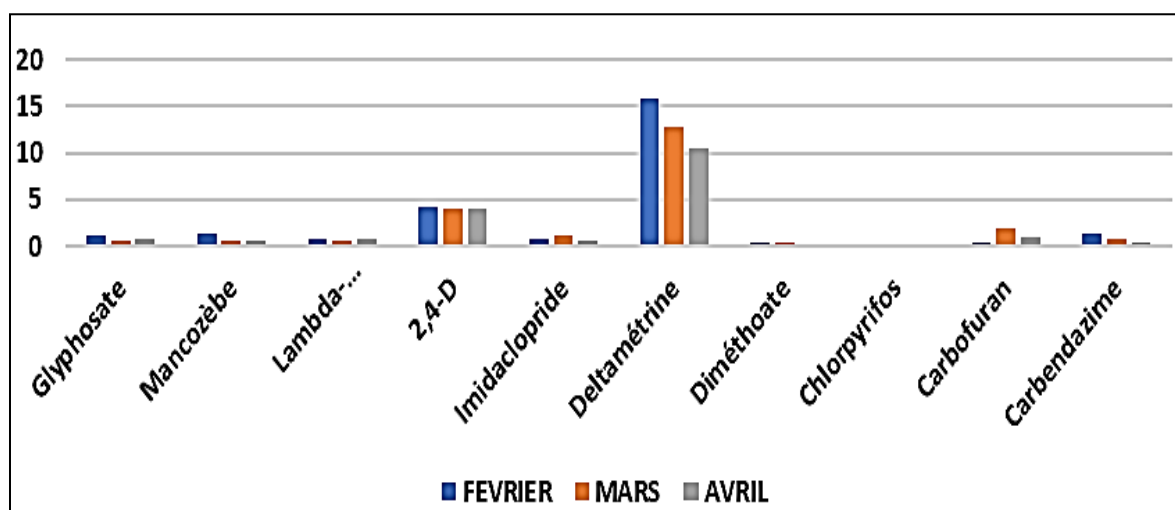


Fig. 2. Concentrations des résidus de pesticide en amont en saison sèche

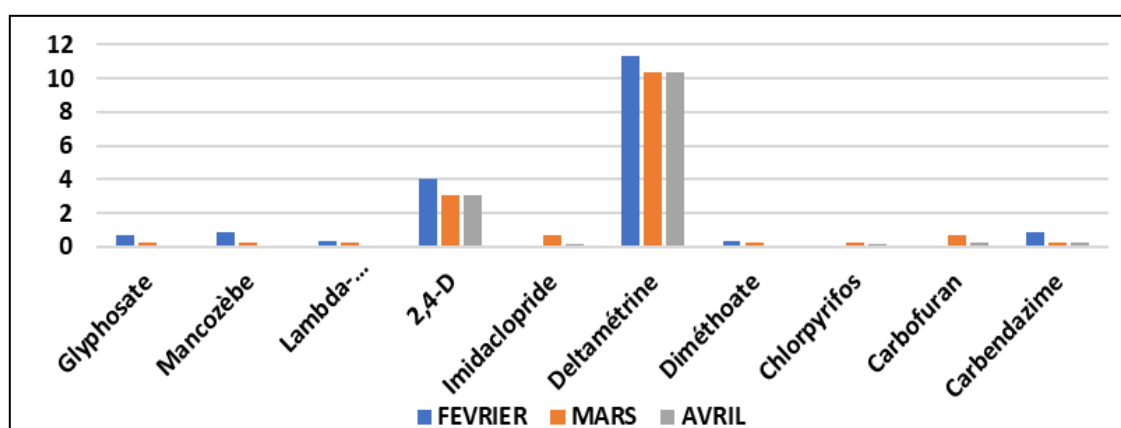


Fig. 3. Concentrations des résidus de pesticide en aval en saison sèche

Les figure 4 et 5 montrent les concentrations des résidus de pesticide en amont et en aval en saison pluvieuse. Les résultats ont montré que pendant la saison pluvieuse (mai, juin, juillet, août, septembre), le 2,4-D et la deltaméthrine sont encore les pesticides les plus utilisés. Cependant, en amont comme en aval, le 2,4-D présente les concentrations les plus élevées. En amont, elles sont respectivement de 10,182 µg/L, 13,804 µg/L, 13,640 µg/L, 12,314 µg/L et 13,365 µg/L en mai, juin, juillet, août et septembre, avec un pic en juin. En aval, pendant la même période, les concentrations de 2,4-D sont respectivement de 12,053 µg/L, 10,380 µg/L, 12,019 µg/L, 12,110 µg/L et 13,365 µg/L, avec un pic en septembre.

Quant à la deltaméthrine, ses concentrations en amont sont de 11,330 µg/L en mai, 8,490 µg/L en juin, 10,021 µg/L en juillet, 9,027 µg/L en août et 9,515 µg/L en septembre, avec un pic en mai. En aval, elles sont de 10,310 µg/L, 8,290 µg/L, 7,011 µg/L, 6,035 µg/L et 9,512 µg/L respectivement en mai, juin, juillet, août et septembre, avec un pic également en mai.

Cela pourrait s'expliquer par le fait que les fortes pluies entraînent un ruissellement accru, transportant les résidus de pesticides des champs vers les cours d'eau. Des études similaires réalisées en Côte d'Ivoire [11] et au Kenya [12] ont révélé que les précipitations pendant la saison pluvieuse favorisent l'accumulation de résidus de pesticides.

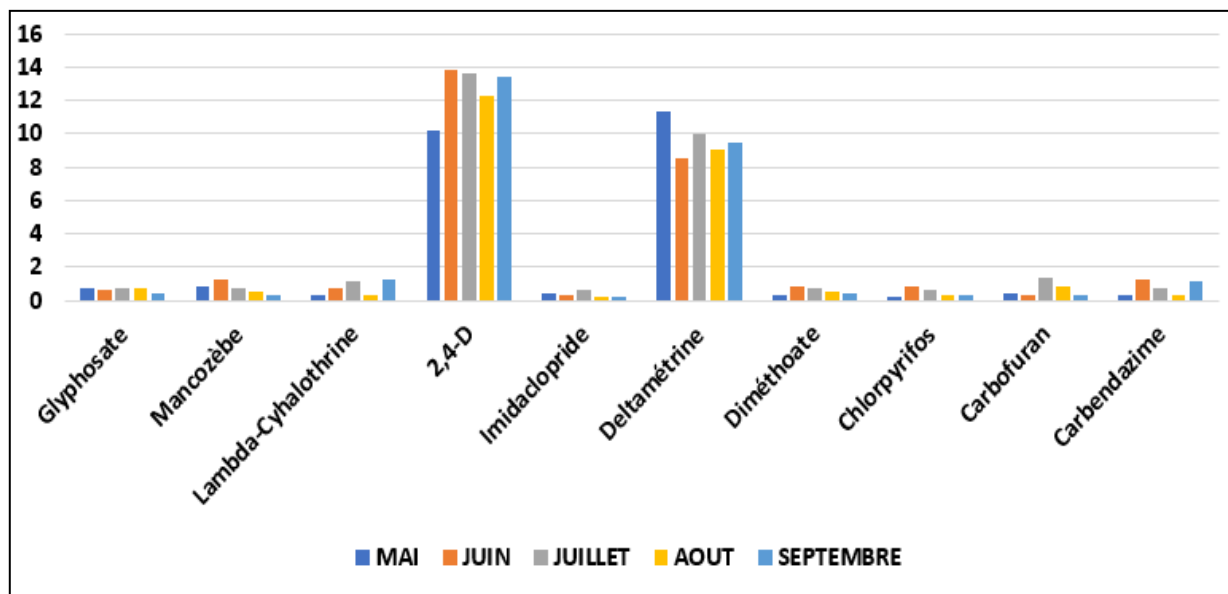


Fig. 4. Concentrations des résidus de pesticide en amont en saison pluvieuse

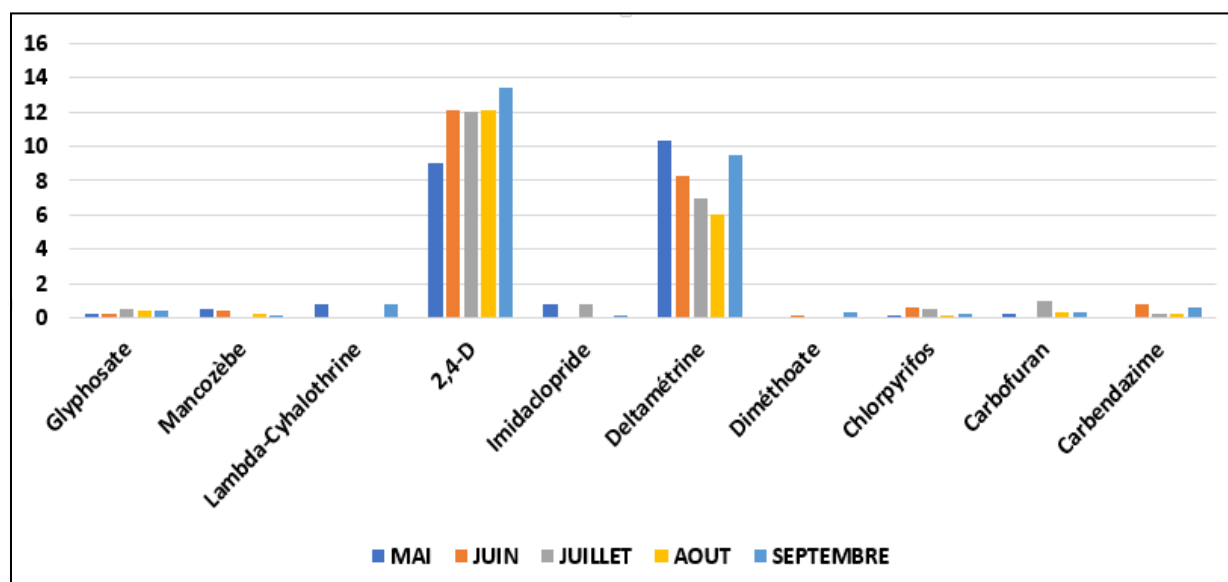


Fig. 5. Concentrations des résidus de pesticide en aval en saison pluvieuse

Les figures 6 et 7 ont présenté les concentrations en résidus de différents pesticides mesurés à deux endroits: en amont et en aval d'un cours d'eau. Les résultats de notre étude ont montré que la concentration moyenne de produits phytosanitaires dans la rivière Lobo est de 2,030 µg/L, ce qui est supérieur à la valeur maximale autorisée de 0,5 µg/L pour le total des pesticides recherchés [13] (Figure 7).

De plus, chaque molécule prise individuellement présente une concentration supérieure aux normes, dont la valeur maximale autorisée est fixée à 0,1 µg/L (Figure 6).

Cependant, cette concentration moyenne obtenue est acceptable comparée à celle des lagunes Aguien (72,43 µg/L) et Potou (163,43 µg/L) [14]. Toutefois, les pesticides pris dans leur ensemble, tant en amont (2,560 µg/L) qu'en aval (2,030 µg/L), présentent des concentrations supérieures aux normes internationales (0,5 µg/L).

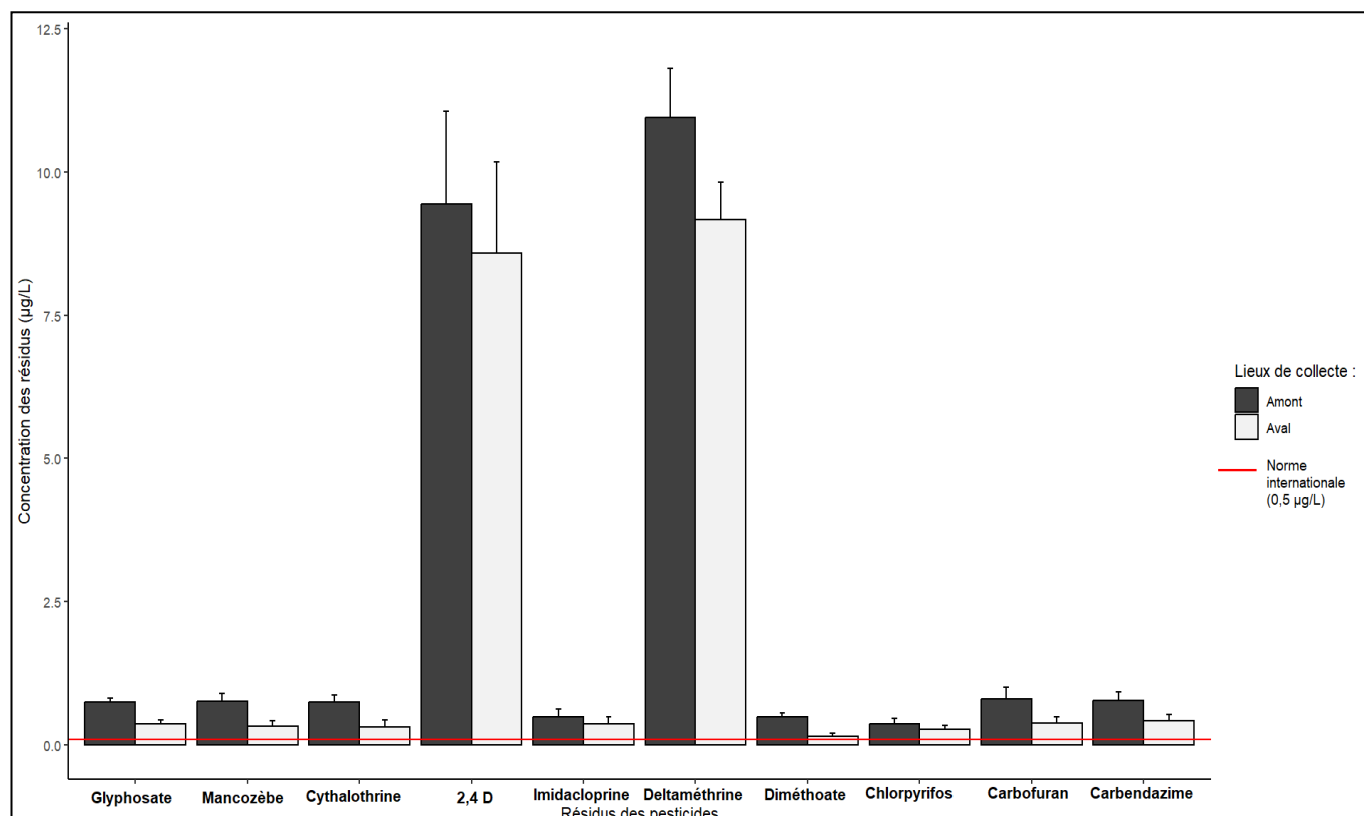


Fig. 6. Comparaison de la teneur en résidu de chaque pesticide en amont et en aval avec les normes internationales

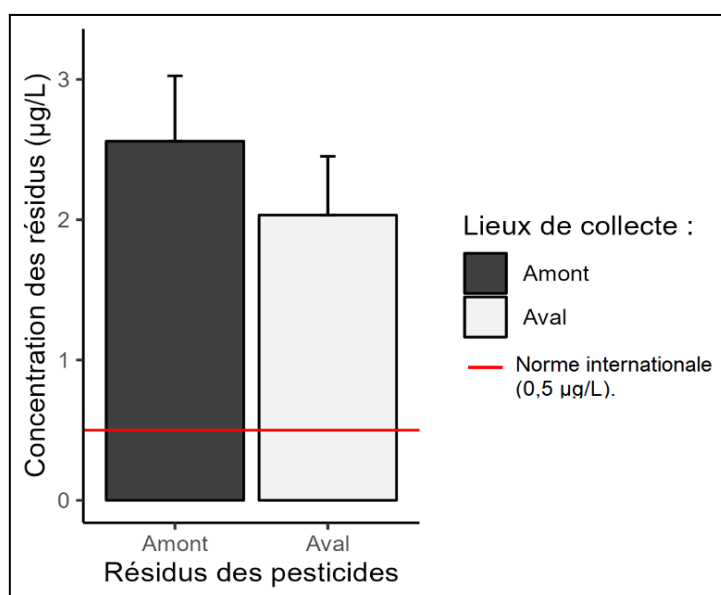


Fig. 7. Comparaison de la teneur en résidu de l'ensemble des pesticides avec les normes internationales

4 CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont permis de caractériser de manière approfondie la contamination de la rivière Lobo par les produits phytosanitaires. Les analyses réalisées en saison sèche et en saison des pluies ont révélé la présence régulière de neuf pesticides fréquemment utilisés dans les cultures environnantes: deltaméthrine, glyphosate, imidaclopride, mancozèbe, lambda-cyhalothrine, carbofuran, carbendazime, chlorpyrifos et diméthoate. La concentration moyenne de l'ensemble des pesticides détectés dans la rivière Lobo a été estimée à 2,030 µg/L, soit largement supérieure aux normes de qualité de l'eau

potable fixées par l'OMS (0,5 µg/L). En outre, les concentrations individuelles de la plupart des pesticides dépassent la norme 0,1 µg/L recommandée par l'OMS. Ces résultats confirment que les activités agricoles proche du bassin versant de la Lobo exercent une pression significative sur la qualité de l'eau de la rivière. En effet, les pesticides, une fois épandus sur les cultures, sont susceptibles d'être lessivés par les pluies et de contaminer les cours d'eau.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AK est l'auteur principal de ce travail et a participé à toutes les étapes de sa réalisation. DM a assuré la supervision générale des travaux effectués.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les vendeurs des produits phytosanitaires du village, les planteurs et les producteurs maraîchers des sites d'études et les responsables du laboratoire de l'Institut Nationale de l'Hygiène Publique (INHP) de Daloa pour leur contribution dans la collecte et les analyses des données. Nos remerciements vont aussi à l'endroit des relecteurs anonymes dont leurs critiques et suggestions nous ont permis d'améliorer cet article.

REFERENCES

- [1] D., Brou, K. L., Kouassi, K. I., Kouamé, K. S., Konan, M., Soumahoro, W. A. B., Konan, D., Gnagri, (2013). Evaluation de la vulnérabilité à la pollution des aquifères des formations altérites à partir des méthodes DRASTIC et SYNTACS: Cas de la ville de M'bahiakro, Centre de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2 (4), 464-476.
- [2] M., Gbénonchi (2008). Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). 332p.
- [3] M., Haro, I., Guiguemde, F., Diendere, I., Bani, M., Kone, M., Soubeiga, A., Bary, (2013). Effect of the Kossodo Industrial wastewater discharges on the physico chemical quality of Massili River in Burkina Faso. *Research Journal of Chemical Sciences*.
- [4] F., Eba, A. A., Diallo, L., Coulibaly, (2010). Pesticides et contamination des eaux en Afrique de l'Ouest: Le cas de la Côte d'Ivoire. *Journal of Environmental Protection*, 1 (3), 327-334.
- [5] A., B. Yao (2015). Evaluation des potentialités en eau du bassin versant de la Lobo en vue d'une gestion rationnelle (centre-ouest de la côte d'ivoire). Thèse de doctorat, Option: Géosciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 193p.
- [6] RIMA-OIV (2010) RIMA-OIV, 2010. Recueil international des méthodes d'analyses – OIV. Indice de Folin-Ciocalteu, Méthode OIV-MA-AS2-10.
- [7] K. N., Kouadio, K., Tano, J., Biemi, (2008). «Contamination des Eaux de Surface par les Pesticides en Côte d'Ivoire: Cas de la Rivière Lobo.» *Journal Africain des Sciences de l'Environnement*, 2 (1), 22-30.
- [8] K. A., Congo (2013). Risques sanitaires associés à l'utilisation de pesticides autour de petites Retenues: Cas du barrage de Loumbila. Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, option: Eau et Assainissement, Institut International d'Ingénierie (Ouagadougou, Burkina Faso), 57 p.
- [9] N., Nehme, (2014). Évaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière du Litani, Liban: approche environnementale. *France: Université de Lorraine*, 359p.
- [10] A. A., Adingra, A. M., Kouassi (2011). Pollution en lagune Ebrié et ses impacts sur l'environnement et les populations riveraines. F. Tech. & Doc. Vulg.: 48-53.
- [11] A., Adewale, A., Kouadio, F., Assogba-Komlan, (2022). «Impact of Agricultural Practices on Water Quality in Ivorian Agroecosystems during the Rainy Season.» *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 57 (4), 297-309.
- [12] J. K., Mwangi, J. M., Wanyama, J., K. Mburu, (2020). «Effects of Rainfall on Pesticide Residue Levels in Tea Plantations of Central Kenya. », 86 (2), 113-126.
- [13] OMS (Organisation Mondiale de la Santé). (2011). Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, Fourth Edition; Genève, Suisse, 541p.
- [14] A., Traoré, k. E., Ahoussi, N., Aka, A., Traoré, N., Soro (2015). Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Pouto (sud-est de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Pure App. Biosci.* 3 (4), pp: 312-322.

Inventaire et disponibilité des produits forestiers non ligneux de la forêt de l'Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire)

[Inventory and availability of non-timber forest products from the Nangui Abrogoua University (Côte d'Ivoire)]

Missa Koffi¹, Piba Serge Cherry², Koffi Kouao Jean³, Soumahoro Karidjath³, and Kanga Ami Leonie³

¹Université NANGUI ABROGOUA, Centre de Recherche en Écologie (CRE), 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Université de MAN, UFR Ingénierie Agronomique, Forestière et Environnementale, Côte d'Ivoire

³Université NANGUI ABROGOUA, UFR Sciences de la nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In southern Côte d'Ivoire, the situation in most of the forests in the Abidjan District is far from rosy. The case of the forest relic located within the Nangui Abrogoua University is even more alarming. To avoid the loss of floristic diversity and the negative repercussions on the nutrition and income of the populations, it is important to take stock of the plant resources available in this forest. The objective of this work is to assess the diversity of species that are sources of Non-Timber Forest Products exploited by local populations. The surveys carried out among the university's populations made it possible to inventory 42 plant species, either. 24.85% of the species inventoried by the surface and itinerant survey methods. They are divided into 40 genera and 27 botanical families. Concerning the parts of the plant used, the results obtained showed that leaves are, by far, the most common non-timber forest product. The evaluation of the ethnobotanical use values for the different source species of Non-Timber Forest Products showed that three (3) categories of uses have been identified, of which the field of scientific research is the most important. However, all the species collected are at different levels of importance and do not have the same social and economic value.

KEYWORDS: forestry, diversity, Products, staff, university.

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui, face aux activités anthropiques telles que l'intensification de l'exploitation des produits végétaux forestiers liée à la forte croissance démographique des pays africains, l'avenir de ces ressources forestières devient, de plus en plus, une préoccupation permanente [1,2]. Un constat est fait en Côte d'Ivoire depuis quelques décennies. Les forêts ivoiriennes ont perdu plus de 67 % de leur superficie depuis 1960. La Côte d'Ivoire s'inscrit parmi les pays ayant des taux de déforestation les plus élevés au monde. En effet, de 16 millions d'hectares à la fin du 19^{ème} siècle [3], la forêt ivoirienne est estimée actuellement à 1,38 millions d'hectares [4]. Cela est due aux diverses formes de pressions anthropiques dont ces forêts sont sujettes telles que l'agriculture extensive sur brûlis, les plantations agro-industrielles, les projets de construction d'ouvrages hydroélectriques, l'exploitation incontrôlée des produits forestiers (non ligneux et bois d'œuvre), l'exploitation minière et autres activités de développement [5]. Toutes ces activités vont conduire à la réduction des ressources Forestiers non Ligneux et à leur raréfaction, posant le problème de leur exploitation durable. Dans le sud de la Côte d'Ivoire, la situation dans la plupart des forêts situées dans le District d'Abidjan est loin d'être reluisante. C'est le cas de la relique forestière située au sien de l'Université Nangui Abrogoua. Plusieurs études ont été mené dans cette forêt notamment celui [6] et [7] sur la diversité floristique. Cependant aucune investigation n'a été menée dans le cadre de la disponibilité des PFNL pour éviter la perte de diversité des PFNL et les

répercussions négatives sur la nutrition et les revenus des populations. Il est important de faire un état des lieux des ressources végétales disponibles dans cette forêt. L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité des espèces sources de PFNL exploitées par les populations riveraines.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Située en Côte d'Ivoire, plus précisément dans la capitale économique (Abidjan), l'Université Nangui Abrogoua, constitue notre zone d'étude. Elle est limitée au Nord par la commune d'Abobo, au Sud par la commune d'Adjamé à l'Est par la commune de Cocody et à l'Ouest par la commune d'Attécoubé. La forêt qui fera l'objet de notre étude se trouve au sein de ladite Université avec une superficie de 2 hectares [7], plus précisément à 5°23'33"N; 4°00'55"W (Figure 1).

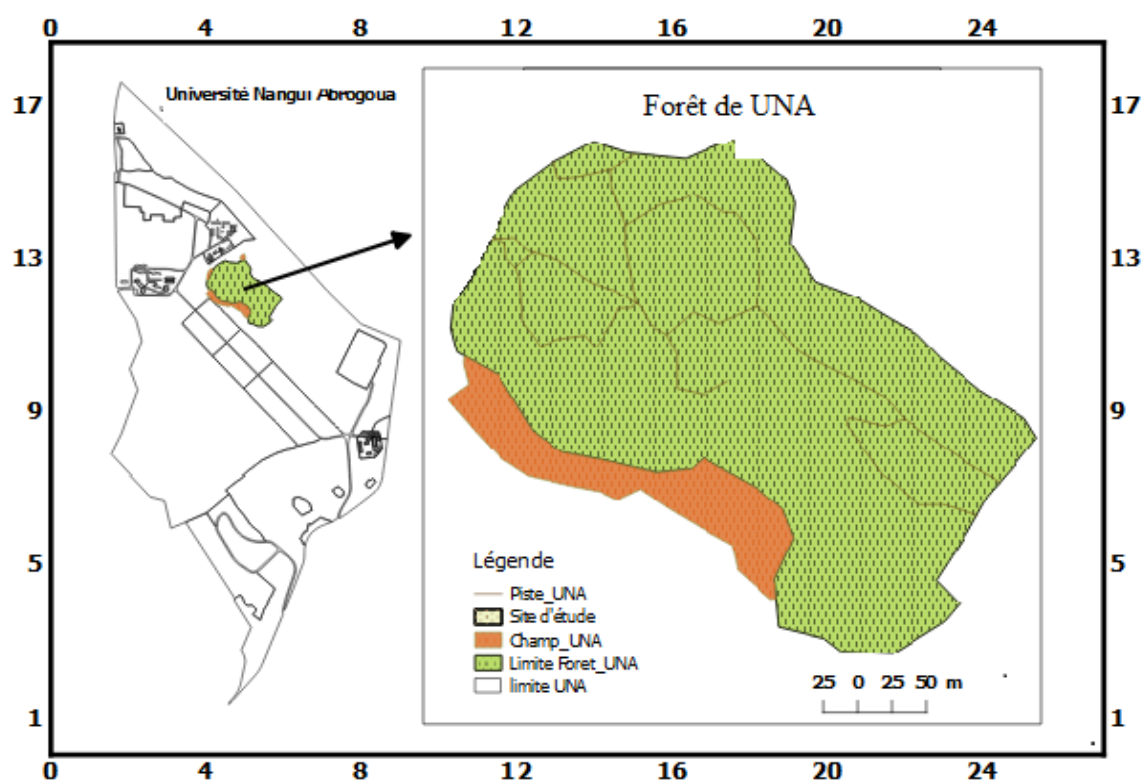


Fig. 1. Situation géographique de la relique forestière de l'Université Nangui Abrogoua

2.2 MÉTHODE DE COLLECTE DES DONNÉES

2.2.1 INVENTAIRE FLORISTIQUE

Le relevé de surface est une méthode quantitative et exhaustive, appelée aussi méthode des quadrats. Il consiste à inventorier, dans des parcelles de surface fixe, tous les individus de végétaux (lianes, arbustes, arbres), en prenant en compte les diamètres supérieurs ou égaux à 5 centimètres (soit une circonférence supérieure ou égale à 15,70 centimètres) à hauteur de poitrine [8]. Des mesures de circonférences ont été réalisées à l'aide d'un ruban métrique de 2 m de largeur. Pour cette étude, des relevés de 15 placettes de 100 m² (10m*10m) ont été réalisés dans la forêt de Nangui Abrogoua. Pour contribuer à une meilleure connaissance de la flore actuelle de la zone d'étude, un inventaire itinérant a été réalisé. Il se fait le long d'un parcours en notant toutes les espèces rencontrées sans en déterminer le nombre d'individus [9]. Dans le cadre de la présente étude, cet inventaire itinérant a été réalisé le long des layons d'accès dans les différents biotopes de la forêt, puis le long des pistes forestières dans les zones non homogènes et/ou présentant des difficultés d'accès, ne pouvant, pour ces raisons, permettre l'établissement de parcelles pour réaliser des relevés de surface.

2.2.2 ENQUÊTES ETHNOBOTANIQUE

Pour déterminer les espèces sources de PFNL prélevés dans la Forêt de l'Université Nangui Abrogoua, une enquête ethnobotanique a été réalisée dans la zone de recherche. La collecte des données a été réalisée au sein de l'université par des entretiens semi-structurés avec les populations, sur la base d'une fiche d'enquête comportant les axes de recherches suivants: espèces et organes utilisés, usages des plantes; domaines d'utilisation, fréquence d'utilisations). Les entretiens ont été menés uniquement en français.

3 ANALYSES DES DONNÉES

3.1 INDICE DE RARÉFACTION

L'indice de raréfaction (Ri) ou species rarity-weight richness permet de déterminer l'abondance et la rareté d'une espèce végétale. Il a été utilisé pour déterminer le statut des espèces sources de Produit Forestière Non Ligneuse. Cet indice ethnobotanique a été utilisé en Côte d'Ivoire [10]. Il est calculé à partir de l'équation de [11] selon la formule suivante:

$$Ri = \left(1 - \frac{ni}{Nt}\right)$$

- Ri est l'indice de raréfaction de 1 espèce i;
- ni, le nombre de placettes où l'espèce i est retrouvée.
- N: nombre total de placettes posées dans le milieu.

Les espèces présentant un indice de raréfaction supérieur à 80% sont considérées comme rares dans le milieu. Celles dont l'indice de raréfaction est compris entre 50 et 80% sont dites préférentielles et abondantes dans le milieu. Un indice de raréfaction inférieur ou égal à 50% est caractéristique d'une espèce très fréquente et très abondante dans le milieu (espèces très préférentielles). Un indice de raréfaction de 100% signifie que la présence de l'espèce n'a été observée nulle part dans le milieu étudié, que cette dernière est très rare dans le milieu.

3.2 VALEUR D'USAGE ETHNOBOTANIQUE

Lorsqu'il s'agit de situer l'importance d'une espèce donnée par rapport aux autres, le simple inventaire des diverses utilisations reste insuffisant [12]. La Valeur d'Usage ethnobotanique (VU) est un indice qui permet de déterminer, de façon significative, la valeur d'utilisation d'une espèce dans un milieu donné [13]. Elle permet à l'enquêteur de donner à chaque espèce une valeur approximative réelle qui est fonction de l'importance sociale de l'espèce, mais aussi économique. Ce paramètre est utilisé pour hiérarchiser les espèces sources de PFNL par domaines d'utilisations (médicinal, recherche scientifique et alimentation). Les ethnobotanistes se considèrent de plus en plus comme des conseillers dans la gestion des ressources. Il est donc important que leurs recommandations soient bien fondées pour éviter la surexploitation des plantes en question [14]. Sa formule mathématique est celle développée par [15].

$$Vu(i) = \sum_i^n \frac{Si}{n}$$

Avec:

- VU (i): valeur d'usage ethnobotanique de l'espèce k au sein d'une catégorie d'usage donnée;
- Si: score d'utilisation attribué par le répondant i;
- n le nombre de répondants pour la catégorie d'usage donnée

3.3 ANALYSE STATISTIQUE

Une analyse de variances et de comparaison des moyennes a été appliquée aux différents paramètres calculés, pour observer ou non d'éventuels différences significatives entre les proportions des domaines, avec une erreur de 5 % ($p < 0.001$). Cette analyse a été effectuée avec le logiciel XLSTAT version 7.1. Pour les valeurs de $p < 0,001$, la différence est significative, par contre lorsque $p > 0,001$, la différence n'est pas significative.

4 RÉSULTATS

4.1 RICHESSE ET REPARTITION DES ESPECES VEGETALES PAR DOMAINES D'UTILISATIONS

Les enquêtes ethnobotaniques ont permis d'inventorier 42 espèces végétales sources de PFNL soit 24,85% des espèces inventoriés par les relevés de surface et d'itinérant. Elles sont réparties entre 40 genres et 27 familles botaniques (Tableau 1). Les espèces sources de PFNL de la Forêt de Nangui Abrogoua se répartissent entre 32 herbes (36%), 16 arbustes (18%), 19 lianes et arbres soit (21 %) et 4l arbrisseaux, soit (4%). *Capsicum annum* et *Solanum melongena* sont les seuls arbrisseaux parmi ces plantes. Parmi ces espèces nous avons 15 espèces végétales sources de PFNL appartenant aux plantes médicinales. Ces espèces se réparties entre 15 familles botaniques. Elles sont majoritairement des herbacées (7 espèces). Elles sont recherchées pour leurs feuilles (87%), leurs écorces (6%) et leurs racines (7%). *Cnestis ferruginea* est la seule liane présente dans cette liste. La fréquence de citation la plus forte est celle de *Alchornea cordifolia* et les valeurs d'usages les plus élevées sont celles d'*Acacia mangium*, *Alchornea cordifolia* et *Phyllanthus amarus*. Elles constituent les espèces les plus importantes et les plus exploitées de la forêt.

Au niveau des plantes alimentaires, Cinq (5) espèces ont été recensées dans ce domaine. À l'exception de *Persea americana* qui est un arbre, les quatre autres sont toutes des herbacées et des lianes. Dans cette université, les feuilles de *Panicum maximum* sont utilisées pour l'alimentation du bétail. Les résultats montrent également que les modes de collectes des PFNL alimentaires varient en fonction des espèces. Les fruits matures de *Persea americana* et *Passiflora edulis* sont ramassés au pied du semencier. Les feuilles de *Panicum maximum* sont récoltées directement sur pied. La fréquence de citation de *Passiflora edulis* est la plus élevée, concernant la valeur d'usage celle de *Panicum maximum* est élevée. Elle constitue les espèces les plus importantes et les plus exploitées de la forêt. Dans le domaine de la recherche, les enquêtes ethnobotaniques ont permis d'inventorier 28 espèces végétales sources de PFNL. Ces espèces se réparties entre 18 familles botaniques. Ces espèces végétales sont majoritairement des herbacées (12 espèces soit 42%), les lianes (7 espèces soient 24%), des arbres (5 espèces soit 17%), les arbustes (3 espèces soit 10%) et les arbrisseaux (2 espèces soit 7%). Concernant les différentes parties utilisées, ces espèces sont recherchées majoritairement pour leurs feuilles (69 %), leurs racines (19%), leurs tiges (6%), leur fruits et racine, graine (3%). La fréquence de citation de *Phyllanthus amarus* est la plus élevée, concernant et la valeur d'usage celles de *Mitracarpus saber*, *Palisota hirsuta* sont élevées. Elles constituent les espèces les plus importantes et les plus exploitées de la Forêt.

Tableau 1. Valeur d'usage total des espèces végétales

Espèces	Domaine	Parties utilisées	Fréquence de citation	VU
<i>Abelmoschus esculentus</i>	Alimentaire	Fruit	18,75	0,20
<i>Acacia mangium</i>	Médicinale	Écorces	3,85	0,08
<i>Acacia mangium</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Aframomum sceptrum</i>	Médicinale	Racine	3,85	0,04
<i>Ageratum conyzoides</i>	Médicinale	Feuilles	7,69	0,04
<i>Alchornea cordifolia</i>	Médicinale	Feuilles	30,77	0,08
<i>Aspilia africana</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Azadirachta indica</i>	Médicinale	Feuilles	11,54	0,04
<i>Bambusa vulgaris</i>	Médicinale	Feuilles	3,85	0,04
<i>Capsicum annum</i>	Recherche	Racine, graine	1,89	0,03
<i>Carica papaya</i>	Médicinale	Feuilles	3,85	0,04
<i>Carpolobia lutea</i>	Médicinale	Feuilles	3,85	0,04
<i>Centrosema pubescens</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Chenopodium Bonus-Henricus</i>	Alimentaire	Feuilles	6,25	0,20
<i>Cleistropholis patens</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Cnestis ferruginea</i>	Médicinale	Feuilles	3,85	0,04
<i>Colocasias esculenta</i>	Recherche	Feuilles	1,89	0,03
<i>Cucumis sativus</i>	Recherche	Fruit	1,89	0,03
<i>Culsasia saxatilis</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Cyperus esculentus</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Diodia rubricosa</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Geophila obvallata</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Ipomea batatas</i>	Recherche	Racines	1,89	0,03

<i>Ipomoea involucrata</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Jatropha curcas</i>	Médicinale	Feuilles	7,69	0,04
<i>Manihot esculenta</i>	Recherche	Feuilles, racine	3,77	0,03
<i>Microdermis keayana</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Mitracarpus saber</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,07
<i>Moringa Oleifera</i>	Recherche	Feuilles	5,66	0,03
<i>Musa sp.</i>	Recherche	Feuilles, racine	3,77	0,03
<i>Palisota hirsuta</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,07
<i>Panicum maximum</i>	Alimentaire	Fruit	18,75	0,40
<i>Panicum maximum</i>	Recherche	Feuilles	5,66	0,03
<i>Passiflora edulis</i>	Alimentaire	Fruit	31,25	0,20
<i>Persea americana</i>	Alimentaire	Fruit	25,00	0,20
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Recherche	Racines	3,77	0,07
<i>Phyllanthus amarus</i>	Médicinale	Feuille, Tige	15,38	0,08
<i>Phyllanthus amarus</i>	Recherche	Feuille, tige	7,55	0,03
<i>Piper guineensis</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Recherche	Racine, feuilles	3,77	0,03
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Recherche	Racine	1,89	0,03
<i>Solanum melongena</i>	Recherche	Racine, tige	3,77	0,03
<i>Tectona grandis</i>	Médicinale	Feuilles	3,85	0,04
<i>Tithonia diversifolia</i>	Recherche	Feuilles	3,77	0,03

4.2 DOMAINE D'UTILISATION DES PFNL

La figure 2 nous montre la comparaison des proportions des domaines d'utilisation. Dans l'ensemble, nous observons une différence significative avec un $p < 0.001$. Le domaine le plus élevé ici est le domaine de la recherche scientifique (57,77%), suivi du domaine médicinal (25,55%) moyennement représenté et le domaine alimentaire (16,66%) faiblement représenté. Il faut noter qu'entre le domaine médicinal et le domaine alimentaire il n'y a pas de différence significative. Entre le domaine de la recherche et le domaine alimentaire il y a une différence et le domaine entre le domaine de la recherche et le domaine alimentaire il y a une différence.

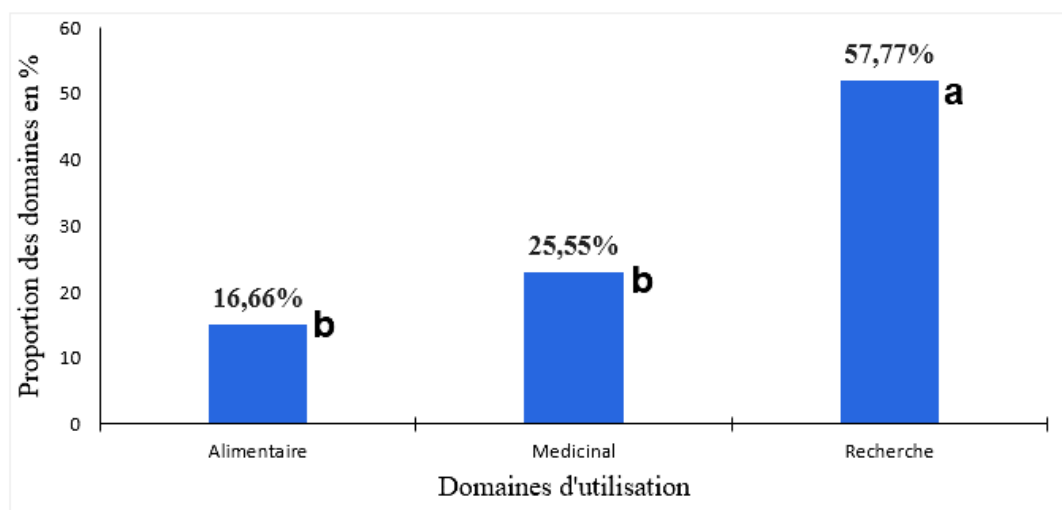


Fig. 2. Comparaison des domaines d'utilisation des PFNL ($p < 0,001$)

4.3 DISPONIBILITE DES ESPECES SOURCES DE PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX DE LA FORET

Parmi les espèces sources de PFNL citées par la population 26 soit 61,90% des espèces ont un indice de raréfaction inférieur à 50 % comme l'indique le tableau 2, Ces espèces sont très fréquentes ou très abondantes. Parmi ces dernières espèces sources de PFNL, 16 soit 38,09 % de l'ensemble des espèces sources de PFNL considérés ont un indice égal à 100. Ce sont des espèces sources de PFNL qui n'ont pas été observés dans la forêt.

Tableau 2. *Produit forestière non ligneuse préférentiel exploitées*

Espèces	Indice de Raréfaction	Disponibilité actuelle
<i>Abelmoschus esculentus</i>	100	Rares
<i>Acacia mangium</i>	33,33	Très fréquentes
<i>Aframomum sceptrum</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Ageratum conyzoides</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Alchornea cordifolia</i>	20,00	Très fréquentes
<i>Aspilia africana</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Azadirachta indica</i>	100	Rares
<i>Bambusa vulgaris</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Capsicum annum</i>	100	Rares
<i>Carica papaya</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Carpolobia lutea</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Centrosema pubescens</i>	20,00	Très fréquentes
<i>Chenopodium Bonus-Henricus</i>	100	Rares
<i>Chromolena odorata</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Cleistropholis patens</i>	100	Rares
<i>Cnestis ferruginea</i>	20,00	Très fréquentes
<i>Colocasia esculenta</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Cucumis sativus</i>	100	Rares
<i>Culsasia saxatilis</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Cyperus esculentus</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Diodia rubricosa</i>	100	Rares
<i>Geophila obvallata</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Ipomea batatas</i>	100	Rares
<i>Ipomoea involucrata</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Jatropha curcas</i>	100	Rares
<i>Manihot esculenta</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Microdermis keayana</i>	20,00	Très fréquentes
<i>Mitracarpus saber</i>	100	Rares
<i>Moringa Oleifera</i>	100	Rares
<i>Musa sp,</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Palisota hirsuta</i>	20,00	Très fréquentes
<i>Panicum maximum</i>	33,33	Très fréquentes
<i>Passiflora edulis</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Persea americana</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Phaseolus vulgaris</i>	100	Rares
<i>Phyllantus amarus</i>	13,33	Très fréquentes
<i>Pipier guineensis</i>	6,67	Très fréquentes
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	40,00	Très fréquentes
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	100	Rares
<i>Solanum melongena</i>	100	Rares
<i>Tectona grandis</i>	100	Rares
<i>Tithonia diversifolia</i>	100	Rares

5 DISCUSSION

Les enquêtes réalisées auprès des étudiants ont permis d'inventorier 42 espèces végétales sources de PFNL. Des études similaires réalisées par [16] dans la localité d'Agbaou à Divo et dans la région de Korhogo en Côte d'Ivoire ont permis de recenser respectivement 86 et 127 espèces sources de PFNL. Dans les échantillons inventoriés, nous avons remarquons que les taxons introduits ou cultivés sont moyennement représentés; Leur présence est une conséquence de l'action de l'Homme. En effet des parcelles expérimentales sont mise en place au sein de la forêt par les étudiants, confirmant ainsi les perturbations provoquées par l'action anthropique dans cette forêt.

Le nombre d'espèces sources de PFNL recenser varie d'une localité à une autre. Cette différence pourrait s'expliquer non seulement par la diversité des espèces sources de PFNL mais aussi par la diversité des habitudes alimentaires et des pratiques coutumières.

L'étude des types de produits forestiers non ligneux de la forêt a montré une diversité de d'utilisation. Le domaine de la recherche est celui qui présente le plus grand intérêt pour les populations en matière de diversité contrairement à celui observé à l'échelle de plusieurs autres régions en Côte d'Ivoire et ailleurs [17,18]. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les enquêtes ont été mener en milieu universitaire.

Concernant, les parties de la plante utilisées, les résultats obtenus ont permis de montrer que les feuilles sont, de loin, le produit forestier non ligneux le plus rencontré. Cette importance des feuilles est surtout liée à leur forte présence au cours des travaux pratiques ou des expériences. Contrairement aux études de [17,19,20], dans lesquelles toutes les espèces utilisées ont été dénombrées sans tenir compte de leur importance économique, ont montré que les feuilles étaient les organes les plus sollicités dans la pharmacopée. Les fruits sont également des produits forestiers non ligneux recherchés par les populations. Ils le sont beaucoup plus dans l'alimentation humaine que dans tous les autres domaines considérés. En effet les fruits, les graines, la sève et les feuilles sont surtout utilisés en alimentation. Ceci est attesté par les travaux de [21] et [22]. Ces auteurs ont respectivement montré que 40 % et 75 % des organes végétaux comestibles exploités par les riverains du parc d'Arly au Burkina Faso et la forêt classée de Port Gauthier en Côte d'Ivoire sont des fruits. Ici les feuilles de *Panicum maximum* sont utilisées pour l'alimentation des bétails. Dans le domaine médicinal, les feuilles sont les plus utilisées. Cela peut s'expliquer par le fait que dans le domaine médicinal les feuilles sont préférentielles par rapport aux autres organes. Les études de [17,18,19] ont montré que les feuilles étaient les organes les plus sollicités dans la pharmacopée.

L'évaluation des valeurs d'usage ethnobotanique pour les différentes espèces sources de PFNL a montré que toutes les espèces collectées sont à des niveaux d'importances différents et ne disposent pas de la même valeur sociale et économique. Cette valeur, pour chaque espèce, reflète aussi le niveau de demande du produit forestier non ligneux qu'elle fournit. Les plus grandes valeurs d'usage ethnobotanique ont été observées dans l'alimentation et le domaine médicinal. Ce sont deux domaines qui régissent, au quotidien, la vie des populations. Les valeurs d'usage ethnobotanique élevées dans ces domaines sont le fait de quelques espèces seulement, très sollicitées. Il s'agit, notamment, de *Panicum maximum* pour l'alimentation puis d'*Acacia mangium*, *Alchornea cordifolia*, et *Phyllanthus amarus* pour le domaine médicinal. Les feuilles de *panicum maximum*, sont recherchés dans l'alimentation du bétail. Ils sont consommés aussi bien en zones rurales que urbaines, presque partout en Côte d'Ivoire. Les feuilles d'*Alchornea cordifolia* sont beaucoup solliciter dans le domaine médicinal cela s'explique par le fait que les feuilles sont utilisées pour soigner plusieurs maux. Les travaux de [10] dans la Forêt classée de Yapo-Abbé sur les PFNL confirme cela.

6 CONCLUSION

Les enquêtes ethnobotaniques ont permis d'inventorier 42 espèces végétales sources de PFNL soit 24,85% des espèces inventoriés. Parmi ces espèces nous avons 15 espèces végétales appartenant aux plantes médicinales, cinq (5) espèces sont des plantes alimentaires et 28 espèces sont utilisées dans le domaine de la recherche scientifique. La comparaison des proportions des domaines d'utilisation a permis de montrer que le domaine le plus élevé est le domaine de la recherche scientifique. Parmi les espèces sources de PFNL citées par la population 26 soit 61,90% des espèces ont un indice de raréfaction inférieur à 50 %. Les plus grandes valeurs d'usage ethnobotanique ont été observées dans l'alimentation et le domaine médicinal.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont Monsieur Tano Yao, Président de l'Université Nangui Abrogoua pour l'intérêt pour avoir accepté ce travail. Nos remerciements vont également aux étudiants de l'université.

REFERENCES

- [1] D.H. N'Da, Y.C.Y.Adou, K.E. N'Guessan, M. Koné, Y.S Sangne, Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4: 552-579, 2008.
- [2] C. Dadjo, Caractérisation ethnobotanique, morphologique et spatiale de *Vitex doniana* Sweet (Verbenaceae) au Sud-Bénin, Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 86, 2011.
- [3] L.Aké assi et D. Boni, Développement agricole et protection de la forêt: quel avenir pour la forêt ivoirienne ? Comptes rendus de la XIIème réunion plénière de l'AETFAT Symposium II. pp. 169-176, 1990.
- [4] M. Koné, Evolution du couvert forestier dense et impacte de la déforestation sur la migration de la boucle du cacao en Côte d'Ivoire. Thèse d'état de l'Université Nangui Abrogoua, Abidjan, 162 p, 2015.
- [5] Z.B. Goné Bi, D.Kouamé, I.Koné, C.Y. Adou Yao, Diversité végétale et valeur de conservation pour la Biodiversité du Parc National du Mont Péko, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 71: 5753– 5762, 2013.
- [6] K. Missa, F.Seguena, D. Soro, S. C. Piba, A. Bakayoko, État actuel de la relique forestière de l'université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire: impacte des pressions anthropiques sur sa flore et sa structure de la végétation *Afrique SCIENCE* 14 (5); 229 – 238, 2018.
- [7] K. Missa, Inventaire floristique de la forêt de l'Université d'Abobo-Adjamé: Comparaison de la composition floristique et la structure des trois blocs. Mémoire de DEA Botanique. Université de Cocody -Abidjan, Côte d'Ivoire. 62 p, 2010.
- [8] K. Missa, K. Yao, J. K. Koffi et K. Soro, Diversité floristique et structure de la végétation d'une carrière de granite dans le district de Yamoussoukro, Centre de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, June 2023, Volume 17, Number 4, 2023.
- [9] B. T. A. Vroh., D. Ouattara et K. B. Kpangui, Disponibilité de espèces végétales spontanée à usage traditionnel dans d'Agbaou, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 2014.
- [10] S.C. Piba, B.F.H. Tra, D. Konan, B.G.A. Bitignon, A. Bakayoko, Inventaire et disponibilité des plantes médicinales dans la forêt classée de yapo-abbé, en côte d'ivoire. *European Scientific Journal*. vol.11, No.24, 2015.
- [11] J.M.Géhu et J. Géhu, Essai d'objection de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. Géhu J.M. (ed). Séminaire de Phytosociologie Appliquée, 1980.
- [12] B. Belem, Ethnobotanique et conservation de *Bombax costatum* Pel. & Vuil. (Faux kapokier) dans les systèmes de production agricole du plateau central, Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 189p, 2009.
- [13] B. Hoffman and T.Gallaher, Importance Indices in Ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications*, 5: 201-2 18.
- [14] Cunningham A. B, Professional ethics and ethnobotanical research: 19-51. In: *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. Alexiades, M.N. (ed.), 1996, 2007.
- [15] G.T. Prance, W. Balee, B.M.Boom et R.L.Carneiro, Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Amazonia. *Conservation Biology*, 1: 296-3, 1987.
- [16] M.S. Tiébré, D. Ouattara, B.T.A. Vroh, A. Gnagbo, K.E. N'Guessan, Diversité floristique et disponibilité des plantes utilitaires en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 102 (1): 9699-9707, 2016.
- [17] F.H.B. Tra Bi, Utilisation des plantes par l'Homme dans les forêts classées du Haut- Sassandra et de Scio. Thèse de doctorat d'Etat de 3ème cycle. Université d'Abidjan Cocody, 215p, 1997.
- [18] S. C. Piba, Apport de la flore naturelle dans la vie de la population d'une région cacaoyère en Côte d'Ivoire: Cas du Département d'Oumé. Mémoire de DEA, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 62 p, 2009.
- [19] G.N. Zirihi, Contribution au recensement, à l'identification et à la connaissance de quelques espèces végétales utilisées dans la médecine traditionnelle et la pharmacopée chez les Bété du Département d'Issia, Côte-d'Ivoire. Résumé de thèse de doctorat de 3e cycle, Faculté des Sciences et Techniques, Abidjan, 253 p, 1991.
- [20] M.O. Vangah, Contribution à la connaissance des plantes médicinales utilisées par les ethnies Akans de la région littorale de la Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, Université Nationale d'Abidjan (Côte-d'Ivoire), 464 p, 1986.
- [21] P. Doamba, Impact de l'utilisation des produits forestiers ligneux et non ligneux sur la gestion du parc national d'Arly au Burkina Faso. Mémoire de master, UFR Environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et l'Environnement (Burkina Faso), 58 p, 2012.
- [22] S. Soro, D. Ouattara, W.M. Egnankou, K.E. N'guessan, D. Traore, Usages traditionnels de quelques espèces végétales de la forêt marécageuse classée de port gauthier, en zone côtière au sud-ouest de la cote d'ivoire. *European Scientific Journal*, 10 (3): 1857-7881, 2014.

Platon et l'Éducation par la Fiction

[Plato and Education through Fiction]

Mustapha Charfaoui

Centre d'études Doctorales «Homme - Société - Éducation», Faculté des sciences de l'Éducation, Université Mohamed V, Rabat,
Morocco

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this study which focuses on the theme of education, we propose to take a detour into the distant times of Greek Antiquity, to question ourselves and to educate ourselves. If we must justify such a digression in time, the reason is that the merit of this people lies, among other things, in their restoration of a close link between humanity and Education. The ideal that they envisaged during the golden age is at the origin of humanism in the sense that humanity is seen as a value. Let us not forget that Renaissance humanism is characterized by a return to ancient sources following the equation of equivalence between education and humanism. Following the belief that humanity is based on the full development of man's faculties, Plato seems to be one of the scholars who reflected on the multiple ways, through multiple voices, of becoming a Man: erudition, wisdom, physical beauty, virtue, temperance, knowledge etc. We suggest drawing a thread from the fabric of this complex theme. It is a question of putting into perspective the Platonic debate on education via poems, fables... This subject is part of the famous crusade that Platonic philosophy leads against art and which is often read and treated in a manner univocal and sterile, this is why we will focus not only on the affinities of the philosopher's analysis but also on the gray areas which make the Platonic point of view a fruitful thought in the educational field.

KEYWORDS: Platonic education, poems, mimetic contagion, fiction, simulation, alienating power.

RESUME: Dans cette étude qui s'intéresse au thème de l'éducation, nous proposons de faire un détour dans les temps lointains de l'Antiquité grecque, de nous interroger et de nous instruire. Si nous devons justifier une telle digression dans le temps, la raison en est que le mérite de ce peuple réside, entre autres, dans leur restauration d'un lien étroit entre humanité et Education. L'idéal qu'ils ont envisagé lors de l'âge d'or est à l'origine de l'humanisme au sens où l'humanité est vue comme valeur. N'oublions pas que l'humanisme de la Renaissance est caractérisé par un retour aux sources antiques suivant l'équation de l'équivalence entre éducation et humanisme. Suivant la croyance que l'humanité repose sur le plein épanouissement des facultés de l'homme, Platon semble bien être l'un des savants ayant réfléchi aux multiples voies, par multiples voix, de devenir Homme: l'érudition, la sagesse, la beauté physique, la vertu, la tempérance, le savoir etc.

Nous suggérons de tirer un fil de l'étoffe de cette thématique complexe. Il s'agit de mettre en perspective le débat platonicien de l'éducation via les poèmes, les fables...Ce sujet fait partie de la fameuse croisade que mène la philosophie platonicienne contre l'art et qui est souvent lue et traitée d'une manière univoque et stérile, c'est pourquoi nous mettrons le point non seulement sur les affinités de l'analyse du philosophe mais aussi sur les zones d'ombre qui font du point de vue platonicien une pensée féconde dans le domaine éducatif.

MOTS-CLEFS: éducation platonicienne, les poèmes, contagion mimétique, fiction, simulation, pouvoir aliénant.

1 INTRODUCTION

Dans cet article, notre étude se consacrera à l'un des problèmes liés au thème de l'éducation platonicienne. Il est fort bien connu que le philosophe chasse les faiseurs de fables et les poètes de sa cité idéale. Également, aucune place n'est réservée à leurs fictions dans le projet éducatif et dans la cité de manière générale. Il s'agit là d'une opinion mise au rang des évidences. Cela est renforcé par la vieille

querelle qui oppose la philosophie à l'art. Sur ce, notre intention est, premièrement, de nous interroger sur le bannissement de la poésie de la cité idéale de Platon ainsi que sur l'inutilité de la pratique poétique. Dès lors, il convient de cerner notre recherche par une question majeure qui structurera notre analyse tout en limitant tout risque de divagation; à partir de quel (s) motif (s) se justifie l'interdiction du Récit¹ dans l'éducation des gardiens de la cité idéale de Platon ? Pour tenter d'apporter quelques éléments de réponse à cette problématique, il est intéressant de monter de manière minutieuse les risques de l'éducation au biais des récits. Pour ce faire, il est commode d'emprunter deux voies complémentaires; il s'agit dans un premier temps de mettre en perspective le point de vue platonicien selon lequel la poésie s'exhibe en tant que mensonge avéré qui nous guidera à la vérification des mécanismes sous-jacents du pouvoir aliénant des récits et des poèmes.

2 LA POESIE: UN MENSONGE AVERE

*« Certains poètes sont sujets, dans le dramatique, à de longues suites de vers pompeux, qui semblent forts, élevés, et remplis de grands sentiments. Le peuple écoute avidement, les yeux élevés et la bouche ouverte, croit que cela lui plaît, et à mesure qu'il y comprend moins, l'admire d'avantage; il n'a pas le temps de respirer, il a à peine celui de se récrier et d'applaudir »*² La Bruyère.

2.1 LA POESIE COMME SIMULATION

La *République* de Platon est un ouvrage ayant pour but ultime la conceptualisation d'une cité juste. Au cours des livres II et III, Platon, après des considérations en matière économique, se penche sur la question de l'éducation nécessaire aux gardiens de la cité. La question, à laquelle nous essayerons de répondre dans cette partie, s'inscrit dans la ligne de la vieille querelle entre la philosophie et l'art. Nous nous intéressons plus particulièrement aux jugements du philosophe face au contenu des récits de tout genre: fables, cosmogonies, poèmes etc. En fait, Platon remet en question toutes les formes du discours provenant des poètes et des faiseurs de fables. Cela fait partie de la fameuse croisade que mène la philosophie platonicienne contre l'art. Cet élément mérite autant d'attention et de méfiance, surtout qu'un tel sujet, à force d'être répété à l'envi, court le risque de l'évidence. Avant de commencer, il est intéressant de s'arrêter d'abord sur la définition de l'éducation.

Dans la tentative de conceptualiser le terme éducation dans le même ouvrage, la « *paideia* » est susceptible d'être traduite par « culture » ou « civilisation » et est associée tout au long de l'ouvrage à un binôme qui vient lever le voile sur une nouvelle perspective et éclaircir « la signification vague » que revêt le mot. Parmi les mots qui lui sont associés, celui de « banquet » revient sans cesse dans la mesure où il figure comme réponse à la question suivante : comment faire apprendre aux jeunes la tempérance ? Les banquets en sont le vecteur. Ces fêtes organisées doivent être vues sous le prisme d'une enquête et d'une initiation à la tempérance et non comme un simple divertissement où tout est permis. Sur ce, il est nécessaire de mentionner que ces fêtes sont orchestrées par la surveillance des dieux: « *Mais les Dieux, (...) nous ont ménagé des intervalles de repos dans la succession régulière des fêtes instituées à leur honneur; ils ont voulu que les Muses, Apollon leur chef, et Bacchus, les célèbrent de concert avec nous, afin qu'avec leur secours nous puissions réparer dans ces fêtes les pertes de notre éducation* »³.

C'est exactement à travers cette citation que notre première question revient au premier plan. Vu que les banquets sont organisés, sous la surveillance des dieux, à l'éducation et à la formation des hommes, le premier motif du conflit que Platon mène contre le Récit est d'ordre théologique comme le témoignent les mots suivants: « *Mais de tous les discours, les plus étranges sont ceux qu'ils tiennent sur les dieux et la vertu.* »⁴. L'intérêt d'une telle déclaration réside dans l'épithète « étranges » qui va permettre d'aiguillonner et de mettre le doigt directement sur la première arme de l'inquisition des poètes et des faiseurs des fables: la singularité des contenus.

Mais avant, revenons au terme lui-même: que veut dire un Récit ? Premièrement, le Récit n'existe pas naturellement, mais il est une construction humaine. Constat qui se déploie dans la définition suivante mieux que nulle part ailleurs: « (...) *On s'accorde généralement à admettre que, pour composer une histoire qui en ait l'allure, il faut plusieurs composantes...* »⁵. Notons que les termes « composer » et « composantes » rejoint sémantiquement celui de construction. Le Récit est donc une fabrication et une invention humaine et le fruit d'un travail qui procède par la juxtaposition des mots. Cette invention porte sur un objet qui en constitue le contenu et que nous nommerons la définition objective. Celle-ci, à son tour, concerne le rapport entre le discours et son objet. Dans cette partie, il s'agit

¹ Le terme Récit englobe les fables, les contes, les cosmogonies d'Hésiode, et plus particulièrement la poésie narrative d'Homère citée plusieurs fois dans le corpus du travail. Il s'agit d'un terme générique que nous donnons à toutes sortes de discours dont la base est une histoire à narrer ou à représenter (les arts dramatiques y sont inclus).

² La Bruyère, *Les Caractères*, Paris, Classiques Français, 1993, p. 66.

³ Platon, *Les Lois*, op. cit., pp.35-36

⁴ Platon, *La République*, Robert Baccou (trad), Paris, Librairie Garnier Frères, 1950, p. 65.

⁵ Jean-François Dortier, *le dictionnaire des sciences humaines*, Paris, Sciences humaines, 2007, p.710

d'interroger les remontrances du philosophe contre le Récit du point de vue objectif (contenu) et dans la deuxième, il sera question de la définition subjective (représenter, c'est faire croire). Les deux constituent l'opération mimétique (prise dans le sens d'imitation).

Nous convenons de l'étrangeté du contenu des récits. La progression de la lecture permet de voir de plus près de quel type d'étrangeté il s'agit. Platon émet d'innombrables exemples qui visent essentiellement les récits « *d'Hésiode, d'Homère et des autres poètes; car toutes les fables qu'ils ont débitées et qu'ils débitent encore aux hommes sont remplies de mensonges.* »⁶. La pièce-maitresse de cette citation est le substantif « *mensonges* » qui signale le décalage entre le discours et l'objet sur lequel il porte. Ou mieux, il est question de l'incompatibilité de ce qu'il fut avec ce qui est rapporté à son égard. Cela est intimement lié au fait que dans la logique de la philosophie de Platon le récit est pensé comme une image (verbale certainement) qui peut ou non ressembler à ce dont elle est l'image.

Le mensonge est alors la caractéristique qui se colle au contenu de l'opération mimétique verbale des fables. Rien que cela peut nous guider au constat suivant: le récit ne contient pas la vérité (théologique). Dans le même sens, les propos suivants sont éclairissants, les mensonges dont parlent ces extraits « *défigurent les dieux et les héros, semblables à des portraits qui n'auraient aucune ressemblance avec les personnes que le peintre aurait voulu représenter.* »⁷. Donc, ces fausses vérités atteignent exclusivement les dieux et les héros. Sur ce point, un rappel est d'une extrême utilité. Suivant l'échelle des devoirs instituée par l'helléniste, le respect à l'égard des divinités en occupe le premier rang, après quoi viennent les hommes divins. Donc le rapport est quantitatif, plus l'objet du mensonge est honoré, plus le mensonge est considérable.

Parler seulement de mensonges risque d'anéantir une donnée à la fois essentielle et profitable à la progression de la réflexion. Dans la pensée de Platon, mensonges et erreurs sont moralement blâmables et pernicioeux. C'est dans cette optique que s'est progressivement imposée la question suivante: les Récits disent-ils des mensonges ou des erreurs ? A cette objection, il est possible de répondre que l'auteur de la *République* fait le discernement subtil en se méfiant du flottement sémantique des deux notions qui se confondent mutuellement.

Ce n'est pas un hasard si le mot « *erreur* » se substitue au « *mensonge* » et l'ouvrage en porte témoignage: « *On ne doit donc pas admettre sur l'autorité d'Homère, ou de tout autre poète, une erreur, au sujet des dieux* »⁸. De la première question en découle une autre: le poète connaît-il la vérité théologique? Si la réponse est affirmative, cela implique que le choix du mensonge revient essentiellement à la volonté du poète. Autrement dit, le poète possède une vérité sur les dieux qu'il défigure dans son poème. L'acte de mentir et donc de tromper est volontaire. Le deuxième cas se découle d'une réponse négative impliquant la non-connaissance de la vérité par le poète ignorant qu'il est lui-même induit en erreur. En somme, le mensonge est une dissimulation d'une vérité (connue et conceptualisée) alors que l'erreur est due à une ignorance. Nous rappelons que le législateur doit veiller à « *faire régner la sagesse dans l'État qu'il police, et d'en bannir l'ignorance* »⁹. L'ignorance soit de l'État ou celle du citoyen est la plus funeste et le gouvernement doit se mobiliser pour se protéger de toute personne ignorante. Dans le même ordre d'idées, Platon condamne le blasphème d'Homère et d'Hésiode contre les dieux. Donc nous pouvons dire que le tourment de Platon réside dans la crainte des erreurs véhiculées dans l'ensemble des récits présentés aux gardiens de la cité.

Par ailleurs, Une autre remarque, du point de vue philosophique, mérite d'être insérée. Dans la terminologie de Platon la vérité « *qualifie de manière générale l'exactitude du propos ou la rectitude de la pensée, c'est-à-dire l'adéquation entre ce que le discours, pensée ou écrit, prononce sur le compte d'un objet et la nature de cet objet* »¹⁰. Si, donc, la vérité est « ce qui est », son contraire, l'erreur, est forcément « ce qui n'est pas » dans le sens de ce « qui n'existe même pas ». L'erreur est donc le non-être. Or, Platon affirme l'existence de l'erreur. De ces deux constats, la question suivante s'impose: comment affirmer l'existence d'un non-être ? Cette problématique trouve son issue dans le fait d'envisager l'erreur non comme non-existence mais comme « altérité » dans le sens où « *quand je fais un jugement faux (...) je ne fais pas référence à ce qui n'existe pas, mais à ce qui est différent de (autre que) ce qui existe vraiment* »¹¹. L'altérité peut être apparentée au « *paralogisme* »¹² dont parle Aristote au sujet d'Homère.

⁶ Platon, *la République*, Op.Cit., p. 88.

⁷ *Ibidem*.

⁸ Platon, *la République*, Op.Cit., p. 95.

⁹ Platon, *les lois*, op.cit., p.81.

¹⁰ Luc Brisson et Jean-François Pradeau, *Dictionnaire Platon*, Paris, Ellipses, 2007, p. 151.

¹¹ *Ibidem*.

¹² « *Homère a aussi parfaitement enseigné aux autres poètes à dire, comme il faut, les choses fausses ; or le moyen, c'est le paralogisme. Les hommes croient, étant donné tel fait qui existe, tel autre existant, ou qui est arrivé, tel autre arrivant, que si le fait postérieur existe, le fait antérieur existe ou est arrivé aussi ; or cela est faux.* » Voir Aristote, *la Poétique*, Charles-Émile Ruelle (trad), Paris, Garnier frères, 1983, p.52.

Cela permet de passer de la notion de « l'erreur », qui supplante celle de mensonge, à celle de « simulation » d'une chose à une autre. Platon incrimine l'éloignement des poètes de la vérité comme l'attestent les mots suivants: « *semblable à une fontaine, il (le poète) laisse couler tout ce qui lui vient à l'esprit (...) sans savoir de quel côté est la vérité* »¹³.

A propos, nous savons que la vérité est le principe de toute philosophie et plus particulièrement celle de Platon au point que chacun doit, par principe, accorder plus d'égards à la vérité qu'à un homme, même s'il s'agit du grand Homère. Donc le récit s'éloigne de la vérité car il ne constitue pas un discours réfléchi et raisonné. Pour Platon, la logique dicte qu'avant de poétiser sur les divinités et formuler des idées hâtives, il serait inévitable de savoir ce qu'est d'abord un dieu. Chose que nous développerons dans le deuxième chapitre.

Après avoir montré la fausseté du contenu théologique des récits mythiques et leur mise en scène fallacieuse des prétendues relations érotiques des puissances divines, leurs ruses et leurs conflits dans les discours ¹⁴ poétique, Platon refuse de conférer aux divinités des attributs purement humains, soumis aux passions basses et adonnés aux comportements les plus répréhensibles.

Le danger, selon Platon, vient du fait que ces récits sont « *une feintise sérieuse* »¹⁵. Ce dernier adjectif suggère de faire défiler un autre fil de la critique du philosophe concernant les dictionnaires dont le pouvoir de confusion et celui d'embellissement se conjuguent pour donner à la parole poétique une teinte de vérité. La critique du contenu est appuyée immédiatement par une condamnation des dictionnaires courants. C'est ce que nous allons tenter de montrer dans la partie suivante.

2.2 CONFUSION ET IGNORANCE DANS/DE LA MIMESIS

Dans cette partie nous estimons légitime d'aller chercher dans *La Poétique* d'Aristote - référence majeure dans la théorisation des genres- de quoi nourrir notre exposé. En effet, Platon commence par une classification trilogique de formes poétiques. Prenons la citation suivante qui inaugure sa démarche: « *Tout ce qu'on lit dans les poètes et les faiseurs de fables n'est-ce pas un récit d'événements passés ou présents ou à venir?* »¹⁶ L'essentiel, ici, est d'entendre l'expression « *récit d'événements* » dans le sens d'« un exposé d'événements ». Après quoi, le personnage de Socrate instaure la classification trilogique suivante: les poètes mettent en avant l'exposé des événements en procédant de trois manières possibles. D'abord, soit par un exposé pur et simple (*haplè diègèsis*)¹⁷, ou encore par une imitation des paroles et des gestes (*mimèsis*) comme c'est le cas d'Homère au commencement de l'Iliade où le poète raconte l'épisode de Chrysès priant Agamemnon de lui rendre sa fille; demande que le père d'Oreste refuse catégoriquement. La troisième manière est une conjugaison des deux modes appelé mode *mixte*.

En fait, Socrate s'attache à l'exemple de l'épisode évoqué pour bien montrer les divergences entre les modes d'énonciation. Au début, Homère parle et raconte en son nom et sans intention aucune de nous faire croire qu'un autre que lui prend la parole à sa place, c'est-à-dire qu'il se maintient visible et sans chercher à détourner les pensées des auditeurs. Quelques vers après, le poète procède inversement en se mettant à la place de Chrysès et en agissant comme s'il n'était plus Homère mais le vieillard, prêtre d'Apollon. Cela incite le personnage de Socrate à formuler l'énoncé suivant: « *La plupart des récits de l'Iliade et de l'Odyssée sont de ce genre.* »¹⁸.

A l'image d'Homère, Aristote fait de l'imitation un des mérites du poète: « *il (Homère) n'ignore point ce que le poète doit faire par lui-même. Le poète doit parler le moins possible en personne; car, lorsqu'il le fait, il n'est pas imitateur* »¹⁹. En revanche, Socrate condamne catégoriquement ce mode d'imitation qui consiste à rapporter directement des paroles de l'un des acteurs ou des deux. Ce processus relève de la dissimulation, de la feinte voire de l'artifice.

De même, le personnage continue sa réflexion et fait subir au texte de l'Iliade une transformation radicale en passant du dialogue au discours indirect²⁰. Autrement dit, Socrate a opéré une séparation radicale entre l'instance de l'événement et celle du spectacle ou de la

¹³ Platon, *Les lois*, Op.Cit., pp.115-116.

¹⁴ « *Il sera aussi défendu parmi nous de dire que Junon a été chargée de chaînes par son fils, et Vulcain précipité du ciel par son père pour s'être mis au-devant des coups portés à sa mère, et de raconter tous ces combats des dieux imaginés par Homère* » Platon, *La République*, op.cit., p.90

¹⁵ Sur ce sujet voir Elitza Dulguerova, « Compte rendu de [Schaeffer, Jean-Marie, Pourquoi la fiction?, Paris, Seuil, 1999, 350 p.] », *Cinémas*, 12 (1), 2001, pp. 169-178.

¹⁶ Platon, *la République*, op.cit., p.116

¹⁷ « *Si le poète ne se cachait jamais, tout son poème ne serait qu'un récit simple, sans imitation.* » Platon, *La République*, op.cit., p.118.

¹⁸ Platon, *La République*, op.cit., p. 117

¹⁹ Aristote, *La Poétique*, op.cit., p.52

²⁰ « *Si Homère, après avoir dit que Chrysès vint avec la rançon de sa fille et supplia les Grecs, surtout les deux rois, n'eût point parlé comme s'il était devenu Chrysès lui-même, tu sais qu'alors le récit aurait été simple, au lieu d'être imitatif. Voici quelle forme il aurait prise. Je me servirai de la prose, car je ne suis pas poète : « Le prêtre, étant venu, pria les dieux de permettre que les Grecs, vainqueurs de Troie, terminassent heureusement leur expédition. Puis, il demanda que, par respect pour le dieu, on délivrât sa fille et acceptât sa rançon. Tous les Grecs respectaient ce vieillard et accueillirent sa demande. Mais Agamemnon s'emporta ; il lui ordonna de se retirer et de ne plus reparaitre*

représentation dont il est le témoin. Après quoi, il obtient, à l'opposé de ce récit pur et simple, la tragédie. La raison de ce détour est que le récit simple est non attesté mais il est moins dangereux (simplement parce qu'il ne procède pas par imitation) et que la forme dramatique prend jusqu'alors une valeur concevable.

Ce long détour a le privilège de laisser contourner la bifurcation des genres afin de les définir et connaître les nuances entre eux avant de les remettre au jugement. La réflexion mène à la classification suivante: « *il y a des récits de trois espèces. Le premier est tout-à-fait imitatif, et, comme tu viens de dire, il appartient à la tragédie et à la comédie. Le second se fait au nom du poète: tu le trouveras employé particulièrement dans les dithyrambes. Le troisième est un mélange de l'un et de l'autre: on s'en sert dans l'épopée et dans d'autres espèces de poèmes.* »²¹.

Notons, en guise d'appendice, que ce résultat n'est pas une fin en soi, car la question de la théorisation des genres n'a jamais été un souci platonicien comme c'est le cas de son disciple dans sa *Poétique*. La préoccupation platonicienne est de taille dans la mesure où cette soi-disant ébauche de théorisation est organiquement liée à son souci didactique et pédagogique. L'imitation dans les genres dramatiques pose problème à Platon. Celui-ci pose des questions²², concernant les modes poétiques à rejeter, auxquelles la réponse d'Adimante résout en résumant de manière percutante la pensée de Platon à ce sujet: « *Si mon avis l'emporte, nous nous arrêterons au récit simple qui imite la vertu* »²³. Un pourquoi s'avère nécessairement utile et la réponse du disciple est à fragmenter de sorte que les deux parties soient complémentaires.

Pourquoi incriminer les deux genres ayant en commun trait à une imitation totale (comédie et tragédie) ou partielle (épopée) ? Le problème réside dans le fait que dans la conception de la cité juste que Platon a toujours fait valoir, il ne cesse de souligner que chaque personne est habilitée à ne remplir qu'une seule tâche comme l'attestent les propos suivants:

*Voilà pourquoi c'est une chose particulière à notre État, que le cordonnier y est simplement cordonnier, et non pas outre cela pilote; le laboureur, laboureur, et non pas en même temps juge; le guerrier, guerrier et non pas encore commerçant, et ainsi des autres*²⁴.

Donc, il paraît clair que le processus d'imitation fournit un contrepoint de ce précepte purement platonicien, car l'opération du mimétisme pousse l'acteur à revêtir plusieurs rôles avec plusieurs caractères. Un acteur se trouve incapable de revêtir la personne du guerrier, du précepteur, du médecin, du cordonnier etc. C'est ainsi alors que tout ce dont l'imitation prend parti tombe à faux.

Au demeurant, l'affaire peut devenir polémique si nous postulons que l'imitation n'est que la copie momentanée et superficielle du caractère d'un héros, d'un dieu etc. Elle ne requiert pas forcément une parfaite connaissance du modèle imité car il s'agit seulement de l'imiter et d'« en produire une autre copie ».

Nous avons déjà suivi le philosophe, et nous le suivrons à nouveau quand il énonce qu'« (...) *il est impossible à l'homme de bien imiter plusieurs choses, ou de faire sérieusement les choses qu'il reproduit par l'imitation.* »²⁵. Dans cette citation, l'adverbe « sérieusement » constitue le terme clé dans la mesure où il traduit la nécessité d'une science qui préside au processus de l'imitation, car jamais une imitation dans la pensée du philosophe n'est jugée par le degré de plaisir et d'empressement qu'elle procure mais elle n'est estimée que par sa conformité au Vrai et au Juste (deux idéaux majeurs). Face à chaque représentation, donc, il faut « *pour en être un juge éclairé, connaître ces trois choses: en premier lieu, l'objet imité; en second lieu, si l'imitation est juste; enfin si elle est belle, que cette imitation soit faite par la parole, ou par la mélodie, ou par la mesure* »²⁶.

Par conséquent, pour imiter un médecin, le principe de la vérité intrinsèque à la vraie imitation consiste à une maîtrise de la médecine et non seulement du langage du médecin. C'est ce qui fait que l'imitation remplit toute sa fonction éducative: « *On le dit en effet. (...) que si Homère eût été réellement en état d'instruire les hommes et de les rendre meilleurs, comme ayant une parfaite connaissance des choses au lieu de savoir seulement les imiter* »²⁷.

en sa présence, de peur que le sceptre et les bandelettes du dieu ne lui fussent désormais d'aucun secours ; et il ajouta que sa fille ne serait délivrée que lorsqu'elle aurait vieilli avec lui dans Argos ; qu'il eût à s'en aller et à ne pas l'irriter, s'il voulait retourner chez lui sans malheur. Le vieillard se retira tremblant et sans rien dire. Dès qu'il fut éloigné du camp, il adressa une prière à Apollon, l'invoqua sous ses divers noms, et lui rappelant ce qu'il avait fait pour lui plaire, les temples qu'il avait bâtis en son honneur et les victimes choisies qu'il avait immolées, il lui demanda pour récompense de faire expier aux Grecs, sous ses flèches, les pleurs qu'il répandait. » Platon, La République, op.cit., p. 118

²¹ Ibid. p.119

²² « *Que ferons-nous donc ? Admettons-nous dans notre État ces trois genres de récit ou adopterons-nous l'un des trois ?* » Platon, La République, Op.Cit., p. 125.

²³ Platon, La République, Op.Cit., p. 125.

²⁴ Platon, La République, Op.Cit., p. 125.

²⁵ Ibid., p. 121.

²⁶ Platon, Les Lois, op.cit., p.56.

²⁷ Ibid., p.479.

Gardons à l'esprit que ce nous avons montré est en relation avec la première partie de la réponse du disciple et que les propos suivants portent sur le deuxième fragment. En fait, Platon exige, comme condition *sin qua non*, une science, qui préside à l'opération mimétique, dans l'intention de révéler des vérités aux auditeurs ou aux spectateurs.

Vu qu'il n'existe pas des synonymes dans le langage, ni des doublets dans le réel, il existe seulement des rapports, Platon instaure un rapport étroit entre mimétisme et apprentissage et éducation. A ce niveau le souci de Platon est complexe: Se munir de la science avant d'imiter a une visée éducative. Elle concerne indubitablement celle d'une prise en considération du principe de la contagion imitative ou fictionnelle (propre au récit). Platon montre, par-là, sa prise de conscience du lien organique qui se noue entre la représentation imitée ou simplement racontée et le spectateur et/ou l'auditeur. Le principe de la contagion et celui de l'éducation par l'apprentissage mimétique apparaissent comme deux piliers fondamentaux de sa critique du récit.

3 LE POUVOIR ALIENANT DES RECITS ET DES POEMES

3.1 LA CRITIQUE DE LA CONTAGION FICTIONNELLE ET MIMETIQUE

Nous arrivons, dans le cheminement de notre pensée, à un point essentiellement critique. Après avoir dénoncé la fausseté des contenus des fables et des épopées²⁸ et les manières de leur énonciation, nous pouvons nous interroger sur les autres motifs qui président à cette sévère réprimande du récit. Cela concerne les dangers imminents de tels discours dans le processus éducatif et sur la jeunesse de manière générale. Cela veut dire que le vrai motif du réquisitoire ne se limite guère à ce qui est contenu dans les récits, mais il concerne également l'impact de ces discours sur les récepteurs. Ces derniers reçoivent avidement et passivement de nombreuses images, idées, et pensées etc. C'est ce que nous entendons exprimer par le principe de la contagion.

Le danger est donc de taille et est formulé par la question suivante: « *Tous ces discours (...) quelle impression pensons-nous qu'ils fassent sur l'âme d'un jeune homme doué d'heureuses dispositions, qui, écoutant avec empressement tout ce qu'on lui dit, est déjà capable d'y réfléchir et d'en tirer des conséquences par rapport à ce qu'il doit être et à la route qu'il doit prendre pour bien vivre ?* »²⁹. Le philosophe laisse ici suggérer l'idée que l'initiation des enfants aux récits où fleurissent des modèles de dieux belliqueux, de déesses rusées et de héros incestueux risque de contaminer leurs esprits et les inciter par voie de mimétisme au vice.

Si des psychologues de notre époque moderne à l'instar de A. Bandura ont montré l'existence d'un apprentissage social appelé « *apprentissage vicariant* » consistant dans la possibilité de l'apprentissage d'après les gestes et les faits d'un modèle³⁰, Platon a le mérite de tisser un inextricable rapport entre l'imitation et l'apprentissage que sa philosophie rend saillant et clair³¹. Dans son dernier ouvrage, il nous montre que la perfection dans un domaine est liée aux entraînements imitatifs. Cela implique que l'âme de l'enfant est susceptible d'être influencée depuis son petit âge par de tels discours.

Si les connaissances acquises par l'enfant depuis son petit âge sont basées sur la violence, les mensonges, les conflits et les ruses, il basculera fatalement par le biais du mimétisme dans le vice. C'est exactement la faille vertigineuse de l'éducation, alors que celle-ci doit viser une finalité majeure qui est la vertu comme cela est souligné par les mots suivants, l'éducation est « *celle qui a pour but de nous former à la vertu dès notre enfance* »³².

De même, « le livre X » de *La République* nous offre un détail qui favorise la progression et l'approfondissement de la réflexion. Le vrai motif de la contagion est lié aux passions émanant des discours poétiques. Il s'agit d'une poussée émotionnelle que Platon assigne à la poésie imitative, elle qui « *nourrit et arrose en nous ces passions*³³, elle les rend maîtresses de notre âme, quand il faudrait au contraire les laisser périr faute d'aliments et nous en rendre maîtres nous-mêmes, si nous voulons devenir heureux et vertueux, et non pas médians et misérables. »³⁴. Ainsi, cette poésie devient un catalyseur affectif qui attise le pouvoir émotionnel de l'individu et le rend esclave de ses passions.

²⁸ Voir la première partie.

²⁹ Platon, *La République*, op.cit., p.66

³⁰ Ibidem.

³¹ « *Je dis que pour devenir un homme excellent en quelque profession que ce soit, il faut s'exercer dès l'enfance dans tout ce qui peut y avoir rapport, pendant ses divertissements comme dans les moments sérieux Je dis que pour devenir un homme excellent en quelque profession que ce soit, il faut s'exercer dès l'enfance dans tout ce qui peut y avoir rapport, pendant ses divertissements comme dans les moments sérieux*

» Platon, *Les Lois*, op.cit., p.24

³² Ibid. p.25

³³ « (...) l'amour, la colère, et toutes les passions de l'âme, agréables ou pénibles, dont nous avons reconnu que nous sommes sans cesse obsédés. » Platon, *La République*, op.cit., p.492

³⁴ Platon, *La République*, op.cit., p.492

Dans la même direction d'idées, nous savons bien que l'éducation platonicienne s'oppose à l'excès et appelle la modération, c'est pourquoi une poussée affective risque d'aliéner les jeunes et de les rendre dépourvus de la raison en flattant la partie la plus basse de leurs âmes. C'est pourquoi le philosophe met en garde les jeunes contre l'aliénation des plaisirs et des désirs qui les éloigneraient de l'exercice de l'intellect et de la droite raison: « *tout le monde s'accorde à dire que l'homme qui cède au plaisir est inférieur à lui-même d'une manière plus honteuse que celui qui cède à la douleur* »³⁵ comme s'accorde à le reconnaître Platon.

Par ailleurs, le même reproche est adressé à la comédie. Reproche qui paraît être la source principale de cette pensée ayant régné sous l'influence de *La Poétique* d'Aristote des siècles entiers où le comique est vilipendé plus que tout autre genre. Dans *Les Lois*, le philosophe s'est ainsi exprimé: « *On gagnera pour ces imitations des esclaves et des étrangers; mais il ne faut pas qu'aucun homme, aucune femme de condition libre, témoigne jamais le moindre empressement pour cet art, ni qu'on les voie en prendre des leçons* »³⁶. Le comique est condamné car vu comme signe des esprits mal faits sans aucune utilité pédagogique prétendue ou conçue, c'est pourquoi elle requiert comme acteurs des esclaves. Dans le même sens, *La République* nous offre autant de détails de cette condamnation catégorique du rire.

En fait, pour provoquer le rire d'une audience, cela exige dans la plupart des cas de procéder par l'imitation d'un modèle souvent bas dont le comportement est susceptible de faire rire avec une nuance de moquerie qui creuse une distance préalable avec le modèle imité. Or, le risque réside dans une répétition en continu des imitations basses et dans son pouvoir de banalisation. Pouvoir considérable dont les retombées résument dans l'impact d'une âme malléable et naïve. Et du fait que le lien est bien tissé entre l'imitation et l'apprentissage, la banalisation de ces modèles découle de l'habitude de voir et d'approuver de telles conduites.

Cette habitude implique secrètement une tolérance voire une adhésion, même, à ces modèles positivement considérés parce que répandus et habituels³⁷. En effet, au théâtre, les dialogues favorisent l'identification des spectateurs aux personnages qui vient en conséquence d'une tendance naturelle de l'homme à l'imitation. De la sorte, la représentation de quelques tendances jugées indignes (la plainte, la peur de la mort etc.) pourrait avoir une très mauvaise influence sur le spectateur.

Pire, approuver une conduite implique sa reproduction. Prenons l'exemple du rire tel qu'il est énoncé dans la citation suivante: « *Ce désir de faire rire (...) et après avoir nourri à la comédie ce goût de plaisanterie, tu laisses souvent échapper, dans tes relations avec les autres, même sans y prendre garde, des traits qui font de toi un farceur de profession.* »³⁸. Il apparaît donc que le risque ne cesse alors de se multiplier, et l'effet d'une simple imitation peut être transposé dans les liens sociaux.

Bref, la comédie fait subir à ses spectateurs de tels sentiments qui affaiblissent les hommes surtout que l'esprit du récepteur reste passif alors que les représentations poétiques exercent sur lui une ferme emprise en modelant la pensée et les comportements.

Parler de l'esprit passif qui s'imbibe aveuglément des images et des discours mis en avant dans les récits et les représentations nous guide inéluctablement à invoquer la subtile distinction que fait Spinoza entre l'imagination active³⁹ et l'imagination passive. Concernant celle-ci, le philosophe avance cela: « *je dis au contraire que nous pâtissons quand il se fait en nous quelque chose, ou quand de notre nature il suit quelque chose dont ne sommes que cause partielle* »⁴⁰. Cela permet de ressortir un autre élément de la pensée de Platon implicitement énoncé. Les conduites vicieuses reprises par voie de mimétisme soulignent que celui qui en est la source n'est qu'une cause partielle de la conduite imitée. Ainsi, il est moins convenable de lui reconnaître le statut de sujet agissant par-lui et indépendamment de toute contrainte. Par –là, il devient désormais réduit à un objet.

Par ailleurs, si ce principe d'influence, soit par la *mimésis* soit par la *diègèsis*, s'avère omniprésent et particulièrement efficace, cela nous pousse à interroger cet élément constitutif de toute représentation poétique quel que soit sa nature. Le philosophe est convaincu que le récit arrive à imprimer sa conception des choses dans l'âme de son auditeur à cause du pouvoir incommensurable de la parole et de la flatterie. Aspect qui fait l'objet du prochain point développé ci-dessous.

³⁵ Platon, *Les Lois*, op.cit., p.14

³⁶ Platon, *Les Lois*, op.cit., p. 197

³⁷ « *N'as-tu pas remarqué que l'imitation, lorsqu'on en contracte l'habitude dès la jeunesse, se change en une seconde nature et modifie en nous la langue, l'extérieur, le ton et le caractère ?* » voir Platon, *La République*, Op.Cit., p.121.

³⁸ Platon, *La République*, op.cit., p.492.

³⁹ « *Je dis que nous agissons quand il se fait en nous ou hors de nous quelque chose dont nous sommes cause adéquate, c'est-à-dire quand de notre nature il suit en nous ou hors de nous, quelque chose qui peut se comprendre clairement et distinctement par elle seule* » Voir Baruch Spinoza, *Éthique*. Œuvres III, Paris, Flammarion, 1993, p. 134.

⁴⁰ *Ibidem*.

3.2 LA SEDUCTION PAR LES MOTS: UN POUVOIR GENANT

La magie des mots, la séduction par la parole et l'universalité du charme et de l'effet du verbe sont un dénominateur commun des récits mythologiques, cosmogoniques ou fictifs.

Le talent d'Orphée est tel qu'il charme la nature⁴¹ elle-même, celui des sirènes est à même de flatter Ulysse⁴² jusqu'à ce que le héros demande, sous la puissance de l'envoûtement, d'être détaché pour répondre à leur appel. Qui plus est, le pouvoir de Shéhérazade est tel qu'il lui permet de soustraire à la sentence du sultan Shahriyar, la magie de la langue du serpent était en mesure de séduire la première femme⁴³. Chacun des exemples énoncés montre de manière évidente le charme qu'exercent les mots sur nous en tant que mortels. Pouvoir que nous traduirons d'emblée par le mot plaisir, chose que nous lisons dans la citation suivante: « *mais, mon cher Adimante, le récit mélangé a bien de l'agrément* »⁴⁴.

En effet, cette citation suffira à la discussion parce que d'une part, elle permet de cibler un choix bien déterminé qui est l'épopée ou la poésie narrative d'Homère et, d'autre part, elle divulgue le terme clé qui nous préservera de toute déviation. Car parler de la séduction par le biais de la parole risque de créer un brouillage dans lequel s'entremêlent le domaine politique⁴⁵, la sophistique⁴⁶ et la rhétorique définie comme art de bien parler. Vu que ce n'est pas ici le lieu de s'étendre dans le détail sur les domaines susmentionnés, notre visée essentielle sera le récit homérique.

Etant convenu que les poètes se réclament d'Orphée, le lien est visible en matière du talent qui leur est accordé. Un talent de créer de « l'agrément » pour reprendre le mot utilisé dans l'extrait. Ce Plaisir vient du fait que la poésie est connue par son attachement irrévocable à la matérialité des mots, à leur sonorité voire à leur musicalité. Ce qui fait que la poésie, connue dans la Grèce antique, est consubstantiellement liée à une séduction par la parole maniée par la figure du poète récitant des épopées et des poèmes devant des assemblées. Citons à titre d'exemple le « chant VIII » de *L'Odyssée* où le personnage de Démococ, évoquant les amours d'Arès et d'Aphrodite, fait son effet sur toute une foule charmée. Dans celle-ci figure Ulysse ébloui par la beauté des chants et les qualités du poète à réciter ces aventures. Cette image est parlante dans le sens où le héros incarne alors le portrait de la population athénienne devant le talent homérique. Ainsi comme l'écrit Platon, tous, même « les meilleurs d'entre nous » seront émus et partageront les souffrances des personnages accablés.

A ce niveau, le mot plaisir doit céder la place à celui de « séduction » dans la mesure où ce dernier est dû au pouvoir de toucher l'âme de l'auditeur. Donc le poète, Homère en l'occurrence, n'est pas seulement qu'un poète mais il est avant tout un bon orateur dans la mesure où il met ses auditeurs dans une certaine disposition (pathos) et ayant un profil de bon orateur tel que le définit Quintilien: « *Pour ce qui est de se rendre maître des cœurs, de les tourner à son à son gré, d'arracher des larmes et d'exciter la colère par des paroles, voilà ce qui est rare* »⁴⁷. Cette faculté de plaire émerge comme la caractéristique première de toute poésie dont la visée primordiale est de plaire mais surtout de déployer un style grand et élevé avec des effets spectaculaires.

Reconnaissons que le bon maniement de la parole séduit la foule. Toutefois, pour l'auditeur ou le lecteur d'Homère, Le charme est un peu plus intense. Cela revient au fait que ce poète excelle non seulement dans l'art oratoire, mais encore dans sa capacité à créer une « galerie d'orateurs ». Ce n'est pas seulement Homère qui fait preuve de l'éloquence et de l'expressivité, mais aussi ses personnages sont dotés d'un talent incommensurable en manière d'élocution. C'est peut être l'un des mérites que reconnaît spécifiquement le peuple athénien (du fait qu'il est féru des beaux discours et de l'éloquence) et l'humanité en général à Homère. Prenons quelques exemples caractéristiques. Le premier est tiré de *Illiade* où le personnage de Nestor, connu par sa capacité à diriger les gens par les mots, s'adresse

⁴¹ « *Mais lui consolant de sa lyre évidée son malheureux amour(...)*

Alors, par émues par ses chants, des profondeurs de l'Erèbe

S'avançaient les ombres minces, les fantômes des êtres privés de lumière,

Aussi nombreux que les milliers d'oiseaux qui se cachent parmi les feuilles » Virgile, *les Bucoliques et Géorgiques*, IV, v. 464-473, Trad. Maurice Rat (trad), Paris, Classiques Garnier, 1932.

⁴² « *Viens-ici ! Viens à nous ! Ulysse tant vanité : l'honneur de l'Archaïe ! Arrête ton croiseur : viens écouter nos voix, Jamais un noir vaisseau n'a doublé notre cap, sans ouïr les doux airs qui sortent de nos lèvres* » voir Homère, *L'Odyssée*, Leconte de Lisle (trad), Paris, Classiques abrégés, 1988, p. 92.

⁴³ « *Yahvé dit à la femme : « Qu'as-tu fait là ? » et la femme répondit : « C'est le serpent qui m'a séduite, et j'ai mangé »* la bible de Jérusalem, Genèse, 3, 1-13, Paris, Desclée de Brouwer, 2000.

⁴⁴ Platon, *La République*, op.cit., p. 125.

⁴⁵ Cela revient au fait que la politique admet le maniement subtil de la parole comme partie constitutive de son être. Rappelons, aussi, que la rhétorique elle-même est d'origine politique.

⁴⁶ La sophistique, ayant pour instrument le langage, est considérée comme charlatanisme dont la visée essentielle est le gain matériel.

⁴⁷ Quintilien et Pline le Jeune, *Œuvres complètes*, Paris, Firmin Didot frères, fils et cie, 1865, p. 105.

à Achille afin de calmer sa colère par des « adresses flatteuses »⁴⁸. Le deuxième⁴⁹ est plus expressif dans la mesure où il met en avant la qualité du héros qui n'est pas que force physique mais aussi force discursive.

Si les auditeurs de tels discours ne peuvent qu'admirer le potentiel de tels personnages capables d'enjoliver leurs discours, il ne faut pas manquer de mentionner que les deux exemples révèlent une dimension intéressante de la parole qui est la persuasion par le recours au pathos.

Un discours irrationnel, creux et sans consistance possible mais agrémenté est susceptible d'agir sur autrui afin d'apporter son adhésion. Mieux, ce genre de discours est en mesure d'imposer une autorité dans le sens psychologique du terme⁵⁰. C'est dans ce sens même que la séduction est vue comme première étape de la persuasion. Pour une meilleure appréhension, le recours à l'étymologie nécessaire: séduire est formé à partir du verbe latin « *duco* » qui signifie conduire. Il consiste à conduire à l'écart et donc à détourner. C'est pourquoi le sémantisme du verbe porte une charge péjorative.

Sans trop forcer le trait, ce tour d'horizon montre que la poésie relève des discours irrationnels qui marquent les esprits. La séduction par la parole peut même faire passer inaperçu des absurdités comme l'admet *La Poétique*⁵¹. La qualité esthétique et les cliquetis des paroles peuvent obnubiler les spectateurs en les empêchant de raisonner. Tel est le danger de la parole poétique auquel sensibilise la philosophie de Platon. Cependant, Platon n'a pas manqué de traiter la question de l'allégorie inhérente aux poèmes et à la fiction.

4 CONCLUSION

En guise de conclusion, il s'agit de mettre en perspective les multiples étapes de notre travail ainsi que les réponses apportées dans le développement. La réflexion entamée a permis d'identifier l'équivocité de l'attitude de Platon. Il ne s'agit pas, comme nous l'entendons souvent, d'une conception faite du refus catégorique. Bien qu'il bannisse Homère, la poésie trouve grâce aux yeux du philosophe si, et seulement si, elle fait preuve d'utilité et non de beauté. La dimension éthique doit supplanter la dimension esthétique qui doit être mise au profit de la première.

Le contenu des poèmes et des fictions doit nécessairement s'ajuster voire répondre à un impératif instructif et éducatif. Il s'agit de remplir des fonctions exclusivement éducatrices en incitant à la vertu et aux valeurs jugées dignes de ce nom. Deuxièmement, la poésie et les fictions doivent reprendre, bien autrement, la parole politique. Cela souligne que la poésie ne jouira plus de sa liberté incommensurable et de l'irresponsabilité à l'égard de l'Etat et de ses membres.

De même, cette prise de position est féconde dans le sens où elle nous permet de révéler plusieurs motifs du désaccord entre Platon et les poètes. Cette attitude d'antagonisme est, d'abord, de nature théologique. A propos, Platon décrit les représentations fallacieuses et immorales des divinités dans les fictions. Dans le même ordre d'idées, le philosophe semble être sensible aux préjugés de la force agissante des représentations sur les esprits des lecteurs-enfants. C'est ce point que nous avons appelé critique de la contagion fictionnelle. Suivant sa logique, le langage poétique reposant sur les rythmes, les sonorités et la musicalité des mots, impacte l'âme des jeunes apprenants en renforçant le processus de l'identification psychologique.

⁴⁸ « Très illustre Atréide Agamemnon, roi des hommes, je commencerai et je finirai par toi, car tu commandes à de nombreux peuples, et Zeus t'a donné le spectre et les droits afin que tu les gouvernes. C'est pourquoi il faut que tu sache parler et entendre, et accueillir les sages conseils, si leur cœur ordonne, aux autres chefs de t'en donner de meilleurs. Et je te dirai ce qu'il y a de mieux à faire, car personne n'a une meilleure pensée que celle que je médite maintenant, et depuis longtemps, depuis le jour où tu as enlevé, ô race divine, contre notre gré, la vierge Briséis de la tante d'Achille irrité (...) Délibérons donc aujourd'hui, et cherchons comment nous pourrions apaiser Achille par des présents pacifiques et par des paroles flatteuses » Voir Homère, *Iliade*, op.cit., p 61.

⁴⁹ « Ulysse réfléchit : irait-il supplier cette charmante fille et la prendre aux genoux ? ...ou, sans plus avancer, ne devait-il user que des douces prières afin de demander le chemin de la ville et de quoi se vêtir ?... Il pensa tout compter, que mieux valait rester à l'écart et n'user que de douces prières : l'aller prendre aux genoux pouvait la courroucer » Voir Homère, *Odyssées*, chant VI, Op.Cit., p. 82.

⁵⁰ L'autorité, du point de vue psychologique, désigne : « la supériorité ou (l)'ascendant personnels en vertu desquels on se fait croire, obéir, respecter, on impose au jugement, à la volonté, au sentiment d'autrui » Voir le livre d'André Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, Paris, PUF, 1926, p. 52.

⁵¹ « En conséquence, dire que la fable serait détruite serait ridicule ; car il ne faut pas, en principe, constituer des fables sur une telle donnée ; mais, si on l'établit ainsi et qu'elle ait une apparence assez raisonnable, on peut y admettre même l'absurde, puisque le passage déraisonnable de l'Odyssée, relatif à l'exposition, serait évidemment intolérable si un mauvais poème l'avait traité ; mais Homère a beaucoup d'autres qualités pour dissimuler, en l'adoucissant, l'absurdité de cette situation. » Aristote, *La poétique*. Op.cit., p.53

REFERENCES

- [1] ARISTOTE, *la Poétique*, Charles-Émile Ruelle (trad), Paris, Éditions Garnier frères, 1983.
- [2] BRISSON, Luc et PRADEAU, Jean-François, *Dictionnaire Platon*, Paris, Éditions Ellipses, 2007.
- [3] DORTIER, Jean-François, *Le Dictionnaire des sciences humaines*, Paris, Éditions Sciences humaines, 2007.
- [4] HOMERE, *L'Iliade*, Édition électronique: Ebooks libres et gratuits, CharlesRené-Marie Leconte de L'Isle (trad), 2004.
- [5] HOMERE, *L'Odyssée*, Leconte de Lisle (trad), Paris, Éditions Classiques abrégés, 1988.
- [6] LA BRUYERE, *Les Caractères*, Paris, Éditions Classiques Français, 1993.
- [7] LALANDE, André, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, Paris, PUF, 1926.
- [8] PLATON, *La République*, Robert Baccou (trad), Paris, Librairie Garnier Frères, 1950.
- [9] PLATON, *Les Lois*, Paris, Culture commune, 2013.
- [10] QUINTILIEN et PLIN le Jeune, *Œuvres complètes*, Paris, Éditions Firmin. Didot frères, fils et cie, 1865.
- [11] SPINOZA, Baruch, *Éthique. Œuvres III*, Paris, Éditions Flammarion, 1993.
- [12] VIRGILE, *les Bucoliques et Géorgiques*, Maurice Rat (trad), Paris, Éditions Classiques Garnier, 1932.

Evaluation de la contamination atmosphérique par les éléments chimiques inorganiques contenus dans les PM 10: Cas de la ville de KOLWEZI

[Assessment of atmospheric contamination by inorganic chemical elements contained in PM 10: Case of the city of KOLWEZI]

Patrick Mbweb Katshil¹ and Bavon Ndala Mbavu²

¹Commissariat General for Atomic Energy, Ministry of Scientific Research - Lubumbashi, RD Congo et Assistant à Institut Supérieur des Techniques Appliquées ISTA-KOLWEZI, RD Congo

²Assistant à Institut Supérieur des Techniques Appliquées ISTA-KOLWEZI, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The evaluation of atmospheric contamination by metallic trace elements in a given environment is carried out by several techniques and methods that can make it possible to retain certain inorganic and organic chemical elements that we find in our environment. This work allowed us to characterize the samples of aerosols collected from different places in the city of Kolwezi using the aerodynamic principle to sample them from a Dichotomous type device. During our research, we sampled twice a day; in the mornings and afternoons for a period of 2 hours per sampling.

As a result of industrial and artisanal mining activities releasing gaseous, liquid and solid waste into the environment associated with natural phenomena which at times concentrate contamination depending on the weather related to sudden climate change; we opted for a study based on the evaluation of atmospheric contamination by inorganic chemical elements contained in the PM 10 cases of the city of Kolwezi using portable X-ray fluorescence as a non-destructive analysis technique for aerosols fixed on the filter paper and as gravimetric sampling methods for collecting aerosols by impacting on filter paper.

After analyzing the filters, we noticed that all the districts of the city that were the subject of our study have an excessive concentration of air particles with a size of less than 10 microns.

The results obtained after the sampling work shows that the concentration of the particles sampled is 52 times greater than that published in 2012 by the WHO (i.e. 2623.524 micrograms/m³ in 2 hours of PM 10 particles which are greater than the limit value of the WHO, i.e. 50 microgram/m³). And after chemical analysis, we detected the following elements: Si, Mg, Al, Fe, Ca, Cu, Co, P, Zn, Cl, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, P, Col, K, Sb, Re, Mb, Cu.

KEYWORDS: sampling, contamination, inorganic chemical elements.

RESUME: L'évaluation de la contamination atmosphérique par les éléments Chimiques inorganiques dans un environnement donné s'effectue par plusieurs techniques et méthodes pouvant permettre de retenir certains éléments chimiques inorganiques et organiques que nous retrouvons dans notre milieu. Ce travail nous a permis de caractériser les échantillons des aérosols récoltés sur différents endroits de la ville de Kolwezi en utilisant le principe aérodynamique pour échantillonner à partir d'un appareil de type Dichotomous. Lors de nos recherches, nous avons effectué deux échantillonnages par jour; dans les avants et après-midis pour une durée de 2 heures par échantillonnage.

Suite aux activités minières industrielles et artisanales rejetant des déchets gazeux, liquides et solides dans l'environnement associé aux phénomènes naturels qui concentrent par moment la contamination suivant le temps liés au changement brusque du climat; nous avons opté pour une étude basée sur l'évaluation de la contamination atmosphérique par les éléments Chimiques inorganiques contenus dans les PM 10 (cas de la ville de Kolwezi) en utilisant la fluorescence-X portable comme

technique d'analyse non destructives des aérosols fixés sur le papier filtre et comme méthodes d'échantillonnage par gravimétrie permettant de récolter des aérosols par impactations sur un papier filtre.

Après analyses des filtres, nous avons remarqué que, tous les quartiers de la ville ayant fait objet de notre étude ont une concentration excessive des particules de l'air ayant une dimension inférieure à 10 microns.

Les résultats obtenus après les travaux d'échantillonnages montre que la concentration des particules échantillonnées est 52 fois plus grande que celle publiées en 2012 par l'OMS (soit 2623,524 microgramme/m³ en 2 heures des particules PM 10 qui soient supérieures à la valeur limite de l'OMS soit 50 microgramme/m³). Et après analyse chimique, nous avons chimiques détectés les éléments ci-après: Si, Mg, Al, Fe, Ca, Cu, Co, P, Zn, Cl, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, P, Col, K, Sb, Re, Mb, Cu.

MOTS-CLEFS: échantillonnage, contamination, éléments chimiques inorganiques.

1 INTRODUCTION

La connaissance de la contamination de l'environnement par les éléments Chimiques inorganiques s'est développée au cours du 20^e siècle afin d'expliquer le comportement des métaux, leurs impacts sur les écosystèmes et sur la santé humaine (ADEME, 1996). En RDC principalement dans la ville de Kolwezi, l'exploitation minière s'accroît de façon significative au fil du temps ce qui influence largement l'exploitation démographique.

Parmi les trois biotopes terrestres, l'atmosphère constitue un milieu éminemment complexe et fortement influencé par les activités humaines. Les phénomènes de contamination chimiques à petite, moyenne et grande échelle, sont assez bien documentés par FRESNEL BORIS A. CACHON en 2013 en termes d'émission, de transport et d'impacts. Des nombreuses études effectuées ces dernières années concernent les problèmes de contamination atmosphérique. En plus des polluants gazeux classiques (CO_x, SO₂, NO_x, Ozone), elles ont mis en évidence le rôle de la fraction particulière solide sur la santé humaine et sur l'ensemble des écosystèmes. Ces constatations ont amené l'union Européenne à inclure dans la liste des polluants à surveiller, les particules fines (PM₁₀, PM_{2,5}) et l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel (en plus du plomb).

Les polluants sont générés par les activités industrielles, mais aussi par l'incinération des déchets ménagers et par les trafics routiers.

La prise de conscience générale, au cours de ces dernières décennies, a motivé le développement des nouvelles technologies s'accordant à voir les émissions polluantes diminuées. Les métaux et les métalloïdes émis par les gaz d'échappement, les pneumatiques, l'usure mécanique, l'abrasion des huiles, l'exploitation minière, l'exploitation industrielle, le trafic routier, sont nombreux et se trouvent à de fortes concentrations dans l'environnement (VESCHAMBRE, 2006). Nous allons utiliser un échantillonneur de type dichotomous pour échantillonner les particules de matières de l'air et d'évaluer la contamination atmosphérique par les éléments Chimiques inorganiques contenus dans les PM 10; cas de la ville de Kolwezi.

Ce travail entrepris vise à acquérir une meilleure connaissance de la composition de l'atmosphère en zone minière de la ville citée ci-haut.

Cette étude a pour cadre la ville minière de Kolwezi et pour objet d'établir une référence de contamination atmosphérique des éléments chimiques.

Hormis, l'introduction et la conclusion, le présent travail est subdivisé en deux parties:

La première qui est essentiellement théorique, comprend deux chapitres qui parlent des généralités sur les particules de matière de l'air; suivi du deuxième chapitre qui définit les différentes parties de l'échantillonnage des particules de matière de l'air en se référant sur les processus d'échantillonnage des APM, de la pollution de l'air par les particules ainsi que de la construction de la rose de vents.

Quant à la deuxième partie qui porte sur les aspects pratiques du travail; elle comprend un chapitre qui parle du contexte d'étude.

2 GENERALITES SUR LES PARTICULES

2.1 DEFINITION ET PRINCIPALES SOURCES

2.1.1 DEFINITION

Les matières particulaires sont un indicateur indirect courant de la pollution de l'air. Elles affectent plus de personnes que n'importe quel autre polluant (WHO, 2022).

2.1.2 PRINCIPALES SOURCES

Si les particules d'un diamètre n'excédant pas 10 microns ($\leq$ PM10) peuvent pénétrer et se loger profondément à l'intérieur des poumons, celles dont le diamètre est inférieur ou égal à 2,5 microns ($\leq$ PM 2,5) sont encore plus nocives pour la santé. Ces dernières peuvent franchir la barrière pulmonaire et entrer dans la circulation sanguine. L'exposition chronique aux particules contribue au risque de développer des maladies cardiovasculaires et respiratoires, et des cancers pulmonaires (WHO, 2022).

Les mesures de qualité de l'air sont généralement communiquées en termes de concentrations moyennes journalières ou annuelles de particules PM10 par mètre cube (m^3) d'air. Les mesures en routine de la qualité de l'air expriment d'ordinaire ces concentrations en microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Inversement, lorsque les concentrations de particules et de particules fines sont réduites, la mortalité associée baisse (en supposant que les autres facteurs restent inchangés). Ce constat permet aux décideurs de projeter les effets bénéfiques pour la santé de la population d'une réduction de la pollution atmosphérique particulaire (WHO, 2005).

Tous les composés ou éléments chimiques libérés dans l'atmosphère qui résultent principalement des activités humaines et qui peuvent causer des dommages chez les organismes vivants, sont considérés comme des polluants de l'air (Moriarty, 1999).

3 ECHANTILLONNAGE DE PARTICULES DES MATIERES DE L'AIR (APM)

3.1 PROCESSUS D'ECHANTILLONNAGE DES PARTICULES DE MATIERE DE L'AIR

Ils sont centrés sur les propriétés des aérosols. Les caractéristiques physiques et chimiques des particules sont souvent déterminées séparément. Les techniques physiques (mobilité électrique, comportement aérodynamique, diffusion de la lumière, etc.) permettent de déterminer la distribution en nombre des particules et donnent accès aux distributions en surface et en volume; la composition chimique est, quant à elle, déterminée suite à l'analyse de particules collectées. L'analyse chimique in situ est néanmoins réalisable avec la Microscopie Electronique à Balayage (MEB) couplée à la microanalyse EDS (Energie Dispersive Spectrometry) (J. Prey, B.L. Van Drooge, A. Ripoll, T. Moreno, J. O. Grimalt, X. Querol, et al.; 2013).

Comment procéder pour l'échantillonnage des particules de la matière de l'air ?

Lors d'un prélèvement de particules, la conservation de l'intégrité de l'échantillon est essentielle. Néanmoins, il est difficile d'empêcher certaines modifications des caractéristiques de l'aérosol pendant l'échantillonnage à cause des facteurs suivants (M. Abdel-Salam, 2006):

- Inhomogénéité des concentrations de l'aérosol dans l'air;
- Dépôt des particules le long de la tête ou de la ligne d'échantillonnage (efficacité d'aspiration);
- Obstruction de la ligne d'échantillonnage par dépôt/agglomération de particules (cause de variations du débit de prélèvement);
- Réentraînement de l'aérosol échantillonné à cause du débit trop important;
- Evaporation/condensation des composés lors du transport dans la ligne d'échantillonnage. Dans le cas d'un impacteur à cascade, les phénomènes de rebond peuvent être limités par l'utilisation de substrats aux propriétés particulières. De plus, le support proposé doit pouvoir subir les traitements nécessaires (conservation, solvants pour l'extraction, résistance thermique, etc.) afin d'extraire les molécules à analyser (B. Temime, 2003).

La surface de collection, souvent un filtre, doit être suffisamment poreuse pour laisser circuler l'air tout en retenant l'aérosol avec une bonne efficacité. Lors de la collection des particules sur le filtre, différents mécanismes interviennent à

savoir, la diffusion, l'interception, l'impactation, la gravité ou l'interaction électrostatique (M. Abdel-salem, 2006). Ainsi, un bon filtre doit répondre aux critères ci-dessous (A. Robache, F. Mathe, J.C. Galloo, LSQA-EMD; 2001):

- Bonne capacité de rétention pour la classe granulométrique envisagée,
- Compatibilité du filtre avec les conditions de prélèvement et le traitement de l'échantillon,
- Faible perte de charge générée par le support dans le dispositif de prélèvement (colmatage),
- Inertie du filtre vis-à-vis des composés réactifs dans l'air.

3.2 POLLUTION PAR LES PARTICULES DE L'AIR

3.2.1 DÉFINITION

Les particules microscopiques sont omniprésentes dans notre environnement. Elles sont produites aussi bien par les processus naturels que par l'Homme et sont appelées aérosols. La définition scientifique du terme « aérosol » fait référence à des particules liquides ou solides en suspension dans un gaz porteur ou un mélange de (Seinfeld et Pandis, 2006), (Vincent, 1989).

Cependant, les termes « particules » et « aérosols » sont sensiblement différents. La notion d'aérosol inclut à la fois les particules et le gaz dans lequel elles se trouvent en suspension (Fontan, 2003). Dans la littérature, on emploie bien souvent ces deux termes indistinctement. Cependant, le terme « aérosol » faisant référence aux particules atmosphériques et à leur environnement gazeux, est plutôt utilisé par la communauté des chercheurs qui s'intéressent au climat et aux phénomènes dynamiques dans l'atmosphère. Les chercheurs qui étudient les niveaux de pollution et leur impact sur la santé, emploient plus souvent le terme « particules ». Cela s'explique essentiellement du fait que l'air associé aux particules, formant l'aérosol, est expiré par et n'est donc que le vecteur de transport des particules au sein de l'appareil respiratoire (Villenave et al., 2012).

3.3 CLASSIFICATIONS

Les particules atmosphériques, dont la taille peut varier de quelques nanomètres à quelques micromètres, peuvent être classées en différentes catégories, selon leurs processus de formation ou leurs tailles.

3.3.1 LE PROCESSUS DE FORMATION

Les particules atmosphériques peuvent être classées en aérosols primaires ou secondaires (d'Almeida et al., 1991). Les aérosols primaires sont émis directement dans l'atmosphère sous forme particulaire depuis les sources d'émission. La plupart du temps, ceux-ci sont d'origine naturelle telle que les sels marins, les débris volcaniques et également résultant de l'érosion des sols. Tandis que, les aérosols secondaires désignent les particules générées au sein même de l'atmosphère soit par le mode de conversion gaz-particules dû à la condensation des vapeurs d'origine naturelle ou anthropique, soit par l'évolution d'une particule primaire.

3.3.2 LA TAILLE

Une autre classification fréquemment utilisée s'appuie sur la distribution granulométrique des particules et donc sur leur diamètre (Whitby, 1977). Ce paramètre est important pour caractériser le pouvoir de pénétration des particules dans l'appareil respiratoire.

C'est la taille des particules qui gouverne leur transport dans l'air, leur élimination de l'atmosphère ainsi que leur déposition dans les voies respiratoires.

Selon leur granulométrie, (Whitby, 1977) a réparti les particules en deux groupes ci-dessous:

- **Les grosses particules** ($d_{ae} > 2,5 \mu m$): ce sont des particules générées par des procédés mécaniques. Elles proviennent de façon naturelle de l'érosion des sols, du pétilllement de la mer, des volcans ou sont introduites dans l'atmosphère de façon artificielle lors par exemple de la manipulation des matières premières (tas de minerais) sur les sites industriels.
- **Les particules fines** ($d_{ae} < 2,5 \mu m$): elles sont constituées de particules générées par l'activité industrielle et urbaine mais aussi de particules biogéniques. Cette classe de particules peut être divisée en un mode d'accumulation ($0,1 < d_{ae} < 2,5 \mu m$) et un mode de nucléation ($d_{ae} < 0,1 \mu m$), qualifiés respectivement de grandes particules et de noyaux d'Aitken (particules ultrafines). Les particules relatives au mode de nucléation proviennent des processus de condensation de vapeurs chaudes dans l'atmosphère. Ces particules représentent la part la plus importante en nombre d'aérosols, mais

aussi une masse peu importante en raison de leur taille extrêmement faible. Quant aux particules du mode d'accumulation, elles proviennent des conversions gaz-particules ainsi que de la croissance des particules précédentes sous l'effet de la coagulation ou de la condensation de vapeurs sur les particules existantes. Ce terme de mode d'accumulation est dû au fait que les procédés d'élimination sont les moins efficaces dans cette catégorie de taille d'aérosols, conduisant à l'accumulation des particules. Ces dernières représentent une part substantielle de la masse des particules.

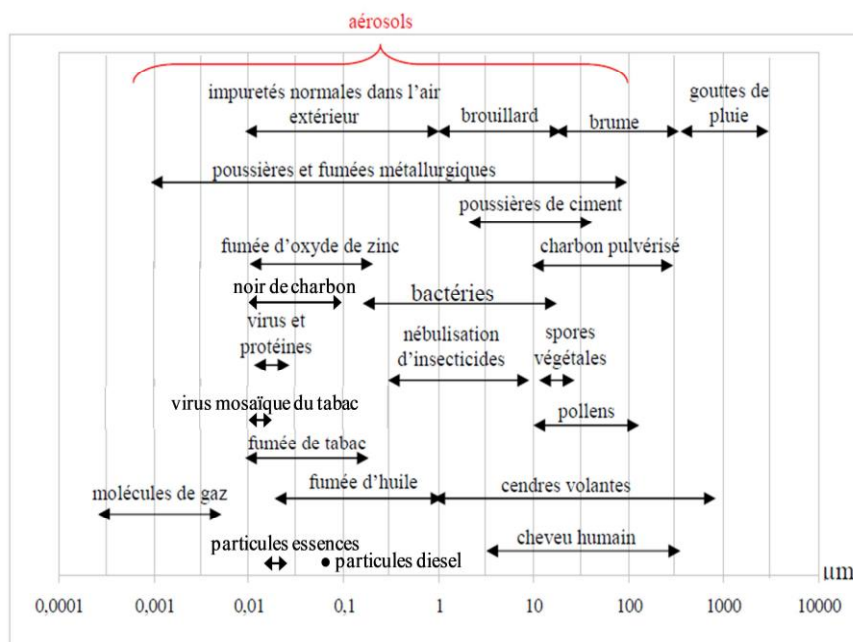


Fig. 1. diamètre aérodynamique des aérosols dans l'atmosphère (Source: adaptée de Lamy, 2004)

3.4 LA ROSE DES VENTS

3.4.1 DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT

C'est une représentation symbolique d'une étoile et non d'une fleur, par le nom donné de l'instrument. Elle est composée généralement de 32 divisions nommées les aires du vent pour indiquer la fréquence et la direction des vents dominants et ainsi s'orienter en mer. Chaque aire, nommé rhumb, est divisée en 11,15 degrés qui composent la quantité angulaire comprise entre les trente-deux aires de vent de la boussole. Les points cardinaux et collatéraux, représentés sur une plaque circulaire, figure l'horizon pour indiquer le nord et mettre en positionnement géographique. Entourée d'une division de 360 degrés, et pour chaque division en degré des points cardinaux majeurs de la rose des vents est de zéro degré pour le Nord, 90 degrés pour l'Est, 180 degrés pour le Sud et 270 degrés pour l'Ouest (Sylvain Levesque et Rimouski, 2017).

3.4.2 REPRESENTATION DE LA ROSE DES VENTS

Elle est souvent représentée sur les cartes marines anciennes pour indiquer les points cardinaux et les directions des vents. La rose des vents avait plusieurs lignes de cap qui s'entrecroisaient en divers points de la carte. Ces lignes donnaient les directions à prendre pour naviguer en mer. Cela aidait grandement les navigateurs pour aller à un point donné à un autre point donné géographiquement et en employant uniquement la boussole comme référence. Pour ce faire, le marin avec plusieurs années d'expérience en mer traçait une ligne droite qui unissait les ports d'origine et d'arrivée et prenaient le cap de la ligne parallèle et la plus proche à celle qu'il avait tracé. Alors le navire prenait ce dit cap jusqu'à en rencontrer une autre qui soit parallèle pour se rendre ainsi à sa destination. La rose des vents fut également représentée sur la base des sphères armillaires, cadrans solaires, théodolites et autres instruments comme parure et les mettre en positionnement géographique (Sylvain Levesque et Rimouski, 2017).

3.4.3 LE VENT DE LA VILLE DE KOLWEZI

La rose des vents était dessinée par des maîtres graveurs sur métal pour la représenter sous des formes d'une beauté très exotique tout en conservant en son intérieur, des dessins géométriques compliqués à réaliser comme une peinture unique d'un artiste.

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à Kolwezi connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6,1 mois, du 10 avril au 14 octobre, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 13,1 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Kolwezi est août, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 17,3 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 5,9 mois, du 14 octobre au 10 avril. Le mois le plus calme de l'année à Kolwezi est décembre, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 9,1 kilomètres par heure.

La direction horaire moyenne principale du vent à Kolwezi varie au cours de l'année.

Le vent vient le plus souvent de l'est pendant 9,6 mois, du 27 février au 16 décembre, avec un pourcentage maximal de 95 % le 25 août. Le vent vient le plus souvent du nord pendant 1,7 semaine, du 16 décembre au 28 décembre, avec un pourcentage maximal de 34 % le 27 décembre. Le vent vient le plus souvent de l'ouest pendant 2,0 mois, du 28 décembre au 27 février, avec un pourcentage maximal de 37 % le 1 janvier.

Le pourcentage d'heures durant lesquelles la direction du vent moyen provient de chacun des quatre points cardinaux, excepté les heures au cours desquelles la vitesse du vent moyen est inférieure à 1,6 km/h. Les zones légèrement colorées au niveau des limites représentent le pourcentage d'heures passées dans les directions intermédiaires correspondantes (nord-est, sud-ouest et nord-ouest) (fr.weatherspark.com consulté le 14/06/2022 à 22H20'9").

4 DESCRIPTION DU SECTEUR D'ÉTUDE

Kolwezi est une ville minière qui a comme superficie de 213km² avec environ 510.643 habitants en 2021, chef-lieu de la province du Lualaba en République Démocratique du Congo. La ville est située au Sud-Est de la capital Kinshasa à 2070 km et à l'Ouest la ville de Likasi à 180 km, elle est également organisée en deux communes: la commune de Dilala à l'ouest et celle de Manika à l'Est. Nous avons choisi les zones le plus fréquentées pour faire notre échantillonnage et nous avons estimé que ces dites zones pouvaient recevoir une grande émission de particule fines; il s'agit des zones ci-dessous:

- Au niveau de la ville commerciale;
- Au niveau du quartier JOLIE-SITE- RVA;
- Au niveau du quartier MUTOSHI;
- Au niveau du quartier MALU;
- Au niveau du MWANGEJI.



Fig. 2. Carte de la ville de Kolwezi (source: Google maps)

4.1 PROTOCOLE EXPERIMENTAL

4.1.1 MATERIELS ET METHODES

4.1.1.1 MATERIELS UTILISES

- Balance;
- Etuve;
- Dessiccateur;
- Dichotomous;
- XRF portable de marque Niton XL3t Ultra.

4.1.1.2 PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Pour l'échantillonnage des particules de l'air, nous avons utilisé un appareil de type dichotomous; ce travail s'est fait pendant 5 jours dans les avant et après-midis. Cet appareil est capable d'échantillonner des particules de la taille inférieure à 10 et 2,5 micromètres (PM 10 et PM 2,5).

La compagne d'échantillonnage des particules de matière de l'air à visée 5 zones d'études de la ville de Kolwezi.

Nous avons Pesé le filtre à l'aide d'une balance analytique de précision puis séché à une température de 50°C pendant 10 minutes.

Après séchage, nous avons laissé refroidir ce dernier dans un dessiccateur pendant 5 minutes pour éviter qu'il absorbe l'humidité contenue dans l'air; ensuite, nous l'avons pesé et placé dans le porte filtre fixé sur l'appareil d'échantillonnage.

Pour démarrer, nous avons vérifié et fixé tous les paramètres liés aux conditions d'échantillonnage des particules de l'air que l'appareil nous a présenté; et d'autres ont été fixés par ce dernier en fonction des conditions climatiques enregistrés à l'aide d'une sonde connectée à cet appareil. Les paramètres que nous avons fixés sont les suivants: le volume des particules de l'air à échantillonner qui dépend du temps d'échantillonnage ou le temps d'échantillonnage qui dépend aussi du volume à échantillonner ainsi que la taille des particules à échantillonner. Après l'échantillonnage, nous avons récupéré le filtre, pesé et comparer le poids du filtre avant et après échantillonnage.

4.1.1.3 DONNEES METEOROLOGIQUES DES ZONES PRELEVEES SUR METEO KOLWEZI (WWW.METEOCITY.COM, 2022.)

a. Zone MALU

- Direction du vent: Est-Sud-Est;
- Vitesse du vent: 12 Km/h, rafales 25 Km/h.

b. Zone VILLE COMMERCIALE

- Direction du vent: Nord-Nord-Ouest;
- Vitesse du vent: 5 Km/h, rafales 16 Km/h.

c. Zone JOLIE AEROPORT

- Direction du vent: Nord-Nord-Ouest;
- Vitesse du vent: 8 Km/h, rafales 21 Km/h.

d. Zone MWANGEJI

- Direction du vent: Est-Sud-Est;
- Vitesse du vent: 12 Km/h, rafales 23 Km/h.

e. Zone Q. MUTOSHI

- Direction du vent: Est-Sud-Est;
- Vitesse du vent: 19 Km/h, rafales 35 Km/h

4.2 PRESENTATION DES RESULTATS

Après échantillonnages et d'analyses non destructives sur la Fluorescence-X portable de nos échantillons de filtres, nous avons obtenu les résultats présentés dans les tableaux ci-dessous et comparés aux normes de l'OMS et UE:

Tableau 1. Normes directives de l'OMS et de l'UE concernant les PM2.5 et PM10 (Source: European Environment Agency, 2012)

Particules	OMS Moyenne Horaire	OMS Moyenne Annuelle	UE Moyenne Horaire	UE Moyenne Annuelle
PM 2,5	25 µg/m ³ (24 h)	10 µg/m ³		25 µg/m ³ 20 µg/m ³
PM 10	50 µg/m ³ (24 h)	20 µg/m ³	50 µg/m ³ (24 h)	40 µg/m ³

4.2.1 RESULTATS

4.2.1.1 RESULTATS D'ECHANTILLONNAGES DES PARTICULES DE L'AIR

Nous vous présentons dans les tableaux ci-dessous, les résultats d'échantillonnage des particules de l'air des différentes zones de notre étude:

La relation mathématique pour calculer la masse des particules déposées sur le filtre est:

- Humidité = poids du filtre avant étuvage en g – poids du filtre après étuvage (poids sec) en g
- Masse des particules = poids du filtre après échantillonnage en g - poids du filtre après étuvage (poids sec) en g
- Flux particules = masse des particules en µg / volume d'air échantillonnés en m³

Tableau 2. Résultats de la zone MALU

Code échantillon	Poids filtre avant étuvage(g)	Poids filtre après étuvage(g)	Différence de Poids (g)	Poids filtre après échantillonnage(g)	Masse des particules déposées sur le filtre(g)	Volume d' air échantillonné(m ³)
ECH 1	0,503	0,490	0,013	0,509	0,003	4,582
ECH 2	0,525	0,512	0,013	0,501	0,003	4,595

Tableau 3. Résultats de la zone VILLE COMMERCIALE

Code échantillon	Poids filtre avant étuvage(g)	Poids filtre après étuvage(g)	Différence de Poids (g)	Poids filtre après échantillonnage(g)	Masse des particules déposées sur le filtre(g)	Volume d' air échantillonné(m ³)
ECH 3	0,546	0,530	0,016	0,539	0,009	4,599
ECH 4	0,549	0,533	0,016	0,540	0,007	4,567

Tableau 4. Résultats de la zone JOLIE-SITE - R.V.A

Code échantillon	Poids filtre avant étuvage(g)	Poids filtre après étuvage(g)	Différence de Poids (g)	Poids filtre après échantillonnage(g)	Masse des particules déposées sur le filtre(g)	Volume d' air échantillonné(m ³)
ECH 5	0,500	0,490	0,01	0,502	0,012	4,589
ECH 6	0,513	0,503	0,01	0,515	0,012	4,574

Tableau 5. Résultats de la zone MWANGEJI

Code échantillon	Poids filtre avant étuvage(g)	Poids filtre après étuvage(g)	Différence de Poids (g)	Poids filtre après échantillonnage(g)	Masse des particules déposées sur le filtre(g)	Volume d' air échantillonné(m ³)
ECH 7	0,536	0,524	0,012	0,526	0,002	4,591
ECH 8	0,526	0,514	0,012	0,534	0,002	4,481

Tableau 6. Résultats de la zone Q. MUTOSHI

Code échantillon	Poids filtre avant étuvage(g)	Poids filtre après étuvage(g)	Différence de Poids (g)	Poids filtre après échantillonnage(g)	Masse des particules déposées sur le filtre(g)
ECH 9	0,566	0,555	0,011	0,559	0,004
ECH 10	0,555	0,504	0,011	0,545	0,001

Tableau 7. Résumé des résultats de la campagne d'échantillonnage

N°	Code	Zone d'échantillonnage	Norme (µg/m³) Pendant 24h	Masse des particules déposées sur le filtre (µg) Pendant 2 h	Volume d' air échantillonnés(m³)	Flux des particules échantillonnées (µg/m³) pendant 2 h
1	ECH 1	Q. MALU	50µg/m³ (En 2 h nous aurons 4,16 µg/m³)	3000	4,582	654,736
2	ECH 2			3000	4,595	652,884
3	ECH 3	VILLE		9000	4,599	1956,947
4	ECH 4	COMMERCIALE		7000	4,567	1532,735
5	ECH 5	JOLIE-SITE -RVA		12000	4,589	2614,948
6	ECH 6			12000	4,574	2623,524
7	ECH 7	MWANGEJI		2000	4,591	435,635
8	ECH 8			2000	4,481	446,329
9	ECH 9	Q. MUTOSHI		4000	4,596	870,322
10	ECH 10			1000	4,526	220,946

4.2.1.2 RESULTATS DES ANALYSES NON DESTRUCTIVES PAR FLUORESCENCE-X PORTABLE

Tableau 8. Analyse des échantillons des filtres du 12/09/2022: avant-midi – quartier MALU

Eléments	ppm	Inc.
Mg	0,17	0,09
Al	706	207
Si	0,29	0,02
P	87	56
Cl	338	23
Ca	124	19
Ti	29	14
Fe	824	20
Co	16	4
Zn	43	3
Rb	4	1
Sr	4	1
Zr	6	1
Nb	5	1
Mo	7	1
Pd	3	2
Ag	5	2
Cd	8	3

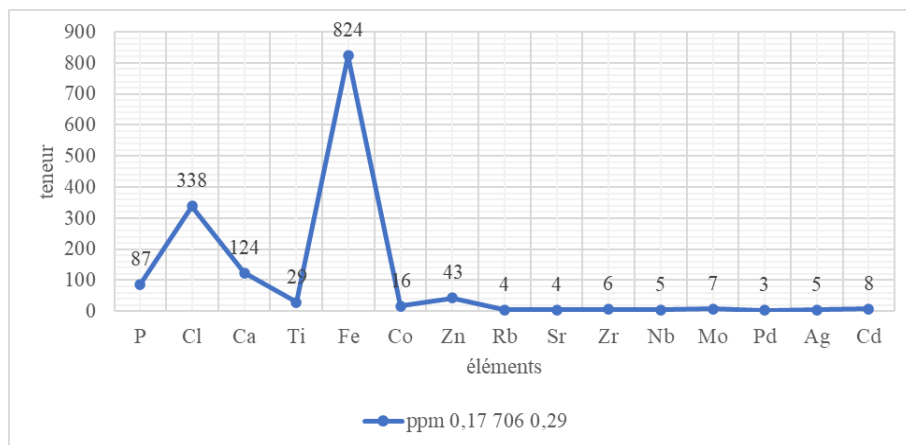


Fig. 3. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone MALU avant-midi

Tableau 9. Analyse des échantillons des filtres du 12/09/2022 après-midi – quartier MALU

Eléments	ppm	Inc.
P	168	62
Cl	249	23
Ca	93	14
Ti	25	10
Fe	767	22
Co	18	4
Zn	40	4
Rb	4	1
Sr	4	1
Nb	6	1
Zr	6	1
Mo	7	1
Pd	5	2
Ag	10	3
Cd	16	5
Mg	1226	885
Si	2514	167

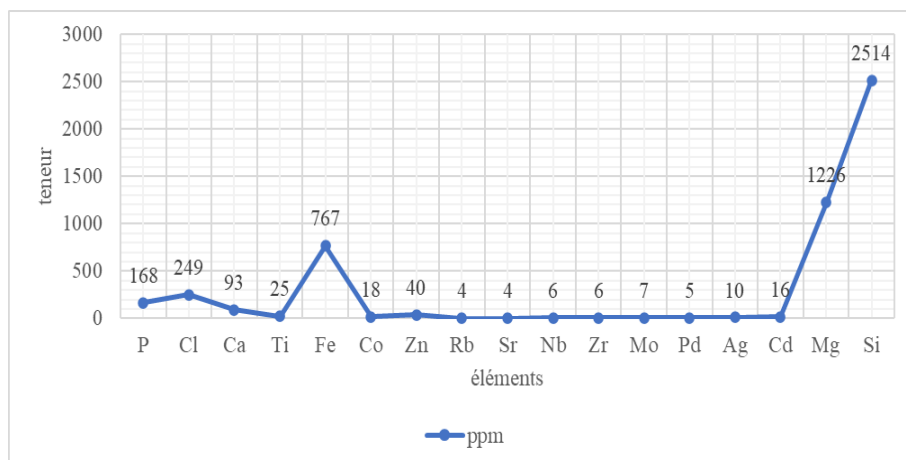
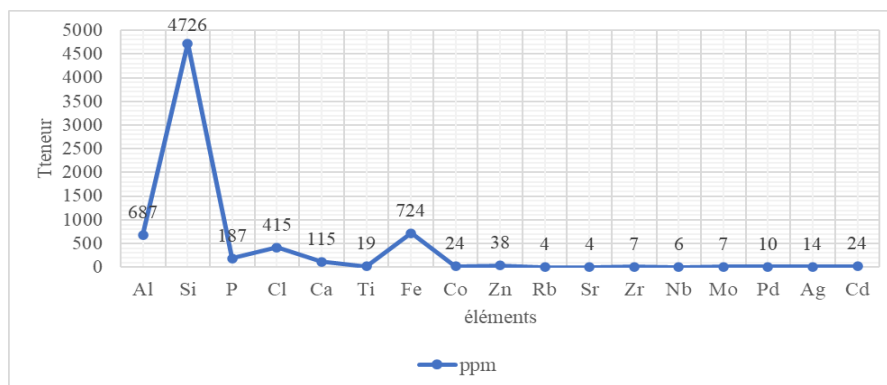


Fig. 4. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM de la zone MALU après-midi

Tableau 10. Analyse des échantillons des filtres du 13/09/2022 avant-midi – Ville Commerciale

Eléments	ppm	Inc.
Al	687	318
Si	4726	278
P	187	34
Cl	415	37
Ca	115	14
Ti	19	10
Fe	724	23
Co	24	5
Zn	38	4
Rb	4	1
Sr	4	1
Zr	7	1
Nb	6	1
Mo	7	1
Pd	10	4
Ag	14	5
Cd	24	6

**Fig. 5.** Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM de la zone Ville Commerciale - avant-midi**Tableau 11.** Analyse des échantillons des filtres du 13/09/2022 après-midi – Ville Commerciale

Eléments	ppm	Inc.
Al	616	230
P	102	66
Cl	290	26
Ca	130	16
Ti	19	12
Fe	718	22
Co	23	5
Zn	39	4
Rb	4	1
Sr	4	1
Zr	7	1
Nb	7	1
Mo	6	1
Pd	7	3
Ag	13	4
Cd	25	5
Si	2801	185

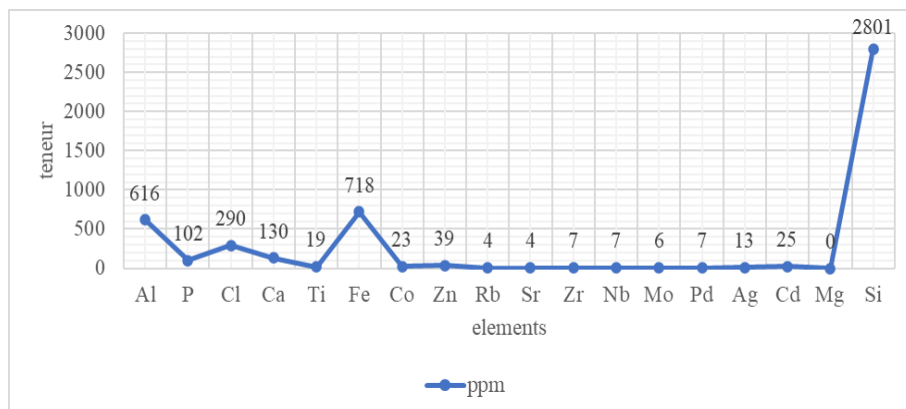


Fig. 6. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone ville Commerciale – après-midi

Tableau 12. Analyse des échantillons des filtres du 14/09/2022 avant-midi – Q. jolie-SITE –RVA

Eléments	ppm	Inc.
Mg	3579	928
Al	2862	254
Si	10900	300
Cl	289	21
K	9	41
Ca	500	24
Ti	173	16
Fe	1085	23
Co	17	4
Zn	43	3
Rb	4	1
Sr	4	1
Zr	7	1
Nb	6	1
Mo	7	1
Pd	6	2
Ag	8	3
Cd	18	4
Sb	10	6

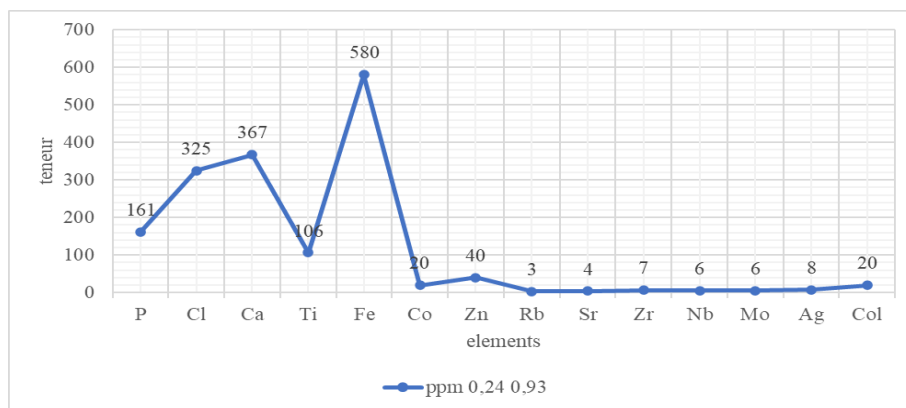
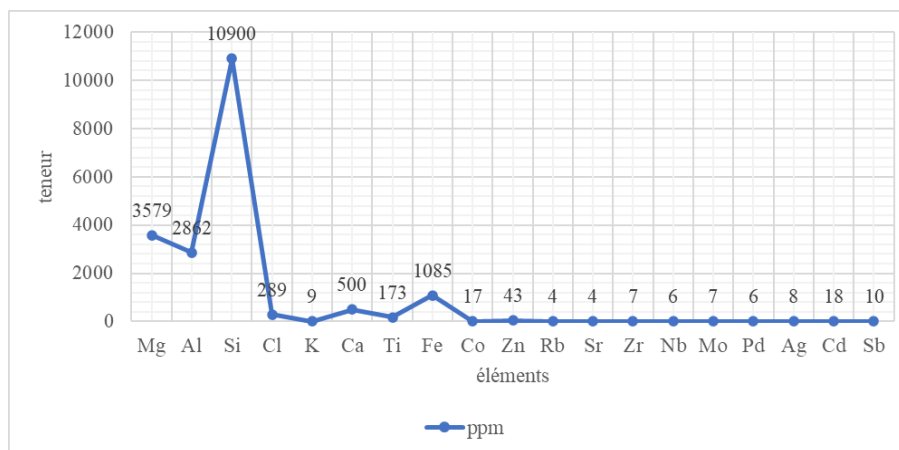


Fig. 7. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone Q. jolie-SITE -RVA - avant-midi

Tableau 13. Analyse des échantillons des filtres du 14/09/2022 après-midi – jolie-SITE –RVA

Eléments	ppm	Inc.
Mg	3102	1060
Al	0,24	0,03
Si	0,93	0,03
P	161	68
Cl	325	26
Ca	367	23
Ti	106	15
Fe	580	19
Co	20	4
Zn	40	3
Rb	3	1
Sr	4	1
Zr	7	1
Nb	6	1
Mo	6	1
Ag	8	3

**Fig. 8.** Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone Q. jolie-SITE -RVA – après-midi**Tableau 14.** Analyse des échantillons des filtres du 15/09/2022 avant-midi – MWANGEJI

Eléments	ppm	Inc.
Mg	1245	994
Al	549	235
Si	3296	197
P	236	71
Cl	251	26
K	50	25
Ca	109	11
Ti	23	8
Fe	681	22
Co	27	5
Cu	3	5
Zn	37	4
Rr	4	2
Sr	4	1
Zr	6	1
Nb	7	1
Mb	7	1
Ag	7	3
Cd	9	4

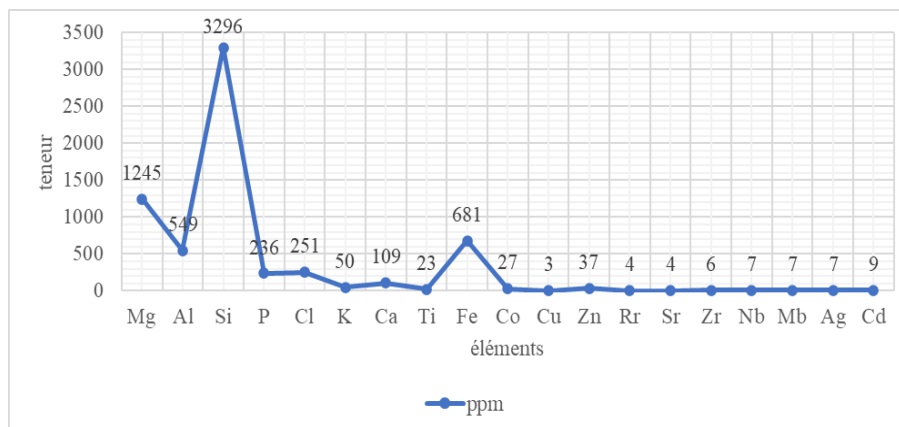


Fig. 9. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone MWANGEJI - avant-midi

Tableau 15. Analyse des échantillons des filtres du 15/09/2022 après-midi - MWANGEJI

Eléments	ppm	Inc.
Si	2142	141
Cl	208	20
Ca	94	13
Fe	709	21
Co	22	4
Zn	34	3
Rb	4	1
Sr	4	1
Nb	5	1
Mo	6	1

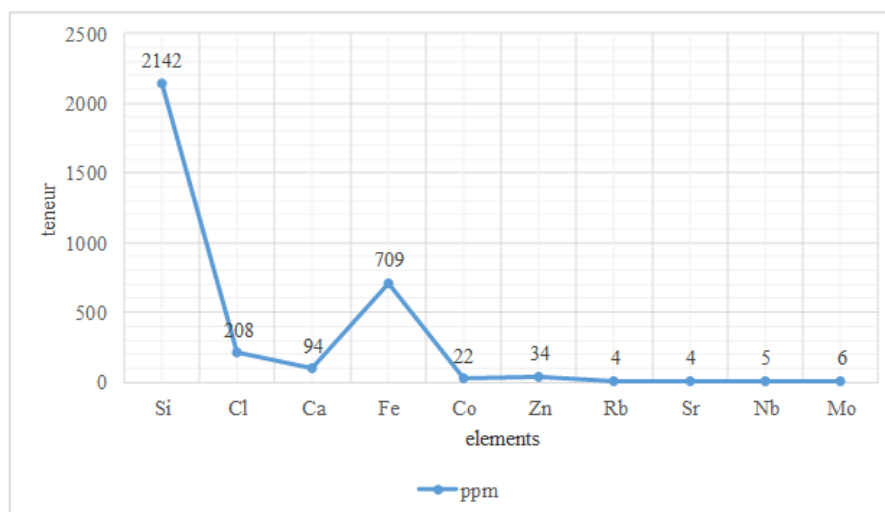
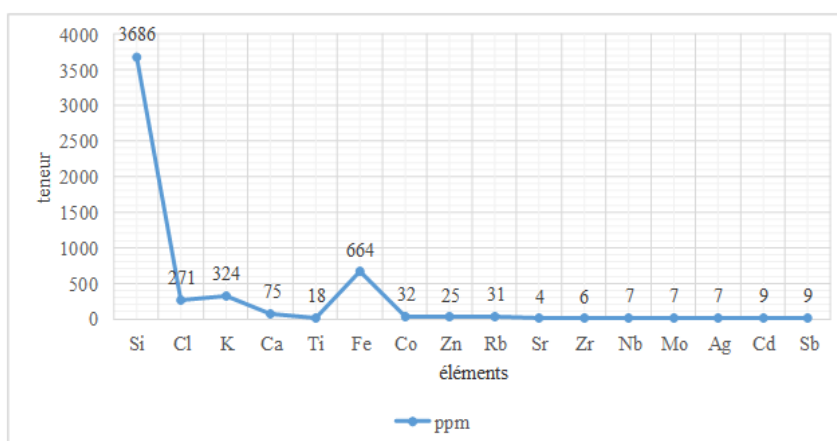


Fig. 10. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone MWANGEJI - après-midi

Tableau 16. Analyse des échantillons des filtres du 16/09/2022 avant-midi – Q. MUTOSHI

Eléments	ppm	Inc.
Si	3686	246
Cl	271	33
K	324	23
Ca	75	9
Ti	18	6
Fe	664	40
Co	32	9
Zn	25	6
Rb	31	1
Sr	4	1
Zr	6	2
Nb	7	2
Mo	7	2
Ag	7	4
Cd	9	5
Sb	9	9

**Fig. 11.** Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone Q. MUTOSHI - avant-midi**Tableau 17.** Analyse des échantillons des filtres du 16/09/2022 après-midi – Q. MUTOSHI

Eléments	ppm	Inc.
Al	966	246
Si	3298	195
P	159	69
Cl	255	26
K	211	24
Ca	143	28
Ti	22	7
Fe	770	23
Co	20	5
Zn	33	4
Rb	5	1
Sr	4	1
Zr	6	1
Nb	4	1
Mo	7	1
Ag	8	3

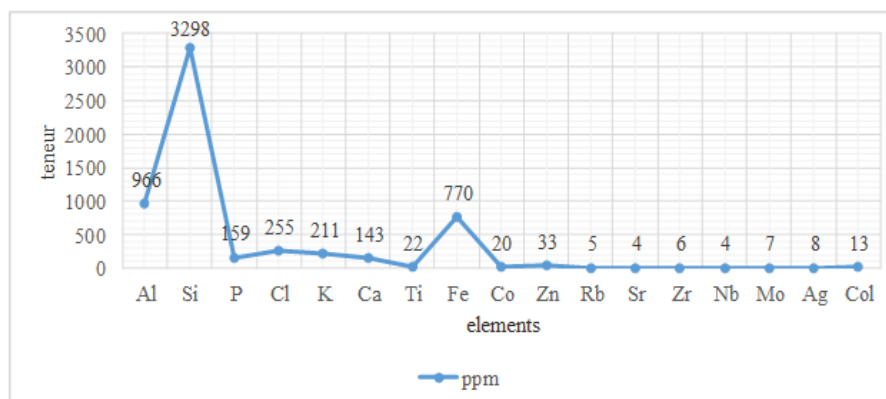


Fig. 12. Teneur en éléments chimiques détectés dans les APM dans la zone Q. MUTOSHI - après-midi

4.3 INTERPRETATIONS DES RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats présentés dans le tableau 7 ci-haut, montre que, les masses des particules de l'air déposées sur les filtres après échantillonnage sont très largement supérieures à la valeur seuil ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) publiée par l'Organisation Mondiale pour la Santé en sigle OMS;

Les figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 présentent des résultats d'analyses non destructives effectuées sur la fluorescence-X portable en vue de déterminer les éléments chimiques déposés sur le filtre et que nous retrouvons dans les airs de différentes zones d'habitations;

L'échantillonnage effectué dans les après-midis montre en général qu'il y a moins des particules dans les airs suite au faible mouvement du vent (atmosphère calme);

Les zones ayant fait objet de notre échantillonnage, ont une présence très excessive des éléments chimiques tels que: le Fer et le Silicium; et une forte concentration de Magnésium, a été constaté lors de l'analyse après échantillonnage de l'après-midi dans la zone de MALU lorsque nous comparons avec la norme de l'OMS;

La quantité et la qualité d'éléments chimiques échantillonnés dans différentes zones dépendent des conditions météorologiques de la ville (la direction du vent, la vitesse du vent, la température, pression, l'humidité de l'air);

Etant donné que L'Homme respire en moyenne 15 m^3 d'air par jour, et la zone d'échange gazeux de l'appareil respiratoire représente une superficie pouvant atteindre 100 m^2 . En effet, le poumon constitue ainsi l'interface la plus importante entre le milieu extérieur et l'organisme, ce qui lui confère un intérêt particulier en toxicologie. Par conséquent, cet appareil est une cible privilégiée pour les différents agents toxiques, les polluants gazeux et particuliers présents dans l'air que nous respirons. Cependant, on distingue deux régions fonctionnelles distinctes: les voies aériennes supérieures (la cavité nasale, le pharynx et le larynx pour les particules inférieures à $30 \mu\text{m}$) et les voies aériennes inférieures (la trachée, les bronches et les bronchioles pour les particules inférieures à $10 \mu\text{m}$; les alvéoles pulmonaires pour les particules inférieures à $2,5 \mu\text{m}$ et les tissus pulmonaires, la circulation pour les particules inférieures à $0,1 \mu\text{m}$) d'après (Bassart, 2006); nous constatons que, les résultats obtenus montrent que, la population de cette zone qui a fait objet de notre étude est exposée aux fortes concentrations des particules de l'air (APM) inférieure à $10 \mu\text{m}$ et risquent de contracter certaines maladies pulmonaires telles que: le cancer broncho-pulmonaire, l'activation métabolique, l'altération épigénétique et la génotoxicité.

En plus de la physiologie pulmonaire des patients (par exemple le motif de respiration et la géométrie du poumon), le dépôt des particules inhalées dépend de leurs propriétés physico-chimiques telles que: la forme, la charge, la densité, l'hygroscopie et surtout la taille qui est le facteur le plus important (Pilcer et Amighi, 2010). De plus, le débit d'inspiration joue également un rôle important dans ce dépôt (Dolovich, 2000);

En effet, les résultats présentés, permettent d'expliquer certains phénomènes physiologiques sur le dépôt des particules dans l'appareil respiratoire et peut se faire par cinq mécanismes qui sont:

- **L'impaction inertielle** (l'air inspiré change brusquement de direction à chaque bifurcation. L'impaction inertielle se produit donc lorsque les particules en suspension présentent une dynamique suffisante pour maintenir leurs trajectoires malgré les changements de direction du flux d'air, et par conséquent, entrent en collision avec les parois de

l'appareil respiratoire. Son effet augmente avec la taille et la densité des particules ainsi qu'avec la vitesse de l'air, donc elle augmente quand la respiration devient plus forte);

- **La sédimentation** (La sédimentation est un processus temps-dépendant durant lequel les particules se déposent sous l'influence de la gravité. L'effet de la sédimentation augmente avec la taille des particules, leur densité, ainsi que leur temps de résidence dans les voies respiratoires qui augmente quand la respiration se ralentit);
- **La diffusion** (La diffusion se produit lorsque la vitesse de l'air est presque nulle et lorsque les particules sont suffisamment petites pour subir un mouvement aléatoire due à des collisions avec les molécules de gaz. Ce processus, également appelé mouvement brownien, est corrélé à la taille des particules. A l'opposition des mécanismes d'impaction et de sédimentation, la déposition par diffusion est donc inversement proportionnelle à la taille des particules et elle est caractéristique surtout des particules ultrafines);
- **L'interception** (Ce phénomène se produit lorsque la particule dévier de son chemin, rencontre la paroi d'un conduit pulmonaire et se dépose);
- **L'interaction électrostatique** (Elle dépend des charges électrostatiques des particules atmosphériques. Deux mécanismes peuvent être à l'origine du dépôt des particules électriquement chargées: soit par attraction vers la surface par la charge image induite par la particule, ou bien par répulsion mutuelle des particules ayant la même charge et présentes en très grand nombre) (Carvalho et al., 2011);

Des nombreuses études épidémiologiques ont été menées afin d'explorer un éventuel lien entre l'exposition chronique aux particules atmosphériques et l'apparition des pathologies respiratoires dont le cancer broncho-pulmonaire tel qu'énuméré dans les lignes précédentes. Néanmoins, dans le cas de cette étude vu la proportion des particules échantillonnées présentés dans le tableau 7 ci-haut, nous rapprochons plus des mécanismes de toxicité pouvant être induits par des particules, qui pourraient influencer leur potentiel cancérigène, l'activation métabolique, l'altération épigénétique et la génotoxicité;

Ainsi, nous remarquons que certains Eléments en excès sont facteurs de plusieurs maladies bien qu'étant indispensable à l'organisme c'est le cas de:

- **Le Fer** favorise l'oxygénation du sang des cellules et des muscles mais en excès, lorsqu'il s'accumule dans certains organes cause souvent des lésions au foie (cirrhose, cancer), au cœur (insuffisance cardiaque) et au pancréas (diabète) et le Fer est important dans l'organisme;
- **Le Silicium** retarde le vieillissement et redonne de l'énergie à l'organisme qui devient plus efficace pour régénérer les os, cartilages, dents, ongles, cheveux, système veineux, mais en excès impacte négativement le cerveau et l'ensemble du système nerveux, mais il peut nous être aussi utile dans le cas où le silicium organique empêche l'organisme d'assimiler l'aluminium, ce qui fait mécaniquement baisser la toxicité;
- **Le Magnésium** contribue à contrebalancer l'activité du système nerveux, soutient également la production de sérotonine mais en excès peut causer des désagréments plus au moins graves; on parle de l'hypermagnésémie;
- **Le Chlore** permet tout comme le sodium, le métabolisme de l'eau et par conséquent la régulation de la rétention de l'eau dans le corps humain. Son excès dépend du dosage, son intoxication provoque des troubles digestifs impliquant des vomissements, des diarrhées et la déshydratation sur les parties humides du corps humain (aine, aisselles);
- **L'Aluminium** qui est tout d'abord toxique pour les cellules du cerveau et peut provoquer des encéphalopathies, ainsi que des troubles du psychisme et lorsqu'elle ingère d'une manière courante cause la sclérose en plaque, l'Alzheimer et la maladie de parkinson;
- **Le Calcium** intervient principalement dans la formation et la solidité des os en association avec la vitamine D. En excès provoque l'hypercalcémie ayant comme premiers symptômes la constipation, des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et une perte d'appétit. La diurèse peut être anormalement élevée, entraînant une déshydratation et une augmentation de la soif. Ces données sur les inconvénients et avantages de ces éléments chimiques sont publiées sur le site Google;

La teneur du cadmium dans le tableau 11 nous donne une valeur de 25 ppm ($25 \cdot 10^9 \text{ ng/m}^3$) tellement grande pour une contamination de l'air ambiante qui soit supérieur à 5 ng/m^3 d'après la directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004 consulté sur le site <http://www.airparif.asso> le 30/09/2022;

Nous remarquons que, les éléments chimiques contenus dans les aérosols, peuvent provenir de différentes régions considérées comme zones d'origines de la pollution atmosphérique (donc la pollution atmosphérique peut avoir comme origine: locale, régionale, continentale et intercontinentale); par ailleurs, l'auteur HARRY WEXLER, SC.D. dit dans sa publication

éditée vers les années 1951; que les conditions météorologiques ne jouent qu'un rôle limité dans la lutte contre la pollution de l'air selon le document publié par WEXLER, H. (1951° Bull. Amer. Meteorol.soc., 32, 48);

Nous n'avons pas pu faire l'échantillonnage suivant les saisons climatiques de notre ville ou province à cause du temps. L'échantillonnage devrait se faire pendant toute la saison de pluie ainsi que toute la saison sèche à de temps différents pour nous permettre d'évaluer le niveau de pollution dans la ville à différentes saisons.

5 CONCLUSION

Le travail d'échantillonnage des particules de l'air qui a fait objet de notre recherche, nous a permis d'avoir une idée sur les masses d'aérosols échantillonnées contenues dans les airs pendant un temps bien défini ainsi que certains éléments chimiques et leurs concentrations en utilisant le spectromètre de fluorescence-X portable pour déterminer la qualité et quantité des particules contenues dans l'air que nous respirons dans certaines parties de la ville de Kolwezi. Cette technique non destructive d'analyse que nous avons opté, a permis de nous orienter sur la qualité et la quantité d'éléments chimiques détectés. Les résultats obtenus après les travaux d'échantillonnages montre que la concentrations des particules échantillonnées est 52 fois plus grande que celle publiées en 2012 par l'OMS (soit 2623,524 microgramme/m³ en 2 heures des particules PM 10 qui soient supérieures à la valeur limite de l'OMS soit 50 microgramme/m³) et ainsi que, les éléments chimiques détectés sur les papiers filtres sont les suivants: Si, Mg, Al, Fe, Ca, Cu, Co, P, Zn, Cl, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, P, K, Sb, Re, Mb, Cu.

Ces résultats obtenus montrent que, la population de cette zone qui a fait objet de notre étude est exposée aux fortes concentrations des particules de l'air (APM) inférieure à 10 µm et risquent de contracter certaines maladies pulmonaires telles que: le cancer broncho-pulmonaire, l'activation métabolique, l'altération épigénétique et la génotoxicité dues par un excès des particules de l'air inférieure à 10 microns (Ex: Les voies aériennes inférieures: la trachée, les bronches et les bronchioles affectés par les particules inférieures à 10 µm)

Eu égard aux résultats présentés après analyses chimiques, nous remarquons qu'il est important de mettre sur pied une bonne procédure d'analyse de ces papiers filtres contenant ces particules de matières pour permettre de donner avec toutes les précisions la qualité et la quantité d'éléments chimiques retenus sur ces derniers après échantillonnage des APM.

A cet effet, Nous proposons de:

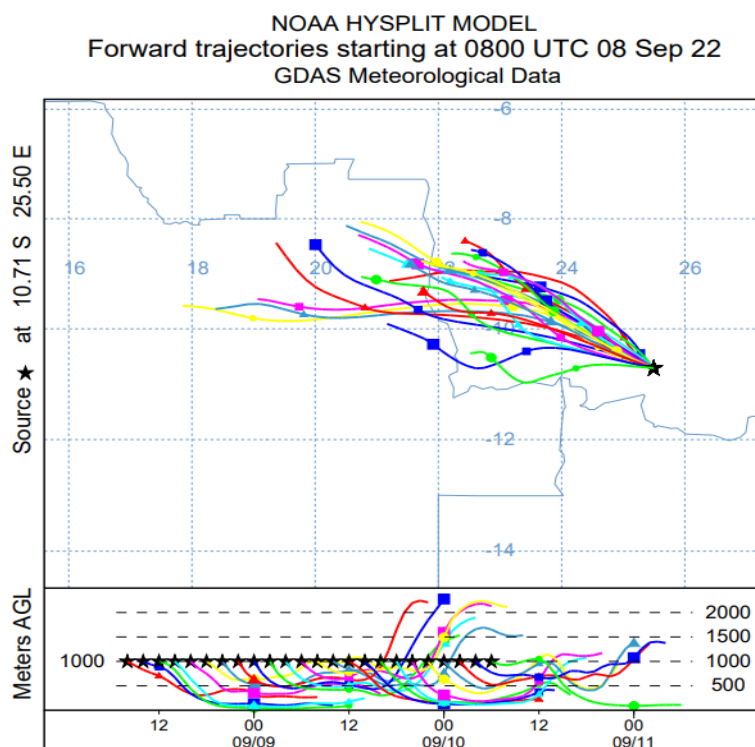
- Faire une étude sur la modélisation de la dispersion atmosphérique pour connaître en tout point de l'espace et à tout instant les concentrations en polluants, mais aussi d'estimer l'impact des polluants sur les écosystèmes, et utiliser le modèle HYSPLIT (*Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model*) pour l'étude des rétrotrajectoires des masses d'air telle que nous avons présenté dans les annexes I, II et III, qui montrent que la pollution est régionale en date du 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, et 18/09/2022, et elle est remarquée à une hauteur allant de 250 à 3500 mètres. Or, les instabilités sont influencées par les échanges mécaniques et thermiques entre le sol et l'air (frottement de l'air sur le sol, présence d'obstacles) dans la couche limite atmosphérique d'épaisseur de quelques centaines de mètre à 1 ou 2km au plus et d'autres instabilités sont liées aux conditions météorologiques à l'échelle planétaire (dépression, anticyclone), cet ouvrage a été publié par Moussiopoulos N, Berge E, Bøhler T et al. En 1996;
- D'analyser aussi par d'autres techniques instrumentales beaucoup plus poussées que la fluorescence-X portable telles que: la spectrométrie de masse à deux lasers, la microscopie électronique à balayage, la microscopie électronique à transmission, la spectrométrie à dispersion total d'énergie... etc. et mettre au point une procédure adaptée pour permettre de lire les types des papiers filtres (fibre organique pour lequel nous ne savons pas publier sa composition chimique) que nous avons utilisé.

REFERENCES

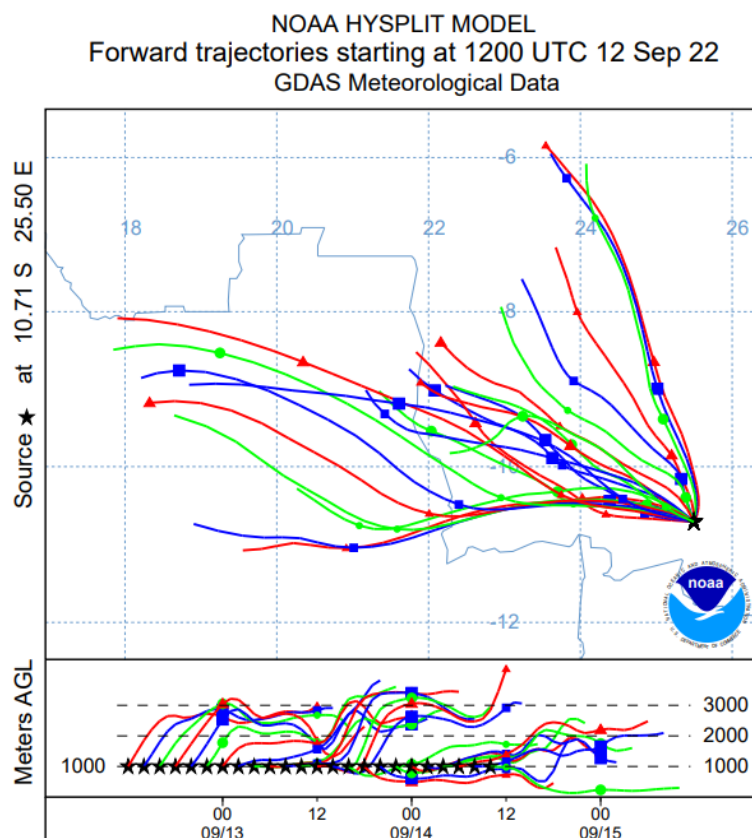
- [1] A. Robache, F. Mathe, J.C. Galloo, LSQA-EMD) 2001.Prelevements et analyse des métaux dans les particules en suspension dans l'air ambiant; consulté le 11/04/2022 à 9H00.
- [2] J. Prey, B.L. Van Drooge, A. Ripoll, T. Moreno, J. O. Grimalt, X. Querol, et al.) 2013. Une évaluation de la masse, de la concentration nimbée, de la composition chimique et des types de particules dans une cafeteria avant et après passage d'une loi anti-tabac consulté le 15/04/2022 à 18H20.
- [3] ADEME, 1996. La pollution atmosphérique; consulté le 12/02/2022 à 16H14.
- [4] B. Temime, 2003. Contribution à l'étude de la participation des HAPs entre les phases gazeuse et particules; consulté le 2/04/2022 à 21H30.

- [5] Bassart, E. (2006). Anatomie-Physiologie; consulté le 18/09/2022 à 19H29.
- [6] Carvalho, T., Peters, J., & Williams III, R. (2011). Influence de la taille des particules sur le dépôt pulmonaire régional – Quelles preuves existe-t-il ? consulté le 26/09/2022 à 22H58.
- [7] d'Almeida, G., Koepke, P., & Shettle, E. (1991). Aérosols atmosphériques, climatologie globale et caractéristiques radiatives. Virginie; consulté le 7/06/2022 à 8H8.
- [8] Dockery DW et al., 1993. Une association entre la pollution de l'air et la mortalité dans six villes américaines; consulté le 24/03/2022 à 22H10.
- [9] Dolovich, M. (2000). Influence du débit inspiratoire, de la taille des particules et du calibre des voies respiratoires sur l'administration de médicaments en aérosol dans les poumons; consulté le 20/09/2022 à 10H37.
- [10] European Environment Agency, 2012. EEA - Air quality in Europe - 2012 report; consulté le 15/06/2022 à 12H2.
- [11] Fontan, J., 2003. Les pollutions de l'air, les connaître pour mieux le combattre; consulté le 5/06/2022 à 22H4.
- [12] FRESNEL BORIS A. CACHON, 2013. caractérisation physicochimique des matières particulaires d'origine urbaine et impact toxicologique sur des cellules épithéliales bronchitiques humaines; consulté le 03/03/2022 à 10H11.
- [13] <http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/dcret15122004>. Consulté le 30/09/2022 à 20H10.
- [14] <http://www.Google.com> Consulté le 30/09/2022 à 17H34.
- [15] <https://www.weatherspark.com>. Climat de Kolwezi; consulté le 14/06/2022 à 22H20.
- [16] Jerrett M, 2005. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles; consulté le 30/03/2022 à 18H18.
- [17] Lamy, P., 2004. Rapport d'étude. Nanomatériaux : Risques pour la santé et l'environnement. Centre de Recherche sur la Matière Divisée; consulté le 12/06/2022 à 18H2.
- [18] Laure J. Moriarty, 1999. L'étude des polluants dans les écosystèmes. 3^e Edition consulté le 05/04/2022 à 11H45.
- [19] M. Abdel-Salam, 2006. Echantillonnage des aérosols en milieu ambiant du travail; consulté le 25/04/2022 à 20H30.
- [20] Moussiopoulos N, Berge E, Bøhler T et al. (1996). Ambient air quality, pollutant dispersion and transport models. Report of the European Topic Centre on Air quality to the European Environment Agency.
- [21] Pilcer, G., & Amighi, K. (2010). Stratégie de formulation et utilisation d'excipients dans l'administration pulmonaire de médicaments; consulté le 19/06/2022 à 17H27.
- [22] Pope et al., 1995. La pollution atmosphérique particulaire en tant que prédicteur de la mortalité dans une étude prospective sur des adultes américains; consulté le 30/03/2022 à 10H09.
- [23] Seinfeld J. et Pandis, 2006. Chimie atmosphérique et physique; de la pollution de l'air au changement climatique. New York; consulté le 7/04/2022 à 7H09.
- [24] Sylvain Levesque et Rimouski, juin 2017. La rose de vents; consulté le 14/06/2022 à 19H50.
- [25] Villenave, A., Aymoz, G., Beekmann, M., Baeza-Squiban, A., et Colosio, J. (2012) Pollution atmosphérique; consulté le 5/06/2022 à 11H46.
- [26] Vincent J., 1989. Echantillonnage des aérosols, Science et pratique; consulté le 13/05/2022 à 20H17.
- [27] WEXLER, H. (1951) Bull. Amer. Meteorol. soc., 32, 48. Consulté le 30/09/2022 à 22H5.
- [28] Whitby, K. (1977). Caractérisation physique des aérosols. Méthodes et normes de mesure environnementale; consulté le 12/06/2022 à 9H21.
- [29] WHO, 2022. www.who.int; consulté le 17/03/2022 à 20H41.

ANNEXE I: EXEMPLE DE RETROTRAJECTOIRE MODELISE PAR HYSPLIT POUR LA VILLE DE KOLWEZI



ANNEXE II: EXEMPLE DE RETROTRAJECTOIRE MODELISE PAR HYSPLIT POUR LA VILLE DE KOLWEZI



Decisión de salida a bolsa: Modelos explicativos

[IPO decision: Explanatory models]

Sanae Ait Jillali and Mohammed Belkasseh

Laboratorio LARFAGO, Hassan Primero Universidad, ENCG, Settat, Morocco

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Many companies are spurred on by the reward of the decision to go public. Following the objectives they pursue and the problems they want to solve with it, they can decide whether they want to go public or not, it is also a decision related to the degree of tolerance of the company's owners regarding the information shared with the public and shared ownership. So it is interconnected with three crucial elements, namely; information, profitability, organization, or capital structure.

The purpose of this article is to provide a review of the literature that highlights the explanatory factors of an IPO decision. In particular, through the theoretical foundations underlying the decision to go public and its effect on control, capital structure, and other characteristics of companies.

This article provides a more holistic and integrated view of the IPO as a corporate event and a strategic and managerial decision, and the way companies judge it when deciding whether or not to go public, and the conclusion offers avenues for future research.

KEYWORDS: Advantages of IPO, Explanatory Models, IPO, Restrictions of IPO.

1 INTRODUCCIÓN

Cada empresa está sujeta a varios problemas y retos entre otros; encontrar las fuentes de fondeo y asegurar en permanencia su liquidez. La buena noticia es sobre las formas de financiamiento de las empresas que se vuelven diversas y diferentes en ventajas que dieron a los accionistas la posibilidad de elegir la forma adecuada de financiar sus negocios.

A través de este trabajo nos centraremos especialmente en el mercado de valores y más concretamente en las salidas a bolsa como medio de financiación, y veremos que podría utilizarse para conseguir otras ventajas que van más allá de asegurar la liquidez de las empresas y recaudar fondos.

Este tema es muy importante en su contexto, en la medida en que salir a bolsa es una decisión estratégica y gerencial que cambia la situación de la empresa y transforma varios órganos dentro de ella, incluyendo el control y la estructura de capital, es, por tanto, un paso que debe estar bien estudiado, y el conocimiento de sus dos caras (ventajas y limitaciones) es una necesidad para el buen desarrollo de las etapas; pre-OPI para de alguna manera arbitrar y elegir entre fuentes privadas de financiamiento o recurrir al mercado de capitales, y post-OPI, al ganar el desafío de mantener y mejorar el desarrollo y crecimiento de la empresa luego de la concreción de la operación de salida a bolsa.

A través de este trabajo teórico vamos a exponer modelos explicativos de la decisión de salida a bolsa, o la descripción práctica y conveniente de por qué y cómo este paso hacia el mercado de capitales puede ser dado o no por las empresas, en función de las ventajas o desventajas de la operación de salida a Bolsa.

Enumeradas y agrupadas en dos apartados, las ventajas de las OPI (Ofertas Públicas Iniciales) presentadas en el primer apartado podrían ser: la finalidad de captación de fondos externos, la detención de la liquidez y diversificación de la cartera, la simetría permanente de la información y la transparencia, la posibilidad de mayores plusvalías y rentabilidad, la mejora la

notoriedad y la publicidad, la concertación de intereses entre todos los tenedores de apuestas y luego la resolución de los asuntos de agencia, el mantenimiento de la sustentabilidad, la distribución del poder, la participación de los empleados accionistas, la obtención de incentivos fiscales y otros motivos que puedan alentar a las empresas a recurrir al mercado de capitales.

Por otro lado, las restricciones de salida a bolsa podrían estar relacionadas con los costos de esta operación que analizaremos en la segunda sección de este documento, la dilución de capital y el carácter familiar de ciertas empresas, también las restricciones de confidencialidad y rendimiento, y otras barreras que impedir que las empresas abran su capital a los inversores y hacer que se conformen con los medios estándar de financiación. En lo que sigue más detalles sobre estos elementos.

Este documento se dividiría entonces en dos partes principales, comenzando con los modelos explicativos basados en las ventajas de las OPI, así como los modelos explicativos basados en las restricciones de las OPI, que contienen la explicación de cada elemento en la subsección aparte como enumeramos anteriormente.

2 MODELOS EXPLICATIVOS BASADOS EN LAS VENTAJAS DE LAS OPI

2.1 RECAUDAR FONDOS EXTERNOS

Recaudar fondos a través de la oferta pública inicial se considera un motivo principal para las empresas según muchos autores, incluidos Pagano, Panetta y Zingales [1], Jain y Tabak [2], Poulsen y Stegemoller [3], Jacquillat [4], Rajan [5], y Harris y Raviv [6]; en la medida en que esta alternativa de salida a bolsa está dando a las empresas la ventaja de conseguir financiación inmediata, aumentando posteriormente el capital de la empresa mediante "Ofertas de Acciones Experimentadas" [2] y utilizándolo para financiar cada proyecto que lleve al crecimiento [3], sin olvidar mencionar la ventaja de tener un poder de negociación con las organizaciones de crédito y los bancos; al diversificar sus fuentes de fondeo la empresa puede obtener capital a un costo favorable ya que el financiamiento bancario es muy expansivo ([4], [1], [5]). En este sentido, las empresas con los altos índices de endeudamiento tienen más probabilidades de salir a bolsa debido al papel disciplinario de la deuda que garantiza, desde la perspectiva de los inversores bursátiles, la buena gestión de la empresa que, en este caso, parece estar mejor controlada por los prestamistas [6]. Siguiendo el modelo de flujo de caja libre evocado por ([7], [8]); la deuda es una buena manera de limitar el comportamiento oportunista de los gerentes al reducir el flujo de efectivo disponible para ellos, el "flujo de efectivo libre" que puede usarse para aumentar su propia utilidad en lugar de distribuirla entre los accionistas. De acuerdo con Pagano, Panetta y Zingales [1], las empresas optan por captar fondos a través del mercado de capitales abriendo su capital a los inversores para renovar su estructura de financiación o reducir su deuda pendiente.

2.2 LIQUIDEZ Y DIVERSIFICACIÓN DE CARTERA

Siguiendo a Grinblatt y Titman [9], la salida a bolsa está proporcionando liquidez a los valores, lo que representa, del lado de la diversificación de la cartera, dos buenas razones que justifican la decisión de salir a bolsa. Sabiendo que la liquidez es la contundencia o fluidez de convertir un activo o título en efectivo manteniendo su valor y precio en el mercado. Según Mello y Parsons [10], la oferta pública inicial es ventajosa cuando los accionistas quieren obtener efectivo tras una decisión de desinversión, ya que brinda la posibilidad de obtener liquidez incluso cuando optan por salir del proyecto de inversión.

Es obvio que la diversificación de la cartera implica la diversificación del riesgo, en el mercado de capitales cuando el riesgo es alto la rentabilidad exigida por los accionistas es alta, lo que significa que los negocios más riesgosos o las empresas con apetito de riesgo tienen más probabilidades de salir a bolsa y recurrir al mercado de capitales que otras dirigidas por personas con aversión al riesgo ([11], [12], [13], y [14]). Volviendo la atención a la perspectiva de Jacquillat ([4], p. 9), la asistencia que brindan los bancos u organismos especializados representa muchos límites que la empresa debe traspasar esperando fuentes de financiamiento externas «Es por esto que, para evitar llegar a estos límites, ganar flexibilidad, independencia y poder, la empresa debe diversificar sus posibilidades de financiación. Sólo el mercado de valores le ofrece la plena posibilidad de ello a través de la amplia gama de productos que ofrece a los ahorradores, protegiendo al mismo tiempo a los accionistas originales de la empresa».

Así, la cotización de los valores de la empresa en bolsa promueve una mejor apreciación del riesgo de la empresa por parte de la comunidad de prestamistas y por ende una mejora en sus condiciones de financiamiento.

2.3 INFORMACIÓN DE SIMETRÍA PERMANENTE Y TRANSPARENCIA

Otra ventaja de la oferta pública inicial está relacionada con la obligación de comunicación, lo que significa que para actuar legalmente y respetar la ley del mercado de capitales, las empresas deben comunicar la información relacionada con el proyecto y dar información de simetría tanto al empresario que recurre a el mercado de capitales para la financiación y los inversores en este mercado. La información debe ser difundida permanentemente bajo muchas condiciones definidas por las autoridades y organismos reguladores de los mercados financieros, tal como lo define Jacquillat ([4], p.117): «Información permanente es aquella que pone en conocimiento del público cualquier evento en la vida de la empresa pueda tener un impacto en las cotizaciones bursátiles, tan pronto como el secreto deje de ser imprescindible o cuando exista el riesgo de que unas pocas personas se aprovechen de información previamente confidencial.»

De acuerdo con Chemmanur y Fulghieri [14], el uso del mercado de capitales como método de financiación conduce a distinciones fundamentales vinculadas a la estructura de propiedad (dilución de la estructura de propiedad), la difusión de información específica relacionada con la rentabilidad del proyecto y la evolución del mercado de valores que ayudan al intercambio sobre los precios bursátiles de los valores. De donde los autores antes mencionados afirman que la decisión de una oferta pública también está guiada por los costos de producción de la información en la que también influye el tamaño, la antigüedad, la historia y la actividad de las empresas. Para las empresas antiguas, el costo de la información es muy bajo debido a su rico historial que contiene los informes y el conocimiento necesarios, es esencialmente su información disponible para el público lo que los alienta a abrir su capital a los inversores, excepto que para las empresas jóvenes, incluso si tienen una historia corta, por lo que hay menos información disponible y, por lo tanto, costos de producción más altos, pueden cotizar en bolsa debido a sus fuertes necesidades financieras; aquellas empresas jóvenes son excepcionalmente las que operan en el sector altamente tecnológico, en otros casos las nuevas empresas optan por otras vías de financiación para financiar su proyecto incluyendo el capital riesgo. También podemos agregar aquí la perspectiva de Pagano et al. [1] sobre toda la industria de las empresas cuando se valora a estas últimas a salir a bolsa. Además, siguiendo a Myers y Majluf [15], cuanto más antigua es la empresa, más larga es su trayectoria y, por tanto, menos víctima de asimetrías informativas, y más fácil de evaluar (al calcular su rendimiento o al tener la intención de comprarla) y valorarlo (al pretender calcular el valor económico añadido del capital invertido) comparado con más jóvenes empresas.

En este sentido, la OPI está reduciendo los costes de seguimiento relacionados con la información en un contexto de asimetría informativa y materializando fácilmente el valor añadido de informar a todos los tenedores de apuestas en igualdad de condiciones. Siguiendo a Zingales [16], salir a bolsa es una decisión que puede acreditar la intención de vender la empresa (total o parcialmente) porque las ganancias de la operación de venta pueden optimizarse a través del precio de referencia que proporciona el mercado.

2.4 LA MAYOR RENTABILIDAD

La oferta pública inicial es ventajosa en la medida en que representa una oportunidad de inversión atractiva que genera ganancias a largo plazo, especialmente cuando se emiten acciones; este producto se reconoce como riesgoso pero genera mayores ganancias que otros productos, incluidos los bonos.

Además, existe un comportamiento relevante que las empresas pueden adoptar como estrategia al emitir y comprar acciones; se trata de emitir cuando los precios son considerablemente altos y volver a comprarlos cuando sus precios bajan. A partir de esta técnica, los inversores pueden obtener grandes ganancias. Esto está relacionado con la “teoría del momento del mercado” evocada por muchos autores tanto en contextos teóricos como empíricos para justificar el agrupamiento de las OPI en un período de tiempo afectado por las condiciones del mercado ([17], [18], y [19]).

Sin embargo, de acuerdo con la hipótesis del “flujo de caja libre”, con base en las explicaciones de Jensen ([7] / [8]); las empresas con “flujo de caja libre” están señalando al mercado la falta de oportunidades de inversión, lo que impacta en la reacción de los inversores en el mercado. Si bien las empresas con alta rentabilidad son aquellas que probablemente tienen un “flujo de caja libre” significativo, optan por explotar y administrar este último a través de la deuda en detrimento del mercado de capitales, porque como vimos antes, la deuda es una buena alternativa para limitar los comportamientos discrecionales de los gerentes al buscar satisfacer sus necesidades en términos de salario, prestigio, poder y seguridad en lugar de maximizar el valor de la empresa y la riqueza de los accionistas. También siguiendo a Easterbrook [20], en caso de que todos los “flujos de caja libres” se acumulen y no se entreguen, pueden utilizarse para financiar negocios y evitar el recurso al mercado de capitales. La misma idea fue evocada por Pagano et al. [1], al determinar la relación entre rentabilidad y decisión de salida a bolsa que para ellos es difícil precisar su impacto con una probabilidad concreta de salida a bolsa; al evitar el riesgo de dilución de capital, los accionistas de empresas rentables optan por la deuda, este fenómeno se acentúa cada vez más en el caso de la financiación bursátil dado el gran número de inversores lo que impide que la empresa tenga una estructura de propiedad más

concentrada. Sin embargo, los autores antes mencionados están confirmando que en otros casos, las empresas con mayor rentabilidad pueden aprovechar una ventana de oportunidad para salir a bolsa, sabiendo que para cotizar en bolsa es necesario presentar buenos informes sobre los ingresos y la rentabilidad registrados antes de la fecha del evento. En la misma línea, Benninga, Helmantel y Sarig [21], argumentan que cuando los flujos de caja mejoran, implica el fenómeno de agrupamiento de las OPI, para describir las actividades de las OPI y las olas relacionadas con los llamados "problemas del mercado caliente".

2.5 NOTORIEDAD Y PUBLICIDAD

La empresa puede aprovechar la transparencia requerida en el mercado de valores para potenciar su imagen y mejorar su posición y visibilidad para los analistas financieros, los medios de comunicación, los tenedores de apuestas nacionales e internacionales. Siguiendo a Szpiro [22] cotizar en las bolsas de valores se adhiere a la empresa la etiqueta de información de alta calidad que amplía la buena reputación de la firma. Además, mientras distribuye su capital social a un gran público, la empresa puede asegurar una gran clientela potencial. La OPI puede entonces fortalecer la reputación de la empresa cuando la cotización se difunde en tiempo real, se vuelve conocida en todo el mundo, lo que abre ventanas de oportunidades para la asociación y aumenta el crecimiento externo de la empresa. De acuerdo con varios autores, incluidos Maksimovic y Pichler [23], Merton [24] y Jacquillat [4], la notoriedad y la publicidad de la empresa siempre han sido una preocupación para los gerentes que tienen la motivación de recurrir al mercado de capitales para hacer sus empresas reconocidas mediante la ampliación de la base de su participación accionaria, de modo de promover el aumento del valor de los títulos de la empresa.

2.6 LA TEORÍA DE LA AGENCIA

Según los neoclásicos por ejemplo, recurrir al mercado financiero es un acto de operar en un lugar donde existe una organización mecánica y un arreglo de intereses entre todos los tenedores de apuestas.

El hecho de imponer una serie de criterios y condiciones para el correcto desarrollo de las relaciones y los flujos dentro de este mercado, en realidad está resolviendo un conjunto de cuestiones y fenómenos societarios entre los que se encuentra el problema de la agencia, este último ya expuesto en apartados anteriores como consecuencia de una divergencia del interés con el agente se considera como un problema que puede ser solucionado o paliado a través de la salida a bolsa [25]. Al comunicar constantemente su información y al ser analizado mediante evaluación y valoración por expertos del mercado de valores, la empresa puede reducir sus costes de agencia, lo que también es favorable para la amplitud del mercado de capitales: «Un buen entorno legal protege a los potenciales financieros frente a la expropiación por parte de los empresarios, eleva su disposición a entregar fondos a cambio de valores, y por lo tanto amplía el alcance de los mercados de capitales. » ([25], p. 1149). Esos costes de agencia también fueron evocados por Berle y Means [26], y Jensen y Meckling [27] al hablar de los mecanismos de protección de los accionistas. En la misma línea, Fadil [28] y Jensen [29] abordan este tema al considerar al mercado financiero como una "casa de cristal" que controla la libertad de los administradores y los lleva a tomar decisiones estratégicas asegurando y garantizando la maximización de los accionistas valor.

Cabe señalar que las pequeñas empresas también, siguiendo a Charreaux [30] y Denis [31], sufren los problemas corporativos de las grandes empresas, entre ellas; asimetría de información y problemas de agencia, razón por la cual la oferta pública inicial por autores con sus medidas de seguridad contractual y condiciones de eliminación, mejoran la situación de las empresas de todas las estructuras, especialmente cuando se trata de la teoría de la agencia.

2.7 OTRAS VENTAJAS RELACIONADAS CON LA SOSTENIBILIDAD, LA DISTRIBUCIÓN DEL PODER, LA PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES ACCIONISTAS Y LOS INCENTIVOS FISCALES

En esta parte, asemejamos otros privilegios relacionados con la decisión de salir a bolsa, empezando por el hecho de asegurar la sostenibilidad de la empresa; en cuanto la oferta pública aleja a la sociedad de toda disolución tras la salida de uno de sus accionistas mayoritarios, o tras determinados supuestos de sucesiones. Debido a la facilidad para conseguir nuevos accionistas cuando la empresa necesita la entrada de nuevas fuentes de capital para financiar su desarrollo, los emprendedores pueden garantizar el desarrollo sostenible de su firma. La sostenibilidad de la empresa según Fischer [11], Brau y Fawcett [17] y Chemmanur, He y Nandy [32] es entonces otro motivo esencial para salir a bolsa. Según Jacquillat ([4], p.8): «La cotización en bolsa resuelve los problemas de sucesión al permitir que la nueva generación o los accionistas externos aseguren la continuidad de la actividad de la empresa, cuando los antiguos directores deben ceder».

Asimismo, la OPI podría representar la distribución original de poder en la organización, mediante la distribución de una participación limitada del capital o siguiendo la estrategia de diversificar la cartera al elegir ciertos productos financieros adecuados, como; acciones de dividendos prioritarios sin derecho a voto (ADP) o certificados de inversión sin derecho a voto

(CI), se podría salvaguardar el control de la empresa. Los siguientes autores: Zingales [16], Brennan y Franks [33], Pagano y Roell [34], Stoughton y Zechner [13], Chemmanur y Fulghieri [14] y Mello y Parsons [10] apoyan la idea de que la oferta pública representa una herramienta de intermediación para los accionistas originales que desean reorganizar la estructura de control y capital.

Además, la OPI motiva a los empleados y atrae a líderes de calidad. La empresa pública puede ofrecer a sus principales directivos y resto de empleados fórmulas de participación en beneficios altamente incentivadoras otorgándoles acciones de la empresa que les hagan sentir explícitamente más preocupados por los resultados de su firma, lo que estrecha la cohesión social y mejora el clima dentro de la empresa. Desde la perspectiva aportada por Jacquillat ([4], p. 8), las salidas a bolsa facilitan la participación de los trabajadores en la medida en que: «Una sociedad no cotizada puede realizar una política de participación de sus empleados distribuyéndoles parte del capital social. Sin embargo, esto plantea problemas cuando desean desvincularse o simplemente realizar parte de su valor añadido. La cotización en bolsa favorece la participación de los trabajadores en la medida en que las acciones que reciben son mucho más líquidas.»

Asimismo, dependiendo de las características y reglas de cada bolsa de valores presente en los diferentes países, la salida a bolsa podría ser favorable en términos fiscales, existen diferentes beneficios de incentivos fiscales que subyacen a importantes exenciones fiscales y reducciones en el impuesto de sociedades, especialmente para una serie de primeros años consecutivos que siguen al evento de salida a bolsa con el fin de alentar a las empresas a dar este paso hacia el mercado de capitales y tomar esta decisión de salida a bolsa. Siguiendo a MacKie-Mason [35], quien ha probado la evidencia de efectos impositivos sustanciales en la elección entre emitir deuda o acciones, de alguna manera los impuestos impactan las decisiones de financiamiento corporativo, para de alguna manera arbitrar y elegir entre fuentes privadas de financiamiento o recurrir al mercado de capitales.

3 MODELOS EXPLICATIVOS BASADOS EN LAS RESTRICCIONES DE LAS OPI

Las restricciones y factores de la reticencia de la oferta pública inicial se pueden dividir en muchas categorías, optamos por presentarlas de la siguiente manera:

3.1 LA DILUCIÓN DEL CAPITAL Y EL CARÁCTER FAMILIAR DE DETERMINADAS SOCIEDADES

No podemos negar que la oferta pública inicial implica una dilución de capital. Cuando el capital está en manos de una multitud de accionistas, pueden presentarse dos problemas: la pérdida de control y la posible presencia de competidores o compradores potenciales, es la misma dilución de la estructura de propiedad defendida por Chemmanur y Fulghieri [14] y mencionada en el sección previa. La pérdida de control está impidiendo entonces que varios empresarios recurran a la bolsa de valores ([4], [36], y [9])

En otro sentido, las empresas familiares son generalmente reacias a la financiación por el mercado, lo que es sinónimo para los accionistas iniciales de la pérdida de control, que resulta del hecho de coartar su libertad por parte de los nuevos accionistas en cuanto a la toma de decisiones y acciones a realizar en la gestión y gobierno corporativo y dirección debido a la heterogeneidad de la junta directiva. Especialmente cuando el objetivo es mantener prácticas ligadas al nombre de la familia que representa su historia y la base del concepto según el cual esta empresa es de carácter familiar, la salida a bolsa es posteriormente la última opción para los herederos líderes de empresas familiares.

3.2 SACRIFICIOS DE COSTO Y TIEMPO

3.2.1 COSTOS DE SALIDA A BOLSA

El primer costo que se presentará en esta parte es el costo pre-OPI que se relaciona con varios autores dirigidos por las operaciones de reorganización legal, financiera y estructural para cumplir con ciertas disposiciones de mercado. Así, algunas empresas se ven obligadas a modificar su capital para tener un mayor número de acciones o cambiar su forma jurídica, según Pilverdier-Latreyte [37], las cláusulas estatutarias incompatibles definitivas pueden ser revisadas para encajar con la decisión de salida a bolsa así como; cláusulas de aprobación de nuevos accionistas, pactos mayoritarios y derechos de cobro.

Además, para impulsar estos cambios en el proceso de cotización, la empresa gasta honorarios para financiar y pagar los servicios prestados por los especialistas involucrados en este proceso, incluidos los abogados.

Los costos internos y externos directamente relacionados con la oferta pública inicial son otro tipo de costos que deben tenerse en cuenta. La empresa que se prepara para el evento de salida a bolsa está siguiendo a Chaouani [39] haciendo un

esfuerzo interno para cumplir con los estándares del mercado de capitales en términos de transparencia y el requisito de información de alta calidad, gastando dinero en campañas explicativas para el personal, y procedimientos de control interno y recurrir a asesores financieros o firmas contables para mejorar sus servicios financieros y contables. Si bien los costos externos pueden manifestarse a través de la remuneración de los intermediarios financieros asociados con la OPI que son bancos y casas de bolsa siguiendo los servicios que brindan durante todo el proceso de OPI de la empresa, entonces el gasto relacionado con las entrevistas, conferencias de prensa, volantes y otros medios de comunicación que ayuden a difundir la información sobre la firma.

A estos costos directamente vinculados a la oferta pública inicial se suman los costos implícitos, que subyacen a la infravaloración de las ofertas públicas iniciales evocada por Ritter [39], es la brecha positiva entre el precio de la primera cotización y el precio de la oferta, lo que contribuye y forma parte de los costos globales de la oferta pública inicial apoyada por los accionistas originales.

3.2.2 LOS COSTOS DE ESTAR EN LA LISTA

Pasando ahora a los costos de cotizar en los mercados de capitales. Después de ganar la carrera, las empresas públicas comienzan a soportar otras tarifas relacionadas con la cotización. Se relaciona concretamente con la permanencia en el mercado de valores (la comisión de admisión a cotización, la comisión anual de permanencia) y otras especies que se presentan a continuación.

Empezando por los costes relacionados con la transparencia y la comunicación financiera permanente; las empresas cotizadas están obligadas a sobornar a los auditores que certifican las cuentas, y realizan publicaciones en el boletín oficial de cotización que tampoco es gratuito. El costo de producir la información es bastante alto siguiendo a Benveniste, Busaba y Wilhelm [40] lo que desalienta a muchos inversionistas.

Además de eso, las sociedades cotizadas asumen el costo de la tenencia de valores y corretaje además de la gestión permanente de los precios de las acciones que está formando y reflejando el juicio público hacia la empresa que también es costoso. La salida a bolsa es entonces un costo pero también un sacrificio de tiempo, siguiendo a Jacquillat [4] cuando la empresa finalmente está presente en el mercado de capitales debe adoptar el comportamiento adecuado y apropiado a las empresas cotizadas, cambiar su política de dividendos resultante de un conjunto complejo de consideraciones, y también debe crear un departamento encargado de las relaciones con los accionistas, para cuidarlos y fidelizarlos [36].

3.3 LA FALTA DE CONFIDENCIALIDAD Y LOS CONSTREÑIMIENTOS DEL DESEMPEÑO

Las exigencias impuestas por la salida a bolsa en materia de transparencia y comunicación financiera permanente, antes representadas como una ventaja y motivación para que una empresa sea pública y dé este paso hacia el mercado de capitales, se consideran en esta parte una desventaja que por el contrario, impide la salida a bolsa de determinadas empresas, por lo que es un arma de doble filo, en la medida en que; podrían considerarse como un hecho que revela información comercial confidencial de la firma y sus estrategias que pueden ser utilizadas por competidores [9], lo que representa un peligro para la sostenibilidad de la empresa. La comunicación financiera transparente, permanente y confiable sobre todo el desempeño y perspectivas de la empresa la priva de su confidencialidad. Además, según la teoría de la señal, la empresa cotizada está sujeta a requisitos en términos de rendimiento, debe reflejar siempre el modelo de una empresa cotizada exitosa para dar un buen ejemplo y una señal positiva de las empresas presentes en el mercado de valores.

4 CONCLUSIÓN

Como hemos visto a lo largo de este artículo, de acuerdo con muchos autores e investigadores; las empresas son incitadas por la retribución de la decisión de cotizar en bolsa y siguiendo sus objetivos buscados y los temas que quieren solucionar con ello, pueden decidir si quieren cotizar en bolsa o no, también está relacionado con el grado de tolerancia de los dueños de la empresa en cuanto a la información compartida con el público y la distribución de la propiedad, por lo que se interconecta con tres elementos que se evocan repetidamente; información, rentabilidad, organización/estructura de capital. La salida a bolsa es una decisión estratégica y gerencial que cambia la situación de la empresa y transforma varios órganos dentro de ella, incluyendo el control y la estructura de capital, es, por tanto, un paso que debe ser bien estudiado, y la conciencia de sus dos fachadas (ventajas y limitaciones) es una necesidad para el buen desarrollo de las etapas; pre-OPI para de alguna manera arbitrar y elegir entre fuentes privadas de financiamiento o recurrir al mercado de capitales, o en caso de ejecutar la última opción evocada, para mantener y mejorar el desarrollo y crecimiento de la empresa después del evento en un período posterior a la OPI.

Al hablar de desarrollo y crecimiento empresarial podemos llamar al desempeño empresarial que, así, en el campo de la gestión, siempre ha sido un concepto ambiguo, pocas veces definido explícitamente. Desde la década de 1980, muchos investigadores se han esforzado por definirlo, entre ellos Bouquin [41], Bescos et al., [42], Bourguignon [43], Lebas [44], Bessire [45] y, más recientemente, esta noción se ha utilizado en la literatura gerencial para evaluar la implementación de las estrategias de desarrollo sostenible anunciadas por parte de la empresa [46].

En este sentido, ¿cuál sería la dimensión de desempeño más adecuada para el mercado de capitales, para evaluar las OPI? Esta consulta abre el controvertido debate sobre el desempeño corporativo como una noción caleidoscópica y multidimensional y la salida a bolsa como evento corporativo, abriendo varias vías de investigación en esta dirección.

REFERENCIAS

- [1] Pagano, M., Panetta, F. and Zingales, L., (1998), «Why do companies go public: An empirical analysis», *Journal of Finance*, 53 (1), 27-64. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.25448>.
- [2] Jain, B.A and Tabak, F., (2008), «Factors influencing the choice between founder versus non-founder CEOs for IPO firms», *Journal of Business Venturing*, 23 (1), 21-45. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2005.11.001>
- [3] Poulsen, A. B., and Stegemoller, M. (2008). «Moving from Private to Public Ownership: Selling out to Public Firms versus Initial Public Offerings». *Financial Management*, 37 (1), 81–101. <http://www.jstor.org/stable/30130497>.
- [4] Jacquillat B., «Introduction en bourse, que sais-je ?», PUF, 2^e édition, Paris, 1994, 127 pages.
- [5] Rajan, R.G., (1992) «Insiders and Outsiders: The Choice between Informed and Arm's Length Debt», *The Journal of Finance*, 47 (4), 1367-1400. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04662.x>.
- [6] Harris, M. and Raviv, A., (1991), «The Theory of Capital Structure», *The Journal of Finance*, 46 (1), 297-355. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb03753.x>.
- [7] Jensen, M.C., (1986), «Agency costs of free cash flow, corporate finance and takeovers», *American Economic Review*, 76 (2), 323-329. <https://www.jstor.org/stable/1818789>.
- [8] Jensen, M.C., (1988), «Takeovers: Their Causes and Consequences», *Journal of Economic Perspectives*, 2 (1), 21-48. <https://doi.org/10.1257/jep.2.1.21>.
- [9] Grinblatt, M., and Titman, S., (1998). «*Financial markets and corporate strategy*», In McCall, J. (ed.), *The economics of information and uncertainty*: University of Chicago Press.
- [10] Mello, A. and Parsons, J., (1998), «Going Public and the Ownership Structure of the Firm», *Journal of Financial Economics*, 49 (1), 79-109. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00018-X](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00018-X).
- [11] Fischer, C. (2000), «Why do companies go public? Empirical evidence from Germany's Neuer Markt», Working paper Munich University, May, p.43. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.229529>.
- [12] Pagano, M., (1993), «The Flotation of Companies on the Stock Market: a Coordination Failure Model», *European Economic Review, Special Issue on Finance*, 37 (5), 1101-1125. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(93\)90111-M](https://doi.org/10.1016/0014-2921(93)90111-M).
- [13] Stoughton, N. M., and Zechner, J., (1998), «IPO-mechanisms, monitoring and ownership structure», *Journal of Financial Economics*, 49 (1), 45-77. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00017-8).
- [14] Chemmanur, T.J. and Fulghieri P., (1999), «A Theory of the Going Public Decision», *Review of Financial Studies*, 12 (2), 249-279. <https://doi.org/10.1093/rfs/12.2.249>
- [15] Myers S.C., and Majluf N., (1984), «Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have», *Journal of Financial Economics*, 13 (2), 187-221. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(84\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(84)90023-0).
- [16] Zingales, L., (1995), «Inside Ownership and the Decision to Go Public», *Review of Economic Studies*, 62 (3), 425-448. <https://doi.org/10.2307/2298036>.
- [17] Brau, J.C., and Fawcett, S.E., (2006), «Initial Public Offerings: An Analysis of Theory and Practice». *Journal of Finance*, vol. 61, n°1, pp. 399-436. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2006.00840.x>.
- [18] Loughran, T. and Ritter, J., (1995), «The New Issue Puzzle», *Journal of Finance*, 50 (1), 23-51. <https://doi.org/10.2307/2329238>.
- [19] Ritter, J.R. and Welch, I., (2002), «A Review of IPO Activity, Pricing, and Allocations», *The journal of Finance*, 57 (4), 1795-1828. <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00478>.
- [20] Easterbrook, F.H (1990), «Is corporate bankruptcy efficient?», *Journal of Financial Economics*, 27 (2), 411-417. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(90\)90062-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(90)90062-5).
- [21] Benninga, S., Helmantel, M. and Sarig, O., (2005), «The Timing of Initial Public Offerings», *Journal of Financial Economics*, 75 (1), 115-132. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2003.04.002>
- [22] Szpiro, D., (1996), «La gestion et les performances des entreprises: quel est l'apport de la cotation en bourse ?», 26 novembre, étude avec KPMG et la SBF-Bourse de Paris dans le cadre de Rexecode, Novembre, p. 32.

- [23] Maksimovic, V. and Pichler, T., (2001), «Technological Innovation and IPOs», *Review of Financial Studies*, 14 (2), 459-494. <https://doi.org/10.1093/rfs/14.2.459>
- [24] Merton, R., (1987), «A simple model of capital market equilibrium with incomplete Information», *Journal of Finance*, 42 (3), 483-510.
- [25] La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., and Vishny, R. W. (1997). «Legal determinants of external finance», *The Journal of Finance*, 52 (3), 1131-1150. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb02727.x>.
- [26] Berle, A. and Means, G., (1932). «*The Modern Corporation and Private Property*», New York: Macmillan.
- [27] Jensen, M. and Meckling, W., (1976), «Theory of the Firm, Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure», *Journal of Financial Economics*, 3 (4), 305-360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X).
- [28] Fadil, N. (2010), «Les stratégies de croissance et la performance financière des PME Françaises cotées: une étude interdisciplinaire», 10ième CIFEPME – BORDEAUX.
- [29] Jensen, M. C. (1991). «Corporate Control And The Politics Of Finance». *Journal of Applied Corporate Finance*, 4 (2), 13–34. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.1991.tb00603.x>.
- [30] Charreaux, G. (1998). «Gouvernance des PME-PMI, dans PME-PMI: le métier de dirigeant et son rôle d'agent de changement». Paris, *Economica*, 109-116.
- [31] Denis, D.J. (2004). «Entrepreneurial Finance: An Overview of the Issues and Evidence». *Journal of Corporate Finance*, 10 (2), 301-326. [https://doi.org/10.1016/S0929-1199\(03\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0929-1199(03)00059-2)
- [32] Chemmanur, T.J, He S. and Nandy, D., (2007), «The Going Public Decision and the Product Market», AFA 2007 Chicago Meetings Paper, February, 59 p. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.674241>
- [33] Brennan, M. and Franks, J., (1997), «Underpricing, ownership and control in initial public offerings of equity securities», *The UK Journal of Financial Economics*, 45 (3), 391-413. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(97\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(97)00022-6)
- [34] Pagano, M., and Röell, A. (1998). «The choice of stock ownership structure: Agency costs, monitoring, and the decision to go public». *The Quarterly Journal of Economics*, 113 (1), 187-225. <https://doi.org/10.1162/0033553985555568>
- [35] MacKie-Mason, J.K. (1990). «Do Taxes Affect Corporate Financing Decisions?». *The Journal of Finance*, 45, 1471-1493. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb03724.x>
- [36] Jobard, J.P., (1996). «Gestion Financière de l'Entreprise», Edition Sirey, Paris, p. 500.
- [37] Pilverdier-Latrete J., 1997). «Marchés boursier français: lecture de la cote», Encyclopédie des marchés financiers, éd. Y. Simon, *Economica*.
- [38] Chaouani Slim (2009), «La performance des introductions en bourse: une étude des déterminants et des effets de la cotation sur la place de Paris». Thèse de doctorat, Université des sciences et technologie de Lille, juin.
- [39] Ritter, J.R., (1987), «The costs of going public», *Journal of Financial Economics*, 19 (2), 269-281. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(87\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(87)90005-5)
- [40] Benveniste, A., Busaba W. and Wilhelm, B., (2002), «Information Externalities and the Role of Underwriters in Primary Equity Markets», *Journal of Financial Intermediation*, 11 (1), 61-86. <https://doi.org/10.1006/jfin.2000.0310>
- [41] Bouquin H., (1986), «Le contrôle de gestion: contrôle de gestion, contrôle d'entreprise», Editions PUF, Paris.
- [42] Bescos, P., Veran, L., et Raviart, D., (1999). «Dialogues autour de la performance en entreprise: les enjeux». Editions l'Harmattan.
- [43] Bourguignon A. (1995), «Peut-on définir la performance ?», *Revue Française de Comptabilité*, n°269, Juillet-Août 1995, pp. 61-65.
- [44] Lebas M. (1995), «Oui, il faut définir la performance», *Revue Française de Comptabilité*, 269, 66-71.
- [45] Bessire D. (1999), «Définir la performance», *Revue Comptabilité, Contrôle et Audit*, Tome 5, vol. 2, septembre, pp. 127-150.
- [46] Capron, M. et Quairel, F. (2006). «Évaluer les stratégies de développement durable des entreprises: l'utopie mobilisatrice de la performance globale». *Revue de l'organisation responsable*, 1, 5-17. <https://doi.org/10.3917/ror.001.0005>

Reverse Engineering as a Contemporary Perspective for Producing Contemporary Ceramic Models Inspired by Saudi Heritage

Manal Saleh Othman Al-Saleh

Department of Drawing and Arts, College of Design and Arts, Jeddah University, KSA

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Reverse engineering involves identifying a set of specifications for a product or design originally created by the designer and dismantling it by analysing its components. It follows a series of steps to extract methods for classifying these components, making it a useful approach for solving problems related to assembling, mixing, or producing the reverse-engineered product. While many studies have explored the applications of reverse engineering in developing or reproducing industrial products, its use in the arts, particularly ceramics, remains largely unexplored. This study addresses this gap by posing the following question: Can reverse engineering, as a contemporary approach, produce ceramic models inspired by Saudi heritage? The study aims to test the hypothesis that the reverse engineering mechanism can be applied to create contemporary ceramic models inspired by Saudi heritage. The study found that reverse engineering can generate new shapes from a single reference, living or non-living, for use in contemporary ceramic designs. It was also found that the Saudi heritage possesses qualities well-suited for reverse engineering applications.

KEYWORDS: Reverse Engineering, Contemporary Ceramics, Saudi Heritage.

1 INTRODUCTION

The scientific and technological advancements of the 20th century brought a revolution that transformed classical approaches in the arts. Once seen as separate from intellectual and philosophical movements, ceramic art began to absorb these influences. Technological developments introduced new values and aesthetics, offering artists greater freedom of expression and innovation in shaping their works. As a result, ceramics evolved beyond mere form or technique, taking on expressive values that reflected the artist's inner ideas, often developed through multiple stages of experimentation. This shift allowed ceramic artists to align their work with the modern era, utilizing various techniques and harnessing science and technology to express their ideas, leading to new conceptual and intellectual forms.

Technology, as an integral part of artistic creation, went beyond being a tool for constructing or treating surfaces. Through experimentation with different techniques, boundaries between material, form, and expression in the arts blurred, leading to a merging of artistic disciplines. Ceramic artists no longer relied solely on traditional materials and methods but sought to innovate, breaking free from old constraints. This led to a diversity in form, content, techniques, and presentation, infusing ceramic art with a new spirit. It shed its utilitarian function, adopting a fresh aesthetic that fused traditional ceramic elements with modern art philosophies, creating a distinct form of modern ceramics.

The Industrial Revolution defined modernity, while postmodernity ushered in globalization and the rise of information and technology. With its unique physical and chemical properties, ceramic art found applications in numerous fields, from electrical and nuclear products to optical and magnetic technologies.

In this context, the contemporary artist is seen as a key innovator, adapting scientific and technological advancements to communicate ideas and goals through artistic works. By embracing modern scientific concepts and theories, ceramic artists explore how their medium can best serve the contemporary age (Abubakr, 1978, p. 37).

One such concept is reverse engineering, which has emerged due to rapid technological advancements. These technologies have not only changed the way art is created but have also revealed new resources that impact execution. As a result, reverse engineering has become essential for the evolution and continuity of creative works in a new form.

Based on the above, the problem of the study revolves around the following question:

Can reverse engineering, as a contemporary perspective, produce contemporary ceramic sculptures inspired by Saudi heritage?

1.1 RESEARCH OBJECTIVES

The research aims to employ reverse engineering mechanisms to produce contemporary ceramic sculptures, identify the steps and stages of reverse engineering and the difference between it and direct design, and link reverse engineering to the arts by studying reverse engineering concepts and applying them in the design of ceramic works.

1.2 RESEARCH HYPOTHESES

The application of reverse engineering mechanisms can be utilised in creating contemporary ceramic sculptures.

1.3 RESEARCH SIGNIFICANCE

- Understanding the key concepts related to reverse engineering processes from functional and aesthetic perspectives.
- Highlighting the importance of utilising the perspective of reverse engineering in producing ceramic sculptures.
- Studying and reshaping the optimal sequence of reverse engineering processes for ceramic products.
- Studying Saudi heritage from a contemporary perspective through reverse engineering.

1.4 RESEARCH METHOD

The research applies a descriptive-analytical methodology. The concept of reverse engineering, its mechanisms and rationale, the general processes and stages involved, its importance in ceramic production, and the potential of Saudi heritage to inspire these models have been fully described and analyzed.

2 THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 THE EMERGENCE AND CONCEPT OF REVERSE ENGINEERING

Reverse engineering applications have spread and diversified widely, attributed to significant technological advancements. It has been applied throughout different economic activities across various eras, especially in industrial and military fields. Many countries initially banned its use in the early 1970s due to concerns regarding intellectual property rights or viewing it as an unconventional approach different from traditional production methodologies, not recognizing it as a thought or educational method for seeking new and improved opportunities and innovations.

The concept of reverse engineering varies depending on the field of theory applied. It is a set of sequential practices that work towards understanding a specific system or product, serving as one of the most efficient means for development processes as it integrates design and knowledge of the base product with ideas and experiences of the reverse engineering user (Alafandi, 2014). It is an approach to reverse conventional engineering processes by analyzing the intensive knowledge contained within the product intended for reverse engineering operations, involving identifying steps, elements, and methods used during the manufacturing process (Abdulqader, 2014). This includes rediscovering the technical principles of structural analysis, technological analysis, performance and function analysis, and operational analysis, thereby reframing design data for a system or product to design new parts for the system to enhance performance (Ibrahim, 2006).

Thus, reverse engineering involves identifying the specifications of a product or design created by its designers and breaking it down by analyzing its components. It follows a series of steps to extract methods for classifying these components. Hauke (1999, p. 54) describes it as "reverse" because its operations follow the opposite sequence of the typical design process. (Al-Afandy, 2014).

Forsberg (2004) describes it as "a method used to address an unauthorized problem regarding the assembly, blending, production, or activities related to building a product intended for reverse engineering". Therefore, reverse engineering must address essential elements, which include:

Product: A type of finished item that currently exists.

Data: Information that, when combined, forms the basic analysis process.

Component: The target element in the formation process, consisting of replaceable or renewable parts.

Work or performance: The process of identifying what achieves the desired goal.

Comparative analysis: The process of comparing two or more elements of a product or system that perform the same function. (Fathi, et al., 2022).

Reverse engineering is a comprehensive field that helps highlight any part or component's physical and technological principles through disassembly and analysis of fundamental aspects related to structure, function, and operation. It signifies technology for renewal or innovation, leading to the replication of innovations in various products. When discussing reverse engineering, it is crucial to understand the distinction between it and forward engineering.

Engineering generally involves designing, manufacturing, assembling, and maintaining products and systems. There are two types of engineering: forward engineering and reverse engineering.

Forward engineering refers to the traditional process of starting with abstract or conceptual designs and progressing toward implementing systems or devices (Raja, 2007). It involves moving from high-level designs to functional, physical products (Elliot Schakowsky, 1990, p. 14). In contrast, reverse engineering analyses and understands an existing model to create a new, often higher-performing version of the original program or machine.

The existence of new products from an existing product does not mean that it is an imitation, so it is necessary to differentiate between reverse engineering and imitation:

Many people mistakenly equate reverse engineering with imitation. However, imitation involves replicating the original product's features and functions, often with lower efficiency and less attention to production standards. In contrast, a product created through reverse engineering typically matches or exceeds the original regarding quality and integrated technology (Sunday, 2018, p. 469). Reverse engineering promotes innovation and development, as it involves analysing and understanding the existing design to create a new, improved version with higher technological capabilities. Schumpeter viewed innovation as the creative force behind technological change, describing it as the productive transformation of intangible assets, such as ideas (Kogabayev & Maziliauskas, 2017, p. 60).

There are two contradictory views on the relationship between reverse engineering and innovation. The first group believes that reverse engineering is against innovation since it is an intrusion on original products, and with reverse engineering, the incentive to innovate decreases because the values of innovations and intellectual property rights become unable to compensate for intellectual property fees (Kåresen, 2019, p. 23), while the second group believes that reverse engineering is a motive for innovation since it is only a stage of improvement innovation after disassembling, analysing, and understanding the original product.

Reverse engineering is found for various reasons and motivations for use, including:

Reducing product obsolescence: Many products may become obsolete, or it may be impossible to purchase an existing component. In this case, it may be possible to reverse engineer the product to create a replacement with currently available materials.

Maintaining the original product: Maintenance may be required, so reverse engineering is also required.

Cloning (creating copies): This is done using an original product that can be developed into a reverse-engineered product.

Educational purpose: Reverse engineering can be an educational tool that enables understanding of successful and unsuccessful designs (so that this knowledge can be built upon in the future).

Reducing costs: By understanding what goes into the product, cheaper alternatives can be obtained as replacement parts.

Redesign: Companies may reverse engineer their no longer useful products so that they can be improved and made useful again, either by reducing costs or increasing quality or both.

Harvesting materials or scrapping: The reverse engineer may need some parts of a product, which requires disassembling them to use them in another product or for uses different from the original. (Goodarzi, 2011, p. 349)

Sustainable and rapid economic growth: Supporting technological change and progress through reverse technology transfer is the best way to achieve sustainable and rapid economic growth if it is part of a broader strategy to develop productive capacities and expand productive employment opportunities.

Technology transfer through reverse engineering helps to collect technologies of varying levels and diversity in terms of development and from multiple sources (Sunday, 2018, p. 468)

Reverse engineering has been applied across various scientific fields, including redesigning software and tangible or intangible products (Khalili, 2022, p. 444).

Since reverse engineering, with its diverse fields, encompasses all aspects of life, it can be applied in all areas of art, especially in ceramics, which is the focus of the current study. This field leads artists to achieve renewed and contemporary results characterised by pure aesthetic and artistic concepts and relationships through necessities that arise for the artist, either for reconfiguration or to preserve the ceramic form.

2.2 CONTEMPORARY ARTS AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE USE OF REVERSE ENGINEERING IN CERAMICS

The directions of postmodern art have diversified due to their interest in more than mere expression. Numerous social and political contradictions, in addition to the vast technological flow, have surrounded postmodern artists. As postmodern arts have abandoned self-referentiality, art has transcended its traditional scope and become an event that can be expressed through various technological means. The artist only needs to unleash their intellectual activity. This immense amount of technology, culture, and thought has led to the emergence of multiple trends, all interconnected in some way.

At the beginning of the twentieth century, rapid industrial and technological developments became intertwined with all aspects of human life, and artists' tools, ideas, and directions evolved. This evolution has added depth and significant visual, sensory, and intellectual value to artistic work. Artists have been influenced by various scientific and technical concepts and methods that have affected their artistic style and thinking.

When delving into postmodern art and the changes, developments, and theories that have produced artistic movements with different characteristics, we find that many artists in general, and ceramic artists in particular, have produced their artistic works with the concept of reverse engineering, albeit from a philosophical perspective carrying artistic, expressive, aesthetic, or technical values.

One of these movements is Cubist art, with one of its prominent trends being the reconstruction of shapes by simplifying details and elements into an architectural form. Cubism began as an intellectual revolution against the prevalent expressive artistic forms before the 1920s, with its beginnings marked by sharp variations that deeply impacted the artist's and the audience's ways of thinking.

Cubism is one of the movements that relied on looking at pieces, sculptures, and objects from multiple perspectives, contrary to traditional methods that rely on a fixed single viewpoint. Through this multidimensional perspective of the physical view, Cubists dismantled shapes into their original components, analysed them, and reassembled them in an abstract manner to create a final form with a different meaning than before.

From a technical standpoint, the changes led to the abandoning of many fundamental elements in artistic compositions and how they were understood and appreciated. To replace these elements in the artistic compositions and their appreciation and understanding by the public, the early Cubists resorted to inventing new analytical systems by dismantling three-dimensional shapes and reassembling them using intersecting formal levels, liberated from physical perspective and depth.

Among the most important and prominent Cubist artists is Pablo Picasso, who deviated from traditional form boundaries. Looking at Picasso's ceramics, which focused on this material and used it as a medium for painting, we find ceramics bearing new aesthetic values. In the beginning of his ceramic works, he decorated various dishes in different sizes with quick and simplified brush strokes, creating shapes of simple lines expressing natural or animalistic elements that occupied his mind. He also ventured into treating the flat oval and sculptural shapes by utilising prepared clay forms for drying and firing as an intermediary material. Inspired by pottery forms, he reshaped and decorated them, creating new forms with his delicate touches representing sculpted women in different poses, transforming them into vases and vessels, or turning them into birds or animalistic forms (Youssef Taha, 1989, p. 193) (Figures 1, 2, 3).

In Picasso's works, we find that Cubist art and the use of ceramic forms as expressive mediums, whether through painting on them or through processing ceramic forms in new formulations, represent nothing but an expressive, technical, and ideological direction in harmony with the modern era and the changes it presents. They allow us to re-engineer artistic forms, whether expressively, technically, or aesthetically (Taha, 1989, p. 15).

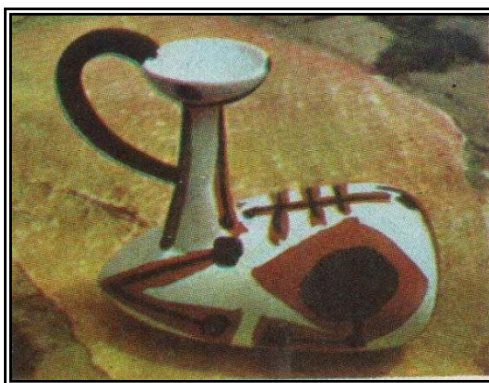


Fig. 1. Pablo Picasso, *Shoe*, 1950 (Hassan, 1974, p. 109)



Fig. 2. Pablo Picasso, *Big Bird Black Face* (<https://www.veniceclayartists.com/picasso-ceramics/>)



Fig. 3. Pablo Picasso, *Pair of Femme Pitchers* (<https://www.veniceclayartists.com/picasso-ceramics/>)

The concept of restructuring artworks was not limited to Cubist art alone. However, other movements in the postmodern era emphasised this concept following the characteristics of that period. Pop Art had a significant influence on artistic works in general and ceramic works in particular, with artists of this movement executing forms that reflect this consumer society, expressing their ideas by depicting a part of this reality within their works. This was achieved by copying a portion of reality (Figure 4) or using ready-made forms and reshaping them within the artwork (Figure 5). Artists did not stop at this point but

utilised various materials with different techniques to make ceramic works that realistically reflect society, sometimes combining multiple techniques in one work to enrich its content and link their ideas to the culture of society by restructuring those forms in line with the ideology of this movement.



Fig. 4. Porcelain Artwork by Elaine Levin (<https://www.themarksproject.org/marks/shaw>)

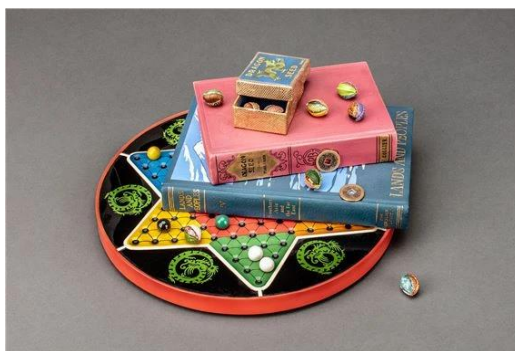


Fig. 5. Artwork by Paul A. Dresang, Year of Production: 2022, Location: Racine Art Museum (<https://www.mutualart.com/Exhibition/Fool-the-Eye--Addressing-Illusion-in-Con/BDC4A2754F29E6A9>)

Modern ceramic art took diverse expressive and intellectual directions, with artists blending the boundaries between different artistic fields and daily life. Assemblage artists used materials found in the environment in all its forms within their artistic works to give the artwork a more realistic reflection of society's nature and its various issues. Assemblage artists adopted the principle of continuous exploration and experimentation with different materials and techniques to imbue them with expressive values, where the materials used from the environment became the artwork.

Ceramic artists utilised ready-made ceramic forms, consumed them, and crafted them according to the content of the artwork and the artist's vision of shapes (Figure 6), achieving forms with modern expressive and intellectual values.

The postmodern era and the intellectual movements that emerged during this time feature artists who actively engaged with modern scientific and technological advancements. Their works reflect ideological, expressive, aesthetic, and utilitarian values, with reverse engineering playing a significant role in the creations of many artists (Youssef Taha, 1989).



Fig. 6. Artwork by P. Armand Fernandez, Year of Production: 1990
(<http://www.artnet.com/artists/arman/as-in-the-sink-8aUczSjV9VIF-Nbn-vUr6g2>)

Ceramic art is no longer isolated from intellectual and philosophical trends. Scientific and technological advancements have introduced new values and aesthetics that were previously absent. As a result, ceramic artists have developed directions that align with modernity, transforming their works from mere functional items to significant artistic expressions. Modern ceramic artists have begun experimenting with various materials and techniques, integrating technology to enhance their creations. The applications of ceramics in contemporary technology are numerous and extensive, particularly in fields that utilise their physical and chemical properties, such as electrical, nuclear, optical, and magnetic products.

Contemporary artists are among the leading researchers exploring new ideas and harnessing scientific and technological progress to convey their goals through artistic work. They seek innovative ways to reformulate traditional ceramic products, adapting them to the modern era using reverse engineering concepts (Taha Youssef, 1989).

The concept of modern re-engineering has evolved significantly. Rapid technological advancements and the introduction of diverse scientific technologies have caused many changes across various fields. Re-engineering has become essential for the success and continuity of many works, particularly in ceramics, which has shifted from a secondary utilitarian art to a primary aesthetic art, ultimately achieving a balance between aesthetic and utilitarian values.

Ceramic art reflects contemporary intellectual changes, prompting artists to develop new and unfamiliar creative depths. By employing reverse engineering, artists achieve their goals within the medium. They leverage technology and science to convey their ideas, creating fresh artistic and intellectual concepts. The reverse engineering method allows artists to communicate their visions innovatively, often altering ceramic pieces' primary functions while retaining their essential forms. This spontaneous freedom encourages diverse experimental approaches, driven by limitless imagination and raw materials, which fuels the creative energy of contemporary artists (Al-Hatimi, 2013, p. 45).

Integrating engineering principles, particularly reverse engineering, into artistic practice enables artists to reformulate, dismantle, and analyse their designs to create new works with utilitarian or aesthetic goals. This approach enriches the field of art, especially ceramics, by enhancing existing capabilities and introducing novel formulations.

When applying reverse engineering to artwork, it is crucial to understand its intended purpose and the appropriate methods for determining the piece's characteristics. This involves conducting a modified design based on the original, analysing and describing it, and identifying its components to create new reverse engineering outcomes that align with the desired goals of those artworks. Reverse engineering is considered a theory that aligns with the postmodern era, influencing all areas of life, especially art, to produce renewed and contemporary results characterised by aesthetic and artistic concepts and relationships.

2.3 METHODOLOGY OF REVERSE ENGINEERING IN CERAMICS DESIGN

When designing for reverse engineering in ceramic art, it is essential to establish clear goals to achieve the desired results. This process involves several stages:

Determining the Product: Identify whether the focus will be on the entire ceramic piece or just a part of it. This includes selecting the product or component, specifying the raw materials, and analysing information and documented data about the original product. At this stage, the original ceramic piece is disassembled into its parts. The raw materials are identified, and their chemical specifications are determined. The techniques, such as surface treatments and thermal methods, are also established for the desired pieces. Engineering drawings are created to specify the dimensions, and performance tests for the components are designed. The basic specifications of the product are outlined through technical data, including how the

components work together, which may involve creating three-dimensional drawings to assist with reverse engineering or modifying the original design. It is also crucial to define the purpose of the reverse engineering process for the ceramic piece, focusing on achieving artistic, expressive, aesthetic, or utilitarian values.

Using Data and Engineering Plans: In this stage, the potter reviews the data obtained from the piece's dismantling and analysis. They then accurately reconstruct it based on the original design. The designs are evaluated for suitability through testing, after which a prototype of the new product is created, tested, and documented for results (Al-Afandy, 2014).

Implementation of the New Product: The implementation stage is completed once the prototype has been successfully tested and its performance verified against the original model. The new product is then presented (Ibrahim, 2006).

Selecting suitable ceramic works for rearranging their basic parts using the concept of reverse engineering.

Reverse engineering is closely connected to the arts, particularly through the concept of redesign. Redesign involves rethinking and creating new artistic formulations by studying the original piece's design, formation, and all aspects. It also requires practical implementation of the new design. This process begins by dismantling the original shape and returning to its foundational elements, such as points, lines, sizes, textures, and design principles like balance, rhythm, and proportions. The goal is to reconstruct a new structure, mirroring the stages of reverse engineering.

Many contemporary artistic trends are linked to redesign, as they break down structures, shapes, and lines to create new compositions. Examples of these trends include assemblage, installation, and abstract art. Redesigning helps the artist understand the artistic direction their formulations represent during implementation. Reverse engineering assists the designer in finding innovative designs that can be applied aesthetically or utilitarian by making necessary modifications. This approach encourages innovation in the design's parts and elements, as it does not rely on a single method and allows the designer flexibility. It is especially useful when there is limited data on the original product.

The designer's attention to detail is crucial; even a small defect in the design can adversely affect the overall concept during reverse engineering. The design process also guides the artist in selecting the appropriate methods for implementation. When working with ceramics that can be rearranged, the ceramic piece should revert to a primary geometric shape (such as spherical, conical, or cubic) or draw inspiration from the shapes in the surrounding environment and historical experiences of different cultures. The ceramic artist selects and utilises these shapes to serve their conceptual goals.

The artist has two main approaches: either simplifying the shapes to achieve a form that aligns with their vision or condensing the formal structure through dismantling and reassembling to match their artistic direction. Modern and contemporary artists often focus on transformable elements, choosing inspirations that their imagination can turn into new artistic images.

One notable modern movement that embodies this approach is Cubism. Saeed (2021) highlights that a key outcome of Cubist art is emphasising geometric shapes—whether square, spherical, cylindrical, or conical—which generate new aesthetic values. Dismantling objects and reshaping them into forms with various geometric surfaces brings a new perspective on the composition of human, animal, or geometric forms. The Cubist compositional system includes principles where artists refer to the reassembly of objects as a "bird's eye view," which transforms perspectives into geometric shapes of diverse sizes and colours.

Many modern art movements adopt traditional forms as structural bases, intentionally reformulating them with a reverse philosophical concept. Artists often rework utilitarian and aesthetic ceramic products by restructuring or restoring their functions. For example, old tableware or other ceramic pieces can be transformed into new, modern shapes by rebuilding them or making plaster moulds. This technique is evident in the work of British artist Eluned Glyn, who draws inspiration from 21st-century ceramic pieces and connects them with the Cubist movement by dismantling and rebuilding items sourced from charity shops. After this process, the pieces are cast and fired in the kiln, as shown in Figure 7.



Fig. 7. Artwork by Eluned Glyn
 (<https://www.makersguildinwales.org.uk/elunedglyn.html#:~:text=CERAMICIST%20/%20GWNEUTHURWR%20CERAMEG-,Eluned%20Glyn,-is%20a%20ceramic>)

Many artists have deliberately utilised the nature of ceramic material by using porcelain plates to create lighting units, exploiting the transparency of porcelain for use in celebrations or decorative purposes (Figure 8).

Many Chinese artists tend to revive traditional Chinese customs by using porcelain plates as a form of inherited customs in creating ceramic sculptures from clay in various clothing forms, which can produce field artworks or build new forms using those products (Figure 9).

The restructuring and redesign of ceramic products were not limited to artists aesthetically. Many artists, engineers, and craftsmen resorted to reconfiguring some ceramic products to be utilitarian products with new designs, as seen in the shapes (Figure 10) (Al-Hatemi, 2013).



Fig. 8. Artwork by Ingo Maurer, Year of Production: 1994
 (<https://www.azuremagazine.com/article/10-icons-by-ingo-maurer-the-poet-of-light/>)



Fig. 9. Artwork by Li Xiaofengm, Year of Production: 2020
 (<https://abg.livemuseum.it/li-xiaofeng-porcelain-clothes/>)



Fig. 10. Dornback Custom -2016

(<http://web.archive.org/web/20160910060034/http://www.instructables.com/id/Flower-Pot-Smoker-Improved-Lid/?ALLSTEPS>)

2.4 REVERSE ENGINEERING AND HERITAGE

Heritage strengthens the citizen's connection to his cultural heritage and the importance of identity in providing cognitive and emotional stability for the individual and society. Sustainable development requires the existence of goals that must be achieved socially, economically, and scientifically, and therefore, there must be collective efforts to make our cognitive, architectural, and artistic heritage a valuable place that reflects our personalities and makes us ready for human civilisational achievement to benefit from it.

When talking about heritage, it is necessary to address its preservation, as it is exposed to various factors that change and are renewed with the development of life. There are two main motives to highlight the concept of preserving cultural heritage, which are:

- The development of cultural thought and the importance of preserving heritage.
- The extinction that may befall cultural heritage due (wars, natural disasters, urban expansion) and the reaction to that.

Accordingly, we can address the concept of heritage through:

2.5 HERITAGE

Al-Jabri mentioned that the term "heritage" originates in Arabic from the word (ورث - wa.r.th). In Arabic dictionaries, it is synonymous with (inheritance) and (legacy), and the word (heritage) comes to mean cultural and intellectual heritage (Al-Jabri, 1991, p.24).

The glossary (<https://www.almaany.com/>) defines heritage as "everything left by predecessors, including scientific, artistic, and literary traces, whether material like books and artefacts or spiritual like opinions, patterns, and cultural habits passed down from generation to generation."

Heritage, in general, refers to what our ancestors left behind in terms of human and civilisational values, whether tangible or intangible (material heritage - intangible heritage). In the second half of the last century, the definition of heritage expanded to include individual landmarks and buildings, such as forts and castles. Today, heritage encompasses the entire environment shaped by human activities and achievements throughout history, both material and non-material. As a non-renewable resource, heritage is at risk since it is susceptible to damage or loss and cannot be replaced (Guide to Managing World Heritage Resources, 2016, p.12).

2.5.1 MATERIAL HERITAGE

Includes what is left by the ancestors with historical value, whether fixed (such as historical landmarks, cities, etc.) or movable items (books, manuscripts, photographs, windows and doors, inscriptions and decorations, coins, sculptures, etc.).

The most important elements of material heritage, as defined by the UNESCO Convention "Protection of Cultural and Natural Heritage" in 1972 (Article 1), include:

Archaeological sites: encompass architectural works, murals, sculptures, inscriptions, caves, and all works related to history or art.

Buildings: belonging to different regions with varying architectural styles related to history, art, or science.

Sites: including areas with archaeological significance, human-made works, or those shared between humans and nature, and all works related historically, aesthetically, or ethnologically.

Historical monuments, as mentioned in the Venice Charter of 1964 (Article 1 of the International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites), are not limited to architectural structures but also encompass the built environment and its surroundings, showing evidence of civilization and development linked to historical events (UNESCO, 2022).

2.6 NON-MATERIAL HERITAGE

The UNESCO Convention of 2003 in Paris defined intangible cultural heritage as "the practices, representations, expressions, knowledge, skills – along with the instruments, objects, artefacts, and cultural spaces associated in addition to that – that communities, groups, and in some cases, individuals recognize as part of their cultural heritage." Passed down from generation to generation, it continuously renews itself in line with environmental, natural, and historical interactions, fostering a sense of identity, enhancing human creative capacity, and sustaining continuity through respecting cultural diversity (UNESCO, 2022).

Its areas include:

- Oral traditions (language as a tool for intangible cultural heritage).
- Music.
- Social customs.
- Crafts and traditional products (Awaj, 2019, p.24).

Non-material heritage is vulnerable to rapid deterioration, requiring significant care and attention to preserve and maintain it in alignment with contemporary requirements and ideas.

Given the importance of heritage in our past, present, and future, governments are keen on its preservation to ensure identity continuity, boost tourism and cultural sectors, create job opportunities, and diversify skills for their populations.

Aligned with Vision 2030, the Saudi Kingdom considers culture a fundamental component in enhancing the quality of life for citizens and residents. Saudi Arabia aims to achieve a sustainable modern future while preserving its cultural heritage. It continuously focuses on expanding activities at all levels.

Examples include traditional handicrafts, where Saudi Arabia invests in programs and diverse methods to empower artisans. With deep historical roots, traditional handicrafts hold great importance in sustainable production. These traditional artistic works support the creative economy by attracting artisans to the job market, marketing their creative products, and enhancing skills for the next generation.

As active participants in the global community, we live in a more interconnected and interrelated world than ever before. We work collectively with effective international institutions and entities. We are beginning to see the social, environmental, and economic benefits through the diverse potential that heritage projects possess. Saudi Arabia has undertaken several initiatives, partnerships, and projects to develop and revitalise heritage. One such initiative involves the restoration of local heritage buildings, utilitarian tools, decorative items, and more, focusing on sustainable methods in line with local environmental needs and requirements.

2.7 POTTERY IN SAUDI ARABIA

Pottery is considered one of the ancient traditional artistic professions, based on high skill in manual shaping, starting from preparing the raw material (clay) to shape and inherited from ancient civilisations before history. The heritage of the Kingdom of Saudi Arabia is based on pottery, which is a basic popular craft practised by societies in some of its regions. One of the factors that helped practice it is the availability of local clay and meeting the daily needs for building and shaping cooking utensils and preserving food and liquids, which is considered an extension of ancient civilisations that inhabited the Arabian Peninsula and

were influenced by the meeting of civilisations through trade exchange and the caravan journey for Hajj and Umrah. After the discovery of oil, which accelerated the development of industry and trade, significantly affecting the development of traditional industries, including heritage pots, it took several directions. Some of them remained as they were, preserving their cultural heritage with low production, and some developed in terms of shape and material, such as adding decorations, coloured coatings and place of manufacture. Some of them replaced pottery with imported metal and glass pots. Despite this, some regions in the Kingdom, such as the Eastern and Southern regions, still produce these. The craft is inherited by its children; families use it for cooking, eating and drinking, and some are keen to buy it and use it on different occasions. Pottery is one of the permanent phenomena of Saudi society, similar in form and function, and it is sometimes difficult to discover the difference and differentiate between them except through the customs and traditions of the regions and the character of the place and environment (Al-Essa A., 2007). Pottery in the Kingdom is characterised by the association of form with utilitarian function more than aesthetic, represented by the simplicity of form and the lack of decorations, such as using the incision method on the surface of the vessels or by adding colours. Among the pottery pieces known in the Saudi heritage are (pots, jars, decanters, incense burners, and coffee cups...), the external shapes of which are characterised by symmetry and consistency starting from the base to the body and the mouth, and attention to balance and to maintain dimensions, using the potter manual shaping techniques, whether with the wheel or using moulds, interested in the evenness of the wall thickness and the smoothness and fluidity of the surface. In general, interest in decorations and coloured glazes did not appear, and the decorations were very simple, such as pottery vessels for storing liquids and drinking. They can be described, and their shaping methods, aesthetic values, and the extent of their suitability for application can be determined through reverse engineering as follows:

2.8 A DESCRIPTIVE STUDY OF MODELS FROM SAUDI HERITAGE THAT CAN BE CATEGORISED UNDER REVERSE ENGINEERING

The artist benefits from the steps and stages of reverse engineering in shaping ceramic models inspired by everyday products and developing them according to the purpose for which they were designed. The study aims to observe the original product that underwent reverse engineering in its design. Some Saudi heritage vessels will be presented, which can be studied for the possibility of redesigning and reconstructing them while retaining their original function or adapting them to another function through reverse engineering:

2.8.1 AL-ZEER: (POPULAR NAME KNOWN IN THE WESTERN REGION)

The zeer is a large jar of red clay, shaped on a potter's wheel into an almost oval form, with a base smaller than the spout opening. It has been used to store water since ancient Egypt, dating back approximately 2500 BC. This practice later spread to many countries, including the Kingdom of Saudi Arabia, particularly in the western region, where the zeer is still used today (Al-Essa A., 1419). Over time, the zeer has been adapted into various shapes and forms to meet daily consumption needs and serve its function effectively (Figure 11).



Fig. 11. Old Jar and Its Modern Adaptation
 (<https://mawdoo3.com/>, <https://alzeeralmethali.com/products>)

2.8.2 THE INCENSE BURNER

Despite the diversity in its shapes and production sources, the incense burner is considered a distinctive piece in our Arab and Gulf homes. It is associated with perfuming the home and clothes, welcoming guests, and decorating spaces through various shapes, sizes, and materials. Its forms and sizes have evolved, leading to electric and electronic incense burners while maintaining their primary function of perfuming (Figure 12, 13).



Fig. 12. Shapes of Pottery Incense Burners from the Southern Region of Saudi Arabia (Al-Essa, 1988)



Fig. 13. Development of Incense Burners in Form and Technology

2.8.3 ALJABANA (DALLAH)

Aljabana, or coffee-making pot, is a popular name in the southern and northwestern regions of Saudi Arabia (Figure 14, 15). It is considered one of the most commonly used pots by the people of Jazan to make coffee. It is shaped like a clay Dallah and is used to make coffee because it gives the coffee a delicious taste and retains heat for a long time. The pot is specially shaped and exposed to burning in ovens after ensuring the drying process. The shape of the pot is distinguished according to its use. It is a spherical body topped with a long cylindrical neck that ends with a spout. Between the spherical body and the neck is a circular disc handle that helps carry the Aljabana (Al-Essa A., 1419 AH).



Fig. 14. Shapes of Aljabana; or Earthenware Pot (Al-Essa, 1988)



Fig. 15. Shapes Inspired by Aljabana or Earthenware Pot
(<https://www.smallable.com/>)

The various models of functional uses in Saudi heritage have undergone significant development in their form, materials, and implementation methods. This development has created new, advanced forms that serve the same functions. Additionally, existing models can be restructured and adapted for new purposes or purely aesthetic use. To achieve this, it is essential to follow a design methodology based on reverse engineering, as outlined in the earlier stages of this process.

This approach reveals that there is a wide variety of treatments possible for ceramic pieces in general, and specifically for heritage pottery. By re-engineering these pieces and exploring new formulations through various formal, technical, and thermal treatments—including surface thermal treatments and specialized firing methods—ceramic works can be produced that possess both aesthetic and utilitarian values. The artistic vision and style of the potter influences these values.

The researcher believes this topic can serve as a foundation for small projects.

3 RESULTS

Reverse engineering applications can generate a series of new shapes inspired by living or non-living references for contemporary ceramic products.

It is the most suitable method for transferring technology, as it effectively reduces costs and shortens production time.

Reverse engineering promotes innovation rather than adhering to traditional methods in product development.

Its application is not limited to software engineering; it can be utilised in various fields.

The popular heritage of the Kingdom of Saudi Arabia possesses the characteristics necessary for effective reverse engineering operations.

The showcased works from Saudi heritage demonstrate significant re-engineering with new aesthetic concepts while preserving their original functions.

4 RECOMMENDATIONS

Train male and female students in the arts on reverse engineering techniques to support small projects and entrepreneurial activities, reducing imports and enhancing the economic activity of the Kingdom of Saudi Arabia.

Incorporate reverse engineering into the learning process, particularly in the arts, as it aids in reformulating valuable works while preserving their material and moral significance.

Expand research and experimentation in reverse engineering design for folk heritage products, which offer suitable materials and capabilities.

Develop folk industries and crafts to prevent extinction while maintaining their essential characteristics and functions.

REFERENCES

- [1] Abdulqader, M. (2014). Reverse Engineering in Software Sciences and Technologies, Journal of the Faculty of Engineering, Qaryous University, 44.
- [2] Al-Afandy, A. (2014). The Possibility of Applying Reverse Engineering Operations: An Analytical Study in Al-Kindi General Company, Department of Industrial Management, College of Administration and Economics, University of Mosul, Journal of the College of Science and Economics, 8 (1).
- [3] Al-Essa, Z. (1988). Encyclopedia of Popular Heritage in the Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Education, Antiquities and Museums.
- [4] Al-Hatimi, A. (2013). Expression Technology in the Formation of Postmodernism, (1st edition), Dar Al-Sadiq Cultural Foundation, Iraq.
- [5] Al-Jabri, A. (1991). Heritage and Modernity, Studies and Discussions, Center for Arab Unity Studies, Beirut, First Edition, p. 24.
- [6] Al-Jaid, N. (2022). Preserving heritage supports the goals of «Vision 2030». Al-Riyadh newspaper. <https://www.alriyadh.com/1946730>.
- [7] Al-Zeer (n.d) <https://alzeeralmethali.com/products>.
- [8] Artnet (n.d.). as in the sink, 1990. <https://www.artnet.com/artists/arman/as-in-the-sink-8aUczSjV9VIF-Nbn-vUr6g2>.
- [9] Awaj, S. (2019). Tangible and Intangible Heritage and the Role of Media in Preserving and Valuing It, Al-Maaref Journal for Historical Research and Studies, 5 (3), p. 45.
- [10] DornbackCustom. (n.d.). Flower Pot Smoker (Improved Lid) - All. Instructables.com. <https://web.archive.org/web/20160910060034/http://www.instructables.com/id/Flower-Pot-Smoker-Improved-Lid/?ALLSTEPS>.
- [11] Elliot. H. (1990, 1). Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy. IEEE Software, pp. 14-15.
- [12] Fathi, S., Kamal, A., Hassan, M. (2022). Reverse Engineering as an Added Value in the Field of Furniture Design, The International Arab Journal of Art and Digital Design, 1 (2), 79-104.
- [13] Forsberg, E. (2004). Reverse-Engineering and Implementation of the RDP 5 Protocol, Master thesis, Department of Computer and Information Science at Linköping university, Swedish, <http://efod.se/media/thesis.pdf>.
- [14] Goodarzi, M. R. (2011, December 5). Reverse Engineering: A Way of Technology Transfer in Developing Countries like Iran. International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, 1, pp. 347-353.
- [15] Hassan, F. (1974). Picasso - The Miracle of the Artist and the Man, Rose Al-Youssef Foundation, p. 109.
- [16] Hauke, Jonathan D. (1999). Design Verification Using Reverse Engineering, Master thesis, The University of Michigan, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.39.6478&rep=rep1&type=pdf>.
- [17] Hood, R. (2017, October 21). Pablo Picasso Ceramics: The Madoura Collection. Ceramics and Pottery Arts and Resources. <https://www.veniceclayartists.com/picasso-ceramics/>.
- [18] Ibrahim, M (2006). Reverse Engineering, Arab Encyclopedia, Classification: Technologies (Technology), 21, 610.
- [19] Kåresen, R. (2019). Reverse Engineering of Software - An analysis of the possibility to contractually restrict reverse engineering of trade secrets in software. Master thesis. Gothenburg, Gothenburg: Department of Law, The School of Economics at the University of Gothenburg.
- [20] Khalili, A. (2022). Reverse Engineering and Its Role in Transferring the Technological Gap, with reference to Some International Experiences. Journal of Horizons of Management and Economics Sciences, 60 (20), pp. 454-463.
- [21] Kogabayev, T., & Maziliauskas, A. (2017). The definition and classification of innovation. HOLISTICA – Journal of Business and Public Administration, 8 (1), 59–72. <https://doi.org/10.1515/hjbpa-2017-0005>.
- [22] Makers Guild - Eluned Glyn. (n.d.). The Makers Guild in Wales. <https://www.makersguildinwales.org.uk/elunedglyn.html#:text=CERAMICIST%20/%20GWNEUTHURWR%20CERAMEG-,Eluned%20Glyn,-is%20a%20ceramic.>
- [23] Management of World Cultural Heritage (Management Guide for World Heritage Resources), UNESCO, 2016, p. 12.
- [24] Othman, A. (1978). Features of modern ceramics and their benefits in teaching ceramics to the art education teacher, PhD thesis - Helwan University.
- [25] Pagliacolo, E. (2019). 0 Icons by Ingo Maurer, the Poet of Light. <https://www.azuremagazine.com/article/10-icons-by-ingo-maurer-the-poet-of-light/>.
- [26] Racine Art Museum. (n.d.). Fool the Eye: Addressing... | Exhibitions | MutualArt. Fool the Eye: Addressing... | Exhibitions | MutualArt. <https://www.mutualart.com/Exhibition/Fool-the-Eye--Addressing-Illusion-in-Con/BDC4A2754F29E6A9>.
- [27] Raja, V., & Fernandes, K. J. (2007). Reverse Engineering: an Industrial perspective. In Springer eBooks (p. 242). <http://wrap.warwick.ac.uk/47730/>.
- [28] Saeed, R. (2021). Features of Cubism in Contemporary European Ceramics, Babel Journal of Humanities, 24 (1).
- [29] Shaw | The Marks Project. (n.d.). <https://www.themarksproject.org/marks/shaw>.

- [30] Sunday, O. O. (2018, July). Technology Transfer with Reverse Technology Approach in the Least Developed Countries «LDCs», International Journal of Scientific & Engineering Research, 7, pp. P468-469.
- [31] Taha Y. (1989). The Aesthetic Impact of Manual Technique Variables on Ceramic Form Master's Thesis, Faculty of Art Education, Helwan University, 1151 p. 15
- [32] Tawfiq, M. (2016). Proposing a tool in reverse engineering to analyze the source code of software written in Java, a scientific journal of the Department of Computer Science and Mathematics, College of Education.
- [33] UNESCO. (2022). Basic texts of the 2003 Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage (22nd ed.). https://ich.unesco.org/doc/src/2003_Convention_Basic_Texts-_2022_version-EN_.pdf

