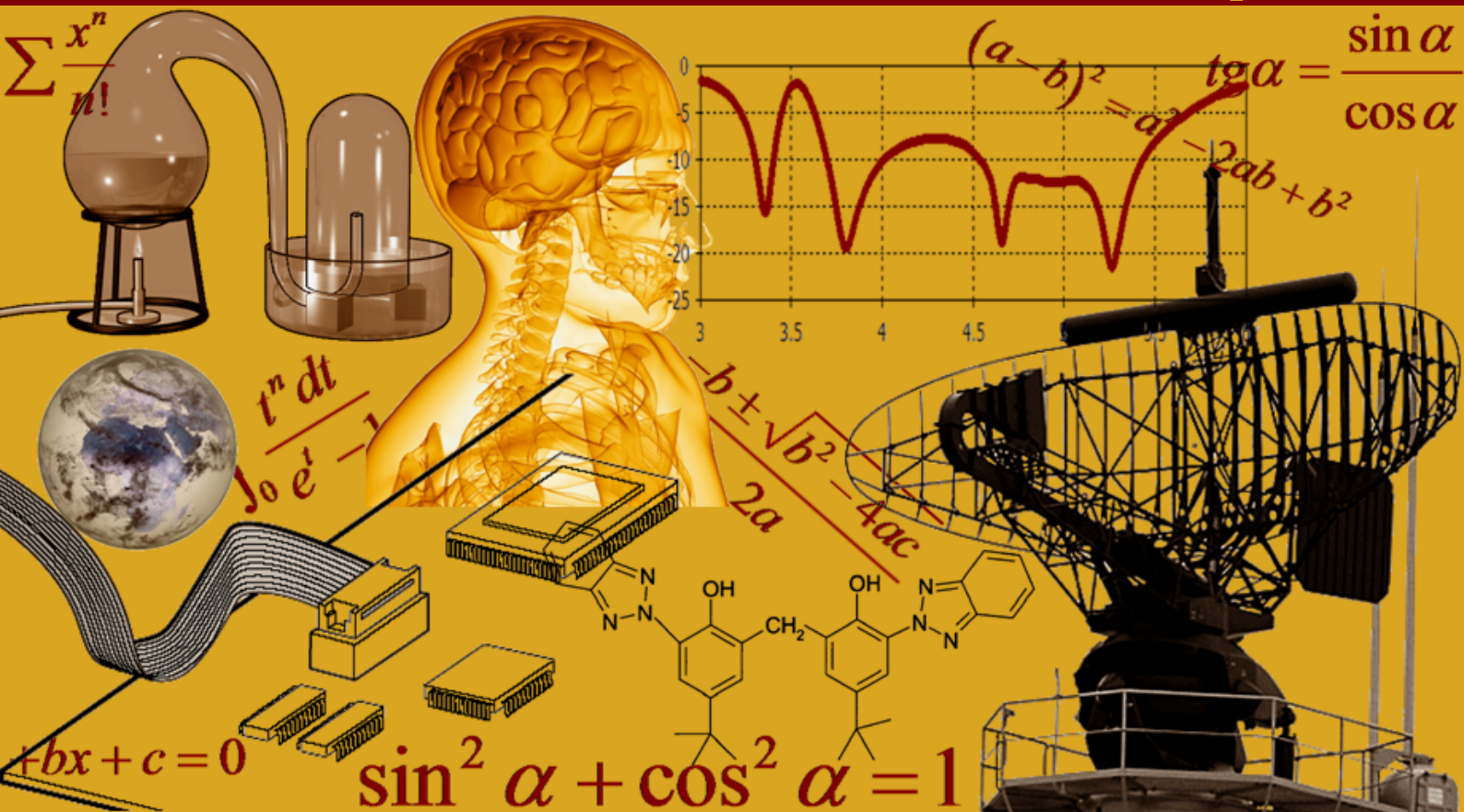


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 48 N. 1 April 2020



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

Ethnographie des centres d'appels au Sénégal : Des temporalités en crise ?	1-11
<i><u>Benoît Tine</u></i>	
Evaluation in vitro de l'activité antifongique des extraits aqueux et éthanoliques de <i>Terminalia ivorensis</i> et de Mancozan 80 WP (fongicide de synthèse) sur <i>Fusarium oxysporum</i>	12-20
<i><u>Ruffin Kouakou Angaman, Bernadine Marie Arobia Bosson Orsot, Djeneb CAMARA, Kouabenan Abo, and Noël Guédé Zirihi</u></i>	
Dosage du BNP, NT-pro BNP : Lequel choisir en milieu hospitalier ?	21-24
<i><u>Doss Bennani Dounia, Mahyaoui Zineb, Morjan Asmaa, and NABIHA KAMAL</u></i>	
Dynamique de l'érosion hydrique des sols agricoles dans le bassin versant du Bandama blanc Nord de la Côte d'Ivoire	25-37
<i><u>Dramane BAMBA, Kouassi T. Pascal ANGUI, Kouakou Hervé Kouassi, Gneneyougo Emile SORO, and Jean-Philippe Attoungbré Deguy</u></i>	

Ethnographie des centres d'appels au Sénégal : Des temporalités en crise ?

Benoît Tine

Chef du Département de Sociologie, UFR Sciences économiques et sociales, Université de Ziguinchor,
Chercheur au Laboratoire Larses, Sénégal

Copyright © 2020 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: Studying a facet of a society implies being attentive to your daily life, especially at work. Today, work has established itself as a central value in our contemporary societies and has become an important source of identity building. It is undergoing profound changes, particularly in the customer relations sector. Our longitudinal study is based on qualitative data collection methods in two Dakar call centers and on the content analysis method. It shows that the work of call center agents is being distorted and transformed because of the conditions in which it is carried out against a background of rationalization and intensification. The work of call center agents is no longer the dream of the early days 20 years ago; the euphoria has given way to disillusionment. Behind technological developments and relocations, there are hidden labor clashes and misfortunes affecting the worker and his society: acculturation, poor management of human resources and working conditions.

KEYWORDS: Call centers, offshoring, crisis, identity, precariousness.

RÉSUMÉ: Étudier une facette d'une société suppose d'être attentif à son quotidien, notamment à l'occasion du travail. Aujourd'hui, le travail s'est imposé comme une valeur centrale dans nos sociétés contemporaines et est devenu une source importante de la construction de l'identité. Il connaît de profondes mutations notamment dans le secteur de relation clientèle. Notre étude longitudinale se fonde sur des méthodes de collectes de données qualitatives dans deux centres d'appels dakarois ainsi que sur la méthode de l'analyse de contenu. Elle montre que le travail de téléconseillers se dénature, se métamorphose à cause des conditions dans lesquelles il s'exerce sur fond de rationalisation et d'intensification. Le travail de téléconseillers dans les centres d'appels ne fait plus rêver comme à ses débuts, il y a 20 ans ; l'euphorie a fait place au désenchantement. Derrière les technologies et les délocalisations, se cachent des heurts et malheurs du travail affectant le travailleur et sa société : acculturation, mauvaise gestion des ressources humaines et des conditions de travail.

MOTS-CLEFS: Centres d'appels, délocalisation, crise, identité, précarité.

1 INTRODUCTION

Le centre d'appels rend possible la gestion à distance de la relation clientèle et offre des avantages en termes de fluidité, de réactivité, de productivité et d'économie d'échelle, surtout lorsqu'il est externalisé et délocalisé dans les pays du Sud. La naissance de ce secteur de la relation clientèle est concomitante à la nécessaire prise en compte de la demande du client en termes de réponses à ses besoins. Cet aspect est également important pour l'entreprise afin de connaître davantage le client à travers la constitution d'une base de données et d'outils permettant la remontée des informations à temps réel : *reporting*, questionnaires, remarques, etc. Le centre d'appels devient ainsi tout un ensemble articulé de moyens humains, technologiques et organisationnels dans une logique interactive avec un client, abonné ou usager d'un service. C'est en cela que le centre d'appels qui au-delà de la main d'œuvre, utilise des technologies modernes : couplage téléphonie-informatique (CTI), a constitué dès son apparition un véritable laboratoire de travail du futur d'où ont été d'abord expérimentées des réalités telles que dématérialisation, *home working*, ou encore *lean production*.

Le Sénégal est l'une des premières destinations francophones dans le secteur de la relation clientèle. À partir d'une enquête qualitative dans deux centres d'appels dakarois, nous entendons, 20 ans après les premières délocalisations, faire un état des lieux et étudier en profondeur cette industrie de la relation clientèle.

2 APPARITION ET DÉVELOPPEMENT DES CALL CENTER DANS UN CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE DIFFICILE

ESSOR DES CENTRES D'APPELS AU SÉNÉGAL

Les centres de gestion de la relation clientèle ou centres de contacts, *hotline*, ou plus communément appelés centres d'appels sont nés dans les années 1960 aux États-Unis d'Amérique avant de s'étendre à l'Australie et à l'ensemble des pays anglo-saxons. C'est ainsi qu'ils arrivent en Europe via le Royaume Uni dans la seconde moitié des années 1970 avant de conquérir par la suite l'Irlande. Ils y connaissent un développement sans cesse grandissant. Ils apparaissent d'abord dans les secteurs de la finance et des assurances, répondant au développement de prestations de service de plus en plus dématérialisées. Ce n'est que bien plus tard, à la fin des années 1980, qu'ils font leur apparition en France. En Afrique, ils ne connaissent leurs débuts que vers la fin des années 1990, d'abord en Afrique du Sud, puis au Maghreb (Maroc, Tunisie, Algérie, Egypte) avant de s'implanter au Sénégal.

Les centres d'appels sont apparus au Sénégal à la fin des années 1990, tournés vers le marché local dans un premier temps avec le pionnier Africatel AVS créé en 1999. Le Sénégal diversifiera son offre et sa capacité d'accueil avec la création en 2001 du plus grand centre d'appels en Afrique subsaharienne francophone : PCCI (Premium Contact Center International). La voie étant ouverte, d'autres *call center* ont ensuite vu le jour.

Conscients de l'enjeu que représente le marché des centres d'appels en termes de création d'emploi, les pouvoirs publics sénégalais se sont très tôt engagés dans une véritable stratégie économique ayant pour but de capter les investissements étrangers, en mettant en place des mesures visant à développer le secteur. Cette stratégie s'est appuyée sur trois axes majeurs : d'abord la libéralisation du secteur des télécommunications commencée en 1996¹ qui entendait répondre prioritairement aux objectifs cruciaux de croissance accélérée, d'apports technologiques de pointe grâce à l'expertise et à l'expérience du partenaire France Télécom et d'investissements ; ensuite une politique d'exonérations fiscales d'une durée de 25 ans renouvelable² sans oublier l'ouverture d'un guichet unique³ pour faciliter la création ou l'implantation d'entreprises au niveau de l'Apix⁴ ; enfin la mise en place de filières de formation aux métiers de la relation clientèle.

Toutes ces initiatives ont permis l'émergence progressive et concurrentielle d'une véritable industrie de la relation clientèle au Sénégal ayant connu son apogée entre 2001 et 2006 selon B. Tine (2014) et qui a vu la naissance de dizaines de centres d'appels à Dakar et à St Louis⁵. Les caractéristiques des salariés des deux centres d'appels étudiés sont marquées par une surreprésentation féminine et par la présence d'une population relativement jeune.

NOTES THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE

Les deux centres d'appels étudiés sont implantés à Dakar (Sénégal). A eux deux, ils représentent 90 % des emplois directs créés dans ce secteur au Sénégal. Ils sont au début des années 2000 et sont spécialisés dans l'émission, la réception d'appels et le *back office*. A eux deux, ils sont, de loin, les premiers recruteurs privés du Sénégal près de 2500 employés à Dakar en 2018. Leur clientèle est principalement française, canadienne et ouest-africaine. Chaque centre d'appels travaille pour plusieurs

¹ Promulgation de la loi 96-03 instituant un nouveau Code des télécommunications et privatisation de l'opérateur historique, Sonatel, dont la répartition initiale des actions s'établit comme suit : France Télécom : 42 % des actions ; Etat du Sénégal : 28 % ; Institutions et Grand public : 20 % ; salariés et anciens salariés : 10 %. 2004 marquera la fin de la concession du monopole.

²Cf. le code des entreprises franche d'exportation du Sénégal (CEFE) (dernière mise à jour : 18/02/08) : création de zones franches industrielles, mesures d'allègement fiscal, garanties et avantages, régime d'entreprise franche d'exportation, exonération des droits de douanes, suspension de la TVA à durée déterminée, réduction du bénéfice imposable, flexibilité, guichet unique gratuit et disponible sans rendez vous.

³ Le Sénégal est l'un des rares pays non membre de l'OCDE à avoir réussi à mettre en place un guichet unique pour la création d'entreprises : le BCE (Bureau d'appui à la Création d'Entreprises) permet de créer une entreprise en 48h au lieu de 58 jours.

⁴ APIX : Agence pour la Promotion des grands travaux du Chef de l'Etat. Elle a été créée en 2000.

⁵ Call me, Access Value, Center Value, TRG, Direct Call, Shenshore, Adhao, Elitelco, Radar, Inti international, Way2call, Compudev, Oxyalis, Wkn, Majorel Site jambar; Ibex, Phone active Afrique, Network Call Center, Icall etc.

donneurs d'ordre et donc la nature des tâches ou campagne est différente. Cette étude se focalise sur la gestion de la relation clientèle de donneurs d'ordres français. Implantés non loin des universités et écoles supérieures de formation, ils embauchent aussi bien des jeunes diplômés sortant de l'enseignement supérieur public et privé que des étudiants qui sont à la recherche d'une première expérience professionnelle voire de revenus. Cette recherche longitudinale commencée en 2009 cherche à questionner les dynamiques à l'œuvre dans les centres d'appels dans un contexte de raréfaction de l'emploi et de révolution technologique. 20 ans après leur installation au Sénégal et l'euphorie qui s'en est suivie, cette recherche longitudinale met à jour les informations concernant la santé et la souffrance au travail, l'organisation, les usages sociaux du travail de téléconseillers. Dans le cadre de cet article, nous nous sommes basés sur une observation participante de 11 mois, mené de façon discontinue pour repérer les comportements, les interactions, les discours des téléconseillers et la rhétorique des managers. De même, 37 entretiens non directifs par effet boule de neige, ont été réalisés et portaient sur les trajectoires des téléconseillers, leur vécu, leurs projets. Enfin, un questionnaire a été administré au hasard à 97 téléconseillers. Ces données ont par la suite fait l'objet d'une analyse de contenu.

UN CONTEXTE DE CRISE SOCIO-ÉCONOMIQUE

Le discours sur la réalité du marché de l'emploi au Sénégal par les téléconseillers eux-mêmes, lève un coin du voile sur le contexte de développement économique et d'incertitude qui plane sur leurs têtes. La situation du marché de l'emploi au Sénégal n'a jamais été aussi difficile.

« Le taux de chômage des personnes âgées de 15 ans ou plus est estimé à 15,7%. Il est légèrement plus élevé en milieu urbain où 18,6% de la population active est au chômage contre 13,1% en zone rurale. Selon le sexe, le chômage touche davantage les femmes (22,1%) que les hommes (9,6%) », selon l'Agence nationale de la statistique et de la démographie (2017).

Cependant, après une rectification ayant pris en compte ceux qui, apparemment, se sont retirés du marché du travail à cause de l'absence d'opportunités d'emploi, il a été estimé que près de 20 % de la population active est au chômage, selon cette définition plus large. Étant donné que la main d'œuvre est en pleine croissance, le nombre total de chômeurs a en fait augmenté de manière considérable. Le Sénégal a une population jeune et en augmentation et, selon les prévisions, sa main-d'œuvre devrait augmenter de 36 % au cours de la prochaine décennie (World Bank, 2014). La situation que Mounirou Ndiaye (2010) qualifie de « dénuement économique » est confirmée par des indicateurs socio-économiques du Sénégal avec entre autres : la réduction des effectifs dans la fonction publique ; l'ampleur croissante du secteur informel, principal pourvoyeur d'emplois surtout dans les secteurs de la pêche, du petit commerce et de l'artisanat créant ainsi un véritable dilemme aux pouvoirs publics ; l'agriculture qualifiée de saisonnière, fortement dépendante des conditions atmosphériques et qui emploie 40 % de la population active ; les fermetures d'usines. La situation qui a prévalu aux premières années des indépendances, avec l'incorporation de toutes les forces vives dans les structures et entreprises publiques, n'est plus possible selon Diouf (1992).

Les jeunes font sans aucun doute partie des franges de la population les plus exposées et les plus vulnérables, étant confrontés à un problème récurrent d'insertion socioprofessionnelle. L'exclusion du marché du travail constitue la source de tous leurs maux. Les jeunes ont une conscience réelle de leur situation d'exclusion du marché de l'emploi qu'ils ont résumé par des expressions telles que *boul-falé* écrit Dimé (2013), *y'en a marre* selon Haeringer (2012) et Dimé, (2013), et qui se manifestent par des vagues d'émigration clandestine vers l'Europe écrit Daniel (2008).

Le centre d'appels délocalisé constitue *a minima* une double réponse : pour les donneurs d'ordre d'une part dans un contexte fortement concurrentiel, en quête de flexibilité et d'économie d'échelle et pour les pays de destination d'autre part, pour qui ils représentent une aubaine dans le but résorber un chômage de masse. À l'analyse de la réalité du chômage au Sénégal, il nous est donné de constater que les diplômés chômeurs caracolent largement en tête. « Au regard du niveau d'étude, les personnes sans diplôme représentent 39,9% des chômeurs » selon l'Ansd (2017). Les diplômés sont plus touchés par le chômage que les non-diplômés. Le Centre d'appels constitue dès lors, pour beaucoup de jeunes diplômés l'unique issue, en témoigne le discours de Philippe :

« Après la soutenance de mon mémoire d'économie, je fis comme tout le monde. J'envoyais des candidatures à une dizaine de sociétés de la place, sans états d'âme. J'ai déposé moi-même le dossier au niveau de l'accueil de ces entreprises. Mais il n'y avait que le centre d'appels qui m'a répondu. C'est comme ça que j'y suis allé, sans conviction, car c'était en attendant », Philippe, 29 ans, téléconseiller rencontré en 2014.

En effet, ce transfert de services dans la périphérie puis dans les Suds sont d'une part une réponse pour les donneurs d'ordre ; différentes activités économiques notamment liées aux services sont délocalisées dans des pays, comme le Sénégal, où la main-d'œuvre est abondante, qualifiée et bon marché. D'autre part, ces pays, qui connaissent de très fort taux de

chômage de jeunes, prennent des initiatives allant dans le sens de la promotion de leur destination par des exonérations ou avantages fiscaux en créant des zones franches industrielles, par exemple.

C'est ainsi que nous avons assisté au *boom* des délocalisations dans le secteur des centres d'appels au début des années 2000. « Aujourd'hui, l'heure est à la consolidation des acquis et des positions » selon des responsables rencontrés à Dakar en 2018.

3 UN MODÈLE PRODUCTIF PRÉCURSEUR DE LA FIN DU TRAVAIL ?

L'organisation d'un centre d'appels paraît a priori simple. Cependant une lecture approfondie de ce secteur permet de déconstruire cette perception : une activité simple au premier abord, mais véritablement complexe et que nous voulons analyser dans toute sa complexité.

UNE ORGANISATION RATIONALISÉE

Les caractéristiques de l'organisation du travail dans les deux centres étudiés sont marquées par la forte intensité de l'activité et une normalisation poussée du processus de production. Si ces caractéristiques s'expriment ici encore dans des proportions variables selon les centres et les secteurs, quelques traits principaux peuvent être relevés.

En premier lieu, l'activité fait l'objet d'un contrôle assez poussé, qui prend appui sur une technologie de pointe et qui vise autant le contenu du travail que le temps de travail. Par exemple, l'outil informatique permet de suivre l'activité en temps réel, notamment par des écoutes mystères (qui peuvent être négociées, imposées, voire clandestines), ainsi que la présence d'indicateurs sur les plateaux⁶ et la production de statistiques qui prennent plus ou moins d'importance selon les cas. « Le superviseur peut nous écouter à tout moment et même voir ce qui est affiché à notre écran depuis sa position » nous raconte Alain, téléconseiller, 22 ans. Le temps de travail peut faire l'objet de mesures précises, incluant divers critères : respect des temps de pause, durée d'appels et de travail après-appel, etc. L'évaluation s'adosse à l'ensemble de ces outils, et s'opère par la vérification du respect de certaines normes quantitatives (qui varient selon les centres : nombre d'appels pour un temps donné, taux d'appels perdus, nombre d'appels traités, délai d'attente, taux de transfert, nombre de propositions commerciales...) et qualitatives (accueil, sourire, savoir-être...). Nos observations nous ont permis de constater que les *reportings* sont monnaie courante et permettent d'apprécier la production à tout moment. L'activité est soumise à une forte intensité (le nombre moyen d'appels par jour et par employé varie de 81 à 102 et demeure très cadrée, notamment lorsqu'ils arrivent en gestion automatisée. Par conséquent le *turnover* est important. Certains téléconseillers rencontrés ne souhaitent pas continuer dans ce métier pour diverses raisons :

- « à cause de la mauvaise paie et des horaires décalés », Aïda, 24 ans ;
- « à cause de la distance et des transports », Penda, 24 ans ;
- « trop de stress dans une boîte mal organisée et des personnes qui abusent de leur place hiérarchique », Nafissatou, 28 ans ;
- « à cause du manque de reconnaissance », Jean, 30 ans ;
- « j'ai une bonne note de ma hiérarchie mais malgré cela, je fais l'objet de harcèlement moral, non-respect de l'obligation légale d'afficher mon planning et violence verbale répétée », Souleymane, 31 ans ;
- « salaires trop bas et payés de façon irrégulière ; ça fait 10 mois (décembre 2018) déjà qu'on ne nous a pas payé », Jacqueline, 22 ans.

À l'ensemble de ces caractéristiques, s'ajoute la grande importance accordée à l'implication des salariés et aux critères de comportement à adopter lors des appels. « Si on résume, il faut être productif, ne pas avoir un accent et avoir le sourire au téléphone ; c'est ça la règle d'or », selon Yandé, téléconseillère, 20 ans. Un des questionnements principaux concerne les effets de la diffusion de la relation de service, en tant que stratégie que peuvent adopter les firmes, sur les modes de rationalisation de la production. L'étude de nos deux centres d'appels permet d'opposer deux stratégies de rationalisation concernant l'organisation productive des activités de la relation de service : un mode de rationalisation professionnelle et un mode de rationalisation industrielle.

⁶ Terme utilisé pour désigner le lieu de travail des téléconseillers qui s'étend à perte de vue.

Dans le premier, la rationalisation repose sur une typification des cas et une certaine formalisation des procédures, mais qui s'instaurent avant tout comme appui à la réalisation du travail, au sein de laquelle les capacités d'initiative et d'autonomie des salariés sont considérées comme déterminantes. Ainsi, la rationalisation ne donne pas lieu à des gammes de cas assorties de consignes opératoires et prescrites mécaniquement, le but premier étant la prise en charge de la particularisation en atteste ces témoignages de Saliou : « Le travail est prescrit, ce qui me laisse peu de possibilité » et de Mouhamadou qui pense « qu'il faut personnaliser la relation clientèle en appelant le client par son nom par exemple, en étant empathique ». Ce mode de rationalisation s'inscrit également dans des soubassements institutionnels forts des activités et une reconnaissance professionnelle aboutie. La stratégie de rationalisation industrielle repose quant à elle sur une forte référence aux modes de production industriels correspondant à l'organisation mécaniste en matière de standardisation des produits, des procédures de travail et de jugement des performances.

Si Gadrey (1996) insiste, à juste titre, sur la faible possibilité de généralisation de ce deuxième mode de rationalisation au domaine des services professionnels, notamment en raison de facteurs cognitifs, relationnels et informationnels, il nous semble que pour une partie des activités concernées par la relation de service, considérée au travers des salaires et des modes de reconnaissance professionnelle comme faiblement qualifiées, ce type de rationalisation est susceptible de constituer un cadre de référence pour les entreprises⁷. C'est notamment le cas pour les centres d'appels, du moins pour ce qui concerne certaines des grandes composantes du mode de rationalisation et qui peuvent s'exprimer dans des proportions variables selon les centres : gammes de cas types et réponses standardisées applicables à ces cas ; marge d'autonomie réduite ; forte distinction entre conception et exécution ; application des critères industriels de jugement des performances... Ainsi, nous rejoignons le point de vue de Amiech, selon lequel : « l'émergence et le développement exponentiel des centres d'appels nous semblent s'inscrire dans un processus global de rationalisation très poussée du travail de service » (200, p.15). Les procédés de ce mode de rationalisation industrielle trouvent appui sur la technologie. Selon Delaunay (2001a et 2001b), qui se réfère à la relation de service en général aussi bien qu'au cas particulier des centres d'appels, si la forte part de travail dans le type d'activités considéré autorise un contrôle direct sur ce dernier, l'investissement en capital fixe permet d'affiner les possibilités de rationalisation de la production et « d'intensifier le travail autrement que par les seules contraintes de l'organisation » (Delaunay, 2001a, p.160). Ces investissements matériels, qui concernent principalement l'outil informatique (Djellal, Gallouj, 2006), permettent de réduire l'incertitude inévitable du résultat de la prestation, de réduire les coûts de production et d'aller plus vite en individualisant la prestation. Le Maroc, la Tunisie, le Sénégal entre autres ont très tôt compris qu'il fallait favoriser un environnement infrastructurel et technologique pour attirer les donneurs d'ordre. Ensuite, l'autre défi réside dans la gestion des ressources humaines dans un contexte sénégalais éloigné du modèle de management européen.

« Chaque matin, à 7h 45, il faut faire un *brief* de 15 mn ; donc j'ai les résultats de la veille que je communique à mes téléconseillers (...) Puis il faut gérer les feuilles (...) A 8 h, ils démarrent la production ; je vérifie si tous sont loggés (...) Au niveau de mon poste, je peux voir l'activité du conseiller en direct (...). On gère que des statistiques, oui mais il y a l'atteinte des objectifs à garantir. On te dit qu'il n'y a pas de mauvais téléconseillers mais de mauvais superviseurs. Si l'équipe ne monte pas et n'atteint pas ses objectifs, c'est le superviseur, c'est pourquoi, il faut mettre une pression positive, les traiter comme des enfants parfois pour qu'ils adhèrent aux règles de l'entreprise », affirme Valérie, superviseur

Une analyse minutieuse montre que le modèle productif à l'œuvre dans les centres d'appels ne revêt pas un caractère de nouveauté. En effet, ces éléments peuvent conduire à poser la question de la référence au taylorisme quant au modèle productif inhérent à ce type d'activités, ainsi qu'à celui des centres d'appels. En effet, la notion peut revêtir des acceptions différenciées selon les auteurs (M. Freyssenet, 2003). Nous nous en tenons dans le cadre de cet article aux principales caractéristiques de l'organisation taylorienne du travail et de la production, à savoir : distinction entre conception et exécution, décomposition des tâches, contrôle des temps, standardisation du procès du travail et du produit et rémunération en fonction des performances. Cette rémunération est l'arbre qui cache la forêt. Une grande partie de la rémunération est dépendante des différentes prime (production, assiduité, ponctualité, performance). « Dans le centre d'appels, un téléconseiller peut gagner entre 120000 Fcfa et 400000 Fcfa, ce qui est énorme au regard de ce qui se passe ailleurs » selon un superviseur rencontré. « En effet, une importante partie de la population active exerce un travail précaire. 30, 4 % des salariés mensuels,

⁷ M. Aglietta (1998) semble s'inscrire dans cette perspective lorsqu'il note que la logique d'abstraction et de codification destinée à supprimer les temps morts qui s'appliquait jusqu'alors au seul travail manuel est désormais étendue au travail intellectuel.

selon l'Ansd (2017) au quatrième trimestre 2017, perçoivent une rémunération mensuelle moyenne de 37000 Fcfa » sachant que le salaire minimum interprofessionnel garanti plafonne à 52500 Fcfa.

Pour notre cas d'étude, nous pouvons faire état d'une résurgence forte du taylorisme au sein des activités de service, soulignant ainsi les conditions de travail particulièrement difficiles et stressantes à tel point que Nicole, formatrice, affirme qu'« on ne peut pas durer dans ce travail. On ne peut pas le faire toute la vie. Forcément, il y a un moment où on va partir faire autre chose, qu'on soit en début ou en fin de carrière ». La référence au taylorisme, qui semble pouvoir s'exprimer de façon encore plus forte que pour les activités industrielles, concerne principalement le strict respect des temps (DMC⁸) et la forte place accordée à la prescription, qui peuvent faire l'objet d'un contrôle très fin, mais également la structure hiérarchique et la distinction entre conception et exécutants.

Mais il existe des limites à la rationalisation de type industriel et/ou taylorien dans les centres d'appels. Ces limites ont trait à la spécificité de la relation de service et qui entre en contradiction avec les modes de standardisation et de prescription établis par les firmes. D'une part, la co-production et d'autre part, la simultanéité de la production et de la consommation.

DIVERSITÉ AU SEIN DE L'HOMOGENÉITÉ DES PRINCIPES PRODUCTIFS

Il s'agit d'expliquer la diversité au sein de l'homogénéité des principes productifs : les différentes configurations de travail et d'emploi dans les centres d'appels étudiés s'expliquent par les stratégies et les buts poursuivis par les entreprises en matière de relation client à distance, ce qui contribue à placer ces différentes configurations au sein d'un continuum d'organisation. Le centre d'appels constitue un outil privilégié, permettant de rationaliser l'activité du service à distance. Il peut recouvrir de multiples services et répondre à différents objectifs. Il nous semble que trois types d'objectifs peuvent être identifiés : la rationalisation de la production, l'élargissement de la fonction commerciale et la pérennisation de la relation au client. Ces trois logiques sont généralement combinées, dans des proportions qui varient selon les centres et qui vont déterminer les caractéristiques de l'organisation du travail et de l'emploi (R. Batt et al., 2003). Un des facteurs surdéterminants la combinaison de ces logiques demeure la nature du produit. Le travail monographique que nous avons mené a permis de mettre en exergue l'ensemble de ces facteurs et d'entrevoir plusieurs configurations types de stratégies d'organisation des centres d'appels.

En bref, avec ces configurations productives, le téléconseiller finit par qualifier son travail de « prescrit », de « répétitif », de « stressant », « d'inférieur », de « pénible » et « exempt de reconnaissance sociale »... Il serait traité comme un esclave, infantilisé, exploité, à la merci d'un client que les managers qualifient « d'exigent et de volatile » qui désire tout et tout de suite, à l'occasion d'une activité précarisée, flexible, fondée sur l'incertitude à l'occasion d'un travail qu'ils qualifient « d'aliénant » et qui finit par se débarrasser du téléconseiller à la moindre occasion car l'ancienneté, usuellement source de reconnaissance de l'expérience acquise, devient synonyme de coût salarial élevé et de manque d'adaptation au changement.

4 DÉLOCALISATION ET IMPACTS SOCIO-CULTURELS

Dans les destinations *offshores*, rares sont les études scientifiques (O. Bouba-Olga, 2008 ; L. Salah et al., 2009) qui traitent des centres d'appels. La littérature existante composée d'articles et de communiqués de presse ne s'évertue dans l'ensemble qu'à montrer les avantages des délocalisations de centres d'appels en termes de création d'emplois, de transfert de technologies, d'évolution de la spécialisation et de développement des compétences de la main-d'œuvre locale. De même, la destination Sénégal permet aux donneurs d'ordre étrangers de faire des économies conséquentes parce qu'un téléconseiller sénégalais coûte 4 fois moins qu'un téléconseiller français.

Dans le discours politique, les problèmes humains et sociaux qu'entraînent les délocalisations des centres d'appels dans les pays d'accueil sont souvent délaissés au profit de la seule logique de rentabilité économique. Or, ces facteurs méritent toute l'attention nécessaire, sous peine de laisser de côté un pan essentiel de la réalité. Notre réflexion est fondée sur l'idée qu'au-delà de la constante mise en exergue des apports économiques et financiers des délocalisations, on ne devrait pas occulter les énormes contrecoups socio-culturels et humains qu'ils engendrent.

⁸ Durée maximum de communication (DMC). Elle dépend de chaque campagne (à chaque fois qu'un donneur d'ordre confie la gestion de sa relation clientèle à un centre d'appels prestataires)

DÉPERSONNALISATION, INVISIBILISATION ET STANDARDISATION PAR UN PRÉNOM D'EMPRUNT

Dans les deux centres d'appels délocalisés étudiés, les téléconseillers sont obligés de changer de prénoms. Ils se voient attribuer une autre identité ; obligés donc de troquer leur identité réelle contre une identité virtuelle, par l'octroi d'un autre prénom, en témoignent ces deux extraits :

« Je m'appelle Fatou, mais lorsque je commence mon travail ici, je suis Camille. J'ai 26 ans et je vis en région parisienne. » (téléconseillère rencontrée à Dakar en 2015)

« Élodie (Seynabou de son vrai nom) est au téléphone. Comme la centaine de collègues avec lesquels elle partage l'un des nombreux plateaux dakarois. Au bout du fil, un client d'une société française de téléphonie qu'elle démarche pour le convaincre de s'abonner à son service Internet Adsl. Pendant qu'Élodie est en train de finaliser avec son interlocuteur, Virginie est en ligne avec une habitante de la banlieue parisienne, abonnée d'un opérateur téléphonique qui a choisi de confier à SN1, la gestion d'une partie de sa relation clientèle. Le point commun entre Élodie et Virginie est qu'elles sont jeunes, elles sont des femmes, Bac +4, situées à Dakar, sous une température avoisinant 30°C, et que la clientèle qu'elles prospectent se trouve à cinq mille kilomètres, en France précisément, en plein hiver. Celle-ci est loin de savoir qu'Élodie et Virginie sont de jeunes sénégalaises qui peuvent s'appeler Fatou ou Rama ou encore Seynabou. » (note de terrain du 21 avril 2009).

Cette généralisation du prénom d'emprunt dans les centres d'appels délocalisés obéirait à des logiques de gestion commerciale, mais existe aussi et surtout dans le but de faire croire au client que ce sont des téléconseillers français, présents sur le territoire français qui sont au bout du fil. De même, les téléconseillers d'une même campagne portent tous le même prénom. Pendant nos observations dans les deux centres d'appels, selon les différentes campagnes, les téléconseillers, tous africains, portaient des noms tels que : Michel(e) Dubois, François Dubois, Valérie Dubois, Patrick Vincent, Laurent Martin, Pascal(e) Dumas, Michel(e) Duval ou Pascal(e) Ceyrac, etc.

Non pas que ces noms soient courants au Sénégal, mais ce sont *primo* des prénoms asexués et *secundo* ils rappelleraient la France profonde.

Par ailleurs, cette dépersonnalisation s'accroît pendant toute la durée de la production, à travers deux phases clefs du script, l'accueil et la prise de congé, pendant lesquelles le téléconseiller ne parle jamais en son nom propre. C'est le donneur d'ordre ou sa marque commerciale qui est mise en avant. Le téléconseiller serait réduit à l'état d'objet robotisé.

« X... (Nom de la marque), à votre écoute bonjour, que puis-je faire pour vous ? »

« Pour ma part je vous remercie de votre appel Monsieur, Madame X et vous souhaite une excellente journée/soirée en compagnie de (Nom de la marque). »

Autant de pratiques qui exigent que l'on s'oublie soi-même. « Il m'est arrivé plusieurs fois de décrocher mon téléphone personnel et d'agir selon les réflex du centre d'appels, en donnant le nom d'emprunt. » (Ali, téléconseiller, 24 ans)

LE PROCESSUS DE NEUTRALISATION DE L'ACCENT

De même, dans le cadre de l'atteinte de leurs objectifs, les téléconseillers sont contraints d'entrer dans cette dynamique de neutralisation de leur accent pour donner la certitude au client que le centre d'appels se trouve en France métropolitaine. C'est d'ailleurs un élément décisif dans le processus de recrutement. Le plus dur dans la sélection n'est pas le niveau ou le type de diplôme, ni la réussite aux tests clôturant les différentes phases de la formation, mais plutôt l'accent qu'il ne faut pas avoir. De même, la simple maîtrise de la langue française ne suffit pas. Il y a des mots qualifiés de noirs ou de négatifs⁹ qu'il faut bannir. Les superviseurs, formateurs et le service audit-qualité y veillent au quotidien. « Quand on entre ici, tu ne peux pas ne pas faire comme si tu n'étais pas en France, tellement on nous répète tout le temps la même chose et même tu es obligé de changer. C'est aussi un milieu dans lequel vous pouvez être influencé : cigarette, café, comportement, tenue sexy... » (Adja, 25 ans, téléconseillère)

⁹ Allô ; voilà ; ok ; je me permets ; je m'excuse ; vous avez tort ; problème ; pas de problème ; je ne sais pas ; pas de chance ; oui...mais ; c'est impossible ; malheureusement ; attendez ; je ne peux rien pour vous ; dommage ; selon moi ; etc.

Les téléconseillers sont recrutés en fonction de l'accent qu'ils n'ont pas ou qu'ils n'ont plus. Le plus dur dans la sélection, c'est l'accent qu'on ne doit pas avoir et non les compétences professionnelles figurant sur le CV.

Dans les centres d'appels délocalisés comme ceux étudiés ici, les formateurs posent des actes et travaillent dans le but de neutraliser l'accent partant du fait qu'on ne doit pas donner au client l'impression d'être à l'étranger. Cela décrédibilise et donne une mauvaise image du donneur d'ordre.

Pendant la formation, on apprend aux téléconseillers ce qu'est la carte vitale, le fonctionnement de l'assurance maladie, la manière de saluer, la numérotation téléphonique, les régions, les départements, les codes postaux... et des émissions ludiques, culturelles de la télévision française sont diffusées dans les salles de pause... Tous les matins, les téléconseillers sont tenus au courant de l'actualité française et de la météo. Ils doivent être capables de guider un client jusqu'à l'agence la plus proche. Et il leur est même conseillé, pour rassurer le client, de ne pas s'empêcher de faire allusion à l'actualité française du jour par exemple. Ils connaissent par cœur des adresses et des numéros de téléphone qu'ils peuvent donner aux clients qui en demanderaient au cas où ces derniers douteraient de leur positionnement géographique.

C'est pour cela que la personnalité et les compétences sociales y sont prisées et mises en scène bien avant toute mobilisation de savoirs techniques et de connaissances professionnelles.

RETRAIT DE LA VIE SOCIALE

Installés au Sénégal, mais calés sur les horaires et le rythme français et jonglant entre deux identités, nos observations nous ont permis de constater que ces téléopérateurs vivent dans une sorte de déchirement culturel. Pour être au plus près des consommateurs français et de la réalité française, l'heure française est privilégiée au détriment du temps universel, en vigueur au Sénégal. Les téléconseillers regardent les informations des chaînes de télévisions françaises, auscultent la météo française, etc. Un de ces téléopérateurs témoigne de ses efforts pour s'adapter à l'entreprise en renonçant à la vie locale : « Je n'ai plus le temps d'aller dans des cérémonies traditionnelles, les mariages. Je prends plus de temps pour regarder l'actualité ou la météo française pour m'imprégner du milieu dans lequel je vais évoluer le lendemain », Ali, téléopérateur.

LA PLACE DE LA CULTURE LOCALE

Au moment où affirmer sa différence et son identité est significatif, dans un contexte où les entreprises, pour bien s'adapter, intègrent la culture locale, nous assistons dans les centres d'appels *offshores* à une dynamique opposée.

Au-delà de la dimension instrumentale et matérielle immédiatement apparente du rapport à l'emploi de ces téléconseillers qui commercialisent des produits qu'ils ne connaissent que de nom, ces destinations *offshore* ne profitent pas pleinement des retombées de ces implantations puisque la plupart sont situés en zones franches ou ont signé une convention Etat-Employeur et bénéficient d'avantages fiscaux sur plusieurs années ; de même, la main-d'œuvre y est jeune et diplômée ; une jeunesse pour laquelle l'État a beaucoup investi et qui se retrouve déclassée dans un emploi peu valorisant, avec le risque de se retrouver coincé dans une activité incertaine sans réelles perspectives d'évolution. En effet, Cheikh en est conscient et affirme que : « le centre d'appels finalement n'était plus pour moi ce lieu idyllique, tant rêvé par cette jeunesse sénégalaise. La joie éphémère d'avoir trouvé du travail fit vite place au désenchantement. Le centre d'appels devenait de plus en plus un ogre qui nous mangeait petit à petit, qui nous tue à petit feu », Cheikh, téléconseiller, 23 ans. Nos données mettent en exergue un néoprolétariat ; les OS sont maintenant munis de diplômes.

« Au départ, j'ai cru que ma maîtrise allait m'être utile. Tu parles ! de tout ce que j'ai pu apprendre, vissée à ma place de la bibliothèque universitaire, premier assis et dernier levé de la journée, sur le macro et sur la microéconomie, sur les calculs statistiques et leur traduction en diagrammes, sur la théorie du marketing et la segmentation des marchés, rien, en fait, ne m'aura servi. D'ailleurs au bout de trois jours, j'ai failli craquer. Le centre d'appels ne me paraissait plus ce lieu idyllique ou j'allais m'épanouir sur un plan professionnel. J'étais fait pour vendre de l'eau à des ânes qui n'ont pas soif ? N'étais-je pas en train de renier tout ce que mes études m'avaient appris sur la société et sur « l'intelligence des marchés ? » (Saliou, 27 ans, téléconseiller).

Cette identification à un groupe de référence se prolonge jusque dans la tenue vestimentaire. Ici, « on s'habille à la parisienne », nous dit Fanta, 25 ans, téléconseillère. Ce constat est plus fréquent chez les filles qui suivent cette mode parisienne en renouvelant très fréquemment leur garde-robe avec de nouvelles collections que des boutiques de prêt-à-porter, installées à proximité des centres d'appels, leur proposent. Philippe, un autre téléconseiller ne manque pas de faire la même remarque en affirmant que le centre d'appel donne l'image « d'un véritable défilé de mode ; alors qu'il fait très chaud à Dakar en cette période (mois de mars), elles se permettent de porter des bottes ».

SANTÉ ET SOUFFRANCE AU TRAVAIL

Image par excellence de la mesure, de la quantophrénie et des évaluations en temps réels, l'intensification du travail sous toutes ses formes (informations indisponibles ou erronées, injonctions et interprétations différentes voire contradictoires d'un même document, multiples conflits de territoires et de charges flottantes, tensions perpétuelles entre la qualité et la quantité, la rationalisation de type industrielle, l'impossibilité à se projeter dans un proche avenir, etc.) augmente les sources de tensions personnelles, collectives et organisationnelles du téléconseiller. Du coup, « tout ici exprime vitesse, rapidité et urgence » (M. Buscatto, 2002 : 104). On serait passé à l'ère du TTU (très, très urgent). Cela se manifeste aussi dans les objectifs toujours plus péremptaires, avec davantage de *reporting* au nom de la sacro-sainte satisfaction du client. Il faut produire toujours plus, avec peu de moyens et de moins en moins de temps, ce qui amène les téléconseillers à faire usage de drogues légales (café, cigarette), mais aussi de substances illicites. 25 % de notre échantillon, affirment fumer régulièrement du cannabis afin de pouvoir « faire face à la pression et au stress ». 80 % de ces téléconseillers qui ont accepté de participer à cette étude avouent avoir commencé à fumer après leur recrutement dans le centre d'appels. Le discours est quasi unanime : « Fumer le cannabis (appelé *yamba* en wolof) te donne des ailes pour atteindre les objectifs énormes qu'ils nous fixent » nous dit Ngoné, 25 ans, téléconseillère.

Ainsi, derrière ce qui est révélé au client, il y a le revers de la médaille. Au-delà du sourire (qui doit s'entendre au téléphone, selon les superviseurs) et l'enthousiasme des téléopérateurs, il arrive que les tensions au travail deviennent délétères et aboutissent à des situations de souffrance psychique, de stress, de découragement, de crise, de conflit, de débordement et parfois même à de réels traumatismes. Thierno, 23 ans, téléconseiller, se confesse en ces termes : « Je ne sais plus ce que devient ma vie. Elle n'a finalement plus de sens ».

Si dans certains cas cette situation est passagère, elle perdure souvent et menace alors la santé physique et mentale, ce qui entraîne le repli sur soi et une culpabilité qui s'installe. Alors, le mal-être s'amplifie, la vie professionnelle devient insupportable, le goût pour la vie sociale se détériore.

On assiste de plus en plus à des processus d'individualisation des rapports contractuels. La mise en compétition est une réalité quotidienne et on fait du collègue un surveillant. On crée de l'individualisme et de la solitude : par les entretiens individuels annuels, la gestion par objectifs, les entretiens de performance, l'interdiction de parler à un collègue sur le plateau... Les salariés n'arrivent pas souvent à lutter contre cette individualisation car l'administration crée des collectifs virtuels et artificiels tels que : petit déjeuner, repas, match de football, randonnées pédestres, etc. Les directions créent un collectif artificiel pour éviter surtout le collectif de lutte, le collectif de classe. On fait la fête ensemble, on va boire ensemble, c'est toute une mise en scène : élections du casque d'or, de la voix d'or... On crée un collectif qui n'est pas dangereux. Toute une mise en scène pour montrer aux salariés qu'ils comptent et qu'ils ont voix au chapitre.

Dans ce *travail en miettes* (Friedman, 1956), le comble est que l'on se situe dans une sorte de soumission librement consentie. Dans ces deux centres d'appels, le rapport au travail est plutôt négatif et ceci transparaît dans les mots que les téléconseillers utilisent pour qualifier les maux du travail : « problèmes de santé au travail », « lessivés », « usés » ; « une activité répétitive, régulière et prolongée jusque dans la sphère privée familiale », « des problèmes de vue », « des troubles auditifs », « mal de dos », « douleurs aux épaules, cou, poignets, doigts », « maux de gorge », « torticolis », « crampes ». Ces problématiques liées à la santé et à la souffrance restent encore taboues au Sénégal et l'entourage a plutôt tendance à dire : « travaille et tais-toi ; tu as plusieurs personnes qui veulent ta place » (Jacques, 25 ans, téléconseiller) d'autant plus que d'après les représentations sociales, ce métier est valorisé et valorisant. Une riveraine nous dira que « les téléconseillers ont réussi leur vie ». Et Sophie, 23 ans, téléconseillère de rapporter : « Eux, ils se disent qu'on est des blancs ; les gens appellent ici, Paris le Sénégal ».

Les téléconseillers eux-mêmes contribuent à entretenir cette image de « personnes ayant réussies leur vie », de par leur train de vie dans un contexte d'une société encore tournée vers l'ancien colonisateur extravertie avec des manières de faire venues d'ailleurs. Le regard est encore tourné vers l'ancien colonisateur. Dans l'imaginaire des sénégalais, la France est considérée comme un Eldorado et ses manières de faire sont imitées et reproduites par les sénégalais. Pour redorer l'image de ce secteur, les acteurs ont un grand intérêt à prendre en compte la santé et la souffrance au travail de ces nouveaux O.S., mais aussi à tenir compte de la culture locale ; car pour des raisons d'image à préserver, les téléconseillers sont dépossédés de leur culture ; il leur est demandé d'en épouser une autre pour ne pas dire une ou la « meilleure ». Ce travail de déconstruction permettrait de mettre fin à cette hypocrisie qui consiste à passer et à se faire passer pour un autre. Une véritable responsabilisation sociale des entreprises s'impose.

LES STRATÉGIES DE RÉSISTANCE ET D'ÉVASION DANS L'ACTIVITÉ

Le contrôle est le principal enjeu des relations industrielles. Pour l'ouvrier, la perte d'autonomie commençait par celle du contrôle de son temps : c'est cet aspect qui a suscité le plus de luttes et de résistances (Gollac et Baudelot, 2003). Dans les centres d'appels, les téléconseillers essaient de trouver une issue de secours. Ils essaient autant que faire se peut de résister à cette tentative de robotisation. « Nous ne sommes pas des machines » (Jacques, téléconseiller, 25 ans). C'est une manière pour eux de s'affranchir du dictat de la machine.

- L'utilisation de l'humour avec le client et avec les collègues pour dédramatiser en est une autre preuve tout autant que le contraire mais cette fois-ci pour résister en prenant leur distance avec le client et ainsi de refuser d'être des machines de séduction.
- Ils n'hésitent pas à dépasser les 10 minutes pauses.
- Ils n'hésitent pas à aller aux toilettes même s'ils n'en n'ont pas besoin et sans permission, une façon pour eux de souffler un peu.
- Ils n'hésitent pas à prendre l'ascendant sur le client comme pour lui dicter sa loi ; en parlant d'un ton sec, en cherchant à clore la conversation, en le ridiculisant : une manière de lui montrer qu'il n'est pas qu'un figurant. « C'est facile de prendre les gens pour des moins que rien », affirme Augustin, téléconseillers, 26 ans.
- Ils n'hésitent pas à rester chez eux quand ils en ont assez, en ayant recours à un arrêt maladie ; c'est ce qui fait dire à un superviseur :

« Les gens sont toujours chez les médecins ; Les repos médicaux, mais attend, ça joue sur le chiffre d'affaire. Parce que moi en tant que superviseur, je pars pour un *staffing* précis ; si chaque jour, tu ne peux pas avoir ce *staffing*, je fausse mon prévisionnel et à la longue, ça ne le fait pas. C'est pourquoi, actuellement, ils ont commencé à diminuer les repos médicaux ; imagine-toi qu'avant une personne pouvait te déposer 10 repos médicaux par mois ». Valérie, superviseur, Sénégal.
- Les conditions de vie difficiles rendent la solidarité nécessaire. « Entre nous les collègues, on s'aime bien parce qu'on souffre des mêmes choses ; on s'entre-aide ; il y a une bonne ambiance et on rigole bien ». Fatou, téléconseillère, 20 ans. Cette bonne ambiance est aussi une manière de résister à l'organisation.

5 CONCLUSION

Étant caractérisée à la fois par une rationalisation et une économie d'échelle, l'activité, comprise comme le travail prescrit et le travail réel dans les centres d'appels peut s'inscrire dans une logique d'industrialisation de la relation client (Tine, Elhaou, 2013). Il y a donc un écart entre le travail prescrit et le travail réel, mais en ce qui concerne les centres d'appels, loin de l'opposition classique entre les deux catégories, nous parlerons plutôt de « disjonction structurelle » (Flichy, Zarifian, 2002). Au couplage téléphonie - informatique s'ajoute des méthodes d'organisation du travail d'inspiration taylorienne qui rendent possible la standardisation de la relation clientèle, une spécialisation des téléconseillers et une surveillance panoptique des tâches et de la cadence. Dans le contexte sénégalais, cela pose un certain nombre de problèmes. La société sénégalaise et en particulier le téléconseiller qui travaille dans le centre d'appels est confrontée comme bon nombre de sociétés africaines à l'existence de cultures locales qui sont mises à l'épreuve par les cultures occidentales, avec toutes leurs limites. Après les vagues de délocalisations au début des années 2000, cette recherche longitudinale montre des paradoxes qui traversent la gestion de la relation clientèle. Les téléopérateurs sont encore soumis à une cadence effrénée et à la présence de l'outil informatique qui y serait envahissante. C'est un équilibre permanent qu'il faut chercher à maintenir d'un côté entre l'autonomie des téléconseillers qui sont appelés à faire face et de l'autre, le contrôle de l'organisation qui passe par le script, les objectifs à atteindre, les écoutes mystères, etc. Le désenchantement fait vite place à l'euphorie du recrutement ; les conditions de travail sont difficiles et sont consécutives à une rationalisation et une intensification à outrance de la relation clientèle. Toutes ces caractéristiques rendent le rapport au travail négatif chez les téléconseillers des centres d'appels sénégalais 20 ans après leur implantation au Sénégal.

REFERENCES

- [1] Agence nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) : Enquête nationale sur l'Emploi au Sénégal (ENES) au quatrième trimestre 2017.
- [2] Amiech M., 2005, « Les centres d'appels téléphoniques : une certaine idée du service au client » in Linhart D., Moutet A. (dir.), *Le travail nous est compté : la construction des normes temporelles du travail*, Paris, La Découverte, pp. 235-268.
- [3] Banque Mondiale, 2014, *Situation économique du Sénégal, apprendre du passé pour un avenir meilleur*. Décembre.
- [4] Batt R., Hunter L.-W., Wilk S., 2003, « How and When Does Management Matter? Job Quality and Career for Call Center Workers », in E. Appelbaum, A. Bernhart, R.-J. Murnane, *Low-Wage America : How Employers Are Reshaping Opportunities in the Workplace*, Russell Sage Foundation.
- [5] Baudelot Ch., Gollac M., 2003, *Travailler pour être heureux ?* Paris, Fayard.
- [6] Bouba-Olga O., Bourdu E. et Ferru M., 2008, « La trajectoire organisationnelle des centres d'appels », *Reflets et perspectives de la vie économique*, vol. 4 (Tome XLVII), p. 65-83.
- [7] Daniel S., 2008, *Les routes clandestines*, Paris, Hachette.
- [8] Delaunay J.-C., 2001a, « Valeur et activités de service dans le capitalisme d'aujourd'hui », in J.-C. Delaunay (dir.), *Le capitalisme contemporain, questions de fond*, Paris, l'Harmattan.
- [9] Delaunay J.-C., 2001b, « L'appropriation du temps de travail dans les services », *Actuel Marx*, n° 29 (1), janvier-mars, p. 95-110.
- [10] Dime M., 2013, « Y'en a marre ! Puis après ? — Le mouvement Y'en a marre au Sénégal : éphémère cri de colère ou dynamique juvénile d'affirmation citoyenne ? » Communication au 81ème du Congrès de l'Acfas : La jeunesse : moteur du changement en Afrique subsaharienne ? 6-10 mai, Université de Laval, Québec.
- [11] Diouf M., 1992, « La crise de l'ajustement », *Politiques Africaines*, n°45, p. 62-85.
- [12] Djellal F., Gallouj F., 2006, « La relation innovation emploi dans les services », *Travail et emploi*, n° 108, octobre-décembre, p.45-56.
- [13] Flichy P., Zarifian P. (coord.), 2002, « Les centres d'appels », *Réseaux*, vol. 20, n°114, p. 9-19.
- [14] Freyssenet M., 2003, « Taylorisme : us et abus d'un terme », *La lettre du CSU*, mai, n° 18, p. 7-8.
- [15] Gadrey J., 1996, « La modernisation des services professionnels. Rationalisation industrielle ou rationalisation professionnelle ? » *Revue française de sociologie*, vol. 35, n°2, p. 163-195.
- [16] Haeringer N., 2012, « Y'en a marre, une lente sédimentation des frustrations », *Mouvements*, vol 1, n° 69, p. 151-158.
- [17] Ndiaye E. M., 2010, *L'économie sénégalaise, enjeux et perspectives*, Dakar, L'Harmattan.
- [18] Salah L. H., Ben Radhia I., Ammar-Mamlouk Z. B., 2009, « Les centres d'appels : « eldorado technologique » ou forme moderne de dégradation des conditions de travail ? », *Management & Avenir*, vol. 6, n° 26, p. 74-94.
- [19] Tine B., 2014, « Le rapport au travail et à l'emploi des téléconseillers de centres d'appels délocalisés : entre incertitudes, rationalisations industrielles, défis culturels et désenchantement ; le cas du Sénégal », *Revue de Sociologie, d'Anthropologie et de Psychologie (RSAP)*, n° 04-05, p. 117-138.
- [20] Tine B., Elhaou M.A., 2013, « Prémisses d'une industrialisation de la communication du téléacteur sénégalais et tunisien », *Communication*, vol. 32, n° 1.

Evaluation *in vitro* de l'activité antifongique des extraits aqueux et éthanoliques de *Terminalia ivorensis* et de Mancozan 80 WP (fongicide de synthèse) sur *Fusarium oxysporum*

[*In vitro* evaluation of the antifungal activity of aqueous and ethanolic extracts of *Terminalia ivorensis* and Mancozan 80 WP (synthetic fungicide) on *Fusarium oxysporum*]

Ruffin Kouakou Angaman, Bernadine Marie Arobia Bosson Orsot, Djeneb Camara, Kouabenan Abo, and Noël Guédé Zirihi

Université Félix HOUPHOUET BOIGNY, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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: As part of the search for natural substances of plant origin as an alternative to chemical pesticides in agriculture, *Terminalia ivorensis*, to which antifungal virtues are lent, was used in this study to evaluate *in vitro* the sensitivity of *Fusarium oxysporum*. The antifungal activity was evaluated by the double dilution method on PDA medium with aqueous and ethanolic extracts at 70% leaf and bark of *Terminalia ivorensis* compared to Mancozan 80 WP which is a widely used reference fungicide. According to the results, only 70% ethanolic extracts have fungicidal properties on *Fusarium oxysporum*. The ethanolic bark extract of *Terminalia ivorensis* was fungicidal at CMF = 6.25 mg / mL. For ethanolic leaf extracts, the CMF was 12.50 mg / mL. The phytochemical sorting of the various extracts showed the presence of secondary metabolites which could justify the antifungal activity of *Terminalia ivorensis* and its use in traditional medicine.

KEYWORDS: antifungal, fungicide, metabolites, *Fusarium oxysporum*, *Terminalia ivorensis*.

RÉSUMÉ: Dans le cadre de la recherche de substances naturelles d'origine végétale comme alternative aux pesticides chimiques en agriculture, *Terminalia ivorensis* à laquelle l'on prête des vertus antifongiques a été utilisée dans cette étude pour évaluer *in vitro* la sensibilité de *Fusarium oxysporum*. L'activité antifongique a été évaluée par la méthode de double dilution sur milieu PDA avec des extraits aqueux et éthanoliques à 70% de feuilles et écorce de *Terminalia ivorensis* comparativement au Mancozan 80 WP qui est un fongicide de référence très utilisé. Selon les résultats, seuls les extraits éthanoliques à 70% possèdent des propriétés fongicides sur *Fusarium oxysporum*. L'extrait éthanolique d'écorce de *Terminalia ivorensis* a été fongicide à CMF = 6,25 mg/mL. Pour les extraits éthanoliques des feuilles, la CMF a été de 12,50 mg/mL. Le Tri phytochimique des différents extraits a montré la présence des métabolites secondaires qui pourraient justifier l'activité antifongique de *Terminalia ivorensis* et son utilisation en médecine traditionnelle.

MOTS-CLEFS: antifongiques, fongicide, métabolites, *Fusarium oxysporum*, *Terminalia ivorensis*.

1 INTRODUCTION

Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que les plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires [1]. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitants de la planète ont recours à la médecine traditionnelle à base de plantes pour leurs soins de santé primaire [2, 3]. Des nouvelles stratégies prometteuses impliquant des méthodes de biotechnologie modernes

sont à l'étude [4]. Ces nouvelles approches pourront être efficaces contre cette problématique, qui consiste en l'utilisation des agents bio-compétitifs non toxiques sur les cultures aux champs [5].

Produits à partir de ressources renouvelables et potentiellement disponibles en quantité, les extraits végétaux constituent des solutions de lutte particulièrement durables. Ainsi, différentes substances naturelles d'origine végétale comme la laminarine issue d'une algue brune [6], et toute une gamme diversifiée d'extraits de plantes, tant dans l'espèce que dans la méthode d'extraction utilisée : extraits aqueux [7], extraits alcooliques [8, 9], et huiles essentielles [10, 11] ont été testées en vue d'être utilisées contre les phytopathogènes.

Cette étude s'inscrit dans la perspective d'aider l'agriculture à se passer de pratiques culturales éprouvées à des solutions innovantes plus diverses, moins complexes ayant pour corollaire de permettre aux populations démunies de tirer un réel avantage des plantes médicinales de leur pharmacopée. Une enquête ethnobotanique menée dans le Département d'Abengourou (Côte d'Ivoire), a permis de sélectionner *Terminalia ivorensis* à laquelle on prête des vertus antifongiques et qui est très utilisée par les tradithérapeutes du Département [12]. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'activité antifongique des extraits de cette plante sur *Fusarium oxysporum* comparativement au Mancozan 80 WP qui est un fongicide de référence très utilisé.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Terminalia ivorensis A.Chev. Nom usuel : Framiré (**Figure 1**)

L'écorce de son tronc et ses feuilles ont été récoltées dans le Département d'Abengourou en Mars 2018 et identifier au Centre National de Floristique de l'Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY de Côte d'Ivoire. Le numéro d'identification est : 17/ Mai/ 1966, Aké-Assi 8855, à Adiopodoumé. (**Figure 2**).

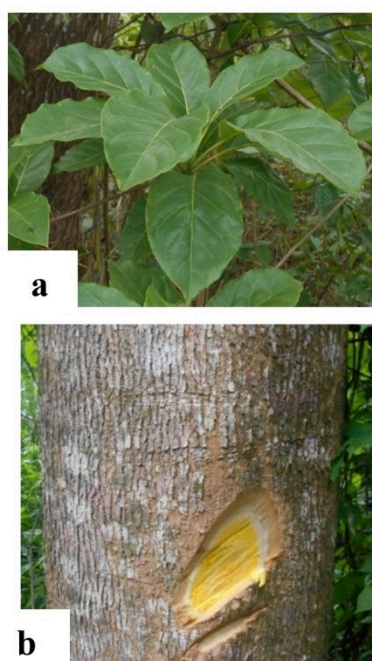


Fig. 1. *Terminalia ivorensis* A.Chev.
a : Rameau feuillé ; b : Tronc

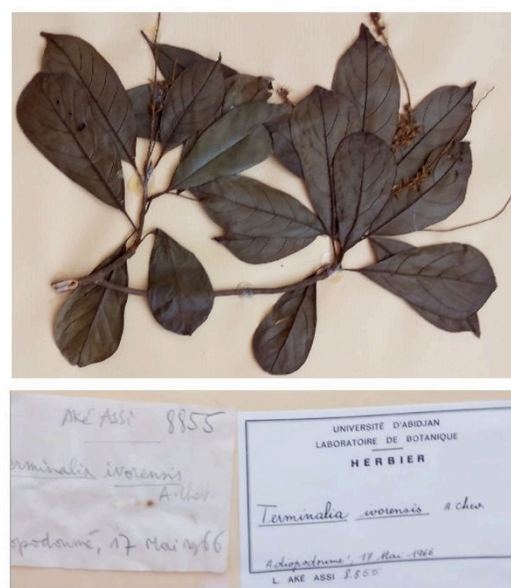


Fig. 2. Herbarium de *Terminalia ivorensis* A.Chev. du Centre National de Floristique de l'Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY de Côte d'Ivoire

2.1.2 MATÉRIEL FONGIQUE

Le matériel fongique est représenté par une souche de *Fusarium oxysporum* (champignon phytopathogène). Il provient du Laboratoire de Phytopathologie et Biologie Végétale et du Laboratoire de Biotechnologie Végétale et Microbiologie Environnementale. Ces deux Laboratoires appartiennent à l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Numéro d'identification : FOV.31 CYSA. Côte d'Ivoire, Eté Diana Fernandez, Laboratoire de phytopathologie Tropicale ORSTOM BP 5045 Montpellier Eté.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 MÉTHODE DE PRÉPARATION DES EXTRAITS

Les organes (feuilles et écorces) de la plante sélectionnée ont été récoltés. Après nettoyage pour les débarrasser de toute impureté, ces organes ont été découpés et séchés séparément à l'ombre, à la température ambiante et à l'abri de l'humidité pendant deux semaines. Les organes séchés ont été rendus en poudre fine grâce à un broyeur électrique de type IKA Labortechnik (type MFC). La fine poudre (broyat) a subi une extraction selon la méthode de [13]. Ainsi, 100 g de broyat ont été macérés dans 1 L d'eau distillée à l'aide d'un mixer (Blender) pendant trois fois 3 minutes. L'homogénat obtenu a été d'abord essoré dans un carré de tissu, puis filtré successivement deux fois sur du coton hydrophile et une fois sur du papier filtre Wathman 3 mm. Le filtrat recueilli, a été séché à l'étuve à 50 °C. Le solvant évaporé, une poudre a été récupérée au fond du bocal. Elle constitue l'extrait total aqueux de couleur marron foncé noté ETA.

L'extrait éthanolique a été réalisé par fractionnement de l'extrait aqueux, selon la méthode de [13], ainsi décrite : 10 g d'ETA ont été dissouts dans 200 ml de solution (70 % éthanol et 30 % eau distillée). On obtient une phase supérieure liquide alcoolique et une phase résiduelle qui se dépose dans le fond de l'ampoule à décanter. La phase liquide alcoolique obtenue est recueillie, réduite et séché à l'étuve à 50 °C ; c'est l'extrait éthanolique noté (ETE). Les extraits aqueux et éthanoliques des feuilles et écorces, au nombre de quatre ont été conservés au réfrigérateur à 6°C et utilisés plus tard pour tester la croissance *in vitro* de *Fusarium oxysporum*.

2.2.2 CALCUL DE RENDEMENT DES EXTRAITS VÉGÉTAUX

Le rendement de l'extrait est le rapport de la masse de l'extrait obtenu par rapport à la masse du matériel extrait. Il est déterminé par la **formule 1** ci-dessous.

$$R (\%) = \frac{\text{Poids sec extrait (g)}}{\text{Poids sec de départ (g)}} \times 100 \quad (1)$$

PRÉPARATION DU MILIEU DE CULTURE

Le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) a été utilisé pour la culture des champignons. Il est composé de 20 g d'Agar, 20 g de purée de pomme de terre et de 20 g de saccharose pour 1L d'eau distillée. Les milieux ont été préparés dans huit erlenmeyers, et stérilisés à l'autoclave à 120 °C pendant 20 min. L'incorporation des différents extraits végétaux au milieu PDA avant sa solidification a été fait selon la méthode de la double dilution de liaison géométrique de raison ½ [13, 14] réalisée de la manière suivante : 2 g d'extrait végétal ont été dilués dans 40 mL de PDA de l'erlenmeyer n° 1. Ce mélange a été homogénéisé par un agitateur magnétique (IKA-MAG-RCT). La moitié du volume de ce mélange homogène est transférée dans 20 mL de PDA de l'erlenmeyer n° 2 et homogénéisée. Cette opération est reprise avec l'erlenmeyer n° 3, et ainsi de suite jusqu'à l'erlenmeyer n° 8. A la fin de cette opération, c'est-à-dire à l'erlenmeyer n° 8, la moitié du volume du mélange est rejetée. Cette double dilution de liaison géométrique de raison ½, ainsi réalisée, donne la gamme ayant les concentrations suivante : 50 mg/mL, 25 mg/mL, 12,5 mg/mL, 6,25 mg/mL, 3,125 mg/mL, 1,562 mg/mL, 0,781 mg/mL et 0,39 mg/mL. Soit huit concentrations retenues pour les extraits aqueux (ETA).

Pour les extraits éthanoliques (ETE), six concentrations ont été retenues et ce sont les suivante : 12,50 mg/mL, 6,25 mg/mL, 3,12 mg/mL, 1,56 mg/mL, 0,78 mg/mL et 0,39 mg/mL. Ces différentes concentrations ont été utilisées pour tester la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*. Les témoins n'ont subi aucun amendement avec les extraits. Ces différents milieux ont été coulés à 40 °C dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre sous la hotte, autour d'une flamme. Pour chaque

concentration, l'essai a été répété trois fois. Ainsi pour le fongicide Mancozan 80 WP, cinq concentrations ont été définies à partir de la concentration initiale (50 g/10 L). C'est-à-dire : 50 g du produit pour 10 L d'eau. Soit une solution applicable en champ à la concentration de 5 mg/mL. Pour ce produit, les concentrations utilisées *in vitro* ont été : 2,50 mg/mL, 1,25 mg/mL, 0,62 mg/mL, 0,31 mg/mL et 0,15 mg/mL.

2.2.3 MESURE DU TAUX D'INHIBITION DE LA CROISSANCE MYCÉLIENNE

Un explant de 6 mm de diamètre du champignon âgé de 7 jours, a été prélevé au niveau du front de croissance et a été placé au centre géométrique de la boîte de Pétri, sur le milieu solidifié. Les boîtes de Pétri ensemencées, ont été scellées avec du film adhésif et mises en incubation à l'étuve à 25 ± 2 °C. Pour tous les essais, trois répétitions par traitement ont été faites. La croissance radiale mycélienne a été mesurée quotidiennement comparativement au témoin, pendant 8 jours. Le taux d'inhibition a été calculé selon la formule de [15].

$$T (\%) = ((D-d)/D) \times 100$$

T : taux d'inhibition

D : croissance mycélienne dans les boîtes témoins

d : croissance mycélienne dans les boîtes essais

Les boîtes dans lesquelles aucune croissance mycélienne n'a été visible à l'œil nu, ont été ouvertes. Puis, les explants de champignon ont été prélevés et ensemencés à nouveau dans de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu PDA sans extrait végétal. Ces nouvelles boîtes ont été mises en incubation pendant 8 jours à la température ambiante (25 ± 2 °C). La plus petite concentration à partir de laquelle aucune croissance mycélienne n'est observée après repiquage représente la concentration minimale fongicide (CMF). Par contre, si le mycélium se développe à nouveau, cette concentration est la minimale inhibitrice (CMI).

Le niveau d'activité des extraits a été défini selon les classes déterminées par [16].

- CMF > 50 mg/mL : activité très faible
- CMF = 50 mg/mL : activité faible
- CMF $\in$ [6,25 mg/mL ; 50 mg/mL] : activité moyenne
- CMF $\in$ [0,78 mg/mL ; 6,25 mg/mL] : activité forte
- CMF $\in$ [0,001526 mg/mL ; 0,78 mg/mL] : activité très forte

2.2.4 ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse des données a porté uniquement sur les méthodes des statistiques descriptives. Les données relatives aux caractères quantitatifs ont été saisies à l'aide d'un tableur Excel. Des statistiques ont été établies, suivies des représentations graphiques.

2.2.5 LE CRIBLAGE PHYTOCHIMIQUE

Une analyse chimique basée sur des réactions de coloration et de précipitation a été effectuée sur les quatre extraits végétaux (X1, X2, X3, X4) selon la méthodologie utilisée par [17].

3 RESULTATS

3.1 RENDEMENT

Les rendements des extraits aqueux obtenus à partir de 100 g de poudre de feuilles et d'écorce de *Terminalia ivorensis* sont mentionnés sur la Figure 3. L'extrait aqueux des feuilles a fourni un rendement plus important (14,81 %). Les extraits aqueux des écorces ont fourni les plus faibles rendements (7,08 %). Les rendements des extraits éthanoliques issus du fractionnement de 10 g de chaque extrait aqueux des feuilles et écorces de *Terminalia ivorensis* ont été de (22,46%) pour les écorces et (16,66%) pour les feuilles (**Figure 3**).

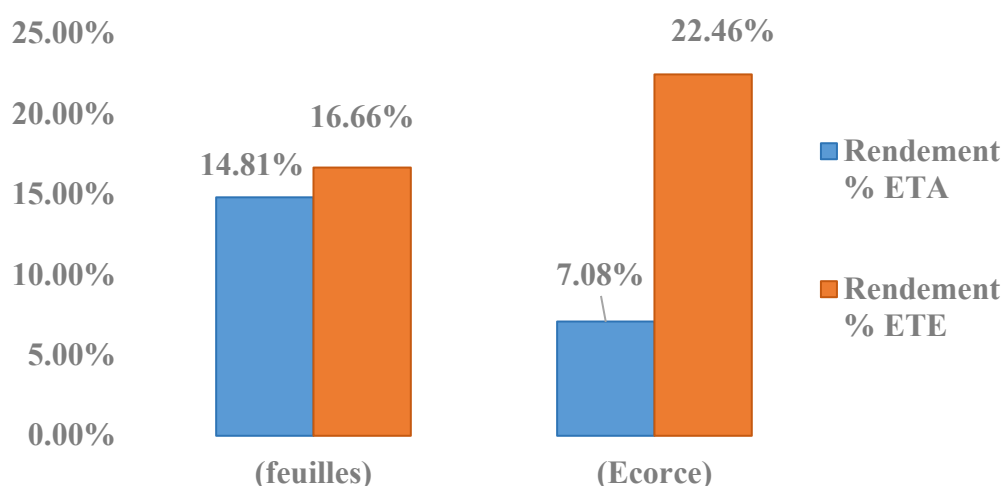


Fig. 3. Rendements des extraits aqueux (ETA) et éthanoliques (ETE) des feuilles et écorces de *Terminalia ivorensis*

3.2 ACTIVITÉ INHIBITRICE COMPARÉE DE MANCOZAN 80 WP ET DES EXTRAITS AQUEUX ET ÉTHANOLIQUES DE FEUILLES ET ÉCORCE DE *TERMINALIA IVORENSIS* SUR *FUSARIUM OXYSPORUM*

Après 8 jours d'incubation, les extraits aqueux d'écorce et de feuilles de *Terminalia ivorensis* ont manifesté une activité antifongique faible sur *Fusarium oxysporum*. Avec l'extrait aqueux de l'écorce, la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* a été inhibée à 100% à la concentration C7 (25 mg/mL). Les concentrations inhibitrices à 50% (CI₅₀) et à 90% (CI₉₀) sont obtenues respectivement à C3 (1,56 mg/mL) et à C6 (12,50 mg/mL). Concernant les extraits aqueux des feuilles, (CI₅₀) et (CI₉₀) sont respectivement de C6 (12,50 mg/mL) et (100 mg/mL). Par ailleurs, les extraits éthanoliques de feuilles et écorce de *Terminalia ivorensis* ont exercé un pouvoir inhibiteur plus important sur *Fusarium oxysporum*. Il est inhibé à 100 % à la concentration C4 (3,12 mg/mL) de l'extrait éthanoliques d'écorce. L'effet fongicide de cet extrait est obtenu à la concentration C5 (CMF = 6,25 mg/mL). La (CI₅₀) est obtenu à C1 (0,39 mg/mL) et la (CI₉₀) est obtenu à C3 (1,56 mg/mL). Au niveau des extraits éthanoliques des feuilles, les (CI₅₀), (CI₉₀), (CMI) et (CMF) ont été respectivement de : C1 (0,39 mg/mL), C3 (1,56 mg/mL), C4 (3,12 mg/mL) et C6 (12,50 mg/mL). Le pouvoir fongicide du Mancozan 80 WP sur *Fusarium oxysporum*. S'est manifesté à la concentration C4 = 1,66 mg/mL (Figure 5). La (CI₅₀) est obtenus à C2 = 0,41 mg/mL et la (CI₉₀) est obtenus à C3 = 0,83 mg/mL (Tableau 1 et Figure 4).

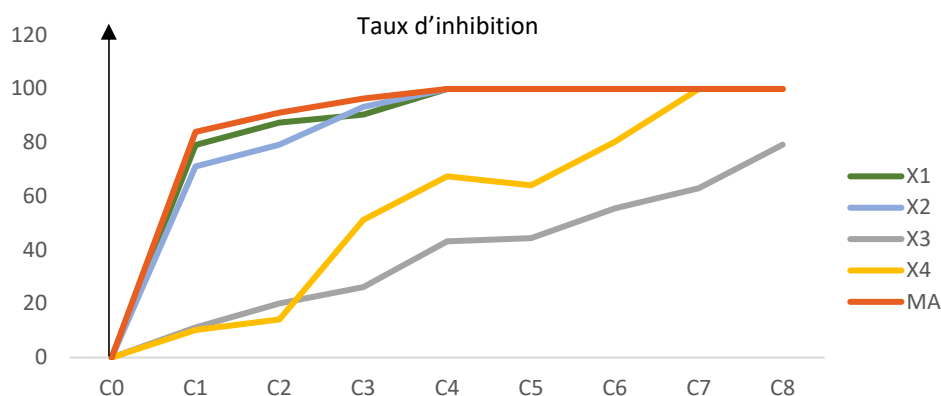


Fig. 4. Antifongigramme et sensibilités comparées de *Fusarium oxysporum* au Mancozan 80 WP et aux extraits aqueux et éthanoliques de feuilles et écorce de *Terminalia superba*

C₁ 0,39 mg/ml C₂ 0,78 mg/ml C₃ 1,56 mg/ml C₄ 3,12 mg/ml C₅ 6,25 mg/ml C₆ 12,50 mg/ml C₇ 25 mg/ml C₈ 50 mg/ml

X1 extraits éthanoliques de feuilles de *Terminalia ivorensis*
X2 extraits éthanoliques d'écorce de *Terminalia ivorensis*
X3 extraits aqueux de feuilles de *Terminalia ivorensis*
X4 extraits aqueux d'écorce de *Terminalia ivorensis*
MA Mancozan 80 WP

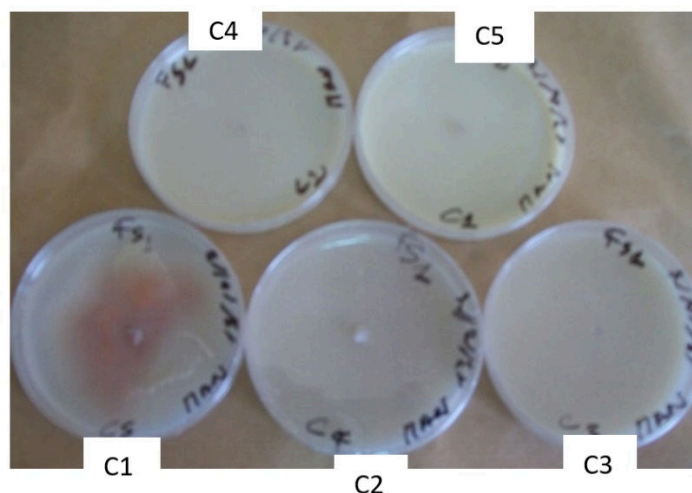


Fig. 5. Croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*. en fonction de la concentration du Mancozan 80 WP après 8 jours d'incubation

C1 = 0,20 mg/ml ; C2 = 0,41 mg/ml ; C3 = 0,83 mg/ml ; C4 = 1,66 mg/ml ; C5 = 3,33 mg/ml

Tableau 1. Activité inhibitrice de l'extrait éthanolique de feuilles et écorce de *Terminalia ivorensis* et MANCOZAN 80 WP sur *Fusarium oxysporum*.

Extraits	Valeurs de référence de l'activité antifongique de <i>Terminalia ivorensis</i>			
	CI ₅₀ (mg/ml)	CI ₉₀ (mg/ml)	CMI (mg/ml)	CMF (mg/ml)
MANCOZAN 80 WP	0,41	0,83	1,66	1,66
X1	0,39	1,56	6,5	12,5
X2	0,39	1,56	3,12	6,25
X3	12,5	-	-	-
X4	1,56	25	50	

3.3 TRIPHYTOCHIMIQUE

La méthode du triphytochimique utilisée, a permis de mettre en évidence la présence des principaux groupes chimiques dans les plantes. Le résultat des tests de caractérisation des grands groupes chimiques effectués sur les quatre extraits de *Terminalia ivorensis* a été consigné dans le (**Tableau 2**)

Tableau 2. Tri phytochimique d'extraits aqueux et éthanoliques de feuilles et écorce de *Terminalia ivorensis* A. Chev.

	Composés chimiques Extraits	Alca	Polyph	Tanins		Flavo	Terp	Sapo	Stérols et Stér	Coum
				Cat	Gal					
<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	X1	+	+	+	-	+++	+	++	-	+
	X2	-	+++	+	+++	++	+++	++	-	+
	X3	+	++	-	-	+	++	+++	+	-
	X4	-	+++	-	+++	+++	+	+++	-	-

X1	extraits éthanoliques de feuilles de <i>Terminalia ivorensis</i>
X2	extraits éthanoliques d'écorce de <i>Terminalia ivorensis</i>
X3	extraits aqueux de feuilles de <i>Terminalia ivorensis</i>
X4	extraits aqueux d'écorce de <i>Terminalia ivorensis</i>

-Absence ; + présence ; ++ Très présent ; +++ Très très présent

Alca : Alcaloïdes, Polyph : Polyphénols, Cat : Catéchiques, Gal : Galliques, Flavo : Flavonoïdes, Sapo : Saponosides, Terp : Terpènes, Coum : Coumarines, Stér : Stéroïdes

4 DISCUSSION

L'analyse des fréquences de citation des espèces et leur contribution dans les différentes recettes montre que *Terminalia superba*, *Terminalia ivorensis*, *Ocimum gratissimum*, *Bambusa vulgaris*, *Abrus precatorius*, *Carapa procera* et *Albizia adianthifolia* sont les espèces les plus citées et les plus utilisées dans les différentes recettes pour traiter les infections d'origine microbienne par les tradithérapeutes et les herboristes dans le Département d'Abengourou. Ce sont des plantes médicinales qui ont déjà été rapportées par d'autres auteurs comme [18] ainsi que [19]. Cette convergence des résultats avec ceux des travaux réalisés par d'autres auteurs témoignerait de la fiabilité des données obtenues dans ce travail. Les extraits aqueux de feuilles ont fourni un rendement plus élevé contrairement aux écorces soit un taux de (14,81%) pour les extraits de feuilles contre (7,08 %) pour les extraits d'écorces chez *Terminalia ivorensis*. En effet, [20, 21] rapportent que les conditions environnementales, la période de récolte et l'âge du matériel végétal de l'organe considéré peuvent influencer les rendements des extraits. Le pouvoir inhibiteur de l'extrait végétal sur la croissance *in vitro* du mycélium est mis en évidence par la réduction de la croissance mycélienne en fonction de la concentration de l'extrait végétal. L'allure croissante des antifongigrammes représente la sensibilité de *Fusarium oxysporum* aux extraits testés. Des résultats semblables sur l'activité antifongique de certains extraits avaient été rapportés par [22] qui ont utilisé les extraits à l'acétone de *C. viminalis* et au méthanol d'*E. saligna* sur *P. infestans*, agent causal du mildiou chez la morelle noire et chez la pomme de terre. La CMF des extraits aqueux de feuilles et écorces de *Terminalia ivorensis* sur notre phytopathogène est supérieure à 50 mg/mL, selon la classification de [16], leur niveau d'activité est qualifié de très faible. Par contre, les extraits éthanoliques qui ont une CMF appartenant à la classe [6,25 mg/mL ; 12,5 mg/mL] ont un niveau d'activité des extraits éthanoliques qualifié de moyen. L'activité d'une substance végétale dépend de sa concentration en principes actifs [23]. Les principes actifs, qui sont des molécules solubles dans l'éthanol, pourraient être soit des terpènes, soit des alcaloïdes, soit des huiles végétales [24] ou tout autres substances actives qui sont mieux concentré dans les solvants organiques. Selon [25], le méthanol permet une meilleure extraction des composés tels que les flavonoïdes et les terpénoïdes qui sont des molécules reconnues pour leur activité antifongique. Le fongicide de synthèse Mancozan 80 WP, fongicide de contact multisite et polyvalent doté d'un très large spectre d'action, est généralement utilisé contre les helminthosporioses, les pourritures et les rouilles. Les résultats des tests antifongiques réalisés *in vitro* ont révélé un pouvoir inhibiteur à faible dose sur *Fusarium oxysporum*. L'inhibition a été totale à partir de 1,66 mg/mL. Sa fongitoxité s'est révélée à des concentrations plus faible (CMF = 0,1 mg/mL) sur la croissance mycélienne de *Sclerotium rolfsii* [26]. On peut penser comme [27] que l'utilisation répétée de ce fongicide est à l'origine de l'apparition de cette résistance. Cette grande performance pourrait s'expliquer par le fait qu'ils sont constitués de molécules purifiées, contrairement aux extraits végétaux utilisés qui sont encore à l'état brut (molécule active non isolée). Ce résultat est similaire à celui observé par [14], ainsi que [16], selon lesquels tous les extraits végétaux bruts testés sur *Candida albicans* sont moins actifs que le kétoconazole, un fongicide de référence utilisé contre ce champignon. Le tri phytochimique des extraits aqueux et éthanoliques de *Terminalia ivorensis* a montré la présence de plusieurs groupes chimiques. Il s'agit des terpènes, des tanins, des polyphénols, des quinones, des stérols et polyterpènes, des flavonoïdes, des saponosides et des alcaloïdes. [28, 29] ont rapporté que les extraits végétaux d'un certain nombre de plantes contiennent des composés tels que les tanins, les flavonoïdes et les alcaloïdes qui sont dotés de propriétés fongicides. Ces molécules justifient l'utilisation de ces plantes dans la pharmacopée traditionnelle. En effet, selon plusieurs auteurs, ces molécules sont à la base des propriétés pharmacologiques des plantes [30, 31]. Les études *in vitro* ont démontré que les substances bioactives provenant de diverses espèces végétales à intérêt médicinales présentent un spectre large d'activité sur une gamme de flore fongique dont sont inclus les champignons toxigènes [32]. En effet, ces composés majoritaires sont souvent responsables de l'activité antifongique des extraits de plantes [33]. Les tanins ont des effets antiseptiques et des propriétés de renouvellement des tissus [34, 35], les terpènes et les stérols confèrent aux plantes des propriétés antipyrétiques et antifongiques [36]. Les coumarines sont douées d'activités anticoagulantes et antifongiques [34].

5 CONCLUSION

La flore médicinale dans le Département d'Abengourou est très diversifiée. Parmi les espèces les plus citées, *Terminalia ivorensis* a été sélectionnée pour les tests d'évaluation d'activités antifongiques, réalisés avec les extraits aqueux, et éthanoliques sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*. Cependant, des sensibilités plus importantes ont été notées avec les extraits éthanoliques qui ont révélé également un potentiel inhibiteur sur la croissance mycélienne du phytopathogène. Cette étude concourait à estimer le potentiel offert par l'intégration d'extraits végétaux aux méthodes de lutte contre les champignons phytopathogènes en vue de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires à l'égard de celle-ci. Dans la plupart des cas, les résultats n'ont pas permis d'observer une efficacité plus prononcée des traitements composés par les extraits végétaux. Mais il serait important d'optimiser l'utilisation des extraits de plantes en statuant sur les propriétés (dosage, durée de conservation, condition d'application ...) à travers des essais futurs dans les conditions naturelles en serre et en champ.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements au Professeur N'GUESSAN Kouakou Edouard, Professeur Titulaire au Laboratoire de Botanique de l'U.F.R. Biosciences de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Directeur du Laboratoire de Botanique. Au le Groupe de Recherche Chimie de l'Eau et des Substances Naturelles (GCESNA) de l'Institut National Félix HOUPHOUËT-BOIGNY pour le tri phytochimique.

REFERENCES

- [1] Bouzouita N, Kachouri F, Ben HM, Chaabouni MM, 2008. Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de juniperus phoenicea. *Journal de la Société Chimique de Tunisie* 10 (2008) 119-125.
- [2] OMS, 2003. Médicaments essentiels et politiques pharmaceutiques : donner un soutien au pays pour produire le manque d'accès aux médicaments. Genève: OMS (rapport annuel 2002) 20 p.
- [3] Elujoba AA, Odeleye OM, Ogunyemi CM, 2005. Traditionnal medicine development for medical and dental primary health care delivery system in Africa. *African journal traditional complementary and Alternate Medecine*, 2 :4661.
- [4] Amézqueta, S., González-peñas, E., Murillo-arbizu, M. and López DE Cerain, A. 2009. - Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control*, 20, 326-333.
- [5] Valero, A., Oliván, S., Marín, S., Sanchis, V. and Ramos, A. J. 2007.- Effect of intra and interspecific interaction on OTA production by *A. section Nigri* in grapes during dehydration. *Food Microbiology*, 24, 254-259.
- [6] Bernardon-Méry, Aude, Joubert, Jean-Marie et Hoareau, Alphonse, 2013. La laminarine contre la tavelure du pommier. *Phytoma*. Mars 2013. N° 662, pp. 4.
- [7] Gilliver, K., 1947. The effect of plant extracts on the germination of the conidia of *Venturia inaequalis*. *Annals of Applied Biology*. 1947. Vol. 34, n° 1, pp. 136-143.
- [8] Thiesz, Rezso, Balog, Adalbert, Ferencz, László et Albert, Júlia, 2007. The effects of plant extracts on apple scab (*Venturia inaequalis* Cooke) under laboratory conditions. *Romanian Biotechnological Letters*. 2007. Vol. (12), n° 4, pp. 3295.
- [9] Bálint, János, Nagy, Szilveszter, Thiesz, Rezső, Nyárádi, Imre-István et Balog, Adalbert, 2014. Using plant extracts to reduce asexual reproduction of apple scab (*Venturia inaequalis*). *Turkish journal of agriculture and forestry*. 2014. Vol. 38, pp. 91-98.
- [10] Nagy, Géza, Hochbaum, Tamás, Sárosi, Szilvia et Ladányi, Márta, 2014. *In vitro* and *in Planta* Activity of Some Essential Oils against *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* Vol. 42, n° 1. Pp. 191-198.
- [11] Muchembled, Jérôme, Deweer, Caroline, Sahmer, Karin et Halama, Patrice, 2017. Antifungal activity of essential oils on two *Venturia inaequalis* strains with different sensitivities to tebuconazole. *Environmental Science and Pollution Research* Vol. 67, n° 3, pp. 530-533.
- [12] Angaman K. R., Orsot B. M.A.B, Camara D., Abo K., Zirihi G.N., 2018. Etude ethnobotanique de plantes de la flore du Département d'Abengourou, en Côte d'Ivoire et évaluation *in vitro* de l'activité antifongique d'extraits de *Terminalia superba* Engl. Diels sur deux espèces de champignons, *Aspergillus niger* Van Tieghem et *Fusarium Solani* Sacc, *International Journal of Biological and Chimical Sciences* 2018 12 (3) : ISSN : 1997 – 342X (print) e - ISSN 1991- 8631.
- [13] Zirihi G. N., Kra A. K. M. et Guédé-Guina F., 2003. Evaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* Lam O. Ktze (Asteraceae) « PYMI » sur la croissance *in vitro* de *Candida albicans*. *Revue Médicale et Pharm. Afric*, 17 : 1-19.

- [14] Ahon MG, Akapo-Akue JM, Kra Mathieu A, Ackah J B, Zirihi NG, Djaman JA. 2011.- Antifungal activity of the aqueous and hydro-alcoholic extracts of *Terminalia superba* Engl. On the *in vitro* growth of clinical isolates of pathogenic fungi. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2 : 250-257.
- [15] Leroux P. et Credet A., 1978.- Document sur l'étude de l'activité des fongicides. INRA. Versailles, France, 12 p.
- [16] Kra A. K. M., 2016.- Recherche bioguidée de composés antifongiques à partir des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 242 p.
- [17] N'Guessan K, Kadja B, Zihiri GN, Traoré D, Aké A. L. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature* ; 6 :1-15.
- [18] Zirihi G. N., 2006.- Etudes botanique, pharmacologique et phytochimique de quelques plantes médicinales antipaludiques et/ou immunogènes utilisées chez les bétés du Département d'Issia, dans l'Ouest de la Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 181 p.
- [19] Dénou A., Koudouvo K., Togola A., Haïdara M., Dembélé SM, Ballo FN., Sanogo R., Diallo D., Gbéassor M. 2017.- Savoir traditionnel sur les plantes antipaludiques aux propriétés analgésiques, utilisées dans le district de Bamako (Mali). *Journal of Applied Biosciences*, 112: 10985-10995.
- [20] Svoboda, K.P., Inglis, A., Hampson, J., Galambosi, B., Asakawa Y., 1999. Biomass production, essential oil yield and composition of *Myrica gale* L. harvested from wild populations in Scotland and Finland. *Flav. Fragr. J.* 13, 367 – 372.
- [21] Smallfield B. 2001. Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research* (45): 1-4.
- [22] Djeugap J.F., Fontem D.A. & Tapondjou A.L. 2011.- Efficacité *in vitro* et *in vivo* des extraits de plantes contre le mildiou (Phytophthora infestans) de la morelle noire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(6) : 2205-2213.
- [23] Thangara J. H. S., Adjei O., Allen B. W., Portaels F. 2000.- *In vitro* activity of Ciprofloxacin, Sparfloxacin, Ofloxacin, Amikacin, and Rifampicin against Ghanaian isolates of Mycobacterium ulcerans; *Journal of Antimicrobial Agents chemother*; 45 (2) : 231-233.
- [24] Bagré I., Bahi C., Ouattara K., Zirihi G. N., Djaman A. J., Coulibaly A., et N'Guéssan J. D. 2011- Etude botanique et exploration de l'activité antifongique de *Morinda morindoides* (Baker) Milne-Redh. Sur la croissance *in vitro* de *Cryptococcus neoformans*. *Phytothérapie*, 9: 136- 141.
- [25] Bougandoura N., Bendimerad N. 2012. Effet antifongiques des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp (Nepeta) briq. *Revue des Bio Ressources* 2 : 1-7
- [26] Orsot B.A.M.B., 2016. Etude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies de la peau par les Abbey du Département d'Agboville (Côte d'Ivoire) et évaluation de l'activité antifongique de quatre plantes sur *Sclerotium rolfsii*, un phytopathogène. Thèse Unique, Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire, 180 p.
- [27] Hamadache A., Lamarti A. & Badoc A., 2010.- Résistance *in vitro* de Botrytis cinerea à trois fongicides. *Bulletin de société de la pharmacie de Bordeaux*, 149 : 103-114 p.
- [28] Pamo T.E., Tapondjou L., Tendonkeng F., Nzogang J.F., Djoukeng J., Ngandeu F. & Kana J.R. 2003. Effet des huiles essentielles des feuilles et des extrémités fleuries de *Cupressus lusitanica* sur la tique (Rhipicephalus lunulatus) à l'Ouest-Cameroun. *Revue de l'Académie des Sciences du Cameroun*3(3): 169-175.
- [29] Ling B., Zhang M., Kong C., Pang X. & Liang G. 2003. Chemical composition of volatile oil from *Chromolaena odorata* and its effect on plant, fungi and insect growth. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao.* 14(5) : 744-6.
- [30] Zirihi G. N., Datté J. Y., Kra-Adou K. M. et Grellier P., 2007. Phytochemical and pharmacological studies of the alcoholic extract (MFA) of *Fagara macrophylla* Oliv. Engl. (Rutaceae) : the chemical structure of the active compound inducing antipaludic activity. *Journal of Chinese Clinical Medicine*, 2 : 205-210.
- [31] Mezouar D., Lahfa F. B., Abdelouahid D. E., Adida H., Rahmoun N. M., Boucherit Z. et Otmani, 2014.- Activité antimicrobienne d'extraits d'écorce de racine de *Berberis vulgaris*. *Springer*, 12 (6) : 380 p.
- [32] Mohammedi, 2013 : Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. 84 p.
- [33] Giordani, Hadeif, Kaloustian, 2008: Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia*, 79. P 199-203.
- [34] Amadou S. B., 2005.- Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *cumbretum glutinosum* Perr. Ex. D. C. (Combretaceae). Thèse de pharmacie, Faculté de médecine dev pharmacie et d'odonto-stomatologie de Mali. 120 p.
- [35] Coulibaly K., 2012. Etude botanique, pharmacologique et exploration phytochimiques des extraits de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba*, deux espèces ligneuses commerciales, médicinales antimicrobiennes de la forêt de Mopri. Tiassalé (Sud de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan. UFR Bioscience, 183 p.
- [36] Cowan M. M., 1999.- Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbial Review*, 12 : 564-582.

Dosage du BNP, NT-pro BNP : Lequel choisir en milieu hospitalier ?

[BNP, NT-pro BNP tests : Which one to choose in a hospital setting ?]

Doss Bennani Dounia, Mahyaoui Zineb, Morjan Asmaa, and Kamal Nabiha

Laboratoire de Biochimie, Hôpital Ibn Rochd, CHU Ibn Rochd, Université Hassan II, Faculté de Médecine et de Pharmacie,
Casablanca, Maroc

Copyright © 2020 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 role of the natriuretic peptide assay: brain natriuretic peptide (BNP) and N-terminal pro-BNP natriuretic peptide (NT-proBNP) in the diagnosis and prognosis in patients with heart failure has been approved by the Food and Drug Administration (FDA). This dosage is more and more frequently requested in the hospital environment, particularly in the context of the differential diagnosis of dyspnea in a patient presenting to the emergency department. The difficulty for the biologist is to choose between the dosage of BNP biologically active hormone and the assay of NT-proBNP, non-active peptide. This is a bibliographic study that consists of the analysis of different clinical and bibliographic studies that have compared the dosage of these two cardiac markers.

The BNP assay is faster and is characterized by a lower glomerular filtration dependence compared to NT-proBNP and a shorter half-life that allows to rapidly monitor its variations. However, because of its excellent stability, the NT-proBNP makes it possible to avoid the false negatives due to the delay of delivery in the university centers. It is performed by automated technique which allows an easy realization of a large number of tests and it also allows a better detection of the early stages of heart failure.

KEYWORDS: markers, BNP, NT-proBNP, biochemical assay, hospital setting, heart failure.

1 INTRODUCTION

Au cours des dernières années, de nombreux auteurs ont traité et validé la place du dosage des peptides natriurétiques : brain natriuretic peptide (BNP) et du N-terminal proBrain natriuretic peptide (NT-proBNP) dans la prise en charge de l'insuffisance cardiaque. Néanmoins, quel paramètre choisir en milieu hospitalier ? Cette question qui n'a toujours pas de réponse décisive, fait l'objet d'un débat d'actualité qui tourne plus à l'affrontement d'experts qu'à la mise en évidence de preuves de la supériorité d'un marqueur par rapport à l'autre. Le biochimiste doit cependant être orienté pour faire le bon choix qui convient aux critères médicaux, locaux et pratiques dont il dispose. Ce travail a pour but de répondre à cette question, il vise à comparer le dosage de ces deux marqueurs de l'insuffisance cardiaque en milieu hospitalier.

2 MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude bibliographique qui consiste en l'analyse des différentes études cliniques et bibliographiques ayant traité et comparé le dosage des deux marqueurs cardiaques par les différentes méthodes existantes et ce au niveau de différents centres hospitaliers.

3 RESULTATS

3.1 DE POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE

Critère	BNP	NT proBNP
Molécule	Biologiquement active	Inactive
Demi-vie	Courte (20min)	Plus longue (90-120min)
Variation hémodynamique aigue	++	+
Taux sérique	Faible	Plus élevé
Elimination	Via des récepteurs de clairance	Exclusivement rénale

3.2 DE POINT DE VUE PRE-ANALYTIQUE

Critère	BNP	NT pro BNP
Prélèvement	Sur plasma	Sur sérum ou plasma
Nature du tube	Plastique (polyéthylènetéréphtalate)	Verre ou plastique
Stabilité	4heures	7jours à T°ambiante 10 jours à + 4°C
Influence de la coagulation du prélèvement	Dégradation	Pas de dégradation

3.3 DE POINT DE VUE ANALYTIQUE

Critère	BNP	NT pro BNP
Dosage	Console portable	Centralisé
Méthode de dosage	Simple mais un par un	Automatisée, réalisation facile d'un grand nombre
Technique de dosage	Couples d'AC différents	Couples d'AC similaires
Rendu du résultat	15min	45min à 1h30

3.4 DE POINT DE VUE POST-ANALYTIQUE

Critère	BNP	NT pro BNP
Sensibilité pour poser le diagnostic de l'insuffisance cardiaque	+++	+++
Valeur prédictive négative	+++	+++
Variabilité liée à la méthode	Forte 13-15%	Faible < 5%
Augmentation avec la sévérité de l'insuffisance cardiaque	Moins régulière	Plus régulière
Influence de la fonction rénale	Modeste	Parfois importante
Influence de l'âge	Oui, bien documentée	Relation complexe
Seuils dans le diagnostic de l'insuffisance cardiaque	Bien documentés	Documentés mais variables selon les études
Zone grise (résultats douteux)	Large	Réduite par la variation selon l'âge

4 DISCUSSION

Le rôle diagnostique et pronostique du BNP et du NT-proBNP chez les patients insuffisants cardiaques est actuellement bien mis en évidence. Le dosage de ces marqueurs approuvés par la Food and drug administration (FDA) est de plus en plus fréquemment demandé dans le milieu hospitalier dans le cadre du diagnostic différentiel d'une dyspnée chez un patient se présentant aux urgences.

La difficulté pour le biologiste est de choisir entre le dosage du BNP, hormone biologiquement active et le dosage du NT-proBNP, peptide non actif. Les méthodes de dosages disponibles à l'heure actuelle reposent sur des principes généraux semblables : ce sont des techniques immunométriques de type sandwich qui diffèrent par la nature des anticorps utilisés (ELISA). Ces techniques diffèrent également par la marque utilisée et le type de signal mesuré. Enfin, elles diffèrent par la nature des épitopes ciblés [1].

4.1 DE POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE

- La différence entre les demi-vies plasmatiques du BNP et du NT-proBNP explique que leurs concentrations ne puissent être équivalentes et ne sont donc pas comparables [1].
- La courte demi-vie du BNP permet de suivre assez rapidement ses variations. Alors que la demi-vie du NT-pro BNP étant plus longue fait que ses variations seront mesurables à un intervalle de 12 heures [2], [3], [4].
- Le taux sérique du NT-proBNP étant plus important que celui du BNP, l'imprécision dans sa mesure sera moindre [1], [5], [6], [7].
- Le NT-proBNP se caractérise par une élimination exclusivement rénale d'où une interaction plus marquée avec la fonction rénale, démontrée par plusieurs études [4], [8], [9].

4.2 DE POINT DE VUE PRE-ANALYTIQUE

Les avantages du dosage du NT-proBNP de point de vue pré-analytique sont considérables :

- Le NT-proBNP peut être prélevé sur plusieurs types d'échantillons : plasma EDTA, plasma hépariné ou sérum, contrairement au BNP qui ne peut plus être dosé dans le sérum.
- Le NT-proBNP a une longue stabilité (après centrifugation, 7 jours à une température entre 10-4 °C, 12 mois à -20 °C) [4] en comparaison avec le BNP dont la stabilité dure 4h. La conservation du NT pro-BNP est donc meilleure ce qui permet une réelle facilité d'utilisation dans les centres hospitaliers où le circuit du tube est plus difficilement contrôlable [1], [4].

4.3 DE POINT DE VUE ANALYTIQUE

Le dosage du NT-proBNP prend le dessus en ce qui concerne le processus analytique par ces différents avantages :

- Son dosage est centralisé et automatisé permettant une réalisation facile d'un grand nombre de tests. Ce qui sera plus pratique en milieu hospitalier que de faire passer les prélèvements un par un comme il est le cas pour le dosage du BNP.
- Les kits destinés au dosage du NT-proBNP mettent en œuvre des couples d'anticorps similaires dirigés contre les mêmes épitopes. En revanche, les kits de dosage du BNP se caractérisent par l'utilisation de couples d'anticorps différents. Ce qui n'est pas pratique en milieu hospitalier où les malades suivis pour insuffisance cardiaque chronique doivent bénéficier d'un dosage par la même technique au fil du temps [2], [9].
- Les résultats du dosage sont comparables inter-laboratoire chez un même patient contrairement au BNP.
- La précision des mesures est supérieure à celle du BNP.

4.4 DE POINT DE VUE POST-ANALYTIQUE

- Différentes études cliniques ont comparé les performances des deux marqueurs et ont conclu que les caractéristiques des tests sont équivalentes pour le BNP et le NT-proBNP, avec une faible spécificité et une grande sensibilité. Le Golf a déclaré dans une étude qui a inclut 98 patients une performance supérieure de la NT-proBNP (sensibilité 98% et spécificité 52%) par rapport à la BNP (sensibilité 92% et spécificité 49%) mais qui reste toutefois minime [1], [3].
- Les techniques de dosage du BNP utilisent chacune des anticorps reconnaissant différents épitopes du BNP, donnant par conséquent des résultats variables pour un même échantillon, l'interprétation du dosage du BNP devant tenir compte des techniques de mesure. Cette variabilité a été évaluée par les différentes études comme étant forte se situant aux alentours de 13 à 15%. Ce problème ne se pose pas pour le dosage du NT-proBNP où les résultats sont toujours comparables chez un même patient quelle que soit la technique du dosage [2], [3], [9].

- Les valeurs de BNP et de NT-proBNP augmentent avec la sévérité de l'insuffisance cardiaque, de manière plus régulière pour le NT-proBNP que pour le BNP, ce qui permettrait une meilleure détection des stades précoces de cette affection par le dosage du NT-proBNP.
- L'équipe de Luchner qui a travaillé sur 469 patients montre que les deux marqueurs sont influencés par un dysfonctionnement rénal et sont corrélés au taux de filtration glomérulaire : pour une insuffisance rénale faible à modérée, le BNP et le NT-proBNP augmentent d'un facteur deux pour un dysfonctionnement ventriculaire modéré (FEVG > 35 %) et d'un facteur quatre pour un dysfonctionnement sévère (FEVG < 35 %). Lorsque l'insuffisance rénale est sévère ou terminale, l'augmentation des deux marqueurs est encore plus marquée avec cette fois-ci une différence de clairance constatée entre les deux peptides, mais uniquement dans les situations d'insuffisance ventriculaire majeure avec pour conséquence une plus forte augmentation du NT-proBNP [4], [10].
- Des seuils décisionnels du BNP et du NT-proBNP sont standardisés. Bien que ces seuils sont différents, leur utilisation obéit à des règles communes utilisant deux seuils qui encadrent une zone grise où le dosage de ces peptides ne permet pas de trancher. Le seuil inférieur est celui en-dessous duquel l'insuffisance cardiaque est très peu probable : < 100 pour le BNP et 400 pg/mL pour le NT-proBNP. Le seuil supérieur est celui au-delà duquel l'insuffisance cardiaque est très probable : > 400 pour le BNP et 2 000 pg/mL pour le NT-proBNP. Pour ce dernier, l'utilisation de seuil variant en fonction de l'âge (450 avant 50 ans, 900 entre 50 et 75 ans, 1 800 pg/mL après 75 ans) réduit la zone grise sans la faire disparaître [3], [11].

5 CONCLUSION

En milieu hospitalier, le dosage du BNP a la particularité du délai plus rapide du rendu du résultat et de la plus faible dépendance de la filtration glomérulaire par rapport à la NT-proBNP. Ainsi que sa demi-vie plus courte permettant de suivre rapidement ses variations. Cependant, ces avantages restent limités par rapport à ceux du dosage du NT-proBNP qui permettrait d'une part du fait de son excellente stabilité d'éviter des faux négatifs à cause du retard d'acheminement non contrôlable au niveau des grands centres hospitaliers, et d'autre part une réalisation facile d'un grand nombre de tests par technique automatisée. Ce dosage permet également une meilleure détection des stades précoces de l'insuffisance cardiaque ce qui servira pour éviter les complications tardives de cette affection.

REFERENCES

- [1] C. Le Goff¹, J.-F. Kaux², C. Bovy³, A. Da Silva⁴, J.-P. Chapelle¹. Comparaison des taux de BNP et NT-proBNP chez des patients insuffisants rénaux pour prévenir l'insuffisance cardiaque. Département de Biologie Clinique, Service de Chimie Médicale, CHU Sart Tilman, Belgique.
- [2] P. JOURDAIN Unité Thérapeutique d'Insuffisance Cardiaque, Centre Hospitalier R. Dubos, PONTOISE. BNP, NT-Pro-BNP: quel peptide natriurétique choisir?
- [3] M. GALINIER, Fédération des Services de Cardiologie, CHU, TOULOUSE. BNP, NT- proBNP : lequel choisir en pratique ?
- [4] C. Lebrun¹, Y. Neuder², C. Pison³. 1 Service de biochimie, Centre hospitalier de Chambéry. 2 Service de réanimation médicale, Centre Hospitalier Lyon Sud, Pierre Bénite. 3 Service de biostatistiques des Hospices Civils de Lyon : BNP ou NT-proBNP : "mon coeur balance".
- [5] D. Collin-Chavagnac¹ D. Jacques² Laboratoire de biochimie, Centre Hospitalier Lyon Sud, Pierre Bénite 2 Service de réanimation médicale, Centre Hospitalier Lyon Sud, Pierre Bénite BNP/NT-proBNP : que choisir dans un laboratoire d'urgences ?
- [6] L. BAL¹, S. THIERRY : General Intensive Care Unit and 2Biochemistry Department, SudFrancilien Hospital Center, Evry, France : B-type natriuretic peptide (BNP) and N- terminal-proBNP for heart failure diagnosis in shock or acute respiratory distress
- [7] P. Raya, Y. Lefort^b. Service d'accueil des urgences, APHP, groupe hospitalier Pitié- Salpêtrière, 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, France. Intérêt du dosage des peptides natriurétiques en urgence.
- [8] Patrick Raya Service d'accueil des urgences, groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, AP— HP, 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, France : Intérêt et limites des biomarqueurs en médecine d'urgence.
- [9] Damien LOGEART. Insuffisance cardiaque et dosage du BNP en pratique clinique
- [10] Luchner A, Hengstenberg C, Löwel H, Riegger GAJ, Schunkert H, Holmer S. Effect of compensated renal dysfunction on approved heart failure markers : direct comparison of brain natriuretic peptide (BNP) and N-terminal Pro-BNP. Hypertension 2005 ; 46 : 118-23.
- [11] JANUZZI JL, CHEN-TOURNOUX AA, MOE G. Amino-terminal pro-B-type natriuretic peptide testing for the diagnosis or exclusion of heart failure in patients with acute symptoms. Am J Cardiol, 2008 ; 101 : 29-38.

Dynamique de l'érosion hydrique des sols agricoles dans le bassin versant du Bandama blanc Nord de la Côte d'Ivoire

[Dynamics of agricultural soils in the white Bandama watershed northern Côte d'Ivoire]

Dramane BAMBA¹, Kouassi T. Pascal ANGUI¹, Kouakou Hervé KOUASSI², Gneneyougo Emile SORO¹, and Jean-Philippe Attoungbré Deguy¹

¹Laboratoire Géosciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Laboratoire Sciences et Technologies de l'Environnement, Université Jean Lorougnon GUÉDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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 white Bandama watershed in its upstream part is strongly anthropised. Its position in a semi-arid zone gives it a high vulnerability to water erosion. However, water erosion of soils is at the root of many environmental and socio-economic problems. It therefore appears necessary to evaluate soil losses due to water erosion. To do this, the Wischmeier and Smith equation, or Universal Soil Loss Equation: USLE, is therefore a tool of choice for the modeling of the erosive process. This model works with the multiplication of six erosion factors namely the erosivity of the rain, the erodibility of the soil, the inclination and the slope length, the vegetation cover and the anti-erosion practices, in a Geographical Information System. The results obtained are at the scale of the watershed and in spatial unit (pixel of the DTM). Thus, the value of the average losses in 1986 is 42.87 t / ha / year, this value drops to 25.98 t / ha / year in 2001 and stands at 36.53 t / ha / year in 2016. In addition, vegetation cover, erodibility and erosivity of rainfall are the factors that most modulate erosion in this basin.

KEYWORDS: Water erosion, Soil loss, Wischmeier and Smith's equation, Geographic Information System, Bandama white.

RESUME: Le bassin versant de Bandama blanc dans sa partie amont est fortement anthropisé. Sa position dans une zone semi-aride lui confère une grande vulnérabilité, vis-à-vis de l'érosion hydrique. Or, celle-ci est à l'origine de nombreux problèmes environnementaux et socio-économiques. Il apparaît donc nécessaire d'évaluer les pertes de sol dues à l'érosion hydrique. Pour se faire, l'équation universelle de perte de sol de Wischmeier et Smith, se présente donc comme un outil de choix pour la modélisation du processus érosif. Ce modèle USLE marche avec la multiplication de six facteurs d'érosion à savoir l'érosivité de la pluie, l'érodibilité du sol, l'inclinaison et la longueur de la pente, le couvert végétal et les pratiques antiérosives, dans un Système d'Information Géographique. Les résultats obtenus sont à l'échelle du bassin versant et en unité spatiale. Ainsi, la valeur des pertes moyennes en 1986 est 42,87 t/ha/an. Elle chute à 25,98 t/ha/an en 2001 et remonte à 36,53 t/ha/an en 2016. En outre, le couvert végétal, l'érodibilité et l'érosivité des pluies sont les facteurs qui modulent le plus l'érosion sur ce bassin.

MOTS-CLEFS: Erosion hydrique, perte de sol, équation de Wischmeier et Smith, Système d'information géographique, Bandama blanc.

1 INTRODUCTION

L'érosion hydrique est un phénomène naturel responsable de la dégradation des sols à travers le monde [1], [2]. Elle est capable d'entraîner une perte annuelle de terre estimée à 25 milliards de tonnes par an. Par ailleurs, ce phénomène est une des causes majeures de dégradation des sols qui se traduit par la perte de la surface du sol due à l'eau qui entraîne des

particules de sol pour les déposer plus loin. Elle est également à l'origine de l'envasement des barrages. L'érosion hydrique reste un problème environnemental majeur tant sur les zones érodées que sur celles de sédimentations. En effet, elle accélère le processus sédimentaire dans les bas-fonds et l'accumulation des charges solides dans les cours d'eau. Ainsi, cela va provoquer la réduction de la capacité de stockage des réservoirs d'eau et augmenter les risques d'inondation [3]. On note également la perturbation du cycle de l'eau et l'accumulation des polluants dans les réservoirs, entraînant l'eutrophisation, avec une menace sur la biodiversité. Au niveau des zones érodées, on relève la réduction de la fertilité des sols et la productivité agricole [4]. L'évolution des technologies spatiales et des moyens d'acquisition de l'information géographique à distance, ont augmenté les méthodes existantes et ont fourni des méthodes efficaces de mesure d'analyse et de gestion des ressources naturelles à des échelles allant de la parcelle au bassin versant. Le modèle numérique de terrain (MNT) ainsi que les données de télédétection et les SIG peuvent être utilisés avec succès pour permettre une évaluation rapide et détaillée des risques d'érosion [5], [6]. L'étude porte sur le bassin versant du Bandama blanc amont (Nord de la Côte d'Ivoire). Ce bassin est situé dans une zone semi-aride et abrite 71% des barrages agropastoraux du territoire ivoirien [7]. Tenant compte de sa très grande vulnérabilité à l'érosion hydrique et des activités socio-économiques qui s'y déroulent, il est nécessaire d'évaluer les pertes de sol sur ce bassin. Elle vise l'utilisation du modèle USLE, intégré à un environnement SIG pour estimer et analyser la dynamique des pertes de sol du bassin versant du Bandama blanc amont, afin de contribuer à la mise en place d'une politique de gestion durable des sols agricoles.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le bassin versant du Bandama Blanc amont est situé entre 9°22' et 10°26' N et entre 5°00' et 6°30' W. Il s'étend sur quatre régions, à savoir Bagoué, Hambol, Poro et le Tchologo. Il abrite Korhogo le chef-lieu de la région du Poro et Ferkessedougou, celle du Tchologo avec une superficie d'environ 10 184,35 Km². Le bassin est drainé par le fleuve Bandama blanc et ses affluents. Le cours d'eau principal est long de 222 km (Figure 1). La topographie du bassin du Bandama blanc est caractérisée par un ensemble de plateaux aplanis monotones et mollement ondulés, avec une succession de petites collines. L'altitude varie entre 200 et 650 m. Le bassin versant est caractérisé par deux saisons très opposées : une saison sèche très longue allant d'Octobre à Avril et une saison des pluies assez courte de Mai à Septembre. Le climat est soudanien avec une précipitation annuelle qui varie de 1000 à 1200 mm en moyenne. La pédologie du bassin, abrite des sols ferrugineux tropicaux et parfois cuirassés. Ce sont des sols dont les propriétés physiques sont médiocres (sols indurés peu profonds) présentant des contraintes à l'aménagement. La zone d'étude est savanicole, à savoir savanes herbeuses, arbustives ou arborées.

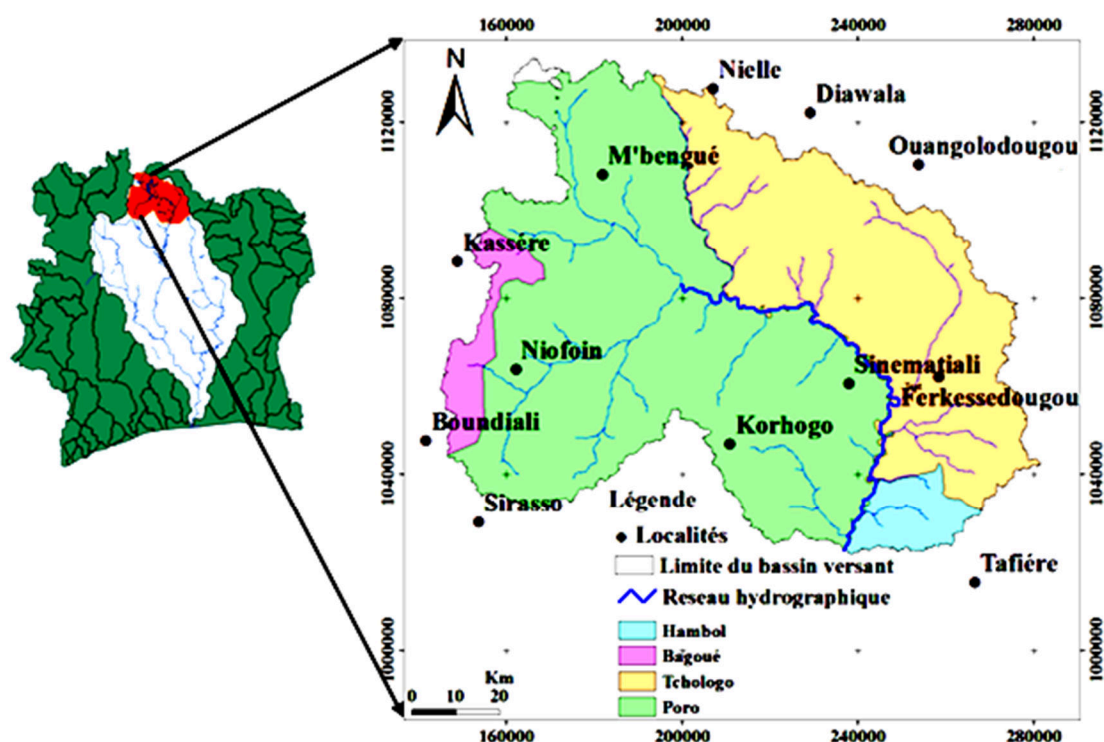


Fig. 1. Carte de situation de la zone d'étude

3 DONNEES ET METHODES

3.1 DONNEES

Les données utilisées pour mettre en œuvre la présente étude se composent d'images satellitaires, d'un modèle numérique de terrain, de données pédologiques et climatiques. Les images satellitaires utilisées sont composées d'images LANDSAT TM, ETM+ et OLI (Tableau 1). L'intervalle de temps entre ces images est de 15 ans et les bandes 4, 5 et 7 de résolution 30 m ont permis de discriminer les classes d'occupations du sol.

Tableau 1. Image Landsat utilisées

Satellites	Capteurs	Périodes	Scènes	Résolution (m)
Landsat4-5	TM	06 Novembre 1986	197-053	30
Landsat4-5	TM	06 Novembre 1986	197-054	30
Landsat 7	ETM+	21 Décembre 2001	197-053	30
Landsat 7	ETM+	21 Décembre 2001	197-054	30
Landsat8	OLI	20 Décembre 2016	197-053	30
Landsat8	OLI	20 Décembre 2016	197-054	30

Source : <http://earthexplorer.usgs.gov/>

Le modèle numérique de Terrain (MNT) utilisé à une résolution de 30 m et est disponible gratuitement sur le site suivant : <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Il a permis d'effectuer les études morphologiques.

La carte pédologique numérique du monde DSMW (Digital Soil maps of World) est utilisée pour étudier la texture et la structure des sols, afin de déterminer l'érodibilité des sols de la zone d'étude. Elle est à l'échelle 1/500000 source [8].

Les données climatiques sont essentiellement constituées de données pluviométriques de 1972 à 2016. Elles proviennent des bases historiques de la SODEXAM (Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique). Elles sont issues de 12 stations pluviométriques situées dans le secteur d'étude et dans ses environs.

3.2 METHODES

Pour estimer l'érosion des sols et élaborer des plans de gestion de l'érosion des sols, de nombreux modèles d'érosion ont été développés. Le modèle le plus utilisé dans le monde pour prédire la perte de sol est l'équation universelle de perte en sol USLE, en raison de sa commodité d'intégration dans les systèmes d'information géographique (SIG). Bien qu'il s'agisse d'un modèle empirique, il prédit non seulement les taux d'érosion des bassins en connaissant les caractéristiques des bassins versants et les conditions hydroclimatiques locales, mais il présente aussi l'hétérogénéité spatiale de l'érosion des sols [9]. L'équation universelle de perte de sol développée par [10] a été utilisée pour estimer la perte annuelle de sol par l'érosion en nappe.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \text{ (Eq.1)}$$

Où :

A: Perte annuelle de sol ($t \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$);

R : facteur d'érosivité des pluies ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot an^{-1}$);

K : facteur d'érodibilité du sol ($t \cdot ha \cdot h \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$);

L : longueur de la pente (m) ;

S : inclinaison de la pente (%);

C : facteur sans dimension de la couverture végétale et des pratiques culturales ;

P : facteur sans dimension de contrôle de l'érosion et des pratiques de conservation du sol.

FACTEUR D'EROSIVITE DE PLUIE, R

L'érosivité de la pluie a été calculée à l'aide de l'équation (2) de [11].

$$R = PAM * 0,5 \quad (Eq.2)$$

R : Erosivité en (MJ mm/ha.h.an) ; PAM: Précipitation Annuelles Moyenne en (mm).

Le calcul de R a été fait pour chaque station, puis on a interpolé les résultats, selon la méthode déterministe de la Pondération par l'Inverse de la Distance (IDW), avec le logiciel Arcgis 10.2.2.

FACTEUR D'ERODIBILITE DU SOL, K

L'érodibilité des sols est déterminée à l'aide de l'équation (3) de [12] grâce à la carte numérique mondiale du sol DSMW (Digital Soil Map of the World).

$$K_{USLE} = f_{csand} * f_{cl-si} * f_{orgC} * f_{hisand} \quad (Eq.3)$$

f_{csand} : pourcentage de sable grossier pour les sols faiblement sableux ;

f_{cl-si} : fraction d'argile et de limon pour les sols avec un taux élevés d'argile ;

f_{orgC} : fraction de carbone organique ;

f_{hisand} : fraction de sable pour les sols à forte teneur en sable.

Les différentes fractions de l'équation (3) ont été calculées à l'aide des équations (4, 5, 6 et 7), et des données sur le bassin versant du Bandama blanc [8] (Tableau 2).

Tableau 2. Pourcentage des fractions de sable, limon, argile et carbone organique du bassin versant de Bandama blanc amont [8]

Types de sols	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)	Org (C%)
Plinthis Acrisols	80	12	7,8	0,69
Ferric Acrisols	81,1	8,7	10,2	1,74
Ferric Luviosols	82,2	7,3	10,5	0,37
Plinthic Luviosols	74,8	11	14,2	0,55

$$f_{csand} = (0.2 + 0.3 * (-0.256 * m_s * (1 - \frac{m_{silt}}{100})) \quad (Eq.4)$$

$$f_{cl-si} = \left(\frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right) \quad (Eq.5)$$

$$f_{orgC} = \left(1 - \frac{0.25 * OrgC}{orgC + \exp(3.72 - 2.95 * orgC)} \right) \quad (Eq.6)$$

$$f_{hisand} = \left(1 - \frac{0.7(1 - \frac{m_s}{100})}{(1 - \frac{m_s}{100}) + \exp(-5.51 + 22.9(1 - \frac{m_s}{100}))} \right) \quad (Eq.7)$$

Où :

m_s : la teneur en fraction de sable (0.05-2 mm de diamètre) % ;

m_{silt} : la teneur en fraction de limon (0.002-0.05 mm de diamètre) % ;

$orgC$: la teneur en carbone organique %.

FACTEUR TOPOGRAPHIQUE, LS

Le facteur topographique (LS) a été calculé à l'échelle du bassin de Bandama blanc amont à l'aide de l'équation de [13] et de [14] (équation 8).

$$LS = \frac{S_j * (\lambda_j^{m+1} - \lambda_{j-1}^{m+1})}{(\lambda_j - \lambda_{j-1}) * (22.13)^m} \text{ (Eq. 8)}$$

Où les paramètres λ et m représentent respectivement la carte des pentes en degré et la carte d'accumulation de flux du bassin de Bandama blanc amont.

FACTEUR DU COUVERT VEGETAL, C

Les données de télédétection ont permis de caractériser l'occupation du sol. Ce qui a permis la détermination du facteur de couverture végétale (C) de l'équation universelle des pertes de sol. Les images satellitaires TM 1986, ETM 2001 et OLI 2016 sont enregistrées à intervalle de 15 ans afin de bien apprécier les évolutions des unités paysagères. La détermination de ce facteur C a été faite à partir de la cartographie de l'occupation du sol en attribuant à chaque classe d'occupation de sol des valeurs du facteur C (tableau 3).

Tableau 3. Valeurs de C pour différentes cultures et pratiques ([10], [15])

Occupations du sol	Valeurs de C
Forêt galerie	0.001
Forêt claire	0.7
Savane arborée	0.3
Cultures	0.6
Plantation de mangue/anacarde	0.25
Cultures irriguées	0.15
Plantation de canne à sucre	0.27
Jachère	0.017
Bâtisse	0.2
Sol nu	1
Eau	0

FACTEUR PRATIQUE ANTI EROSIVE P

La détermination du facteur pratique anti érosion P se fait selon la même méthode que le facteur C. Elle consiste à affecter des valeurs du facteur P à chaque occupation du sol. Les valeurs de P utilisées sont dans le (tableau 4). Ces valeurs dans le cadre de notre étude, varient entre 0,5 et 1. Les valeurs proches de 1 correspondent aux zones dénudées et naturelles et elles proches de 0,5 représentent les zones de cultures qui protègent moins les sols contre l'érosion.

Tableau 4. Valeurs de P pour différentes cultures et pratiques [10]

Occupations du sol	Valeurs de P
Forêt galerie	1
Forêt claire	1
Savane arborée	0,8
Cultures	0,5
Plantation de mangue/anacarde	0,8
Cultures irriguées	0,5
Plantation de canne à sucre	0,8
Jachère	1
Bâtisse	1
Sol nu	1
Eau	1

DETERMINATION DES PERTES DE SOL A

L'application de l'équation universelle des pertes de sol (USLE) dans le SIG, permet la spatialisation et l'évaluation de l'érosion hydrique du bassin versant. Elle passe par l'évaluation des différents facteurs de l'équation. L'érosivité R obtenue à partir des données pluviométriques, l'érodibilité K obtenue grâce à la carte numérique des sols du monde DSMW, [8], le facteur topographique à partir du modèle numérique de terrain MNT, le facteur antiérosive P à partir des images Landsat et de l'occupation du sol enfin le facteur couvert végétal C obtenu à partir des images Landsat et d'occupation du sol. La multiplication de ces six facteurs évalués dans un environnement SIG permet d'obtenir la perte de sol à l'échelle du bassin versant et en unité spatiale (pixel du MNT).

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 EROSIVITE DES PLUIES, R

L'érosivité des pluies du bassin versant du Bandama blanc amont a varié sur la période 1972-1986 de 544 à 838 MJ.mm/ha/h/an, entre 1987-2001 de 476,61 à 881,77 MJ.mm/ha/h/an et entre 2002-2016 de 491,02 à 755,96 MJ.mm/ha/h/an. Les valeurs moyennes de l'érosivité R sur ces trois périodes sont respectivement de 682,3 ; 627,96 et 566,22 MJ.mm/ha/h/an. Elles sont donc décroissantes (Figure 2).

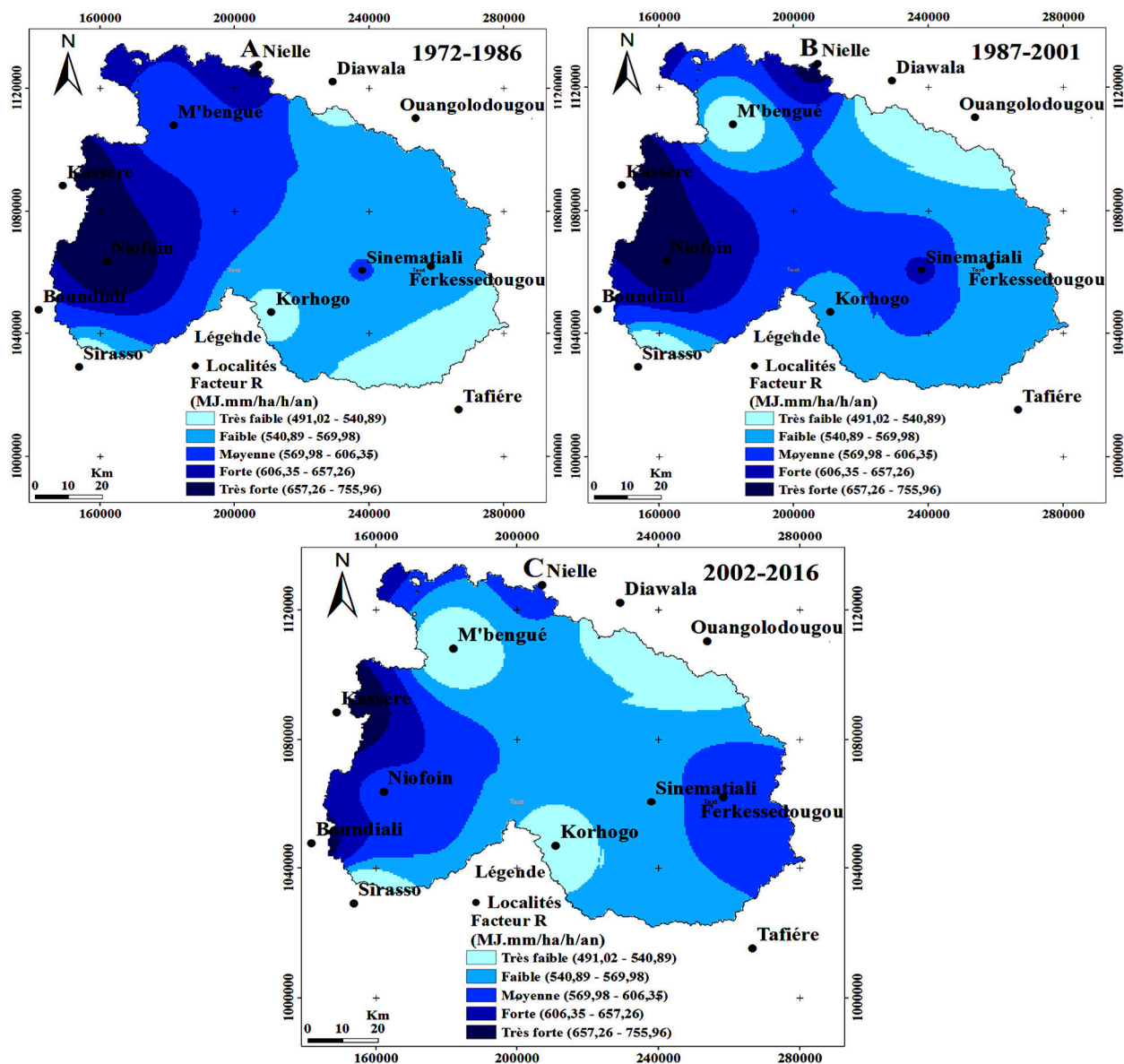


Fig. 2. Erosivité des précipitations: (A) 1972-1986; (B) 1987-2001 et (C) 2002-2016

4.2 ERODIBILITE DES SOLS

Les sols du bassin versant du Bandama blanc amont ont une érodibilité qui varie entre 0,13 et 0,2 t.ha.h/ha.MJ.mm. La valeur du K majoritairement est 0,2 t.ha.h/ha.MJ.mm. Elle correspond au sol Plinthis Acrisols et couvre 47,25% suivi du sol Ferric Acrisols dont le K est 0,16 t.ha.h/ha.MJ.mm, elle couvre 26,82% de la zone d'étude. Ainsi 74,07% des sols de ce bassin versant ont des valeurs $K \geq 0,16$ t.ha.h/ha.MJ.mm alors que les 25,93% restant ont des valeurs $K < 0,15$ t.ha.h/ha.MJ.mm. Elle correspond respectivement aux sols Plinthic Luvisols et Ferric Luvisols dont l'érodibilité sont 0,14 et 0,13 (Figure 3).

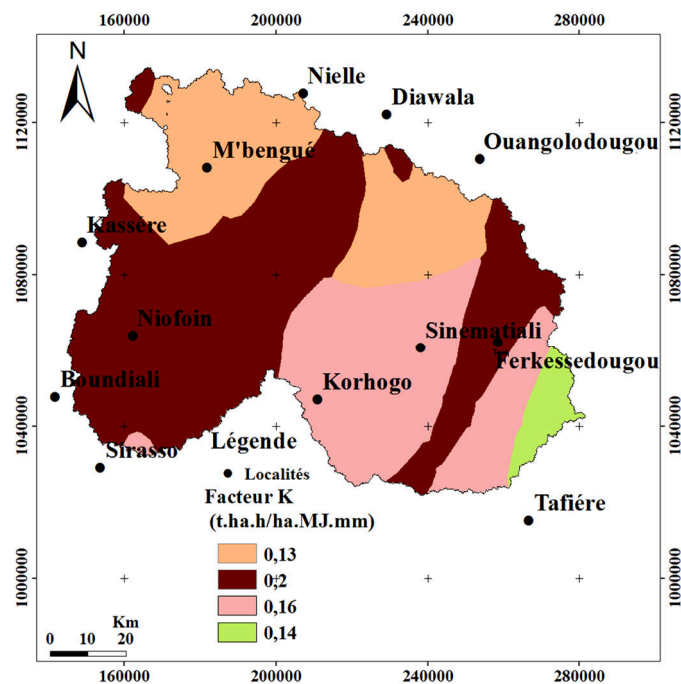


Fig. 3. Répartition de l'érodibilité des sols dans le bassin versant

4.3 FACTEUR TOPOGRAPHIQUE (LS)

La topographie du bassin versant du Bandama blanc amont est relativement plane. Ce qui implique naturellement une répartition des valeurs de LS entre 0,02 et 63,37 avec plus de 98,39% de la surface d'étude ayant le facteur topographique LS compris entre 0,02 et 3,25 (Figure 4). Ces valeurs montrent que le facteur LS influence peu le processus érosif du bassin versant du Bandama Blanc amont.

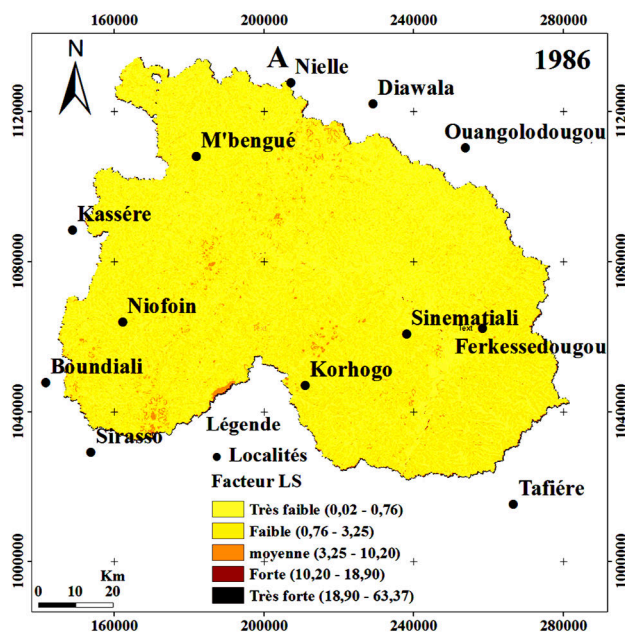


Fig. 4. Carte du facteur topographique LS

4.4 FACTEUR C

La figure 5 montre la répartition du facteur C, qui varie entre 0 et 1. Ainsi, les facteurs C moyen du bassin versant du Bandama blanc amont obtenus en 1986, 2001 et 2016 sont respectivement 0,49 ; 0,39 et 0,55. On observe une régression du facteur C qui passe de 0,49 en 1986 à 0,39 en 2001. L'année 2016 en revanche, a été marquée par une forte remontée à 0,55.

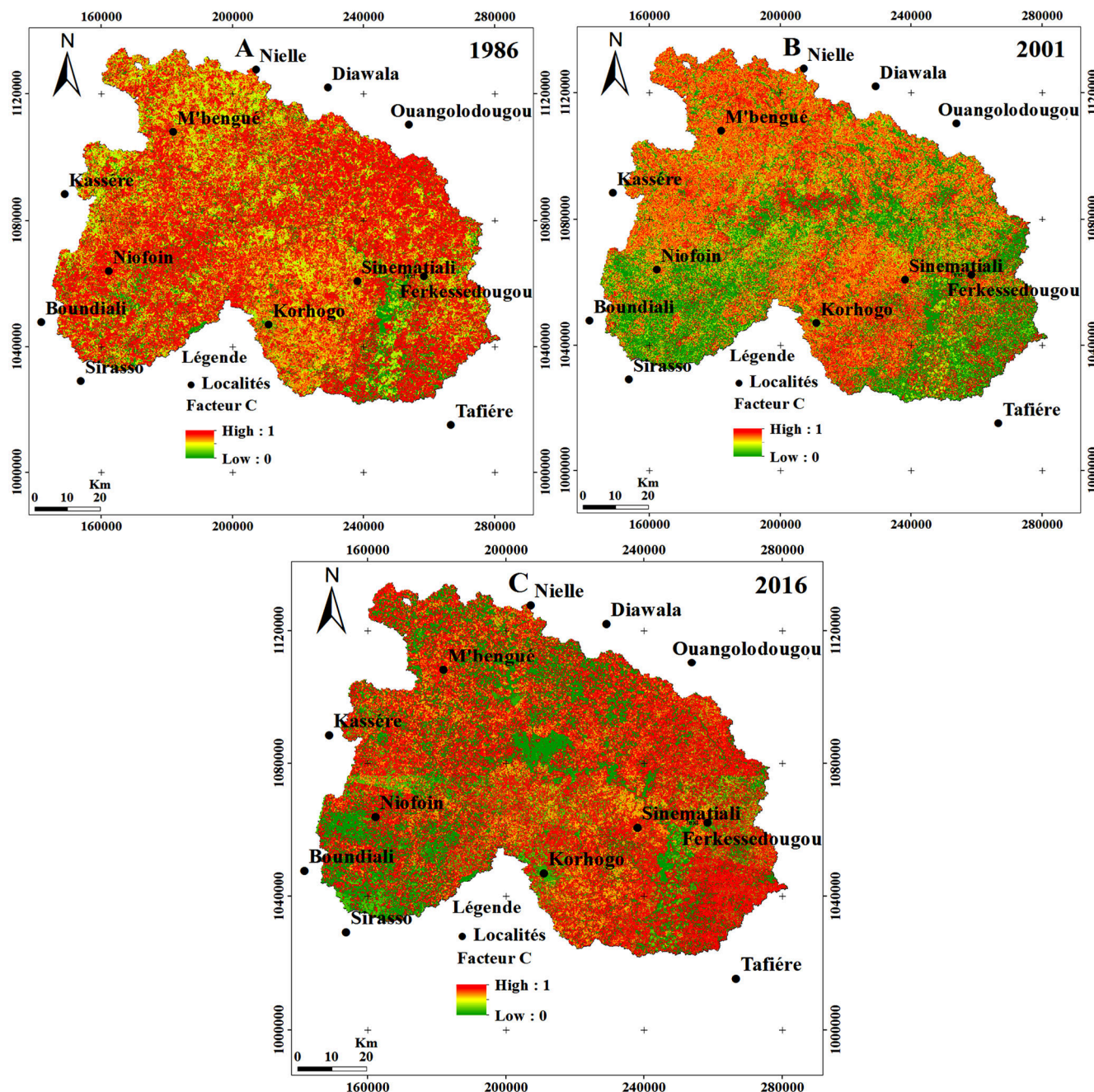


Fig. 5. Facteur C de 1986 (A) ; de 2001 (B) et de 2016 (C)

4.5 FACTEUR PRATIQUE ANTI EROSIVE P

La figure 6 présente la répartition du facteur P qui varie entre 0,5 et 1. Ainsi, les facteurs P moyens du bassin versant du Bandama blanc amont obtenus respectivement en 1986 ; 2001 et 2016 sont 0,87 ; 0,80 et 0,79. Le facteur P a subi une baisse

progressive qui passe de 0,87 en 1986 à 0,79 en 2016. Enfin, l'analyse des valeurs moyennes des pratiques anti-érosives permet de dire que la zone d'étude abrite peu de pratiques anti-érosives.

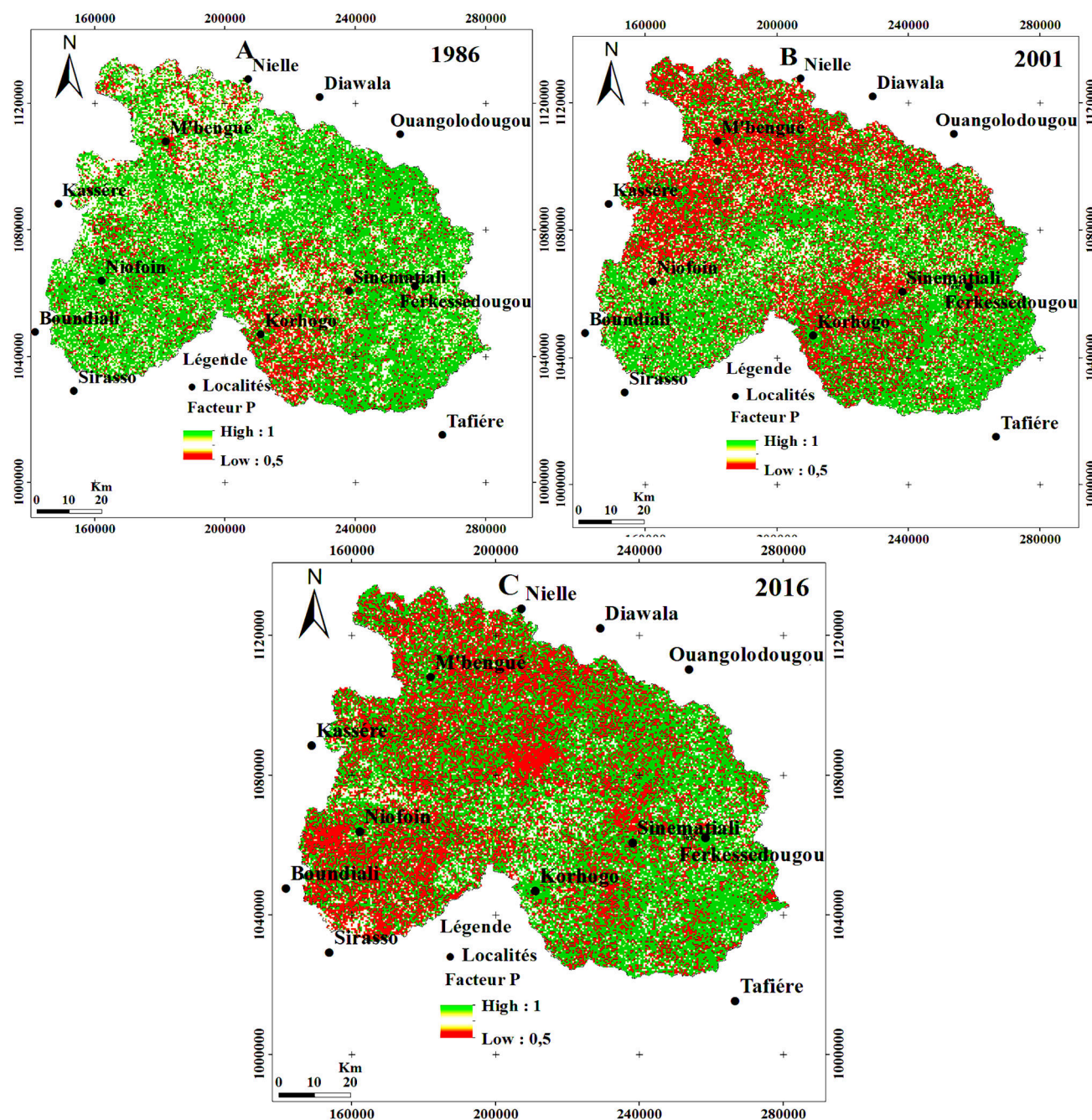


Fig. 6. Facteur P de 1986 (A) ; de 2001 (B) et de 2016 (C)

4.6 ESTIMATION DE LA DYNAMIQUE DES PERTES DE SOL (A)

La multiplication des différents facteurs de l'USLE dans le SIG permet d'obtenir les pertes de sol en t/ha/an par unité spatiale en tout point du bassin versant de Bandama blanc amont. La figure 7 présente les résultats des pertes de sol du Bandama blanc de 1986 à 2016. Les pertes ont varié entre 0 et 3052,16 t/ha/an sur les trois années. La classe des pertes de sols moyenne obtenue, occupe respectivement 31,8; 30,17 et 27,03 % en 1986 ; 2001 et 2016. Cette classe est en régression sur les trois années et représente respectivement 32386,07 ha ; 307261,6 ha et 275282,76 ha. Elle se localise autour des réseaux hydrographiques et des zones avec une bonne couverture végétale. En ce qui concerne la classe des fortes pertes de sols, elle occupe de faible proportion sur le bassin versant et est répartie sur tout le bassin versant sur les trois périodes, avec une

proportion qui subit une augmentation de 12,81% en 1986 à 21,9% en 2001. Toutefois, cette proportion chute à 17,66 % en 2016, soit de 130461,42 ha en 1986 ; 223037,09 ha en 2001 et 179855,47 ha en 2016. Les régions du bassin concernées par la classe des très fortes pertes de sol sont les pentes raides, ainsi que les zones dont le couvert végétal sont fortement dégradées. Sa proportion régresse à 55,38% en 1986 à 47,91% en 2001. Cependant, cette proportion remonte à 55,30 % en 2016. Sa surface qui était de 56008,86 ha en 1986 passe à 487931,82 ha en 2001 et augmente à 563194,1 ha 2016. Les pertes de sol moyennes sur tout le bassin versant qui étaient de 42,87 t/ha/an en 1986 chute à 25,98 t/ha/an en 2001. Néanmoins, cette moyenne remonte à 36,53 t/ha/an.

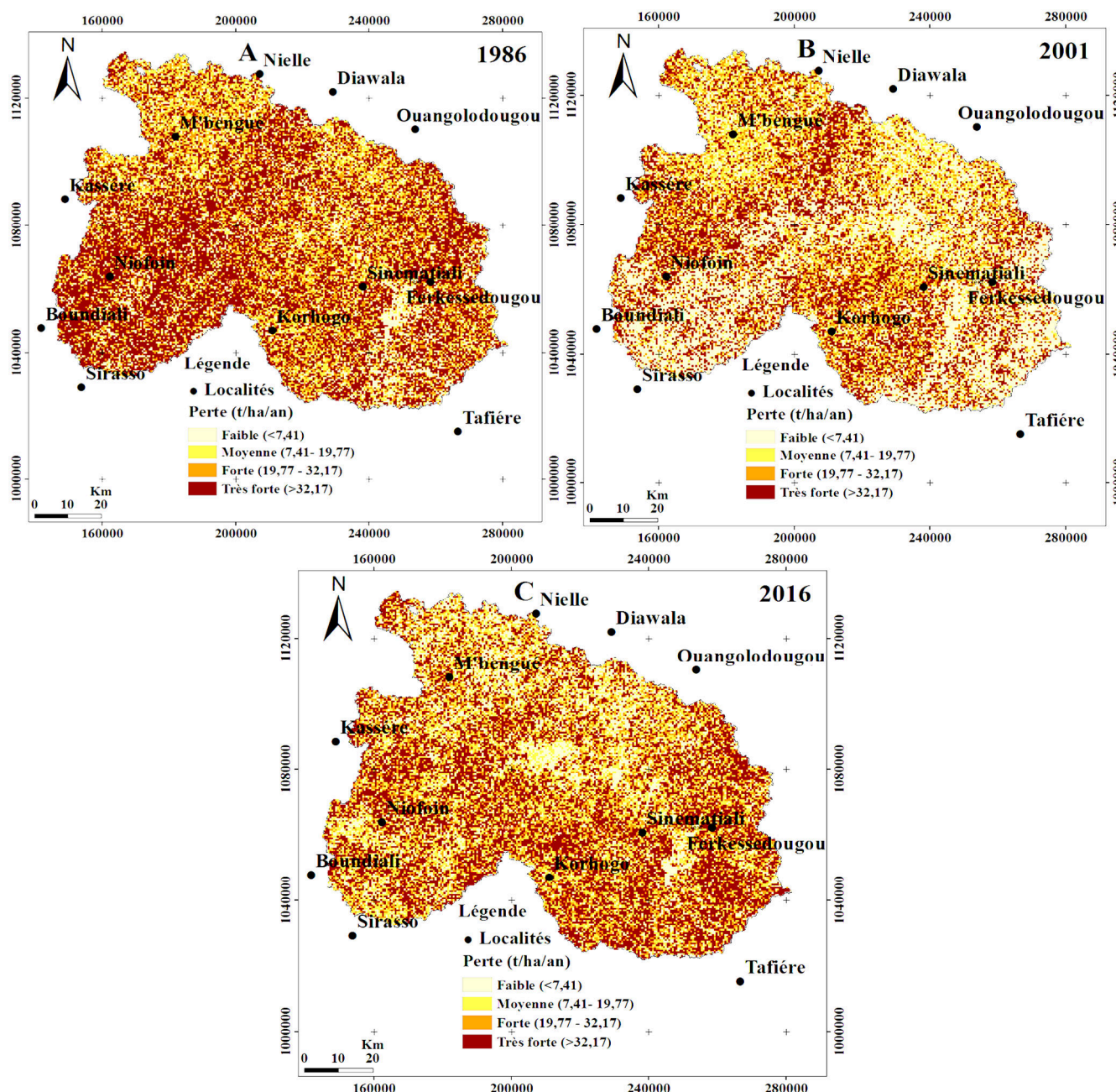


Fig. 7. Dynamique des pertes de sol de 1986 (A) ; 2001 (B) et 2016 (C)

5 DISCUSSION

L'application de l'équation universelle de perte de sol (USLE) sur le bassin versant du Bandama blanc à différente période a permis de dégager la tendance générale de la dynamique de perte de sol. Cette tendance révèle une forte quantité de perte de sol en 1986 qui subit une baisse en 2001 suivie d'une hausse en 2016. Ces tendances s'expliquent par les facteurs dont dépendent l'érosion hydrique, à savoir l'érosivité, l'érodibilité, la topographie et le couvert végétal. En effet, les pentes étant faibles sur le bassin versant, à l'exception de la zone de Korhogo, les pertes de sol dépendent de : l'érosivité R, l'érodibilité K et le couvert végétal C. L'érosivité, moyenne sur les trois périodes (1972-1986 ; 1987-2001 ; 2002-2016) a enregistré une baisse alors que l'érosion a augmenté sur la dernière période. Cette faible valeur de l'érosivité est due à la baisse de la pluviométrie à cause du changement climatique. Cette affirmation est corroborée par [16]. Par ailleurs, selon, [17], les effets sont plus marqués dans les zones arides et semi arides. Bien que, la pluviométrie accélère le phénomène érosif, la rareté des pluies est un frein au développement du couvert végétal. La réduction, voire l'absence de couvert végétal rend les sols vulnérables à l'érosion hydrique à la moindre précipitation, surtout lorsqu'elles sont extrêmes. Cette dernière partie peut expliquer la hausse de l'érosion en 2016 malgré la diminution de la pluviométrie. En effet, les tendances du facteur C présentent une augmentation significative en 2016. Cette augmentation est liée à la dégradation du couvert végétal. Ces résultats de dégradation du couvert végétal sont corroborés par les travaux de [7] et [18] sur le même bassin versant. En plus, de l'intensité de la pluie et de la dégradation du couvert végétal qui modulent les pertes de sol, il s'ajoute la structure et la texture des sols qui indiquent la susceptibilité d'un sol à l'érosion hydrique. En effet, plus de 74% de la zone d'étude ont une érodibilité K qui varient entre 0,16 à 0,2. Cette affirmation est soutenue par [19] car selon eux, les sols à texture dominante sableuse ont des valeurs de K moyenne comprise entre 0,15 à 0,2 et résistent moins à l'érosion hydrique. Ces résultats montrent que la perte de sol moyenne sur les trois périodes est supérieure à la limite tolérable de la classification adoptée par [20] et [21] qui est de 20 t/ha/an.

6 CONCLUSION

Cette étude met en relief la véracité de l'érosion hydrique sur le bassin versant du Bandama blanc amont. Ainsi, les valeurs moyennes de l'érosion obtenues sont supérieures au seuil de tolérance des pertes de sol (20 t/ha/an). Il est donc nécessaire de développer des méthodes de culture, prenant en compte les pratiques antiérosives efficaces. Les facteurs incriminés dans ce processus érosif sont la dégradation du couvert végétal, l'érosivité, l'érodibilité des sols et les pratiques antiérosives. Ils indiquent également que les pertes de sols sont plus élevées sur le sol Plinthic Acrisols et Ferric Acrisols qui représentent à eux seuls plus de 74% de la superficie du bassin.

La présente étude a démontré que les techniques SIG et télédétection permettent la détermination de la distribution spatiale des paramètres USLE à grande échelle. Il s'agit également d'un outil simple et peu coûteux pour modéliser l'érosion des sols, dans le but d'évaluer le potentiel et le risque d'érosion pour une zone inaccessible où les mesures sur terrain sont rares voire inexistantes.

RÉFÉRENCES

- [1] M. Kacem, M. Habi, B. Morsli, B. Estimation de l'érosion hydrique par l'application de l'équation Universelle de pertes en sol (USLE). Cas du bassin versant non jaugé de l'oued Rhiou, (Bassin de Cheliff) Algérie <http://www.geoecotrop.be>, pp. 503-518, 2017.
- [2] A. Y.N'Go, Z. A. Kouadio, A. J. P. Deguy, S. A. Hien, B. T. A. Goula, I. Savané, Influence de la dynamique d l'occupation du sol sur la quantité de perte de sol au sud du bassin versant du Sassandra (Côte d'Ivoire). International Journal of Advanced Research, no. 6, pp. 830-838, 2018.
- [3] T. J. H. Coulibaly, N. Coulibaly, D. Koffi, M. Camara et I. Savané, Cartographie des zones à l'origine de l'ensablement des canaux du bassin versant du Gourou (Abidjan-Côte d'Ivoire). International Journal of Innovation and Applied Studies, no. 6, pp. 2014.
- [4] J. M'seffar, L'érosion des sols agricoles en Estrie, causes et conséquences. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement .M.Env, 163p, 2009.
- [5] S. K. Jain, S. Kumar, et J. Varghese, Estimation of soil erosion for a Himalayan watershed using GIS technique. Water Resources Management no.15, pp. 41-54, 2001.
- [6] M. Kouli, P. Souplos, et F.Vallianatos, Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece. Environmental Geology no. 57, pp. 483-497, 2009.
- [7] D. T. Soro, D. B. Kouakou, A.E. Kouassi, G. Soro, M. A. Kouassi, K. E. Kouadio, S. O. Yéi, N. Soro, Hydroclimatologie et dynamique de l'occupation du sol du bassin versant du Haut Bandama à Tortiya (Nord de la Côte d'Ivoire), 2013. Vol. 13, no.3, <http://journals.openedition.org/vertigo> (2013).

- [8] FAO-Unesco, Carte mondiale des sols 1976 : VI Afrique, 337p, 1976.
- [9] A. Zouagui A, M. Benmansou, N. Amenjou, A. Nouira, M. Sabir, H. Benjellon, H. Marah, A. Benkdad, Application de la technique de ^{137}Cs à l'estimation de l'érosion hydrique dans le bassin versant de Moulay Bouchta, Rif occidental, Maroc. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et vétérinaires*, no.1, pp. 53-58, 2012.
- [10] W. H. Wischmeier, D. D. Smith, Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to conservation planning. *Agricultural Handbook*, USDA, Washington, 537p, 1978.
- [11] E. Roose, R. P. C. Morgan, et D. A. Davidson, Conservation des sols en zones méditerranéennes synthèse et proposition d'une nouvelle stratégie de lutte antiérosive. *CahOrstom*, sér. Pédol, no.XXVI, (2), pp. 145-181, 1991.
- [12] J. M. MASSON, L'érosion des sols par l'eau en climat méditerranéen. Thèse de l'université des Sciences et Techniques de Montpellier, 213 p, 1971.
- [13] Desmet et Govers, A GIS Procedure for Automatically Calculating the USLE LS Factor on Topographically Complex Landscape Units, *Journal of Soil and Water Conservation*, no. 51, (5), pp. 427-433, 1996.
- [14] D. K. McCool, G. R. Foster, C. K. Mutchler, L. D. Meyer, Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation, *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, no. 32, pp. 571-1576, 1989.
- [15] E. E. Payet, P. Dumas, et G. Pennober, Modélisation de l'érosion hydrique des sols sur un bassin versant du sud-ouest de Madagascar, le Fiherenana. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 11p, 2012.
- [16] B. T. A. Goula, I. Savané, B. Konan, V. Fadika, B. G. Kouadio, Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'zo et N'zi en Côte d'Ivoire (Afrique tropicale humide). *Vertigo*, no.71, pp.1-12, 2006.
- [17] A. Cheggour, Mesures de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales dans un bassin versant montagneux semi-aride et spatialisation par des S.I.G. Application au bassin versant de la Rhéraya, Haut Atlas, Maroc. Thèse de Doctorat, l'Université Cadi Ayyad Faculté des Sciences Semlalla Marrakech, (Abidjan) Côte d'Ivoire, 203p, 2008.
- [18] L. Coulibaly, H. K. Kouakou, E. G. SORO, I. Savane, Analyse du processus de savanisation du nord de la Côte d'Ivoire par télédétection: cas du département de Ferkessédougou *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 17, no. 1, pp. 136-143, 2016.
- [19] G. R. Foster, T. E. Toy, et K. G. Renard. Comparison of the USLE, RUSLE1.06 and RUSLE2 for application to highly disturbed lands. In *First Interagency Conference on Research in Watersheds*, de K. G. Renard, S. A. Mc Ilroy, W. J. Gburek, H. E. Cranfield et R. L. Scott. US Département of Agriculture, 2003.
- [20] A. Sadiki. S. Bouhlassa, J. Auajjar, A. Faleh, J. J. Macaire, Utilisation d'un SIG pour l'évaluation et la cartographie des risques d'érosion par l'Equation universelle des pertes en sol dans le Rif oriental (Maroc) : cas du bassin versant de l'oued Boussouab. *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Terre, 2004, no. 26, pp. 69-79, 2004.
- [21] M. Hasbaia, A. Hedjazi, L. Benayada, Variabilité de l'érosion hydrique dans le bassin du Hodna: cas du sous-bassin versant de l'oued Elham. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* No. 1, pp. 28-32, 2012.

