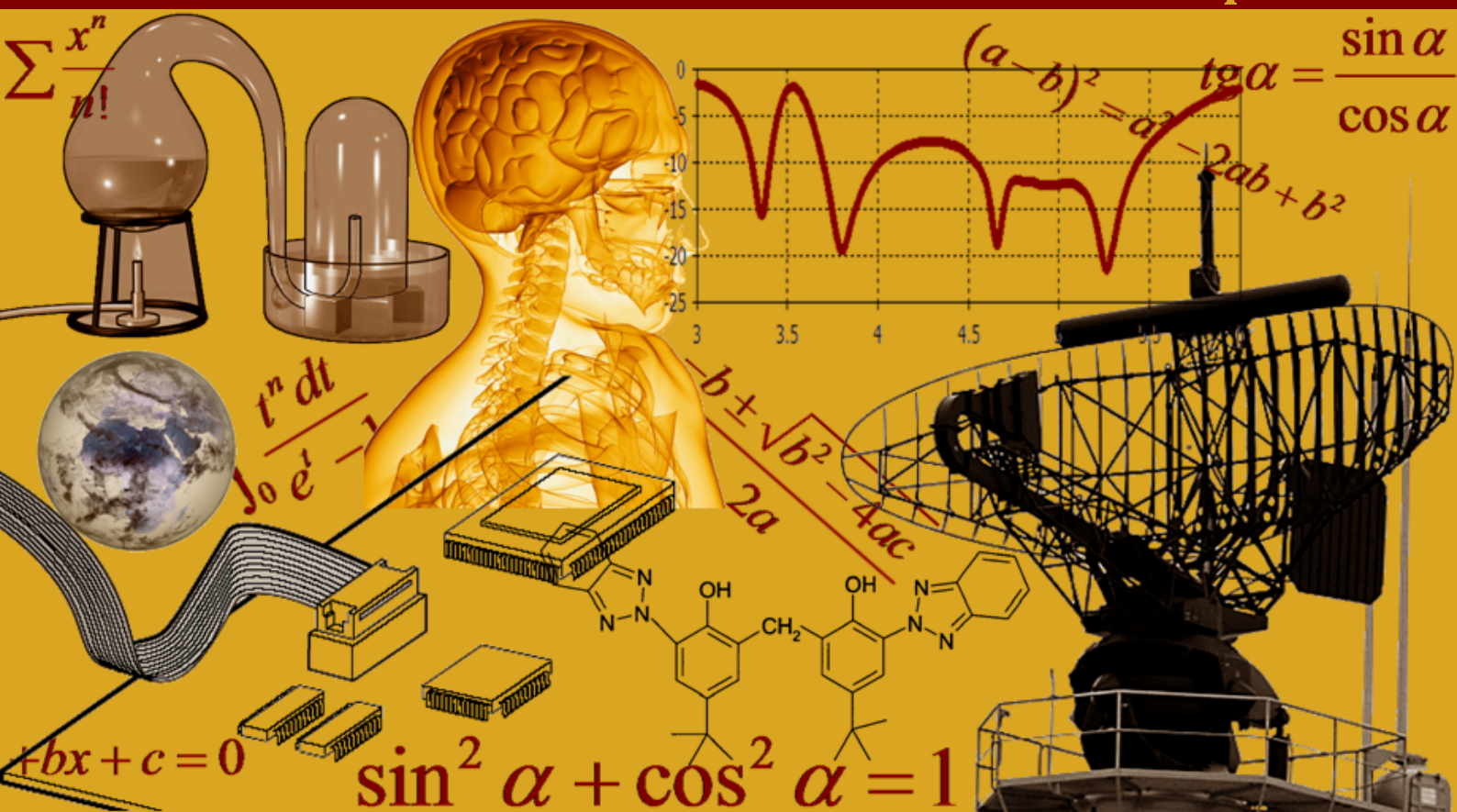


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

Vol. 22 N. 1 April 2016



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.

Table of Contents

Enhancement in Task-Oriented Software Maintenance Model by Using Requirement and Design Reuse Repository	1-7
Prévalence de <i>Listeria monocytogenes</i> isolée à partir de la viande de poulet commercialisée à Rabat, Maroc	8-13
L'impact de l'intelligence émotionnelle sur les styles de management	14-23
ANFIS Approach Applied to PSS and SSSC Controllers for Power System Damping Improvement	24-32
La culture organisationnelle est-elle importante dans la perception du succès des systèmes ERP au Maroc ? Une étude empirique	33-59
Mobilisation des ressources humaines : Ebauche d'une réflexion dans le contexte de conduite d'une démarche qualité	60-71
Apport de la modélisation géologique 3D à l'exploration minière: Etude de cas du gisement de Draa Sfar (Jbilet centrales, Maroc)	72-89
Commande à structure variable d'un procédé hydrographique	90-98
L'effet des nanoparticules ZnO sur les paramètres physiologiques et biochimiques chez le blé dur (<i>Triticum turgidum</i> ssp. durum)	99-111
Sécurisation du crédit agricole au Bénin : une étude empirique sur le portefeuille-client de Agrifinance Parakou	112-122
Agents de dégradation d'une aire protégée après une décennie de conflits en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra	123-133
INFLUENCE OF CLONAL VARIATION AND CUTTING POSITION ON ROOTING OF <i>DACRYODES EDULIS</i> (G. DON) H. J. LAM.	134-138
Kinetic study of absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water	139-145
SOCIO-PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF BROKEN FAMILIES ON SOCIALIZATION AND ACADEMIC PERFORMANCE AMONG THE CHILDREN OF MULTAN DIVISION	146-152
ETUDE COMPARATIVE DES RESULTATS DE L'ENAFEP EN FRAINCAIS ET EN MATHEMATIQUE DES ECOLIERS DE 6 ^è ANNEE PRIMAIRE DES ECOLES CATHOLIQUES DE LA VILLE DE GOMA	153-163
Performance Analysis of Photovoltaic Array with H5 inverter under Partial Shading Conditions	164-177
A Glance about the Applications of Robot in Orthodontics	178-182
Problématique de la transcription des noms d'objets d'usage courant en français par les écoliers de deuxième année des écoles privées de la ville de Goma	183-190
Análisis de Envejecimiento en Conductores de Alimentación de Energía Provocado por Armónicos, con Aplicaciones de la Inteligencia Artificial	191-199
THE ROLE OF CAMELS AND DONKEYS IN RURAL TRANSPORT IN DUNDAYE DISTRICT OF WAMAKO LOCAL GOVERNMENT AREA OF SOKOTO STATE, NIGERIA	200-205
Inventaire des bio-indicateurs floristiques de la qualité des sols de Gobala dans la région du Poro (Côte d'Ivoire)	206-217
Efficacité biologique du Curater 10 g (10% carbofuran) sur les nématodes parasites du niébé en plein champ à Foumbot (Cameroun)	218-226
Caractéristiques lithologiques des formations sédimentaires et granulométrie des niveaux sableux traversés par le forage d'Abouabou (Côte d'Ivoire)	227-237
Pédopaysage et distribution de <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. (Poaceae) dans deux Agro-écosystèmes de la Côte d'Ivoire : Abidjan et Bouaké	238-249
Optimized Routing Approach using McCulloch-Pitts Neuron model	250-255

Enhancement in Task-Oriented Software Maintenance Model by Using Requirement and Design Reuse Repository

Abdul Hammad¹, Akmal Rehan², Ahsan Latif³, and Nayyar Iqbal⁴

Department of Computer Science, University of Agriculture, Faisalabad, Punjab, Pakistan

Copyright © 2016 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 purpose of this research is to make comparison of different software development models as well as software maintenance process models for the sake of presenting an enhanced maintenance model. The comparison is made on the basis of different criteria, such as functionality, usability, reusability, performance and availability. Software is developed to help the user of the system so that he/she can work more effectively and efficiently. In software development following phases are considered i.e. requirement gathering phase, requirement analysis phase, design phase, coding, and testing. The maintenance in working software is applied on the basis of following criteria: editing in software module, adding new features, removing useless features, and for enhancing functionality of complete software, so that the software product can cope with current working demands of market. To overcome the problems occurs in current working software there is need to make maintenance procedure more effective and perfect. The current study has been based on enhancement of software maintenance process. "Enhancement in Task-Oriented Software Maintenance Model by Using Requirement and Design Reuse Repository" is proposed in this paper, which is based on "Enhancement in Task-Oriented Model". Through which it would become easy to proceed maintenance procedure in a controlled, cost effective and in a time saving way. Different software houses have been studied for the sake of making enhancement in the software maintenance model. This proposed model has lot of benefits over previous maintenance model. Moreover this study increases the customer confidence over maintainer and also uses as helping hand for increasing developer's confidence over customer or user.

KEYWORDS: Requirement Gathering, Requirement Analysis, Cost Effective, Controlled and Time Saving, Reusability, and Functionality.

1 INTRODUCTION

Software quality indicators are divided into many types, Software Maintainability is also one of those most important quality indicators. Software quality can be accurately measured by software maintainability. It is very hard to find comprehensible and understandable view on all those factors that have significant effect on the quantification of testability of software, which is also a software quality indicator.

Software maintenance can be expressed as "The act of modifying already working part or module of software after handed over to customers for the sake of correcting errors, adding new features, removing old or obsolete features, enhancing performance and to change its foreground or background". And Software maintainability is defined as the ease of "modifying already working part or module of software after handed over to customers for the sake of correcting errors, adding new features, removing old or obsolete features, enhancing performance and to change its foreground or background". Software quality consists of many types of features; software maintainability is one of them. It is studied that about 60 to 70 percent expenditures are spent on adopting, correcting and maintaining existing software product. Maintainability quantification assists to monitor the efforts of maintenance at design stage. The Assessment of software design stage in software maintainability is more helpful for developing and maintaining the cost of software more effectively. Software maintenance process requires more effort to put than any other activity in software development process.

Assessment of maintainability at early stages, completely at design phase is very helpful for designers to make advancement in their designs before the starting of coding process. Consequently, it significantly minimizes the rework efforts throughout and after implementation of software. This thing provides facility for making betterment in project planning, designing and implementation process. After the stating of implementation phase, applying changes in design phase in order to maintain the software will be very costly for developers. Whereas, quantifying maintainability before starting in the development process may considerably decreases the overall development time and cost. It's sorrowful for me to say that, a number of the software organizations are not just fail to produce quality software products but also some of them are not familiar with software quality attributes.

After the above discussion our finding is that the maintainability is a quality factor that tries to guess how much sources and efforts will be required for maintaining the software [1].

Maintenance can be regarded as a process performed during Software Development Life Cycle (SDLC) process of software but maintainability is one of the most important quality attribute. Better maintainability leads to reduced maintenance efforts and reduced cost and time. In hardware engineering, "maintenance" means keeping something in its original state. Software Maintenance means: Fixing design flaws (Corrective & Preventive maintenance), Modification for new uses (Adaptive maintenance), Improving performance (Perfective maintenance), arguably, and "maintenance" is the wrong word for any of this Software "maintenance" is actually post-deployment design [2].

2 REVIEW OF LITERATURE

The researcher defined that software maintenance process includes a number of activities. These activities are different for each model. If Quickly Modify Model is under consideration then these maintenance activities will be identify Problem and Correct errors. If there is Boehm Model then these maintenance activities will be Management Policy decision, implementation change, software delivery, and assess. Hence, each model has its own stages for maintenance. And each model has its own merits and demerits. Each model is selected according to its reputation. Code focused maintenance model is only focused on performance by taking into consideration the source code of the written program [3].

The researcher explained that the Task Oriented Software Maintenance Model defines how different tasks in a chain have to be performed in the environment of the maintenance objectives and various constraints of maintenance project. These three features understand the software module, modification of the software, and revalidation of the software under study. The discussed model consists of these features. It additionally shows that the software maintenance procedure consists of a group of systematic and well defined tasks. This described software maintenance process examined the documents, existing source code, and the modification requests which has been made by customer as its input [4].

The researcher described that the main goal of software engineering is to develop software product with high reliability, good quality and having low cost. So, the basic concept of this paper is to minimize the cost of software development phase during the stage of maintenance. SRGMs which is abbreviation of Software Reliability Growth Models is described in this research, this proposed new method of software reliability growth models (SRGMs) is based on Non-Homogeneous Poisson Process (NHPP) model. This model is presented for describing reliability growth during the development test stage. The results of this research provide lower cost, shorter schedule and good quality [5].

The researcher stated that there are different types of critical factors which affect the maintenance of the software. In maintainability system undergoes many types of changes. The impact of these changes is on Interface, Components, and Features. Object Oriented Programming (OOP) is one of the mostly used programming paradigms. Object oriented software maintainability has been studied through years and several researches proposed a high number of metrics to measure it. But there is no standardized method has been adopted to measure the software maintainability [6].

The researcher presented that IDE which is abbreviation of Integrated Development Environment is the most basic tool which is used by software maintainers currently to perform system maintenance activities. Prototype IDE was developed and tested that presented behavioral design information in the form of graph. While using an IDE based on behavioral view two experimental maintenance tasks are shown in this study. In first maintenance task, users were able to find the appropriate piece of code and modify that appropriate piece of code more easily and quickly. Using an IDE which is based on a behavioral view of the software as compared to conventional and traditional structured oriented model, it is studied that IDE provided more good results [7].

The researcher explained that millions of lines of code could have to be faced, depending on the system involved for fixing software bugs. So, the first task is to investigate the smaller lines of code where changes have to be applied. After that a deep study is used for checking the suitability of changes that we want to make in software. At the end, we have to identify

the exact place where we want to make changes. It is also studied that the effect of changes might affect the other part of software. However, in large systems you have to familiar with specific lines of code and question for according which changes have to be made [8].

The researcher explained the method which used to tackle with problems of design of product and process of reuse. The idea of modularization is introduced in this research. This idea is based on configuration technology. An information model is introduced in study which is used for the elaboration of design process. This research describes the concept of DPM which is the short form of design process module. It is three layer architecture. These three layers are module, activity and parameter. A DPM structure tree is created for the accessibility of hierarchical description. At the end, on the basis of DPM, an implementation framework is constructed for supporting reuse and reconfiguration of design process [9].

The researcher stated that software maintenance is combination of correcting revealed faults, adapting the system in a changed environment. Maintenance activities also applied for improving the system's performance and reliability. These mentioned activities result in the modifications of software system that are distributed to customers. Post release changes to the Microsoft system are presented and applied after releasing the new version of Windows by Microsoft Windows Serviceability team. Extensive testing of all fixes is applied which is the best method to avoid negative effect of regressions. For fixing calculated or estimated problems we must have to distribute our limited resources in most effective and efficient way. So, a tool is required that can predict the amount of risk for each and every fix. BCT which is short form of Binary Change Tracer tool is introduced to fulfill this need [10].

The researcher described Constructive Cost Model (COCOMO) which is very famous model for estimating cost. This model is an abbreviation of constructive cost model. This model specially designed for industry. This model was basically designed for cost estimation of a software process. After that, a software process improvement in Sudanese organizations was studied. Everybody knows that software is an intangible product and it plays vital role in our lives. Some software houses were visited in Sudan to understand their working procedure. And interviews were conducted with their expert persons to make estimation about the existing flaws. So that, these flaws could be removed [11].

The researcher explained that for reducing cost of development and for improving software quality software reuse is a solid plan in early days. But in these days, reusing software modules has been encouraged by component based software development method. Traceability is a main factor for reusability of software modules or components. Component composition is described from architecture of software modules. The links between these components should be defined formally. The component model that is constructed by reusing different modules has rigorous semantic. Component based software development means constructing software by assembling pre-designed, pre-developed, configurable, and independent software components. It is essential to brought up systematic methodology to guide the CBSD (component based software development) process [12].

The researcher stated the definition of maintenance in which it is defined that, to make changes in software after handing over it to customer. There is another name of maintainability which is repair-ability. Repairability means to correct faults in software. It is also called corrective maintenance. Maintenance has following types, corrective, adaptive, perfective and preventive. In short, the correct structure of modules of the software product very necessary for performing the repairance of the software. However, if repairability decreases then the reliability increases. If there are complexities and irregularities in source code, then it will be difficult for programmers to read and maintain the code. Maintenance cost is measured through calculating the total number of errors repaired [13].

The researcher defined that the estimation of cost in maintenance phase which is compulsory to guess the reliability. This is also essential for improving the productivity, planning of project, adaptability and controlling of the software. Precise and accurate estimation of cost makes better understanding between the user and customer. Software Maintenance phase took part in performing important role in the phases of different software development models. These popular software development models are Agile-development, Iterative development, and Component Based Software Development (CBSD) model. Software development process is turned into engineering process with the introduction of Component Based Software Development model [14].

The Researcher quantified that software has become very essential part of computer systems. Large amount money is spent on the software development phase due to human effort and maintenance process. There are many variables which such as, human, technical, environmental and political factors which affect the cost of developing software. There are many cost estimation models which were discussed already, involves Software Life Cycle Management which is known as SLIM model. SEER-SEM model which is abbreviated as Software Evaluation and Estimation of Resources-Software Estimating Model and Constructive Cost Model (COCOMO) model. These models are also in use now a days because of their efficient results. The model which is under discussion here is Software Maintenance Cost Estimation (SMCE) [15].

The researcher described that in the software development process a paradigm shift has been taken place during the past decade. Improvement in the internet technology has provided simplicity in the software development process. This internet technology is distributed everywhere on different geographical locations. This Open Source Software system is served as main components of discussed critical infrastructures in the society of technology which is still growing now. The active involvement of users is necessary for reporting bugs, request for adding new features and improvements in existing feature. These active users are spread across different geographical region [16].

The researcher described that Test requirement models takes part in playing a significant role in model-driven testing for net-centric and SOA based systems. These modeling requirements can explain multiple types of test requirement of SOA based systems. This type of lacked functionalities can cause negative effects on test sufficiency and increase test burden. In this research paper, a task scenario oriented test requirements modeling method is proposed which is named as TabTre. This proposed method is used to describe functional requirements, performance requirements and reliability test requirements in a combined way [17].

3 DEVELOPED MODEL (TASK ORIENTED SOFTWARE MAINTENANCE MODEL WITH REQUIREMENT AND DESIGN REUSE REPOSITORY)

The presented model is “Enhancement in Task-Oriented Software Maintenance Model by Using Requirement and Design Reuse Repository”. Reusing requirement and reusing design modules are added in it which was not mentioned in previous studied model “Task-Oriented Software Maintenance Model”. In this developed model authors made the modifications with respect to requirement reuse and design reuse. The reuse modules are very helpful for maintenance team as well for customers, which save the cost and time of both. After that validation of requirement and design is added, this enhances the capability of this model as compared to previous model at the time of software development.

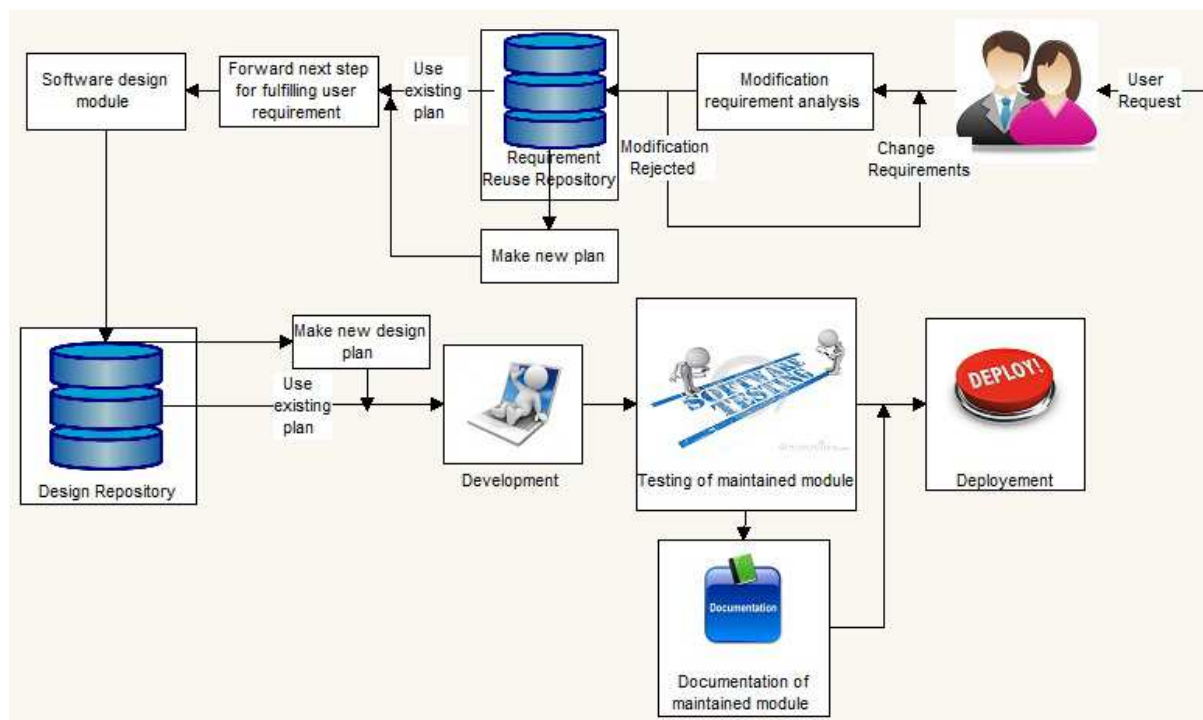


Fig. 1. Enhancement in Task-Oriented Software Maintenance Model by Using Requirement and Design Reuse Repository

In user maintenance request phase, a request is sent by user for performing maintenance activity on the already working software. A request can be made if system is not working according to expectations of users.

In modification requirement analysis stage a request from user already using the system is received. The modification can be adding new features, improvement in performance of existing modules, migration of system to another operational environment, modifying the existing working module, for correcting errors. The modification requests are then analyzed in detail for currently working system. These Changes may also be needed for the existing system to fulfill the working requirements of itself operational environment. After that the next step is “applicability of changed requirements”, in this stage it is checked that the requirement which are demanded by customer are applicable or not. If the requirements are

applicable then we move towards next step. If the requirements are not applicable then we reject the requirement and move back towards previous step for changing requirements. Requirements are then also validated from customer for conformation. After checking the applicability of requirements, the requirements are then validated from user for conformation.

Component based software engineering plays a fundamental role for increasing the yield of an organization. This process requires a valuable and rich set of software components in the reuse repository. It is seen that, in most of software projects, once the requirements are gathered, the development process begins from scratch. This may lead our process to overtime and over budget. If the existing component or already gathered requirements are reused for developing or maintaining a new system rather than the developing the complete system from scratch, not only it saves the time but also it will produce a good quality product. The requirement repository is a place where bulk of already used requirements is stored. These bulks of requirements are then reused again for maintaining newly developed system. If the requirements for newly maintained system are not available in repository then requirements are gathered again and new plan is developed for maintaining this system.

Complete design of the existing system is needed to be understood completely by software maintainer in this phase of Program Comprehension. Source code of complete system is studied in this phase to perform the maintenance task. While surveying the work of software maintenance managers it is discovered that mismatched design documents of software are main cause of software maintenance problems. It is also notices that about 48% of problems in maintenance phase are due to poor participation of managers. If design documents are not available or reliable then it is needed to study source code alone. Commonly, there is no history of developed product design exists for performing maintenance task. Understanding of source code means, Reading code carefully, study the execution of program, and existing design documents.

The exact location in the system is identified where the proposed modification has to be made, in this phase of Localization. It is very important to find out the exact area for modification in source code. This phase is also named as "spotting". For this purpose, Design recovery or program slicing technique can be applied to the examined source code. It is important to put stress on the phase of program comprehension. This phase must be done completely and correctly before the proceeding of localization phase.

Impact Analysis is an important and difficult phase in software maintenance. Without proper attention to and mastery of the candidate system design, it would be hard to find out how the intended modification would cause side effects in the system, and where these would occur. After that, existing program and design document of already working software is studied for the sake of maintenance.

Component-based software development is an idea of building software system from already established software components. This technique opposes the building of software from scratch. In this phase, we study different components of software system on the basis of CBD (component software development) and CBSE (components based software engineering). Initially, some investment is required to start the software reuse process. In short, we can say that the development of a reuse process and reuse repository provides a basic of knowledge for software development that improves the quality of software module reuse cycle. This technique reduces the amount of software development. Ultimately, it decreases the risks of new projects because of repository knowledge.

The design repository is a place where bulk of already used design modules is stored. These bulks of design components are then reused again for maintaining newly developed system. If the design for newly maintained system is not available in repository then a new design plan is developed for maintaining this existing system. After that in Redesign phase, the existing system is then re-designed on the new request of customer. The design architecture is updated according to the proposed change in design phase. The development process begins after analysis phase and after accepting requirement and design phase. The development is implemented in iterations. The modified design object is then transformed into a working program.

Testing is the most crucial phase in the entire software maintenance process. In this phase ripple effects of modified components is tested for existing test cases, and the regression testing of maintained components is then performed. The maintenance testing approach is completed in following two steps:

- **IDENTIFICATION OF THE NEWLY ADDED, MODIFIED, OR DELETED MODULES.**

Second phase is Re-designing and re-running of the maintained test cases.

- **DOCUMENTATION OF MAINTAINED MODULE**

In this phase, after testing the newly maintained module, we have to make documentation of this changed module. Because, documentation is very helpful to completely understand the working of this module and it is also helpful for re-maintaining this system again.

Deployment is the last phase of software development. This is the stage at which we put our developed software in working environment.

4 BENEFITS OF DEVELOPED MODEL

There can be many benefits of developed model for customers as well as for developers also. However, there are some important benefits of proposed model.

4.1 PROPER USER INVOLVEMENT

User involvement is treated as key feature in proposed model. User involvement and acceptance from users in various stages is considered as most important factor.

4.2 CUSTOMER SATISFACTION

Customer requirements and customer satisfaction are understood and taken at priority. However, hidden requirements are also elaborated in this model. This thing results in increasing customer satisfaction.

4.3 VERIFICATION AND VALIDATION OF REQUIREMENT AND DESIGN

This model provides validation and verification at requirement as well as at design phase. Requirement is a technique which is used in this model which helps customers as well as developers to validate and verify the requirements. After validation and verification of requirement from customers, design is also validated and verified from customers by showing them the prototype model of particular program. This thing is very beneficial for customer and developer also.

4.4 EFFICIENCY

This proposed model is so much clear in its phases and hence it is expected that it will provide efficient output. Because, efficiency plays a major role in the development as well as in maintenance stage of a software product.

4.5 TIME AND COST EFFECTIVE

Hence by using reusable requirement and design components a lot of time and cost in maintaining a software product is saved by reusing requirement and design components. A reusable requirement and design repository is prepared which is so much effective on saving cost and time of customer and developers in a positive way.

4.6 MANAGING PROJECTS IS BETTER

The projects with larger scale having lots of functionalities are sometimes difficult to manage. But by using this model large scale projects will be handled easily by dividing the work into small teams. The dedicated team members working under the supervision of a specialist leader should be able to perform quickly and efficiently.

4.7 LESS PRESSURE ON DEVELOPERS

By using reusable requirement and design modules the maintenance phase becomes easier. Because, by reusing already built modules much more effort decreases. Hence, lesser pressure is built on developers and also on team leader which are dedicated for maintaining software.

5 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The key objective of this research was to introduce an enhanced software maintenance process model. This research is expected to be helpful for decision making so that user who is in software development field could take benefit from this model and research. For this purpose almost all the previous models have been studied and discussed with experts. This research concluded that:

The previous software maintenance models have some deficiencies like process was not so good according to the today's changed environment. Process was too complicated. Most of the customers don't have satisfactory results from previous maintenance models. After analyzing the customer and developers trend an Enhancement in software maintenance process model was proposed whose responses are satisfactory. As future work, this model can be applied to different case studies for coping with issues of usability and performance.

REFERENCES

- [1] R. Kumar and N. Dhanda, "Maintainability Qualification Of Object Oriented Design: A Revisit", *International Journal of Advanced Research in Computer Science And Software Engineering*, vol.4, no.12, pp.461-466, 2014.
- [2] Rizvi, S.W.A., & R.A Khan, "A Critical Review on Software Maintainability Models", *Conference on Cutting Edge Computer and Electronics Technologies*, Pantnagar, pp. 144 – 148, 2009.
- [3] E.Z. Abdulrazzak and I. Ghani, "Secure Software Design Maintenance Using Enhanced Task-Oriented Security Maintenance (TOSIM) Model", *Science International (Lahore)*, vol. 25, no.3, pp. 235-244, 2013.
- [4] Khan, M.K & M.A Rashid, "A task-oriented software maintenance model", *Malaysian Journal of Computer Science*, Vol.9, no.2, pp.36-42, 1996.
- [5] Htoon, C.Y., & N.L Thein, "Model-based Testing Considering Cost, Reliability and Software Quality", *Proceeding of 6th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies*, Yangon: 160-164, 2005.
- [6] A.Tahir and R. Ahmad, "An AOP-Based Approach for Collecting Software Maintainability Dynamic Metrics", *International Conference of Computer Research and Development*, Kuala Lumpur, vol. 2, pp. 168-172, 2010.
- [7] R. Bayer and A.E Milewski, "Improving Software Maintenance Efficiency With Behavior-Based Cognitive Models", *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Singapore, pp. 3353-3358, 2008.
- [8] J. Buckley, "Requirements-Based Visualization Tools for Software Maintenance and Evolution", *IEEE Computer Society*, vol. 42, no. 4, pp. 106-108, 2009.
- [9] M. Fei., T. Shu-rong and L. Bo, "Reuse-oriented Information Model of Product Design Process Module", *International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, pp. 1-4, 2009.
- [10] A. Tarvo, "Mining Software History to Improve Software Maintenance Quality: A Case Study", *IEEE Computer Society*, vol.26, no.1, pp. 34-40, 2009.
- [11] V. Nguyen, "Improved Size and Effort Estimation Model for Software Maintenance", *International Conference on Software Maintenance*, Romania, pp.1-2, 2010.
- [12] W. Chengjion, "The Reusable Software Component Development Based on Pattern-Oriented", *International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks*, Mathura, pp. 552-555, 2012.
- [13] B. Kumar, "A Survey of Key Factors Affecting Software Maintainability", *Proceeding of the IEEE International Conference of Computing Science (ICCS)*, Phagwara, pp.261-266, 2012.
- [14] P. Siddhi and V.K. Rajpoot, "A Cost Estimation of Maintenance Phase for Component Based Software", *IOSR journal of Computer Engineering*, vol.1, no.3, pp.1-8, 2012.
- [15] M. Islam and V. Katiyar, "Development of A Software Maintenance Cost Estimation Model: 4TH GL Perspective", *International Journal of Technical Research and Applications*, Vol.2, no. 6, pp.65-68, 2014.
- [16] V.B Singh and M. Sharma, "Prediction of The Complexity of Code Changes Based on Number of Open Bugs, New Feature and Feature Improvement", *International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops*, Naples, pp. 478-483, 2014.
- [17] J. Shi., Xu, L., B. Hao., & Z. Fan, "A Task Scenario oriented Test Requirement Modeling Method for Complex SOA-based System", *Annual IEEE International Systems Conference*, Vancouver, BC, pp.103-108, 2015.

Prévalence de *Listeria monocytogenes* isolée à partir de la viande de poulet commercialisée à Rabat, Maroc

[Prevalence of *Listeria monocytogenes* isolated from chicken meat marketed in Rabat, Morocco]

M. Khallaf¹⁻³, N. Ameur¹, F. Boraam², S. Senouci¹, and M. M. Ennaji³

¹Department of Microbiology, National Institute of Hygiene, Rabat, Morocco

²Regional Laboratory of Epidemiological Diagnosis and Environmental Hygiene, Marrakech, Morocco

³Research unit of Microbiology and Virology, Department of Biology,
Faculty of Science and Technology, University Hassan II, Mohammedia, Morocco

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the contamination of chicken meat sold in Rabat and Salé by *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*). This pathogen was isolated from 300 samples of chicken meat collected in supermarkets and in traditional slaughterhouses during the period from June 2011 to December 2012. The prevalence of *L. monocytogenes* found from the 300 samples analyzed was 3.66% (n=11). Statistical analysis showed that there was no significant difference between the different sampling locations ($p_1 = 0.4424$; $1 = p_2$ and $p_3 = 0.5598$) in regards to contamination of the chicken meat by *L. monocytogenes* even if these sites have a big difference in respect of the good hygiene practices.

KEYWORDS: Prevalence of *L. monocytogenes*, chicken meat, Morocco.

RÉSUMÉ: L'objectif de ce travail était de contribuer à l'évaluation de la contamination de la viande de poulet commercialisée dans 10 grandes surfaces (GS), 10 tueries traditionnelles situées au niveau des différents quartiers (TTQ) de la ville de Rabat et 10 tueries traditionnelles situées au niveau d'un bidonville à la ville de Salé (TTB) par *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*). De même, montrer statistiquement s'il y a une différence significative entre ces sites de prélèvement de point de vue contamination par ledit pathogène. Ce germe pathogène a été isolé à partir de 300 échantillons de viande de poulet prélevés durant la période allant de juin 2011 à décembre 2012. La prévalence de *L. monocytogenes* trouvée dans les 300 échantillons analysés était 3,66 % (n = 11). Tandis que, la prévalence trouvée dans les 100 échantillons prélevés au niveau des sites de catégorie 1 (GS) était 5% (n = 5), celle trouvée au niveau des sites de catégorie 2 (TTQ) était 2% (n = 2) et celle trouvée au niveau des sites de catégorie 3 (TTB) était 4% (n = 4). L'analyse statistique a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents sites de prélèvement ($p_1=0,4424$; $p_2=1$ et $p_3=0,5598$) de point de vue contamination de la viande de poulet par *L. monocytogenes*, même si ces sites présentent une grande différence pour ce qui est respect des bonnes pratiques d'hygiène.

MOTS-CLEFS: Prévalence de *L. monocytogenes*, viande de poulet, Maroc.

1 INTRODUCTION

Listeria monocytogenes (*L. monocytogenes*) est une bactérie ubiquitaire qui peut être présente partout dans l'environnement [1]; on la retrouve dans les aliments, le sol, les plantes, les eaux usées, les engrais à base de fumier et même les animaux d'élevage qui paraissent en bonne santé. Les aliments le plus souvent contaminés par *L. monocytogenes* sont : le lait et produits laitiers non pasteurisés, les volailles, les viandes, la charcuterie, les poissons ou fruits de mer et les crudités [2],[3]. Consommer des aliments contaminés par *L. monocytogenes* peut causer une maladie grave appelée listériose. Les personnes âgées, les femmes enceintes, les nouveau-nés et les personnes immunodéprimées sont considérés comme ayant un risque élevé de contracter la maladie. Bien que la morbidité de la listériose soit relativement faible, la mortalité de la maladie encéphalitique systémique peut être très élevée avec des valeurs proches de 30 % [4]. La bactérie *Listeria* a une prédilection particulière pour le système nerveux et le placenta. Ainsi, dans les cas graves, la listériose peut entraîner une fausse couche, une infection du cerveau, un empoisonnement sanguin et même la mort [5]. *L. monocytogenes* a également été associée à des signes de gastro-entérite accompagnés de fièvre. Les symptômes d'une intoxication alimentaire à *L. monocytogenes* peuvent se manifester subitement sous forme notamment de : vomissements, nausées, crampes, diarrhée, violents maux de tête, constipation et fièvre persistante [4].

L. monocytogenes est un coccobacille Gram positif, facultativement anaérobie en forme de bâtonnet, qui mesure habituellement de 0,5 à 2 µm de longueur et 0,5 µm de diamètre. *L. monocytogenes* est capable de croître à faible température et à un pH entre 4,3 et 9,6 et peut se reproduire à des températures situées entre 1 et 45 °C [6]. *L. monocytogenes* se divise en 11 sérovars ; la plupart des cas de listériose chez les humains et les animaux sont toutefois causés par les sérovars 4b, 1/2b et 1/2a [7].

L'objectif de ce travail était de contribuer à l'évaluation de la contamination de la viande de poulet commercialisée dans les GS, les TTQ et TTB par *L. monocytogenes* et de montrer statistiquement s'il y a une différence significative entre ces sites de prélèvement de point de vue contamination par ledit pathogène.

2 MATERIAL ET METHODES

2.1 ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT

Notre étude a porté sur 30 sites de prélèvement différents choisis au hasard et groupés en 3 catégories :

- La catégorie 1 était composée de 10 grandes surfaces (GS) situées à Rabat;
- La catégorie 2 était composée de 10 tueries traditionnelles situées au niveau des différents quartiers de la ville de Rabat (TTQ) ;
- La catégorie 3 était composée de 10 tueries traditionnelles situées au niveau d'un bidonville à Salé (TTB).

Au total 300 échantillons ont été prélevés à raison de 10 échantillons par site au cours de 10 campagnes de prélèvements organisées durant la période allant de juin 2011 à décembre 2012. Les prélèvements ont été effectués de façon aseptique dans des sachets stériles préalablement numérotés et identifiés. Les échantillons étaient constitués d'approximativement 50g de découpes de viande de poulet de chair crue (muscle et peau). Lesdits échantillons ont été transportés à 4°C dans les plus brefs délais, dans une caisse isotherme bien étanche contenant 3 à 4 accumulateurs de froid, accompagnés d'une fiche de prélèvement comportant les rubriques suivantes : le code du site de prélèvement, le numéro de l'échantillon, la date et l'heure de prélèvement et la date et l'heure de l'abatage du poulet sujet du prélèvement.

2.2 ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Les échantillons ont été analysés immédiatement après leur arrivée au laboratoire de microbiologie alimentaire de l'Institut National d'Hygiène de Rabat. La détection et l'identification du *L. monocytogenes* a été effectuée selon la norme marocaine en vigueur [8].

Ainsi, la recherche du *L. monocytogenes* comporte cinq étapes principales :

Pré-enrichissement ou revivification :

La solution mère étant réalisée en ajoutant 25 g de chair avec peau à 225 ml du milieu non sélectif liquide ; le bouillon Frazer demi (Bio-Rad Marne-la-Coquette- France). On réalise ainsi une dilution au 1/10 du produit. Après homogénéisation au Stomacher (Seward Laboratory Systems Inc. (USA)), ce pré-enrichissement est incubé à 35 +/-1°C pendant 16 à 20 heures.

Enrichissement sélectif :

A partir de la culture ainsi obtenue par le pré-enrichissement, 0,1 ml est transféré dans un tube contenant 10 ml du milieu sélectif liquide ; le bouillon Frazer (Bio-Rad Marne-la-Coquette- France). L'incubation de ces tubes est réalisée pendant 18 à 24h à 35 +/-1°C.

Isolement :

A partir des enrichissements précédents, des ensemencements en surface ont été effectués sur deux différents milieux d'isolement sélectifs. Nous avons utilisé les milieux Oxford et Palcam (Oxoid Ltd., Hampshire RG24 8 PW England). Après 20 à 24h d'incubation à 35 +/-1°C, les boîtes de Pétri sont examinées afin de rechercher la présence de colonies suspectes. A partir de ces dernières 5 colonies sont ensemencées sur une gélose nutritive. L'incubation des boîtes ainsi ensemencées se fait à 35 +/-1°C pendant 18 à 24h. Ces cultures ont été utilisées pour les confirmations biochimiques et sérologiques.

Identification biochimique :

Nous avons utilisé pour l'identification biochimique des colonies suspectes de *L. monocytogenes* des galeries biochimiques standardisées API-Listeria du BioMérieux. Ces systèmes de tests combinés permettent un gain de temps considérable pour les phases de préparation et d'ensemencement. Par contre, les temps d'incubation restent de l'ordre de 24 heures. L'incubation de ces galeries est effectuée à une température de 35 +/-1°C pendant 18 à 24 heures.

Identification sérologique :

Cette étape est indispensable dans l'identification des bactéries appartenant au genre *Listeria*. Elle s'effectue par des réactions d'agglutinations en utilisant des sérums polyvalents et monovalents spécifiques pour *L. monocytogenes*.

2.3 ANALYSE STATISTIQUE

La statistique du Khi-deux χ^2 consiste à mesurer l'écart qui existe entre la distribution des effectifs théoriques t_i et la distribution des effectifs observés n_i et à tester si cet écart est suffisamment faible pour être imputable aux fluctuations d'échantillonnage [9]. Dans cette étude le test utilisé est le test de Chi2 de correction de Yates, puisque tous les effectifs théoriques sont supérieurs à 2,5 et au moins un d'entre eux est < 5. Dans ce cas le test de Chi2 global n'est pas applicable, donc on réalise une analyse stratifié sous forme de tableaux 2x2.

3 RÉSULTATS

3.1 CONTAMINATION DES VIANDES DE POULETS

Les résultats de dénombrement du *L. monocytogenes* ont été exprimés en UFC/g (unités formants colonies par gramme). Les résultats d'analyse des échantillons prélevés au niveau des 3 catégories de sites, sont représentés dans le Tableau 1.

Tableau 1. Prévalences du *L. monocytogenes* détectée dans les échantillons prélevés au niveau des différents sites

	Nb d'échantillons analysés	Prévalences <i>L. monocytogenes</i>
GS	100	5% (n=5)
TTQ	100	2% (n=2)
TTB	100	4% (n=4)
Total	300	3,66 % (n=11)

La prévalence de *L. monocytogenes* trouvée dans les 300 échantillons analysés était 3,66 % (n = 11). Tandis que, la prévalence trouvée dans les 100 échantillons prélevés au niveau des sites de catégorie 1 (GS) était 5% (n = 5), celle trouvée au niveau des sites de catégorie 2 (TTQ) était 2% (n = 2) et celle trouvée au niveau des sites de catégorie 3 (TTB) était 4% (n = 4).

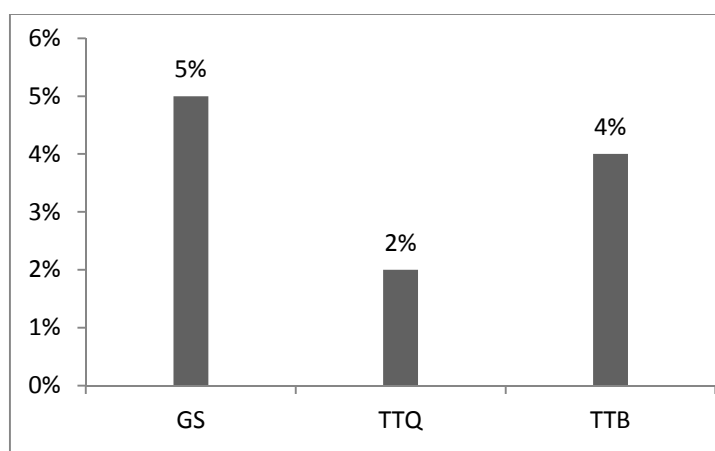


Fig. 1. Représentation graphique des prévalences du *L. monocytogenes* détectée dans les échantillons prélevés au niveau des différents sites

3.2 ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse stratifiée montre qu'il n'y avait pas de différence significative entre les différents sites de prélèvement ($p_1=0,4424$; $p_2=1$ et $p_3=0,5598$) de point de vue contamination de la viande de poulet par *L. monocytogenes*.

Tableau 2. Etude d'association entre *L. monocytogenes* et les différents sites de prélèvement

	GS	TC	TCB	Valeur Test	P value	Signification
Présence	5	2	4	NA		
Absence	95	98	96			
Présence	5	2		0,59	0,4424	NS
Absence	95	98				
Présence	5		4	0,00	1	NS
Absence	95		96			
Présence		2	4	0,34	0,5598	NS
Absence		98	96			

NA : Non Applicable ; NS : Non Significative

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montrés que La prévalence de *L. monocytogenes* trouvée dans les 300 échantillons analysés était 3,66 % (n = 11). Cette prévalence est moins élevée que celles trouvées par Ogbonna et al. [10] et Chen et al. [11] qui sont 7,5% et 6,33% respectivement. Osaili et al. [12], Jalali et Abedi [13] et Busani et al. [14] ont trouvé des prévalences de contamination de l'ordre de 2%, 1,2% et 1,9% respectivement et qui sont moins élevées que celle trouvée par notre étude.

La viande est une denrée alimentaire hautement périssable et dont la qualité hygiénique dépend, d'une part de la contamination pendant les opérations d'abattage et de découpe et d'autre part, du développement et de la croissance des flores contaminantes pendant le refroidissement, le stockage et la distribution [15], [16]. Cependant, L'analyse statistique a montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les différents sites de prélèvement ($p_1=0,4424$; $p_2=1$ et $p_3=0,5598$) de point de vue contamination de la viande de poulet par *L. monocytogenes*, même si ces sites présentent une grande différence pour ce qui est respect des bonnes pratiques d'hygiène. Ceci peut être dû à trois points essentiels : (i) Les viandes crues sont assez souvent contaminées par un petit nombre de *L. monocytogenes* qui se multiplient en général assez

mal sur ce support [17], (ii) en présence des souches lactiques *L. monocytogenes* est inhibée et son nombre diminue [17] et (iii) l'aptitude particulière à se multiplier aux températures de réfrigération [18].

La contamination des aliments par *L. monocytogenes* peut survenir à partir de matières premières ou à partir de l'environnement [19] et constitue de ce fait un problème récurrent tout au long de la chaîne alimentaire [20]. En plus, la réglementation nationale [21] n'a pas imposé *L. monocytogenes* comme critère microbiologique pour évaluer et assurer la maîtrise du risque lié à ce pathogène notamment dans le cadre du contrôle de la qualité microbiologique de la viande de poulet. Cette situation justifie la nécessité de mettre en place un dispositif de surveillance continu des cas de listériose et de surveillance de *L. monocytogenes* dans les aliments à travers des contrôles plus fréquents et plus rigoureux.

REFERENCES

- [1] "Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire," Comité sur l'élaboration des critères microbiologiques dans les aliments (CECMA), 2009.
- [2] T. Kramarenko, M. Roasto, K. Meremäe, M. Kuningas, P. Pölsama and T. Elias, "*Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods," *Food Control*, vol. 30, no. 1, pp. 24-29, 2013.
- [3] V. Micková, "*Listeria monocytogenes* in food," *Veterinarni medicina*, vol. 36, no. 12, pp. 745-750, 1992.
- [4] "Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres (mammifères, oiseaux et abeilles)," Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), Sixième Édition, vol. 1, pp. 1-654, 2008.
- [5] R. Bédry, B. Llanas, V. Danel, M. Fayon, "Guide pratique de toxicologie pédiatrique," Deuxième Édition, pp. 1-154, 2007.
- [6] C.F.A. Salifou, K.C. Boko, G.S. Ahounou, P.U. Tougan, S.K. Kassa, I. Houaga and A.K.I. Youssao, "Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 7, no. 3, pp. 1351-1369, 2013.
- [7] L.R.L.D. Monteiro, A.J.D. Mesquita, M.C.P.B. André, and J.L. Cardoso, "Molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from animal products in a city of Northern Brazil," *Ciência Rural*, vol. 43, no. 8, pp. 1443-1448, 2013.
- [8] NM EN ISO, 11290-1, "Moroccan Norm Food Microbiology-Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* - Part 1: Method of research (IC 08.0.172)", Pages: 35, 2008.
- [9] Thierry Ancelle, "Evaluation des méthodes d'analyse appliquées aux sciences de la vie et de la santé, Statistique," *Carnets de révision PAES UE4, Edition Maloine*, 2010.
- [10] C. I. C. Ogbonna, M. J. Muhammad, O. Nwobu, I. N. Ogo, A. A. Makinde, H. E. Elem and P. A. Okewole, "*Listeria monocytogenes* and other *Listeria* species in poultry faeces applied as manure on farm lands: Environmental health and food safety," *Nigerian Journal of Biotechnology*, vol. 15, no. 1, pp. 52-59, 2015.
- [11] M. Chen, Q. Wu, J. Zhang, Z. Yan and J. Wang, "Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from retail-level ready-to-eat foods in South China," *Food Control*, vol. 38, pp. 1-7, 2014.
- [12] T.M. Osaili, A.A. Al-Nabulsi, R.R. Shaker, Z.W. Jaradat, M. Taha, M. Al-Kherasha, M. Meherat and R. Holley, "Prevalence of *Salmonella* serovars, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157:H7 in Mediterranean ready-to-eat meat products in Jordan," *Journal of Food Protection*, vol. 77, no. 1, pp. 106-111, 2014.
- [13] M. Jalali and D. Abedi, "Prevalence of *Listeria* species in food products in Isfahan, Iran," *International journal of food microbiology*, vol. 122, no. 3, pp. 336-340, 2008.
- [14] L. Busani, A. Cigliano, E. Taioli, V. Caligiuri, L. Chiavacci, C. Di Bella and A. Caprioli, "Prevalence of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* contamination in foods of animal origin in Italy," *Journal of Food Protection*, vol. 68, no. 8, pp. 1729-1733, 2005.
- [15] C.F.A. Salifou, K.C. Boko, Y.E. Attakpa, R. Agossa, I. Ogbankotan, S. Farougou, G.A. Mensah, S. Salifou, A. Clinquart and A.K.I. Youssao, "Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution," *Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 17, no. 2, pp. 2567-2579, 2013.
- [16] E.I. ElHadeif, S. Okki, R. ElGroud, H. Kenana and S. Quessy, "Evaluation de la contamination superficielle des carcasses bovines et ovines provenant de l'abattoir municipal de Constantine en Algérie," *Canadian veterinary Journal*, vol. 46, no. 7, pp. 638-640, 2005.
- [17] Y. Héchar, D. Renault, Y. Cenatiempo, F. Letellier, A. Maftah, C. Jayat, P. Bressolier, M.H. Ratinaud, R. Julien, Y. Fleury and A. Delfour, "Les bactériocines contre *Listeria*: une nouvelle famille de protéines?," *Lait*, vol. 73, no. 2, pp. 207-213, 1993.
- [18] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), "Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments / *Listeria monocytogenes*," <http://www.afssa.fr/Documents/MIC-Fi-Listeria.pdf>, 2011.

- [19] S. Roussel, A. Leclercq, J. Santolini, A. Agbessi, V. Chenal-Francisque, R. Lailier, and A. Brisabois, "Surveillance des *Listeria monocytogenes* dans les aliments," *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation (Spécial Risques alimentaires microbiologiques)*, no. 50, pp.51-56, 2012.
- [20] A. Brisabois, "*Listeria monocytogenes*: une bactérie sous haute surveillance," *Bulletin de l'AAEIP (Association des anciens élèves de l'Institut Pasteur)*, vol. 50, no. 195, pp. 71-79, 2008.
- [21] Arrêté conjoint du ministre de l'agriculture et du développement rural, du ministre de la santé et du ministre de l'industrie, du commerce et des télécommunications n°624-04 du 17 safar 1425 (8 avril 2004) "relatif aux normes microbiologiques auxquelles doivent répondre les denrées animales ou d'origine animale," BO. n°5214, 2004.

L'impact de l'intelligence émotionnelle sur les styles de management

[The impact of the emotional intelligence on the management style]

Leila EL ASRI

Doctorante à la Faculté des Sciences de l'Éducation – Souissi,
Université Mohammed V de Rabat, Morocco

Copyright © 2016 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: Given the complexity of the internal and external environment of business, the manager's role must pass from a payer structure to a wider structure to guide his teams to the resonance. The manager must have different management styles in his toolbox and emotionally intelligent to lead his team to a high emotional tone and successfully create the resonance

KEYWORDS: management style, emotional intelligence, leadership, emotion and management.

RÉSUMÉ: Face à la complexité de l'environnement interne et externe de l'entreprise le rôle du manager doit passer d'une structure de donneur d'ordre à une structure plus étendue afin de guider ses équipes vers la résonance. Le manager doit avoir les différents styles de management dans sa boîte à outil et être intelligent émotionnellement afin d'entraîner son équipe vers une tonalité émotionnelle élevée et réussir à créer la résonance.

MOTS-CLEFS: style de management, intelligence émotionnelle, leadership, émotion et management.

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui les entreprises, partout dans le monde, sont confrontées aux turbulences et à des défis majeurs comme la mondialisation, la concurrence, l'épuisement total des énergies et surtout la mise en place de nouvelles technologies, bref à un monde devenu de plus en plus chaotique, ou l'adaptation au changement, à l'instabilité et au désordre deviennent des conditions incontournables pour la pérennité des entreprises.

De ce fait, ces entreprises vont devoir repenser leurs stratégies, leurs structures et leur fonctionnement interne. Elles vont devoir réellement placer le client ou usager au cœur de leurs préoccupations et accorder une attention accrue à la qualité sans pour autant oublier de " digitaliser l'entreprise ", décentraliser son fonctionnement, favoriser la souplesse et la réactivité, développer le travail à distance, et par projets, s'adapter à un monde en évolution permanente...

Pour faire face à toutes ces transformations, la réussite dépendra de la capacité à disposer des compétences voulues.

Pour l'essentiel, les compétences cognitives et techniques sont là ; il faudra veiller à leur maintenance et à l'acquisition de nouvelles compétences qui apparaissent régulièrement. Cela, les entreprises savent le faire.

Par contre, ce qu'elles ne savent pas faire, c'est définir, détecter et développer les compétences comportementales requises pour faire face aux transformations précédemment citées, et aider leurs collaborateurs à savoir utiliser au mieux leur « knowledge », bref à développer l'intelligence émotionnelle de leurs salariés, pour leur permettre de s'adapter aux changements et développer leur employabilité.

C'est à ce niveau-là ou les compétences des managers devront faire leur preuve. Seuls leurs savoir, leurs savoir-faire et leurs savoir être pourront faire la différence.

Aujourd'hui un manager a besoin de savoir jouer sur différents registres : être présent quand le besoin s'en fait sentir, savoir s'effacer tout en restant disponible, être ferme sans pour autant tomber dans l'autoritarisme... un véritable exercice d'équilibriste ! Désormais un manager, pour être efficace, doit s'adapter aux situations et aux personnes qu'il rencontre, et pour ce faire, il doit être intelligent émotionnellement pour adopter différents styles de management et éviter les situations chaotiques.

La présente contribution propose d'analyser et d'étudier l'impact de l'intelligence émotionnelle sur les différents styles de management et plus précisément sur la performance du manager.

Ainsi, ce travail sera organisé comme suit, la première section passera en revue les différents styles de management qui ont marqué la théorie des organisations, la deuxième section examinera la relation existante entre la performance du manager et l'intelligence émotionnelle tandis que la dernière section s'intéressera aux équipes intelligentes émotionnellement.

2 LES STYLES DE MANAGEMENT

On a l'habitude d'employer le terme style quand on veut décrire la façon propre de se comporter d'un individu ou quand on veut parler de la manière avec laquelle s'exprime un artiste ou un écrivain, ou encore pour désigner sa manière de créer.

On parle aussi de style vestimentaire pour décrire la façon dont on s'habille, un style architectural pour caractériser l'architecture des constructions d'une époque donnée par exemple, un style pictural pour décrire la manière caractéristique d'un artiste ou d'une époque de traiter la matière et les formes dans une œuvre d'art...

En faisant le tour des champs d'explication de tous ses expressions, on trouve un seul mot qui les relie tous, c'est le mot « manière ». Alors est ce qu'on peut dire que le style de management est la manière de manager ses collaborateurs ?

Certains définissent le Management comme un talent, d'autres le prennent pour un métier, d'autres encore le définissent comme l'ensemble des techniques d'organisation qui sont mises en œuvre pour l'administration d'une entité, tandis que d'autres personnes le résument tout simplement en 3 mots : L'art de diriger. Mais mis à part le concept de l'art, qui signifie que les attitudes et les comportements du manager, sont aussi essentiels que sa maîtrise méthodologique et technique des outils de Direction. Cette définition ne nous apprend pas grand-chose. Elle se contente de substituer un mot « diriger » à la place d'un autre : « manager ».

Pour essayer de rendre intelligible le terme de management et le sortir des clichés qui l'entachent, il convient de mener un bref rappel sur les différentes écoles de management et des conceptions de l'efficacité sur lesquelles il repose.

Au cours des décennies précédentes, l'accent a été mis successivement sur les aspects organisationnels et sur les aspects relationnels du management.

L'originalité de ces dernières années est de situer le management face à la finalité économique de l'entreprise : Quelles sont les conditions de sa survie et de son développement? En quoi les actions et les comportements des responsables et de l'ensemble du personnel peuvent-ils contribuer ?

Le management n'est pas un ensemble de recettes pour faire communiquer les Hommes dans l'entreprise, organiser leur travail et obtenir leur efficacité. En effet, nous cherchons à développer non pas des automatismes mais une capacité d'adaptation face à la diversité des situations et à leur évolution.

Certes, le management est un état d'esprit : ouverture, écoute, dialogue, mais aussi volonté et ténacité dans la recherche de l'efficacité collective. Ne nous berçons pas d'illusions, quelles que soient les différences entre les écoles de management, leur but reste identique et unique : l'efficacité.

Une autre confusion entre ces deux notions (qui sont le management et style de management), qui presque toujours sont indifférenciées. Il nous semble essentiel de sortir de cet amalgame. Le management est une conception complète de la direction d'une entité, renvoyant à la finalité économique de l'entreprise, visant à la maximisation des contributions individuelles et à leur orientation vers l'atteinte des objectifs de l'entreprise.

Un style de management, c'est tout autre chose. Nous définissons cette notion comme l'ensemble des attitudes et des comportements qui décrit la manière dont un responsable exerce son pouvoir sur un groupe.

Il s'agit bien de la façon de commander, d'exercer l'autorité. Dans une vision « humaniste » de son rôle, le responsable refusera parfois de s'appuyer sur l'autorité formelle qui lui est conférée par sa position hiérarchique pour développer un leadership, c'est-à-dire une autorité informelle qui lui est reconnue par ses collaborateurs, de par ses capacités à :

- Donner une orientation ;
- Organiser et canaliser les efforts de chacun dans sa direction ;
- Communiquer, faire adhérer, réguler en permanence les conflits, les tensions.

2.1 DOUGLAS MAC GREGOR : THEORIE X ET Y

Parmi les postulats que Mac Gregor a établis :

- La manière dont une organisation est dirigée résulte directement de la conviction de ses dirigeants ;
- Le style de contrôle a des implications fondamentales sur la situation faite aux divers acteurs qui évoluent dans l'entreprise, à tous les niveaux hiérarchiques ;
- Le contrôle lui-même met en jeu des caractéristiques essentielles du comportement de l'homme, parce qu'il fait appel aux notions d'objectifs et de la mesure de la performance.

Hypothèses que Mac Gregor a posé :

L'efficacité n'est pas une donnée innée, elle est fonction du climat des relations au sein de l'organisation.

A partir de cette hypothèse, il a adapté le mode de démonstration suivant :

Il note que chaque acte de management repose sur des hypothèses. Ces dernières sont alors regroupées sous le nom de « théorie X ». Puis il propose une alternative, « la théorie Y » qui va à contre-pied de la première et qui insiste sur les notions de participation, responsabilité, motivation...

Il tente alors de démontrer à travers la « théorie Y », que l'efficacité du dirigeant est fonction en grande partie de son aptitude à créer un « climat » permettant l'enrichissement et l'épanouissement de chaque individu de l'organisation.

D'après Douglas McGregor, l'autorité n'est qu'une forme de contrôle parmi d'autres (comme la contrainte physique, la persuasion, l'autorité du savoir) et dont l'efficacité dépend certes des sanctions possibles (condamnations, renvois...) mais aussi des contres mesures possibles (sabotage, révolte, inertie...). L'autorité ne devrait donc pas être le moyen exclusif de la direction des hommes.

2.2 RENSIS LIKERT : PRINCIPES DES RELATIONS INTEGREES AUX STYLES DE DIRECTION

Likert a cherché à comprendre dans quelle mesure la nature des relations entre supérieur et subordonné peuvent conduire à des résultats très différents dans un contexte organisationnel identique.

A partir d'enquêtes auprès de directeurs de grandes compagnies d'assurances, il observe que ceux qui ont les résultats les plus médiocres présentent des traits communs. Leur conception du commandement les conduit à se focaliser sur les tâches à accomplir, leur mission est avant tout orientée vers la surveillance et le contrôle, ils adoptent les principes de l'organisation taylorienne au travail (travail prescrit, aucune autonomie, salaire de rendement...).

Ce mode de management est dominant après la deuxième guerre mondiale aux USA. Pour autant, il relève que certains dirigeants semblent obtenir de meilleurs résultats car ils ont une autre attitude vis-à-vis des hommes en situation de travail. En effet, ils ont la conviction qu'il est nécessaire de comprendre les attentes et les valeurs personnelles des salariés afin d'améliorer leur degré de motivation et d'implication au travail. Pour ce faire, leur mode de commandement vise pour l'essentiel à établir une relation de confiance durable dans l'organisation en adoptant un comportement fondé sur l'empathie, c.-à-d. sur l'écoute et la prise en considération des capacités de chacun et des difficultés rencontrées. Cette grande enquête a permis à Likert de poser « le principe des relations intégrées » selon lequel les relations entre les membres d'une organisation intègrent les valeurs personnelles de chacun.

Cela conduit à considérer que dans une organisation toute personne doit se sentir considérée et nécessaire dans l'entreprise pour travailler efficacement. Selon Likert, l'efficacité au travail passe par l'abandon de la relation « man-to-man » (homme contre homme) et nécessite la mise en œuvre d'une organisation par groupe de travail au sein duquel les problèmes rencontrés sont abordés et résolus collectivement.

Au total Likert développe l'idée d'un mode de management participatif par groupe de travail. Les enquêtes réalisées indiquent que ce mode d'organisation semble plus efficace car il s'appuie sur des attitudes plus coopératives et sur des relations de confiance. Pour autant, Likert note que ce mode de management est complexe à mettre en place car il nécessite l'acquisition par les salariés de règles de fonctionnement subtiles ainsi qu'un niveau de convergence suffisant entre les valeurs personnelles des membres du groupe.

2.3 BLAKE ET MOUTON : LES DEUX DIMENSIONS DU MANAGEMENT

En 1969, Blake et Mouton élaborent un modèle synthétisant différents modes de management imaginables dans les organisations. Les résultats de leurs travaux ont été publiés dans un ouvrage traduit en français sous le titre suivant « Les deux dimensions du management ».

Selon eux, le style de management se reflète dans la manière dont le manager prend ses décisions et dont il les fait appliquer par ses subordonnés. Ce sont là les deux dimensions du management sur lesquelles se fonde l'approche de Robert R Blake et Jane. S Mouton qui, en se basant sur les travaux de Rensis Likert, ont identifié deux dimensions fondamentales du management :

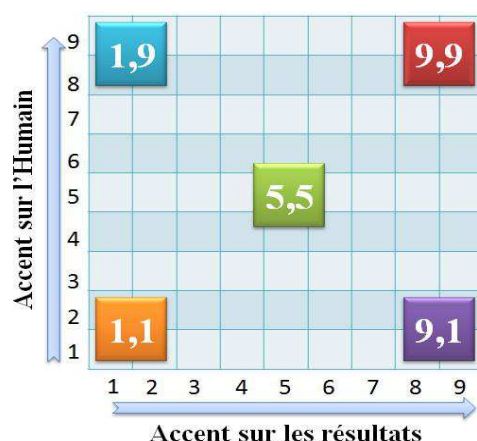
- ❖ **Le souci d'accomplir la tâche** : qui reflète l'importance qu'accorde le manager au travail, et se manifeste sous forme d'instructions qui émanent du manager aux subordonnés.
- ❖ **Le souci qu'apporte le manager pour les participants** : détermine le soutien émotionnel qu'un manager apporte à ses subalternes.

Ces deux dimensions ont été représentées sur une grille dans laquelle ces deux variables varient d'un minimum « 1 » à un maximum « 9 », avec des degrés intermédiaires. Le style de management peut apparaître selon l'importance accordée à ses deux éléments et la façon dont ils interagissent, cela signifie que le dosage des deux intérêts va refléter la manière dont un manager agit et exerce son autorité.

Les auteurs affineront et développeront progressivement leur modèle au fil du temps à travers une succession de publications. L'approche de Blake et Mouton repose sur une conception du management. En premier lieu, ils proposent de s'intéresser et de définir ce en quoi le manager adhère. Pour ce faire, ils suggèrent de rechercher à mesurer chez le manager le degré d'intérêt porté à la production ainsi que le degré d'intérêt porté aux hommes. Les auteurs opposent finalement deux grandes conceptions du management. Pour une première catégorie de managers, l'encadrement de salariés consiste avant tout à chercher à faire réaliser des tâches par des subordonnées. Ce sont des managers plutôt centrés sur des tâches à accomplir. Une seconde catégorie de managers a opposition, une vision de l'encadrement portée sur le degré d'attention aux personnes, ils sont ainsi centrés sur des hommes et non sur des tâches. Suivant cette conception, l'activité du management consiste surtout à s'intéresser à des problèmes de motivation et d'implication au travail, à gérer des relations interpersonnelles.

Cette focalisation sur les relations de travail et sur la confiance, implique bien une conception différente du management. Manager, c'est avant tout créer et développer des relations sociales, une ambiance et un climat social, une culture particulière de travail, etc. Ces deux conceptions du mode de management ont été intégrées par Blake et Mouton dans leur modèle aujourd'hui devenu célèbre : la grille managériale (1967).

La grille managériale et les 5 styles de management:



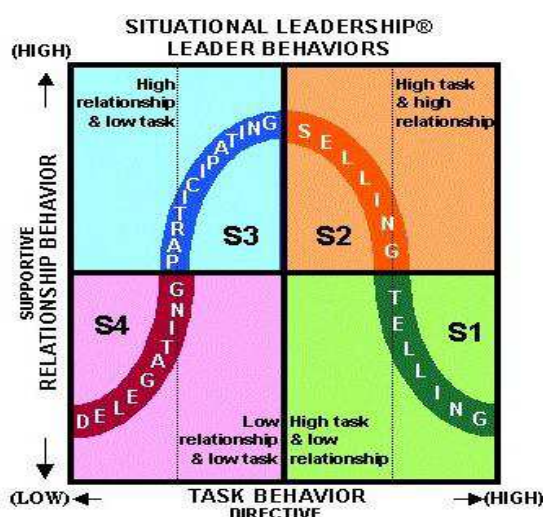
La grille managériale permet de formaliser cinq styles de management qui ont été définis à partir de deux conceptions radicalement opposées du management : l'importance accordée par la direction de l'entreprise aux tâches à exécuter et l'importance accordée aux personnes de l'organisation.

2.4 PAUL HERSEY ET KENNETH BLANCHARD : LE LEADERSHIP SITUATIONNEL

La méthode de leadership situationnel de Blanchard et Hersey soutient que les dirigeants doivent utiliser différents styles de leadership selon la situation. Le modèle permet d'analyser les besoins de la situation dans laquelle on se trouve, et d'utiliser le style de leadership le plus approprié à la situation.

Selon les compétences des employés dans leurs domaines de tâches c-à-d leur compétence et leur niveau d'engagement dans ces tâches, le style de leadership devrait varier d'une personne à une autre. On peut même gérer une même personne parfois d'une certaine manière, et d'autres fois d'une manière différente.

Blanchard et Hersey ont caractérisé les styles de leadership en termes de quantité de sens et d'assistance que le leader donne à ses suiveurs, et ainsi il a créé une matrice simple.



Les leaders efficaces sont souples tout en étant capable de se déplacer autour de la matrice selon la situation.

3 L'IMPACT DE L'INTELLIGENCE EMOTIONNELLE SUR LA PERFORMANCE DU MANAGER

Le Dr Antonio Damasio neurologue de l'université de l'Iowa a découvert que la pensée et l'affect sont inextricablement liées l'un à l'autre, il suivait un patient qui a été un brillant avocat d'affaires. Quelques années plus tôt on lui a diagnostiqué une petite tumeur sur l'un des lobes frontaux. L'opération chirurgicale a réussi mais le chirurgien a sélectionné accidentellement les circuits nerveux qui relient les lobes frontaux à l'amygdale.

Le résultat a été spectaculaire et dramatique : cet avocat ne souffrait d'aucune déficience intellectuelle, pourtant il s'est montré inapte au travail, il l'a perdu et après quelques essais de nouveaux postes, s'est retrouvé au chômage. Sa femme l'a quitté et il a dû vendre sa maison.

Après l'examen de quelques résultats de tests neurologiques, ils étaient tous normaux mais le patient était incapable de répondre à la question suivante : quand voulez-vous revenir me voir ? Car il ne pouvait pas de sentiments et donc pas de préférences concernant ces pensées.

A cet effet, l'intellectuel et l'émotionnel, traduisent l'activité de zones cérébrales différentes. L'activité intellectuelle se concentre entièrement dans le néocortex, et les activités cérébrales les plus récentes dans l'évolution de l'espèce sont basées dans les régions supérieures du cerveau, les centres de l'intelligence émotionnelle sont quant à eux, situés dans les régions inférieures les plus anciennes du cerveau, dans le sous cortex. L'intelligence émotionnelle englobe ces centres émotionnels et leur coordination avec les centres intellectuels.

Selon cette perspective, afin d'évaluer une théorie touchant peu ou prou à l'intelligence émotionnelle il faut mesurer le degré auquel la théorie en question se rapporte à cette interaction.

En 1990 Salovey et Mayer ont définies l'intelligence émotionnelle comme la capacité de réguler et de maîtriser ses propres sentiments et ceux des autres et d'utiliser ces sentiments pour guider nos pensées et nos actes.

En 1997 Salovey et Mayer ont modifié cette définition pour dire que l'intelligence émotionnelle est l'habilité à percevoir et à exprimer les émotions, à les intégrer pour faciliter la pensée, à comprendre et à raisonner avec les émotions, ainsi qu'à réguler les émotions chez soi et chez les autres.

Daniel Goleman a repris et adapté leur modèle afin d'utiliser ces talents dans la vie professionnelle, selon lui l'intelligence émotionnelle désigne notre capacité à reconnaître nos propres sentiments et ceux des autres, à nous motiver nous-mêmes et à bien gérer nos émotions nous-mêmes et dans nos relations avec autrui.

L'adaptation de Goleman comprend quatre domaines majeurs d'intelligence émotionnelle : conscience de soi, gestion de soi, intelligence interpersonnelle et gestion des relations avec 18 compétences. Ces compétences d'intelligence émotionnelle ne sont pas des talents innés, mais des aptitudes apprises, dont chacune contribue de manière unique à rendre les managers plus résonants.

Les managers d'excellence utilisent une ou plusieurs des six approches du leadership que l'on distingue traditionnellement, et passent avec agilité d'un style à l'autre en fonction de la situation.

Les recherches ont montré que les managers ayant utilisé des styles de leadership à impact émotionnel positif ont enregistré des retours financiers supérieurs aux autres et ceux qui ont obtenu les meilleurs résultats utilisaient de manière routinière plusieurs styles selon la situation de l'entreprise.

3.1 LE VISIONNAIRE

Le visionnaire a une vision de l'image d'ensemble et la contribution de chaque tâche à cette image est source de clarté pour les collaborateurs car ils comprennent ce qu'on attend d'eux. Il tire le climat émotionnel de l'entreprise vers le haut et transforme l'esprit de l'entreprise à de multiples niveaux.

Les managers visionnaires possèdent les 3 compétences d'intelligence émotionnelle à savoir la confiance en soi, la conscience de soi et l'empathie.

Conscience en soi : Les visionnaires définissent un objectif en lequel ils croient et l'harmonisent avec les valeurs que partagent les individus qu'ils dirigent et cette croyance leurs permet de guider les autres.

La confiance en soi : Au moment de changement de direction la confiance en soi leur permet d'assurer la fluidité de transition.

La transparence : Si une vision d'un meneur manque de sincérité, les autres le sentent, la transparence permet la suppression des barrières à cette attitude, favorise l'honnêteté et le partage des connaissances et donc tout le monde se sent concerné et en mesure de prendre une décision.

L'empathie : Le visionnaire ressent ce que les autres éprouvent et comprend leur point de vue.

Les limites du visionnaire :

- Parfois un manager essaye d'être visionnaire et ne réussit qu'à être autoritaire.
- Il échouera aussi s'il travaille avec une équipe plus expérimentée car ils peuvent considérer sa vision comme mobilisatrice.

3.2 L'ENTRAINEUR

Les managers entraîneurs consacrent beaucoup de temps au développement de leurs personnels ils entament de réelles conversations avec un salarié qui vont au-delà des préoccupations à court terme de l'entreprise.

En s'attachant à avoir de réelles conversations personnelles avec les collaborateurs ils créent des liens interpersonnelles et un climat de confiance. Et donc ils aident les individus à identifier leurs points forts et leurs faiblesses pour les relier à leurs aspirations professionnelles. Ils les encouragent à se fixer des objectifs de développement et les aident à faire un plan pour les atteindre.

La conscience émotionnelle de soi crée des leaders capables de donner des conseils en explorant les objectifs et les valeurs du collaborateur et l'intelligence émotionnelle de développement des autres, leurs permet de les aider à atteindre ces objectifs tout en écoutant l'autre avant de donner du feed-back le leader crée de l'empathie dans le groupe.

Ainsi sa défaite sera avec ceux qui manquent de motivation ou ont besoin d'un accompagnement personnel.

3.3 LE PARTENAIRE

Le style partenaire peut être défini comme la compétence collaborative en action.

Les meneurs partenaires sont très attachés à faire naître un climat d'harmonie et à favoriser les interactions amicales nourrissant des relations interpersonnelles.

Les avantages :

- Il tend à valoriser les individus et leurs besoins émotionnels plus que les réalisations des tâches et des objectifs.
- Cette orientation crée de l'empathie, ce qui permet à un meneur d'entretenir le bien être de ces collaborateurs.
- Il s'appuie aussi sur la compétence d'intelligence émotionnelle de la gestion des conflits lorsqu'il s'agit de rassembler de multiples individus en conflit.

Les inconvénients : Cette approche très orientée vers les encouragements peut favoriser une négligence au niveau des performances.

3.4 LE DEMOCRATIQUE

Les meneurs démocratiques donnent le sentiment qu'ils s'intéressent réellement aux individus, ils sont également de véritables collaborateurs, travaillant avec mentalité d'équipier plutôt que supérieur hiérarchique.

Les avantages : Le démocratique s'appuie sur 3 compétences d'intelligence émotionnelle à savoir le travail d'équipe et la collaboration, la gestion des conflits et l'influence, et l'empathie.

Les inconvénients :

- Le style démocratique peut engendrer des réunions exaspérantes et interminables, au cours desquelles les idées sont discutées encore et encore, ce qui débouche sur de nouvelles réunions.
- Un meneur qui tarde à prendre des décisions, crée un climat d'indécision d'où il résulterait confusion et absence d'orientation, retard et escalade des conflits.

Les quatre premiers styles de leadership chacun a son propre impact positif sur le climat émotionnel d'une entreprise. Les deux derniers styles ont également leur place dans la boîte à outil du leader mais ils doivent être utilisés avec précaution et savoir-faire.

3.5 LE GAGNEUR

Les leaders gagnent exigent l'excellence des autres et d'eux-mêmes. Ils sont obsédés par l'idée de faire mieux et plus vite, ils repèrent rapidement les collaborateurs moins efficaces et exigent d'avantage d'eux.

Les avantages : Le style gagnant repose sur la compétence d'intelligence émotionnelle de volonté de dépassement de soi et de réalisation, avec la compétence d'initiative.

La compétence de réalisation signifie que les gagnants s'efforcent à améliorer leurs performances et celles des autres, ce qui signifie que ces meneurs sont motivés par le besoin d'être à la hauteur de leurs normes personnelles d'excellence. Le gagnant a aussi l'esprit d'initiative, il cherche souvent à saisir ou créer des opportunités de progrès.

Les inconvénients : Mais avec l'absence d'autres compétences, le désir de réalisation peut mal tourner, à savoir :

- L'absence d'empathie : les gagnants sont tellement focalisés sur les objectifs, qu'ils donnent l'impression de ne pas se préoccuper des gens qui vont réaliser ces objectifs.
- L'absence de conscience de soi : ils sont souvent aveugles à leurs propres échecs ou faux pas.
- L'incapacité à collaborer ou à communiquer de manière efficace.
- Le grand déficit est au niveau du manque de gestion de soi : le style gagnant peut engendrer chez les collaborateurs le sentiment d'être harcelé et sur sollicités par les demandes incessantes du meneur, il en résulte que les employés considèrent que le manager leur demande trop ou il ne leur fait pas confiance, le sentiment d'excellence se traduit souvent par l'incapacité à déléguer ou l'impatience.

Le manager gagnant ne voit que les chiffres ce qui n'est pas suffisant pour motiver les individus, c'est en utilisant ce style avec le style visionnaire et l'esprit d'équipe du style partenaire que le gagnant donne de bons résultats.

3.6 L'AUTORITAIRE

Le style autoritaire exige que tout le monde suit les ordres, mais ne prend pas la peine d'expliquer pourquoi. Et si les employés refusent de se soumettre à leurs ordres sans poser de question, ils ont recours aux menaces. Et au lieu de déléguer, ils cherchent à tout contrôler et à maîtriser toutes les situations.

Parmi tous les styles de leadership, l'approche autoritaire est la moins efficace dans la plupart des situations. Étant données que les émotions sont contagieuses, un manager intimidant et froid contamine l'humeur de tout le monde et le climat général commence à se dégrader.

Avantages : Malgré ces points négatifs le style commander et contrôler peut occuper une place dans le répertoire du leader intelligent émotionnellement, il est parfois utile lorsque les dirigeants sont confrontés à une situation de crise ou la nécessité urgente de transformer l'organisation surtout au début pour secouer les collaborateurs pour qu'ils fassent les choses autrement. Cette approche donne de bons résultats avec les employés à problèmes. Il est à noter aussi que le style autoritaire devra être utilisé avec prudence ciblant les situations où il est indispensable.

La mise en œuvre efficace du style autoritaire repose sur 3 compétences d'intelligence émotionnelle :

- L'influence ;
- La volonté de réalisation ;
- L'initiative (chez l'autoritaire se manifeste à travers la capacité à saisir les opportunités et aussi à travers le ton de commandement, et non d'un ton réflexif).

Inconvénients :

Comme pour le style gagnant, l'autoritaire manque de conscience de soi, de confiance de soi et d'empathie.

4 LES ÉQUIPES INTELLIGENTES ÉMOTIONNELLEMENT

Dans le monde d'aujourd'hui, on trouve beaucoup de technologies beaucoup d'entrepreneurs, beaucoup d'argent, beaucoup de capital-risque, mais ce qu'on trouve plus difficilement, ce sont les grandes équipes. Qu'est-ce qu'une équipe intelligente émotionnellement ?

L'intelligence émotionnelle collective est ce qui distingue les équipes d'exception des équipes moyennes, elle détermine la capacité d'une équipe à gérer ses émotions d'une façon qui favorise la confiance, l'identité du groupe et l'efficacité collective et qui maximise la coopération, la collaboration et l'efficacité.

Certaines entreprises utilisent comme moyen de sélection des individus le QI, et donc certaines de leurs équipes sont entièrement composées d'individus extrêmement brillants, mais malgré cet avantage, les équipes à haut quotient intellectuel obtiennent des résultats plus mauvais que d'autres équipes dont les membres sont moins brillants.

L'observation de ce phénomène a montré que les membres des équipes à QI élevé gaspillaient leur temps à s'affronter dans des débats qui tournaient à d'interminables séances de compétition scolaire. Tout le monde essayait de dominer intellectuellement le groupe que les résultats étaient mauvais.

Les équipes qui obtiennent de bons résultats et exploitent à fond le talent de leurs membres sont ceux qui savent créer un état d'harmonie interne. Plusieurs compétences de professionnels d'exception décrivent ce talent :

- Nouer des liens : savoir entretenir des rapports fructueux.
- La collaboration et la coopération : travailler avec les autres à des buts communs.
- L'aptitude à travailler en équipe : savoir créer une synergie dans le travail avec des buts communs.

Quand l'équipe dégage une réelle synergie, son score dépasse de loin le meilleur des scores individuels, les groupes sont plus intelligents que les individus lorsqu'ils manifestent des qualités d'intelligence émotionnelle.

Eu égard de ce qui précède, l'intelligence émotionnelle d'un groupe exige les mêmes capacités que celles d'un individu émotionnellement intelligent, ce qui diffère est que les compétences d'intelligences émotionnelles renvoient aux individus et aux groupes au même temps, donc chaque compétence d'intelligence émotionnelle est interdépendante des autres et se déploie à travers la pratique (une équipe qui a la conscience de soi devient réceptive aux humeurs et tend à se répondre avec empathie).

Chacun au sein du groupe contribue au niveau global d'intelligence émotionnelle, mais le leader y exerce une influence particulière, les émotions sont contagieuses et il est naturel pour les individus d'accorder une attention particulière aux sentiments et aux comportements du meneur, les managers doués ont le sens de collaboration et savent équilibrer l'énergie de l'équipe entre tâche à accomplir et le souci des relations au sein de l'équipe pour instaurer un climat amical et coopératif. Mais, la racine des problèmes réside souvent dans les règles tacites et la façon dont le manager gère le langage silencieux des émotions.

Les règles tacites est ce que nous appelons normes lorsqu'on parle d'équipe et culture lorsque nous faisons référence à l'organisation. En général les entreprises considèrent les normes comme faisant partie du décor alors qu'elles sont très puissantes car elles représentent l'apprentissage implicite au niveau du groupe.

Ces règles sont ce que nous apprenons à travers les interactions quotidiennes et que nous reproduisons automatiquement, ce sont ces normes d'un groupe qui déterminent s'il fonctionne comme une équipe d'excellence ou simplement un ensemble d'individus qui travaillent ensemble. Lorsque les valeurs et les normes clés sont claires pour l'équipe un leader n'a même pas besoin d'être physiquement présent pour que l'équipe fonctionne efficacement.

Le langage silencieux est l'humeur qui règne au sein d'une équipe, des fois on assiste à une réunion où la tension dans la pièce est palpable qu'on dirait qu'il y a conflit avant même que quelqu'un ouvre la bouche, ce genre d'équipe manque de conscience de soi qui est la première compétence d'intelligence émotionnelle, la conscience de soi est attentive aux humeurs et quand les membres de l'équipe commencent à prendre conscience, deviennent réceptifs aux humeurs et au besoin du groupe et tendent à se répondre avec empathie.

En conclusion, un manager ne peut entraîner une équipe vers une tonalité émotionnelle élevée, que s'il utilise des interprétations optimistes, des normes, et des styles qui contribuent à créer la résonance. Un manager intelligent émotionnellement, sait comment déchiffrer les sentiments des autres en vue de les influencer et de positiver leur vision vis-à-vis des situations complexes auxquelles ils sont confrontés.

5 CONCLUSION

Face à la complexité de l'environnement interne et externe de l'entreprise provoqué par la mondialisation, la concurrence, l'informatisation et l'interdépendance écologique, le rôle du manager devient de plus en plus critique et changeant, chose qui effraie les dirigeants même les plus aguerris dans le passé.

Pour faire face aux différentes situations chaotiques le rôle du manager doit passer d'une structure de donneur d'ordre à une structure plus étendue, de coordonnateur, facilitateur, développeur et créateur de condition d'auto-apprentissage. Le manager doit savoir guider ses équipes vers la résonnance afin qu'elle dégage une synergie et les aider à développer leur intelligence émotionnelle.

Pour être efficace le manager doit avoir les différents styles de management dans sa boîte à outil, savoir se servir de chacun au bon moment face aux différentes situations, utiliser des interprétations optimistes et être intelligent émotionnellement, c'est-à-dire savoir gérer ses émotions et celles des autres afin d'entraîner son équipe vers une tonalité émotionnelle élevée et réussir à créer la résonnance.

REFERENCES

- [1] Robert R. Blake et Jane S. Mouton, « *Les deux dimensions du management* », Editions D'Organisation - Date : janvier 1980
- [2] Robert R. Blake. & Jane S Mouton, « *La troisième dimension du management* », Editions D'Organisation - Date : 1987
- [3] » Dominique Chalvin. « *Autodiagnostic des styles de management* », Edition ESF- Date : 1980.
- [4] Rober Papin, « *L'art de diriger* », Edition Dunod -Date 2006
- [5] Vincent Lenarth, « *Les responsables porteurs de sens* », Edition : Insep Consulting- Date 2002
- [6] Thuderoz, Christian, « *Histoire et sociologie du management* », Collection : Sciences Appliquées Insa Lyon- Date 2006
- [7] Jean-Michel PLANE, « *Management des organisations : Théories et concepts* », Edition Dunod- Date 2005
- [8] Carol Kennedy, « *Toutes les théories du management* », Edition Maxima Laurent Du Mesnil - Date : 2008
- [9] Dominique Tissier, « *Le management situationnel* », Edition : Insep consulting- Date : 2001
- [10] Jean louis Muller, « *Les nouveaux styles de Management* », Edition ESF éditeur-Date 2004
- [11] Christopher LASZLO et Jean-François LAUGEL, « *Economie du chaos* », Edition d'organisation-date 1998
- [12] Daniel Goleman, « *L'intelligence émotionnelle : Tome 1* », Editions Robert Laffont, S.A, Paris- Date : 1997
- [13] Daniel Goleman, « *L'intelligence émotionnelle : Tome2* », Editions Robert Laffont, S.A, Paris- Date : 1999
- [14] Daniel Goleman, Richard Boyatzis , Annie McKee, « *L'intelligence émotionnelle au travail* », Edition Village Mondial Date : 2006

ANFIS Approach Applied to PSS and SSSC Controllers for Power System Damping Improvement

D. Murali

Assistant Professor, Department of Electrical & Electronics Engineering,
Government College of Engineering, Salem-636011,
Tamil Nadu, India

Copyright © 2016 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 transmission line transfer capability and power system stability are greatly affected by the low frequency electromechanical oscillations. The conventional approach to damp these oscillations is by the use of Power System Stabilizers (PSSs). However, the capability of Flexible AC Transmission System (FACTS) controllers, such as Static Synchronous Series Compensators (SSSCs) and Unified Power Flow Controllers (UPFCs), has been explored and proven. This paper investigates and compares the dynamic performance of conventional and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) based PSS and SSSC controllers applied in a two-area power system. The time domain simulation results, carried out in Matlab / Simulink platform, of the two-area power system subjected to different operating conditions, validate the efficiency of the proposed robust and simple approach with very good dynamic responses. The results demonstrate that the ANFIS based SSSC controllers show good damping performance characteristics in terms of both reduced amplitudes and settling times of oscillations compared to ANFIS based PSS controllers.

KEYWORDS: ANFIS, Damping performance, FACTS, Low frequency oscillations, Matlab / Simulink, PSS, SSSC, Two-area power system, UPFC.

1 INTRODUCTION

In the 1950s and 1960s, electric power utilities found that they could achieve more reliability and economy by interconnecting to other utilities, often through quite long transmission lines. In some cases, when the utilities connected, low frequency growing oscillations prevented the interconnection from being retained [1, 2]. These oscillations were at frequencies of the order of 1 to 2 Hz as soon as synchronous generators were interconnected. If not well damped, these oscillations may keep growing in magnitude until loss of synchronism results [3]. Damper windings on the generator rotor were used to absorb the energy associated with the system oscillations and so cause their amplitudes to reduce. The oscillations may be local to a single generator or generator plant (local oscillations), or they may involve a number of generators widely separated geographically (inter-area oscillations). Local oscillations often occur when a fast exciter is used on the generator, and to stabilize these oscillations, Power System Stabilizers (PSSs) were developed. Inter-area oscillations may appear as the system loading is increased across the weak transmission links in the system which characterizes these oscillations. The oscillations of generator angle or line angle are generally associated with transmission system disturbances and can occur due to step changes in load, sudden change of generator output, transmission line switching, and short circuits. It is important to damp these oscillations as quickly as possible because they may cause mechanical wear in power plants and many power quality problems. The system is also vulnerable if further disturbances occur. If not controlled, these oscillations may lead to total or partial power interruption.

Some authors' work emphasized the enhancement of overall system stability and considered the simultaneous damping of inter-area and local modes, and discussed the performance of the PSS under different system conditions [4]. An approach was presented for designing fuzzy logic based adaptive power system stabilizers (PSS) for multi-machine power systems [5]. It

is based on the traditional frequency domain method. In addition, a fuzzy signal synthesizer is introduced to achieve adaptiveness. In this approach, two linear stabilizers are designed to accommodate two extreme loading cases. A fuzzy logic mechanism is used to generate one single control signal by properly combining the outputs of the linear stabilizers. The fuzzy controller is optimized using a least squares error criterion. Simulation studies of a one-machine infinite-bus and two multi-machine systems show that the proposed stabilizer provides satisfactory damping against low frequency oscillations under different operating conditions.

Some authors proposed a fuzzy-logic-based adaptive power system stabilizer whose parameters were tuned by neural networks online [6]. In this paper, the system was divided into two subsystems, a recursive least square identifier with a variable forgetting factor for the generator and a fuzzy-logic-based adaptive controller to damp oscillations. The effectiveness of the proposed PSS in increasing the damping of local and inter-area modes of oscillation was demonstrated on a one-machine-infinite-bus system and a two-area system. Some authors explained about PSS and control of reactive power compensator in multi-machine system by using particle swarm optimization algorithm [7]. Various approaches were also proposed to design damping controllers for different Flexible AC Transmission System (FACTS) devices. Some authors presented a novel methodology for tuning STATCOM based damping controller in order to enhance the damping of system low frequency oscillations. The design of STATCOM parameters are considered an optimization problem according to the time domain-based objective function solved by a Honey Bee Mating Optimization (HBMO) algorithm that has a strong ability to find the most optimistic results [8]. The control strategy of a SSSC was derived using optimal control design. The simulation results were tested on a Single Machine Infinite Bus system (SMIB) [9]. The proposed method was equipped in a sample system with disturbance. The generator rotor angle curve of the system without and with a SSSC was plotted and compared. It was found that the system without a SSSC has high variation whereas that of the system with a SSSC has much smaller variation. Some authors proposed an Adaptive Network-based Fuzzy Inference System controller (ANFISC) for controlling of the SSSC-based damping system applied in a SMIB power system. For implementation of the learning process of this controller, an approach of the learning ability that was named as Forward Signal and Backward Error Back-Propagation (FSBEBP) method for improving the system efficiency was used [10].

From the above literature reviews, it is evident that there are many devices (PSS and various FACTS devices) that can help the damping of power system oscillations, and there are also many different control methods for the damping controller design. The objective of this paper is to design advanced PSS and SSSC controllers to enhance damping of power system oscillations. This work is an attempt to illustrate the utility and effectiveness of intelligent control strategies for the design of both PSS and SSSC controllers. The intelligent control approach is concerned with the integration of artificial intelligent tools (neural networks, fuzzy technology, evolutionary algorithms, etc) in a complementary hybrid framework for solving real world problems. There are several approaches to integrate neural networks and fuzzy logic to form a neuro-fuzzy system. The present work will concentrate on the damping improvement by (i). Conventional PSS and SSSC controllers applied in a two-area power system, and (ii). ANFIS based PSS and SSSC controllers applied in the same two-area power system.

The structure of the work presented in this paper is organized in the following sequence. A brief review of the literature survey of the related work has been presented in the previous paragraphs in the introductory section. Section 2 presents the model of a two-area power system. The architecture of the adaptive neuro-fuzzy inference scheme used in the design of the controller for PSS / SSSC is presented in Section 3. The design of the ANFIS controller is illustrated in Section 4. The simulation results and discussions are presented in Section 5. This is followed by the conclusions in the concluding section 6.

2 POWER SYSTEM MODEL

A three-machine nine-bus power system shown in Fig. 1 in the form of single line diagram is used to investigate inter-area oscillation control problem [11]. In this system, the bus 1 is taken as reference bus. The system frequency is 50 Hz and the base power is 100 MVA. The frequency of inter-area mode electromechanical oscillations of this system may range from 0.35 to 0.75 Hz depending on the operating conditions. To analyze the damping performance of the system, initially two-sets of conventional lead-lag PSS controllers are employed; one for the generator G2 (Area 1) and another one for the generator G3 (Area 2) respectively. Next, two-sets of conventional SSSC based damping controllers are installed in the system; one between bus 5 and bus 7, and another one between bus 6 and bus 9 respectively. The details of system data are given in Figure 1. The G2 has Rated MVA = 192, Rated voltage = 18 kV. The G3 has Rated MVA = 128, Rated voltage = 13.8 kV. The reduced Y-bus matrix for the three-bus power system is as shown below:

$$[Y_{Bus}] = \begin{bmatrix} 0.846 - j2.988 & 0.287 + j1.513 & 0.210 + j1.226 \\ 0.287 + j1.513 & 0.420 - j2.724 & 0.213 + j1.088 \\ 0.210 + j1.226 & 0.213 + j1.088 & 0.277 - j2.368 \end{bmatrix}$$

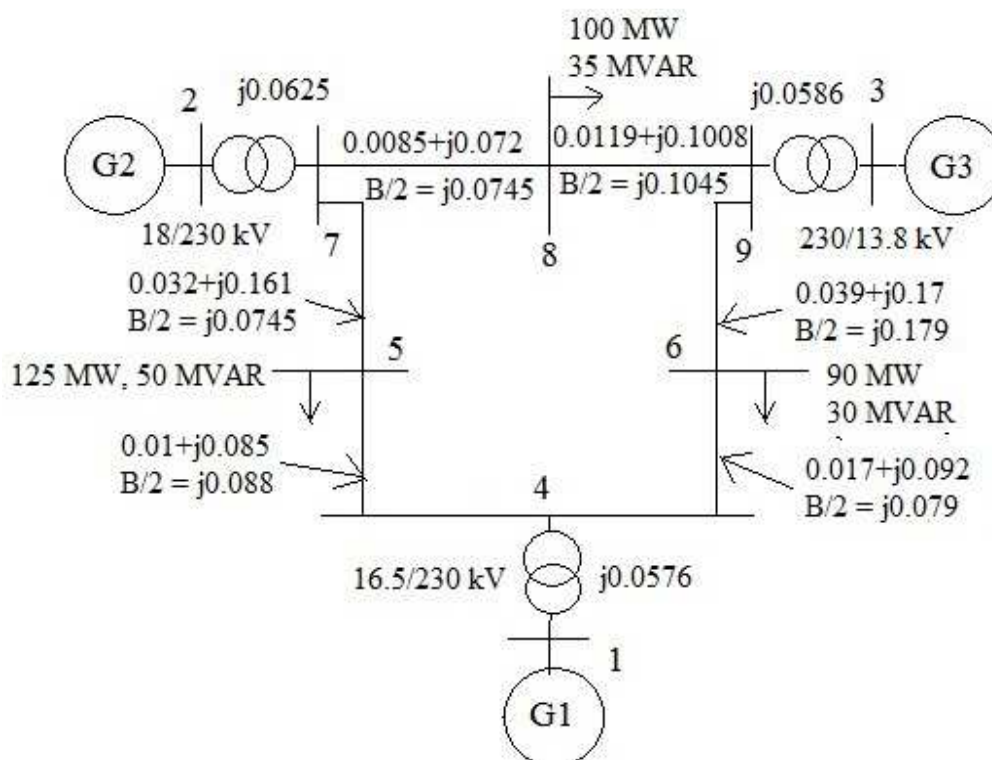


Fig. 1. Single line diagram of a Three-machine nine-bus power system

3 ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SCHEME

The FIS (Fuzzy Inference System) is a popular computing framework based on the concepts of fuzzy set theory, fuzzy if-then rules, and fuzzy reasoning [12, 13]. The ANFIS is a class of adaptive networks which are functionally equivalent to FISs. The selection of the FIS is the major concern in the design of an ANFIS. In this paper, the first-order Sugeno fuzzy model is used to generate fuzzy rules from a set of input-output data pairs [14]. Among many FIS models, the Sugeno fuzzy model is the most widely applied one for its high interpretability and computational efficiency, and built-in optimal and adaptive techniques. A typical architecture of ANFIS is depicted in Fig. 2, in which a circle indicates a fixed node, whereas a square indicates an adaptive node. For simplicity, it is assumed that the FIS has two inputs x and y and one output z . The structure of the network is composed of a set of units (and connections) arranged into five connected network layers which are described as shown below:

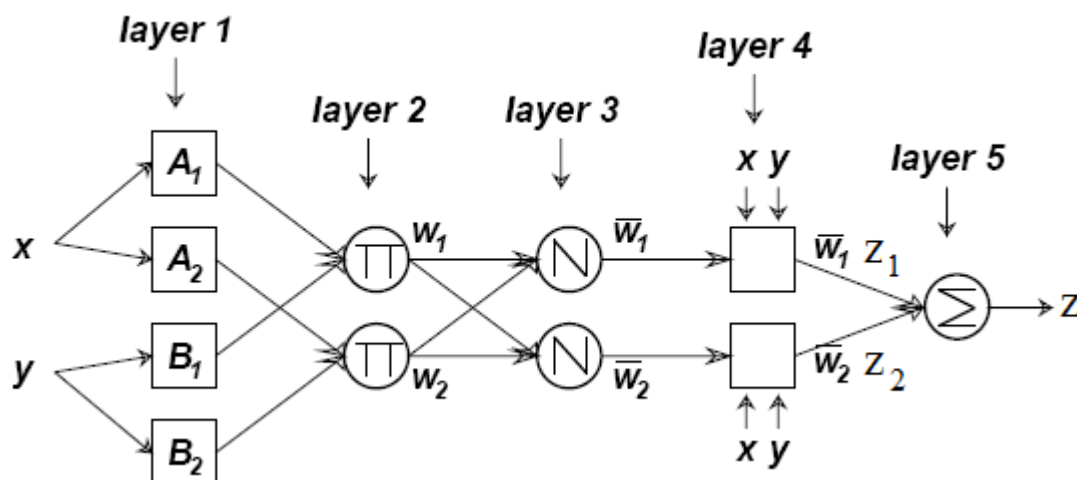


Fig. 2. A typical architecture of ANFIS

Layer 1: Every node i in this layer is a square node with node function

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \quad \text{for } i = 1, 2 \quad (1)$$

where, x is the input to node i , and A_i is the linguistic label (small, large, etc.) associated with this node function. Usually, $\mu_{A_i}(x)$ is given by

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right]^{b_i}} \quad (2)$$

where, $\{a_i, b_i, c_i\}$ is the parameter set. Parameters in this layer are referred to as premise parameters.

Layer 2: Every node in this layer is a circle node labeled Π (product) which multiplies the incoming signals and sends the product out. For instance,

$$w_i = \mu_{A_i}(x) \times \mu_{B_i}(y) \quad \text{for } i = 1, 2 \quad (3)$$

Every node output represents the firing strength of a rule.

Layer 3: Every node in this layer is a circle node labeled N . The i^{th} node calculates the ratio of the i^{th} rule's firing strength to the sum of all rules' firing strengths.

$$\vec{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad \text{for } i = 1, 2 \quad (4)$$

where $\vec{w}_i$ is referred to as the normalized firing strengths.

Layer 4: Every node i in this layer is a square node with a node function. The nodes of the fourth layer are adaptive nodes, each with a node function

$$O_{4,i} = \vec{w}_i z_i = \vec{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (5)$$

where $\vec{w}_i$ is the output of layer 3, and $\{p_i, q_i, r_i\}$ is the parameter set. Parameters in this layer are referred to as consequent parameters.

Layer 5: The single node in this layer is a circle node labeled Σ that computes the overall output as the summation of all incoming signals, i.e.,

$$\text{Overall output} = O_{5,i} = \sum_i \vec{w}_i z_i = \frac{\sum_i w_i z_i}{\sum_i w_i} \quad \text{for } i = 1, 2 \quad (6)$$

The least square estimation and back propagation algorithm are employed to tune the ANFIS structure automatically. The algorithm shown above is used in the next section to develop the ANFIS controllers for PSS (and SSSC) to damp out the oscillations in a two-area power system. Because of its flexibility, the ANFIS strategy can be used for a wide range of control applications.

4 ANFIS CONTROLLER

In this section, the closed loop configuration of ANFIS control scheme for PSS (and SSSC) controllers for damping oscillations in the two-area power system is presented and discussed. The closed loop block diagram of the system is shown in Fig. 3. The controller is designed using the ANFIS scheme. Fuzzy logic is one of the successful applications of fuzzy set in

which the variables are linguistic rather than the numeric variables. The linguistic variables may be represented by the fuzzy sets. Fuzzy set is an extension of a 'crisp' set where an element can only belong to a set (full membership) or not belong at all (no membership).

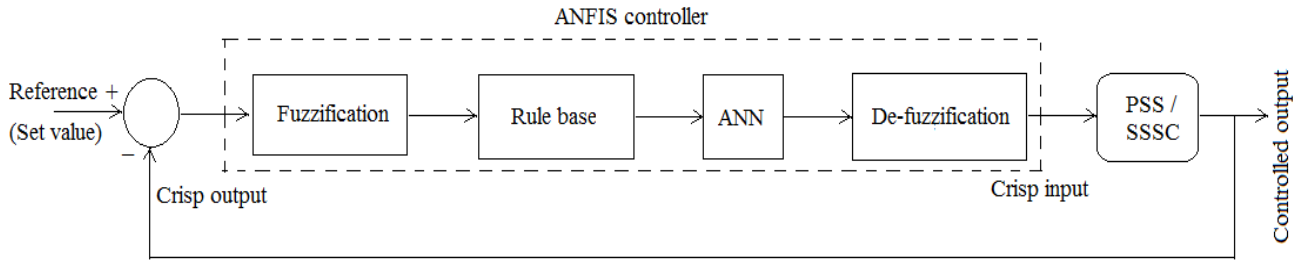


Fig. 3. Closed loop block diagram showing ANFIS control scheme for PSS / SSSC controllers

The fuzzy rules are expressed in the form of conditional statements. The four important parts of the developed ANFIS coordination controller for PSS (and SSSC) are fuzzification, knowledge base (rule base), artificial neural network (ANN) and the de-fuzzification blocks respectively, which are explained in brief in the following paragraphs.

The inputs to the ANFIS controller, i.e., the error and the change in error are modeled using the Eqn. (7).

$$e(k) = \omega_{ref} - \omega_r \quad \Delta e(k) = e(k) - e(k-1) \quad (7)$$

where ω_{ref} is the reference speed, ω_r is the actual rotor speed, $e(k)$ is the error, and $\Delta e(k)$ is the change in error.

The crisp data are converted into linguistic variables by the fuzzification unit. The set of 49 rules is written on the basis of previous knowledge/experiences in the rule based block and is included in the ANFIS controller. The control decisions are made based on the fuzzified variables as shown in Table 1. The rule base block is connected to the neural network block. Back propagation algorithm is used to train the Artificial Neural Network (ANN) to select the proper set of rule base. Once the proper rules are selected and fired, the control signal required to obtain the optimal outputs is generated. The output of the ANN unit is given as input to the de-fuzzification unit and the linguistic variables are converted back into the numeric form of data in the crisp form. In the fuzzification process, i.e., in the first stage, the crisp variables, the speed error and the change in error are converted into fuzzy variables or the linguistics variables. The fuzzification maps the two input variables to linguistic labels of the fuzzy sets. The fuzzy coordinated controller uses the linguistic labels. Each fuzzy label has an associated membership function. The membership function of Gaussian type used in our work is shown in Fig. 4. The defuzzification transforms fuzzy set information into numeric data information. There are so many methods to perform the defuzzification, viz., centre of gravity method, centre of singleton method, maximum methods, and the marginal properties of the centroid methods and so on. In our work, we use the centre of gravity method. The output of the defuzzification unit will generate the control commands which in turn is given as input (called as the crisp input) to the PSS (or SSSC) controller. If there is any deviation in the controlled output (crisp output), this is fed back and compared with the set value, and the error signal is generated which is given as input to the ANFIS controller which in turn brings back the output to the normal value, thus maintaining stability in the system. Finally, the controlled output is the weighted average of the proper rule based outputs, which are selected by the back propagation algorithm.

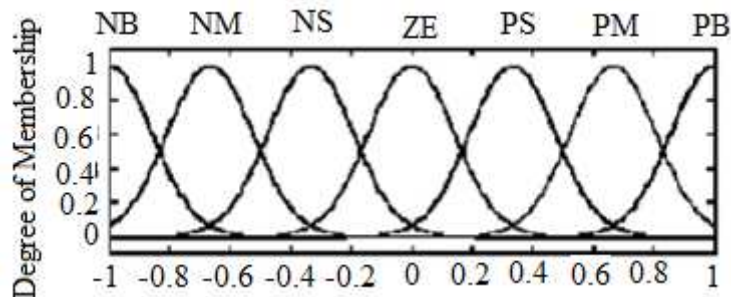


Fig. 4. Gaussian membership functions

Table 1. Rules extracted from the conventional PSS (or SSSC) controller

Speed Deviation	Acceleration						
	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NM	NS	ZE
NM	NB	NB	NM	NM	NS	ZE	PS
NS	NB	NM	NS	NS	ZE	PS	PM
ZE	NM	NM	NS	ZE	ZE	PM	PM
PS	NM	NS	ZE	ZE	PS	PM	PB
PM	NS	ZE	PS	PM	PM	PM	PB
PB	ZE	ZE	PM	PS	PB	PB	PB

5 TIME DOMAIN SIMULATION RESULTS AND DISCUSSION

The proposed robust ANFIS control scheme is applied to PSS and SSSC controllers in the two-area power system shown in Fig. 1. Each machine of this power system is represented by a fourth order two-axis nonlinear model. The details of system data are indicated in the single line diagram [15, 16]. The per unit inertia constants (M) of generator G2 and G3 are considered as 6.0 and 3.01 respectively. The damping performance characteristics of ANFIS based PSS and SSSC controllers have been examined under two different operating conditions: (i). Total real power of load $P=0.75$ p.u, Total reactive power of load $Q=0.85$ p.u, Terminal voltage $V_t = 1.05$ p.u, Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u, Disturbance clearing time = 50 sec.. (ii). Total real power of load $P=0.85$ p.u, Total reactive power of load $Q=0.95$ p.u, Terminal voltage $V_t = 1.05$ p.u, Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u, Disturbance clearing time = 50 sec. In this paper, the first set of operating point is considered for illustration.

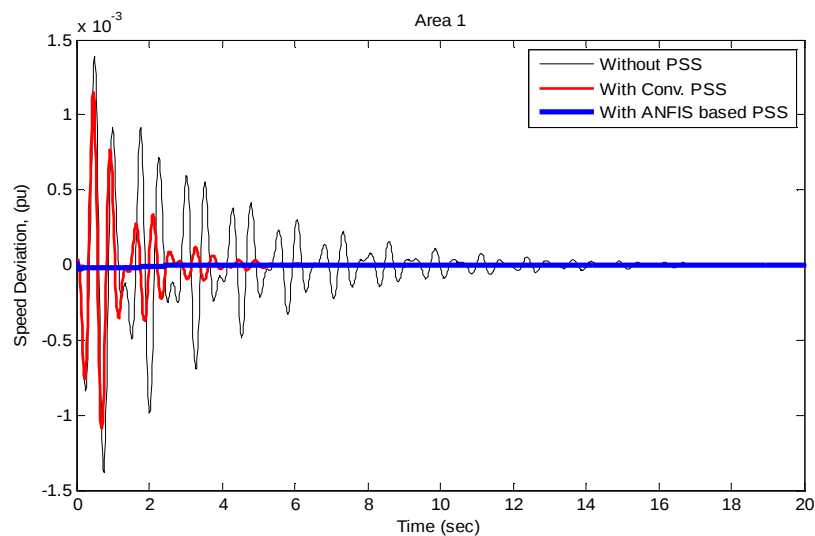


Fig. 5. Variation of Generator 2 (G2) Speed deviation with time for Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u with ANFIS based PSS ($P = 0.75$ p.u, $Q = 0.85$ p.u)

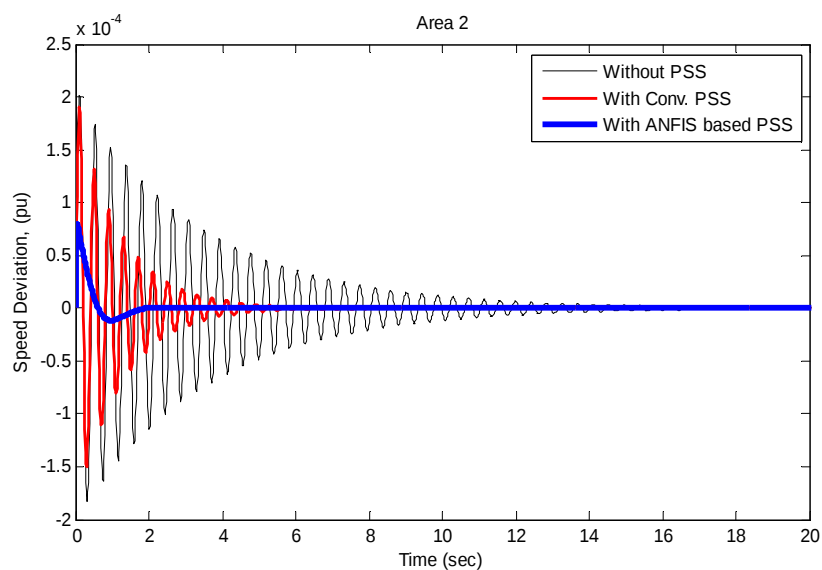


Fig. 6. Variation of Generator 3 (G3) Speed deviation with time for Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u. with ANFIS based PSS ($P = 0.75$ p.u, $Q = 0.85$ p.u)

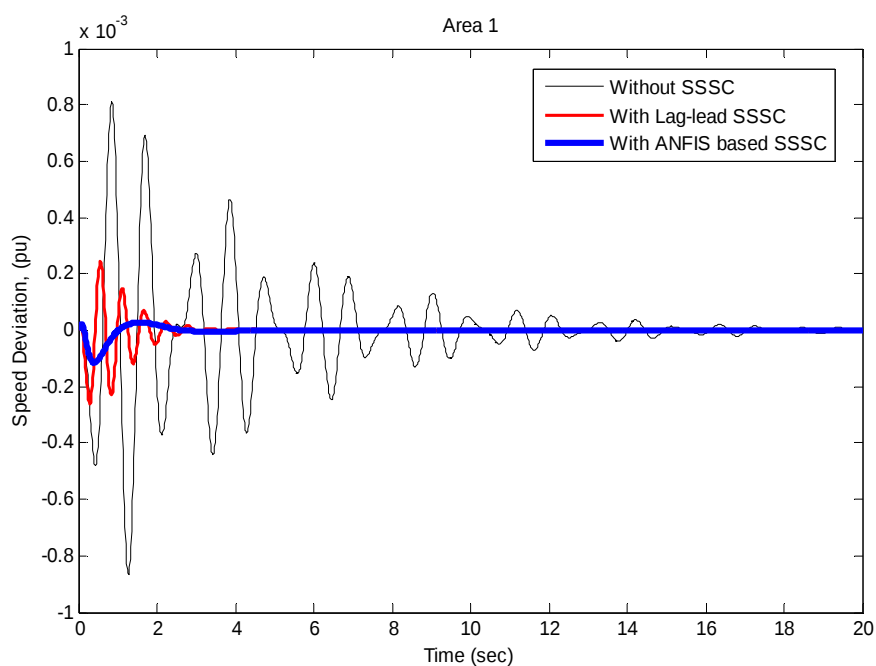


Fig. 7. Variation of Generator 2 (G2) Speed deviation with time for Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u. with ANFIS based SSSC ($P = 0.75$ p.u, $Q = 0.85$ p.u)

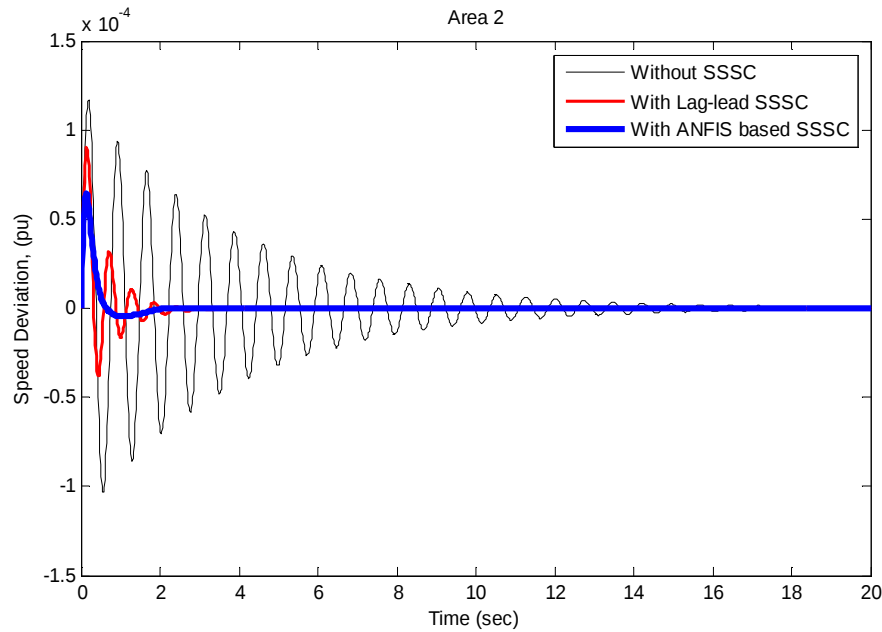


Fig. 8. Variation of Generator 3 (G3) Speed deviation with time for Torque disturbance $\Delta T_m = 0.006$ p.u with ANFIS based SSSC ($P = 0.75$ p.u, $Q = 0.85$ p.u)

Initially, the damping performance of the two-area power system was analyzed without PSS or SSSC controllers and it was shown to be very poor in terms of increased amplitudes and settling times of oscillations as shown in Figs. 5-8 [17]. To improve the damping performance of the system, initially conventional lead-lag PSS controllers are introduced in the system. Then the conventional PSS controllers are coordinated through ANFIS control scheme to have further improvement in damping of oscillations. From the Figs. 5 and 6, it is inferred that the ANFIS based PSS controllers show good damping performance compared to conventional PSS controllers. Next, the system is installed with conventional SSSC based damping controllers which show improved damping performance compared to conventional PSS controllers as is seen from the Figs. 7 and 8. Then the ANFIS control approach is employed to conventional SSSC controllers to have still improved damping characteristics. Thus, it is understood from the Figs. 5-8 that the ANFIS based SSSC controllers can provide better damping of speed deviation (and hence power angle oscillations) of Area 1 and Area 2 of the two-area power system in terms of somewhat reduced amplitudes and settling times, compared to ANFIS based PSS control scheme.

6 CONCLUSION

In this work, the power system damping enhancement via PSS and SSSC based damping controllers when applied independently has been discussed and investigated. The efficiency and robustness of the proposed ANFIS control approach are evaluated on a two-area power system with PSS and SSSC based damping controllers installed. From the time domain simulation studies carried out in Matlab/Simulink environment separately for PSS and SSSC controllers, it is evident that the Adaptive Neuro-Fuzzy based SSSC controllers are capable to provide better and fast damping characteristics in the form of reduced overshoots of oscillations in speed deviation of Generators G2 and G3 of the two-area power system when compared to Adaptive Neuro-Fuzzy based PSS control scheme under different operating conditions.

REFERENCES

- [1] M. Klein, G. J. Rogers, and P. Kundur, "A fundamental study of inter-area oscillations in power systems", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 6, No. 3, pp. 914-921, 1991.
- [2] J. H. Chow, J. J. Sanchez-Gasca, H. Ren, and S. Wang, "Power system damping controller design", *IEEE Control Systems Magazine*, Vol. 20, No. 4, pp. 82-90, 2000.
- [3] Y.Y. Hsu, S.W. Shyue, and C.C. Su, "Low frequency oscillation in longitudinal power systems: Experience with dynamic stability of Taiwan's power system", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 2, No. 1, pp. 92-100, 1987.
- [4] P. Kundur, M. Klein, G. J. Rogers, and M. S. Zywno, "Application of power system stabilizers for enhancement of overall system stability", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 4, No. 2, pp. 614-626, 1989.

- [5] J. Lu, M. H. Nahrir, and D. A. Pierre, "A fuzzy logic-based adaptive power system stabilizer for multi-machine systems", *Electric Power Systems Research*, Vol. 60, No. 2, pp. 115-121, 2001.
- [6] R. You, H. Eghbali, and M. Nehrir, "An online adaptive neuro-fuzzy power system stabilizer for multimachine systems", *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 18, No. 1, pp. 128-135, 2003.
- [7] H. Izadi, R. Effatnejad, "Power system stabilizers and control of reactive power compensator in multi-machine by Particle Swarm Optimization", *Indian Journal of Science and Technology*, Vol. 8, No. 3, pp. 254-262, 2015.
- [8] Azam Safari, Ali Ahmadian, and M. A. A. Golkar, "Controller design of STATCOM for power system stability improvement using Honey Bee Mating optimization", *Journal of Applied Research and Technology*, Vol. 11, No. 1, pp. 144-155, 2013.
- [9] Prechanon Kumkratug, "Optimal control design of Static Synchronous Series Compensator for damping power system oscillation", *Journal of Computer Science*, Vol. 7, No. 6, pp. 844-848, 2011.
- [10] A. Khoshsaadat, M. R. Mosavi, J. S. Moghani, and A. Khoshooei, "Design of a controller with ANFIS architecture attendant learning ability for SSSC-based damping controller applied in single machine infinite bus system", *Iranian Journal of Electrical and Electronic Engineering*, Vol. 10, No. 3, pp. 212-221, 2014.
- [11] P. Kundur, "Power System Stability and Control", *Tata McGraw-Hill Education*, New Delhi, 1994.
- [12] R. Jang, "Neuro-Fuzzy modeling architectures : Analysis and applications", *Ph.D. Thesis*, University of California, Berkley, 1992.
- [13] J. S. R. Jang, C. T. Sun, and E. Mizutani, "Neuro-Fuzzy and soft computing: A computational approach to learning and machine intelligence", *Prentice-Hall, Upper Saddle River*, NJ, 1997.
- [14] T. Tagaki and M. Sugeno, "Derivation of fuzzy control rules from human operator's control actions", *Proc. of the IFAC Symp. on Fuzzy Information, Knowledge Representation and Decision Analysis*, pp. 55-60, 1983.
- [15] P. M. Anderson and A. A. Fouad, "Power System Control and Stability", *Wiley-IEEE Press*, 2003.
- [16] Y. N. Yu, "Electric Power System Dynamics", *Academic Press*, 1983.
- [17] D. Murali, M. Rajaram, "Use of ANFIS control approach for SSSC based damping controllers applied in a two-area power system", *Journal of Applied Research and Technology*, Vol. 11, No. 6, pp. 895-902, 2013.

La culture organisationnelle est-t-elle importante dans la perception du succès des systèmes ERP au Maroc ? Une étude empirique

[Does organizational culture matter in perception of success of ERP systems in Morocco? An empirical study]

Brahim Bighrissen, Elmehdi Ettamiri, and Chihab Cherkaoui

Equipe de recherche SIC, ENCG, Université IBN ZOHR, Agadir, Maroc

Copyright © 2016 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: This present work consists of evaluating the extent to which organizational culture aspects are important in the perception of the success of the ERP system. A survey was conducted on 94 organizations operating in different business areas in Morocco. We have applied the PLS modeling to analyze the data collected. The results of this investigation show that culture oriented to employees emphasizing on involvement, collaboration, team working, mutual trust, decentralized decision making and power sharing explained the variance of perceived success of ERP system in term of system quality and net benefits. The results also show that the hierarchical culture which focuses on formalization was important in the perception of ERP success toward information quality and net benefits.

KEYWORDS: ERP, success, culture, PLS modeling, Moroccan companies.

RESUME: Ce présent travail a pour objectif de démontrer l'importance de quelques facteurs culturels dans la perception du succès des systèmes ERP au Maroc. Les résultats issus d'une enquête sur 94 entreprises marocaines montrent que la culture orientée vers les employés qui mettent l'accent sur l'implication, la collaboration, le travail d'équipe, la confiance mutuelle, la prise de décision participative et le partage du pouvoir influence le succès perçu du système ERP en termes de qualité du système et des bénéfices nets. Les résultats montrent aussi que la perception du succès du système ERP envers la qualité de l'information et les bénéfices nets sont influencés par la culture hiérarchique qui se concentre sur la formalisation.

MOTS-CLEFS: ERP, succès, culture, méthodes des équations structurelles, entreprise marocaine

1 INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, les organisations font face à de nombreuses pressions et des changements: la mondialisation, la compétitivité accrue, les marchés saturés, les changements technologiques, l'augmentation des salaires du personnel, la persistance de la crise, etc.

Dans un tel environnement, la compétitivité et la réactivité des organisations dépend de plus en plus de leur souplesse et de leur capacité à innover, de leur structure organisationnelle, de leur mode de production, de leur interaction avec les clients et les fournisseurs, de leur capacité à changer et à apprendre, etc.

Les organisations ont généralement mis en œuvre une gestion automatisée ou procédures semi-automatisées. Dans ce contexte, la maîtrise de l'information est devenue essentielle et le système qui vient avec la fluidité du processus joue un rôle essentiel. Ces capacités dépendent fortement de la façon dont les organisations gèrent leurs ressources, les processus et en particulier les flux d'information et de données.

De nombreuses organisations commencent à comprendre l'importance des données et informations qu'ils créent. Il est très difficile aujourd'hui de croire une organisation sans information pertinente. En effet, toutes les fonctions de l'entreprise

(comptabilité, contrôle de gestion, marketing, ventes, production, achats, ressources humaines, etc.) sont désormais couvertes par un système d'information (Brasseur, 2005). Chacun est affecté par la qualité des données et de l'information (Loshin, 2001).

Malgré l'évolution rapide de la technologie et le développement continu des systèmes d'information, la qualité de l'information doit être reconsidérée. Avec des informations incorrectes ou incomplètes par exemple, les indicateurs d'activité peuvent différer de la réalité et de conduire à des décisions inappropriées. En outre, avec l'expansion de l'Internet, l'image de l'entreprise peut être altérée, en particulier si les informations publiées ne sont pas mises à jour. Ce genre de problème est généralement causé par la prolifération des applications logicielles, leur hétérogénéité et de la hausse du coût de la maintenance. Pour éviter ces problèmes, les entreprises tentent de passer d'une organisation fonctionnelle à une méthode de processus orienté vers le client. Ce nouveau modèle exige une intégration des processus d'affaires clés et la mise en place d'un système d'information cohérent garantissant l'unicité de l'information et l'accès à elle à partir de toutes les fonctions de l'entreprise. Ces aspects sont capturés par les systèmes ERP.

La mise en œuvre d'un système ERP dans un environnement mondial peut être fragmentée en raison de la culture interne de l'entreprise, qui est représentatif de la culture nationale. La façon dont les systèmes ERP sont perçus, traités et intégrés dans l'entreprise joue un rôle essentiel dans le succès ou l'échec de la mise en œuvre du système ERP (Srivastava et Gips, 2009). La culture organisationnelle est définie comme un ensemble des valeurs communes, des croyances et des hypothèses au sein d'une entreprise qui influencent les perceptions et les comportements de ses employés. Avec sa propre culture spécifique, chaque entreprise a ses propres pratiques uniques (Schein, 2009). La culture organisationnelle est liée à la façon dont le succès globale d'un système ERP est perçu dans les entreprises qui l'adoptent (Swan et al., 1999; Krumbholz et al., 2000; Soh et al., 2000). Elle peut avoir une incidence sur la façon dont les gens travaillent en son sein, se comportent avec les autres, adoptent et utilisent le système ERP (Krumbholz et Maiden, 2001). Plusieurs chercheurs ont constaté que dans le cadre d'un projet ERP, la culture en présence dans l'entreprise pourrait entrer en contradiction avec les valeurs prônées par la solution technologique proposée. En effet, les hypothèses culturelles intégrées dans les systèmes ERP reflètent les cultures et les business européennes et américaines (Rajapakse et Seddon, 2005; Talet et Al-Wahaishi, 2011; Davison, 2002; Soh et al., 2000; Rasmy et al., 2005; Zhang et al., 2005; Kappos, 2000; Jones et price, 2001; Molla et Loukis, 2005).

Au Maroc, le marché du système ERP est en pleine expansion, une multitude des éditeurs et intégrateurs européens et américains du système ERP se sont installés sur le marché, dont la mission est de soutenir les entreprises marocaines à mettre en œuvre ce type de projet.

Ces constats conduisent à assigner à cette problématique générale, la question de recherche suivante :

Dans quelle mesure la culture marocaine impacte le succès perçu du système ERP dans les entreprises marocaines ?

Pour ce faire, dans un premier temps, nous allons présenter une revue de la littérature portant successivement sur modèles existants du succès du système ERP, les modèles de mesure de la culture au niveau national et organisationnel, les implications culturelles dans l'implémentation des systèmes ERP. Ensuite, le modèle de recherche et des hypothèses seront présentées, suivies par la méthodologie de recherche. La collecte et l'analyse des données seront décrites et résultats seront discutés. Enfin, les conclusions et les implications et pistes de recherches futures seront mises en évidence.

2 LES SYSTÈMES ERP: DÉFINITION ET MODÈLES DE SUCCÈS

Cette section présente quelques définitions de systèmes ERP et les travaux théoriques de l'évaluation du succès des SI et de leur applicabilité dans le contexte des systèmes ERP.

2.1 DÉFINITION DU SYSTÈME ERP

Plusieurs tentatives sont proposées dans la littérature pour définir la notion du système ERP. Pour Al-Mashari et Zairi (2000), un ERP se définit comme un logiciel conçu pour la gestion de l'ensemble des processus administratifs de l'entreprise en intégrant ses principales fonctions, telles que la gestion financière et comptable, les ventes, la distribution et l'approvisionnement, en un seul modèle et en une seule base de données permettant une saisie unique des données, leur traitement et leur partage en temps réel. Reix et al (2011) définissent un ERP comme une application informatique paramétrable, modulaire et intégrée, qui vise à intégrer et à optimiser les processus de gestion de l'entreprise en proposant un référentiel unique et en s'appuyant sur des règles de gestion standards. Selon Tournant et Azan (2003), un ERP est un progiciel comprenant une couche générique pour répondre aux besoins de plusieurs clients et une couche spécifique,

développée au travers de paramétrage et parfois de personnalisation pour répondre à l'activité, aux métiers et aux spécificités de l'organisation cliente.

2.2 LES APPROCHES THÉORIQUES DE MESURE DU SUCCÈS DES SYSTÈMES ERP

Le succès du système ERP est très difficile à définir, il n'y a pas de consensus sur sa définition. Depuis la notion de succès utilisée dans le domaine du SI est équivalent à son efficacité (Delone et Mclean, 1992), Thong et al (1996) définissent l'efficacité di SI par la mesure dans laquelle un SI contribuent effectivement à la réalisation des objectifs organisationnels. En tant que SI, le succès du système dépend du degré de sa contribution à la réalisation des objectifs organisationnels. Selon Markus et Tanis (2000), le succès est le meilleur résultat que pourrait atteindre une organisation de l'utilisation de ces systèmes mesuré par un portefeuille de projets et des résultats opérationnels à court terme et à long terme. Ifinedo (2006) le définit par son utilisation pour améliorer l'efficacité et l'efficacité organisationnelle. Dans la littérature, différents modèles ont été utilisés pour mesurer le succès du système ERP. Dans ce qui suit, nous présentons les principaux modèles.

2.2.1 LES MODÈLES DE DELONE ET MCLEAN (1992, 2003)

Basé sur les travaux de Shannon et Weaver (1949) et Mason (1978), Delone et McLean (1992) ont développé un modèle de six dimensions du succès des SI qui sont la qualité de l'information, la qualité du système, l'utilisation du système, la satisfaction des utilisateurs, l'impact individuel et l'impact organisationnel. Ce modèle a été adapté et développé par plusieurs chercheurs comme Pitt et al. (1995) et a été critiqué par d'autres, en particulier par Seddon (1997). En 2003, Delone et McLean ont conçu un nouveau modèle en prenant en compte les critiques adressés à leur modèle ancien et les évolutions des recherches en SI des dernières années. Ils ajoutent la qualité de service comme troisième dimension pour déterminer l'utilisation et la satisfaction des utilisateurs et une quatrième dimension nommée l'intention de l'utilisation. Les impacts individuels et organisationnels sont regroupés en bénéfices nets.

Il est important de donner quelques définitions des variables du modèle de Delone et McLean:

- La qualité de l'information

Selon Wang et Strong (1996), une information de qualité est une information adéquate pour l'utilisation par les consommateurs de données. Ces chercheurs ont développé un cadre définissant quatre qualités de l'information :

- La qualité de la représentation de l'information concerne les aspects relatifs au format. L'information doit être concise, cohérente, compréhensible et interprétable.
- La qualité intrinsèque de l'information implique que l'information possède des qualités par elle-même. Elle se réfère à l'exactitude, l'objectivité, la crédibilité et la réputation.
- La qualité contextuelle de l'information met en évidence le fait que l'information doit être considérée dans le contexte du travail. L'information doit être complète, mise à jour, pertinente, en quantité appropriée et à forte valeur ajoutée.
- La qualité d'accessibilité de l'information met l'accent sur le rôle joué par la technologie qui fournit et stocke l'information. Le système doit fournir une information facile à manipuler et sécurisée.

- La qualité du système

McLean et Delone (1992) définissent la qualité du système comme étant le niveau d'efficacité technique du système. Elle signifie la facilité d'utilisation, la convivialité de l'interface, la facilité d'apprentissage (Doll et Torkzadeh, 1988), l'adéquation entre les fonctionnalités offertes par le système et les besoins des utilisateurs, la facilité avec laquelle les utilisateurs peuvent devenir compétents dans l'utilisation du système (Davis, 1989). Nelson et al. (2005) identifient cinq mesures clés de la qualité du système :

- L'accessibilité: elle se réfère à la mesure dans laquelle un système et l'information qu'il contient est accessible avec un effort relativement faible.
- La fiabilité : elle se rapporte au degré par lequel un système est techniquement sûr dans le temps.
- La flexibilité: elle se rapporte à la mesure dans laquelle un système peut s'adapter à une variété de besoins des utilisateurs et à des conditions changeantes.
- Le temps de réponse: il se réfère à la mesure dans laquelle un système propose des réponses rapides aux demandes d'information et aux requêtes.
- L'intégration: elle représente le degré auquel un système facilite l'obtention d'informations provenant de diverses sources pour aider à la prise de décisions.

- La qualité de service

Selon Delone et Mclean (2003), la qualité du service implique le soutien global fourni par le fournisseur de service. Pitt et al (1995) ont utilisé un instrument de cinq dimensions pour évaluer la qualité des services informatiques. Il s'agit de la tangibilité, la fiabilité, la réactivité, la confiance, l'empathie.

- La satisfaction des utilisateurs

Ives et al. (1983) définissent la satisfaction des utilisateurs comme le degré auquel ces utilisateurs croient que le SI permettra de répondre à leurs besoins en matière d'information. Selon Doll et Torkzadeh (1988), il s'agit d'une attitude positive envers une application spécifique avec laquelle l'utilisateur interagit directement. Au et al. (2002) définit la satisfaction de l'utilisateur comme une évaluation affective et cognitive globale de l'utilisateur du niveau d'accomplissement lié à son expérience avec le SI.

- L'intention d'utilisation

Elle signifie l'intention d'employer les SI dans l'avenir. Selon Petter et al. (2008), l'intention d'utilisation est généralement un construit individuel. Elle n'est pas un concept qui est cohérent avec les études employant les unités organisationnelles comme un niveau d'analyse. Alors qu'ils considèrent à la fois l'intention d'utilisation et d'autres mesures de l'utilisation du système comme même construit. Mclean et Delone (2003) ont remplacé l'utilisation du système, par l'intention d'utilisation du système ainsi que par l'utilisation effective de celui-ci.

- L'utilisation des SI

Elle est le degré auquel les employés utilisent les capacités d'un SI. Par exemple: la quantité d'utilisation, fréquence d'utilisation, la nature de l'utilisation, la pertinence de l'utilisation, l'étendue de l'utilisation, et le but de l'utilisation (Petter et al., 2008). L'utilisation du système comme une variable de succès est rejeté quand elle est obligatoire (Delone et Mclean, 2003).

- Les bénéfices nets:

Ils se réfèrent au degré de la contribution d'un SI à la réussite des individus, des groupes, des organisations, des industries et des nations (Petter et al., 2008).

Plusieurs études ont testé et validé le modèle Delone et Mclean (1992, 2003) dans le contexte des systèmes ERP (Gable et al., 2003 ; Ifinedo, 2006 ; Chien et Tsaur, 2007 ; bighrissen et al., 2012). Dans une enquête menée auprès 27 organisations australiennes relevant du secteur public ayant mis en place des systèmes ERP de type SAP, Gable et al (2003) ont essayé de présenter un modèle de mesure du succès des systèmes ERP comprenant quatre dimensions qui sont la qualité de l'information, la qualité du système, l'impact individuel et l'impact organisationnel. Dans le même sens, Ifinedo (2006) ont utilisé une enquête de 44 entreprises en Finlande et en Estonie. Ils ont étendu le modèle de mesure de succès des systèmes ERP proposé par Gable et al. (2003) en ajoutant les dimensions la qualité du vendeur ou le consultant matérialisée par le soutien apporté, la crédibilité et la fiabilité et l'impact sur le groupe de travail matérialisé par la bonne communication et la coordination entre le groupe. Chien et Tsaur (2007) ont réalisé une enquête auprès de 204 utilisateurs finaux de systèmes ERP appartenant à trois entreprises opérant dans le domaine High Tech en Taiwan. Ils ont montré que la qualité du système, la qualité de l'information ainsi que la qualité de service expliquent d'avantage le succès des systèmes ERP. Bighrissen et al. (2012) ont utilisé une méthode de recherche qualitative pour étudier la perception managers envers le succès du système ERP dans deux entreprises marocaines. Leur résultat a montré trois dimensions qui déterminent le succès du système ERP. Au niveau de la qualité des informations, les personnes interrogées ont souligné que l'information est plus détaillée, complète, fiable, pertinente et actualisée. Au niveau de la qualité du système, les personnes interrogées ont souligné certains critères tels que l'accessibilité, la fiabilité, l'intégration et la réactivité. Au niveau des avantages nets, leur résultat a montré que la réduction des coûts, la facilité des opérations de vente, le suivi budgétaire, la gestion des stocks, l'amélioration du pilotage des achats, l'amélioration de la communication et la coordination, la réduction des délais, le développement des compétences des utilisateurs, leur productivité et l'augmentation de leur de responsabilités sont les principaux avantages potentiels fournis par les systèmes ERP.

2.2.2 LA SATISFACTION DES UTILISATEURS EN TANT QUE MESURE DU SUCCÈS DU SYSTÈME ERP

Un recensement des écrits sur la mesure de la satisfaction des utilisateurs nous a permis de relever deux principales références qui sont celle de Bailey et Pearson (1983) et celle de Doll et Torkzadeh (1988). Bailey et Pearson (1983) ont proposé une évaluation multidimensionnelle de cette satisfaction en développant un instrument différentiel sémantique qui

comprend 39 items. Ives et al. (1983) ont été basées sur l'instrument de Bailey et Pearson (1983) et ils ont retenu 13 items en trois dimensions. Il s'agit de qualité de l'information produite par SI, de services offerts par le département SI, et de connaissance ou implication des utilisateurs envers SI. Doll et Torkzadeh (1988) ont inspiré de l'instrument d'Ives et al. (1983) pour conceptualiser un autre instrument de mesurer de la satisfaction de l'utilisateur final des SI (End Users Computing Satisfaction, EUCS). Ils ont intégré le contexte d'utilisation des TI à la mesure de la satisfaction et plus précisément la mesure de la facilité d'utilisation des TI. Ils ont formé cinq éléments, le contenu de l'information produite par SI (4 items), l'exactitude de l'information (2 items), le format de présentation de l'information (2 items), la facilité d'utilisation du SI (2 items) et la rapidité d'obtention de l'information (2 items).

L'importance de la satisfaction des utilisateurs en tant que substitut pour mesurer les SI ont suscité plusieurs chercheurs à l'utiliser dans le contexte des systèmes ERP (Somers et al., 2003; Mekadmi et Baile, 2008; Longinidis et Gotzamani, 2009). Somers et al (2003) ont été les premiers qui ont utilisé l'instrument de Doll et Torkzadeh (1988) dans le domaine de l'ERP. Leur étude sur 407 utilisateurs appartenant à 214 entreprises américaines indique que le contenu, le format et facilité d'utilisation sont les trois dimensions principales qui contribuent à la satisfaction. Dans une études menée sur 174 utilisateurs des systèmes ERP dans quatre groupes industriels tunisiens, Mekadmi et Baile (2008) ont conclut qu'il existe deux composantes majeurs de la satisfaction des utilisateurs à l'égard des systèmes ERP. Une liée à la satisfaction à l'égard des contenus informationnels qui regroupe la fiabilité, utilité et complétude et l'autre liée à la satisfaction à l'égard des qualités intrinsèques du système matérialisées par la facilité d'utilisation du système et la qualité de service. Longinidis et Gotzamani (2009) ont mené une étude sur 68 utilisateurs d'un système ERP appartenant à une grande entreprise industrielle grecque. Leurs résultats ont montré que les trois principaux facteurs qui expliquent davantage la satisfaction des utilisateurs du système sont l'interaction avec le service informatique, l'implication des utilisateurs dans le développement du système et le produit ERP et son adaptabilité.

2.2.3 LES MODÈLES DE MESURE DU SUCCÈS DES ERP PAR LEUR UTILISATION

L'utilisation des SI a été étudié comme un comportement déterminé par des variables sociales et cognitives dans le but de trouver des variables qui expliquent plus de variance de l'utilisation (Burton-Jones et Straub, 2006). Deux modèles principaux ont été émergés en considérant l'utilisation comme un comportement, il s'agit du modèle d'acceptation de la technologie (Technology Acceptance Model, TAM) (Davis, 1989) et le modèle d'ajustement entre la tâche et la technologie (TaskTechnology Fit model, TTF) (Goodhue and Thompson, 1995).

2.2.3.1 LE MODÈLE D'ACCEPTATION DE LA TECHNOLOGIE (TAM)

Basé sur la théorie de l'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975), Davis (1989) a mené une enquête sur l'usage de deux systèmes par dans la société IBM. Il a élaboré un modèle de l'acceptation technologique baptisé TAM. Dans ce modèle, l'acceptation par l'utilisateur de la technologie et son utilisation sont déterminées par deux composantes principales, la première se réfère à l'utilité perçue et la seconde à la perception de la facilité d'utilisation. Davis (1989) définit l'utilité perçue par le degré auquel une personne croit que l'utilisation d'un système particulier pourrait améliorer sa performance au travail. La facilité d'utilisation est définie comme le degré auquel une personne croit que l'utilisation d'un système particulier lui demande peu d'effort (Davis, 1989). Ces deux composantes prévoient les intentions d'utiliser la TI à travers les effets sur l'attitude de l'utilisateur vis-à-vis de la TI. Davis (1989) suggère, en outre, que la facilité d'utilisation influence l'utilité perçue. Les deux croyances sont quant à elles déterminées par des variables externes. Finalement, les intentions d'utiliser la TI influence l'utilisation de la TI. Le modèle TAM de Davis (1989) a fait l'objet d'un certain nombre d'extensions en y ajoutant d'autres variables. Ainsi, des versions nouvelles de TAM ont été créés notamment celle de Venkatesh et Davis (2000) (TAM2), de Venkatesh et al. (2003) (UTAUT) et de Venkatesh et Bala (2008) (TAM 3). Venkatesh et Davis (2000) ont proposé TAM2 comme une nouvelle version de la technologie modèle d'acceptation, ils ont intégré des construits supplémentaires couvrant les processus d'influence sociale (la norme subjective, le caractère volontaire et l'image) et les processus instrumentaux cognitifs (la démonstration du résultat, la pertinence du travail de l'individu, la qualité de l'output, la facilité d'utilisation perçue). Venkatesh et al. (2003) ont récapitulé toutes les extensions du TAM en un seul modèle intitulé la théorie unifiée de l'acceptation et de l'utilisation de la technologie (UTAUT). Les auteurs ont identifié que l'usage d'une TI est une fonction de l'intention comportementale d'usage et des conditions facilitatrices. L'intention comportementale est à son tour fonction de l'anticipation de performance de la TI, de l'anticipation d'effort et de l'influence sociale. Quatre variables modèrent ces relations, à savoir, le sexe, l'âge, l'expérience et le volontarisme dans l'usage. En 2008, Venkatesh et Bala ont combiné le modèle de TAM 2 (Venkatesh et Davis, 2000) et les travaux de Venkatesh (2000) concernant les antécédents de la facilité d'utilisation perçue et ont proposé un modèle intégré de l'acceptation de la technologie, version 3 (TAM 3).

La version originale du TAM a été enrichie par de nombreuses applications dans des contextes d'utilisation de TI diverses. Dans l'environnement des ERP, Amoako-gyampah (2007) a conduit une enquête sur 571 utilisateurs dans une société américaine. Ses résultats indiquent que l'utilité perçue, la facilité d'utilisation de la technologie et le niveau d'implication intrinsèque des utilisateurs ont tous une incidence sur leur intention d'utiliser la technologie. Lee et al. (2010) ont réalisé une enquête sur 209 utilisateurs des systèmes ERP en Corée. Leurs résultats indiquent que le soutien organisationnel est un facteur déterminant de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue. Ces deux éléments conduisent à une intention comportementale à utiliser le système.

2.2.3.2 LE MODÈLE D'AJUSTEMENT ENTRE LA TÂCHE ET LA TECHNOLOGIE (TTF)

Le modèle d'ajustement entre la tâche et la technologie (TTF) a fourni une base théorique pour explorer les facteurs expliquant l'utilisation des TI et son lien avec la performance de l'utilisateur. Le TTF propose qu'un SI influence positivement la performance seulement quand il existe une correspondance entre les besoins fonctionnels relatifs à la tâche, les capacités individuelles et les fonctionnalités techniques offertes par le système (Goodhue et Thompson, 1995). Selon le modèle TTF, une TI a plus de chances d'être utilisée si fonctionnalités répondent bien aux besoins des utilisateurs. Les utilisateurs choisiront alors des outils qui leur permettront de compléter leur travail avec une attente de bénéfices plus élevés. Goodhue et Thompson (1995) mettent l'accent sur quatre dimensions clés de leur modèle :

- Les caractéristiques de la technologie : sont considérées comme des outils utilisés par les individus pour réaliser leurs tâches. Ces outils sont les parcs informatiques, les applicatifs et les services supports aux utilisateurs.
- Les caractéristiques des tâches : les tâches sont définies comme les actions menées par les individus pour transformer les inputs en outputs. Les caractéristiques des tâches sont celles qu'un utilisateur doit mobiliser. Elles sont la complexité de la tâche, l'interdépendance entre les tâches et le niveau hiérarchique de l'utilisateur.
- L'utilisation correspond au comportement d'un individu lorsqu'il emploie une technologie pour accomplir une tâche. Elle est mesurée par le degré de dépendance perçue à l'égard du système.
- L'adéquation tâche-technologie est le degré de correspondance entre les besoins fonctionnels relatifs à la tâche, les capacités individuelles et les fonctionnalités techniques offertes par le système. Elle est mesurée par la qualité des données, l'ajustement par rapport aux besoins, l'accessibilité, la compatibilité, la pertinence, la conformité, la facilité d'apprentissage et les relations avec les concepteurs.
- L'impact sur la performance est relatif à la perception des utilisateurs. Il implique l'amélioration de l'efficacité, de l'efficience, ou de la qualité dans l'accomplissement d'une tâche.

Depuis son apparition, le modèle TTF de Goodhue et Thompson (1995) a attiré l'attention des chercheurs et praticiens en SI. Dans le contexte des systèmes ERP, Smyth (2001) a fait une étude de cas d'une entreprise mis en place un ERP de type SAP. Ses résultats ont montré que l'adéquation entre la tâche et la technologie explique en grande partie la variance de succès ERP. Sun et al. (2009) ont tenté d'appliquer le modèle de TTF sur 138 utilisateurs des systèmes ERP relevant de 62 organisations chinoises. Leur résultat a montré que la compatibilité de travail perçue, qui est une dimension de la TTF est un outil efficace dans l'évaluation du succès ERP.

3 LA CULTURE ET L'IMPLANTATION DES SYSTÈMES ERP

La littérature a affirmé que l'implémentation des systèmes ERP a des fortes implications culturelles puisque les pratiques et les hypothèses culturelles intégrées dans les systèmes ERP reflètent les cultures et les business européens et américains et lorsque ces systèmes sont implémentés dans des entreprises ayant des cultures différents, des problèmes peuvent être ressentis à cause des inadéquations entre hypothèses culturelles et pratiques intégrées dans le logiciel et ceux des organisations clientes (Rajapakse et Seddon, 2005; Talet et Al-Wahaishi, 2011; Davison, 2002; Soh et al., 2000; Rasmy et al., 2005; Zhang et al., 2005; Kappos, 2000; Jones et price, 2001; Molla et Loukis, 2005).

Avant de parler de la littérature sur la culture et son impact sur la mise en œuvre d'ERP, nous commençons par quelques définitions de la culture au niveau national et organisationnel ainsi que leurs modèles.

3.1 LA CULTURE NATIONALE: DÉFINITION ET MODÈLES DE MESURE

Hofstede (1980, 2001) définit la culture nationale comme une programmation mentale collective d'une population ou d'une nation donnée. Il a dit que les gens partagent une programmation mentale collective qui distingue leur culture des

autres. Cette programmation mentale façonne les attitudes, les valeurs, les comportements, les compétences et les perceptions de priorité de cette nation. Trompenaars (1996) a défini la culture nationale comme des hypothèses et des croyances partagées, des valeurs et des normes, et des modèles d'action et de langue qui distinguent un groupe d'un autre. Pour Adler (1997), c'est l'ensemble des valeurs fondamentales qui façonnent le comportement des individus ainsi que la société tout entière.

Deux modèles principaux pour mesurer la culture nationale sont émergés dans la littérature en management culturel. Il s'agit du modèle d'Hofstede et du modèle de Trompenaars.

3.1.1 LE MODÈLE D' HOFSTEDE

Hofstede (1980) a mis en évidence quatre grandes dimensions pour caractériser et mesurer les différences culturelles entre les pays. Il s'agit de la distance hiérarchique, le contrôle de l'incertitude, le degré d'individualisme - collectivisme et le degré de masculinité - féminité.

- La distance hiérarchique

Selon Hofstede (1994), la distance hiérarchique est définie comme étant la mesure du degré d'acceptation par ceux qui ont le moins de pouvoir dans les institutions ou les organisations d'un pays d'une répartition inégale du pouvoir. Dans les pays où l'indice de distance hiérarchique est élevé, le pouvoir est inégalement réparti entre les membres d'une société sans que cette situation ne dérange personne, à l'opposé des pays dotés d'un faible indice de distance hiérarchique.

- Le contrôle de l'incertitude

Hofstede (1993) définit cette dimension comme la mesure dans laquelle les individus d'une même société acceptent les situations ambiguës, non structurées, risquées et imprévisibles et définit les comportements socialement encouragés pour éviter ces situations et en contrôler les conséquences.

- le degré d'individualisme - collectivisme

Il renvoie à la conscience et à l'importance qu'accorde un individu à sa propre personne ou au collectif dans lequel il évolue (Hofstede, 1983, 1991). Dans les sociétés collectivistes, les liens entre les individus sont très forts. Chacun est censé veiller sur son prochain et sur les intérêts de son groupe, adoptant sans réfléchir les opinions et les croyances de ce dernier. Les sociétés individualistes sont, quant à elles, caractérisées par des liens très lâches entre les individus (Hofstede, 1987, 1994).

- le degré de masculinité-féminité

Elle se réfère à la différenciation de la culture sur la base de l'égalité et de l'activité (Hofstede, 2001). La culture masculinité signifie une préférence pour la réalisation, l'héroïsme, l'affirmation de soi et la réussite matérielle (Hofstede, 1985), par opposition à la féminité qui a tendance à mettre l'accent sur des objectifs personnels tels que l'ambiance conviviale et un environnement de travail confortable (Hofstede, 2001).

- L'orientation sur le court terme-long terme

Hofstede et Bond (1988) ont fait une étude sur les valeurs chinoises. Leur travail a fait apparaître une nouvelle dimension qui est l'orientation long terme/court terme. Dans la culture orientée à long terme, il y a une tendance à s'engager dans les activités et investissements qui apporteront un effet à l'avenir, à concentrer leurs efforts sur la réalisation d'objectifs futurs et l'accent est donc mis sur l'assiduité, la ténacité et une volonté de fer. Par contre, les sociétés orientées à court terme tiennent à respecter les traditions et tout est dirigé vers des objectifs proches et des résultats immédiats. (Hofstede et Bond, 1988).

3.1.2 LE MODÈLE DE TROMPENAARS

D'autres travaux dans le management culturel se développent, cherchant à expliciter les effets de la dimension culturelle nationale sur la gestion d'une entreprise. Il s'agit des travaux de Trompenaars et Hampden-Turner (1994). Ces chercheurs ont fait une enquête de 15 000 personnes qui permet de faire ressortir sept dimensions permettant d'expliquer les différences de gestion au sein des entreprises à travers le monde. Ces dimensions sont présentées ci-dessous.

- Universalisme vs particularisme

Dans la culture universaliste, l'accent est mis sur des règles et des normes qui sont plus importantes que les relations entre les gens. Dans la culture particulariste, l'accent est mis davantage sur les relations entre les gens, tout en accentuant l'aspect personnel et l'approche individuelle (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Individualisme vs Collectivisme

Dans la culture individualiste, l'accent est mis sur les individus qui sont responsables d'eux-mêmes et ils sont indépendants. A l'inverse, la culture collectiviste est axée sur le groupe et la recherche du consensus, les individus favorisent la coopération permanente, cohérence et solidarité (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Neutralité vs Affectivité

Il s'agit du degré des sentiments exprimés. Dans la culture neutre, les individus adoptent habituellement des sentiments et des attitudes neutres, rationnelles, dépassionnées. Par contre, dans la culture affective, les individus montrent tout ce qu'ils sentent ou tout ce qu'ils pensent. (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Spécifique vs Diffus

Dans les cultures spécifiques, les individus séparent leur vie professionnelle de celle privée. Leur expression est précise et fonctionnelle. Par contre, dans la culture diffuse, les individus auront tendance à lier les affaires professionnelles avec celles de personnelles (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Statut attribué vs Statut acquis

Cette dimension se rapporte à l'orientation basée sur l'accomplissement, par opposition à l'orientation basée sur l'attribution. Dans une culture basée sur le statut acquis, les individus croient que leur statut est un résultat de l'effort dépensé, l'utilisation des connaissances et les capacités d'un individu. Ces individus doivent toujours confirmer leur statut en exécutant les activités et en atteignant le succès. Alors que les cultures basées le statut attribué, les individus sont persuadées que tous les succès ou échecs sont liés avec le statut social d'un individu, tel que son origine sociale, ses liens familiaux, son sexe, son âge, mais aussi grâce à ses relations et à ses études (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Séquentiel vs Synchronique

Dans les cultures séquentielles, le temps est perçu comme s'écoulant sur une ligne droite et considéré comme une série des événements successifs dont l'accent est mis sur l'organisation du temps, planification précise, segmentation et rapidité. Les tâches sont classées, accomplies dans le délai fixé et exécutées les unes après les autres. Tandis que dans les cultures synchroniques, les individus exécutent de plusieurs activités en parallèle, sans planification précise et respect des délais. Ils perçoivent le temps comme quelque chose d'extensible qui peut être adapté en faveur de la situation concrète. (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

- Orientation interne vs orientation externe

Cette dimension se rapporte à l'attitude face à l'environnement. Les cultures avec l'orientation interne, les individus, qui sont maîtres de leur destinée, cherchent à contrôler et influencer son environnement. Au contraire, dans les cultures avec l'orientation externe, les individus ont besoin en symbiose avec l'environnement et cherchent à s'y adapter. Ils savent que les lois de l'environnement sont plus puissantes et il est donc inutile de leur s'opposer. (Trompenaars et Hampden-Turner, 1994).

3.2 LA CULTURE ORGANISATIONNELLE: DÉFINITION ET MODÈLES DE MESURE

Plusieurs chercheurs ont soutenu que la culture organisationnelle est ancrée dans la culture nationale (Gallivan et Srite, 2005; Srivastava et Gips, 2009; Hofstede, 1985). En fait, les valeurs culturelles nationales semblent être reflétées dans les valeurs de leurs organisations. La culture organisationnelle est définie comme un ensemble des hypothèses fondamentales communes que le groupe a appris au fur et à mesure qu'il a résolu ses problèmes d'adaptation externe et d'intégration interne, qui a fonctionné suffisamment bien pour qu'il soit considéré valide, et par conséquent est enseigné aux nouveaux membres comme la manière appropriée de percevoir, de penser et de ressentir par rapport à ces problèmes (Schein, 1992). Pour Denison (1996), c'est l'ensemble de pratiques managériales et de comportements pouvant enrichir et renforcer ces principes de base dans l'entreprise. Cameron et Quinn (1999) ajoutent que la culture organisationnelle reflète les styles de management et de leadership dominants, le langage et les symboles, les procédures et les routines, et les définitions du

succès qui rendent une organisation unique. Pour Van den Berg et Wilderom (2004), il s'agit des perceptions communes des pratiques de travail au sein de l'entreprise qui peuvent se distinguer aux autres entreprises.

La littérature en management culturelle a suggéré plusieurs modèles pour mesurer la culture organisationnelle, il s'agit des modèles de Hofstede et al. (1990) de Cameron et Quinn (1999) et de Goffee et Jones (1996)

3.2.1 LE MODÈLE D'HOFSTEDÉ ET AL. (1990)

Hofstede et al. (1990) a fait une étude sur les comportements quotidiens des employés dans des dix entreprises. Leurs résultats ont révélé que la différence culturelle entre ces entreprises est expliquée par six dimensions typiques liées aux pratiques quotidiennes perçues par les membres de l'entreprise. Ces dimensions sont présentées comme suit :

- La culture du processus vs la culture du résultat : dans la culture orientée processus, l'accent est mis sur les procédures et méthodes et les moyens par lesquels les objectifs sont atteints. A l'opposé de cette culture, on trouve celle orientée résultat qui se focalise sur les objectifs organisationnels et stratégiques (Hofstede et al, 1990).
- La culture orientée job vs la culture orientée emploi : la culture orientée job s'intéresse à la performance du travail et dépend des compétences individuels alors que la culture orientée emploi prend en considération le bien-être des employés (Hofstede et al, 1990).
- La culture professionnelle vs la culture paroissiale : dans la culture professionnelle, les employés s'identifient à leur profession et métier alors que dans la culture paroissiale, le critère d'identification est focalisé sur l'entité du lieu de travail (Hofstede et al, 1990).
- La culture de système ouvert vs la culture de système fermé: elle se réfère aux valeurs qui s'expriment dans la communication interne et externe au sein de l'organisation (Hofstede et al, 1990).
- La culture de contrôle serré vs la culture de contrôle délié : elle se réfère au degré de formalisation et à l'importance accordée à l'exactitude (Hofstede et al, 1990).
- La culture pragmatique vs la culture normative : elle se réfère aux modalités de prise en considération des signaux provenant de l'environnement. Pour les cultures pragmatiques, l'accent est mis sur le fait de répondre aux besoins du client avant ceux de l'organisation. Par contre, les cultures normatives mettent l'accent sur le fait de suivre correctement les procédures de l'entreprise (Hofstede et al, 1990).

3.2.2 LE MODÈLE DE CAMERON ET QUINN (1999)

Basés sur les travaux de Quinn et Rohrbaugh (1983), Cameron et Quinn (1999) ont élaboré un modèle définissant quatre dimensions de mesure de la culture organisationnelle. Il s'agit de la culture de groupe, la culture de développement, la culture rationnelle et la culture hiérarchique.

- La culture de groupe : il s'agit d'un environnement conviviale et assez encourageant dans le lieu du travail. Elle inclut des valeurs comme le consensus, la confiance, l'engagement, la participation, le soutien, le sentiment d'appartenance, le travail de groupe. Les entreprises caractérisées par ce type de culture favorisent les relations humaines et développent du potentiel des membres de l'organisation en donnant plus d'intérêts à l'éthique et au moral des employés, leur implication y est forte. Cette culture attache beaucoup d'importance à la coopération et la cohésion des employés au sein de l'organisation (Cameron et Quinn, 1999).
- La culture de développement : elle reflète un environnement de travail dynamique et créatif, elle accorde une importance aux valeurs de l'apprentissage, l'initiative individuelle la prise de risque. Les employés de l'entreprise sont unis par leur implication envers l'expérimentation et l'innovation pour s'adapter à l'environnement externe dans lequel l'entreprise se positionne, avec des concurrents très dynamique, Cette culture est caractérisée par son adaptabilité et sa spontanéité, elle permet aux entreprises d'anticiper les changements. Elle favorise la croissance à long terme de l'entreprise et l'acquisition des nouvelles ressources (Cameron et Quinn, 1999).
- La culture rationnelle : dans telle culture, l'entreprise s'intéresse à la productivité, l'efficacité, la rentabilité, la compétitivité, la performance. La structure de l'entreprise est plus stricte, plus planifiée et les dirigeants sont exigeants. Leurs décisions sont rationnelles et basées sur la rentabilité de l'organisation. En plus de devoir s'adapter à l'environnement changeant, les entreprises doivent également être concurrentielles pour survivre dans un contexte économique plus difficile. Cette culture accorde une valeur clé à l'accomplissement des objectifs organisationnels qui doit être claires, mesurable et à l'atteinte des résultats à travers la maximisation de la production. La maximalisation de la

production permettre aux entreprises de se tailler une place en augmentant leur part du marché. En d'autres termes, une telle culture caractérise une entreprise orientée vers les résultats dont le principal souci est que le travail qui est à faire soit fait. La vision de l'entreprise est orientée vers le long terme (Cameron et Quinn, 1999).

- La culture hiérarchique : elle donne beaucoup d'importance la réglementation formelles, l'autorité et l'ordre qui cimentent l'entreprise à travers la structuration et la formalisation des procédures de du travail, des règles et des pratiques régissant les activités du personnel et l'exécution des programmes. Les procédures gouvernent ce que font les gens. Cela s'accroche à une vision pyramidale des structures organisationnelles qui permet un meilleur contrôle et maîtrise des situations au sein de son organisation. Maintenir une entreprise bien rodée est ce qui est le plus important pour garantir leur sécurité, la stabilité à long terme. Les valeurs organisationnelles centrales de la culture hiérarchique sont représentées également par la routinisation, la centralisation, la continuité et le contrôle (Cameron et Quinn, 1999).

3.2.3 LE MODÈLE DE GOFFEE ET JONES (1996)

En plus du modèle de Quinn et Cameron et le modèle de Hofstede, un autre modèle a été mis au point par Goffee et Jones (1996), il s'agit d'analyser la culture organisationnelle au moyen de deux types de relations sociales qui sont la sociabilité et la solidarité. Selon Goffee et Jones (1996), la sociabilité est définie comme la mesure de la convivialité sincère entre les membres d'une communauté. La solidarité, selon Goffee et Jones (1996), est définie comme la mesure de la capacité des membres de la communauté à poursuivre des buts communs rapidement et efficacement, indépendamment des relations personnelles. L'interaction de ces deux variables permet de définir quatre types de culture organisationnelle. Il s'agit de la culture réseau, la culture mercenaire, la culture fragmentée et la culture communautaire.

- La culture réseau : elle est caractérisée par un degré élevé de sociabilité et un faible degré de solidarité. Cette culture permet aux équipes de rester soudées en l'absence d'objectifs à court terme. Dans ce sens, l'environnement, relativement stable, ne nécessite pas de répondre rapidement à des opportunités ou menaces (Goffee et Jones, 1996).
- La culture mercenaire : elle repose sur un faible degré de sociabilité et un degré élevé de solidarité. Les entreprises qui se caractérisent par ce type de culture évoluent dans un environnement changeant dans lequel des réponses rapides sont nécessaires. Afin de répondre rapidement aux évolutions de l'environnement, ces entreprises ne vont pas chercher à atteindre un consensus mais imposer des objectifs clairs et mesurables (Goffee et Jones, 1996).
- La culture fragmentée : elle est caractérisée par coexistence d'une sociabilité et d'une solidarité faibles. Dans les entreprises dotées de telle culture, les individus sont peu supervisés, autonomes, les salariés se sentent peu impliqués, le travail dépendant de l'individu et non de l'entreprise (Goffee et Jones, 1996).
- La culture communautaire : elle reflète une forte sociabilité et une forte solidarité, nécessite une forte collaboration et communication entre fonctions et unités afin de dégager des synergies entre les unités et saisir les opportunités qui favoriseront la croissance et l'apprentissage entre les salariés (Goffee et Jones, 1996).

3.3 LA CULTURE ET L'IMPLANTATION DES SYSTÈMES ERP

Plusieurs chercheurs en management des SI ont attesté l'implication importante de la culture nationale et organisationnelle dans l'implémentation des systèmes ERP. Dado Worou (2010) a mené deux études de cas longitudinales sur la mise en place des ERP dans le contexte culturelle africain au niveau des pays de Nigeria et Benin. Ses résultats ont montré que la distance hiérarchique, la centralisation de décision, le contrôle de l'incertitude, le besoin de communication personnalisée, la logique long terme/court terme et le collectivisme sont les facteurs culturels qui influencent le succès de l'implantation de l'ERP. Dado Worou (2010) a constaté que plus la culture est caractérisée par une forte centralisation transversale de décision, un fort contrôle d'incertitude, un fort besoin de personnalisation de la communication, un degré élevé de collectivisme et une orientation à long terme, plus la chance d'être en adéquation avec le contenu du système ERP est forte. Elle a ajouté que plus une culture est caractérisée par une distance hiérarchique faible, un style de leadership paternaliste faible et un fort degré de collectivisme, plus la chance d'être en adéquation avec les éléments du processus d'un système ERP est forte. Mekadmi et Baile (2012) ont mené une enquête sur des entreprises tunisiennes pour évaluer l'impact de la culture organisationnelle sur la satisfaction des utilisateurs des systèmes ERP. Leur résultat révèle que les dimensions culturelles, telles que l'orientation changement, l'orientation à long terme, l'orientation ressources humaines, l'orientation processus et l'orientation intégration impactent positivement le succès des systèmes ERP dans les entreprises tunisiennes. Rasmy et al (2005) a démontré dans une étude sur les entreprises égyptiennes que la culture organisationnelle a un impact négatif sur le succès de la mise en œuvre des systèmes ERP du fait que l'information est perçue comme bien personnel plutôt

que ressource organisationnelle. Elle n'est pas largement partagée dans toute l'organisation. La plupart des organisations égyptiennes ont une structure orientée fonctionnelle. La coopération dans les différents domaines fonctionnels entraînés par ERP est moins susceptible d'être atteinte. Dans une étude menée sur les entreprises chinoises, Zhang et al. (2005) ont déclaré que la culture organisationnelle chinoise impacte négativement le succès des systèmes ERP. Leurs résultats montrent que les chinois sont plus tolérants à l'information non claire, s'appuyant davantage sur l'expérience personnelle, en gardant plus d'informations entre eux que leurs homologues occidentaux. Cependant, le déploiement du système d'ERP nécessite des informations claires et précises et une coopération inter-services, ce qui est incompatible à la culture organisationnelle chinoise. Dans la même direction, SengWoo (2007) a affirmé que les entreprises chinoises placent une grande valeur sur le passé et sont réticentes à changer, ce qui limite l'innovation. La plupart des utilisateurs chinois ont une préférence pour utiliser le système pour automatiser les processus actuels plutôt que changer les processus existants pour s'adapter aux systèmes ERP. Srivastava et Gips (2009) ont également déclaré que la plupart des entreprises préfèrent encore les processus manuels ou les anciens systèmes. Ils ont noté que la restructuration d'une entreprise pour la mise en œuvre de l'ERP était douloureuse en raison de la gestion du changement inflexible et la volonté de la direction de garder les anciennes méthodes de contrôle. Davison (2002) a étudié un cas d'une université à Hong Kong qui a implanté un système ERP. Dans son étude, Il a constaté que des différences culturelles et pratiques dans divers domaines, tels que l'accès à l'information, la réingénierie et la responsabilisation, pourraient engendrer des problèmes d'inadéquation lorsque les organisations à Hong Kong ont adopté les progiciels ERP développés par les fournisseurs situés en Europe de l'Ouest, ou en Amérique du Nord. Jones et al (2006), ont fait une étude de cas au niveau des entreprises américaines qui ont mis en œuvre des systèmes (ERP). Il examine huit dimensions de la culture et de leur impact sur les mécanismes de partage de connaissances dans le cadre d'un projet ERP. Ces dimensions culturelles sont l'orientation vers le changement, le contrôle, la responsabilisation et la coordination, l'orientation vers la collaboration, le partage des données brutes, la motivation, orientation vers le travail. Rajapakse et Seddon (2005) ont étudié six implantations ERP au Sri Lanka. Leur étude sur l'impact de la culture nationale sur l'adoption des logiciels ERP a révélé que la culture d'Asie caractérisée par une prise de décision centralisée, un faible niveau de la responsabilité et de la discipline, un faible niveau d'engagement et un faible niveau de changement n'encouragent pas une implantation réussie des systèmes ERP. Soh et al. (2000) a soulevé dans une étude exploratoire dans un hôpital à Singapour trois types des inadéquations culturelles qui sont relatifs aux données, aux processus et aux outputs des systèmes. Ils ont constaté que les problèmes de l'inadaptation peuvent être pires en Asie, étant donné que les modèles d'affaires intégrés dans la plupart des progiciels ERP reflètent les meilleures pratiques des entreprises européennes ou américaines. Dans le même sens, Une étude menée par Allen et Kern (2001) sur la mise en œuvre de l'ERP à Singapour a montré une inadéquation significative en termes de format de données, les procédures et les exigences légales. Sia et al. (2002) ont fait une étude dans un hôpital à Singapour. Les résultats ont révélé que dans le cadre d'une implantation ERP, la culture en présence dans l'hôpital étudié pourrait être en contradiction avec les structures et formes de contrôle nécessaires pour l'adoption des meilleures pratiques de gestion encapsulées dans le système. Selon ces auteurs, les systèmes ERP imposent plus de contrôle et consolide certains pouvoirs dans l'organisation plutôt qu'ils ne la renforcent dans sa globalité. En effet, ceux pour qui l'arrivée de l'ERP représente une menace sur les pouvoirs légitimes déjà acquis dans l'organisation feraient de la résistance, et ceux qui, au contraire, verront leurs pouvoirs renforcés adhèreraient facilement au système ERP. En plus, selon ces auteurs, le modèle de gestion intégré au sein de l'ERP peut conduire à un empowerment des employés et une plus grande relaxation de contrôle à travers la configuration de la nouvelle conception de processus.

4 MODÈLE DE RECHERCHE ET HYPOTHÈSES

Pour explorer la façon dont la culture organisationnelle affecte la perception du succès du système ERP, nous avons développé un modèle conceptuel de la recherche. Ceci est représenté dans la figure 1. Notre variable de succès du système ERP s'inspire des travaux Gable et al. (2003) qui ont été influencés par les travaux de DeLone et McLean (1992). Nous préférons regrouper les mesures "impact individuel" et "impact organisationnel" dans une seule mesure intitulée "bénéfices nets". Nous définissons la culture organisationnelle en termes de perceptions partagées de pratiques de travail au sein de l'organisation. Les dimensions de la culture organisationnelle sont sélectionnées à partir d'une multitude de dimensions proposées dans la littérature en fonction de leur pertinence dans le contexte du système ERP.

4.1 L'IMPACT DE LA CULTURE ORIENTÉE VERS LES EMPLOYÉS SUR LE SUCCÈS PERÇU DU SYSTÈME ERP

La culture orientée vers les employés tend à construire un lieu convivial de travail, et leurs croyances fondamentales sont l'implication, la coopération, le travail d'équipe, la confiance mutuelle et le partage du pouvoir (Hofstede et al., 1990; Denison et Mishra, 1995; Cameron et Quinn, 1999). Ces attributs culturels sont des ingrédients essentiels pour aboutir à une implémentation réussie d'un système ERP.

Selon Dezdar et Ainin (2012), une culture axée sur les employés encourage les employés à participer et à s'engager dans la mise en œuvre de l'ERP. Cette implication offre aux employés un sens de possession et ils se sentent plus de contrôle sur leur emploi, ce qui les encourage à accepter le système ERP, augmentant ainsi le succès de la mise en œuvre de l'ERP. Lorsque les utilisateurs sont impliqués dans la mise en œuvre de systèmes ERP dès le début, ils seront capables de percevoir leur rôle important dans la participation à la mise en œuvre de l'ERP. Cela aide les utilisateurs à comprendre les avantages d'une telle participation et donc les utilisateurs percevront ces avantages tout en interagissant avec le système ERP (Wu et Wang 2006). En outre, l'implication des utilisateurs permet à l'équipe de projet de connaître les exigences des utilisateurs et de répondre à leurs préoccupations (Best, 1997) et donc aide les utilisateurs à développer des attentes réalistes sur les systèmes ERP.

Les investissements ERP promeuvent une atmosphère propice à des attitudes de soutien, de coopération et de collaboration. Comme les systèmes ERP sont conçus pour respecter la philosophie coopérative (Davenport, 2000; Klaus et al., 2000), les organisations qui prennent sur eux de promouvoir ces valeurs culturelles favorables sont avantagées dans l'amélioration de la réussite à long terme de ces applications (Ifinedo et Sundberg, 2012). Selon Ke et Wei (2008), la culture du soutien collégial et de collaboration permet aux employés de coopérer les uns avec les autres et les rend prêts à offrir l'aide nécessaire.

Un facteur clé pour la mise en œuvre réussie des systèmes ERP exige aussi une culture organisationnelle qui met l'accent sur la valeur la confiance entre les employés. Cela peut réduire la crainte des employés et accroître leur ouverture à partager leurs connaissances avec les autres et les encourage en conséquence d'être d'assuré de la mise en œuvre réussie du système ERP. Jones et Price (2001) ont déclaré que les employés doivent partager leurs connaissances en équipe pour apporter avec succès au sujet des changements nécessaires dans l'entreprise pour réaliser des bénéfices à long terme de l'ERP. En outre, les membres de l'organisation doivent partager les connaissances pour apporter les changements nécessaires à l'entreprise afin d'atteindre les avantages à long terme de l'ERP. Cependant, un manque de confiance mutuelle peut conduire à des relations tendues et un ressentiment des employés qui peuvent conduire à des problèmes dans l'implantation du système ERP.

Les équipes de mise en œuvre des projets ERP sont nécessairement cross-fonctionnelle, le système ERP intègre et accumule une variété de fonctions au sein d'une entreprise. Pour atteindre les avantages potentiels de systèmes ERP, des équipes inter-fonctionnelles de travail de la mise en œuvre du projet devraient être en mesure de bien travailler en tant que groupe (Dezdar et Ainin, 2012).

Le Système ERP permet la prise de décision décentralisée en apportant des informations pertinentes pour la prise de décision au niveau opérationnel. En revanche, une entreprise qui cherche à accroître la prise de décision centralisée par le biais d'un système ERP pourraient finalement trouver le système mal adapté à cet effet (Reimers 2002; Soh et al., 2003; Davenport 1998). Les retards dans la saisie des données en raison de ne pas prendre la décision au niveau prévu peut créer des données manquantes et des données dans un mauvais contexte, ce qui pourrait conduire à des rapports incomplets. (Rajapakse et Seddon, 2005).

D'autre part, pour obtenir le soutien nécessaire à la mise en œuvre de l'ERP, l'organisation doit favoriser une culture de partage du pouvoir. Sia et al. (2002) ont révélé que le modèle d'affaires intégré au sein de l'ERP peut conduire à l'empowerment des employés. En fait, les membres de la direction doivent se consulter mutuellement, et peut-être consulter les gestionnaires à des niveaux inférieurs, sur les décisions critiques, tels que la restructuration organisationnelle et la refonte des business processus. En outre, la haute direction devrait sacrifier leurs intérêts privés en déléguant leur pouvoir aux gestionnaires à des niveaux inférieurs lorsque cela est nécessaire (Ke et Wei, 2008). Le partage du pouvoir facilite également l'élan et l'acceptation de nouvelles idées et de processus d'affaires (Ke et Wei, 2008).

Ainsi, d'après l'argumentation développée plus haut, nous pouvons avancer l'hypothèse suivante :

H1 : la culture orientée vers les employés impacte le succès perçu du système ERP

4.2 L'IMPACT DE LA CULTURE ORIENTÉE VERS L'INNOVATION SUR LE SUCCÈS PERÇU DU SYSTÈME ERP

L'installation d'un système ERP est risqué car il implique un changement organisationnel beaucoup plus large (Robey et al., 2002; Markus et al., 2000; Nordheim, 2009). Selon Sharma et Yetton (2003), un système ERP perturbe les modèles existants de processus de travail et nécessite le développement de nouvelles routines et des mécanismes de contrôle et de coordination. Cela conduit à changer la façon dont les gens avaient l'habitude de travailler. Ces changements organisationnels pourraient très probablement provoquer une résistance et la peur des utilisateurs. Lapointe et Rivard (2005) et Nah et al (2004) ont constaté que la résistance de l'utilisateur peut se produire en raison des menaces perçues pour les

usagers en raison de changement. Par conséquent, il est très important que les gens sont prêts à changer. Une culture organisationnelle d'innovation orientée vers le changement et vers la tolérance au risque est très essentiel pour éviter la résistance au changement dans la mise en œuvre d'ERP (Ke et Wei, 2008; Kwahk et Lee, 2008; Lapointe et Rivard, 2005). Cette culture soutient le changement des processus nécessaires de l'implémentation des systèmes ERP et augmentent par conséquent, la probabilité de la réussite de la mise en œuvre de l'ERP. Amoako-Gyampah (2007) a affirmé que lorsque les employés ont des perceptions favorables de transformation organisationnelle et sont prêts pour cela, ils seront plus susceptibles de participer positivement le changement et attendre de meilleures performances après la mise en œuvre du système. De même, Kwahk et Ahn (2010) ont constaté que lorsque les gens ont une attitude positive envers le changement, ils ont tendance à être plus intéressés par les nouvelles fonctionnalités du système ERP et attendre plus d'avantages de leur part. En revanche, lorsque les gens ont une attitude négative envers le changement, ils ont tendance à être plutôt passive pour les nouvelles fonctionnalités du système ERP et attendre rien ou peu d'avantages de leur part (Kwahk et Ahn, 2010).

En outre, une culture orientée vers l'innovation mettant l'accent sur l'apprentissage et l'investissement continue dans les compétences des utilisateurs est essentielle pour une implantation réussie de l'ERP (Ke et Wei, 2008; Kwahk et Lee, 2008). La complexité des systèmes ERP obligent tous les utilisateurs d'apprendre de nouvelles méthodes de travail et de nouveaux outils qui sont intégrés dans le système ERP. Cela peut en conséquence augmenter la probabilité de la réussite de la mise en œuvre de l'ERP. Selon Amoako-Gyampah et Salam (2004), la formation affecte les croyances partagées sur les avantages du système ERP.

Par conséquent, nous proposons l'hypothèse suivante:

H2 : la culture orientée vers l'innovation impacte le succès perçu du système ERP

4.3 L'IMPACT DE LA CULTURE HIÉRARCHIQUE SUR LE SUCCÈS PERÇU DU SYSTÈME ERP

Les organisations dominées par une culture hiérarchique sont caractérisées par un lieu très formalisé et structuré pour travailler, où les procédures statuent ce que les gens font (Cameron et Quinn, 1999). Selon Holsapple et Joshi (2001), la formalisation se réfère à la mesure dans laquelle les règles formelles, les politiques standardisées et les procédures, régissent les décisions et les relations de travail. Ainsi, les organisations formalisées qui utilisent des méthodes de travail standardisées, des règles et procédures sont plus bureaucratique (Mintzberg, 1979). La philosophie de l'ERP soutient la formalisation, il ya une compatibilité entre la nature d'un système ERP et formalisation et standardisation des organisations. En fait, les systèmes ERP sont très standardisés et ils soutiennent la formalisation et ils se focalisent sur les règles de travail et sur les procédures. Ces systèmes exigent la discipline organisationnelle et le respect strict des processus standardisés (Robey et al., 2002; Davenport, 1998). Rabaa'i (2009) et Jha et Joshi (2007) ont affirmé que la technologie de l'ERP est également connu pour imposer des normes rigides de flux de travail et des pratiques particulières sur les lieux de travail. Les employés doivent agir selon un ensemble de règles formels et de procédures qui dictent le flux de travail. Donc les structures avec les règles et procédures très formalisées sont l'environnement optimal pour le succès de l'utilisation du système ERP. Au contraire, l'organisation avec peu de formalisation, les systèmes ERP, sont habituellement confrontées à des obstacles pendant la mise en œuvre de l'ERP.

Parmi les caractéristiques de la culture hiérarchique, nous avons constaté qu'elle met l'accent également sur le contrôle. Cet attribut culturel est un ingrédient essentiel dans la réussite de la mise en œuvre de l'ERP. En fait, Hanseth et al. (2001), Rasmy et al., (2005) et Davenport (1998) reconnaissent que la mise en œuvre d'un ERP peut conduire à un contrôle accru. De même, Sia et al. (2002) ont déclaré que l'ERP peut renforcer le contrôle en apportant un nouveau niveau de visibilité panoptique aux activités de l'organisation. Ce système est capable d'offrir de nouvelles méthodes de surveillance de travail. L'accès facile à de l'information assure que les gestionnaires demeurent en contact avec les activités sur le terrain. Les travailleurs peuvent désormais être mieux surveillés grâce au suivi systématique des détails des opérations en temps réel.

Ainsi, d'après l'argumentation développée plus haut, nous pouvons avancer l'hypothèse suivante :

H3 : la culture hiérarchique impacte le succès perçu du système ERP

4.4 L'IMPACT DE LA CULTURE ORIENTÉE VERS LES OBJECTIFS SUR LE SUCCÈS PERÇU DU SYSTÈME ERP

Un facteur clé pour la mise en œuvre réussie des systèmes ERP nécessite une culture axée sur les objectifs. Cette culture se focalise sur le sens clair des objectifs, la définition des buts, et des objectifs stratégique et l'expression une vision à l'avenir (Denison et Mishra, 1995). Bhatti (2005) a observé que la mise en place des objectifs clairs est essentielle pour guider un effort organisationnel continu pour la mise en œuvre d'ERP. Ces objectifs sont transformés en plans et en activités tactiques à effectuer à différents niveaux de l'organisation. L'organisation doit soigneusement définir pourquoi le système ERP est mise

en œuvre et à quelles besoins de l'organisation le system adressa. Une vision / mission claire définie et la formulation de bonnes politiques / stratégies peuvent servir de modèle pour le succès de toute organisation. Dans ERP implantation, la définition de la vision organisationnelle souhaitée consiste en décrivant clairement la future organisation et de la direction que les personnes impliquées dans le projet devraient prendre pour atteindre leurs objectifs (Collins et Porras, 1996; Lipton, 1996).

En nous référant à ces propos, nous posons l'hypothèse suivante :

H4 : la culture orientée vers les objectifs impacte le succès perçu du système ERP

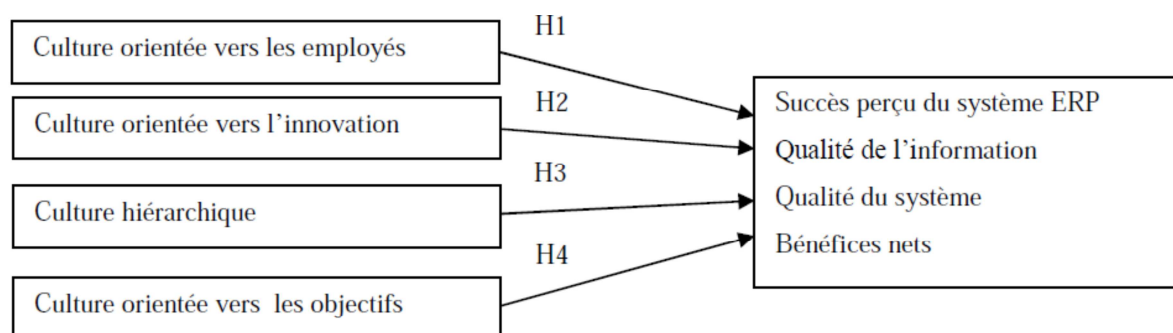


Fig. 1. Le modèle conceptuel de recherché

5 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

L'enquête a été administrée sur un échantillon non-probabiliste choisi parmi une population représentant des acteurs utilisant des systèmes ERP dans diverses entreprises. En l'absence d'une base de sondage et une liste exhaustive des entreprises ayant travaillé avec ces systèmes qui sont susceptibles de représenter la population étudiée, nous avons choisi une approche empirique en retenant un échantillon de boule de neige.

5.1 OPÉRATIONNALISATION DES CONSTRUITS DU MODÈLE DE RECHERCHE

Les items utilisés pour mesurer les construits de notre modèle de recherche ont été adoptées à partir des études antérieures. Ils sont présentés dans le tableau 1. Les mesures de la qualité de l'information ont été basées sur l'instrument développé par Lee et al. (2002). Le système de qualité a été mesurée avec trois éléments sélectionnés à partir de l'instrument développés par Nelson et al. (2005). Les items pour mesurer la qualité de l'information et de la qualité du système ont été modifiées pour s'adapter au contexte technologique de notre recherche. Les mesures de bénéfices nets étaient fondées sur l'instrument développé par Shang et Seddon (2002). La culture hiérarchique a été mesurée avec quatre éléments choisis parmi les instruments développés par Denison et Mishra (1995) et Cameron et Quinn (1999). Les items mesurant la culture orientée vers l'innovation ont été basés sur les travaux de Denison et Mishra (1995) et Cameron et Quinn (1999). Les mesures évaluant la culture orientée vers les employés ont été adaptées de Denison et Mishra (1995), Cameron et Quinn (1999) et Hofstede et al. (1990). Les items de la culture orientée vers les objectifs ont été choisis en se référant aux travaux de Denison et Mishra (1995). Toutes les mesures de la culture organisationnelle ont été modifiées en fonction du contexte de la présente recherche. Enfin c'est l'échelle de mesure de Likert de 1 à 5 qui est adopté pour les réponses variant entre les modalités 1 « Pas du tout d'accord » et 5 « Tout à fait d'accord »

Tableau 1. Les instruments de mesure utilisés dans l'étude

Construits	Items	Questions	Adapté de
Qualité de l'Information (QI)	QI2	Les informations produites par notre système ERP sont complètes	lee et al. (2002)
	QI3	Les informations produites par notre système ERP sont correctes et crédibles	lee et al. (2002)
	QI4	Les informations produites par notre système ERP répondent parfaitement aux demandes de ses utilisateurs	lee et al. (2002)
	QI5	Les informations produites par notre système ERP sont constamment mises à jours	lee et al. (2002)
Qualité du Système(QS)	QS1	Nous n'avons jamais de problèmes d'accès à notre système ERP	Nelson et al. (2005)
	QS3	Notre système ERP facilite l'obtention d'information de sources variées	Nelson et al. (2005)
	QS4	Notre système ERP permet de répondre rapidement aux requêtes de ses utilisateurs	Nelson et al. (2005)
Bénéfices Nets (BN)	BN1	Notre système ERP permet de réduire les coûts de notre entreprise	Shang et Seddon (2002)
	BN2	Notre système ERP facilite les opérations de vente et le suivi de nos clients	Shang et Seddon (2002)
	BN3	Notre système ERP nous permet un meilleur suivi des budgets	Shang et Seddon (2002)
	BN4	Notre système ERP permet une meilleure gestion de stocks	Shang et Seddon (2002)
	BN5	Notre système ERP améliore le pilotage des achats et des charges de notre entreprise	Shang et Seddon (2002)
	BN6	Notre système ERP permet une meilleure communication et coordination	Shang et Seddon (2002)
	BN7	Notre système ERP permet de réduire les délais des opérations de notre entreprise	Shang et Seddon (2002)
	BN9	Notre système ERP permet de développer la productivité de ses utilisateurs	Shang et Seddon (2002)
Culture orientée vers les Employés (CE)	CE2	Notre entreprise implique ses employés dans le processus de prise de la décision	Hofstede et al. (1990)
	CE3	Dans notre entreprise, le travail d'équipe est un élément essentiel	Denison et Mishra (1995)
	CE4	Dans notre entreprise, la plupart des employés sont activement impliqués dans leur travail	Denison et Mishra (1995)
	CE5	Dans notre entreprise, le niveau de la confiance entre les employés est élevé	Cameron et Quinn (1999)
	CE6	Dans notre entreprise, la coopération entre les services est fortement encouragée	Denison et Mishra (1995)
	CE7	Dans notre entreprise, le pouvoir est délégué de sorte que chacun de ses employés peut agir indépendamment	Denison et Mishra (1995)
Culture orientée vers l'Innovation (CI)	CI1	Notre entreprise continue d'investir dans les compétences de chacun de ses employés	Denison et Mishra (1995)
	CI2	Dans notre entreprise, la façon dont les choses se font reste très flexible et facile à changer	Denison et Mishra (1995)
	CI3	Dans notre entreprise, l'échec est considéré comme une occasion d'apprentissage et d'amélioration	Denison et Mishra (1995)
	CI4	Notre entreprise encourage et récompense l'innovation	Denison et Mishra (1995)
	CI5	Dans notre entreprise, les employés sont prêts à prendre des risques	Cameron et Quinn (1999)
	CI6	Dans notre entreprise, il est valorisé d'essayer de nouvelles choses et de rechercher de nouvelles opportunités	Cameron et Quinn (1999)
Culture orientée vers les Objectives (CO)	CO1	Notre entreprise a une mission claire qui donne un sens à notre travail	Denison et Mishra (1995)
	CO2	Notre entreprise vise une stratégie claire pour l'avenir	Denison et Mishra (1995)
	CO3	Dans notre entreprise, la direction a clairement indiqué les objectifs que nous cherchons à y parvenir	Denison et Mishra (1995)
	CO4	Chacun de nous comprend ce qui doit être fait pour nous pour réussir à long terme	Denison et Mishra (1995)
	CO5	La vision de notre entreprise permet d'inciter et motiver chacun de nous	Denison et Mishra (1995)
Culture Hiérarchique (CH)	CH1	Notre entreprise dispose d'un code de conduite éthique qui guide notre comportement et qui doit être respecté	Denison et Mishra (1995)
	CH2	Dans notre entreprise, Les actions posées sont généralement guidées par des procédures formelles	Cameron et Quinn (1999)
	CH3	Dans notre entreprise, Le respect des règlements et des politiques est important	Cameron et Quinn (1999)
	CH4	Dans notre entreprise, il est important que le travail soit organisé et bien rodé	Cameron et Quinn (1999)

5.2 LA COLLECTE DES DONNEES ET LES CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

Une enquête a été menée auprès des entreprises marocaines qui ont mis en œuvre un système ERP. Les entreprises ont été ciblées à partir de l'identification de ces entreprises, en consultant les sites web des éditeurs des ERP les plus connus au Maroc et le réseau social de professionnels Viadeo. Ceux-ci fournissent des informations concrètes sur les entreprises qui ont adopté les systèmes ERP. Une entreprise a été choisie si nous pouvions trouver l'adresse email de son personnel clé. Il peut être le responsable informatique, le DSI, le chef de projet, le contrôleur de gestion ou un cadre supérieur utilisant le système ERP. Ces personnes sont les plus informés sur le succès du système ERP dans leurs entreprises. En plus, ils seraient en mesure de fournir les informations pertinentes que nous cherchions. Nous avons conçu un questionnaire qui a été prétesté par un professeur universitaire en méthodologie de recherche et deux consultants en ERP et deux DSI. Une version du questionnaire en ligne a été créée via un formulaire de Google Drive, accessible par clic sur un lien. Nous avons envoyé un email à chaque participant en y présentant d'une manière brève notre recherche et en y intégrant le lien du questionnaire.

94 questionnaires ont été retournés. Le tableau 2 présente Les caractéristiques de l'échantillon.

Tableau 2. Les caractéristiques de l'échantillon

Les profils des répondants	Fréquence	Pourcentage
Secteur d'activité de l'Entreprise		
Détergents et cosmétiques	5	5,3
Agriculture	3	3,2
Alimentation et boissons	15	16,0
Articles ménagers et ameublement	4	4,3
Bâtiment et travaux publics	15	16,0
Constructions mécaniques et métalliques et Mines	6	6,4
Electricité et électronique	17	18,1
Informatique et télécommunications	5	5,3
Bois, carton et emballage	3	3,2
Produits chimiques, pétrole et gaz	10	10,6
Transports	5	5,3
Industrie pharmaceutique	6	6,4
Nombre d'employés		
< 100 employés	20	21,3
100 - 300 employés	16	17
300 - 500 employés	20	21,3
> 500 employés	38	40,4
Fonction occupée au sein de l'entreprise		
DSI	39	41,5
Responsable Informatique	21	22,3
Contrôleur de Gestion	20	21,3
Chef de Projet SAP	6	6,4
Responsable de projet Oracle	3	3,2
Consultant SAP	2	2,1
Chef de Projet SAGE ERP X3	1	1,1
Developpeur Microsoft Dynamics	1	1,1
SAP Master Data Management Coordinator	1	1,1
Emploi de nouveau système ERP		
3 - 4 ans	29	30,9
5- 6 ans	35	37,2
7- 8 ans	25	26,6
9- 10 ans	5	5,3
Nom du système ERP		
SAP	48	51,1
Sage ERP X3	23	24,5
Oracle	11	11,7
Microsoft Dynamics	12	12,8
Domaines couverts par les systèmes ERP		
Gestion comptable	94	100
Contrôle de gestion	81	86,2
Gestion des stocks	94	100
Gestion des achats	94	100
Gestion des ventes	87	92,6
Gestion de production	57	60,6
Gestion des ressources humaines	60	63,8
Gestion des projets	30	31,9
Gestion de la qualité	32	34

Le tableau ci-dessous montre que le plus grand nombre d'entreprises qui ont mis en place les systèmes ERP travaillent dans les domaines de l'électricité et de l'électronique, du bâtiment et des travaux publics et de l'alimentation et boissons. Ces trois représentent respectivement 18,1%, 16,0 % et 16,0 %. La répartition des entreprises selon l'effectif montre que notre échantillon est représenté principalement par les entreprises ayant plus de 500 salariés avec 40,4 %. Les entreprises de moins de 100 salariés et celles qui ont des salariés comprises 300 et 500 représentent 21,3 %. Pour ce qui est de la fonction occupée au sein de l'entreprise, les DSI, les responsables informatiques et les contrôleurs de gestion constituent la majorité des personnes sollicités dans notre échantillon avec respectivement 41,5%, 22,3% et 21,3%. Le reste de notre échantillon sont constitué des chefs de projets ERP dans leurs entreprises. Concernant l'emploi de nouveau système ERP, 30,9% des personnes enquêtés ont une expérience entre 3 ans à 4 ans, 37,2 % d'entre eux ont une ancienneté de 5 ans à 6 ans et 26,6% d'entre eux ont une ancienneté de 7 ans à 8 ans. En revanche 5,3% des entreprises interrogées ont une expérience avec le système ERP de plus de 9 ans. Concernant les systèmes ERP implémentés au sein des entreprises enquêtées, la moitié de ces entreprises sont équipés par SAP (48) suivi de système Sage ERP X3 avec 23 entreprises. En revanche les systèmes Microsoft Dynamics et Oracle représentent un part négligeable avec respectivement 12,8% et 11,7% des entreprises enquêtées. Le tableau indique aussi que toutes les entreprises de notre échantillon ont opté principalement pour les modules gestion comptable, gestion des stocks, gestion des achats, suivi par gestion des ventes (92,6%), contrôle de gestion (86,2%), gestion des ressources humaines(63,8%), gestion de production (60,6%). En revanche, la gestion de la qualité et la gestion des projets ne sont pas des modules qui leur semblent d'intérêt.

6 L'ANALYSE DES DONNÉES ET RÉSULTATS

Pour analyser les données collectées, nous avons suivi deux étapes. La première concerne l'évaluation des modèles de mesure qui décrivent les relations entre les variables observées et les construits latents qu'ils mesurent. La deuxième concerne l'évaluation du modèle structurel qui décrit les relations entre les construits du modèle de recherche. Nous avons utilisé les logiciels de SPSS 18.0 et de Smart PLS 2.0 de Ringle et al. (2005) pour l'analyse des données.

6.1 L'ÉVALUATION DES MODÈLES DE MESURE

Conformément aux directives de validation de Urbach et Ahlemann (2010), nous testons les modèles de mesure à travers l'unidimensionnalité, la fiabilité de la cohérence interne, la validité convergente et la validité discriminante.

L'unidimensionnalité vérifie l'étendue selon laquelle les items d'une échelle de mesure sont fortement corrélés pour évaluer précisément et exclusivement un même construit qu'ils sont censés mesurer. Elle ne peut pas être mesurée directement avec PLS, mais elle peut être évaluée à travers une analyse factorielle exploratoire à l'aide du logiciel SPSS. Les items qui ont des contributions factorielles «factor loading» supérieures à 0.6 sont considérés comme élevés (Gefen et Straub 2005).

La fiabilité de la cohérence interne est évaluée par l'alpha de Cronbach, une valeur alpha élevée indique que les items d'un construit sont similaires dans leur signification (Cronbach 1951). L'alpha de Cronbach avec une valeur de plus de 0,6 montre que la cohérence interne est bonne (Nunnally, 1978; Malhotra, 2004). Une mesure alternative à l'alpha de Cronbach est la fiabilité composite (CR) (Werts et al., 1974). La fiabilité composite devrait être supérieur à 0,70 (Fornell et Larcker, 1981; Burton-Jones et Hubona, 2006; Nunnally et Bernstein, 1994).

La validité convergente mesure le degré auquel les items reflétant un construit convergent par rapport aux items mesurant les différents construits. La validité convergente est mesurée par la variance moyenne extraite (AVE) proposé par Fornell et Larcker (1981). Elle est assurée lorsque chaque construit a une variance moyenne extraite (AVE) d'au moins 0,5 (Fornell et Larcker, 1981).

La validité discriminante est la capacité d'un construit à fournir des résultats différents de mesures des autres construits. Elle est obtenue lorsque la racine carrée de la variance moyenne extraite (AVE) dépasse la corrélation entre le construit étudié et les autres construits du modèle de mesure (Fornell et Larcker, 1981).

Les résultats de l'évaluation des modèles de mesure sont présentés dans les tableaux 3 et 4. Dans notre étude, nous avons effectué une analyse factorielle exploratoire et nous avons retenus que les items dont les contributions factorielles «factor loading» supérieures à 0.6. Toutes les variables de notre recherche ont des valeurs acceptables concernant l'Alpha de Cronbach et la fiabilité composite. Ce qui confirme la cohérence interne adéquate des données de l'étude. Les résultats montrent que les AVE des variables de notre modèle de recherche sont comprises entre 0,50 et 0,71. Donc, la validité convergente est démontrée. Les résultats indiquent également que les valeurs sur la diagonale sont beaucoup plus élevées que toute autre valeur dans la partie inférieure de la diagonale, ce qui confirme la validité discriminante.

Tableau 3. Unidimensionnalité, Fiabilité, Validité convergente

Construits	Items	Factor loading	Cronbach Alpha	AVE	Composite Reliability
Qualité de l'Information (QI)	QI2	0,82	0,794	0,6399	0,8764
	QI3	0,853			
	QI4	0,748			
	QI5	0,777			
Qualité du Système (QS)	QS1	0,714	0,564	0,5449	0,7794
	QS3	0,809			
	QS4	0,725			
Bénéfits Nets (BN)	BN1	0,617	0,874	0,5404	0,9033
	BN2	0,85			
	BN3	0,746			
	BN4	0,744			
	BN5	0,768			
	BN6	0,658			
	BN7	0,696			
	BN9	0,786			
Culture orientée vers les Employés (CE)	CE2	0,705	0,803	0,5081	0,8603
	CE3	0,671			
	CE4	0,652			
	CE5	0,771			
	CE6	0,777			
	CE7	0,699			
Culture orientée vers l'Innovation (CI)	CI1	0,754	0,861	0,5875	0,8947
	CI2	0,741			
	CI3	0,702			
	CI4	0,813			
	CI5	0,779			
	CI6	0,818			
Culture orientée vers les objectives (CO)	CO1	0,775	0,867	0,7192	0,8848
	CO2	0,844			
	CO3	0,846			
	CO4	0,79			
	CO5	0,786			
Culture Hiérarchique (CH)	CH1	0,851	0,842	0,5851	0,8937
	CH2	0,865			
	CH3	0,784			
	CH4	0,805			

Tableau 4. Validité discriminante

	QI	QS	BN	CE	CI	CH	CO
QI	1,000						
QS	0,536	1,000					
BN	0,668	0,771	0,735				
CE	0,323	0,531	0,413	0,713			
CI	0,217	0,333	0,327	0,708	1,000		
CH	0,426	0,420	0,439	0,636	0,646	1,000	
CO	0,253	0,397	0,311	0,651	0,694	0,834	1,000

6.2 ÉVALUATION DU MODÈLE STRUCTUREL

Après que les modèles de mesure ont été validés avec succès, le modèle structurel peut être analysée selon les propositions de Urbach et Ahlemann (2010), nous allons examiner Les coefficients de causalité (path-coefficients) (β), le coefficient de détermination (R^2) et l'ajustement du modèle global (Global goodness-of-fit) (GOF).

Selon Lee et Chen (2013), le sens et la signification du coefficient de causalité permet d'accepter ou de rejeter les hypothèses du modèle de recherche. Les coefficients de causalité sont calculés suivant la procédure bootstrap de Smart PLS. Ils sont estimés par le biais des valeurs de T-statistic. Les valeurs critiques pour un test bilatéral sont 1,65 (niveau de signification = 10%), 1,96 (niveau de signification = 5%) et 2,58 (niveau de signification = 1%) (Hair et al., 2011).

Le coefficient de détermination (R^2) mesure le pourcentage de la variation d'un construit expliqué par le modèle. Wixom et Watson (2001) et Chin (1998) ont suggéré que le pouvoir explicatif est considéré comme substantiel, modéré et faible si R^2 est approximativement autour de 0,67, 0,19 et 0,33 respectivement.

Global goodness-of-fit (GoF) est un indice pour juger l'ajustement global du modèle de PLS (Wetzels et al., 2009). Il est la moyenne géométrique des communautés et de la moyenne des R^2 (Tenenhaus et al., 2005). Wetzels et al. (2009) ont suggéré d'utiliser 0,50 comme valeur du seuil pour la communalité (Fornel et Larcker 1981) et les tailles différentes des effets de R^2 (petite: 0,02; moyen: 0,13; grande: 0,26) (Cohen, 1988) pour déterminer GoF petite (0,10), moyen GoF (0,25) et GoF grande (0,36).

Les résultats Smart PLS 2.0 pour les coefficients de causalité, les coefficients de détermination (R^2) et l'ajustement du modèle global (GOF) sont présentés dans le tableau 5 et le tableau 6.

Tableau 5. Coefficients de causalité et tests d'hypothèses

Hypothèses	Relation de corrélation	β Standardisé	T Statistics	Test d'hypothèse
H1: La culture orientée vers les employés impacte le succès perçu du système ERP	CE ->BN	0,278	1,6944**	supporté
	CE ->QI	0,2185	1,5697	Non supporté
	CE ->QS	0,5213	4,0325*	supporté
H2: La culture orientée vers l'innovation impacte le succès perçu du système ERP	CI ->BN	0,0115	0,0881	Non supporté
	CI ->QI	-0,1149	0,8254	Non supporté
	CI ->QS	-0,1694	1,2781	Non supporté
H3: La culture hiérarchique impacte le succès perçu du système ERP	CH ->BN	0,5043	2,8714*	supporté
	CH ->QI	0,6657	4,4173*	supporté
	CH ->QS	0,17	0,9981	Non supporté
H4: La culture orientée vers les objectifs impacte le succès perçu du système ERP	CO ->BN	-0,2987	1,6109	Non supporté
	CO ->QI	-0,365	1,8684***	Non supporté
	CO ->QS	0,0331	0,1763	Non supporté

* Significatif à $p < 0,01$; ** Significatif à $p < 0,05$; *** Significatif à $p < 0,1$

Le tableau 5 montre que H1 et H3 sont partiellement supportés, tandis que H2 et H4 ne sont pas.

Confirmant l'hypothèse H1, nous pouvons conclure que la culture orientée vers les employés a un impact sur la perception du succès du système ERP en terme de qualité du système ($\beta = 0,5213$) et des bénéfices nets ($\beta = 0,278$). Notre étude confirme aussi l'hypothèse H3. Cet hypothèse suggère que la culture hiérarchique influence la qualité de l'information ($\beta = 0,6657$) et les bénéfices nets ($\beta = 0,5043$).

Tableau 6. Coefficients de détermination (R2) et Ajustement du modèle global (GOF)

Construit	R2	Communalité
BN	0,2471	0,5404
CE	0	0,5081
CI	0	0,5875
CH	0	0,5851
CO	0	0,7192
QI	0,2369	0,6399
QS	0,3051	0,5449
Moyenne	0,263033333	0,5893
GOF	0,393707434	

Les quatre cultures organisationnelles expliquent 23,69% de la variance de la qualité de l'information, 30,51% de la variance de la qualité du système et 24,71% de la variance des bénéfices nets. Par conséquent, la culture organisationnelle a une influence modérée sur la perception du succès du système ERP selon la catégorisation de Cohen (1988). Nos résultats ont montré que l'indice d'ajustement (GOF) est de 0,393 pour le modèle de recherche, il dépasse la valeur de seuil 0,36 pour la grande R2. Ce qui confirme, par conséquent, la qualité globale de notre modèle (Wetzels et al., 2009).

7 DISCUSSIONS

L'objectif de cette étude était de tester empiriquement l'influence de la culture organisationnelle sur le succès perçu du système ERP dans le contexte marocain.

L'hypothèse H1 a confirmé que la culture orientée vers les employés influence le succès perçu du système ERP en termes de qualité de l'information et des bénéfices nets. Lorsque les attributs de la culture qui sont liés à la participation, la collaboration, le travail d'équipe, la confiance mutuelle, la prise de décision décentralisée et le partage du pouvoir sont disponibles dans les organisations adoptantes le système ERP, le succès perçu de ce système tend à être élevée. Ce résultat corrobore ceux qui sont trouvés dans les recherches antérieures. Ke et Wei (2008) ont constaté que le succès de la mise en œuvre de l'ERP est positivement lié à la culture organisationnelle matérialisée par la prise de décision participative, le partage du pouvoir, le soutien et la collaboration.

Rajapakse et Seddon (2005) ont affirmé que le système ERP exige un niveau élevé de l'implication des employés. Cette implication offre employé un sens de possession et ils se sentent plus de contrôle sur leur emploi, ce qui les encourage à accepter le système ERP, augmentant ainsi le succès de la mise en œuvre de l'ERP (Dezdar et Ainin, 2012). De même, Wu et Wang (2006) ont mentionné que lorsque les utilisateurs sont impliqués dans la mise en œuvre de systèmes ERP dès le début, ils seront capables de percevoir leur rôle important dans la participation à la mise en œuvre de l'ERP. Cela aide les utilisateurs à comprendre les avantages d'une telle participation et donc les utilisateurs percevront ces avantages tout en interagissant avec le système ERP.

Ke et Wei (2008) ont mentionné que la culture du soutien collégial et de collaboration permet aux employés de coopérer les uns avec les autres et les rend prêts à offrir l'aide nécessaire. Ifinedo et Sundberg (2012), Ke et Wei (2008) et Jones et Price (2001) ont révélé que ces valeurs culturelles favorables sont avantageuses dans l'amélioration de la réussite à long terme de ces applications. Cette culture peut fournir aux employés le soutien nécessaires pour adopter, intégrer et exploiter pleinement, le système ERP dans le milieu de travail.

Un facteur clé pour la mise en œuvre réussie des systèmes ERP nécessite une culture organisationnelle qui met l'accent sur la valeur de confiance entre les employés. Cela peut réduire la crainte des employés et accroître leur ouverture à partager leurs connaissances avec les autres et les encourage en conséquence d'être d'assuré de la mise en œuvre réussie du système ERP. En ce sens, Jones et Price (2001) ont précisé que les membres de l'organisation doivent partager les connaissances pour apporter les changements nécessaires à l'entreprise afin d'atteindre les avantages à long terme de l'ERP. Cependant, un manque de confiance mutuelle peut conduire à des relations tendues et un ressentiment des employés qui peuvent conduire à des problèmes dans l'implantation du système ERP.

Les systèmes ERP favorisent également la décentralisation des décisions (Rajapakse et Seddon, 2005). Selon Reimers (2002), Soh et al. (2003) et Davenport (1998), une entreprise qui cherche à accroître la prise de décision centralisé par le biais d'un système ERP pourraient finalement trouver le système mal adapté à cet effet. Les retards dans la saisie des données en

raison de ne pas prendre la décision au niveau prévu peut créer des données manquantes et des données dans un mauvais contexte, ce qui pourrait conduire à des rapports incomplets. (Rajapakse et Seddon, 2005)

En plus de l'implication, la collaboration, le travail en équipe, le sens de la confiance mutuelle et la prise de décision participative, une culture de partage du pouvoir est un ingrédient essentiel pour le succès du système ERP. Sia et al. (2002) a révélé que le modèle d'affaires intégré au sein de l'ERP peut conduire à l'empowerment, des employés. Selon Ke et Wei (2008), le partage du pouvoir facilite également l'élan et l'acceptation de nouvelles idées et de processus d'affaires.

L'hypothèse H3 a confirmé la relation positive entre la culture hiérarchique et le succès perçu du système ERP. Ce résultat signifie que la culture hiérarchique focalisant sur la formalisation influence la perception envers la qualité de l'information et les bénéfices nets du système ERP.

Les recherches antérieures ont confirmé que les organisations avec des niveaux élevés de formalisation favorisent le succès du système ERP, contrairement à celles moins formalisées (Ifinedo et Nahar, 2009; Strong et al, 2001; Morton et Hu, 2008, Rajapakse et Seddon, 2005). La formalisation se réfère à la mesure de laquelle les règles formelles, des politiques standardisé et des procédures, régissent les décisions et les relations de travail (Holsapple et Joshi, 2001). Il est connu que les systèmes ERP sont très standardisés et ils soutiennent la formalisation et ils se focalisent sur les règles de travail et sur les procédures. Ces systèmes exigent la discipline organisationnelle et le respect strict des processus standardisés (Robey et al., 2002; Davenport, 1998). Selon Strong et al. (2001), les systèmes ERP imposent un comportement discipliné pour les organisations de manière à ce que les procédures doivent être claires. Ainsi, les systèmes ERP peuvent être utiles dans les organisations où les opérations et les tâches sont explicitement définies (Strong et al., 2001). Lorsque les utilisateurs exécutent des tâches qui sont hautement programmables, ils auront besoin d'un peu de temps pour comprendre le système ERP et savent exactement quelles mesures ils doivent prendre pour obtenir le résultat qu'ils souhaitent. La formalisation allant de pair avec la standardisation des processus d'affaires peut permettre un succès du système ERP. Cette standardisation des processus d'affaires résout le problème de la dispersion et de la fragmentation de l'information dans les entreprises. Donc, elle améliore la disponibilité et la circulation de l'information dans les organisations. Toutes les informations sont saisies une fois, sont accessibles à tous les niveaux de l'organisation et sont disponibles en temps réel (Chtioui, 2009).

8 CONCLUSION, LIMITATIONS ET RECHERCHES FUTURES

Dans le cadre de cette étude, notre objectif était de déterminer dans quelle mesure la culture organisationnelle influence la perception du succès du système ERP dans les organisations marocaines. Nous avons utilisé l'approche PLS pour tester les relations d'interaction entre la culture organisationnelle et le succès perçu du système ERP. Les résultats obtenus montrent que la culture orientée vers les employés qui mettent l'accent sur l'implication, la collaboration, le travail d'équipe, la confiance mutuelle, la prise de décision participative et le partage du pouvoir influence le succès perçu du système ERP en termes de qualité du système et des bénéfices nets. Les résultats montrent également que la perception du succès du système ERP envers la qualité de l'information et les bénéfices nets sont influencés par la culture hiérarchique qui se concentre sur la formalisation.

Notre travail contribue à la recherche scientifique sur les niveaux théoriques et pratiques. Sur le plan théorique, cette recherche va enrichir la littérature en SI et plus précisément la partie qui concerne l'enjeu culturel des systèmes ERP. D'après nos connaissances, aucune étude n'a été faite sur ce sujet jusqu'à maintenant au Maroc. Cette recherche, qui confirme que la culture organisationnelle influence le succès perçu du système ERP viendra compléter le corpus grandissant des connaissances dans ce domaine. Concernant les implications managériales, notre étude va aider les entreprises à créer un système de mesure de la performance des ERP à l'aide de différentes mesures de succès qui ont été validés dans notre recherche et incitera les entreprises potentielles de s'équiper de ces systèmes. Les entreprises marocaines pourraient utiliser les résultats comme une ligne directrice concernant l'attribut culturel conduisant à une augmentation du taux de réussite pour les futures implémentations ERP. Les résultats recommandent que les entreprises marocaines adoptant des systèmes ERP doivent être conscientes des différences culturelles intégrées dans les systèmes ERP. Celles qui prévoient de les adopter doivent veiller à ce que la culture orientée vers employés et la culture hiérarchique sont promus en leur sein. Les données de l'étude ont révélé que la probabilité de succès perçue du système ERP augmente lorsque les entreprises promeuvent ces attributs culturels. Les résultats de cette étude sont également utiles pour que les éditeurs et consultants des systèmes ERP soient familiers avec le contexte culturel marocain pour préparer des stratégies pour réussir toute implémentation du système ERP.

Malgré ses contributions, cette étude présente certaines limites. Bien que la taille de notre l'échantillon de 94 est statistiquement suffisant pour l'analyse, un échantillon plus large pourrait produire un meilleur aperçu. Notre échantillon a

été sélectionné selon la méthode empirique en utilisant l'échantillonnage en boule de neige, car nous ne disposons pas d'une liste exhaustive des entreprises adoptant les systèmes ERP. Aussi pour notre échantillon, nous avons choisi seulement un personnel clé pour chaque entreprise. Nous croyons que le choix de deux ou trois membres clés du personnel pour chaque entreprise va permettre l'émergence de plus de connaissances.

Finalement, cette étude suggère plusieurs pistes de recherche. Ainsi, nous pourrions envisager de refaire la même étude sur un échantillon de PME dans différents secteurs et sur des systèmes ERP de type open source pour connaître l'impact de la culture organisationnelle sur le succès perçu du système ERP. Deuxièmement, nous envisagerons de faire des études de cas longitudinal pour caractériser et comprendre profondément la culture et choisir la satisfaction des utilisateurs finaux comme une outil d'évaluation du succès des systèmes ERP.

REFERENCES

- [1] Adler, N. (1997). *International Dimensions of Organizational Behavior*. 3rd ed. Ohio: South-Western College Publishing.
- [2] Allen, D., & Kern, T. (2001). Enterprise resource planning implementation: Stories of power, politics, and resistance. In *Realigning Research and Practice in Information Systems Development* (pp. 149-162). Springer US. http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35489-7_11
- [3] Al-Mashari, M., & Zairi, M. (2000). The effective application of SAP R/3: a proposed model of best practice. *Logistics Information Management*, 13(3), 156-166. <http://dx.doi.org/10.1108/09576050010326556>
- [4] Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A., & Zairi, M. (2003). Enterprise resource planning: A taxonomy of critical factors. *European journal of operational research*, 146(2), 352-364. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00554-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00554-4)
- [5] Amoako-Gyampah, K. (2007). Perceived usefulness, user involvement and behavioral intention: an empirical study of ERP implementation. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1232-1248. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2004.12.002>
- [6] Amoako-Gyampah, K., & Salam, A. F. (2004). An extension of the technology acceptance model in an ERP implementation environment. *Information & Management*, 41(6), 731-745. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2003.08.010>
- [7] Au, N., Ngai, E. W., & Cheng, T. E. (2002). A critical review of end-user information system satisfaction research and a new research framework. *Omega*, 30(6), 451-478. [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483\(02\)00054-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483(02)00054-3)
- [8] Bailey, J. E., & Pearson, S. W. (1983). Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction. *Management science*, 29(5), 530-545. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.29.5.530>
- [9] Best, C. (1997). Integrated system built on human foundation. *Computing Canada*, 23(25), 54.
- [10] Bhatti, T. R. (2005). Critical success factors for the implementation of enterprise resource planning (ERP): empirical validation. In *The second international conference on innovation in information technology* (p. 110).
- [11] Bighrissen, B., Ettamiri, M. & Cherkaoui, C. (2012). Towards the Success of ERP Systems: Case Study in Two Moroccan Companies. *Journal of Enterprise Resource Planning Studies*, 2012, 1. <http://dx.doi.org/10.5171/2012.731113>
- [12] Burton-Jones, A., & Hubona, G. S. (2006). The mediation of external variables in the technology acceptance model. *Information & Management*, 43(6), 706-717. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2006.03.007>
- [13] Burton-Jones, A., & Straub Jr, D. W. (2006). Reconceptualizing system usage: An approach and empirical test. *Information systems research*, 17(3), 228-246. <http://dx.doi.org/10.1287/isre.1060.0096>
- [14] Cameron, K.S. & Quinn, R.E. (1999). *Diagnosing and Changing Organizational Culture*. Reading, MA: Addison Wesley.
- [15] Chien, S. W., & Tsaur, S. M. (2007). Investigating the success of ERP systems: Case studies in three Taiwanese high-tech industries. *Computers in Industry*, 58(8), 783-793. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2007.02.001>
- [16] Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2), 295-336.
- [17] Chtioui, T. (2009). Understanding the impact of ERP standardization on business process performance. *International Journal of Business*, 14(2), 151.
- [18] Cohen, J. (1988). *Statistical Power analysis for the behavioral sciences*. 2nd Erlbaum. Hillsdale, NJ.
- [19] Collins, J. C., & Porras, J. I. (1996). Building your company's vision. *Harvard business review*, 74(5), 65.
- [20] Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02310555>
- [21] Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. *Harvard business review*, (76), 121-31.
- [22] Davenport, T. H. (2000). *Mission critical: realizing the promise of enterprise systems*. Harvard Business Press.
- [23] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3), 319-340. <http://dx.doi.org/10.2307/249008>
- [24] Davison, R. (2002). Cultural complications of ERP. *Communications of the ACM*, 45(7), 109-111. <http://dx.doi.org/10.1145/514236.514267>

- [25] DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60-95. <http://dx.doi.org/10.1287/isre.3.1.60>
- [26] Delone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, 19(4), 9-30. <http://dx.doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- [27] Denison, D. R., & Mishra, A. K. (1995). Toward a theory of organizational culture and effectiveness. *Organization science*, 6(2), 204-223. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.6.2.204>
- [28] Denison, D. R. (1996). What is the difference between organizational culture and organizational climate? A native's point of view on a decade of paradigm wars. *Academy of management review*, 21(3), 619-654. <http://dx.doi.org/10.5465/AMR.1996.9702100310>
- [29] Dezdar, S., & Ainin, S. (2012). Investigating the impact of organizational culture on enterprise resource planning implementation projects. *World Applied Sciences Journal*, 17(9), 1125-1133.
- [30] Doll, W. J., & Torkzadeh, G. (1988). The measurement of end-user computing satisfaction. *MIS quarterly*, 12(2), 259-274. <http://dx.doi.org/10.2307/248851>
- [31] Fishbein, M.A. and Ajzen, I. (1975), *Belief, Attitude, Intention and Behavior: an Introduction to Theory and Research*, Reading, MA, Addison Wesley.
- [32] Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <http://doi.org/10.2307/3151312>
- [33] Gable, G., Sedera, D., & Chan, T. (2003). Enterprise systems success: a measurement model. *ICIS 2003 Proceedings*, 48.
- [34] Gallivan, M., & Srite, M. (2005). Information technology and culture: Identifying fragmentary and holistic perspectives of culture. *Information and organization*, 15(4), 295-338. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infoandorg.2005.02.005>
- [35] Gefen, D., & Straub, D. (2005). A practical guide to factorial validity using PLS-Graph: Tutorial and annotated example. *Communications of the Association for Information systems*, 16(1), 5.
- [36] Goffee, R., & Jones, G. (1996). What holds the modern company together? *Harvard Business Review*, 74(6), 133.
- [37] Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 19(2), 213-236. <http://dx.doi.org/10.2307/249689>
- [38] Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139-152. <http://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- [39] Hanseth, O., Ciborra, C. U., & Braa, K. (2001). The control devolution: ERP and the side effects of globalization. *ACM Sigmis Database*, 32(4), 34-46. <http://dx.doi.org/10.1145/506139.506144>
- [40] Hofstede, G. (1991). *Cultures and organisations-software of the mind: intercultural cooperation and its importance for survival*. McGraw-Hill.
- [41] Hofstede, G. (1994). *Vivre dans un monde multiculturel: comprendre nos programmations mentales*. les Ed. d'Organisation.
- [42] Hofstede, G. (1993). Le sens et les aspects de la culture dans le management international. *Management européen et international. Approche comparée des ressources humaines et de l'organisation, Economica*, 91-110.
- [43] Hofstede, G. (1983). The cultural relativity of organizational practices and theories. *Journal of international business studies*, 75-89.
- [44] Hofstede, G. (1987). Relativité culturelle des pratiques et théories de l'organisation. *Revue française de gestion*, 64, 10-21.
- [45] Hofstede, G. (1985). The interaction between national and organizational value systems. *Journal of Management Studies*, 22(4), 347-357. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.1985.tb00001.x>
- [46] Hofstede, G. (2001). *Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations*, London: Sage.
- [47] Hofstede, G. H. (1980). *Culture's Consequences: International differences in work related values*. Beverly Hills, CA, US: Sage.
- [48] Hofstede, G., & Bond, M. H. (1988). The Confucius connection: From cultural roots to economic growth. *Organizational dynamics*, 16(4), 5-21. [http://dx.doi.org/10.1016/0090-2616\(88\)90009-5](http://dx.doi.org/10.1016/0090-2616(88)90009-5)
- [49] Hofstede, G., Neuijen, B., Ohayv, D. D., & Sanders, G.. (1990). Measuring Organizational Cultures: A Qualitative and Quantitative Study Across Twenty Cases. *Administrative Science Quarterly*, 35(2), 286-316. <http://doi.org/10.2307/2393392>
- [50] Holsapple, C. W., & Joshi, K. D. (2001). Organizational knowledge resources. *Decision support systems*, 31(1), 39-54. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9236\(00\)00118-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00118-4)
- [51] Ifinedo, P. (2006). Extending the Gable et al. enterprise systems success measurement model: a preliminary study. *Journal of Information Technology Management*, 17(1), 14-33.

- [52] Ifinedo, P., & Nahar, N. (2009). Interactions between contingency, organizational IT factors, and ERP success. *Industrial Management & Data Systems*, 109(1), 118-137. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570910926627>
- [53] Ifinedo, P., & Sundberg, K. (2012). Influences of Organizational Objectives, Culture, and IT Support/Knowledge on ERP System Effectiveness: An Empirical Investigation. In *The 9th International Conference on Enterprise Systems, Accounting and Logistics, Chania, Crete, Greece, June 3-5*.
- [54] Ives, B., Olson, M. H., & Baroudi, J. J. (1983). The measurement of user information satisfaction. *Communications of the ACM*, 26(10), 785-793. <http://dx.doi.org/10.1145/358413.358430>
- [55] Jha, V. S., & Joshi, H. (2007). Relevance of total quality management (TQM) or business excellence strategy implementation for enterprise resource planning (ERP)—a conceptual study. In *Proceedings of the 12th International Conference on Information Quality*.
- [56] Jones, M. C., Cline, M., & Ryan, S. (2006). Exploring knowledge sharing in ERP implementation: an organizational culture framework. *Decision Support Systems*, 41(2), 411-434. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2004.06.017>
- [57] Jones, M., & Price, R. L. (2001). Organizational knowledge sharing in ERP implementation: a multiple case study analysis. *ICIS 2001 Proceedings*, 70.
- [58] Kappos, A. (2000). *Organizational culture and the achievement of ERP strategic advantages and BPR performance improvements* (Doctoral dissertation, Concordia University).
- [59] Ke, W., & Wei, K. K. (2008). Organizational culture and leadership in ERP implementation. *Decision Support Systems*, 45(2), 208-218. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2007.02.002>
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP?. *Information systems frontiers*, 2(2), 141-162. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026543906354>
- [60] Krumbholz, M. A., Galliers, J., Coulianos, N., & Maiden, N. A. M. (2000). Implementing enterprise resource planning packages in different corporate and national cultures. *Journal of Information Technology*, 15(4), 267-279. <http://dx.doi.org/10.1080/02683960010008962>
- [61] Krumbholz, M., & Maiden, N. (2001). The implementation of enterprise resource planning packages in different organisational and national cultures. *Information systems*, 26(3), 185-204. [http://dx.doi.org/10.1016/S0306-4379\(01\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0306-4379(01)00016-3)
- [62] Kwahk, K. Y., & Lee, J. N. (2008). The role of readiness for change in ERP implementation: Theoretical bases and empirical validation. *Information & Management*, 45(7), 474-481. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2008.07.002>
- [63] Kwahk, K. Y., & Ahn, H. (2010). Moderating effects of localization differences on ERP use: A socio-technical systems perspective. *Computers in Human Behavior*, 26(2), 186-198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2009.10.006>
- [64] Lapointe, L., & Rivard, S. (2005). A Multilevel Model of Resistance to Information Technology Implementation. *MIS Quarterly*, 29(3), 461-491.
- [65] Lee, K. H., & Che, S. C. (2013, November). Introduction to Partial Least Square: Common Criteria and Practical Considerations. In *Advanced Materials Research* (Vol. 779, pp. 1766-1769). <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.1766>
- [66] Lee, Y. W., Strong, D. M., Kahn, B. K., & Wang, R. Y. (2002). AIMQ: a methodology for information quality assessment. *Information & management*, 40(2), 133-146. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(02\)00043-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(02)00043-5)
- [67] Lee, D., Lee, S. M., Olson, D. L., & Hwan Chung, S. (2010). The effect of organizational support on ERP implementation. *Industrial Management & Data Systems*, 110(2), 269-283. <http://dx.doi.org/10.1108/02635571011020340>
- [68] Lipton, M. (1996). Demystifying the development of an organizational vision. *Sloan Management Review*, 37, 83-92.
- Longinidis, P., & Gotzamani, K. (2009). ERP user satisfaction issues: insights from a Greek industrial giant. *Industrial Management & Data Systems*, 109(5), 628-645. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570910957623>
- [69] Malhotra, N. K. (2004). *Marketing research: An applied orientation*: Pearson Education.
- Markus, M. L., & Tanis, C. (2000). The enterprise systems experience—from adoption to success. *Framing the domains of IT research: Glimpsing the future through the past*, 173, 207-173.
- [70] Markus, M. L., Axline, S., Petrie, D., & Tanis, S. C. (2000). Learning from adopters' experiences with ERP: problems encountered and success achieved. *Journal of information technology*, 15(4), 245-265. <http://dx.doi.org/10.1080/02683960010008944>
- [71] Mekadmi S., et Baile S. (2008), La satisfaction de l'utilisateur d'un ERP – contribution à l'étude d'un modèle d'évaluation avec la méthode des équations structurelles, Actes du 13eme Congres de l'AIM, 13-14 Decembre, Paris (France).
- [72] Mekadmi S., et Baile S. (2012) L'influence de la culture organisationnelle sur le succès des ERP - Cas de Groupes Industriels tunisiens, Actes du 17eme Colloque de l'AIM, 21-23 Mai, Bordeaux (France).
- [73] Mintzberg, H. (1979). The structuring of organizations: A synthesis of the research. *University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship*.

- [74] Molla, A., & Loukis, I. (2005). *Success and failure of ERP technology transfer: a framework for analysing congruence of host and system cultures*. University of Manchester Institute for development policy and management (IDPM).
- [75] Morton, N. A., & Hu, Q. (2008). Implications of the fit between organizational structure and ERP: A structural contingency theory perspective. *International Journal of Information Management*, 28(5), 391-402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2008.01.008>
- [76] Nah, F. F. H., Tan, X., & Teh, S. H. (2004). An empirical investigation on end-users' acceptance of enterprise systems. *Information Resources Management Journal*, 17(3), 32-53.
- [77] Nelson, R. R., Todd, P. A., & Wixom, B. H. (2005). Antecedents of information and system quality: an empirical examination within the context of data warehousing. *Journal of management information systems*, 21(4), 199-235. <http://dx.doi.org/10.1080/07421222.2005.11045823>
- [78] Nordheim, S. (2009). *Implementing an Enterprise System: A dialectic perspective* (Doctoral dissertation, Videnbasen for Aalborg Universitet VBN, Aalborg Universitet Aalborg University, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet The Faculty of Engineering and Science, Information Systems/Information Systems).
- [79] Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory*, McGraw-Hill, New York, NY.
- [80] Nunnally, J.C. and Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric theory*. New York McGraw-Hill.
- [81] Petter, S., DeLone, W., & McLean, E. (2008). Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships. *European journal of information systems*, 17(3), 236-263. <http://dx.doi.org/10.1057/ejis.2008.15>
- [82] Pitt, L. F., Watson, R. T., & Kavan, C. B. (1995). Service quality: a measure of information systems effectiveness. *MIS quarterly*, 19 (2), 173-187. <http://dx.doi.org/10.2307/249687>
- [83] Quinn, R. E., & Rohrbaugh, J. (1983). A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis. *Management science*, 29(3), 363-377. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.29.3.363>
- [84] Rabaa'i, A. A. (2009). The impact of organisational culture on ERP systems implementation: lessons from Jordan. In *Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems 2009*.
- [85] Rajapakse, J., & Seddon, P. (2005). ERP adoption in developing countries in Asia: a cultural misfit. In *28th Information Systems Seminar in Scandinavia, Kirstiansand* (pp. 6-9).
- [86] Rasmy, M. H., Tharwat, A., & Ashraf, S. (2005). Enterprise resource planning (ERP) implementation in the Egyptian organizational context. In *Proceedings of the EMCIS International Conference*.
- [87] Reimers, K. (2002). Implementing ERP systems in China. In *System Sciences, 2002.HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on* (pp. 3112-3121). IEEE.
- [88] Reix, R., Fallery, B., Kalika, M., & Rowe, F. (2011). *Systèmes d'information et management des organisations*. Vuibert.
- [89] Ringle, C. M., Wende, S., & Will, A. (2005). SmartPLS 2.0.M3 (beta), University of Hamburg, Hamburg.
- [90] Robey, D., Ross, J. W., & Boudreau, M. C. (2002). Learning to implement enterprise systems: An exploratory study of the dialectics of change. *Journal of Management Information Systems*, 19(1), 17-46. <http://dx.doi.org/10.1080/07421222.2002.11045713>
- [91] Schein, E. H. (2009). *The corporate culture survival guide* (Vol. 158). John Wiley & Sons.
- [92] Schein, E. H. (1992). *Organizational culture and leadership*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- [93] Seddon, P. B. (1997). A respecification and extension of the DeLone and McLean model of IS success. *Information systems research*, 8(3), 240-253. <http://dx.doi.org/10.1287/isre.8.3.240>
- [94] Seng Woo, H. (2007). Critical success factors for implementing ERP: the case of a Chinese electronics manufacturer. *Journal of manufacturing technology management*, 18(4), 431-442. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380710743798>
- [95] Shang, S., & Seddon, P. B. (2002). Assessing and managing the benefits of enterprise systems: the business manager's perspective. *Information systems journal*, 12(4), 271-299. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2575.2002.00132.x>
- [96] Sharma, R., & Yetton, P. (2003). The Contingent Effects of Management Support and Task Interdependence on Successful Information Systems Implementation. *MIS Quarterly*, 27(4), 533-556.
- [97] Sia, S. K., Tang, M., Soh, C., & Boh, W. F. (2002). Enterprise resource planning (ERP) systems as a technology of power: empowerment or panoptic control?. *ACM SigmisDatabase*, 33(1), 23-37. <http://dx.doi.org/10.1145/504350.504356>
- [98] Smyth, R. W. (2001). Challenges to Successful ERP Use [Research in Progress]. In *Proceedings of the 9th European conference on information systems, Bled, Slovenia* (pp. 27-29).
- [99] Soh, C., Kien, S. S., & Tay-Yap, J. (2000). Enterprise resource planning: cultural fits and misfits: is ERP a universal solution?. *Communications of the ACM*, 43(4), 47-51. <http://dx.doi.org/10.1145/332051.332070>
- [99] Soh, C., Kien, S., Fong Boh, W., & Tang, M. (2003). Misalignments in ERP implementation: a dialectic perspective. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 16(1), 81-100. http://dx.doi.org/10.1207/S15327590IJHC1601_6

- [100] Somers, T. M., Nelson, K., & Karimi, J. (2003). Confirmatory Factor Analysis of the End-User Computing Satisfaction Instrument: Replication within an ERP Domain. *Decision Sciences*, 34(3), 595-621. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5414.2003.02428.x>
- [101] Srivastava, M., & Gips, B. J. (2009). Chinese cultural implications for ERP implementation. *Journal of technology management & innovation*, 4(1), 105-113. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242009000100009>
- [102] Strong, D., Volkoff, O., & Elmes, M. (2001). ERP systems, task structure, and workarounds in organizations. *AMCIS 2001 Proceedings*, 204.
- [103] Sun, Y., Bhattacharjee, A., & Ma, Q. (2009). Extending technology usage to work settings: The role of perceived work compatibility in ERP implementation. *Information & Management*, 46(6), 351-356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2009.06.003>
- [104] Swan, J., Newell, S., & Robertson, M. (1999). The illusion of 'best practice' in information systems for operations management. *European Journal of Information Systems*, 8(4), 284-293.
- [105] Talet, N., & Al-Wahaishi, S. (2011). The relevance cultural dimensions on the success Adoption and Use of IT. In *3rd International Conference on Advanced Management Science. IPEDR* (Vol. 19).
- [106] Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y. M., & Lauro, C. (2005). PLS path modeling. *Computational statistics & data analysis*, 48(1), 159-205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csda.2004.03.005>
- [107] Thong, J. Y., Yap, C. S., & Raman, K. S. (1996). Top management support, external expertise and information systems implementation in small businesses. *Information systems research*, 7(2), 248-267. <http://dx.doi.org/10.1287/isre.7.2.248>
- [108] Tournant, L., & Azan, W. (2003). *Réussir votre projet ERP*. Afnor.
- [109] Trompenaars, F., & Hampden-Turner, C. (1994). *L'entreprise multiculturelle*. Maxima-L. du Mesnil.
- [110] Trompenaars, F. (1996). Resolving international conflict: Culture and business strategy. *Business strategy review*, 7(3), 51-68. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8616.1996.tb00132.x>
- [111] Urbach, N., & Ahlemann, F. (2010). Structural equation modeling in information systems research using partial least squares. *Journal of Information Technology Theory and Application*, 11(2), 5-40.
- [112] Van den Berg, P. T., & Wilderom, C. P. (2004). Defining, measuring, and comparing organisational cultures. *Applied Psychology*, 53(4), 570-582. <http://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2004.00189.x>
- [113] Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating perceived behavioral control, computer anxiety and enjoyment into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, 11(4), 342-365. <http://dx.doi.org/10.1287/isre.11.4.342.11872>
- [114] Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- [115] Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- [116] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 27(3), 425-478.
- [117] Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of management information systems*, 12(4), 5-33.
- [118] Werts, C. E., Linn, R. L., & Jöreskog, K. G. (1974). Intraclass reliability estimates: Testing structural assumptions. *Educational and Psychological measurement*, 34(1), 25-33. <http://dx.doi.org/10.1177/001316447403400104>
- [119] Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G., & van Oppen, C. (2009). Using PLS Path Modeling for Assessing Hierarchical Construct Models: Guidelines and Empirical Illustration. *MIS Quarterly*, 33(1), 177-195.
- [120] Wixom, B. H., & Watson, H. J. (2001). An Empirical Investigation of the Factors Affecting Data Warehousing Success. *MIS Quarterly*, 25(1), 17-41. <http://doi.org/10.2307/3250957>
- [121] Dado Worou, R. (2006). L'ERP dans le contexte culturel africain : cas de deux entreprises en Afrique de l'Ouest. *Revue du management technologique*, 15(3), 25-45.
- [122] Wu, J. H., & Wang, Y. M. (2006). Measuring ERP success: the ultimate users' view. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(8), 882-903. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570610678657>
- [123] Zhang, Z., Lee, M. K., Huang, P., Zhang, L., & Huang, X. (2005). A framework of ERP systems implementation success in China: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, 98(1), 56-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.09.004>

Mobilisation des ressources humaines : Ebauche d'une réflexion dans le contexte de conduite d'une démarche qualité

[Mobilization of human resources : a drafting of reflection in the quality approach context driving]

Dikra El Maguiri

Enseignante chercheure, Département Economie & Gestion- FSJES Ain Sebaa, Université Hassan II - Casablanca, Maroc

Copyright © 2016 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: It appears increasingly clear that organizations which develop collaborative approaches managers - staff are those will go through the years of great socio-political economic turmoil of the late 20th century and early 21st century. Prevent conflicts and strikes are not enough for the smooth running of the organization's projects, in particular the quality approach project. This is to avoid the demobilization of personnel, considerable scourge manage to avoid failure of such change at the organizational level. HRM policy must be part of the time and only incidentally take individual decisions which have no significant impact on the long term. This article discusses different concepts and aspects of the mobilization of personnel required in the specific context of conducting a quality approach, approached as a change in the quality to lead.

KEYWORDS: Changing the Quality, Mobilization, Membership, Accountability, Motivation & Satisfaction.

RESUME: Il apparaît de plus en plus évident que ce seront avant tout les organisations qui développent des approches de collaborations managers – personnel qui pourront passer au travers les années de grandes perturbations socio politico-économiques de la fin du 20^{ème} siècle et début 21^{ème} siècle. Prévenir les conflits et les grèves ne suffit plus à la bonne marche des projets de l'organisation, celui de démarche qualité en l'occurrence. Il s'agit d'éviter la « démobilisation » du personnel, fléau considérable à gérer pour éviter l'échec d'un tel changement au niveau de l'organisation. La politique de GRH doit s'inscrire dans la durée et ne prendre qu'accessoirement des décisions ponctuelles qui n'ont pas d'incidences significatives sur le long terme. Cet article aborde des différents concepts et aspects de la mobilisation du personnel requise dans le contexte spécifique de conduite d'une démarche de qualité, approchée comme un changement par la qualité à mener.

MOTS-CLEFS: Changement par la Qualité, Mobilisation, Adhésion, Responsabilisation, Motivation & Satisfaction.

CLASSIFICATION JEL: M12, M54, L29.

1 INTRODUCTION

Le management global de la qualité « TQM »¹, qui se présente toujours comme une clef de succès aux entreprises contraintes à devenir compétitives, correspond à un changement par la qualité à mener ; **un projet de changement de nature globale** centré à la fois sur la structure, les personnes et à l'échéance sur la technologie. Mais au-delà des modifications formelles, techniques et économiques, la normalisation développée par cette démarche qualité impose une nouvelle morale visant la transparence du travail concret et le conformisme des salariés pour mieux s'en assurer la maîtrise. En effet, l'absence de direction précise, les rapports de force dans l'environnement professionnel, des compétences mal utilisées et une délimitation floue de la liberté d'action (ou de l'autonomie de décision) de chacun, sont autant d'entraves aux employés aussi efficaces que des menottes. Ces entraves évoquent un concept ressources humaines qui commence à être davantage débattu ces dernières années sur le plan académique à savoir « la mobilisation ».

Pour se mobiliser en permanence, les besoins d'un employé évoluent. Il aura d'abord besoin lors de son premier pas au sein d'une organisation d'être accueilli, intégré et par la suite sensibilisé aux projets. Faute de quoi son niveau de mobilisation reste minime voire nul et sa collaboration assez faible pour permettre l'atteinte des objectifs. **Ce qui mobilise un individu c'est la satisfaction d'un besoin, et un individu n'est sensible aux paramètres d'un niveau que si les niveaux précédents de besoins sont satisfaits**². Une fois suffisamment intégré et sensibilisé, il importe de faire jouer des leviers visant l'implication associée à la responsabilisation. A ce niveau, la mobilisation atteint des niveaux acceptables et partant la collaboration des employés pour faire avancer le projet de changement par la qualité. Franchi cette phase, on peut commencer à pratiquer la motivation proprement dite via des leviers provoquant la satisfaction voire la fidélisation des employés pour pérenniser la mobilisation et la collaboration et les pousser constamment vers leur maximum. On peut ainsi parler d'une recherche permanente de l'excellence en domaine de Ressources Humaines.

L'objectif est celui de mettre l'accent sur l'évolution et le renouvellement des besoins ressentis par un individu ou un groupe d'individus pour se mobiliser ainsi que des leviers à faire jouer au fur et à mesure. Certains leviers ou pratiques sont motivants d'autres sont seulement sécurisants. Mais tous importants pour mobiliser les troupes. Cette distinction permet de comprendre pourquoi certaines pratiques répondant à des facteurs d'un certain niveau limitent le mécontentement des individus mais ne les mobilisent plus³. L'organisation du travail et les pratiques mobilisatrices doivent en effet, apporter une réponse satisfaisante aux différentes séries de besoins à la fois pour éviter le mécontentement, le manque d'intégration et/ou de sensibilisation et pour provoquer la mobilisation permanente de chacun au sens des projets de l'organisation.

A travers cet article, nous abordons d'abord le concept clé de « Mobilisation » quitte à aboutir à une approche que nous retenons dans le cadre de conduite d'un changement par la qualité. Nous allons voir que la mobilisation correspond à un processus qui peut varier de degré ou d'intensité, on peut assister à une absence totale de mobilisation, à un minimum de mobilisation et à un maximum de mobilisation. Ensuite, nous évoquons les enjeux de prise en compte de la mobilisation des employés dans la conduite d'un changement par la qualité avant d'aborder la relation qui les relie (la Démarche Qualité et la Mobilisation du personnel). Enfin, nous présentons les concepts ou notions reliés à celui de mobilisation dans ce cadre. Il s'agit de concepts requis pour décrire différents aspects et niveaux de mobilisation tout au long du processus de conduite du changement par la qualité.

2 CLARIFICATION DU CONCEPT « MOBILISATION »

Nous souhaitons à travers cet article faire avancer les connaissances sur un sujet complexe auquel les chercheurs en gestion ne s'intéressent pas toujours de manière appropriée. D'une façon générale, un imbroglio conceptuel semble caractériser le domaine. La pluralité et l'ambiguïté des termes reliés à la mobilisation entraînent un manque de clarification du concept et risquent de jeter la confusion dans les esprits. Aussi l'objet de ce paragraphe est-il de clarifier le concept « Mobilisation » avant de le situer au carrefour d'autres concepts, qui lui seront attachés dans un contexte de conduite d'une démarche qualité.

¹ On considère à travers cet article que les concepts : Total Quality Management (TQM), Changement par la qualité, Qualité Totale, Système qualité ISO, signifient et sont tous équivalents à la démarche qualité.

² A. MASLOW, 1954.

³ En s'inspirant de la théorie des deux facteurs chère à F. HERZBERG, 1959.

Le concept de « mobilisation » est à la fois relativement récent et francophone. Il a été notamment employé en France par IGALENS (1997), LOUART et BEAUCOURT (1993) et au Québec par GUERIN et al. (1996), RONDEAU et LEMELIN (1994), WILS et al. (1998) (GUERRERO et BARRAUD, 2001). Aux Etats-Unis la notion est davantage employée sous le terme de « high commitment management ou commitment-oriented personnel management. » ou « engagement organisationnel »⁴. Plus récemment, le mot américain mobilize est également apparu dans les écrits.

En cette période de forte turbulence, ce concept a suscité et suscite encore beaucoup d'intérêt tant chez les praticiens que chez les universitaires.

- Définitions

Selon le Petit Larousse, l'action de mobiliser consiste à « mettre sur un pied de guerre les forces militaires d'un pays ». La référence à l'armée indique que la mobilisation doit être appréhendée sous un aspect plus collectif qu'individuel. Cette visée collective indique que « le salarié agit pour servir les intérêts de l'entreprise et de son équipe de travail et ne s'intéresse pas seulement à ses intérêts personnels »⁵.

MORIN (1989, p. 14) propose la définition suivante de la mobilisation : « la mobilisation des employés se définit par le **degré d'intérêt** des employés pour le travail et pour l'organisation, et par **leur disposition** à investir des efforts pour atteindre les objectifs qui leur sont fixés ». Une autre définition est présentée par le groupe CFC (1989) : « Mobiliser, c'est rassembler les volontés et les énergies dans la poursuite d'un but ; c'est développer une solidarité et un engagement autour d'une mission, d'un mandat et d'objectifs ; c'est faire ensemble, dans la poursuite d'un but commun ». Pour Jacqueline Duval & Suzanne LALIBERTE (1994) « La mobilisation passe par l'implication active des employés dans les activités de l'organisation »⁶.

Afin de reconstruire ce concept, WILS et coll. (1998) ont utilisé l'induction pour obtenir un « concept opératoire isolé »⁷. Le concept est multidimensionnel et se compose de plusieurs faces : une face managériale dénommée « processus organisationnel de mobilisation » et une face individuelle ou collective qui désigne d'une part « l'état de mobilisation d'un individu ou d'un groupe d'individus », c'est à dire leurs attitudes et comportements de mobilisation et d'autre part « le processus individuel de mobilisation », c'est à dire le processus psychologique expliquant comment on arrive à cet état⁸.

De même, en résumant les points de vue des professionnels en ressources humaines, WILS et al (1998), ont incité à poser les premiers jalons d'une définition de la **mobilisation en contexte organisationnel** : « ...En particulier, la mobilisation est définie comme un déploiement volontaire d'efforts dans trois domaines qui sont vitaux pour les organisations à cause de leur impact sur la performance... »⁹. Ces énergies sont canalisées dans trois directions : « énergies déployées pour améliorer la qualité de son travail dans l'organisation, « efforts d'amélioration continue », énergies déployées pour aligner son travail sur les priorités organisationnelles, « efforts d'alignement stratégique » et énergies déployées pour coordonner spontanément son travail au sein de son équipe en coopérant, « efforts de coordination spontanée ». Ces auteurs ajoutent que « **...la mobilisation est à son maximum** quand les trois types d'efforts sont déployés. En revanche, une personne engagée dans la spirale de la démobilisation apporte **une contribution moindre** parce qu'elle ne déploie qu'un ou deux des trois types d'efforts. Enfin, **la mobilisation est à son minimum** quand aucun des trois types d'efforts n'est déployé »¹⁰.

L'enquête menée par Guerrero et BARREUD-DIDIER (2001) a permis de mettre en exergue une autre définition de la notion de mobilisation : « décisions et actions qui ont pour but de développer l'attachement du salarié à l'entreprise et à son groupe de travail, de façon à réaliser les objectifs collectifs et à rendre l'organisation plus performante ».

Enfin, dans le but de construire un modèle systémique de mobilisation, une synthèse a été faite par H.CHRAÏBI (2005). Elle résume ce concept en une arborescence de concepts reliés par des liens de conditionnement : le comportement mobilisé, défini comme un état individuel ou collectif. Il est conditionné par l'engagement à la mobilisation. Ce dernier est un

⁴ BOUSSAGUET S. et MORENO R. « Communication interne et mobilisation du personnel : ébauche d'une réflexion dans un contexte de reprise », 5ème colloque du CRIC. 2001.

⁵ GUERRERO, SIRE, 2001.

⁶ Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, Rapport D'étape. 29 Septembre 1994. p : 4.

⁷ Quivy et van Campenhoudt (1995) in Th. WILS et Ch. LABELLE, 2004

⁸ WILS Thierry, LABELLE Christiane, GUERIN Gilles, TREMBLAY Michel *Gestion*, 23, no 2, été 1998, p. 30-39. Première et deuxième partie).

⁹ WILS et al, *Résultats de l'enquête*, 1996.

¹⁰ WILS et al. 1998, op cit.

état d'esprit chez l'individu où interagissent tous les mécanismes situationnels et affectifs qui le mènent au comportement mobilisé de manière discrétionnaire. Cet engagement à la mobilisation est à son tour conditionné, au moins par la motivation à se mobiliser. Celle-ci est définie comme la réaction affective (en termes de satisfaction ou d'insatisfaction) de l'individu ou du groupe par rapport aux mécanismes et pratiques de mobilisation et de gestion des ressources humaines dans l'organisation¹¹.

- Synthèse

En résumé, la mobilisation des acteurs consiste à créer une dynamique collective issue de multiples individualités dans le but de contribuer au fonctionnement de l'entreprise. Dans le but de l'associer au projet d'entreprise ou à la recherche de qualité totale, nous retenons comme approche sur ce concept les éléments de définition suivants :

- C'est un concept qui correspond à un processus à double face : managériale/organisationnelle (soutien de direction) et psychologique/comportementale (besoins des employés) ;
- C'est un concept basé sur la volonté et l'énergie humaines et donc à la portée de toute organisation ;
- C'est un concept qui se traduit par un processus qui dure et évolue dans le temps ;
- C'est un concept qui implique des actions & pratiques qu'on peut quantifier et qualifier : efforts à déterminer et nature des leviers à faire jouer selon les projets et/ou objectifs tracés ;
- On peut parler d'un maximum et d'un minimum de mobilisation.

Une personne mobilisée est ainsi par définition, susceptible de s'impliquer dans une démarche qualité. On retrouve les principes de cette démarche dans les descriptions de l'état de mobilisation notamment un travail de qualité, un travail avec une valeur ajoutée et un travail d'équipe.

3 ENJEU ET APPROCHE DE LA MOBILISATION DES RH DANS UNE DEMARCHE QUALITE

L'enjeu de prise en compte du concept « Mobilisation » dans une démarche qualité est primordial. **Il existe un lien significatif entre la mobilisation des RH et la démarche qualité jusqu'à présent insuffisamment explicité.** Benjamin CHAMINADE (2005) affirme que « ...L'implication (et donc indirectement la motivation) des personnes **est absente de la norme ISO 9001 : 2000 alors même que la démarche qualité dépend de l'implication des salariés à la mettre en place et la faire vivre** ». Puis : « ...seules les personnes dont le travail a un impact sur la qualité et seule l'écoute et la satisfaction des clients sont recherchées, **la norme ISO 9001 ignorant la satisfaction des salariés. Et pourtant, la satisfaction des salariés détermine leur envie de s'impliquer, de mobiliser leurs compétences et de fournir un travail de qualité aux clients** »¹².

A cet égard, il est intéressant de relever qu'aucun des principes des différents systèmes de qualité n'échappe à une orientation RH, la plupart d'entre eux étant même directement reliés à cette discipline, ce qui démontre que **le système qualité de l'organisme dépend de son fonctionnement humain**. La définition du management par la qualité totale stipule qu'il s'agit d'un « Mode de management d'un organisme, centré sur la qualité, **basé sur la participation de tous ses membres** et visant au succès à long terme par la satisfaction du client et à des avantages pour tous les membres de l'organisme et pour la société » (ISO 8402, 1995).

En interprétant le paragraphe 6.2 du système ISO 9001, intitulé Ressources Humaines, la fonction RH est bien identifiée comme une fonction stratégique et non seulement un support qui doit concevoir et mettre en place la politique sociale pour créer et soutenir le management de la qualité, la satisfaction des clients et l'amélioration continue de son efficacité. De même, selon la norme **ISO 9004 version 2000**, notamment le paragraphe 6.2.2.1 de la norme ISO 9004 la démarche qualité établit **les bases devant favoriser la mobilisation du personnel via la surveillance de sa satisfaction et l'écoute de ses attentes**.

¹¹ CHRAIBI H. *La mobilisation des ressources humaines dans l'administration publique marocaine. Une approche systémique-Etude de cas de la Trésorerie Générale du Royaume. Thèse, Faculté de Droit-Marrakech de Marrakech 2005.*

¹² B. CHAMINADE, "RH & compétences dans une démarche qualité", AFNOR, Février 2005, p. 25.

Par ailleurs, **l'approche TQM** se base stratégiquement sur l'homme pour atteindre l'excellence. SHIBA décrit le TQM comme « un système d'apprentissage qui se concentre sur le développement des compétences à chaque niveau. Il améliore les ressources humaines ». Cet auteur soutient que « l'aspect le plus important du TQM réside dans le développement de l'individu, l'encouragement de l'homme à l'apprentissage. En particulier, il exige des dirigeants de développer leur connaissance de la théorie et de la pratique de la qualité »¹³. CHENETTE (1997) a souligné le lien étroit qui existe entre l'approche client et la mobilisation, car la survie des organisations passe souvent par un service de qualité donné aux clients par des employés mobilisés.

La mobilisation est ainsi un enjeu dans un contexte de vive concurrence pour des dirigeants en quête de gain de performance via l'adoption d'une démarche qualité. Mais Quelle est la nature des liens reliant la mobilisation et une démarche qualité ?

La démarche qualité étant une démarche d'amélioration continue. La procédure de mobilisation est une action de focalisation de l'ensemble des énergies autour d'un projet commun, et de mise en œuvre concrète de ces énergies pour atteindre cet objectif. La mobilisation est le moyen de faire progresser l'entreprise autour d'un objectif stimulant, difficile mais néanmoins accessible¹⁴. Pour Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE (1994) « ...Pour créer un environnement mobilisant, il importe d'avoir un projet partagé ; de développer un leadership d'animation ; de développer des structures de participation ou de contribution »¹⁵. La mobilisation et la responsabilisation s'inscrivent à l'intérieur d'une approche de gestion de la qualité¹⁶.

La démarche qualité possède ainsi les caractéristiques d'un projet favorisant la mobilisation et s'appuyant sur elle pour aboutir. Le lien est fort solide. En effet lorsqu'elle est présente dans un milieu, la mobilisation crée le contexte favorable au déploiement d'une énergie de production orientée vers la satisfaction du client, le désir de travailler en équipe et la volonté des hommes et des femmes de s'aligner sur les orientations stratégiques. Tant d'aspects qui nous rappellent le contexte requis pour la conduite de changement dont celui par la qualité.

Enfin, la mobilisation se nourrit d'elle-même en créant une responsabilisation accrue, un éveil de la volonté de chacun des individus de changer les choses. **Elle constitue le cœur de l'amélioration continue de la qualité.** Si avec le management traditionnel, « Le management, c'est de faire faire aux gens ce qui doit être fait », avec **La stratégie humaine visant la mobilisation**¹⁷ : « c'est d'amener les gens à vouloir faire ce qui doit être fait ».

Dans un contexte de conduite d'une démarche qualité, la problématique consiste ainsi à concevoir une stratégie de mobilisation des employés. Il s'agit d'un projet de changement à mener dont la réalisation court des risques qu'il faudrait gérer sous peine de déviation partielle ou totale de l'objectif. A ce niveau, **la démobilisation** est un état de réticence au changement qui est la difficulté majeure que toute entreprise souhaitant changer doit surmonter¹⁸. Dans ce sens, une approche structurée pour traiter et minimiser l'impact négatif de la démobilisation tout au long d'un projet de changement par la qualité devient requise.

Dans le paragraphe suivant, différents concepts traduisant différents états et aspects de mobilisation (intégration et adhésion, implication et responsabilisation, motivation et satisfaction...) lui seront attachés à mesure que le projet de changement par la qualité avance. Nous adhérons en effet aux propos de H. CHRAÏBI (2005) selon les quelles la mobilisation est un concept large. Indéniablement, il intègre autant dans son essence, que dans ses facteurs explicatifs, d'autres concepts voisins tels que la motivation, l'implication ou l'engagement organisationnel... »¹⁹.

¹³ SHIBA, *Quatre révolutions du management par la qualité totale : manuel d'apprentissage et de mise en œuvre du système TQM*; Dunod, 1997, p.495 et 496.

¹⁴ BOUSSAGUET S. et MORENO R., 2001, *op cit.*

¹⁵ J. DUVAL & S. LALIBERTE, 1994. p : 5, *op cit.*

¹⁶ ISO 9000 Normes internationales pour la gestion de la qualité, 1993.

¹⁷ Concept développé par l'AHQ dans « L'énoncé stratégique d'implantation d'une démarche de mobilisation du personnel du réseau de la santé et des services sociaux du Québec (avril 2003) juin 2004.

¹⁸ Harvard Business Review « Le changement » Edition d'organisation 2001.

¹⁹ CHRAÏBI H. 2005, p 18, *op. cit.*

4 CONCEPTS ET ASPECTS AFFERENTS AUX DIFFERENTS NIVEAUX DE « MOBILISATION »

En quoi consiste la mobilisation d'un employé ? Le souci de mobiliser un employé se ressent dès son premier pas au sein de l'organisation ! Ceci se traduit au niveau de la direction par la nécessité de la mise en place d'un système « accueil & intégration » des nouveaux employés. L'objectif à atteindre est l'initiation et la sensibilisation au sens des projets de l'entreprise pour une adhésion des employés en permanence. Par la suite, selon les projets et/ou objectifs de l'entreprise et notamment le stade où l'on en est, les responsables vont exiger des **degrés et nature** différents de **collaboration** vis à vis des employés. Pour cela, ils auront besoin de les impliquer et les responsabiliser, les motiver et les satisfaire. Voire même, les fidéliser.

Le concept mobilisation interpelle ainsi autant de concepts qui traduisent différents états et niveaux de mobilisation. Ces concepts y sont reliés dans le contexte de conduite de changement par la qualité, qui consiste généralement en trois phases²⁰ : la mise en place, la mise en œuvre et enfin l'évaluation et l'amélioration continue. Les concepts et aspects de mobilisation évoluent et s'adaptent à la situation des différents employés et à l'état d'avancement dans ce projet.

4.1 « INTEGRATION » & « SENSIBILISATION » (PHASE DE MISE EN PLACE DU TQM)

Le plus souvent, la problématique d'intégration est abordée à l'arrivée de nouveaux employés à une organisation. Lyne DESROCHERS (2001) précise que « Lorsque nous parlons d'embauche et d'intégration, nous touchons aux éléments suivants : La sélection, le placement et la socialisation des RH. Il va sans dire que la réussite de la socialisation du nouvel employé sera directement reliée à la qualité de sélection et de placement de celui-ci. Toutefois, cette étape même d'intégration doit être efficace, car c'est le premier système qui touchera le nouvel employé dans sa participation active à la productivité de l'entreprise. »²¹.

L'incitation à la mobilisation d'un employé commence ainsi dès son premier pas au sein d'une organisation. A ce moment, le niveau de sa collaboration est à son minimum car son besoin d'**être accueilli et intégré** est à son maximum. La direction ne peut encore rien attendre comme contribution du nouvel employé. Nous considérons que ce raisonnement s'applique de la même façon sur un ancien employé vis à vis d'un projet de changement à lancer au sein de son organisation. Il aura besoin de **s'intégrer et adhérer** au projet avant de décider de se mobiliser. C'est ce que RONDEAU (1999) appelle établir la **légitimité du projet de changement**.

Selon H. Mahé DE BOISLANDELLE (1998, p 85), qu'il soit nouveau ou ancien, tout employé a aussi besoin d'être sensibilisé au projet de l'entreprise. Il distingue entre la **formation** qui est le processus par lequel les compétences et les connaissances nécessaires au travail sont enseignées et la **socialisation** (ou « endoctrinement ») qui est la démarche visant à l'intégration du système de valeur de l'entreprise par le personnel. Il s'agit d'un processus de transmission de normes (ce que l'on doit faire) ; des valeurs (ce qui est bien) et des comportements (ce qui se fait) qui forment la culture de l'entreprise et dont le but est d'accroître l'allégeance à l'organisation avec pour forme limite l'identification à celle-ci. La variable de mesure en est **l'adhésion**.

De même pour B. CHAMINADE (2005) : « l'intégration est une procédure de lancement du salarié sur le chemin de sa réussite professionnelle ». Elle se décompose en deux phases : la présentation ou accueil dont l'enjeu est de favoriser l'engagement du salarié en lui présentant la place de son emploi dans l'activité de l'entreprise. Et l'assimilation ou socialisation qu'il définit comme « l'insertion morale du salarié dans les relations humaines déjà préexistantes dans l'entreprise avant son arrivée ». L'enjeu de l'assimilation est de favoriser l'arrivée des nouveaux recrutés dans les équipes de travail en facilitant leur appropriation des normes et des modèles de conduite du système culturel de l'entreprise.²²

L'enjeu à ce niveau est d'identifier le plus rapidement possible les actions à mettre en œuvre pour transformer l'essai du recrutement. Une procédure d'accueil assurera réellement le passage du candidat du statut de « nouvelle recrue » au statut « d'acteur de l'organisation » (B. CHAMINADE, 2005). Pour les entreprises opérant dans des secteurs de forte technicité, un système d'intégration devient sérieusement problématique. Selon Lyne DESROCHERS « Il est de la plus haute importance

²⁰ Différents auteurs reprennent, pour appréhender le processus de mise en œuvre du changement, les trois phases découpant les modifications de l'état de l'objet en changement à savoir, la décristallisation, le déplacement et la recristallisation.

²¹ Lyne DESROCHERS, CRHA, Cognitia. Source : Effectif, volume 4, numéro 2, avril/mai 2001.

²² B. CHAMINADE. 2005. p. 393. op cit.

pour la survie des entreprises de faire tout en leur pouvoir pour attirer et retenir la main d'œuvre qualifiée, et un programme d'intégration structuré viendra les aider à atteindre ce but »²³. Le but visé est de réussir avec succès la période dite de probation pour un nouvel employé. La démarche est applicable à tout type d'employé se joignant à une entreprise ou accédant à un nouveau poste au sein de celle-ci.

En liaison avec la problématique de conduite d'un changement par la qualité, nous considérons que tous les employés d'une entreprise qui se lance dans un tel projet sont assimilés à de nouvelles recrues. Ils auront par conséquent besoin en premier d'une intégration et adhésion dans le cadre de leur mobilisation au sens du projet à mener.

Toujours dans le processus d'intégration du nouveau salarié, il conviendra également de mettre en place les actions de **sensibilisation** lui permettant de prendre conscience de l'importance de ses activités et de la manière dont elles contribuent aux objectifs. Dans ce sens, En interprétant les normes de L'ISO 9001 & 9004, ça signifie qu'avant d'adhérer aux principes de la norme et l'appliquer, **il faut la comprendre !** Les salariés doivent être sensibilisés à la manière dont ils contribuent par leur activité quotidienne et par leur comportement à la réalisation des objectifs de qualité et aux conséquences directes pour eux – même et pour l'entreprise.

En effet, une sensibilisation réussie facilite le changement des pratiques de l'organisme. Un salarié qui comprend quels sont les avantages qu'il peut retirer d'une organisation qualité commence à s'interroger sur ses pratiques professionnels et son comportement. Il commence à porter un regard critique sur son environnement immédiat et la façon de fonctionner de son organisation et c'est cette réflexion qui doit le mener à trouver des méthodes de travail alternatives plus efficaces et amorcer ainsi la démarche d'amélioration continue de toute l'organisation. Cette sensibilisation débute lors de la phase d'intégration des nouveaux salariés et se poursuit durant toute leur carrière²⁴.

Dans le cadre d'un projet de changement visant le management global de la qualité (TQM), les employés qui sont réticents sont surtout des employés insuffisamment intégrés. La question que l'on peut se poser à ce niveau est de savoir si l'entreprise réunit vraiment les conditions nécessaires pour que tout employé puisse acquérir plus de flexibilité et devenir collaborant plus rapidement, ce dont bénéficiera au bout de compte la démarche qualité adoptée. Tout cela suppose que cet employé ait passé un contrat personnel clair et précis au moins dans sa dimension formelle lors de son arrivée à la société et bénéficié d'un programme d'intégration et de sensibilisation qui lui aurait permis de connaître clairement ce qui est attendu de lui et de développer un sentiment d'appartenance.

4.2 « IMPLICATION » & « RESPONSABILISATION » (PHASE DE MISE EN ŒUVRE)

- Implication :

BLAKE (1992) et SHANNON (1992) définissent l'implication des employés comme étant « une symbiose entre le potentiel des employés et la culture de l'entreprise favorisant la création d'un environnement de travail dans lequel les gens croient et évoluent sainement ». Il s'agit d'un milieu propice au travail d'équipe et favorable à l'éclosion d'une qualité de travail. **Ce niveau d'implication** des employés peut être atteint en étant positif, proactif, participatif, producteur et innovateur²⁵. La finalité de l'action de tous étant de créer de la valeur pour le client. D'ailleurs de plus en plus d'organisations visent la fidélisation des clients par un niveau très élevé de satisfaction comportant inéluctablement **un haut degré d'implication** du personnel²⁶.

L'implication s'analyse comme l'identification ou l'adhésion aux buts et valeurs de l'entreprise, comme l'engagement ou la volonté d'agir dans le sens des buts et valeurs de l'entreprise, comme la loyauté ou le désir de rester dans l'entreprise²⁷. **Dans ce sens, elle englobe et dépasse l'intégration.** Définie comme un facteur explicatif de la relation humaine au travail,

²³ Lyne DESROCHERS. 2001. *op cit*.

²⁴ B. CHAMINADE, 2005, p 409. *Op cit*.

²⁵ Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, 1994. *Op cit*.

²⁶ J. BRILMAN, « Les meilleures pratiques de management », éd. D'organisation, 2003, p, 373.

²⁷ POIGNANT Stephan "Les pratiques de Fidélisation en Entreprises" jeudi 6 novembre 2003. Solutions RH Interview RH Enquêtes RH Dossiers thématiques CV / JOB RH Agenda RH Actualités

l'implication est aussi un moteur d'action : « si elle n'est pas synonyme de performance, elle peut en créer car elle constitue une ressource disponible »²⁸.

De façon plus simple, l'implication se définit comme un type d'investissement dans un rôle professionnel dont THEVENET (1992) a étudié les différentes expressions possibles. Il propose ainsi aux responsables d'entreprise une grille de lecture de comportements « d'impliqués » sur lesquels ils pourront agir ou réagir pour réguler la relation d'échange. Selon les deux critères explicatifs que sont d'une part, le critère de l'adhésion (c'est à dire la recherche de cohérence entre la sensibilité de la personne et les buts/projets de l'entreprise) et d'autre part, le critère des opportunités (perçues par l'homme dans la relation implication – travail), quatre typologies de profils d'implication se dégagent :

	Adhésion	Opportunité
Le missionnaire	+	-
Le mercenaire	-	+
Le démissionnaire	-	-
L'impliqué	+	+

Source : M. THEVENET (1992), p 85

Plus récemment, selon B.CHAMINADE (2005, p 74), bien que le terme « implication » utilisé dans le langage courant paraisse clair, il est néanmoins équivoque. Il existe des nuances entre les termes « implication », « attachement » et « engagement » ainsi que leur lien avec la satisfaction. Pour les expliciter, l'auteur précise que l'attachement professionnel se construit sur la base de deux comportements distincts et complémentaires : **l'engagement** (job involvement, en anglais) et **l'implication** (work commitment).

En conclusion, **dans le cadre d'un projet de changement par la qualité**, présentant une opportunité aussi bien pour l'entreprise que pour les employés, la direction va chercher à travers des leviers de mobilisation spécifiques d'atteindre le profil d'impliqué (THEVENET). Ceux-ci consistent en de nombreux facteurs tels que « le développement des compétences, la réponse aux attentes individuelles, le style de leadership, la reconnaissance, la récompense, la formation, etc. ».

- Responsabilisation :

La réflexion sur le concept de Responsabilisation a été amorcée à partir de différents rapports sur la fonction publique. Selon Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, il semble se diviser en deux voies : « l'empowerment » et la « reddition de compte ». Ce dernier s'adresse généralement aux fonctionnaires des plus hauts niveaux de la hiérarchie. Quant à « l'empowerment », il consiste à investir autant les employés, les gestionnaires que les organisations d'un plus grand pouvoir ou d'une plus grande liberté d'action dans l'exercice de leurs fonctions²⁹.

« L'empowerment » a été introduit récemment dans le langage du management américain. C'est un mot particulièrement important dès qu'on cherche à mettre en place la démarche qualité, à orienter l'entreprise vers ses clients, à créer de la réactivité ou plutôt de la « pro – activité » ou à raccourcir les temps de cycle et de décisions. J. BRILMAN (2003) propose de le traduire par un mot nouveau « l'empouvoirement » plutôt que d'utiliser la périphrase « mise en pouvoir » ou le mot de subsidiarité qui s'adresse plutôt aux Etats.

Profondément différent de délégation et d'autonomie, L'empowerment dispose comme principe que c'est celui qui est le plus proche du client ou qui réalise les opérations qui est le mieux placé pour prendre la décision. Elle lui revient par essence. Ce principe fonctionne naturellement dans le cadre de certaines limites. Si le problème sort des limites, la décision doit alors remonter dans la hiérarchie³⁰.

Par ailleurs, le but de la mise en pouvoir est **d'accroître les capacités de prise de responsabilité et d'initiatives**. On demande aux employés **d'assumer des responsabilités** et d'être imputables de leurs actes dans un environnement qui

²⁸ M. THEVENET, *Impliquer les personnes dans l'entreprise. Liaisons, coll. Option-Gestion, 1992, p 85.*

²⁹ Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE 1994, p : 6. *op cit.*

³⁰ J. BRILMAN, 2003. p 375. *op cit.*

accepte le risque et évalue l'atteinte des résultats³¹. Les conditions à remplir au préalable pour mettre en œuvre l'empouvoirement correspondent bien à celles de conduite du TQM.

J. Brilman a également parlé de **l'empouvoirement des équipes**. Il a été démontré d'après une étude réalisée par Mercer Management à partir d'un échantillon de 179 entreprises (Down James -Mercer Management- juin 1996) que celles qui tirent le meilleur profit des équipes ont une rentabilité plus élevée que les autres entreprises du secteur. L'empouvoirement, qui se concrétise à travers des pratiques tel que la fixation des objectifs, l'approche factuelle, la mesure... conduit ainsi à créer les conditions pour des décisions meilleures, plus rapides, avec pour conséquence une plus grande **implication** et une meilleure **Responsabilisation** du personnel pour un meilleur avancement dans le projet de TQM.

4.3 « MOTIVATION » & « SATISFACTION » (PHASE D'EVALUATION ET AMELIORATION CONTINUE DU TQM)

Notre démarche d'observation et d'analyse de **la motivation et la satisfaction des salariés** s'inscrit toujours dans une approche compréhensive des aspects pour pouvoir les situer par rapport au concept « Mobilisation » et les autres concepts interpellés dans le contexte de conduite du changement par la qualité.

- Motivation :

Selon P.CAPELLI (1997), la motivation des collaborateurs occupe depuis longtemps une place déterminante dans les activités organisationnelles car depuis toujours, les problèmes de productivité semblent au moins autant liés à l'état d'esprit du personnel qu'aux qualifications³². Les démarches motivationnelles appliquées sur les salariés ont connu en effet une grande évolution depuis le début du siècle dernier sous l'impulsion de trois psychologues américains, Elton MAYO, Kurt Lewin et Jacob MORENO.

Selon la firme CFC, la mobilisation **se distingue de** la motivation. Mobiliser quelqu'un consiste à le mettre en état d'alerte, le requérir pour une œuvre collective tandis que la motivation provient avant tout de l'intérêt à l'égard du travail (caractère stimulant du travail, son intérêt, le niveau de responsabilité, etc.³³. **Nous disons que la motivation est un état de mobilisation.**

Par ailleurs, pour Pierre Marc MEUNIER & Marcel LAFLAMME (1987, p 90), la motivation est un processus général de réponse aux besoins des individus et de l'organisation à l'intérieur d'activités, postes et de structures qui rendent complémentaires les besoins et capacités des individus avec les capacités et besoins de l'organisation. **A partir du moment où les programmes et structures sont fixés**, l'énergie est en marche et on doit considérer tous et chacun motivés... entre temps, on a affaire à des obstacles d'un ordre plus quotidien qui empêchent l'énergie de circuler.

De cette définition, nous pouvons déduire que **la motivation est un état avancé de mobilisation**. Nous ne pouvons pas le viser qu'après avoir dépassé les phases d'accueil/intégration et de responsabilisation/implication des employés, interpellées et vécues avant et pendant la mise en œuvre du système de procédures et structures organisationnelles appropriées au TQM. La nécessité d'un raisonnement par hiérarchisation des leviers d'action en matière de mobilisation des ressources humaines s'avère ainsi fondée.

Les questions de motivation se posent en effet, partout où il s'agit d'exercer une influence, d'infléchir l'action de quelqu'un ou d'un groupe, de l'amener à prendre en compte de nouvelles données, de renouveler son mode de raisonnement, de modifier son comportement ou de faire découvrir de nouvelles raisons d'agir³⁴. **C'est bien le cas d'un changement par la qualité ayant atteint la phase d'évaluation et d'amélioration continue.**

Enfin, pour les leviers ou facteurs permettant d'atteindre la motivation, S. POIGNANT (2003)³⁵ envisage celle-ci sous deux angles : **la motivation intrinsèque** : créée par des éléments donnés par l'entreprise tels que le salaire, les primes, les compliments, un travail plus intéressant. **La motivation extrinsèque** : naissant dans l'individu du fait de son activité, elle provient de la satisfaction des besoins de niveau supérieur : estime et réalisation de soi. L'entreprise ne peut pas la créer, mais elle peut créer les conditions dans lesquelles elle se développera.

³¹ Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, 1994, p : 8. *op cit*.

³² P. CAPELLI, « Performance professionnelle et attitude positive », *l'Art du Management - les Echos*, Vendredi 14 et Samedi 15 Mars 1997).

³³ Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, Septembre 1994. *op cit*.

³⁴ M. FUSTIER, *La résolution de problèmes*, ESF, Paris, 1989.

³⁵ POIGNANT Stephan 2003. *op cit*.

- Satisfaction :

Un dernier concept/aspect de mobilisation à évoquer est celui de satisfaction. Des auteurs parlent de **la satisfaction au travail** qui proviendrait plus de l'intérêt de la tâche que des contreparties financières. Autre élément la communication entre les employés et les responsables est un facteur essentiel de cette satisfaction. Le travail est une activité collective et le sentiment d'appartenance au groupe est plus important dans la satisfaction que les conditions physiques au travail³⁶.

B. CHAMINADE (2005)³⁷ définit **la satisfaction professionnelle** comme un sentiment de bien-être qui résulte de l'évaluation faite par un salarié du contenu de son travail, de son environnement professionnel et de la réponse apportée à ses exigences (besoins et attentes) par son entreprise. La stabilité des salariés et leur motivation constituent deux prés requis pour assurer la satisfaction des clients ; la combinaison des deux est indispensable. En effet, rien ne sert de maintenir la présence des employés si ceux-ci sont démotivés. Il faut les deux pour satisfaire les clients. **Nous retrouvons ici notre raisonnement hiérarchique ou évolutif des états de mobilisation. Arriver à la satisfaction suppose acquis la stabilité qui provient naturellement de l'intégration, l'implication, la responsabilisation et la motivation.**

En conclusion, nous venons de présenter succinctement quelques-uns des concepts (traduisant des aspects et états) susceptibles d'être interpellés par une approche mobilisatrice appliquée aux salariés tout au long du processus de conduite d'un changement par la qualité. Les aspirations des employés changent profondément de nature et il faut tenter de s'intéresser à l'individu et à son intériorité autant qu'aux pratiques de développement groupal : « plutôt que d'imposer une contrainte exogène du travailleur, il sied désormais d'éveiller en lui une adhésion endogène aux objectifs de l'entreprise qui l'emploie »³⁸. A cet égard, les techniques (leviers) ne cessent pas d'évoluer démontrant que les questions de mobilisation des salariés suscitent toujours beaucoup d'intérêt, tant chez les praticiens que chez les chercheurs.

5 **CONCLUSION : HIÉRARCHIE DES DEGRÉS DE COLLABORATION/ MOBILISATION DES RH**

Nous avons montré à travers le regroupement et la disposition des différents concepts et aspects reliés à celui de mobilisation qu'au-delà de l'enchevêtrement qui caractérise les frontières de définition (description) de ces différents concepts (états et aspects), on peut concevoir et analyser une double hiérarchie ; celle des besoins (pour se mobiliser) des employés et celle des leviers à faire jouer (impliquant un niveau de collaboration) dans le cadre de politique mobilisatrices adoptées par une entreprise qui mène un changement par la qualité. Hiérarchie qui s'inspire de celle des besoins chère à MASLOW (1954). On se limite cependant seulement à trois niveaux que nous pouvons lier aux trois phases de conduite de la démarche qualité à savoir : la mise en place, la mise en œuvre et l'amélioration continue.

Le schéma suivant synthétise la hiérarchisation des niveaux de collaboration (impliqués par les leviers interpellés au fur et à mesure) & de mobilisation des employés tout au long du processus de conduite de la démarche qualité :

³⁶ POIGNANT Stephan 2003. *op cit.*

³⁷ B. CHAMINADE, 2005, p 108, *op cit.*

³⁸ G. OUIMET, « Polymorphie de l'engagement organisationnel », Symposium N°7 au Congrès de l'AGRH-Lille, p 284 à 289.

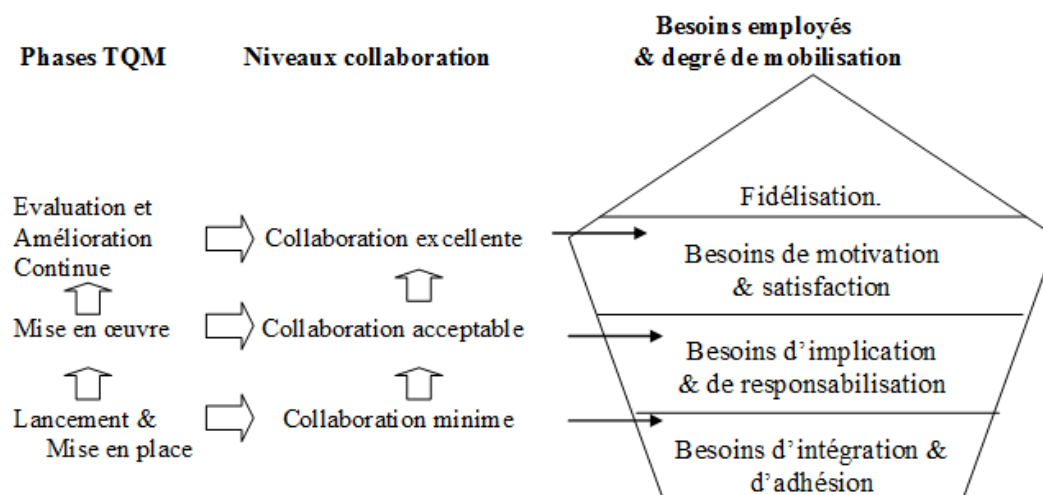


Fig. 2. Hiérarchisation des niveaux de collaboration & de mobilisation Dans la conduite du TQM

Source : l'Auteur

Cette hiérarchisation permet de connaître l'ordre dans lequel il convient d'orienter son action afin d'avoir le bras de levier maximum sur la mobilisation et la collaboration des employés tout au long de la conduite du TQM.

De même, nous acceptons que l'idée des modèles de résolution des problèmes en WV³⁹ qui consiste à parcourir indéfiniment le cycle, soit pour aborder le problème suivant, soit pour l'amélioration continue d'un processus déjà amélioré, est valable aussi au fonctionnement des leviers de mobilisation.

La logique de la roue d'E. DEMING « PDCA » applicable à tous les processus au niveau de l'entreprise dans le cadre de la démarche qualité peut l'être également au niveau de la gestion des ressources humaines. En effet, la direction des ressources humaines doit constamment veiller à Intégrer les nouveaux employés, sensibiliser & adhérer les autres à tout nouvel objectif ou projet décidé. Ensuite, les Responsabiliser & impliquer, et enfin les Motiver & satisfaire voire les Fidéliser. Un cycle **IRMS ou ARMS, Intégrer (les nouveaux employés)/Adhérer, Responsabiliser, Motiver et Satisfaire** peut être ainsi adopté. Le but étant de pérenniser un climat de travail favorable et dynamique en assurant en permanence, le niveau de mobilisation requis au sein de l'entreprise.

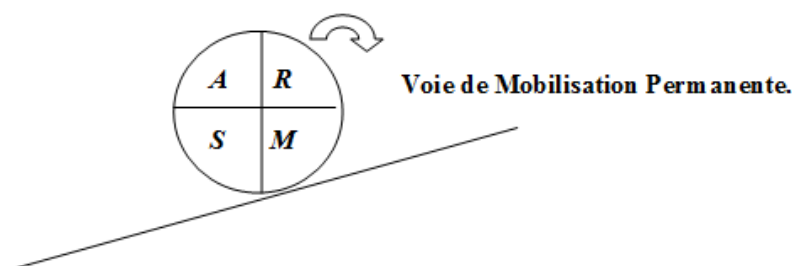


Fig. 3. La roue ARMS en GRH

Source : l'Auteur

Enfin, l'ébauche de la réflexion que nous avons menée de façon conceptuelle vise à sensibiliser les responsables des entreprises à l'importance de **la dimension humaine et l'efficacité sociale** qui ne doivent pas s'effacer devant l'objectif d'optimisation auquel est soumise l'activité productive. Elle est également **un cas de déclinaison des principes du**

³⁹ Le cycle PDCA du TQM apporté par DEMING et l'ayant repris de W.A SHEWART. SHIBA (1997, p 69).

développement durable et de concrétisation de la responsabilité sociale vis-à-vis des salariés à l'échelle de l'entreprise qui voudrait conduire un changement par la qualité. Les dirigeants doivent en effet se donner les moyens de comprendre les hommes et de savoir exprimer leurs besoins profonds, notamment dans le cadre d'un tel projet.

De même, cette contribution présente le cadre conceptuel d'un exercice de modélisation⁴⁰ qui a consisté d'abord à développer un modèle systémique dédié à la mobilisation des RH en s'inspirant du modèle intégré et contingent de Mahé DE BOISLANDELLE(1998)⁴¹ et ensuite à son application dans le contexte spécifique de conduite d'un changement par la qualité. Pour valider l'opérationnalité de ce modèle une étude empirique a été menée au sein de quatre PME qui ont vécu l'expérience de mener ce projet. La méthodologie qualitative associée à la méthode par étude de cas, l'analyse par cas et l'analyse multi – cas ont permis de juger positivement l'opérationnalité du modèle mais aussi de proposer des voies possibles d'amélioration pour affiner ce modèle et sa contribution.

REFERENCES

- [2] [14] BOUSSAGUET S. et MORENO R. « Communication interne et mobilisation du personnel : ébauche d'une réflexion dans un contexte de reprise », 5ème colloque du CRIC. 2001.
- [3] GUERRERO, "La notion de mobilisation en **GRH**: essai de définition et recherche de variables explicatives à partir d'une enquête » SIRE, 2001.
- [4] [15] [23] [29] [33] Jacqueline DUVAL & Suzanne LALIBERTE, Rapport D'étape. 29 Septembre 1994. p : 4.
- [5] Quivy et van Campenhoudt (1995) in Th. WILS et Ch. LABELLE, 2004
- [6] [8] WILS Thierry, LABELLE Christiane, GUERIN Gilles, TREMBLAY Michel Gestion, 23, no 2, été 1998, p. 30-39. Première et deuxième partie).
- [7] WILS et al, Résultats de l'enquête, 1996.
- [11] [19] CHRAIBI H. La mobilisation des ressources humaines dans l'administration publique marocaine. Une approche systémique-Etude de cas de la Trésorerie Générale du Royaume. Thèse, Faculté de Droit-Marrakech de Marrakech 2005.
- [12] [22] [24] [37] B. CHAMINADE, "RH & compétences dans une démarche qualité" , AFNOR, Février 2005, p. 25.
- [13] SHIBA, Quatre révolutions du management par la qualité totale : manuel d'apprentissage et de mise en œuvre du système TQM; Dunod, 1997, p.495 et 496.
- [16] ISO 9000 Normes internationales pour la gestion de la qualité, 1993.
- [17] L'AHQ dans « L'énoncé stratégique d'implantation d'une démarche de mobilisation du personnel du réseau de la santé et des services sociaux du Québec (avril 2003) juin 2004.
- [18] Harvard Business Review «Le changement » Edition d'organisation 2001.
- [21] Lyne DESROCHERS, CRHA, Cognitia. Source : Effectif, volume 4, numéro 2, avril/mai 2001.
- [26] [30] J. BRILMAN, « Les meilleures pratiques de management », éd. D'organisation, 2003, p, 373.
- [27] [35] [36] POIGNANT Stephan "Les pratiques de Fidélisation en Entreprises" jeudi 6 novembre 2003. Solutions RH Interview RH Enquêtes RH Dossiers thématiques CV / JOB RH Agenda RH Actualités
- [28] M. THEVENET, Impliquer les personnes dans l'entreprise. Liaisons, coll. Option-Gestion, 1992, p 85.
- [32] P. CAPELLI, « Performance professionnelle et attitude positive », l'Art du Management - les Echos, Vendredi 14 et Samedi 15 Mars 1997).
- [34] M. FUSTIER, La résolution de problèmes, ESF, Paris, 1989.
- [38] G. OUIMET, « Polymorphie de l'engagement organisationnel », Symposium N°7 au Congrès de l'AGRH-Lille, p 284 à 289.
- [40] D. EL MAGUIRI, La mobilisation du personnel dans un contexte de conduite d'un changement par la qualité -Etude de cas d'entreprises marocaines- Thèse, Faculté de Droit-Marrakech, 2008.
- [41] M. DE BOISLANDELLE, Gestion des RH dans les PME, Economica, 1998.

⁴⁰ D. EL MAGUIRI, *La mobilisation du personnel dans un contexte de conduite d'un changement par la qualité -Etude de cas d'entreprises marocaines-* Thèse, Faculté de Droit-Marrakech, 2008.

⁴¹ M. DE BOISLANDELLE, *Gestion des RH dans les PME*, Economica, 1998.

Apport de la modélisation géologique 3D à l'exploration minière: Etude de cas du gisement de Draa Sfar (Jbilet centrales, Maroc)

[Mining exploration using 3D geological modeling: Draa Sfar deposit's case study (Central Jbilet, Morocco)]

Laila SALAMA^{1,2}, El Mostafa MOUGUINA², Abderrazak NAHID³, Essaid EL BACHARI⁴, Mohamed OUTHOUNJITE¹, Mohamed ESSAOUDI¹, Lhou MAACHA¹, Mohamed ZOUHAIR¹, and Aomar EN NACIRI¹

¹Service Géologie, Compagnie Minière de Guemassa, Marrakech, Maroc

²Laboratoire Dynamique de la Lithosphère et Genèse de Ressources Minérales et Energétiques (DLGR),
Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc

³Laboratoire GeoHyd. Département de Géologie,
Faculté des Sciences Semlalia UCA, Marrakech, Maroc

⁴Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes d'information (LISI),
Faculté des Sciences Semlalia UCA, Marrakech, Maroc

Copyright © 2016 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 Draa Sfar mine is one of the important deposits in the western Meseta of Morocco (10Mt @ 5% Zn, 2% Pb, 0.33% Cu). This deposit is the Volcanogenic Massive Sulphide type (VMS). It's located on the southern edge of the Hercynian Central Jebilet Massif. The mineralization is hosting in the Upper Viséan-Namurian age and associated with rhyodacitic rocks.

To understand the spatial distribution of basic metals and the zoning of hydrothermal alteration, on the scale of the deposit, we used two 2D-3D modeling software; Vulcan and Surfer. The software Vulcan showed us the flat shape of the mineralized megalens which is continuous and more or less distorted. In the northern part of the deposit, the mineralized lenses appeared superimposed level with the distinction of roof and wall formations. Vulcan also showed a southern block Zn-Pb-rich, a northern block Cu-Co (Au)-rich, and a center block which is the intermediate zone.

Moreover, the software Surfer established longitudinal and cross sections of the same values, the same power and the same cut off grade of the major elements. He has shown the high deep power areas in the southern block and characteristics of hydrothermal alteration zones.

The results of modeling obtained by Vulcan and Surfer are a contribution to the exploitation of the Draa Sfar mine while ensuring its development and sustainability of its activity. They could also constitute guides for the exploration of similar deposits in the Jebilet-Guemassa metallogenic province.

KEYWORDS: Modeling; Vulcan; Surfer; spatial distribution; hydrothermal alterations; volcanogenic massive sulphide; Draa Sfar; Central Jebilet; Morocco

RESUME: La mine Draa Sfar compte parmi les gisements les plus importants de la meseta occidentale marocaine (10Mt @ 5% Zn ; 2% Pb ; 0,33% Cu). Ce gisement est localisé sur la bordure sud du massif hercynien des Jebilet Centrales. La minéralisation, associée à des roches rhyodacitiques, est de type amas sulfuré volcanogène (ASV), dans un encaissant d'âge Viséen supérieur-Namurien.

Pour comprendre la distribution spatiale des métaux de base et la zonalité des altérations hydrothermales à l'échelle du gisement, nous avons utilisé deux logiciels de modélisation 2D-3D ; Vulcan et Surfer. Le logiciel Vulcan nous a montré la forme aplatie, continue et plus au moins déformée des mégalentilles minéralisées. Dans la partie Nord de ce gisement, les lentilles minéralisées apparaissent superposées en échelon avec la distinction des formations du toit et du mur. Vulcan a montré aussi un bloc sud riche en Zn-Pb, un bloc nord riche en Cu-Co (Au), et un bloc centre qui constitue la zone intermédiaire.

Par ailleurs, le logiciel Surfer a établi les coupes longitudinales et transversales des isovaleurs, des isopuissances et des isoteneurs des éléments majeurs. Il a ainsi montré les zones à forte puissance dans les profondeurs du bloc sud et la caractérisation des zones d'altérations hydrothermales.

Les résultats de modélisation obtenus par Vulcan et Surfer, constituent un apport à l'exploitation de la mine Draa Sfar tout en assurant son développement et la pérennité de son activité. Ils pourraient aussi constituer des métallogènes pour l'exploration de gisements similaires dans la province métallogénique des Jebilets Guemassa.

MOTS-CLEFS: Amas sulfuré volcanogène ; modélisation ; Vulcan ; Surfer ; distribution spatiale ; altérations hydrothermales, Draa Sfar, Jebilets Centrales ; Maroc.

1 INTRODUCTION

La mine de Draa Sfar (DS) est l'un des principaux gisements à métaux de base du Maroc avec un tonnage qui dépasse 10Mt. C'est un gisement polymétallique de type amas sulfuré volcanogène à zinc, plomb et cuivre qui appartient au massif hercynien des Jebilets Centrales. Sa découverte en 1953 a été confirmée en 1962 par une anomalie magnétique au sol [1]. Au cours de son développement, ce gisement a fourni une grande quantité d'informations géologiques, minéralogiques, géochimiques, géophysiques et de travaux miniers. Le suivi quotidien de ces travaux et l'interprétation continue de ces données a permis à l'équipe du service géologique de la mine de répondre à la problématique de la planification de la production et l'implantation des sondages.

Pour un meilleur rendement économique de ce gisement, l'utilisation de l'outil informatique, comme Vulcan 3D et Surfer, s'avère nécessaire et importante. Ces logiciels permettent d'exploiter, d'archiver et de capitaliser les données de sondages obtenues sur le terrain ainsi que leurs traitements géostatistique. Ils aident à visualiser le gisement en 3D et à estimer les potentiels miniers comme il a été utilisé lors de la modélisation des environnements des sulfures massifs du nord-ouest de la sous-province de l'Abitibi au Canada [2]. Les résultats obtenus de l'utilisation de ces logiciels dans le gisement de DS seront présentés et discutés dans ce travail.

2 CONTEXTE GÉNÉRAL : CADRE GÉOLOGIQUE DES JEBILETS CENTRALES

Le domaine des Jebilets Centrales [1], de direction générale Est-ouest, s'étend sur une longueur qui atteint 170 Km et une largeur qui varie entre 7 à 40 Km (fig.1), depuis la plaine de la Bahira au Nord jusqu'à la plaine de Haouz au Sud. Il est limité à l'Est par les montagnes de l'Atlas de Béni Mellal et à l'Ouest par les collines du Jurassico-Crétacé des Mouissat. A travers ce domaine, nous observons de petits pointements du socle paléozoïque orientés NS à NNE-SSW au sein d'une couverture miopliocène et quaternaire.

Le massif des Jebilets est marqué par la juxtaposition de trois unités d'orientation méridienne, reposant sur des terrains précambriens anciens [3]. Ce sont de l'Est à l'Ouest : Un ensemble oriental, ou flysch de Kharrouba, constitué de métasédiments datés du Viséen supérieur. Il est caractérisé par la présence d'olistostromes et de séries ordovico-dévonienues [1] mises en place par des glissements gravitaires dans le bassin Viséen pendant les phases précoces de l'orogénèse hercynienne [1],[4],[5]; un ensemble central, ou schistes de Sarhlef, formé essentiellement par une série volcanosédimentaire à minéralisation sulfurée et dont les terrains sont également d'âge Viséen supérieur-namurien [1]. Ils sont déformés et métamorphisés dans des conditions anchi à épizonales [1], [6], [7]. Cet ensemble est caractérisé par la mise en place de corps intrusifs acides et basiques ainsi que des magmas granitiques [4], [8], [9], [10], et un ensemble occidental, dit de Bou Gader, essentiellement formé de séries cambro-ordoviciennes [1], [11] faiblement plissées de direction subméridienne et peu ou pas métamorphisées.

La série carbonifère de Sarhlef est affectée par une intense déformation hercynienne et post hercynienne. Elle est d'abord affectée par une phase de plissement synschisteuse subméridienne, associée à un métamorphisme épizonal d'âge post-Viséen supérieur [11]. Cette phase est suivie par des cisaillements subparallèles à la schistosité de flux (S1), eux-mêmes

repris par un plissement associé à une schistosité de crénulation (S2) avec parfois une transposition des phyllites de la schistosité S1.

A ce métamorphisme général est associé un métamorphisme péri-plutonique qui se développe autour des intrusions granitiques avec des auréoles en phénoblastes. Enfin, la tectonique cassante qui se matérialise essentiellement par des failles de direction N70 à N90 ; des décrochements senestres N160 et de grandes failles subméridiennes associées aux fossés stephano-permiens [12].

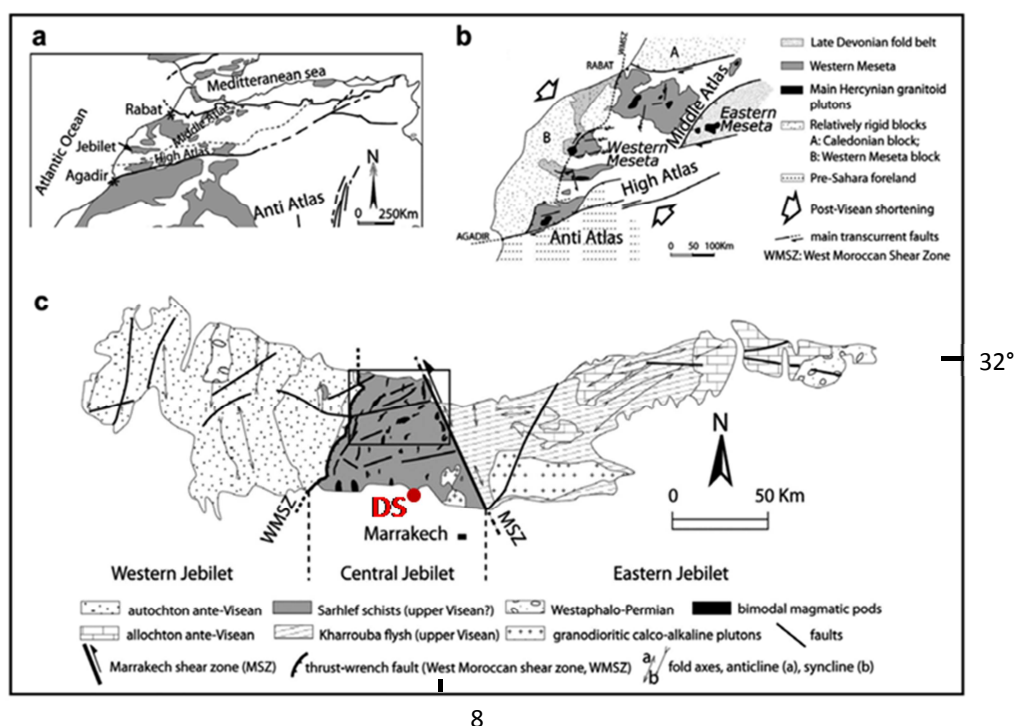


Fig. 1. a- Carte de localisation géographique, b- carte des terrains paléozoïques au Maroc et c- cadre géologique simplifiée des Jebilettes montrant la situation du gisement de Draa Sfar (DS) [18]

3 CADRE GÉOLOGIQUE ET GITOLOGIQUE

Le gisement de Draa Sfar (DS) est situé sur la marge sud des Jebilettes centrales à 16 Km au NW de Marrakech (fig. 1). Il est subdivisé en trois blocs (fig. 5). Cette subdivision est une conséquence du découpage du corps minéralisé lors de l'exploitation du gisement de DS :

- Le bloc nord (BN) au niveau du Draa Sfar Nord;
- Le bloc centre (BC) au niveau du Draa Sfar Centre et;
- Le bloc sud (BS) au niveau du Draa Sfar Sud

Ces blocs se localisent respectivement sur la rive nord et la rive sud de l'oued Tensift. Le BN est représenté par un pointement du socle hercynien avec une dimension modeste (300m/100m). Celui-ci, orienté NS, est caractérisé par l'affleurement d'un chapeau de fer matérialisé par des zones altérées. Par ailleurs, le BS et le BC, qui constitue le prolongement de ce dernier, apparaissent au Sud de l'Oued Tensift, sous forme d'un pointement plus grand que le précédent avec une extension d'environ 1.2Km et une largeur de 700m environnant. Ce pointement émerge dans la couverture Miopliocène et Quaternaire.

Le corps minéralisé se présente sous forme de lentilles sulfurées encaissées entre une série de base de nature soit volcanique et ou rhyodacitique et volcanosédimentaire à faciès tuffacés intercalés de niveaux détritiques pyroclastiques ; et une série de toit de nature détritique à pélites fines et à matrice carbonatée.

La mise en place et la morphologie du corps minéralisé sont conditionnées par les effets de différentes phases de l'orogénèse hercynienne dont la reconstitution a permis de dégager quatre stades successifs [1] depuis la phase

Synsédimentaire liée à la mise en place du dôme rhyodactique ainsi que le dépôt des sulfures, en passant par les phases synschisteuses ductiles responsables, entre autre, du renversement du corps minéralisé et son encaissant à la verticale avec déversement vers l'Ouest, jusqu'à la phase cassante responsable de la dislocation du corps minéralisé et le changement de sa direction.

[13] a souligné que les faciès du mur sont poreux puisqu'ils présentent des structures à forte perméabilité et donc, leur rôle important dans la circulation des fluides minéralisés responsables de la formation des lentilles à Pyrrhotite de DS. Il a conclu également que la mise en place de la minéralisation s'est effectuée par des phénomènes de remplacement des roches pyroclastiques, en plus des phénomènes exhalatifs à partir des fluides hydrothermaux débouchant sur un fond marin peu profond.

4 MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

Les étapes d'exploration et d'exploitation de la mine DS ont généré une quantité importante d'informations sur ce gisement. Ceci a permis la constitution d'une base de données qui a été utilisée dans les modélisations présentées dans ce travail (tab. 1). Ces derniers ont nécessité l'utilisation de deux logiciels, à savoir Vulcan et Surfer. Le logiciel Vulcan a permis d'accéder et de consulter les données de sondages, de modéliser avec précision et de visualiser les corps minéralisés et l'infrastructure minière. De plus, il a permis d'estimer les ressources et les réserves et d'avoir un tableau de bord de la planification et la programmation des activités minières. Quant au logiciel Surfer, il nous a permis de créer des modèles numériques de terrains (MNT) ; ceci à partir des données récoltées sur le terrain via GPS.

Tableau 1 : Données du gisement de Draa Sfar, utilisées dans les modélisations de ce travail

Données en nombres	Bloc Sud	Bloc Central	Bloc Nord	Total
Sondages carottés Jour	67	35	77	179
Sondages carottés Fond	187	9	-	196
Coupes transversales	14	9	12	35
Plans de Niveau	45	32	32	109
Echantillons analysés	10153	565	1162	11880
Sondages carottés jour utilisés en géochimie	3	2	4	9
Sondages carottés fond utilisés en géochimie	7	3	4	14

5 RÉSULTATS

Le traitement des données soulignées au tableau 1, par les logiciels Vulcan et Surfer, a permis d'aboutir à divers résultats relatifs à la modélisation 3D du corps minéralisé et son encaissant. Ainsi, cette modélisation a montré la distribution spatiale des métaux de base, les zonalités des éléments majeurs et les puissances des éléments géologiques étudiés.

5.1 MODÉLISATION LITHOLOGIQUE 3D

Le corps minéralisé de DS est encaissé dans une série volcanosédimentaire (fig. 2 et fig. 5) caractérisée par la présence successive, du mur au toit, des faciès suivants:

- Les laves volcaniques qui affleurent sous forme d'un dôme dans la partie sud du gisement de DS. Notons, que ces laves volcaniques rhyodacitiques et dacitiques s'éloignent de la minéralisation progressivement vers l'aval (fig. 3a).
- Les tufs qui se trouvent souvent en contact direct avec la minéralisation. Il s'agit d'une série continue avec une épaisseur moyenne de 30m (fig. 3b).
- Les pélites gréseuses en plusieurs bandes continues ou discontinues caractérisant le côté Est du corps minéralisé, entre les tufs et les laves ou à l'Est des laves, avec une épaisseur variable entre 20 à 160 m (fig. 3c).

- Les pélites carbonatées du toit constituant la suite sommitale de la série volcanosédimentaire du gisement de DS. Elles reposent en contact, parfois faillé, sur le corps minéralisé. C'est une série continue d'une puissance de 137m qui augmente vers l'aval du corps minéralisé en atteignant 290 m (fig. 3d).

Au microscope, ces faciès montrent les aspects suivants (fig. 4):

- Les laves rhyodacitiques avec des grains de quartz globuleux entouré par des plagioclases moulés par les phyllites de la matrice. Ces plagioclases sont albitisés et transformés en séricite [14] (fig. 4a).
- Les bancs de tuf avec des plagioclases sous forme de débris en prisme, des grains de quartz et de la séricite fine qui remplit les interstices des cristaux [14] (fig. 4b).
- Les pélites noires carbonatées sont formés par des grains de quartz arrondis, des intra-clastes, des oxydes et des cristaux de séricite (fig. 4c).
- Les pélites gréseuses schistosees montrent des grains de quartz (80%) dans une mésostase chloritisée avec présence des oxydes et du mica allongé dans l'espace intercristallin (fig. 4d).

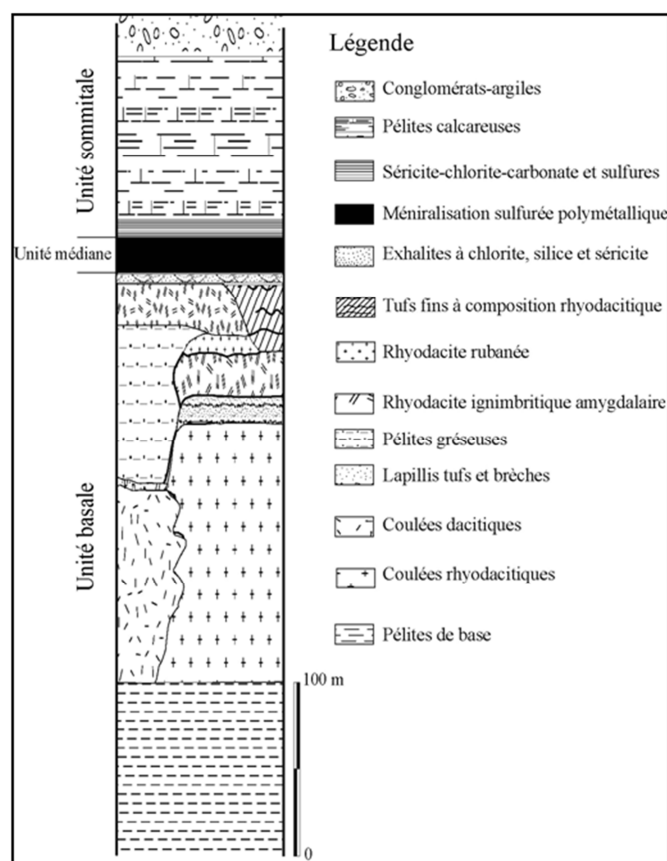


Fig.2. Log lithostratigraphique représentatif du gisement de Draa Sfar [13]



Fig. 3. Aspects macroscopiques des faciès du gisement de Draa Sfar : a) Laves rhyodacitiques ; b) Banc de tuf à quartz (Qtz) et feldspath (Feld) ; c) Pélites gréseuses schistosees ; d) Pélites noires carbonatées.

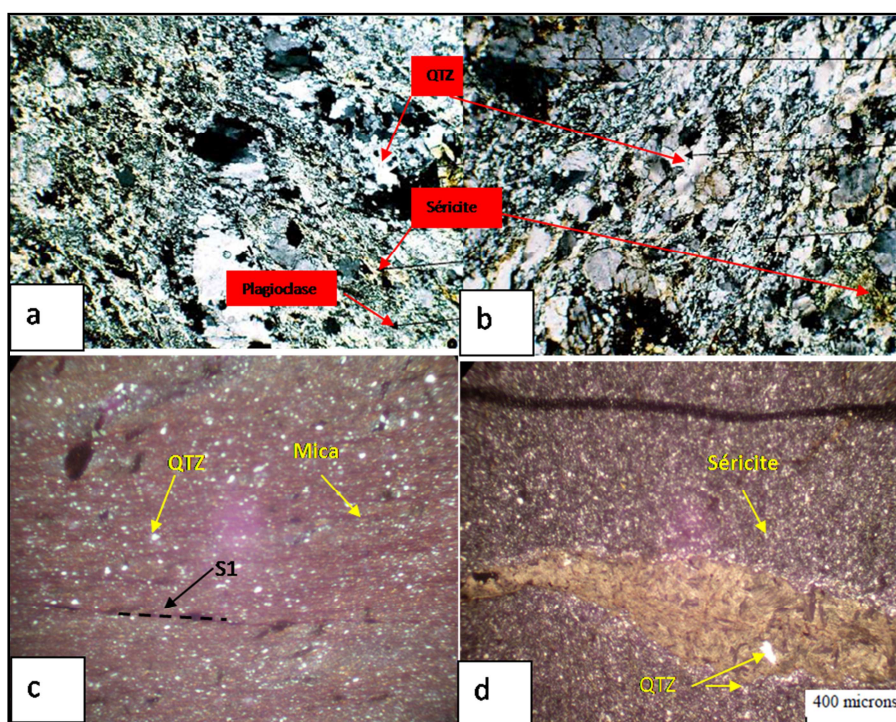


Fig. 4. Aspects microscopiques des différents faciès du gisements de Draa Sfar

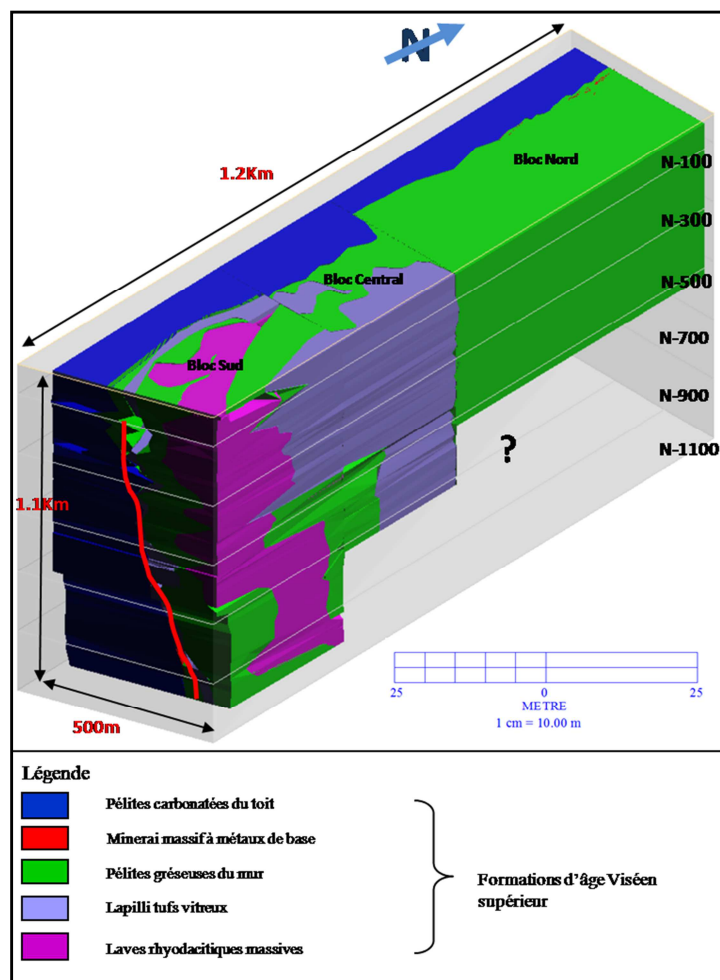


Fig. 5. Représentation en bloc diagramme en 3D du gisement de Draa Sfar

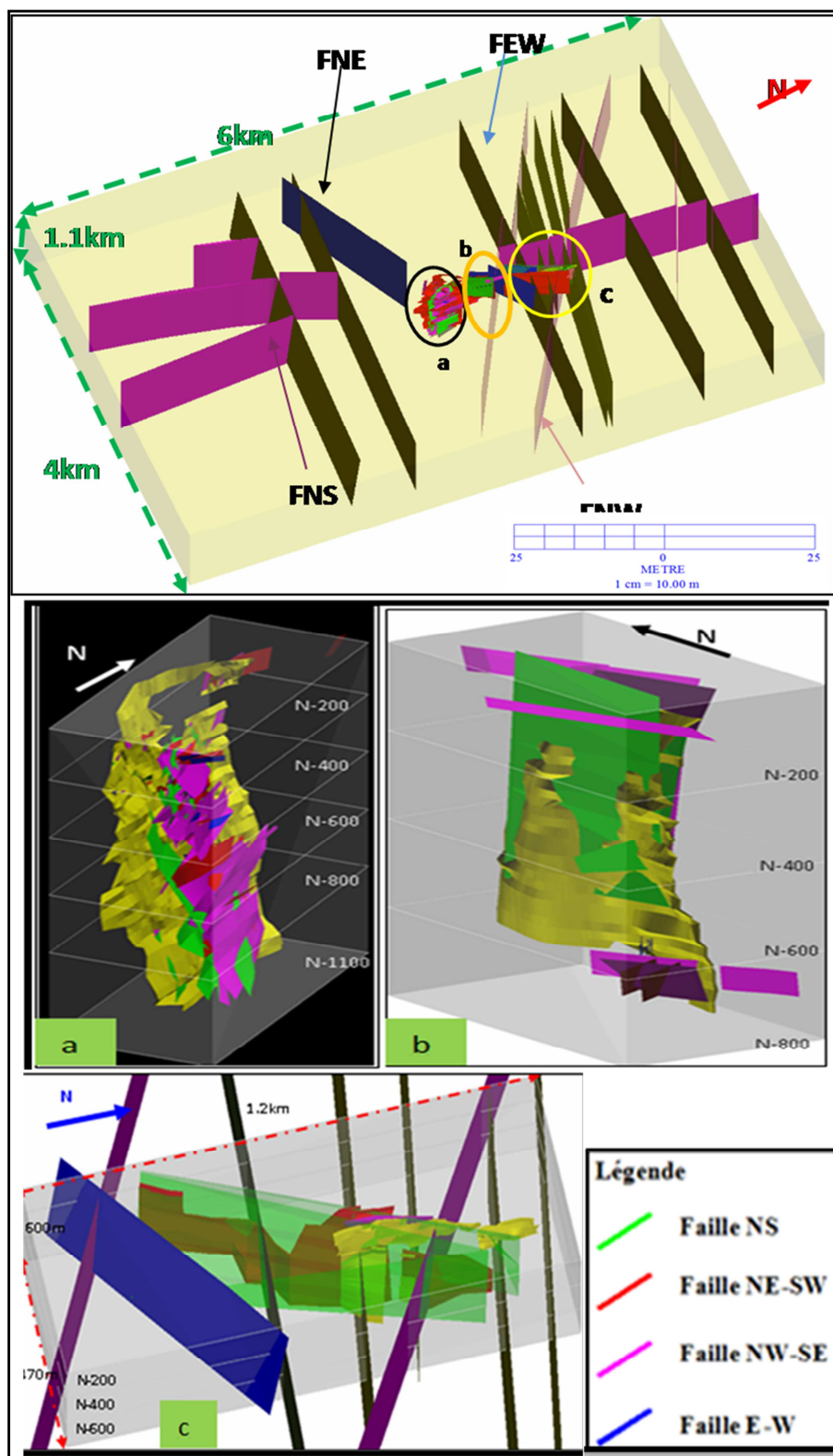


Fig.6. Vue en 3D des failles régionales interprétées par géophysique, affectant les envirs du gisement de Draa Sfar (DS).

NS : Faïlle N-S ; FNE : Faïlle NE- SW; FEW: Faïlle E-W. Ce réseau de faille affecte aussi les trois blocs en 3D du gisement de DS 'en jaune' (a: Bloc sud ; b: Bloc central ; c: Bloc nord).

5.2 MODÉLISATION STRUCTURALE 3D

Les Jebilet centrales ont été affectées par l'orogénèse hercynienne et atlasique. Le secteur de Draa Sfar, qui fait partie de cette zone, était également sujet à ces déformations dont le résultat final est l'aspect morphologique actuel. D'où la nécessité de faire une modélisation 3D montrant les relations existantes entre le corps minéralisé et le réseau des failles qui l'affecte (fig. 6). A l'échelle régionale, l'utilisation des méthodes géophysiques magnétiques et gravimétriques a permis de localiser les anomalies magnétiques et gravimétriques et de dégager les zones faillées. A travers cette interprétation, il ressort que les failles majeures sont les suivantes :

- Failles E-W : Il s'agit de failles de décrochement à jeu dextre et dont l'une d'entre elles est superposée à l'Oued de Tensift (Failles Atlasiques) ;
- Failles N-S : Ce sont des failles de décrochement à jeu senestre. Ces failles ont changé de direction vers le Sud en devenant soit NNW-SSE ou NNE-SSW ;
- Failles NW-SE : Ce sont des failles de décrochement dextre. Cette série englobe deux types N100° et N120° ;
- Failles NE-SW.

L'analyse des recoupements entre failles montre la suite chronologique suivante :

- Les failles NS qui sont décalées par la famille N100° ;
- Les failles N100° sont prises dans un couloir créé par les failles N120° ;
- Les failles N120° sont décalées par les failles E-W ;
- Les failles de direction NE-SW ;
- Les failles E-W recoupent toutes les autres failles.

5.3 MODÉLISATION DU CORPS MINÉRALISÉ 3D

Dans le gisement de DS, la minéralisation est formée successivement par la pyrrhotite, la sphalérite, la galène, la chalcopryrite, l'arsénopyrite et par la pyrite [15] et [16]. La modélisation 3D du corps minéralisé a permis la connaissance de sa géométrie et a montré son enracinement en profondeur. C'est ainsi qu'il apparaît sous forme d'une mégalentille verticale étendue sur une longueur de 1.2km (fig. 7), avec une profondeur de plus d'1 km dans le BS et dans le BC. Elle est généralement à vergence ouest, avec un fort pendage vers l'Est et son épaisseur varie de 0,5 à 40 m (fig. 7). Cette lentille minéralisée présente plusieurs faciès à compositions et à textures différentes (fig. 8 et 9).

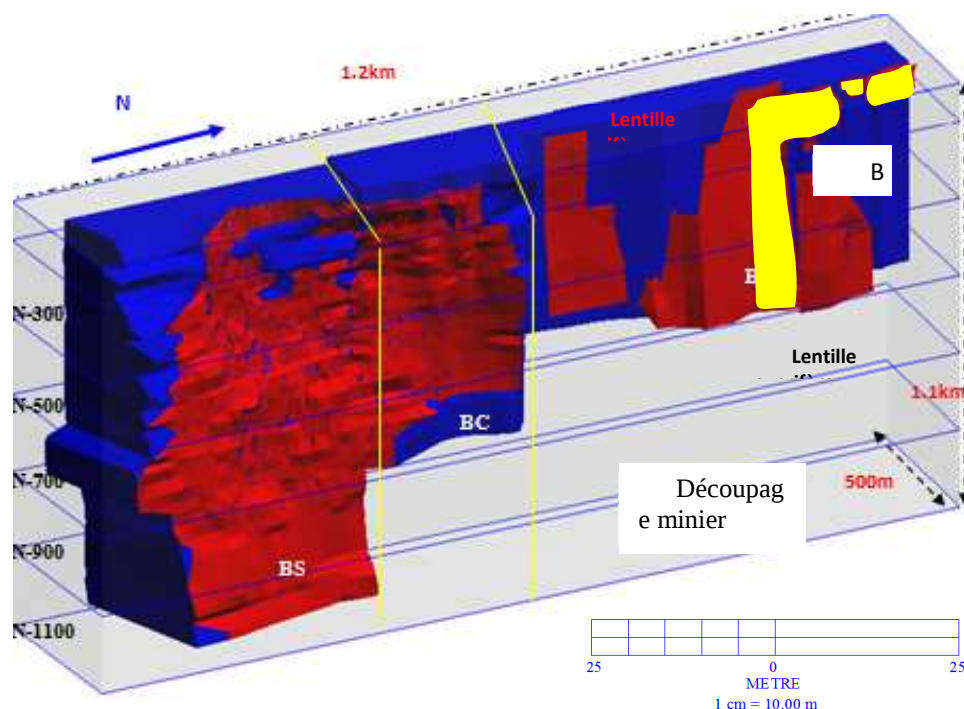


Fig.7. Représentation en3D du corps minéralisé du gisement de Draa Sfar et des pélites carbonatées du toit (en bleu). La minéralisation est essentiellement représentée par une lentille zincifère (en rouge) et accessoirement par une lentille cuprifère (en jaune) visible surtout au bloc nord (BN). BS : Bloc sud ; BC : Bloc central.



Fig.8. Minerai massif à pyrrhotite du gisement de Draa Sfar



Fig.9. Minéralisation du gisement de Draa Sfar interstratifiée à chalcopyrite avec des niveaux schisteux.

5.4 MODÉLISATIONS GÉOCHIMIQUES 2D ET 3D

5.4.1 COURBES DES ISOPUISSANCES

Les cartes d'isopuissances ont été réalisées en utilisant le logiciel Surfer. Ce dernier permet de créer des grilles qui vont interpoler les données irrégulières des points X, Y et Z afin de les ordonner. Notons que l'axe Z correspond à la puissance horizontale des passes minéralisées interceptées par les sondages. L'établissement de ces cartes a montré l'existence d'une zone à grande puissance qui s'enracine en profondeur vers le bloc central. Ce dernier constat pourrait être révélateur de la continuité de la minéralisation vers l'aval du bloc central (fig. 10) d'une part, et de la paléotopographie en ondulation du bassin de dépôt [17], d'autre part.

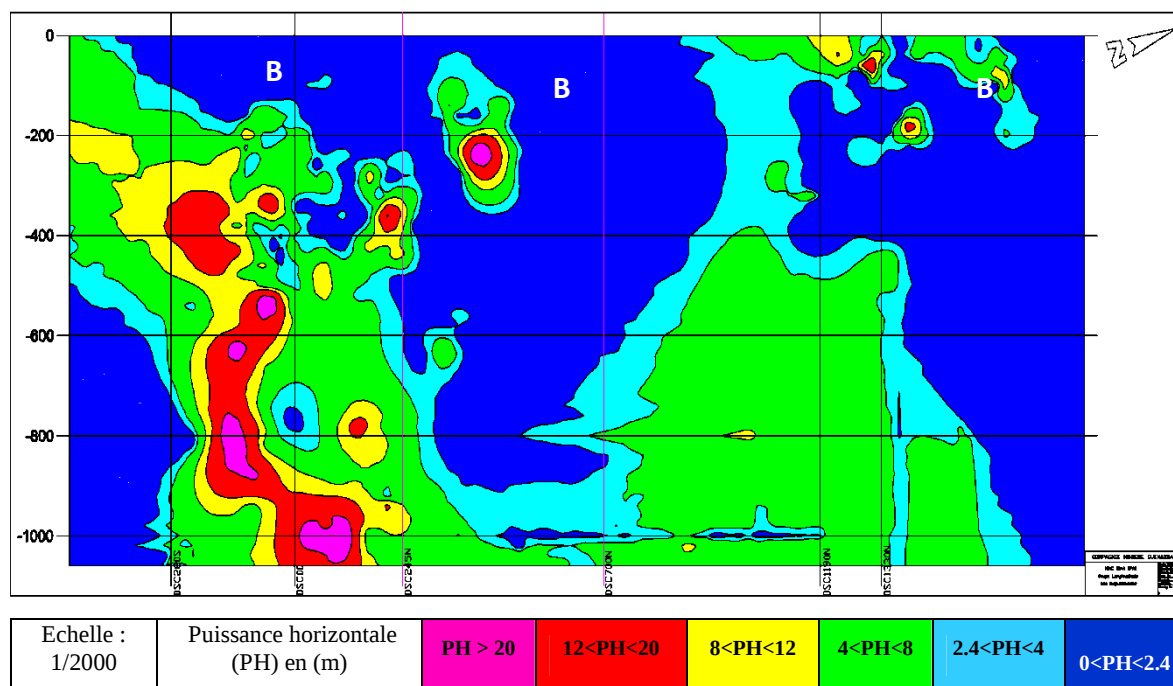


Fig. 10. Coupe longitudinale des courbes d'isopuissances horizontale (PH) du corps minéralisé du gisement de Draa Sfar

5.4.2 DISTRIBUTION DES ÉLÉMENTS MAJEURS

La réaction entre les fluides hydrothermaux et la roche encaissante s'accompagne d'échanges chimiques qui modifient sa composition initiale [18], [19]. Afin de comprendre le comportement des éléments chimiques Na_2O , CaO , K_2O , Fe_2O_3 et MgO vis-à-vis du corps minéralisé, nous avons suivi le changement de leurs teneurs en fonction de la profondeur dans le sondage DS125 qui traverse tous les faciès de la série volcanosédimentaire. L'analyse de la distribution de ces éléments permet de dégager les observations suivantes (fig. 11) :

Au niveau du mur immédiat de la minéralisation, on observe des teneurs importantes de MgO et de Fe_2O_3 alors que Na_2O , CaO et K_2O enregistrent des teneurs basses. La perte du K_2O et l'ajout de Fe_2O_3 ainsi que du MgO indiquent une diminution de la séricite et un enrichissement de chlorite au mur de la minéralisation.

Au niveau du toit, on remarque un enrichissement important en K_2O , Na_2O , et un enrichissement modéré en CaO tandis que MgO et Fe_2O_3 affichent des teneurs faibles. On remarque que K_2O et CaO affichent de bonnes teneurs au mur plus loin de la minéralisation.

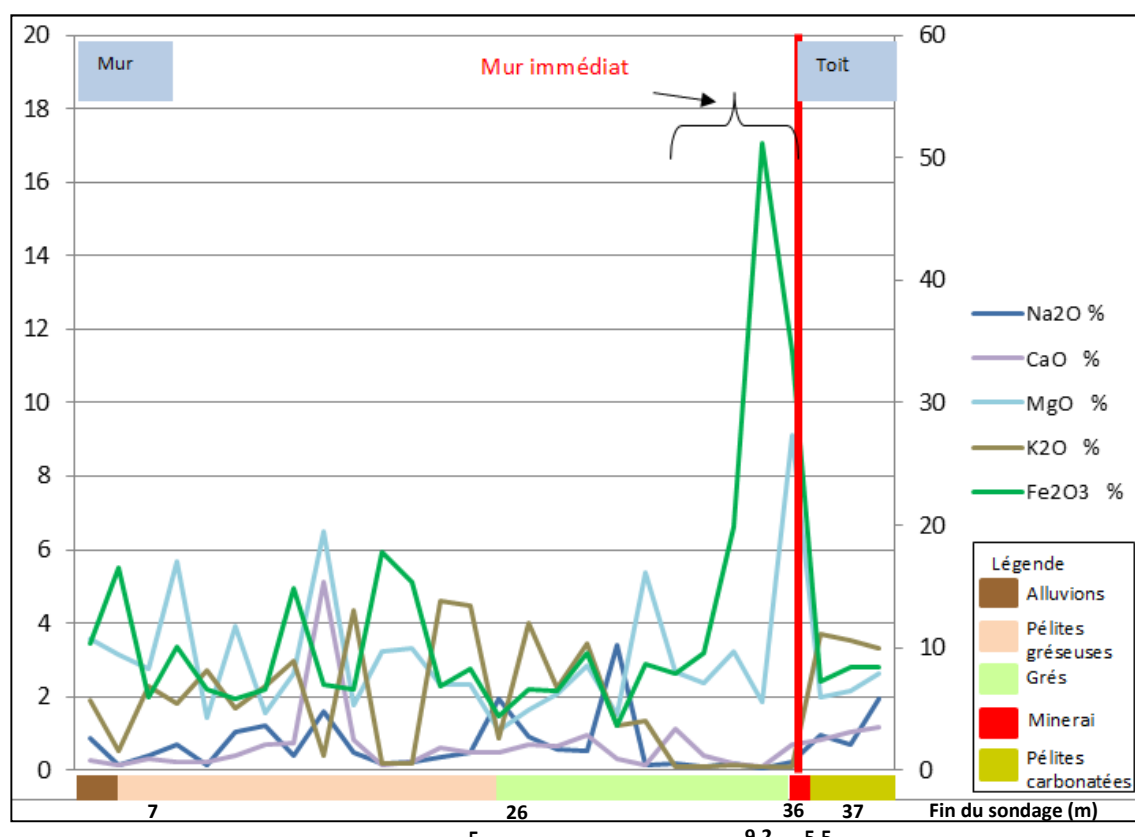


Fig. 11. Variation des éléments majeurs aux environs du corps minéralisé du gisement de Draa Sfar, dans les faciès du sondage DS125

La distribution de ces éléments chimiques dans l'encaissant des corps minéralisés de DS, témoigne de la circulation de fluides hydrothermaux syn et post minéralisation [13], liés notamment à une redistribution des métaux. Ces anomalies géochimiques dans l'encaissant peuvent être considérées comme un outil d'exploration dans un contexte géologique similaire à celui du gisement de Draa Sfar.

Pour quantifier l'intensité relative de l'altération autour de la minéralisation, nous avons utilisé les deux indices d'altération : l'indice de chlorite de formule $[Ichlo = 100 \cdot (Fe_2O_3 + MgO) / (Fe_2O_3 + MgO + 2CaO + 2Na_2O)]$ et l'indice de séricite dont la formule est $[ISER = 100 \cdot K_2O / (K_2O + Na_2O)]$ [20].

Le diagramme des indices d'altération (fig.12) montre l'importance des degrés des deux indices ce qui indique qu'une forte activité hydrothermale a affecté la série volcanosédimentaire. De plus, la comparaison entre les deux indices a permis de conclure que la chloritisation est importante au mur immédiat de la minéralisation et que la séricitisation caractérise le toit.

5.4.3 DISTRIBUTION SPATIALE DES MÉTAUX

Dans les corps minéralisés de DS, la connaissance de la distribution spatiale des éléments métalliques, tels que Zn, Pb, Cu, Fe, Ag, Co et Or, permet de délimiter les zones d'enrichissement au niveau du gisement. Ceci pourrait être atteint par l'application d'une méthode d'interpolation et de quantification des variables telle que la méthode de krigeage [21].

5.4.3.1 DISTRIBUTION DES MÉTAUX

Les résultats des études statistiques des échantillons des trois blocs (tab. 2), montrent que le BS présente une population homogène avec des coefficients de variabilité relativement faibles. Le BC est caractérisé par une population plus hétérogène malgré la continuité morphologique entre les deux blocs. Cela est distingué à partir des coefficients de variation qui sont plus

élevés et le grand écart existant entre la moyenne et la médiane des variables. Alors que, dans le BN, on note une grande variabilité et une homogénéité modérée dans la population statistique en comparaison avec celle du BS.

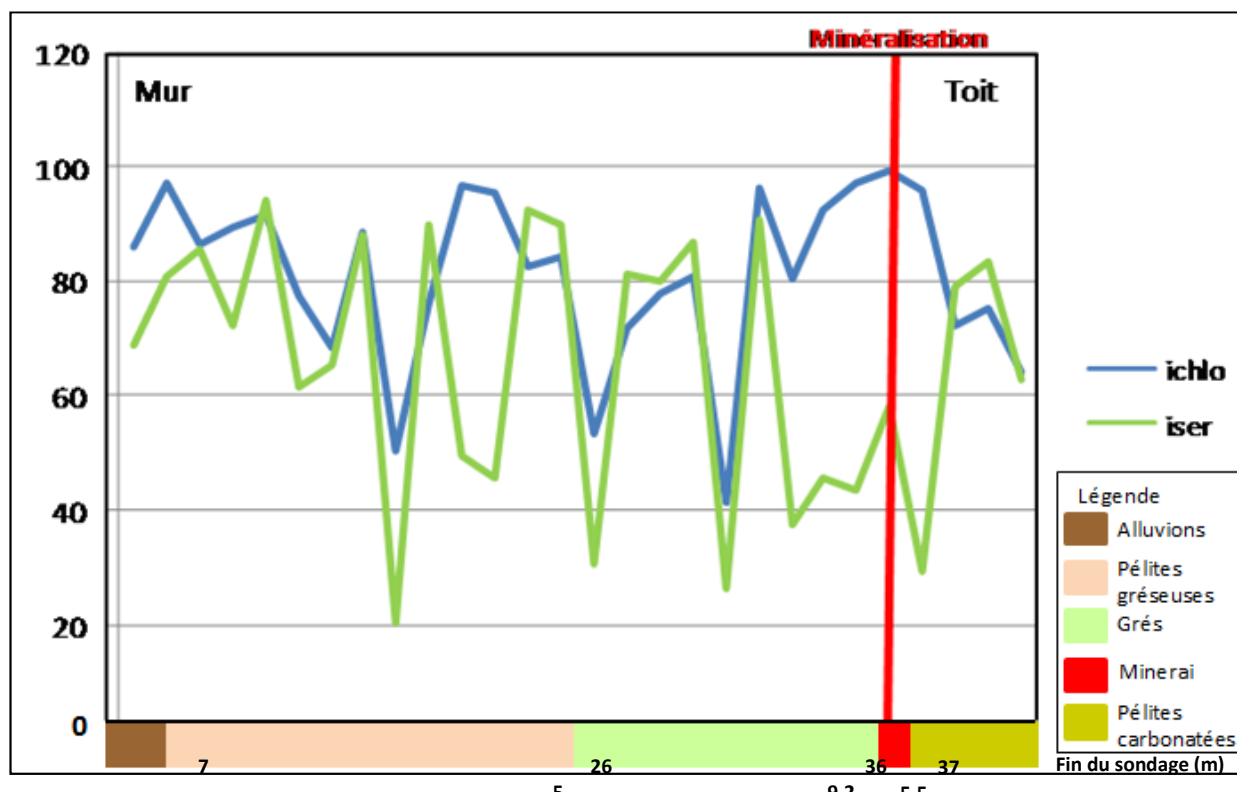


Fig. 12. Variation des éléments majeurs aux enivrants du corps minéralisé dans les faciès du sondage DS125 du gisement de Draa Sfar

De point de vue quantitatif des éléments chimiques, on note une richesse en Zn, Pb et Ag dans le BS. Ces éléments s'appauvrissent progressivement dans le BC et deviennent très faibles dans le BN. Alors que les teneurs en Co et en Cu diminuent progressivement du BN au BS (fig. 13 et 14).

Aussi, la distribution spatiale du Zn, du Pb, du Cu et du Fe dans la lentille zincifère du gisement de Draa Sfar montre qu'au niveau du BS s'affichent de bonnes teneurs en Zn avec une moyenne de 6% (fig.15a et tab. 2). Le plomb se comporte de la même façon que le zinc (fig.15b). La zonalité pour le cuivre est différente. Cette dernière est caractérisée par l'alternance de bandes riches et de bandes pauvres en cet élément, avec un pitch vers le nord dans le BS et le BC. La distribution du cuivre est inverse par rapport à celle du zinc et du plomb. Les fortes concentrations en cuivre sont enregistrées dans le BN (fig.15c). Pour le fer, les fortes concentrations se trouvent dans le BS et le BC. Ces teneurs diminuent sensiblement dans le BN (fig.15d et tab. 2).

Tableau 2 : Statistiques générales du zinc, plomb, cuivre, fer, argent, cobalt et or des trois blocs du gisement de Draa Sfar

Bloc	Elément	Médiane	Moyenne	Coefficient de variation
Bloc Sud (BS)	Zn %	6.13	6.20	0.45
	Pb %	2.45	2.16	0.68
	Cu %	0.30	0.31	0.37
	Fe %	37.96	39.12	0.22
	Ag g/t	40.18	37	0.69
	Co g/t	40.30	21	2.74
	Or g/t	0.1	0.07	1.10
Bloc Centre (BC)	Zn %	2.17	3.10	0.89
	Pb %	0.14	0.61	1.73
	Cu %	0.38	0.40	0.50
	Fe %	44.90	41.29	0.29
	Ag g/t	8	14.28	1.03
	Co g/t	82.72	100.17	1.44
	Or g/t	0.17	0.06	1.70
Bloc Nord (BN)	Zn %	0.01	0.42	3.43
	Pb %	0.007	0.17	4.43
	Cu %	0.17	0.58	1.81
	Fe %	15.22	20.74	0.74
	Ag g/t	5	7.01	1.10
	Co g/t	99.40	215.6	1.42
	Or g/t	0.05	0.16	2.11

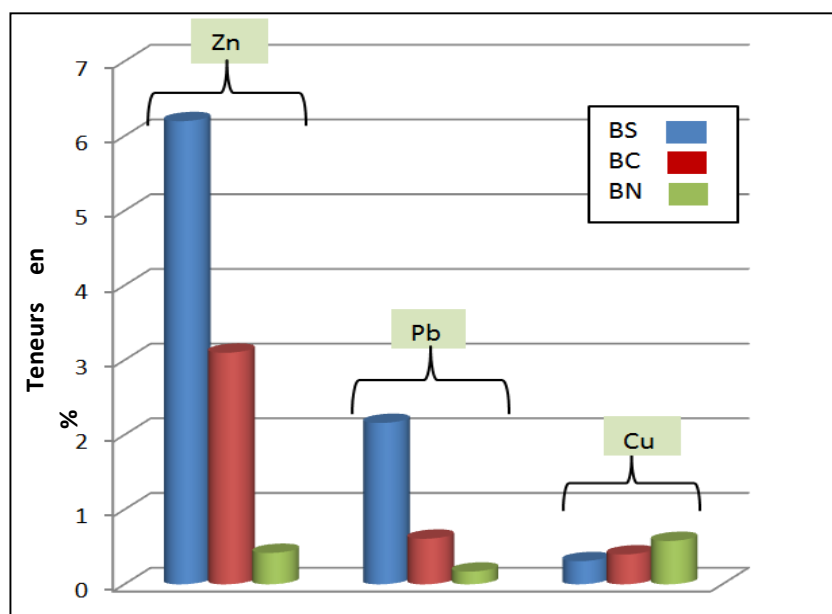


Fig. 13. Variation des teneurs du Zn, Pb et Cu dans les trois blocs du gisement de Draa Sfar

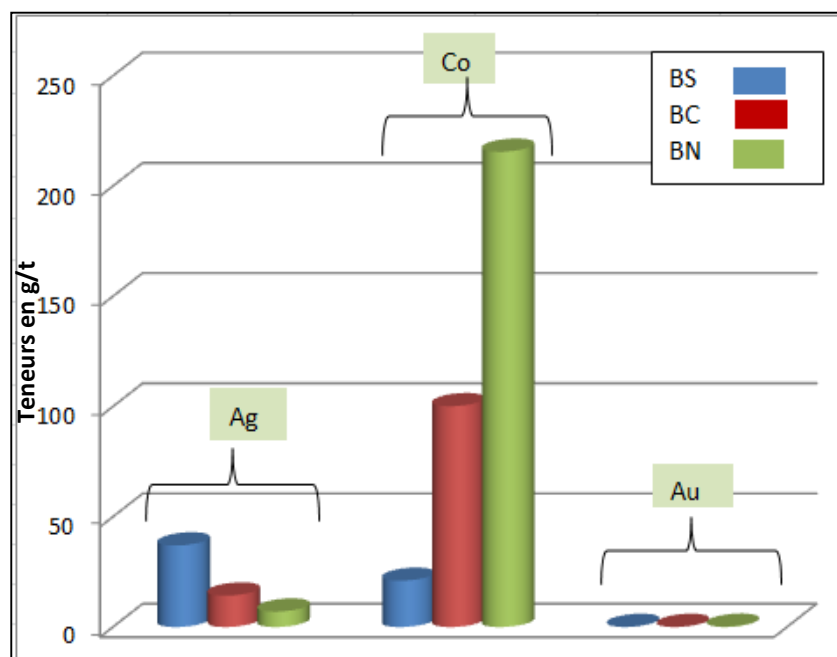


Fig. 14. Variation des teneurs de Ag, Co et Au dans le gisement de Draa Sfar

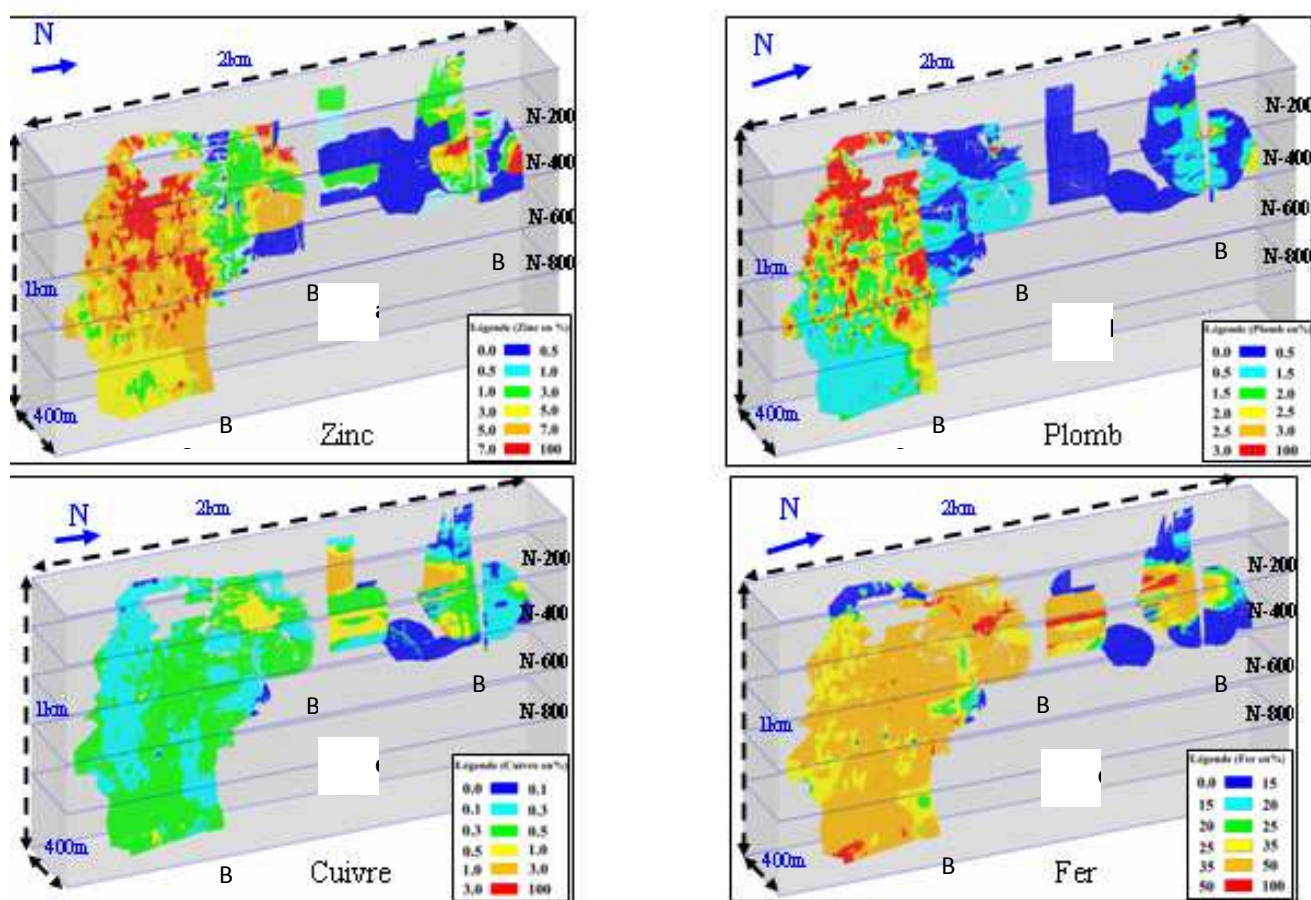


Fig.15. Distribution spatiale du zinc (a), du plomb (b), du cuivre (c) et du fer (d) dans la lentille zincifère du gisement de Draa Sfar

6 INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

Le gisement de Draa Sfar est formé d'une minéralisation polymétallique à Zn, Pb et Cu de type amas sulfuré volcanogène, dans un encaissant d'âge Viséen supérieur-Namurien.

Les effets de différentes phases de l'orogénèse hercynienne ainsi que de la tectonique atlasique sont bien enregistrées aussi bien dans le corps minéralisé que dans son encaissant. En effet, à l'échelle du gisement de DS, plusieurs familles de failles ont été observées. La visualisation 3D des failles (fig. 6) montre que le bloc sud a été affecté par différentes familles de failles avec dominance des failles de direction NS et NW-SE. Dans le bloc central, on remarque que la lentille minéralisée est plus déformée, en comparaison avec celle du bloc sud, et les failles les plus dominantes sont de direction NS et NE-SW (fig. 6b). Alors que dans le bloc nord, les deux lentilles, zincifère et cuprifère, sont situées dans un couloir de cisaillement soit à jeu senestre de direction NE-SW ou à jeu dextre de direction E-W. La minéralisation à Draa Sfar est donc largement contrôlée par la tectonique dès sa mise en place et après son dépôt. Les effets de différentes phases de l'orogénèse hercynienne ainsi que de la tectonique atlasique sont bien enregistrées aussi bien dans le corps minéralisé que dans son encaissant. La phase synsédimentaire liée à la mise en place du dôme rhyodacitique ainsi que le dépôt des sulfures est caractérisée par des failles NW-SE. Elles ont tracé le chemin de dépôt du corps minéralisé vers le NW et NE. La phase D1 d'âge Namurien-Westphalien Inférieur est responsable de la remise à la verticale des lentilles et leurs encaissants [1]. Les cisaillements de direction NNE-SSW à jeu senestre ont engendré des formes sigmoïdales des lentilles ainsi que la séparation entre le bloc central et le bloc nord. Les effets de la phase D2 d'âge Namurien-Westphalien Inférieur sont présentés par l'épaississement des structures minéralisées dû à l'effet des cisaillements. La phase D3 d'âge Post Westphalien s'est manifestée par l'apparition de plusieurs familles de failles, ce qui a abouti au décalage du corps minéralisé dans le bloc sud, selon un jeu de décrochement à rejet dextre ou senestre. Le déversement généralisé des structures vers l'Ouest traduit une tectonique tangentielle à déplacement global Ouest. Cette déformation essentiellement ductile est reprise par une tectonique cassante tardive à post hercynienne résultant d'un serrage N-S probablement atlasique.

La modélisation 3D du corps minéralisé de DS nous a permis de caractériser sa morphologie en lentilles aplaties, dilacérées et orientées dans la direction NS, avec une extension longitudinale de 1.2km. Il est subdivisé du sud au nord en deux zones. Le Draa Sfar Sud englobe le BS et BC et le Draa Sfar Nord ou BN, avec une profondeur dépassant 1km. En allant du sud vers le nord, ce corps connaît des variations morphologiques avec une diminution de sa puissance et des déformations qui sont nettes. La relation entre le corps minéralisé et son encaissant apparaît normale du côté mur.

En général, la mise en place des minéralisations est caractérisée par des gisements riches en zinc sous la barre des températures de 300°C et riches en cuivre au-dessous de cette température [22]. L'analyse de la distribution spatiale des métaux dans les modèles géochimiques 2D et 3D, a montré l'existence d'une zonalité géochimique avec une richesse en zinc et en plomb dans le BS ; alors que le BN est riche en cuivre, cobalt et peu concentré en or. Ce constat peut être lié à la différence du degré de solubilité de ces éléments chimiques. En effet, le Cu est mobilisé par les fluides les plus chauds et apparaît à la dernière étape de chauffage du système [23] et [24]. Il caractérise alors les zones internes ou centrales des lentilles. Alors que, le zinc est transporté par les fluides de faible température et s'est déposé dans les périphéries des lentilles (zone externe). Aussi, le plomb s'est déposé dans les zones où la température est faible [25]. Ceci pourrait expliquer la corrélation positive existante entre le zinc et le plomb d'une part, et la zonalité observée dans la lentille minéralisée de DS d'autre part. le BN qui apparaît plus riche en or constitue une cible potentielle de recherche de ce métal précieux dans cette partie du gisement.

Les coupes des isopuissances, pour leur part, nous donnent l'espoir quant à la continuité de la minéralisation en profondeur, tout en favorisant des emplacements relatifs à des paléo-structures en bande de direction NW. En joignant les coupes des isopuissances à celles de la distribution spatiale des métaux, nous avons dégagé des zones de richesse en zinc dans le BS et celles en cuivre dans le BN. Ce résultat pourra permettre de guider les futurs travaux d'exploitation au moment de fluctuation des cours des métaux.

Par ailleurs, les altérations de séricite et de chlorite sont des composantes généralement associées aux minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes [26]. Cette altération se traduit par l'ajout ou le lessivage de certains éléments majeurs. En effet, en se rapprochant du corps minéralisé, on note une diminution de la teneur en SiO₂ et K₂O, tandis que la teneur en MgO augmente ; en accord avec la forte chloritisation observée à l'approche de la minéralisation.

7 CONCLUSION

L'interprétation quantitative des données géologiques, géophysiques, géochimiques et l'estimation des ressources permettent de définir de nouvelles cibles d'exploration minière. Ainsi, la modélisation géologique 3D multivariée à l'échelle du gisement nous a permis la délimitation des zones minéralisées. Ce modèle 3D a été construit par l'intégration de données géoscientifiques géoréférencées et a permis d'avoir une idée sur la morphologie du corps minéralisé de Draa Sfar. Ce dernier se présente sous la forme d'une mégalente aplatie et étendue sur environ de 1.2Km et s'enracinant sur de plus d'1km avec une épaisseur variant de 0,5 à 35m.

La minéralisation est largement contrôlée par les grands traits géodynamiques de différentes phases de l'orogénèse hercynienne ainsi que de la tectonique atlasique qu'a connue la région de Draa Sfar.

La minéralisation est encaissée entre l'ensemble basal, formé par des séries sédimentaires, volcaniques acides et pyroclastiques, et un ensemble sommital formé par des pélites fines, noirâtres et carbonatées. Actuellement, les travaux miniers montrent la continuité de la minéralisation vers les profondeurs du corps minéralisé. De plus, les zones riches en zinc et plomb ont été localisées dans le BS, alors que le BN est plus riche en cuivre et relativement plus riche en or. En conséquence, l'exploitation actuelle du gisement est suivie en orientant les travaux vers les zones à forts tonnages ou en bonnes teneurs en se basant sur des guides d'exploration telles que la présence des minéraux d'altération hydrothermale qui sont la séricitite et le chlorite.

Ces résultats, qui sont d'une grande importance pour le développement de l'activité d'extraction minière dans le gisement de Draa Sfar, pourraient être utilisés dans les programmes d'exploration d'autres gisements dans les Jebilet Centrales.

REFERENCES

- [1] Huvelin P. (1977). "Etude géologique et gîtologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental) ". *Notes et Mem. Serv. Géol. (Maroc)*. 232 bis.
- [2] Faure S. (2010). Reconnaissance des structures synvolcaniques majeurs dans les environnements des sulfures massifs volcanogènes, nord-ouest de la Sous –province d'Abitibi. *Rapport, Projet CONSOREM 2009-04*, 34p.
- [3] Bernardine C. (1989). Interprétation gravimétrique et structure profonde de la Meseta marocaine et de sa marge atlantique. *Travaux des laboratoires des Sciences de la Terre. Univ. Aix Marseille, Série B*, 29, 134p.
- [4] Rosé F. (1987). Pétrogenèse des granitoïdes hercyniens du Maroc. Thèse. Doct. Univ. Paris VI.
- [5] Bamoumen H. (1988). Géométrie et cinématique de la déformation dans les nappes des Jebilet centre-orientales, Maroc. Thèse 3ème cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 189 pp.
- [6] Huvelin P. (1961). Sur l'âge Viséen Supérieur des Schistes de Kettara et de Djebel Sarhlef (Jebilet Centrales, Maroc). *Compte Rendu Sommaire Société Géologique (France)*. N°. 10, p. 290-291.
- [7] Bordonaro M. (1983). Tectonique et pétrographie du district à pyrrhotite de Kettara (Paléozoïque des Jebilet, Maroc). Thèse de 3ème cycle, Université. Strasbourg, 132 pp.
- [8] Essaifi A. et al, (2013). U–Pb dating: emplacement age of the bimodal magmatism of Central Jebilet (Variscan Belt, Morocco): Geodynamic implications. *Science Direct*. 188-203.
- [9] Aarab EM. et Beauchamp J. (1987). Le magmatisme carbonifère pré-orogénique des Jebilet centrales (Maroc). Précisions pétrographiques et sédimentaires. Implications géodynamiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris 304, 169–74.
- [10] Aarab EM. (1995). Genèse et différenciation d'un magma tholeiitique en domaine extensif intracontinental, l'exemple du magmatisme pré-orogénique des Jebilet (Maroc hercynien). Thèse de doctorat d'Etat. Univ. Marrakech. 251 p.
- [11] Gigout M. 1951. "Etudes géologiques sur la Meseta marocaine (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi) ". *Notes et Mémoires du Service géologique, Rabat 86*, I: texte, 507 p., II: atlas, XVIII + 9 pls.
- [11] Gaillet J. L and Bordonaro M. (1981). "Tectogenèse hercynienne dans le massif dinantien des Jebilet centrales (Maroc) ". *Sci. Géol. Bull. Strasbourg*. 34, p. 117-122.
- [12] Bouloton J. et Le Corre C. (1985). "Le problème de la tectonique tangentielle dans les Jebilet (Maroc hercynien) : Données et hypothèses". *Hercynica*. 2, p 121-129.
- [13] Ben Aissi L. (2008). Contribution à l'étude gîtologique des amas sulfurés polymétalliques de Draa Sfar et de Koudiat Aïcha: comparaison avec les gisements de Ben Sliman et de Kettara (Jebilet centrales, Maroc hercynien). Thèse de Doctorat présentée à la Faculté des Sciences Semlalia Marrakech, Maroc.

- [14] Rzi S. (2006). Contribution à l'étude géologique du gisement polymétallique de Draa Sfar, Jebilet centrales, Maroc. Mémoire de fin d'études supérieures spécialisées, Université Cadi ayyad, Faculté des sciences et technique Guéliz, Marrakech, 108 pp.
- [15] Marcoux E., Belkabar A., Gibson H.L., Lentz D., Ruffet G. (2008) "Draa Sfar, Morocco: a Visean (331 Ma) pyrrhotite-rich, polymetallic volcanogenic massive sulphide deposit in a Hercynian sediment dominant terrane". *Ore Geol Rev* 33:307–328
- [16] Rzi S. (2012). Environnement géologique et modèle 3D du gisement polymétallique de Draa Sfar (Massif hercynien des Jebilet, Maroc) : Implications et perspectives de développement. Thèse de Doctorat Présentée à la Faculté des Sciences Semlalia Marrakech, Maroc ,294p.
- [17] Rzi S.; Alansari A.;Mouguina E.M.;Simard J.;Zouhair M. et Maacha L. (2011). "Apport du modèle géologique et géophysique 3D dans le développement du gisement polymétallique de Draa Sfar (Massif hercynien des Jebilet centrales, Maroc) ". *Estudios Geológicos*, doi:10.3989/egol.40366.138.
- [18] Belkabar A., Gibson H., Marcoux E., Lentz D. et Rzi S. (2007). "Geology and wall-rock alteration at the Hercynian Draa Sfar Zn–Pb–Cu Deposit, Morocco". *Ore Geology Reviews*, p 20.
- [19] Essaifi A. and Hibti M. (2008). "The hydrothermal system of Central Jebilet (Variscan Belt, Morocco): A genetic association between bimodal plutonism and massive sulphide deposits". *Science Direct*.188-203.
- [20] Saeki Y. and Date J. (1980). "Computer application to the alteration data of the footwall dacite lava at the Ezuri kuroko deposits". *Mining Geology*, v. 30, no. 4, p. 241–250.
- [21] Matheron. G, (1965). Les variables régionalisées et leur estimation: une application de la théorie des fonctions aléatoires aux sciences de la nature. *Masson, print book*, 306 pages.
- [22] Hannington M. D and Scott S. D. (1988). "Gold and silver potential of polymetallic sulfide deposits on the sea floor". *Mar. Mining* 7, p. 271–285.
- [23] Franklin J.M. (1993). "Volcanic-associated massive sulphide deposits", in: Kirkham R.V., Sinclair W.D., Thorpe R.I., and Duke J.M., eds., *Mineral deposit modeling, Geological Association of Canada Special Paper* 40, p. 315-34.
- [24] Lydon, J.W. (1984). "Volcanogenic massive sulphide deposits, Part 1: A descriptive model"; *Geoscience Canada*, v. 11, p. 195-202.
- [25] Mathieu. L. (2013). Opportunité pour les sulfures massifs volcanogènes riches en Ag. *Rapport, Projet CONSOREM 2012-08*, 69 p.
- [26] Thompson A.J.B. and Thompson J.F.H. (1996). "Atlas of alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals". *Geological Association of Canada, Minerals Deposits Division Serie*, Ottawa, 119 pp.

Commande à structure variable d'un procédé hydrographique

[Variable structure control of a hydrographic process]

Slimene Hatem¹, M'sahli Faouzi², and Ben Abdenour Ridha³

¹Mechanical Engineering Department,
Higher Institute of Technological Studies,
Ksar Hellal, Tunisia

²Electrical Engineering Department,
National Engineering School of Monastir,
Monastir, Tunisia

³Electrical Engineering Department,
National Engineering School of Gabes,
Gabes, Tunisia

Copyright © 2016 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: This paper deals another viewpoint of the variable structure control for the nonlinear systems. The implementation of the variable structure controller on a hydrographic system consisting four tanks shows the effectiveness of the method chosen for systems having a high nonlinearity. To reduce the reluctance effect on the control member is acted upon the switching gain, which depends on the upper limits of the uncertainties of the system. A comparison of variable structure controller with that proportional integral regulator is done to highlight importance of this control technique.

KEYWORDS: Sliding mode control, robustness, educational tool, level regulation, nonlinear, gain switching.

RESUME: Ce papier traite un autre point de vue de la commande à structure variable des systèmes non linéaires. L'implantation du régulateur à structure variable sur un système hydrographique constitué de quatre réservoirs montre l'efficacité de la méthode choisie même pour les systèmes ayant une forte non linéarité. Afin de diminuer l'effet de réticence sur l'organe de commande on agit sur le gain de commutation, qui dépend des limites supérieures des incertitudes du système. Une comparaison du régulateur à structure variable avec celui du régulateur Proportionnel Intégral est effectuée pour mettre en évidence l'importance de cette technique de commande.

MOTS-CLEFS: Commande par mode de glissement, robustesse, outil pédagogique, régulation de niveau, non linéaire, gain de commutation.

1 INTRODUCTION

La théorie des systèmes à structure variable et des modes glissants associés a fait l'objet d'études détaillées au cours de ces trente dernières années [1], [2], [3]. La technique des modes glissants consiste à amener la trajectoire d'état du système considéré vers une surface de glissement où une logique de commutation adaptée la fera osciller de part et d'autre de celle-ci jusqu'à convergence vers le point d'équilibre situé sur cette surface [4]. La commande par mode de glissement présente

des avantages par rapport aux autres approches d'un point de vue simplicité d'implantation et robustesse. Dans ce papier, on exploite la technique de commande par mode de glissement pour synthétiser une loi de commande permettant la régulation de niveau d'eau d'un système hydrographique comme la montre la figure1 [5].

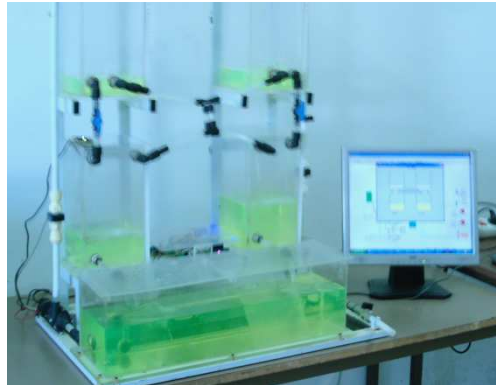


Fig. 1. Système hydrographique

Ce processus se compose de quatre réservoirs en cascade, une cuve de récupération, deux capteurs de niveau, deux capteurs de débit, deux pompes, une carte de puissance pour alimenter en puissance les deux motopompes et une carte de commande et de traitement de données basée sur le microcontrôleur 16F877 qui sert comme interface entre le système physique et l'ordinateur (communication entre MATLAB et carte de commande à travers le port série). Ce système a été utilisé en particulier comme un outil pédagogique dans l'enseignement des stratégies avancées de commande des systèmes multivariables, tel que la réduction de l'effet d'interaction par l'utilisation des compensateurs dans le cas linéaire et la conception décentralisée des contrôleurs [6]. Cependant, la conception particulière du processus considéré ici tient en comptes de la réalité des processus réels dans les raffineries et l'industrie chimique par exemple où le processus de régulation des liquides est plus que demandé.

Le système hydrographique présenté par la figure 1 est une version modifiée de celle présentée par Aström en 1992 [7]. Les niveaux de liquide dans les deux réservoirs inférieurs sont mesurés avec deux capteurs ultrasoniques. L'objectif de la présente étude est de concevoir un contrôleur robuste et stable qui fournit des performances acceptables de point de vu poursuite et régulation.

2 CONCEPTION DE LA COMMANDE PAR MODE DE GLISSEMENT POUR LES SYSTEMES NON LINEAIRES

Cette section traite les procédures de conception des contrôleurs en mode de glissement des systèmes dont les entrées / sorties sont linéarisables [8]. On considère un système SISO (Single Input Single Output) non linéaire d'ordre n , décrit par la représentation d'état de la forme :

$$\begin{aligned} \dot{x} &= f(x) + g(x) \cdot u \\ y &= h(x) \end{aligned} \quad (1)$$

Avec : x est un vecteur d'état d'ordre n , u est l'entrée de commande, y est une sortie scalaire, $h(x)$ est un champ scalaire régulier appartenant à $\mathcal{R}^n$, $f(x)$ et $g(x)$ sont deux champs de vecteurs réguliers appartenant à $\mathcal{R}^n$.

En utilisant la dérivée de Lie, ce système peut se transformer sous la forme normale suivante [9] :

$$\begin{aligned}
 \dot{z}_1 &= z_2 \\
 \dot{z}_2 &= z_3 \\
 &\vdots \\
 \dot{z}_{r-1} &= z_r \\
 \dot{z}_r &= -b(z) + a(z)u \\
 \dot{z}_{r+1} &= q_1(z) \\
 &\vdots \\
 \dot{z}_n &= q_{n-r}(z) \\
 y &= z_1
 \end{aligned} \tag{2}$$

Avec $a(z)$, $b(z)$ et $q_i(z)$ sont des fonctions non linéaires dérivées du model d'équations du système, r est un degré relatif du système et z est la variable d'état transformée.

De la forme normale du système, la fonction de commutation (surface de glissement) peut choisir une équation différentielle linéaire d'ordre $r-1$, qui décrit l'évolution de l'erreur $e(t)$ comme sortie :

$$\begin{aligned}
 e(t) &= y(t) - y_d(t) \\
 s &= e^{(r-1)} + c_{r-2}e^{(r-2)} + \dots + c_1\dot{e} + c_0e
 \end{aligned} \tag{3}$$

Avec : c_i sont les paramètres qui décrivent les dynamiques de la surface de commutation $s = 0$.

Les paramètres décrivant la surface de glissement sont donnés pour garantir les racines désirées du polynôme caractéristique $p(\lambda)$.

$$p(\lambda) = \lambda^{(r-1)} + c_{r-2}\lambda^{(r-2)} + \dots + c_1\lambda + c_0 \tag{4}$$

Les valeurs propres du polynôme sont déterminées par un placement de pôle désiré et admettent une partie réelle négative.

La loi de commande est donnée par la relation suivante [10] :

$$u = \frac{1}{a(z)}(b(z) + y_d^{(r)} - \sum_{k=0}^{r-2} c_k e^{(k+1)} - \alpha \cdot \text{sat}(s/L)) \tag{5}$$

Avec :

α : gain de commutation.

e : sortie d'erreur.

y_d : sortie désirée.

$a(z)$ et $b(z)$: sont les fonctions non linéaires trouvées en utilisant la dérivée de Lie.

La fonction saturation donnée par :

$$\text{sat}(s/L) = \begin{cases} (s/L) & \text{si } |s/L| \leq 1 \\ \text{sgn}(s/L) & \text{ailleurs} \end{cases} \tag{6}$$

Où L est l'épaisseur de la fonction de saturation.

3 APPLICATION SUR UN SYSTEME HYDROGRAPHIQUE NON LINEAIRE

Il s'agit d'un processus MIMO (Multi Input Multi Output) composé de quatre réservoirs rectangulaires (figure 2). Le système étudié est composé de deux entrées Q_1 et Q_2 qui sont les débits délivrés par deux motopompes indépendantes l'une de l'autre et de quatre sorties h_1 , h_2 , h_3 et h_4 qui sont les niveaux de liquide de chaque réservoir.

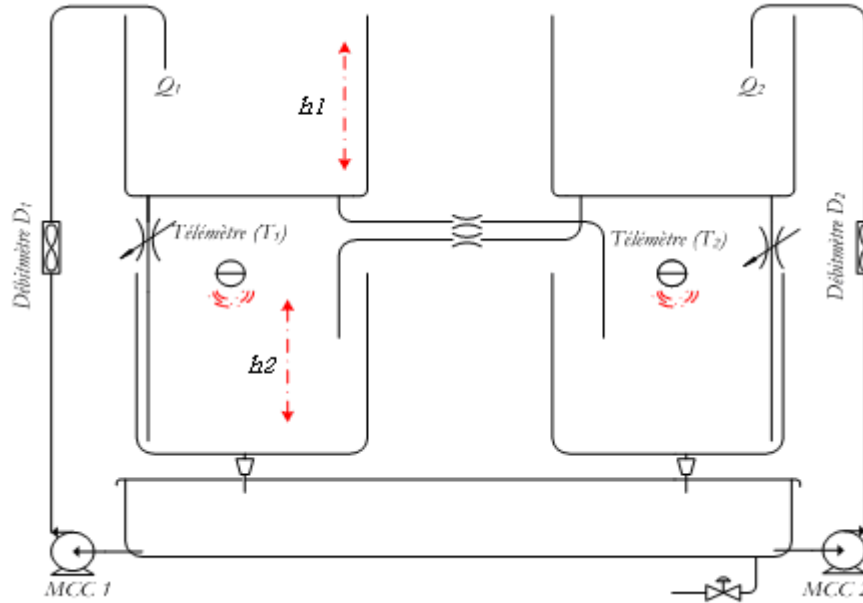


Fig. 2. Système de régulation de niveau d'eau

Dans cette section, on commande seulement la hauteur h_2 . Le modèle d'équations est décrit par la relation suivante:

$$\begin{cases} S \frac{\partial h_1}{\partial t} = Q_{in 1} - Q_{out 1}; \text{ avec } Q_{in 1} = Q_1 \text{ et } Q_{out 1} = c_1 \sqrt{h_1} \\ S \frac{\partial h_2}{\partial t} = Q_{in 2} - Q_{out 2}; \text{ avec } Q_{in 2} = Q_{out 1} \text{ et } Q_{out 2} = c_2 \sqrt{h_2} \end{cases} \quad (7)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} S \frac{\partial h_1}{\partial t} = Q_1 - c_1 \sqrt{h_1} \\ S \frac{\partial h_2}{\partial t} = c_1 \sqrt{h_1} - c_2 \sqrt{h_2} \end{cases}$$

Les constantes du système sont données sur le tableau suivant :

Tableau 1. Valeurs des constantes du système

Constantes	Valeurs numériques (S.I)
c_1	3.479 e-4
c_2	2.226e-4
S	235.6e-4

3.1 COMMANDE PAR MODE DE GLISSEMENT DU SYSTEME HYDROGRAPHIQUE

Représentation d'état :

$$\begin{cases} S \frac{\partial h_1}{\partial t} = Q_1 - c_1 \sqrt{h_1} \\ S \frac{\partial h_2}{\partial t} = c_1 \sqrt{h_1} - c_2 \sqrt{h_2} \end{cases}$$

Le vecteur d'état du système $x = [h_1 \quad h_2]^T$, le vecteur de commande $u = Q_1$ et la variable de sortie $y = h_2$.

La forme normale du système :

Le degré relatif du système est $r = 2$. La forme normale du système est décrite par :

$$\begin{aligned} \dot{z}_1 &= z_2 \\ \dot{z}_2 &= -b(z) + a(z)u \\ y &= z_1 \end{aligned} \tag{8}$$

La méthode de détermination de la forme normale du système consiste à dériver chaque composante y_i du vecteur de sortie jusqu'à faire apparaître le vecteur de commande.

Les fonctions non linéaires du système transformé sont :

$$\begin{aligned} a(z) &= \frac{c_1^2}{2S^2(S \cdot z_2 + c_2 z_1^{1/2})} \\ b(z) &= \frac{c_1^2}{2S^2} + \frac{c_2}{2S} \left(\frac{z_2}{z_1^{1/2}} \right) \end{aligned} \tag{9}$$

Avec un système de degré relatif $r = 2$, la surface de glissement d'après la relation (3) prend la forme suivante :

$$s = \dot{e} + c_0 e \tag{10}$$

3.2 VALIDATION EXPERIMENTALE

Afin de valider les performances de la commande par mode de glissement des systèmes non linéaires, on applique cette technique de commande sur le système hydrographique.

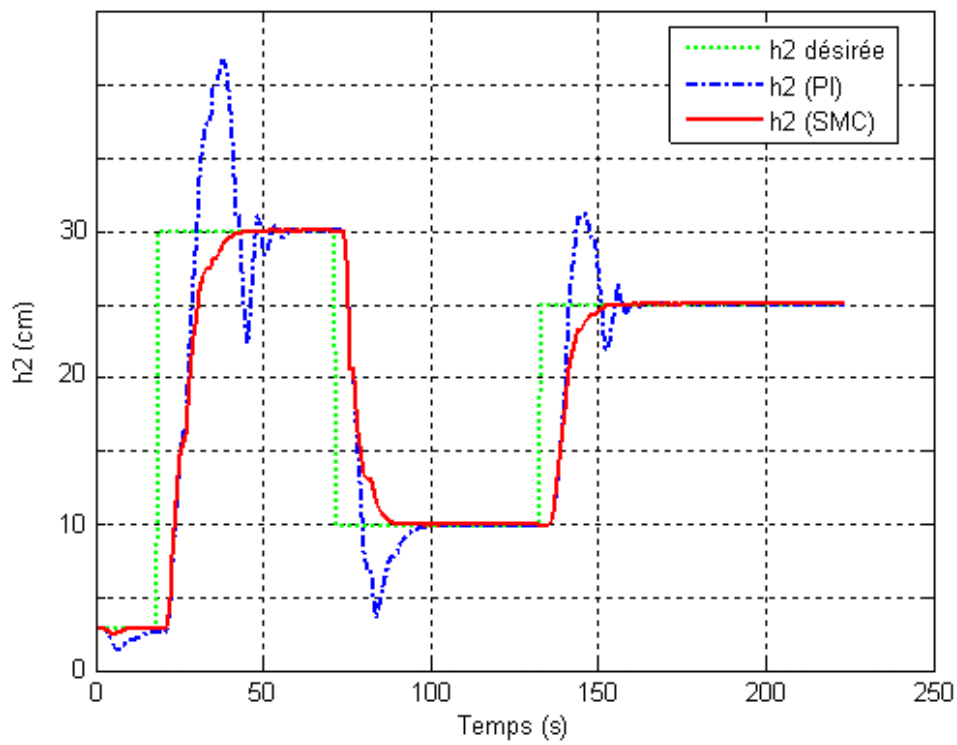
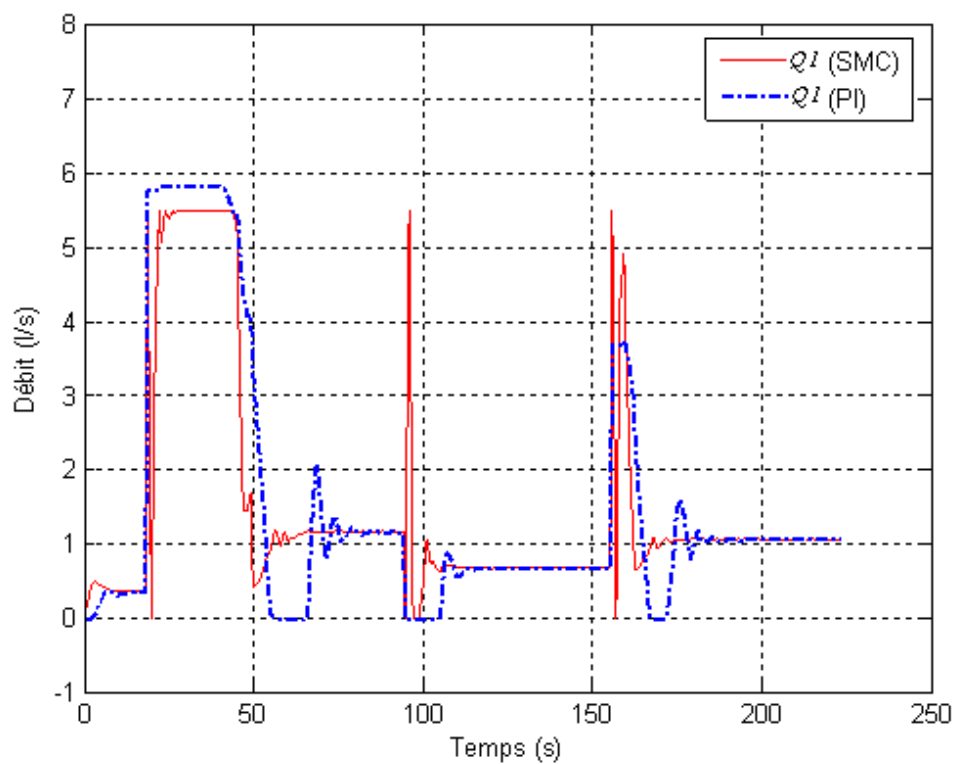
L'application de simulation consiste à :

- relever les allures de la sortie h_2 , la commande u et la surface de glissement s , en appliquant deux commandes différentes : la commande par mode de glissement (Sliding mode control) et le régulateur Proportionnel Intégral.
- comparer les résultats trouvés en variant le gain de commutation α par deux valeurs 1 et 5.

Les paramètres utilisés de l'application sont :

$$\begin{aligned} c_0 &= 0.42 \\ \alpha &= 1 \text{ ou } \alpha = 5 \\ L &= 0.015. \end{aligned}$$

Les résultats obtenus sont présentés sur les figures ci-dessous :

Résultats obtenus pour $\alpha = 1$ Fig. 3. Allures du niveau h_2 Fig. 4. Allures de la commande Q_1

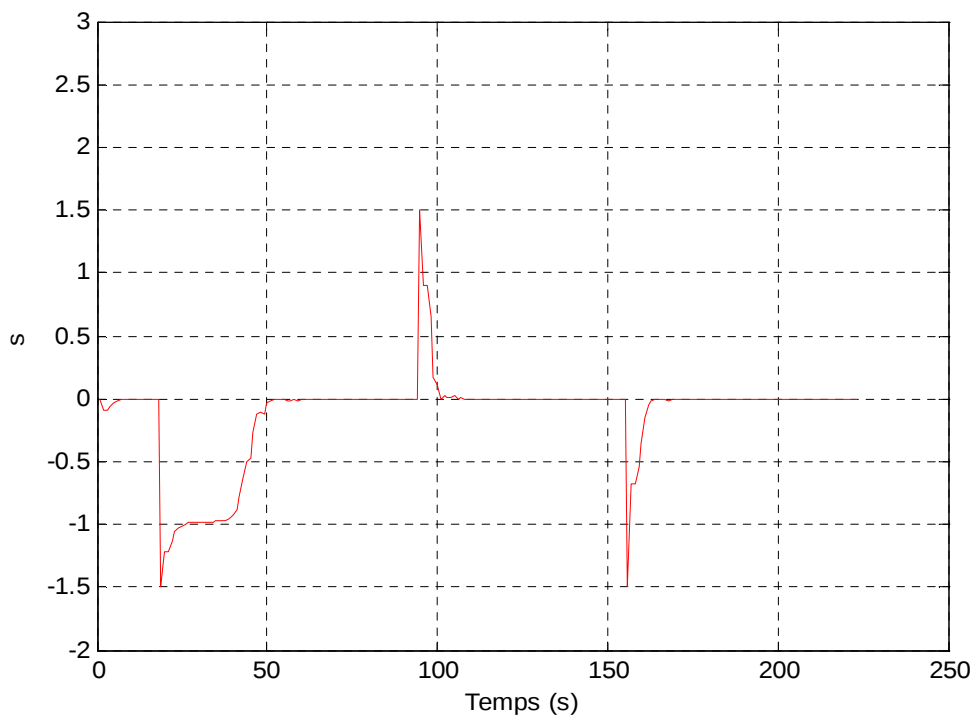


Fig. 5. Allure de la surface de glissement

Résultats obtenus pour $\alpha = 5$

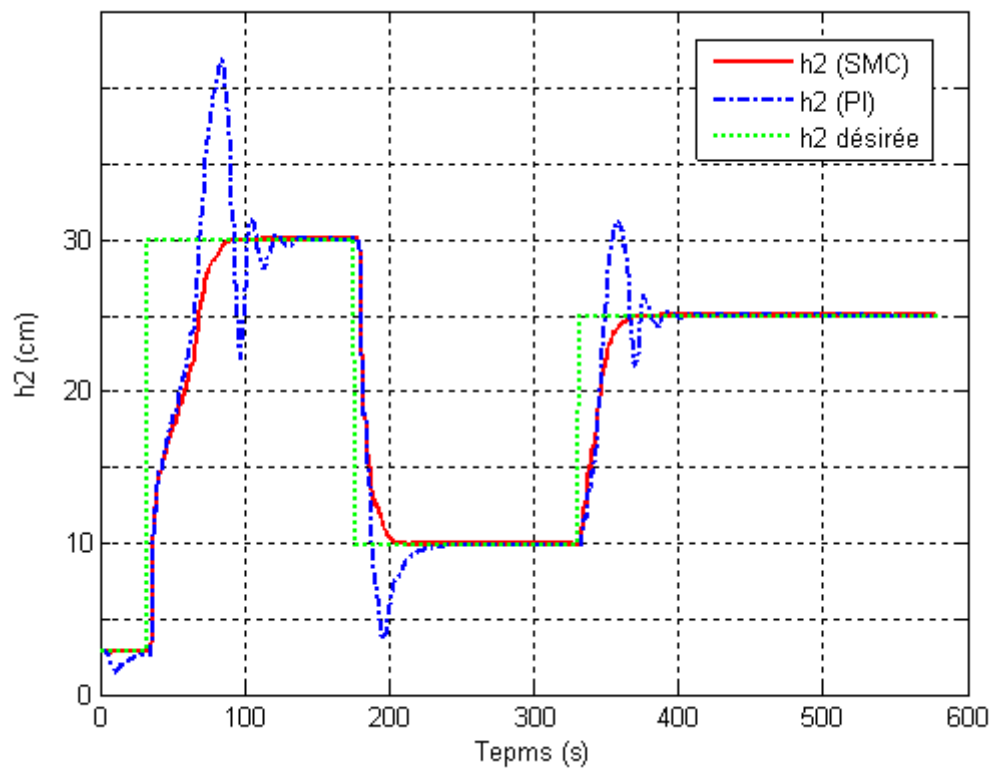


Fig. 6. Allures du niveau h_2

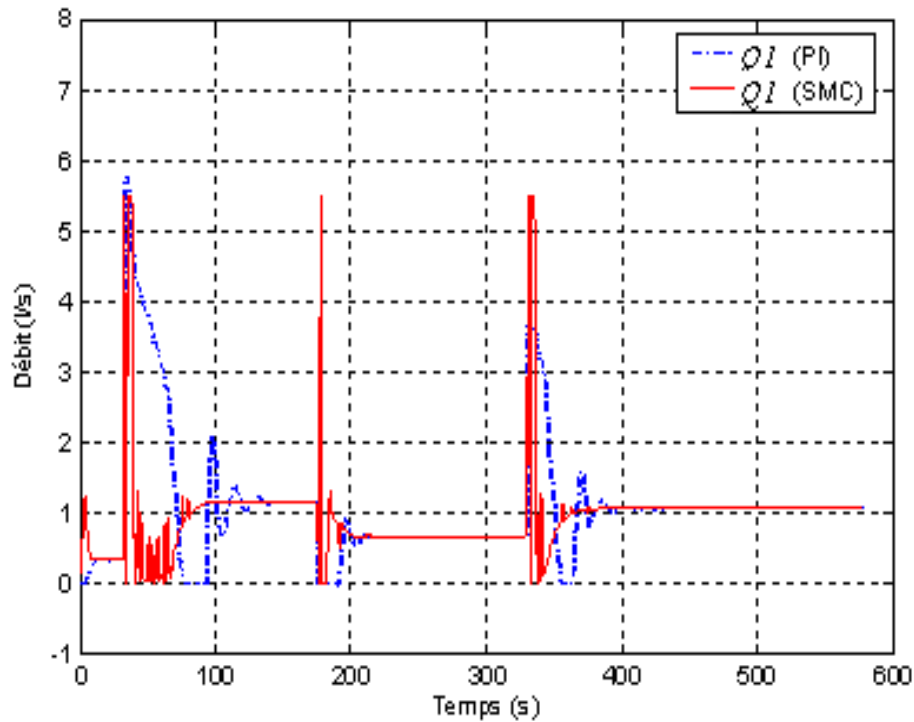


Fig. 7. Allures de la commande u

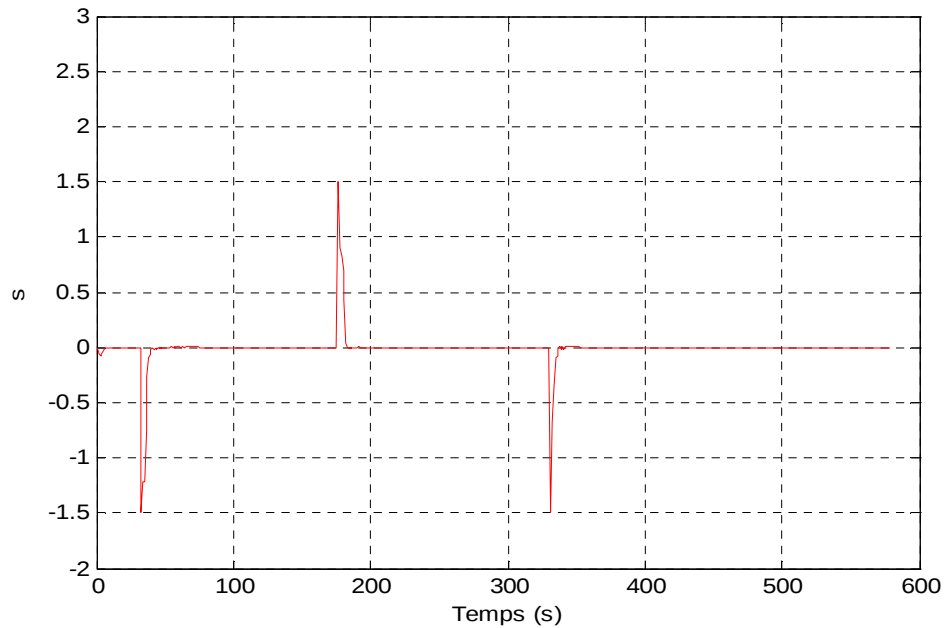


Fig. 8. Allure de la surface de glissement

3.3 INTERPRÉTATION

Les résultats obtenus montrent que l'effet de la commande par mode de glissement appliquée sur le système n'est pas efficace lorsque le gain de commutation est faible ($\alpha=1$) puisque le temps de réponse t_r est élevé. Pour améliorer les performances du contrôleur on augmente le gain de commutation à une valeur élevée. Les résultats des figures 6, 7, et 8

sont obtenus en augmentant la valeur du gain jusqu'à 5. A ce moment on obtient une commande efficace, mais on trouve aussi des mouvements de réticence sur l'action de la commande qui apparaissent sur l'allure de la surface de glissement s (figure 8). Le temps de réponse t_r du système devient plus faible lorsque le gain de commutation α augmente. L'élimination de la réticence de la commande dépend de la valeur du gain α . L'allure du niveau du liquide h_2 obtenue en utilisant le régulateur PI indique l'effet de la performance du régulateur sur le système. Ses résultats montrent des réponses de fortes oscillations durant le changement de la sortie désirée, ce qui explique une forte non linéarité du système.

4 CONCLUSION

La commande à structure variable avec le mode de glissement est généralement connue par le terme commande par mode de glissement. La caractéristique principale de cette technique de commande est l'emploi d'une fréquence élevée de commutation. La commande par mode de glissement conduit n'importe quel état initial d'un système vers une surface spécifiée dans l'espace d'état appelée surface de glissement ou de commutation et le maintien sur la surface pendant un temps ultérieur. Ainsi, le système devient insensible aux incertitudes des paramètres du système et aux perturbations externes. Une nouvelle approche a été développée pour mettre en évidence l'efficacité de la commande par mode de glissement pour les systèmes non linéaires. On a appliqué cette technique de commande sur un système hydrographique formé de quatre réservoirs. A ce moment on obtient une commande parfaite. On remarque que le temps de réponse du système dépend du gain de commutation α .

La réponse du système en utilisant la commande par mode de glissement montre une suivie parfaite de la sortie désirée sans dépassements ni oscillations. Ceci, parce que le système est considéré comme un système du premier ordre une fois qu'il est sur la surface de glissement. L'action de la commande est lisse sans mouvement de réticence. En augmentant la valeur du gain de commutation, un phénomène de mouvement de réticence apparaît sur l'action de la commande. Par conséquence, il faut bien choisir la valeur du gain de commutation qui dépend des limites des incertitudes du système.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les chercheurs du laboratoire Commande Numérique des Procédés Industriels (CONPRI), spécialement Mr Nejib BEN NASR, pour leurs conseils et encouragements.

REFERENCES

- [1] J. J. Slotine, Weiping Li, " Applied nonlinear control ", Englewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall. Inc.,1991.
- [2] A. Decarlo Raymond, H. Zak Stanislaw, P. Matthews Gregory, " Variable Structure Control of Nonlinear Multivariable Systems : A Tutorial ", in Proceeding of IEEE, Vol. 76, N°. 3, pp. 212-232, Mar. 1988.
- [3] U. Itkis, " Control System of Variable Structure ", Edition Wiley, New York, 1976.
- [4] Auzani bin Jidin, Nik Rumzi Nik Idris, " Sliding mode variable structure control design principals and applications to DC drives ", National Power and Energy Conference (PECon), Kuala Lumpur, Malaysia, 2004.
- [5] N. Ben Nasr, F. M'sahli and R. Ben Abdenmour, " Modélisation et Commande par Platitude d'un Système Multivariable",CIFA 2006, Bordeaux, France.
- [6] K.H.Johanson, "The quadropole-Tank process : A multivariable Laboratory process with an adjustable zero", IEEE Transaction on Control Systems Technology, vol.8, no.3, pp. 456-465, May 2000.
- [7] Åström, K. J., Lundh, M, "Lund control program combines theory with hands-on experience". IEEE Control Systems Magazine, vol 12, n° 3, pp. 22-30 , 1992.
- [8] R. B. Fernandez, J. K. Hedrik, " Control of multivariable non-linear systems by the sliding mode method ", Int. J. control, Vol. 46, pp. 1019-1040, 1987.
- [9] A. Isodori, " Nonlinear Control Systems ", Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1992.
- [10] M. A. Hussain, P. Y. Ho, " Adaptative sliding mode control with neural network based hybrid models ", Journal of Process control , Vol. 14, pp. 157-176, 2004.

L'effet des nanoparticules ZnO sur les paramètres physiologiques et biochimiques chez le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*)

[The effect of ZnO nanoparticles on the physiological and biochemical parameters in durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*)]

Nadia CHIAHI¹, Manel BOULOUDENINE², Nour el houda DAIRA³, Nesrine GUERFI³, and Louhichi BRINIS⁴

¹Laboratoire d'amélioration génétique des plantes, Faculté Sciences de la Nature et de la Vie Université BADJI Mokhtar, UBM, Annaba, Algeria

²Faculté de Sciences de l'ingénieur, Université Mohamed Cherif MESSAADIA, Département de physique, Souk Ahras, Algeria

³Faculté des sciences de la nature et de vie, Université Mohamed Cherif Messaadia, Souk Ahras, Algeria

⁴Laboratoire amélioration génétique des plantes, Faculté Sciences de la Nature et de la Vie, UBM, Annaba, Algeria

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this study we were interested in assessing the impact of ZnO nanoparticles and their effects on physiological and biochemical parameters of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*).

The impact of ZnO is evaluated in three wheat varieties (Boussallem, Gtadur and Ouarsenis) varieties are represented by V1, V3 V2et through a range of physiological and biochemical parameters made in the laboratory.

The selected varieties were exposed to increasing concentrations of ZnO nanoparticles (0.01 mg / ml, 0.05mg / ml, 0.1mg / ml, and 0.5mg / ml).

Preliminary results show that the presence of ZnO-based NPs can have a stimulating effect as inhibitor concentration and the effect studied parameter:

1. Effect concentration and a reduction of the levels of chlorophyll (chlo a, chlo b) induced by exposure to low concentrations.
2. The presence of the nanoparticles resulted in oxidative stress resulting in the accumulation of Lipoperoxydes (MDA) recorded in all varieties studied after exposure to different concentrations.
3. Furthermore varietal effect contributed much of the remaining variation in parameters related to ROS (carotenoids, APx and CAT).

KEYWORDS: Nanoparticles, ZnO, oxidative stress, durum concentrations, plant species.

RESUME: Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'effet des nanoparticules à base de ZnO sur les paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*).

L'impact du ZnO est évalué chez trois variétés de blé (Boussallem, Gtadur et Ouarsenis), les variétés sont représentées par V1, V2et V3 grâce à une gamme de paramètres physiologiques et biochimiques réalisés au laboratoire.

Les variétés choisies ont été exposés à des concentrations croissantes des nanoparticules de ZnO (0,01mg/ml, 0,05mg/ml, 0,1mg/ml, 0,5mg/ml).

Les résultats préliminaires montrent que la présence des nanoparticules à base de ZnO peuvent exercer un effet stimulant qu'inhibiteur selon l'effet concentration et le paramètre étudié :

1. Effet forte concentration ainsi qu'une réduction des teneurs en chlorophylles (chlo a, chlo b) induite par l'exposition aux faibles concentrations.
2. La présence des nanoparticules a provoqué un stress oxydant se traduisant par l'accumulation d'une Lipoperoxydes (MDA) enregistrée chez toutes les variétés étudiées suite à l'exposition aux différentes concentrations.
3. D'autre part un effet variétal a beaucoup contribué dans la variation des paramètres restants liés aux ROS (caroténoïdes, APx et CAT).

MOTS-CLEFS: Nanoparticules, ZnO, stress oxydant, blé dur, concentrations, espèce végétale.

1 INTRODUCTION

Les nanotechnologies représentent aujourd'hui **un enjeu économique majeur**, et tous les grands pays développés y investissent des sommes de plus en plus importantes. Les nanoparticules constituent un champ de recherche riche en potentialités pour de nouvelles applications dans les domaines les plus divers tels que les matériaux, la santé, l'énergie, l'agroalimentaire, le transport pour n'en citer que quelques-uns. Les nanoparticules sont étudiées à travers le monde dans des centaines de laboratoires et d'entreprises pour mettre à profit leurs propriétés physico-chimiques, les caractéristiques de leur échelle nanométrique et développer ainsi de nouvelles applications. La mise sur la marche de produits contenant des nanomatériaux est passée de 54 en 2005 à 1317 en 2011 (**Daniel J. Fiorino 2010**).

De plus les connaissances actuelles des effets concernant les NPs manufacturées sur les végétaux s'avèrent relativement limitées. Parmi ces études récentes nous citons ceux de (**Yang, L et al. 2005**) ; qui ont étudié l'impact des nanoparticules d' Al_2O_3 sur plusieurs espèces végétales (maïs, concombre, soja, le chou et la carotte....), d'autre part (Lin. D et al 2007), ont étudié l'impact des NPs de ZnO sur la germination des graines de radis ainsi (**Racuciu, M et al 2009**) ont réalisés des études sur divers végétaux (maïs, pavot, chélidoine, courgette), et (**Khodakovskaya, M et al 2009**) ont déterminés l'impact des nanotubes de carbone sur les graines de tomate (*Lycopersicon esculentum*) , colza, ray-grass, de la laitue et concombre.

Dans le cadre de l'évaluation des sols pollués, **les effets génotoxiques et systèmes de détoxification** chez la fève (*Vicia faba*) ont été déterminé par (**Foltete, AS, 2010**).

Pour les travaux qui ont étudiés l'effet de nanoparticules de ZnO , une étude sur l'ail (*Allium sativum*) a été réalisée par (**Shaymurat. T, et al 2011**), de même **Hernandez-Viezcas et al , 2011**). Qui ont déterminés les effets de (ZnO) sur velours mesquite (*Prosopis juliflora-velutina*), (**Boonyanitipong. P et al 2011**) qui se sont intéressés aux effets de nanoparticules ZnO et de dioxyde de titane (TiO_2) sur le riz (*Oryza sativa* L.), de plus (**Larue, C. 2011**), qui a étudiée l'impact des nanoparticules de TiO_2 et nanotubes de carbone sur blé tendre et colza.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre contribution et il s'agit de mettre en évidence l'impact des NPs de synthèse (ZnO) sur le blé dur ainsi notre choix s'est porté sur trois(03) variétés de blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *Durum*).

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL PHYSIQUE

Les nanoparticules de ZnO ont été synthétisées par la méthode de Co-précipitation, qui est largement utilisée pour la fabrication de ce type de matériau. Cette méthode est simple, moins coûteuse et ne demande pas de dispositifs compliqués (**Bouloudenine M., 2006**).

Les nanoparticules de ZnO pur ont été manufacturées au laboratoire d'étude et de Recherche des états condensés (LEREC), Equipe « Synthèse et caractérisation des Nanostructures à Base de ZnO pour des Applications Technologiques » (SCNAT), Département de Physique, Université Badji Mokhtar de Annaba-Algérie-.

La caractérisation de la poudre nanométrique a été réalisée au sein de l'Université Mohamed Kheider-Biskra-, Algérie.



Figure 01 : Poudre du ZnO pur

2.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique utilisé pour la réalisation de la partie expérimentale est le blé dur (*Triticum turgidum ssp. Durum*). Trois variétés différentes ont été choisies :

Boussallem V1 Gtadur V2 et Ouarsenis V3 : cultivées sous les mêmes conditions de culture à la ferme pilote Yousfi Tayeb (Souk Ahras-Algérie) durant l'année 2012.

2.3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

2.3.1 MISE EN SUSPENSION DES NANOPARTICULES DE ZNO

En vue de leur utilisation pour les tests biologiques, les nanoparticules de ZnO sont mises en suspension dans de l'eau ultra pure (PH 5,5). Les suspensions mères sont toujours préparées dans les mêmes conditions. Pour la réalisation de l'essai nous avons choisi quatre concentrations croissantes de ZnO «C1= 0,01mg/ml, C2= 0,05 mg/ml, C3= 0,1 mg/ml, C4= 0,5 mg/ml ». La dispersion des nanoparticules dans l'eau est réalisée par un agitateur magnétique, l'utilisation de ce dernier sert à briser les liaisons faibles entre les particules.



Figure 02: Mise en suspension des NPs du ZnO

Les graines sont stérilisées à l'aide de l'hypochlorite de sodium à 2,5 % pendant 5 min puis rincées six fois avec de l'eau distillée.

Les variétés sont cultivées sous les conditions du laboratoire avec une photopériode jour/nuit de 11h/13h (Mars et Avril 2013), et des températures comprises entre 16-22°C.

2.4 PARAMÈTRES PHYSIOLOGIQUES

2.4.1 TENEUR EN PIGMENTS ASSIMILATEURS

L'extraction des pigments des feuilles (**chlo a, chlo b et caroténoïdes**) de plantules exposées aux nanoparticules de ZnO est réalisée par la méthode de (Holden, 1975), Les teneurs en pigments sont déduites aux absorbances des longueurs d'onde 470, 645, et 663 nm d'après les formules de Moran (**Moran, R. 1982**).

2.4.2 PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES

2.4.2.1 EVALUATION DU STRESS OXYDANT

Les mesures du stress ont été réalisées après exposition de plantules de blé aux concentrations des nanoparticules de ZnO pendant 7 jours.

2.4.2.2 DETERMINATION DE L'ACTIVITE DES ENZYMES ANTIOXYDANTS

L'extrait des racines fraîches de blé exposé aux nanoparticules a été utilisé, la méthode adoptée est celle de (Loggini, F. 1999).

2.4.2.3 DOSAGE DES PROTÉINES

Le dosage des protéines a été effectué selon la méthode Bradford (Bradford, 1976) la lecture s'effectue après réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tableau 01 : Gamme d'Étalonnage

Tube	1	2	3	4	5	6
Quantité de solution mère de BSA (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité de BSA (µl)	0	20	40	60	80	100

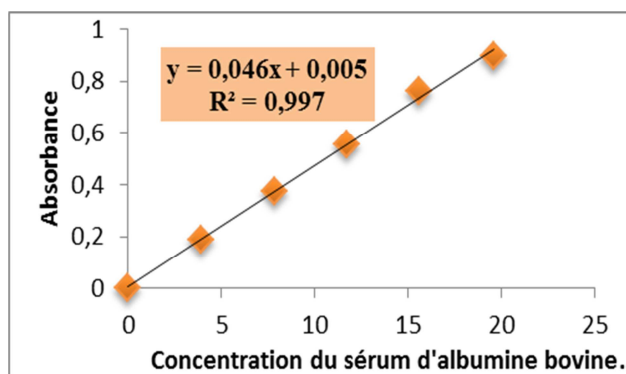


Figure 03 : Dosage des Protéines : droite de régression exprimant l'absorbance en fonction de la concentration du sérum d'albumine Bovine
(R^2 = Coefficient de régression)

2.4.2.4 DETERMINATION DE L'ACTIVITE DE L'ASCORBATE PEROXYDASE (APX).

L'Ascorbate Peroxydase catalyse la réaction suivante :



Le dosage par spectrophotométrie de l'activité Ascorbate Peroxydase (APX) est réalisé suivant le protocole adopté par Nakano et Azada, 1987. Le volume réactionnel est formé de 3 ml contenant :

Tableau 02: Protocole Utilisé pour le Dosage de l'Activité De l'Ascorbate Peroxydase (APX)

	Le volume réactionnel (μl)	Blanc (μl)
Tampon Phosphate NaK-ascorbate (50mM NaK..0.5mM Ascorbate , PH=7.2)	2850	2850
Extrait enzymatique	100	/
H ₂ O ₂ à 3% (juste avant la lecture)	50	50
Eau Distillé	/	100

L'étalonnage de l'appareil se fait en l'absence de l'extrait enzymatique.

L'absorbance a été mesurée par spectrophotomètre (JENWAY 6300), à 290 nm pendant 1min, pour un coefficient d'extinction molaire linéaire $\epsilon = 2800 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. L'activité de l'APX a été exprimée en n mol / min / mg de protéine.

2.4.2.5 DETERMINATION DE L'ACTIVITE DE LA CATALASE

La catalase est une enzyme cytosolique inductible dont la fonction est de protéger les systèmes biologique contre les espèces réactives de l'oxygène. Il s'agit d'une hémoprotéine tétramérique qui avec un atome de fer par sous unité, a une masse d'environ 240KDa (Vaughan, M., 1997).

Elle est présente dans toutes les cellules aérobies, elle catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène gazeux par dis mutation selon la réaction suivante :



L'absorbance a été mesurée par spectrophotomètre à 240 nm pendant 1min, pour un coefficient d'extinction molaire linéaire ($\epsilon = 39400 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) due à la consommation de H₂O₂ suivant la méthode (Cakmak, I et al 1991). La décroissance de l'absorbance est enregistrée pendant 02 minutes.

Le volume réactionnel est formé de 3 ml contenant:

Tableau03 : Protocole utilisé pour le dosage de l'activité de la Catalase

	Le volume réactionnel (μl)	Blanc (μl)
Tampon Phosphate (50mM, pH=7.2)	2850	2850
Extrait enzymatique	100	/
H ₂ O ₂ à 3% (juste avant la lecture)	50	50
Eau Distillé	/	100

La réaction est déclenchée par l'ajout d'eau oxygénée, l'activité catalase est exprimée en nmol/min/mg de protéines.

2.4.2.6 ANALYSE DES LIPOPEROXYDES MEMBRANAIRES : DOSAGE DE MALON DIALDEHYDE (MDA)

La peroxydation des lipides est estimée par l'évaluation de la teneur en Malon dialdéhyde (MDA) déterminée selon la méthode décrite par (Alia, K.V et al 1995)

L'homogénéisation du tissu végétal dans l'acide trichloracétique (TCA) 5% à raison de 3ml pour 300 mg de tissu est suivie d'une centrifugation pendant 15 mn à 12 000 g. Au surnageant est ajouté un volume égal d'acide Thio barbiturique (TBA) 0,5% dans le TCA 20%. Le mélange est chauffé dans un bain marie à 95°C pendant 30 min. Pendant cette incubation, un complexe se forme entre le TBA et les composés aldéhydiques, essentiellement le Malon dialdéhyde (MDA) : TBA-MDA. La réaction est arrêtée par un refroidissement immédiat dans un bain de glace.

Après centrifugation à 10 000 g pendant 10 min, le surnageant est récupéré pour un dosage colorimétrique des Lipoperoxydes.

Le dosage est effectué à l'aide d'un spectrophotomètre (JENWAY 6705). L'absorbance du complexe TBA-MDA est mesurée à 532 nm contre un blanc constitué de tampon d'extraction. La densité optique est corrigée par une lecture à 600 nm. La concentration de MDA est calculée en utilisant son coefficient d'extinction molaire ($\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

$$X = \frac{\Delta Do}{155} + \frac{Vt}{Vs} / \text{mg de protéines}$$

X : micromole de substrat hydrolysé par mg de protéines ($\mu\text{M}/\text{mg}$ de protéines)

ΔDo : Différence de la densité optique obtenue après hydrolyse du substrat.

155 : coefficient d'extinction molaire du TBA ($\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

Vs : Volume de surnageant utilisé pour le dosage : 31.5 (ml).

Vt : Volume totale dans la cuve : 3 ml

mg de protéine : Matière végétale fraîche (g).

3 ANALYSE STATISTIQUE DES RÉSULTATS.

L'analyse statistique des données réalisées dans la partie expérimentale, a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica (version 8; Stat Soft Inc, 2008) avec implication de risque $\alpha = 0,05$.

Pour cela le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer l'effet des différentes concentrations chez les variétés. Cette comparaison a été complétée par le test Z de Post Hook.

3.1 PARAMÈTRES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES

Tableau N° 4 : Comparaison des médianes des paramètres physiologiques et biochimiques analysés avec les 05 concentrations chez V1

Paramètres	H _{obs.}	ddl	P
Chlorophylle a	13,03	4	0,011 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïdes	13,50	4	0,009 S
CAT	7,76	4	0,101 NS
APX	9,63	4	0,047 S
MDA	11,73	4	0,019 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$)

Tableau N° 5: Comparaison des paramètres physiologiques et biochimiques analysé avec les cinq concentrations chez V2

Paramètres	H _{obs.}	ddl	p
Chlorophylle a	12,53	4	0,014 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïde	13,23	4	0,010 S
CAT	13,50	4	0,009 S
APX	8,23	4	0,08 NS
MDA	11,07	4	0,02 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$)

Tableau N° 06 : Comparaison des de la quantité des paramètres physiologiques et biochimiques analysé avec les cinq concentrations chez V3

Paramètres	H _{obs.}	ddl	p
Chlorophylle a	12,83	4	0,012 S
Chlorophylle b	12,83	4	0,012 S
Caroténoïde	12,90	4	0,012 S
CAT	12,17	4	0,016 S
APX	12,17	4	0,016 S
MDA	10,63	4	0,031 S

NB : s ($p \leq 0,05$) ; ns ($p \geq 0,05$)

- * Concernant les paramètres **physiologiques** la comparaison des médianes a révélé des **différences significatives** entre les témoins et les traitées chez les trois variétés pour les teneurs en **pigment assimilateurs**.
- * Par contre pour les paramètres **biochimiques** analysés à part l'accumulation du **MDA** chez l'ensemble des variétés, des différences non significatives entre **témoin** et **traitées** vis-à-vis de l'activité de la **CAT** et l'**APx** ont été remarquées au sein de certains lots de semences il s'agit surtout des semences **V1** et **V2**.

3.2 IMPACT DES NPs DU ZNO SUR LES PARAMÈTRES PHYSIOLOGIQUES DU BLÉ DUR

3.2.1 3.2.1. EFFET DES NANOPARTICULES DU ZNO SUR LES TENEURS EN PIGMENTS ASSIMILATEURS

3.2.1.1 TAUX DE CHLOROPHYLLE a

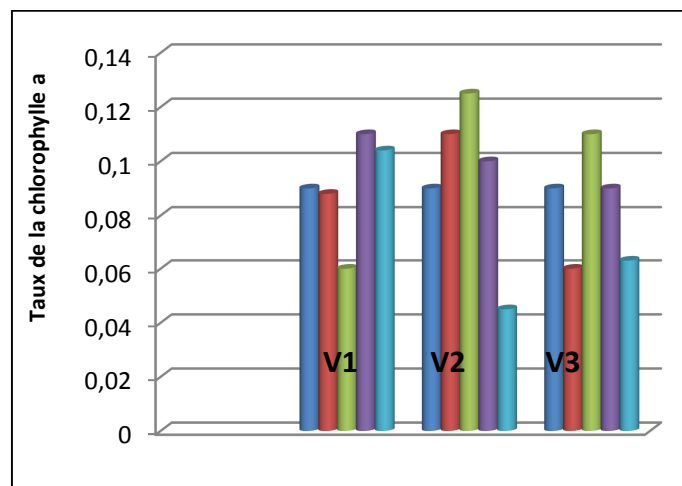


Figure04 : Effet des NPs du ZnO sur Le taux de la chlorophylle a mesuré chez les trois variétés exposées aux différentes concentrations

La figure 04 ; illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux de la chlorophylle a. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés **V1, V2 et V3**.

- Une **augmentation** appréciable du taux de **chlo a** enregistré aux concentrations intermédiaires (0,05mg/ml et 0,1mg/ml) des Nps. Et **diminution** de ce même taux à la forte concentration (**0,5 mg/ml.**) marquées chez **V2** et **V3**.
- En revanche chez **V1** l'**augmentation** du taux de **chlo a** même aux fortes concentrations des nanoparticules atteignant jusqu'à $0.12 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$.

3.2.1.2 TAUX DE CHLOROPHYLLE b

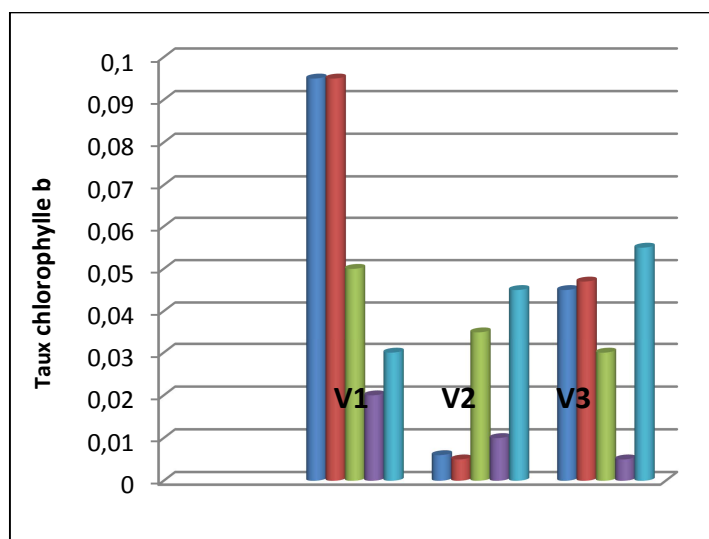


Figure 05: Effet des NPs du ZnO sur le taux de chlorophylle b chez trois variétés exposées aux différentes concentrations

La figure 05, présente l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux de la chlo b.

Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés V1, V2, V3.

Concernant V1 à l'exception de la **plus faible concentration** n'induisant aucun effet, **une chute du taux** de Chlo b a été enregistrée aux autres concentrations chez les variétés.

Surtout au niveau de la V2 où la concentration chute de $0,06 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ vers $0,002 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$.

3.2.1.3 TAUX DE CAROTÉNOÏDES

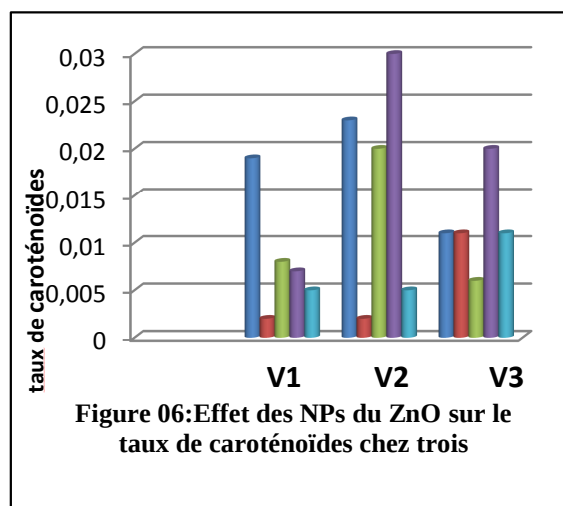


Figure 06: Effet des NPs du ZnO sur le taux de caroténoïdes chez trois

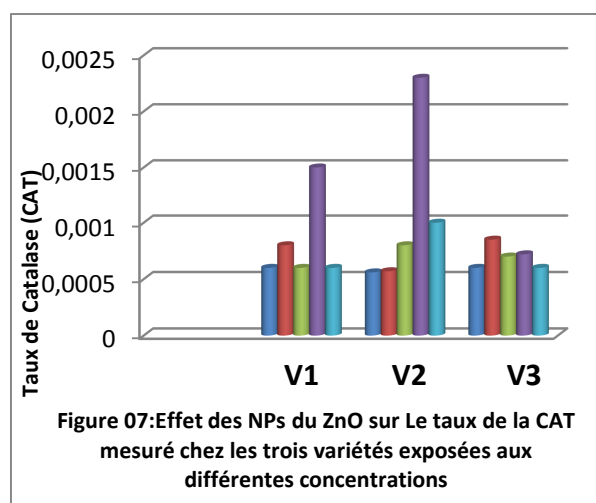


Figure 07: Effet des NPs du ZnO sur Le taux de la CAT mesuré chez les trois variétés exposées aux différentes concentrations

La figure 06, illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur le taux des caroténoïdes. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de trois variétés V1, V2, V3.

En général **diminution** du taux de caroténoïde après une exposition aux Nps de ZnO surtout à la **faible concentration** atteignant un taux de $0,002 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ par rapport au témoin $0,019 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$ au niveau de la **faible** concentration ($0,01 \text{mg/ml}$ du ZnO) chez V1 et V2, et **élévation** de ce même taux à la **concentration intermédiaire** $0,1 \text{mg/ml}$ chez V2 et V3.

3.3 IMPACT DES NPS DU ZNO SUR LES PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES DU BLÉ DUR

3.3.1 EFFET DES NANOPARTICULES DU ZNO SUR LES ACTIVITÉS ENZYMATIQUES

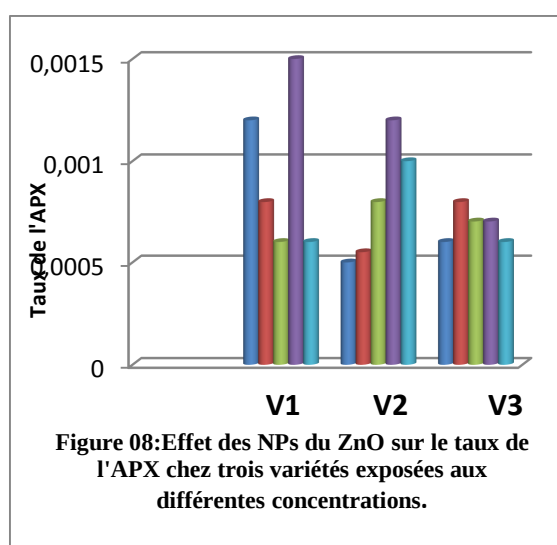
3.3.1.1 TAUX DE CATALASE (CAT)

La figure 07 ; présente l'effet des différentes concentrations des nanoparticules du ZnO sur l'activité de **CAT** mesuré chez trois variétés du blé dur.

Nous constatons que chez la variété **V1** existe des différences **non significatives** entre le témoin et les traitées, tandis que chez les variétés **V2, V3**, nous remarquons des différences significatives.

Concernant les résultats significatifs nous avons remarqué une **forte augmentation de l'activité de catalase** chez **V2** et **V3**, qui passe de 0,00052 nmol/min/mg au niveau du témoin à 0,0024 nmol/min/mg avec la concentration de **0,1mg/ml** des NPs chez la V2 ; De même l'activité de catalase de la V3 tend à augmenter à partir de la **faible concentration** de 0,01 mg/ml.

3.3.1.2 TAUX ASCORBATE PEROXYDASE (APX)

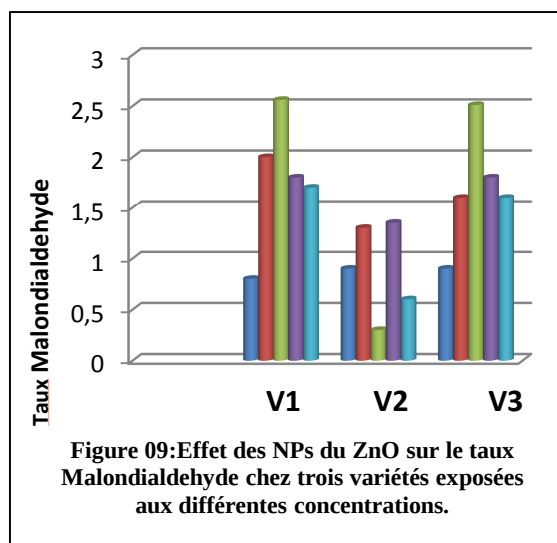


La figure 08 : illustre l'effet des nanoparticules du ZnO sur l'activité de l'Ascorbate Peroxydase. Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre les témoins et les quatre concentrations du ZnO au niveau de deux variétés **V1** et **V3** par contre chez **V2** nous avons enregistré **des différences non significatives** entre le témoin et les traités.

Chez **V3** l'activité de l'APX subi une **augmentation** surtout à la **faible concentration** (0.01mg/ml), où l'activité de l'enzyme passe de 0,0006 nmol/min/mg pour les témoins à 0,0083 nmol/min/mg.

En revanche chez V1 nous remarquons une **augmentation** de l'activité de l'APX uniquement au niveau de la **concentration** 0.1mg/ml.

3.3.1.3 TAUX DE MALON DIALDEHYDE (MDA)



La figure 09, présente l'effet des nanoparticules du ZnO sur la variation du taux de la Malon dialdéhyde (MDA) le principal produit de la peroxydation des lipides mesuré chez trois variétés du blé dur exposées à des concentrations différentes des NPs.

- Les résultats statistiques révèlent des différences significatives entre le témoin et les traitées au niveau de chaque variété. Nous constatons que le taux de MDA est augmenté, chez V1 aux différentes concentrations d'ailleurs nous avons enregistré une élévation passant de 0,85 nm/min/mg pour le témoin à 2,56 nm/min/mg pour une concentration de 0,05mg/ml des NPs.
- De la même façon pour V2 le taux de MDA tend à augmenter pour la plus faible concentration enregistré par rapport au témoin.

Chez V3 nous avons enregistré un taux de 0,89 nm/min/mg en absence des nanoparticules et une élévation atteignant 2,51 nm/min/mg lors de l'exposition à une concentration de 0,05mg/ml.

- En effet l'exposition du blé dur aux nanoparticules du ZnO avec des concentrations minimales (0,01mg/ml, 0,05mg/ml et 0,1mg/ml) provoque l'augmentation de MDA qui indique l'augmentation du mécanisme de la peroxydation lipidique.

4 DISCUSSION

Cette discussion a pour objectif de faire la synthèse des résultats obtenus.

- ✓ Les nanoparticules peuvent se retrouver dans tous les compartiments environnementaux (eau, sol, air). Par conséquent, l'ensemble des espèces de la chaîne alimentaire, peut être exposé aux nanoparticules (Angélique, S-D. 2008).
- ✓ L'impact des nanoparticules métallique est dû à leurs formes, d'autres études ont révélé que la toxicité des nano-objets était fonction de la taille ou de l'état d'agglomération (Simon-Deckers, A., et al 2009). Ainsi, les conditions expérimentales différentes peuvent également induire des résultats de toxicité différents (Simon-Deckers, A., et al 2009).
- ✓ D'autres études suggèrent un effet de la dissolution des nanoparticules, notamment pour les (Zhan, G. D.;et al 2003), la toxicité proviendrait de la libération des ions Zn^{2+} . Cette toxicité des nanoparticules métalliques à base de ZnO sera comparée à celle des ions Zn^{2+} apportés.
- ✓ Dans ce travail, nous avons étudié l'impact des nanoparticules de ZnO sur trois échantillons de variétés de blé dur (Boussallem GTA, Dur et Ouarsenis).
- ✓ Cette étude nous a permis de mettre en évidence les relations entre les concentrations des nanoparticules de ZnO et les effets qu'elles induisent.

4.1 IMPACT SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

- Concernant la **Chlo a**; les nanoparticules de ZnO, en général les **fortes concentrations** ont induit l'augmentation du taux de **chlo a** chez les trois variétés au contraire les faibles concentrations ont provoqué la **diminution** de ce même taux.
- Le taux de la **Chlo b** montre une **diminution** de ce pigment chez les trois variétés suite à une exposition aux nanoparticules de ZnO.
- la variation **du taux des Carot** chez les trois variétés suite à une exposition aux différentes concentration.de la même manière que pour les chlorophylles l'exposition à la **plus faible** concentration **0,01mg/ml** provoque une forte diminution du taux des Carot. Tandis que chez la V2 le taux des Carot tendent à augmenter au niveau de la concentration intermédiaire **0,1mg /ml**.
- Les caroténoïdes sont parmi les antioxydants non enzymatiques et **l'élévation** du taux de ces pigments indique que l'organisme (plantule de blé) subit un déséquilibre au niveau de la balance Red-Oxe (surproduction des espèces réactives à l'oxygène). Pour se fait le taux des Caroténoïdes est **augmenté** pour éliminer les ERO.

4.2 IMPACT SUR LES PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES

- Les résultats concernant les effets des nanoparticules ZnO sur l'activité de la catalase, montre **une légère augmentation** du taux de cette enzyme antioxydant mesuré chez les semences de deux variétés **V2 et V3** suite à une exposition aux concentrations de ZnO, à l'exception d'une seule concentration qui a induit une **très forte activité de cette enzyme**.
- Notre résultat sur la variation de **l'activité peroxydase** mesurée chez les semences de blé exposées aux nanoparticules de ZnO, est similaire à ceux de **(Hernandez-Viezcás, J.A.,et al 2011)**, qui ont déterminés une **augmentation** du taux de l'enzyme de la peroxydase chez **Velvet mesquite** à une concentration de 400mg/ml de ZnO. Par contre dans notre étude l'augmentation du taux de la peroxydase est enregistrée à partir de **faible concentrations** de 0,01mg/ml chez V3. Et à **0,1mg/ml** de ZnO chez les semences de V1. D'autre part aucun effet n'a été enregistré chez la variété V2.
- Concernant l'impact des nanoparticules de ZnO sur **le taux de MDA**, nous avons enregistré une **augmentation considérable** du taux de MDA surtout chez les semences de V1 aux différentes concentrations. Mais pour V2 et V3 nous avons constaté que l'augmentation a été provoquée par certaines **concentrations**. (Faibles et moyennes concentrations).

5 CONCLUSION

Le développement des nanotechnologies et de leurs utilisations, aura très certainement pour conséquence une **augmentation** de la concentration en nanoparticules dans l'air, l'eau et le sol. Ils pourront donc atteindre les écosystèmes.

A cet égard, nous nous sommes penchés sur l'étude de l'impact des nanoparticules du ZnO sur les végétaux qui sont un lien entre les trois compartiments air-sol-eau en raison de leur localisation à la base de la chaîne trophique. Il est donc essentiel de s'intéresser aux conséquences d'une contamination aux nanomatériaux sur ce chaînon.

Dans le cadre de cette contribution nous avons réalisé une étude toxicologique des nanoparticules de type ZnO sur **les semences de trois variétés de blé dur** (*Triticum turgidum* ssp. *durum*), (Boussalem V1 , Gtadur V2 et Ouarsenis V3), dont le but est l'évaluation de l'impact d'une série de concentrations des NPs de ZnO (**0,01, 0,05, 0,1, 0,5 mg/ml**) sur des paramètres physiologiques (pigments assimilateurs) et des paramètres biochimiques (CAT, APX, et MDA) à travers l'étude préliminaire de **l'impact des nanoparticules** de synthèse sur les paramètres physiologiques et les paramètres biochimiques du blé dur, nous avons abouti aux résultats suivants :

- Les teneurs en Chlorophylles a, b et Caroténoïdes ont subi des variations d'une variété à l'autre et en fonction des concentrations par **la diminution** du contenue en chlorophylle b un effet bénéfique a été remarqué par **l'augmentation** du contenue de chlorophylle a surtout à la forte concentration et en caroténoïdes aux concentrations intermédiaires.
- L'activité catalase (CAT) **varie différemment** d'un échantillon à l'autre, et se manifeste par **l'augmentation** de son activité chez les plantules de semences **V2 et V3** à partir de faibles concentrations des NPs testées. Chez les plantules de variété Boussallem aucune activité n'a été exercé par les NPs (pourrions-nous parler ici **d'un effet variétale** chez Boussallem?).
- Concernant l'activité APX des concentrations différentes en nanoparticules testées provoquent **l'augmentation** du taux de l'APX pour les plantules de deux lots de semences.

Les variétés exposées aux différentes concentrations des nanoparticules de ZnO ont subi une **élévation** du taux de Malondialdéhyde.

- A. Les résultats préliminaires de cette étude suggèrent que les nanoparticules de ZnO ont des **effets bénéfiques** à de faibles concentrations, une **augmentation** du contenu en chlorophylle a et l'expression de l'activité de l'enzyme antioxydant catalase et du MDA, et **des effets négatifs à de fortes concentrations** qui se manifestent par la **diminution** de la teneur en chlorophylles a et b), et la variation du taux de caroténoïdes et de l'activité de l'APx (**élévation /diminution, l'expression ou non**).
- B. Ces derniers résultats **signifient** que les nanoparticules de synthèse du ZnO améliore les paramètres physiologiques aux **faibles** concentrations et manifestent certaines activités anti oxydantes (enzymatique et non enzymatique) au contraire les **fortes** concentrations altèrent beaucoup ces mêmes paramètres.
- C. Il existe donc une **relation** entre les concentrations de nanoparticules appliquées et les réponses de lots de semences testées vis-à-vis des paramètres mesurés.

La variabilité entre les lots de semences indique une meilleure **tolérance** génotypique, **Exemple : La variété Boussallem a manifesté des réponses différentes vis-à-vis des autres variétés.**

REFERENCES

- [1] **Alia, K.V.S.K.** Prasad and PardhaSaradhi, P. (1995). Effect of zinc on free radicals and proline in Brassica and Cajanus. *Phytochemistry* 42 (1) : 45-47.
- [2] **Boonyanitipong, P.**, Kositsup. B, Kumar. P, Baruah.S, and Dutta.J (2011). Toxicity of ZnO and TiO₂ Nanoparticles on Germinating Rice Seed *Oryza sativa* L. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol. 1, No. 4:282-285 .
- [3] **Bouloudenine M., (2006).** Thèse de Doctorat en Physique des Semi-conducteurs, Université. Badji Mokhtar Annaba.- Algérie- P.134.
- [4] **Bradford, M.M. (1976)** A dye binding assay for protein. *Anal. Biochem.* 72 :248-254
- [5] **Cakmak, I.** and Horst, W.J. (1991). Effect of aluminum on lipid peroxidation, superoxidase dismutase, catalase and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). *Physiol. Plant*, 83: 463-468.
- [7] **Daniel J. Fiorino 2010:** Voluntary initiatives regulation and nanotechnology oversight: Charting a Path. P.56 :
- [8] [http // :www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org)
- [9] **Foltete, A-S, (2010).** Effets génotoxiques et systèmes de détoxification chez *Vicia faba* (Fabaceae) dans le cadre de l'évaluation des sols pollués. Thèse de doctorat en Ecotoxicologie, Biodiversité, Ecosystèmes. Laboratoire des Interactions Ecotoxicologie Biodiversité, Ecosystèmes. Université Paul Verlaine – Metz. 245p.
- [10] **Hernandez-Viezcás, J.A.,** Castillo-Michel, H., Servin, A.D., Peralta-Videa, J.R., Gardea Torresdey, J.L. (2011). Spectroscopic verification of zinc absorption and distribution in the desert plant *Prosopis juliflora*-velutia (velvet mesquite) treated with ZnO nanoparticles. *Chemical Engineering Journal*. Elsevier B.V 170: 346–352.
- [11] **Khodakovskaya, M.** , Dervishi, E., Mahmoud, M., Xu, Y., Li, Z.,(2009). "Carbon nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth", *ACS Nano*. 3: 3221-3227.
- [12] **Larue, C. (2011).** Impact de Nanoparticules de TiO₂ et de Nanotubes de Carbone sur les Végétaux. Thèse de doctorat. Spécialité : Eco toxicologie/Environnement .L'institut des Sciences et Industries.296p.
- [13] **Lin, D, Xing, B, (2007).** "Phytotoxicity of nanoparticles: Inhibition of seed germination and root growth", *Environ Pollut.* 150, 243 – 250.
- [14] **Loggini, F. (1999).** Effets de deux fongicides Artea et Punch nouvellement introduits en Algérie sur la physiologie et le métabolisme respiratoire du blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse de Magister de l'Université Badji Mokhtar de Annaba.
- [15] **Moran, R. (1982).** Formulas for determination of Chlorophyllous Pigments Extracted with N, NDimethylformamide. *Plant Physiology* 69(6): 1376-1381.
- [16] **Nakano Y. Azada K., 1987** -Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts: its inactivation in ascorbate depleted medium and reactivation by monodehydroascorbate radical. *Plant Cell Physiol* .28: 131-140
- [17] **Racuciu, M.,** Creanga, D. & Olteanu, Z. (2009). Water Based Magnetic Fluid Impact on Young Plants Growing. *Romanian Reports in Physics* 61(2): 259-268.

- [19] **Shaymurat. T**, JIANXIU GU, CHANGSHAN XU, ZHIKUN YANG, QING ZHAO, YUXUE L., (2011). Phytotoxic and genotoxic effects of ZnO nanoparticles on garlic.(*Allium sativum* L.): A morphological study. Centre for Advanced Optoelectronic Functional Materials Research, Northeast Normal University, Changchun, P. R. China, Early Online, *Nanotoxicology*: 1-8.
- [20] **SIMON-DECKERS Angélique (2008)**. Effet biologiques de nanoparticules manufacturées : Influence de leurs caractéristiques.
- [21] **SIMON-DECKERS Angélique. (2009)**, Loo, S., Mayne-L'HermSaite, M., Herlin-Boime, N., Menguy, N., Reynaud, C., Gouget, B. & Carriere, M. . Size-, Composition- and Shape-Dependent Toxicological Impact of Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes toward Bacteria. *Environmental Science & Technology* 43(21): 8423-8429.
- [22] **Vaughan, M., (1997)**. Oxidative modification of macromolecules mini reviews series. *J. Biol Chem*, pp. 272-1853.
- [23] **Yang, L., Watts, D. J.(2005)**. "Particle surface characteristics may play an important role in phytotoxicity of alumina nanoparticles", *Toxicology Letters*. 158, 122-132.

Sécurisation du crédit agricole au Bénin : une étude empirique sur le portefeuille-client de AgriFinance Parakou

[Securing of agricultural credit in Benin: an empirical study on the customer portfolio of AgriFinance Parakou]

Agbatchi Christian ODE¹, Afouda Jacob YABI¹, Djobo ALPHA², and François-Xavier BACHABI³

¹Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales, Parakou, Benin

²DEDRAS-ONG, AgriFinance, Parakou, Benin

³Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agricoles – Djougou (ENSTA-Dj), Université de Parakou, Djougou, Benin

Copyright © 2016 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: This article that discusses the security of agricultural credit in the department of Borgou in Benin was interested in AgriFinance 100 customers who have at least once default. This investigation carried out using a questionnaire, seeking to know the reasons for their failures to propose appropriate measures for securing agricultural credit in Benin. After investigation, it is noted that the factors of non-security may be endogenous or exogenous. Endogenous factors are related to the procedure for granting credit and exogenous factors from outside the structure. These factors are generally associated with products grown by the beneficiaries. Thus the prevailing risks in the agricultural sector in north Benin are economic risks, monitoring of climate risks, of bad faith in the repayment and natural hazards. To make operational agricultural credit and ensure the speaker followed by Micro Finance Institutions in the area, the state must provide its guarantee in financing agricultural activities. As for the Micro Finance Institutions, they must ensure the continuous monitoring of the beneficiaries to secure the farm income guarantee repayment of the credit.

KEYWORDS: Guarantee, products grown, AgriFinance, risk, farm income

RESUME: Le présent article qui aborde la sécurisation du crédit agricole dans le département du Borgou au Bénin, s'est intéressé à 100 clients de AgriFinance ayant fait au moins une fois défaut de paiement. Cette investigation conduite à l'aide d'un questionnaire, cherche à connaître les raisons de leurs échecs afin de proposer des mesures idoines pour sécuriser le crédit agricole au Bénin.

Au terme des investigations, on note que les facteurs de l'insécurité peuvent être endogènes ou exogènes. Les facteurs endogènes sont liés à la procédure d'octroi de crédit et les facteurs exogènes proviennent de l'extérieur de la structure. Ces derniers facteurs sont généralement liés aux produits cultivés par les bénéficiaires et le marché. Ainsi les risques dominants dans le secteur agricole au nord Bénin sont des risques économiques, suivi des risques climatiques, de la mauvaise foi dans le remboursement et des risques naturels.

Pour rendre opérationnel le crédit agricole et assurer la suivie des Institutions de Micro Finance intervenant dans le domaine, l'Etat doit apporter sa garantie dans le financement des activités agricoles. Quant aux Institutions de la Micro Finance, elles doivent veiller au suivi permanent des bénéficiaires afin de sécuriser le revenu agricole et garantir le remboursement du crédit.

MOTS-CLEFS: Garantie, Produits cultivés, AgriFinance, Risque, Revenu agricole.

1 INTRODUCTION

Le crédit joue un rôle très déterminant dans le circuit économique de chaque pays. Il permet une facilitation des échanges et accélèrent la croissance économique. Selon [1], une augmentation du crédit de 1% entraîne (toutes choses égales par ailleurs) un accroissement de 0,6% du PIB. Dans le même ordre d'idée, [2] montre que le crédit agricole est un facteur de développement potentiel ; il est par nature créateur de richesse. En plus [3] et [4], confirment que le crédit agricole est un facteur d'accroissement de la production. Les agents bénéficiaires sont les plus souvent les petits commerçants, les producteurs, les éleveurs,... Les offreurs traditionnels sont des banques et les grandes institutions financières. Ces institutions octroient de crédits aux clients ayant une capacité de remboursement élevée, c'est-à-dire qui peuvent donner une garantie ou qui exercent une activité économique à revenu élevé, pour limiter la perte en cas de défaillance. De même, l'accès aux crédits est précédé d'une procédure longue et complexe, ce qui rend le crédit plus coûteux et inaccessible à la couche sociale à revenu modique. Cette couche de la population est souvent rationnée sur le marché monétaire. C'est ainsi qu'en 1976 à Bangladesh, le microcrédit a tiré sa légitimité et l'argent est prêté aux pauvres sans garantie pour l'achat des petits matériels agricoles. Trois décennies après, les micros finances sont devenues vulgaires et comptent 2500 institutions dans le monde entier, servant au moins 25000 clients chacun [5]. L'une des spécificités de cette institution est l'octroi de crédit aux plus pauvres. Ces pauvres sont plus nombreuses dans les zones rurales au Bénin qu'en milieu urbain et pratiquent en majorité l'activité agricole. Si le crédit agricole serait donc octroyé à cette population rurale pratiquant l'agriculture, il y aurait une expression abondante des besoins de financement. Face à ces besoins de financement, l'offre de crédit est limitée en volume et dans l'espace : toutes les zones rurales sont loin de pouvoir bénéficier d'un accès au crédit. Cette offre de crédit se concentre sur certaines filières agricoles et bénéficie principalement aux exploitations agricoles moyennes ou grandes, au détriment d'un grand nombre de familles pauvres en milieu rural. Ce gap important entre la demande et l'offre de crédit pourrait être expliqué aussi par la difficulté de sécurisation du crédit. En d'autres termes, l'activité agricole en Afrique sub-saharienne serait trop risquée et, en l'absence d'instruments permettant de se couvrir en partie face à ces risques, les institutions financières (IMF) seraient peu incitées à étendre leur portefeuille de crédit agricole. AgriFinance, une des IMF du Bénin, a accepté d'intervenir dans le secteur agricole (car est légitime en interrogeant la genèse de la micro finance) tout en visant la maximisation du profit ou minimisation des coûts de production, sous contrainte de la satisfaction de la clientèle. Dans la poursuite de cet objectif, AgriFinance a perpétuellement chercher les produits adaptés à ses clients qui sont majoritairement les pauvres et dont l'activité principale est l'agriculture. Ainsi depuis 2007, elle a mis en place officiellement le crédit agricole. Face aux risques divers qui minent les activités agricoles fortement dépendantes de plusieurs aléas, la question de la sécurisation du crédit agricole s'avère impérieuse. C'est ainsi que le présent article se donne comme objectif de déterminer les risques liés à l'activité agricole afin d'explorer les moyens de couverture. Ce thème est abordé dans le passé par plusieurs auteurs dont [6] au Sénégal, [7] en France et [8] en Australie. La particularité de ce papier est le lien qu'il établit entre les divers risques d'une part. D'autre part, il cherche à identifier les risques qui influencent chaque culture financée par les IMF. Le papier aborde en sa section 2 la clarification conceptuelle, en section 3 la méthodologie de recherche avant la présentation et l'interprétation des résultats dans la section 4. La section 5 discutera les résultats suivie de la section 6 qui à son tour, exposera quelques suggestions avant de conclure.

2 CLARIFICATION CONCEPTUELLE

2.1 LA MICRO FINANCE

La micro finance est l'activité exercée par les institutions de micro finance (IMF) ou systèmes de financement décentralisés (SFD). Celles-ci représentent un sous-groupe particulier d'institutions financières comprenant les institutions d'épargne et/ou de crédit créées par ou pour les populations à la base dans le but d'assurer leur autopromotion économique et sociale, avec ou sans le soutien technique et/ou financier des pouvoirs publics et des partenaires au développement. Elles se distinguent essentiellement des banques et établissements financiers par la nature de leurs ressources et de leur clientèle, la souplesse de leurs conditions de fonctionnement ainsi que leurs proximités géographique et sociale de leur clientèle [9]. Les produits de micro finance offerts par les IMF sont diversifiés. Il s'agit du microcrédit, des services de la petite épargne de proximité, la micro assurance, l'initiation à la gestion élémentaire, etc. Les activités de formation élémentaire intégrées aux activités de micro finance visent à amplifier les impacts du microcrédit offert à une clientèle non seulement démunie en capital financier, mais également en capital humain. C'est pourquoi, une distinction doit être faite entre la micro finance considérée comme un paquet de services offerts aux populations pauvres et/ou à faible revenu et le microcrédit qui ne représente qu'un service particulier : le prêt d'argent.

2.2 CRÉDIT AGRICOLE

C'est un crédit accordé aux acteurs du secteur agricole pour le développement de leurs activités. Ce crédit est accordé aux producteurs de divers produits agricoles (soja, igname et anacarde dans le cas de AgriFinance). En plus, les acteurs de l'élevage et de la pêche bénéficient de ce crédit pour le développement de leurs activités. On retrouve aussi dans le groupe des bénéficiaires, les petits transformateurs des produits agricoles et autres micro entrepreneurs. Ce crédit peut être alloué individuellement comme en de petit groupement socio économique solidaire.

2.3 RISQUE

Le risque est la perte de valeur liée à une activité ou à un portefeuille. Sa gestion est une fonction permanente des institutions financières. Selon [10], le risque de crédit se définit comme la probabilité de pertes consécutives au défaut d'un emprunteur face à ses obligations ou à la détérioration de sa solidité financière. Il existe plusieurs types de risque : le risque de taux, le risque de défaut, le risque naturel, risque opérationnel, le risque de liquidité,....qui sont d'ordre financier.

Pour les crédits agricoles, on note généralement :

- ✓ Les risques environnementaux qui sont composés des risques climatiques, endémiques et épidémiques. Les risques climatiques sont variés et les deux extrêmes que sont les déficits de la pluviométrie et les inondations ont des effets néfastes sur le remboursement de crédits contractés par les agriculteurs. Les risques endémiques et épidémiques sont ceux qui affectent les populations ou qui ravagent les cheptels (c'est l'exemple de la grippe porcine au Bénin en 2009). Pendant cette période, le revenu des populations victimes baisse.
- ✓ Les risques politiques sont liés à l'environnement légal et réglementaire (l'inexistence d'une loi d'orientation agricole, l'absence de loi sur le foncier,...) ou les risques liés aux troubles sociaux (les guerres civiles) peuvent compromettre le remboursement des crédits.
- ✓ Les risques économiques restent fortement liés au marché et au prix. Ces risques sont souvent causés par l'élimination progressive des organismes publics de commercialisation dans de nombreux pays, ce qui expose les petits agriculteurs à des risques de prix beaucoup plus grands ; le processus décisionnel dans le domaine agricole est instable et les agriculteurs n'exercent aucun contrôle en la matière. En plus, on souligne le fait que le marché des produits agricoles est imparfait et la concurrence croissante sur les marchés internationaux. On note aussi le risque de qualité des produits offerts.
- ✓ Les risques financiers liés au calendrier de récoltes et du retour de fonds : Ce poste enregistre le risque d'impayé, risque de liquidité, risque de change, ...
- ✓ Les risques institutionnels liés au non respect des itinéraires techniques de production : Ces risques subviennent si les institutions en charge de suivi ne jouent pas leur rôle ou si les agriculteurs ne respectent pas les techniques de labour, de sarclage, d'utilisation d'engrais et autres, ce qui peut baisser le rendement et affecter la solvabilité du producteur emprunteur.

Il faut noter que le risque fréquent dans AgriFinance et sur lequel on va mettre d'accent dans ce thème est **le risque d'impayé**, c'est-à-dire la probabilité du non remboursement intégral du crédit obtenu.

2.4 SÉCURISATION DU CRÉDIT

La sécurisation est l'art de prévenir l'arrivée d'une perte de valeur, le fait de diminuer les dangers ou les risques liés à un actif. La sécurité est définie comme l'ensemble des mesures de prévention et de réaction mises en œuvre pour faire face à une situation d'exposition au risque. Sécuriser donc un crédit, c'est le prémunir contre le risque de non remboursement. La sécurisation du crédit consiste dans cette étude à minimiser le risque d'impayé afin de garantir la rentabilité du portefeuille. De manière générale, la sécurisation du crédit peut être abordée sous deux optiques : l'optique des prêteurs et celle des producteurs agricoles (emprunteurs).

Du point de vue des prêteurs, on retrouve les gammes classiques de sécurité qui peuvent être mises en œuvre par les institutions financières et celles qui nécessitent l'engagement d'institutions tierces (entreprises agro-industrielles, organismes stockeurs, pouvoirs publics). On trouve aussi des pratiques visant à mieux coordonner le fonctionnement de plusieurs IMF intervenant dans la même zone mais aussi des outils et des méthodes pour améliorer le fonctionnement et la performance des IMF. Tous ces outils concourent à couvrir le risque pris par les institutions financières mais répercutent en général ce risque sur les producteurs agricoles ou sur des institutions tierces. Ils constituent donc des outils satisfaisant pour les IMF mais ne sont pas de nature à résoudre en profondeur la question de la sécurisation du crédit qui repose principalement sur l'insécurité des revenus en milieu rural.

Du point de vue des emprunteurs, c'est-à-dire les exploitants agricoles, le problème est tout autre. L'efficacité des outils de sécurisation du crédit mis en place par les IMF peut entraîner des situations d'impayés, voire dans certaines situations, de faillites avec vente de terres. Pour les exploitants agricoles, le vrai problème est la question de la sécurisation des revenus. Face à des aléas multiples, des outils et des mécanismes peuvent être mis en place (assurance santé et décès, assurances agricoles, mécanismes de stabilisation des marchés agricoles,...) si tant est que les gouvernements et la communauté internationale jugent important de maintenir et de développer une activité agricole dans les zones rurales des pays en développement.

3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

La méthodologie de cette étude se présente en deux phases. La première présente le cadre de l'étude et la deuxième la méthode d'analyse.

3.1 PRÉSENTATION DU CADRE DE L'ÉTUDE

AgriFinance est une des institutions financières du Bénin. Elle est un service rattaché à DEDRAS-ONG¹. Elle a son siège à Parakou et étend ses activités dans tout le septentrion. Elle offre divers services à la population béninoise des départements du Borgou, de l'Alibori, de l'Atacora, de la Donga, du Zou et des Collines. Pour cette étude, on s'est intéressé au portefeuille du crédit agricole des départements du Borgou. Ce département compte huit (08) communes². Il faut noter que cette institution est soumise à la loi PARMEC³. Elle fonctionne comme une ONG et offre divers produits notamment agricoles.

3.2 MÉTHODE D'ANALYSE

Dans un premier temps, une pré-enquête a permis de mieux structurer le questionnaire d'enquête. Ainsi, les données collectées à l'aide du questionnaire ont diverses natures. Elles ont trait essentiellement aux produits cultivés, au montant des impayés, aux raisons de défaut, à la garantie donnée par le client, à l'échéance, au montant de crédit, à l'âge du bénéficiaire, appartenance à un groupement, le niveau de l'étude, le genre et les raisons du défaut. En plus, un entretien avec les responsables de AgriFinance était nécessaire pour mieux cerner le fonctionnement de l'IMF et les facteurs endogènes du défaut de remboursement. Il faut noter que la consultation des rapports d'étude et des articles publiés a précédé ces phases. Cette revue documentaire a fourni des informations utiles à l'élaboration du questionnaire et du guide d'entretien.

3.2.1 LA TECHNIQUE DE COLLECTE

L'échantillonnage est la technique privilégiée pour la collecte des données utilisées dans le cadre de cette étude. Cette technique statistique consiste à subdiviser une population initiale appelée population mère en des petits groupes représentatifs. Pour cette étude, la population mère est composée de tous les clients de AgriFinance du Borgou bénéficiaires du crédit agricole et ayant fait défaut. Le questionnaire est à cet effet adressé à 104 individus de la population mère, toutes communes confondues. L'unité statistique est donc tout bénéficiaire du crédit agricole près d'AgriFinance dans les départements du Borgou et ayant fait défaut. De façon aléatoire, 13 individus sont tirés par commune. Avant le traitement des informations, 04 questionnaires sont annulés à cause du contenu peu juste. 100 questionnaires sont donc utilisés après le dépouillement.

3.2.2 TECHNIQUE D'ANALYSE

Après dépouillement, les données sont compilées dans les tableaux Excel pour le calcul des fréquences à l'aide du logiciel STATA 11. Ensuite, ces résultats sont transférés dans Mintab.14 pour d'autres tests statistiques. Ces mêmes tableaux servent de base pour le calcul des coefficients de corrélation et une représentation graphique par l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

¹ DEDRAS-ONG : Organisation pour le Développement Durable, le Renforcement et l'Autopromotion des Structures Communautaires

² Parakou, N'dali, Pèrèrè, Kalalé, Tchaourou, Bembèrèkè, Sinendé et Nikki.

³ Projet d'Appui à la Réglementation des Mutuelles d'Épargne et de Crédit

Le coefficient de corrélation est calculé par la formule suivante :

$$R = \frac{\text{cov}(x,y)}{\delta_x \delta_y} \quad \text{avec} \quad \text{Cov}(x,y) = \frac{1}{N} \sum x_i y_i - \bar{x} \bar{y} ; \delta \text{ est l'écart type}$$

N= taille de l'échantillon.

Selon [11], la Méthode d'Analyse Factorielle des Correspondances est plus adaptée au traitement des questionnaires, à l'exploitation des enquêtes lorsque toutes les variables sont qualitatives, ou que l'on a transformé les variables quantitatives en variables qualitatives ordinales. Il apparaît comme une méthode très souple.

Il distingue :

- l'analyse factorielle des correspondances simple (AFC) qui s'applique à deux variables qualitatives (nominales). Elle permet de positionner sur un graphique les modalités de deux variables.
- l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) généralise l'AFC à un nombre quelconque de variables et permet donc de représenter sur le même graphique les modalités de plus de deux variables. Comme pour l'ACP, le but de ces analyses est de dégager des informations contenues dans les variables considérées, pour faciliter l'interprétation de tableaux pas toujours lisibles au départ. Les graphiques d'analyse des correspondances affichent donc des modalités de deux variables.

L'AFCM quant à elle, part d'un tableau disjonctif complet (encore appelé tableau de Burt), qui présente par exemple en lignes, les individus et en colonnes des caractéristiques. Les cases d'intersection comportent la valeur 1 si l'individu présente des caractéristiques et 0 dans les autres cas. Comme en ACP, les deux premiers axes fournissent une partie généralement importante de l'information contenue dans le tableau initial (l'axe horizontal étant, par convention, le plus significatif). Elle est donc une méthode descriptive permettant de visualiser sur deux axes principaux les résultats. Ces méthodes appliquées aux données de AgriFinance ont donné les résultats ci-après.

4 RÉSULTATS

4.1 RÉSULTATS DESCRIPTIF DE L'ÉCHANTILLON

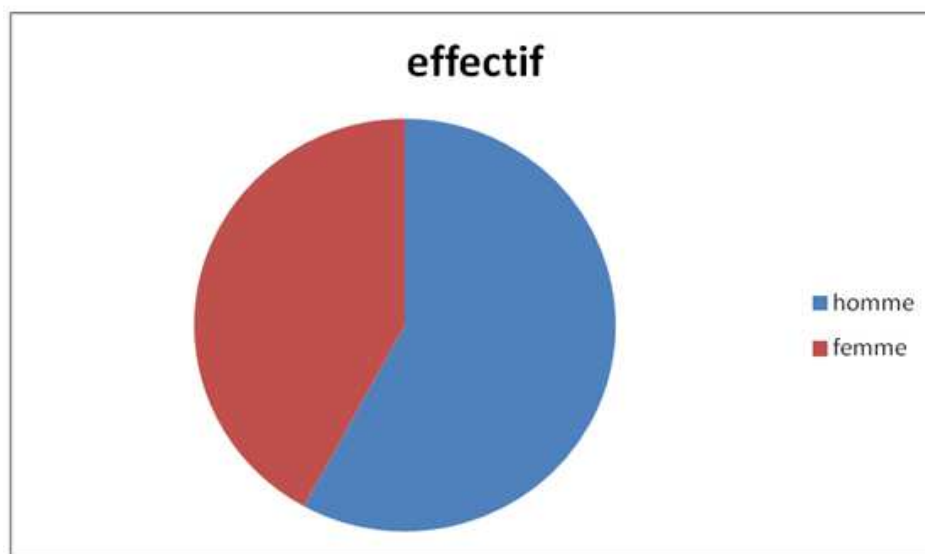


Figure 1 : Répartition des enquêtés par sexe

Source : Réalisé par l'auteur sous Excel à partir des données d'enquête

Le diagramme révèle que 28% de la population enquêtée sont des femmes et 72% des hommes. Il faut noter que la population mère est constituée des clients bénéficiaires des crédits agricoles de AgriFinance ayant fait au moins une fois défaut.

- Les produits cultivés déclarés par les individus

Tableau 1 : Les produits cultivés par sexe

Produits sexe	Soja	Anacarde	Igname	Total
Masculin	38	24	10	72
Féminin	13	13	02	28
Total	51	37	12	100

Source : Enquête de terrain, juillet 2013.

Le tableau 1 révèle que 51% des individus de l'échantillon bénéficiaires du crédit agricole à AgriFinance cultivent du soja, 37% d'anacarde et les 12% restant de l'igname. On note que 2% de femmes cultivent de l'igname, 13% de l'anacarde et le reste des femmes du soja.

- Les causes des impayés

De nos recherches documentaires, il ressort que les impayés sont causés par la sécheresse, la pluviométrie, la maladie, l'humidité, la température, l'échéance du crédit, le montant du crédit, niveau d'étude, l'âge du client, la garantie,...

Nos investigations sur le terrain ont montré que les causes de quelques impayés notés au niveau de AgriFinance est dû soit à la fluctuation des prix sur le marché, la sécheresse, la mauvaise foi, la pluviométrie, les inondations, la maladie et le décès. La cause la plus fréquente chez les enquêtés est la cause économique. Il s'agit de la fluctuation du prix, la qualité du produit, fluctuation de la quantité produite, le coût des intrants. L'âge des clients de AgriFinance bénéficiaires du crédit agricole est compris entre 18 et 50 ans. Ces clients ont tous le niveau primaire et ne fournissent aucune garantie matérielle, ni financière. La garantie du groupe est la seule fournie et le crédit est octroyé par groupe.

- L'échéance du crédit

L'échéance du crédit varie entre 08 et 12 mois. Pour les cas collectés sur le terrain, les producteurs du soja bénéficient d'une échéance de crédit de 08 mois, 10 mois pour les producteurs d'anacarde puis 12 mois pour les producteurs de l'igname. Selon les responsables de AgriFinance, la différence de ces échéances s'explique par la différence du cycle de production de chaque produit. Il faut noter que le taux d'intérêt est le même par mois pour tous les clients bénéficiaires du crédit agricole de AgriFinance.

- Le montant du crédit

En nous inspirant des archives de AgriFinance et de l'enquête de terrain, le crédit alloué à chaque client varie de 30 000 FCFA à 100 000 FCFA, sauf le cas d'un responsable de groupement qui a pris 5 000 000 FCFA. Comme c'est d'ailleurs le cas dans tous les IMF, les clients commencent à partir de 30 000 FCFA et évoluent pour atteindre le maximum de 100 000 FCFA. La moyenne du montant du crédit de l'échantillon est de 113265 FCFA, avec un maximum de 5 000 000 et un minimum de 30 000 FCFA.

- Le montant des impayés

Rappelons que les impayés ici sont perçus comme les écarts de remboursement, car après le délai de remboursement, le groupe au nom de la solidarité rembourse. Pour les individus questionnés, l'écart souligné est inférieur ou égal à 30 jours. Le montant de ces impayés varie entre le minimum et le maximum du montant des crédits octroyés.

Les clients de mauvaise foi ne font aucun effort de remboursement. La plupart de ces clients sont les débutants. Ces derniers finissent par céder après un long moment de pression qui ne dépasse pas 30 jours. La moyenne des impayés est de 20416, avec un minimum de 1 000 FCFA et un maximum de 1 000 000 FCFA.

Tableau 2 : Fréquence des impayés et montant de crédit

Montant Credit impayés	[30000 ; 45000[	[45000 ; 60000[	[60000 ; 75000[	[75000 ; 90000[	[90000 ; + [	Total
] 0 ; 10000[	11	21	15	08	12	67
[10000 ; 20000[	00	06	10	04	01	21
[20000 ; 30000[	00	00	00	02	01	03
[30000 ; 40000[	04	00	01	00	00	05
[40000 ; + [	00	00	00	00	04	04
Total	15	27	26	14	18	100

Source : Réalisé par l'auteur sous STATA 11 à partir des données de l'enquête, juillet 2013.

Le tableau 2 croise les montants des impayés et ceux des crédits octroyés. Sur l'horizontale, le montant des crédits octroyés sont classés par amplitude de 15 000 avec un minimum de 30 000 et sur la verticale, le montant des impayés par amplitude de 10 000.

Le tableau révèle que 15% de ceux qui ont fait défaut ont obtenu 30 000 à 45 000 FCFA de crédit, 27% ont obtenu entre 45 000 et 60 000, 26% ont obtenu entre 60 000 et 75 000, 14% entre 75 000 et 90 000 et les 18% restant ont obtenu plus de 90 000 FCFA. Pour cette série, la classe modale est [45 000, 60 000[. La lecture verticale du tableau montre que 67% des individus de l'échantillon ont un impayé compris entre 0 à 10 000 FCFA. Ce même tableau révèle que 21% des individus de l'échantillon ont un impayé de 10 000 à 20 000, 3% ont un impayé de 20 000 à 30 000, 5% ont un impayé de 30 000 à 40 000 et les 4% ont un impayé de plus de 40 000 FCFA.

- Présentation des résultats relatifs aux coefficients de corrélation

Tableau 3 : Matrice de corrélation des variables

	Impays	Mtantcredit	Chance	Produits	Causes	Sexe
Impays	1.000	0.9923 (0.0000)	0.0667 (0.0341)	0.1283 (0.0153)	0.6916 (0.0435)	0.0303 (0.043)
Mtantcredit	0.9923 (0.0000)	1.0000	0.0570 (0.4328)	0.1263 (0.0176)	0.3735 (0.087)	0.0679 (0.0123)
Chance	0.0667 (0.0341)	0.0570 (0.4328)	1.0000	0.6790 (0.0781)	-0.0917 (0.0342)	0.0026 (0.987)
Produits	0.1283 (0.0153)	0.1263 (0.0176)	0.6790 (0.0781)	1.0000	-0.1398 (0.0537)	-0.0941 (0.063)
Causes	0.6916 (0.0435)	0.3735 (0.087)	-0.0917 (0.0342)	-0.1398 (0.0537)	1.0000	0.0766 (0.348)
Sexe	0.0303 (0.043)	0.0679 (0.0123)	0.0026 (0.987)	-0.0941 (0.063)	0.0766 (0.348)	1.0000

() : Indique la probabilité de Chi-deux.

Source : réalisé par l'auteur sous STATA 11 à partir des résultats d'enquête, juillet 2013.

Le tableau 2 montre que la variation entre le montant d'impayé et le montant de crédit accordé est positive. Cette variation est de 0.9923. La probabilité de Chi-deux est de 0.0000, ce qui est inférieure à 1%. Il y a donc une corrélation positive et significative entre le montant des impayés et le montant de crédit accordé aux clients de AgriFinance. Ce même tableau relève des relations négatives et faibles entre l'échéance du crédit et les causes du défaut (-0.0917) ; entre les causes de défaut et les produits cultivés par les producteurs (-0.1398) et entre le sexe du producteur et les cultures. De même, le tableau révèle que le montant des impayés est positivement lié aux causes spécifiées. Son coefficient est de 69.16%. Entre le produit et l'échéance, le coefficient de corrélation est de 67,90. Le risque d'impayé est expliqué à 69,16% par les causes (économiques, climatiques, naturels,...).

- Présentation des résultats relatifs aux fréquences des risques

Tableau 4 : La fréquence des causes de défauts

Causes	proportion	Std. Err.	[95% conf. interval]
1= économiques	0.63	0.0485237	[0.5337185; 0.7262815]
2= mauvaise foi	0.15	0.035887	[0.0787924 ; 0.2212076]
3= sécheresse	0.08	0.027266	[0.0258984; 0.1341016]
4= pluviométrie	0.06	0.0238683	[0.0126401; 0.1073599]
5= inondation	0.05	0.0219043	[0.0065371; 0.0934629]
6= maladie	0.02	0.0140705	[-0.0079190; 0.047919]
7= décès	0.01	0.01	[-0.0098422; 0.0298422]

Source : Réalisé par l'auteur sous STATA 11 à partir des données de l'enquête, juillet 2013.

Le tableau 3 montre la fréquence d'apparition des différentes causes de l'impayé au sein de l'échantillon. Il ressort de la lecture de ce tableau que les risques économiques (qualité du produit, le prix du produit, les quantités offerte et demandée) sont plus fréquentes (63%) au sein de l'échantillon choisi. Cette cause fréquente est suivie de la mauvaise foi des individus qui confondent tout crédit aux Micro Crédits aux Plus Pauvres (MCP)⁴ et qui se fixent l'objectif de ne pas rembourser (15%), de la sécheresse (8%), de la pluviométrie (6%), des inondations (5%), de la maladie 2% et du décès (1%).

4.2 RESULTAT RELATIF A L'ANALYSE FACTORIELLE

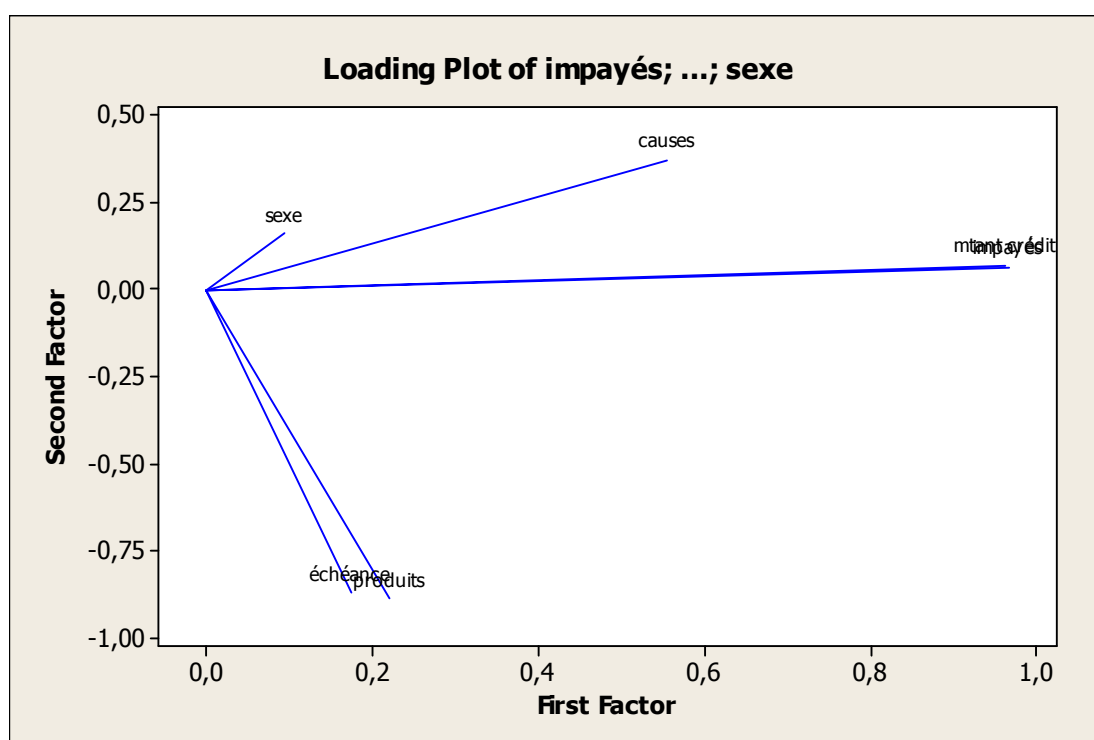


Figure2 : Analyse factorielle des variables d'étude

Source : Réalisé par l'auteur sous Mintab 14 à partir des données d'enquête, juillet 2013.

⁴ Crédit offert par l'Etat béninois pour soutenir la population et surtout les femmes dans les petites activités génératrices de revenus.

La figure 2 montre les variations simultanées des variables d'étude que sont le sexe, le montant de crédit, le montant des impayés, les causes du défaut, l'échéance et les produits cultivés par les producteurs. Le premier facteur de cette représentation est expliqué par les montants du crédit et des impayés. Les autres variables contribuent plus au second facteur de la représentation. Ainsi, le montant des impayés et du crédit ont des coordonnées fortes sur le facteur 1 et faibles sur le facteur deux. Cela se justifie par leurs positionnements à l'extrémité du cadran de représentation du premier facteur. Les causes et le sexe croissent dans le même sens, mais la corrélation entre causes de défaut, montant du crédit et montant de l'impayé est moins forte que celle existante entre le sexe et ces deux dernières variables. Le sexe influence donc fortement l'activité de crédit de l'IMF et le risque de défaut du client de AgriFinance. En plus, on constate que les montants du crédit accordé et l'impayé sont près que confondus en passant d'un point à un autre, cela explique une forte relation entre ces deux variables. L'échéance et les produits évoluent dans le sens négatif.

4.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats de l'étude montrent que le pouvoir explicatif des variables considérées pour expliquer les impayés est égal à $98,69\% > 50\%$ ($R^2 = 0.9869$ et $R^2 \text{ Adj} = 0.9862$). Les résultats de l'étude sont validés. La figure 1 montrant la répartition des individus de l'échantillon (individus ayant fait défaut), révèle que 72% des individus sont des hommes et 28% des femmes. Le défaut est donc fréquent chez l'homme que chez la femme. Cela peut s'expliquer par le fait que l'homme est plus hardi dans ses actions. Il peut donc choisir volontairement faire défaut. Pour cette étude, il y a 13/15 des hommes parmi ceux qui ont fait défaut pour cause de mauvaise foi. En plus, la femme pratique souvent plusieurs activités à la fois. Elle utilise donc en cas de nécessité les ressources des unes pour compenser le reste. La femme peut donc se servir des bénéfices de ces activités génératrices de revenus pour faire face à ses exigences vis-à-vis d'une IMF à l'échéance. Pour cet échantillon, la matrice de corrélation montre que le coefficient de corrélation est positif entre le sexe et les impayés. Ce résultat est corroboré par le résultat de l'AFC à travers la figure 2 qui affiche une corrélation positive entre le montant des impayés et le sexe des bénéficiaires. Ce résultat est conforme à ceux de [12] et de [13], qui affirment que les IMF font plus confiance aux femmes qu'aux hommes.

Le coefficient de corrélation entre le montant des impayés et le montant de crédit accordé est de 0,9923 et significatif au seuil de 1% ($\text{Prob} = 0.0000 < 1\%$). Il ressort de l'analyse de ce coefficient que le montant des impayés augmente de 0.9923% suite à une augmentation de 1% du montant de crédit. Plus le montant de crédit est élevé, plus le montant de l'impayé est élevé. Il apparaît donc que la probabilité de faire défaut si un des risques spécifié subvient est élevée. La chute de ces individus qui sont des clients potentiels de AgriFinance influencerait la rentabilité du portefeuille de crédit agricole de la structure. Cette relation est visible à travers la figure 2 issue de l'AFC. Sur cette figure, on observe une évolution simultanée des montants des impayés et des crédits octroyés. Cette même figure montre une relation positive et faible entre montants de crédits et impayés puis les produits cultivés par le producteur. L'interprétation de cette relation révèle que l'IMF tient plus compte de la superficie emblavée, des besoins du producteur et des rendements historiques des produits sans penser aux éventuels risques liés à chaque produit.

On note que 63% des défauts de paiement dans AgriFinance sont dus aux risques économiques. Ce risque est resté essentiellement pour les individus de notre échantillon, le risque de prix et de la qualité de produit qui conduit à la mévente pour des produits comme l'anacarde et la baisse de prix pour les autres. De même, les risques climatiques apparaissent au second rang avec une proportion de 19% suivis de la mauvaise foi (15%) et des risques naturels souvent rares (03%). Il faut noter qu'il y a une corrélation positive (0.6916) entre les causes de non remboursement et le montant des impayés. Plus ces causes augmentent, plus les impayés s'accroissent.

Les résultats montrent une variation similaire entre les produits cultivés et l'échéance des crédits. Cette échéance est de 8 mois pour les producteurs du soja, 10 mois pour les producteurs de l'anacarde et 12 mois pour ceux de l'igname. Le coefficient de corrélation entre l'échéance et les impayés est de 6,67%. Il est faible, mais son signe révèle que plus l'échéance est longue, plus les impayés sont élevés. Cela peut être expliqué par le cycle de production de chaque produit. La corrélation positive entre l'impayé et l'échéance est justifiée par les dépenses ostentatoires dans les événements comme les funérailles et cérémonies diverses. Entre les causes du défaut et les échéances des crédits de AgriFinance, il y a une variation négative et non significative comme le montre la matrice de corrélation. Cela s'explique par le fait que la persistance ou l'accentuation des causes de défaut (causes économiques, climatiques, naturelles et mauvaise foi) prolonge involontairement l'échéance du crédit, d'où l'expression de l'écart de remboursement le plus souvent entendu chez les IMF. Les risques climatiques, naturels influencent dans un premier temps le rendement des produits et plus tard engendrent des fluctuations de prix, d'offre et de la demande des produits sur le marché.

Les coefficients de corrélation entre l'impayé et les risques économiques et climatiques sont respectivement de +0.0976 et +0.0937. Il y a donc une corrélation positive entre les risques économiques et climatiques et l'impayé. Plus les risques

économiques et climatiques diminuent, plus les impayés diminuent. Les résultats montrent également une corrélation positive entre tous les risques spécifiques et les produits cultivés par chaque producteur. Chaque produit est influencé par tous ces risques sur le marché. Il est important de noter que l'igname est plus sensible aux risques économiques, le soja aux risques climatiques et l'anacarde aux risques naturels. Plus un de ces risques est élevé, plus la probabilité de faire défaut par le client est forte. De même, on note une forte corrélation positive entre les risques climatiques et les risques économiques. Ces phénomènes climatiques influencent donc la fixation des prix, la qualité et les quantités offertes et demandées de chacun des produits sur le marché. Il faut en plus noter que cette corrélation est significative au seuil de 1%. Quant aux risques naturels et la mauvaise foi, ils sont négativement et non significativement corrélés même au seuil de 5% avec les risques économiques. Les risques naturels et la mauvaise foi ne sont donc pas des phénomènes de marché qui influencent le remboursement du crédit. Il est donc un phénomène extérieur qui échappe le plus souvent aux outils de sélection qu'établissent les responsables de crédit des institutions financières. L'état de veille contre ce phénomène plonge les acteurs dans les cas d'anti sélection développés par [14].

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'agriculture est un secteur qui a depuis toujours attiré l'attention de divers investisseurs. Toutefois, la récupération des fonds investis reste le souci de tous les acteurs surtout à cause des divers risques qui minent le monde rural. Pour cette étude menée au Nord-Bénin, les risques dominants qui perturbent le calendrier de remboursement des crédits agricoles sont économiques et climatiques. Ces résultats rejoignent ceux de [15] et de [16]. [17] est parvenu aux résultats similaires dans la commune d'Athiémé en utilisant les données du CLCAM. Il conclut que les risques climatiques fortement liés aux risques économiques amenuisent les revenus agricoles et favorisent les impayés du crédit agricole. [18] parlent plutôt de l'inadaptation du crédit agricole au calendrier de production (échéance). Pour ces derniers, l'adéquation ne peut être obtenue que par une très bonne connaissance des processus et calendrier de production agricole, elle-même liée à la proximité sur le terrain. En 2003, [19] a trouvé un résultat analogue en associant la volatilité des revenus agricoles à la variation des stocks de produits.

Quant à [20], seuls les accidents familiaux (maladie, décès), sont les causes importantes de non remboursement des crédits agricoles. Pour l'auteur, ces événements occasionnent des dépenses imprévues et perturbent les travaux agricoles. Il préconise à cet effet, le développement de mécanismes d'assurance santé et décès. Ces produits d'assurance peuvent être fournis par les institutions financières elles-mêmes ou par des organismes spécialisés, souvent basés sur les principes mutuels. La référence [21] prédisait cette thèse de [20], en cherchant une solution aux difficultés d'accès des populations rurales aux services de santé. Quant à [22], la variation de prix, les troubles sociaux, le non respect des itinéraires techniques, le taux d'usure non contrôlé et les aléas climatiques compromettent les récoltes et donc les capacités de remboursement de crédit contracté par des agriculteurs. Ainsi, en 2010, au Bénin, les inondations ont affecté les remboursements des crédits mis en place par les IMF dans la commune d'Athiémé. Lors de la mise en place des crédits par les Associations des Services Financiers (ASF) dans la commune d'Athiémé, le retour de fonds était attendu pour plus de 98%. Mais à cause des inondations, 52% des remboursements ont pu être réalisés. La référence [7], s'oppose à ceux-ci en parlant de la réforme des services agricoles, en particulier le conseil technique et économique aux exploitations, qui est sans doute un facteur de moyen et long terme pour contribuer à la sécurisation des revenus des exploitations familiales. Pour cela, il est nécessaire d'abandonner les modèles de transferts de technologies standardisés pour s'orienter vers des formules de conseil aux exploitations familiales prenant en compte la diversité des activités économiques (agricole et non agricoles) qu'elles conduisent. Plusieurs expériences exigent actuellement de conseil aux exploitations agricoles. Ce conseil se décline en conseil de gestion, conseil technico-économique mais aussi soutien aux échanges paysans et à la valorisation des savoir-faire locaux. Ce champ d'intervention peut sembler éloigné de la problématique des institutions financières. On peut cependant faire l'hypothèse que de nouvelles formes de conseil technico-économique destinées aux exploitations familiales peuvent accroître la maîtrise des producteurs dans la conduite de leur exploitation et donc contribuer à les rendre plus crédibles comme clients des institutions financières. Quant à [23], la formation est la première arme dont usent les IMF pour réduire leur risque d'anti sélection et les problèmes de l'aléa moral.

6 CONCLUSION

L'agriculture est une activité qui occupe plus la population active béninoise. Le financement de cette activité est donc devenu un axiome. La contribution des IMF qui constituent des institutions financières, couvrant mieux les zones rurales s'avèrent nécessaire. Le secteur agricole apparaissant comme le plus risqué, les IMF doivent trouver des moyens pour sécuriser le crédit agricole. C'est ce qui a motivé cet article qui a identifié des risques liés aux crédits agricoles octroyés par AgriFinance afin de proposer des moyens de sécurisation en vue de limiter les impayés.

Il ressort de nos analyses que les femmes font moins défaut. En plus, les montants des impayés et des crédits agricoles accordés sont positivement corrélés. Les risques aux quels les producteurs concernés sont plus exposés sont les risques économiques, suivis des risques climatiques et des risques naturels. D'autres font preuve de mauvaise foi pour ne pas rembourser le crédit bien que leur activité a réussi (aléa moral). En outre, l'anacarde est plus sensible aux risques naturels, le soja aux risques climatiques et l'igname aux risques économiques. De façon générale, le risque majeur de l'activité agricole réside dans la grande instabilité des marchés agricoles et sa conséquence en termes de volatilité des prix.

Ne pas donc financer l'agriculture parce qu'elle est plus risquée ?

La réponse à cette question nous renvoie à trouver les conditions d'opérationnalisation. C'est ainsi que l'Etat doit se porter caution pour les bénéficiaires, et ceux-ci à leur tour doivent diversifier leurs cultures pour se couvrir contre les risques. Quant aux IMF, ils doivent participer à la formation des bénéficiaires du crédit agricole en vue de les aider à prévoir des éventuels risques.

REFERENCES

- [1] A. Zerbo, Marché du crédit et travail décent au Burkina Faso », IFReDE-GRES, Université de Bordeaux IV, Document de Travail/133/2006.
- [2] S. Soulama, « Transformation ou échec des institutions de micro finance dans l'espace de l'Union économique et monétaire ouest-africaine », *Revue Economie et Solidarités*, CIRIEC-CANADA, Presses de l'Université du Québec, vol. 35, n°1- 2, pp.193-208, 2004.
- [3] K. Koutché et Dagba, *Fonds National de Microfinance : bilan et perspectives*, FNM, Cotonou, 2010.
- [4] Thon et A. D. Savi, Analyse de la rentabilité de la production du crinclin dans la vallée du mono », thèse d'ingénieur agronome, FA, UAC, Bénin, 2002.
- [5] M. Bart ; J-C. Randrianarisoa, et L. Randrianarison, Agriculture, pauvreté rurale et politiques économiques à Madagascar, OCDE, novembre 2003, 174P.
- [6] Wampfler, Sécuriser le crédit agricole par la centrale de risque, Séminaire de DAKAR / 21- 24 janvier 2002 / Bulletin d'information post séminaire / Fiche n°11, 7P.
- [7] A. Neveu, 100 ans de gestion du risque au crédit agricole français, Ed.Charles Léopold Mayer, Numéro DD113, 2000.
- [8] T. M. Dwyer; R. K. H. Lim and T. Murphy, "Advancing the securitisation of Australian agriculture: Hybrid Equity", RIRDC, N°04/055, 2004.
- [9] PNUD, Rapport sur la situation économique et sociale du Bénin en 2002, Version finale, Cotonou – Mars 2003.
- [10] J. Bésis, Gestion des risques et gestion actif - passif des banques », Edition Dalloz, gestion des finances, 1995.
- [11] M. Volle, Analyse des données, 3^{ème} édition : Economica, Série : ENSAE, Paris, 1985.
- [12] A. N. Honlonkou ; D. Aclassato et R. KOKOU, Impacts de la micro finance sur la réduction de la pauvreté, AFRIDAS, septembre 2005.
- [13] A. Rahman, "Micro-credit initiatives for equitable or sustainable development: who pays?" word development, 27 (1): 71. 92 Ibid; P.71 note 7, 1999.
- [14] J.E Stiglitz and A. Weiss, "Credit rationing in markets with imperfect information", *American Economic Review*, 74, pp 393-410, 1981.
- [15] L. Viganò, "A credit scoring model for development banks": an African case study, Savings and Development, N4-XVII, 1993.
- [16] A. K. N'guessan et Y. Bamba, Plan d'Actions des Projets Pilotes pour le Développement de la Filière Anacarde, Ministère de l'Agriculture de Mali, décembre 2008.
- [17] M. Kodjo, Le financement de l'agriculture Béninoise dans un contexte de libéralisation : contribution de la micro finance, mémoire d'ingénieur agronome, FSA-UAC, Bénin Novembre 2003.
- [18] D. Pesche et D. Lesaffre, Microfinance et sécurisation du crédit aux exploitations familiales, Cirad 41/97, janvier 2002.
- [19] OCDE, économie familiale et innovation agricole en Afrique de l'ouest : vers de nouveaux partenariats, document de synthèse, SCSAO, Paris, mars 2005.
- [20] F. Doligez, Risques et sécurisation du crédit, IRAM, Février 2000.
- [21] V. H. Adams, "A paradox in African American quality of life", social indicators research, vol 42, pp 205-219, 1997.
- [22] N.M. Moussa, les risques du financement agricole, PC-PADER, Bénin, 2010.
- [23] M. Lanha, Dynamique de l'architecture financière vers l'approfondissement financier microéconomique dans l'UEMOA, Thèse de doctorat, Université d'Orléans, 2006.

Agents de dégradation d'une aire protégée après une décennie de conflits en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra

[Degradation agents of a protected area after a decade of conflicts in Ivory Coast: Case of classified forest of Haut-Sassandra]

Adjo Annie Yvette ASSALE¹, Yao Sadaïou Sabas BARIMA¹, Kouassi Apollinaire KOUAKOU¹, Akoua Tamia Madeleine KOUAKOU¹, and Jan Bogaert²

¹Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux, Belgium

Copyright © 2016 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: During the decade of political and military crises of the 2000s in Ivory Coast, the classified forest of Haut-Sassandra (CFHS) located in the Central West has undergone many changes in its vegetation cover resulting in a significant change in its floristic composition and structure. The objective of this study is to determine after conflicts, the causative agents of these changes. To achieve this, a systematic sampling of damage types was done within the CFHS following 18 transects of 500 m each one. The agents responsible of these degradations were also identified. A total of 12 types of degradation have been identified of which four are most representative specifically slash and burn of stem base, association of food crops, falling trees and cocoa farms. The classification of geographic locations in decreasing degradation order revealed that the North and the East are the most altered by Human activities. With over 81.96% of presence on transects, cocoa farming is the main activity which causes the degradation of CFHS. With a percentage of 95%, Human is the mainly responsible of degradation observed in the CFHS. The crises arising conflicts have therefore promoted a significant human impact of CFHS. The lack of environmental monitoring during this period is one of the factors behind this strong anthropisation of CFHS.

KEYWORDS: Armed conflicts, Degradation, Deforestation; Protected forests; Anthropisation, Illegal cocoa farming.

RÉSUMÉ: Au cours de la décennie de crises politico-militaires des années 2000 en Côte d'Ivoire, la forêt classée du Haut-Sassandra (FCHS) située au Centre-Ouest a subi de nombreux changements de sa couverture végétale entraînant une modification profonde de sa composition floristique et de sa structure. L'objectif de cette étude est de déterminer après les conflits, les agents responsables de ces changements. Pour y arriver, un échantillonnage systématique des types de dégradation a été effectué dans la FCHS suivant 18 transects de 500 m chacun. Les agents responsables de ces dégradations ont également été identifiés. Un total de 12 types de dégradation ont été déterminés parmi lesquels quatre types sont les plus représentatifs à savoir le brulis des pieds des arbres, les associations de cultures, les chutes d'arbres et les cacaoyères. La classification des sites géographiques par ordre décroissant de dégradation a révélé que le Nord et l'Est sont les plus modifiés par les activités humaines. Avec plus de 81,96 % de présence sur les transects, la cacaoculture est la principale activité qui entraîne la dégradation de la FCHS. L'Homme est, avec un pourcentage de 95%, le principal responsable des dégradations observées dans la FCHS. Les crises nées des conflits ont donc favorisée une anthropisation importante de la FCHS. L'absence de surveillance environnementale pendant cette période est un des facteurs expliquant cette forte anthropisation de la FCHS.

MOTS-CLEFS: Conflits armés, Dégradation, Déforestation, Forêts classées ; Anthropisation, Cacaoculture illégale.

1 INTRODUCTION

Le développement économique de la Côte d'Ivoire repose largement sur l'agriculture, en termes d'emplois, de création de valeur ajoutée, etc. Environ 60 % des recettes d'exportation proviennent du secteur agricole [1]. Cependant, le développement agricole s'est parfois effectué au détriment de la préservation des ressources naturelles. Ainsi, les forêts naturelles, qui occupaient la moitié Sud du pays, ont peu à peu cédé la place à un secteur agricole florissant, mais extensif. A l'agriculture, s'est ajoutée une exploitation forestière soutenue qui a conduit à une déforestation massive. La Côte d'Ivoire a perdu plus de 67 % de son couvert forestier des années 1960 et s'inscrit parmi les pays ayant les taux de déforestation les plus élevés au monde [2]. Soucieuse de la pérennisation de ses ressources naturelles, l'Etat ivoirien a procédé au classement d'une part importante de son patrimoine forestier. Ainsi, 212 forêts classées réparties sur l'ensemble du territoire ont été dénombrées en 1996 ([3], [4]). Malheureusement la gestion de ces aires protégées, confiée à une entreprise publique, la Société de Développement des Forêts (SODEFOR), connaît de nombreuses difficultés suite à l'infiltration illégale de ces forêts par des populations pour y développer des activités agricoles ([5], [6]) entraînant une perte du couvert forestier [6]. Les chiffres réels sur le taux de déforestation durant cette période ne sont pas encore connus. Cependant, le taux de déboisement en Côte d'Ivoire était l'un des plus importants des régions tropicales [7]. Ce taux devrait être plus élevé pendant les conflits suite au déficit dans le contrôle et la gestion des espaces naturels en Côte d'Ivoire.

Située dans la région du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, la FCHS était administrée pendant la période de conflits dans sa partie Nord par les groupements rebelles et dans la partie Centre et Sud par des forces impartiales composées de soldats de l'ONU et de l'armée française. La FCHS, et plus généralement la région du Centre-Ouest ivoirien, n'a pas été en marge des préjudices environnementaux consécutifs aux conflits en Côte d'Ivoire ([8], [6]). Cette région reste, en effet, l'une des zones de la Côte d'Ivoire qui a subi les pires conséquences humanitaires et environnementales des conflits [9]. Dans cette région, les espaces forestiers ont été fortement utilisés dans diverses activités liées à la guerre et à la subsistance des populations. Par ailleurs la FCHS qui fut dans les années 80 et 90 l'une des aires protégées de Côte d'Ivoire les mieux conservées [8], serait aujourd'hui caractérisée par une perte du couvert forestier et un important changement dans l'occupation du sol au profit de nouvelles classes [6]. Mais les différents travaux réalisés sur la FCHS ne se sont pas intéressés à la quantification des agents et des types de dégradation de cette aire protégée.

Par dégradation, nous entendons une baisse de qualité de l'espace naturel aujourd'hui par rapport à son état avant le déclenchement des conflits en Côte d'Ivoire. En effet, la dégradation d'une forêt se réfère à la réduction de sa capacité à produire des biens et des services [10], dont le maintien de sa structure et de ses fonctions écosystémiques. Une forêt dégradée ne fournit qu'une quantité limitée de biens et services et ne conserve qu'une diversité biologique restreinte par rapport à son état avant dégradation. Ainsi, le fait de remplacer la couverture forestière d'une aire protégée à vocation de conservation par une autre classe d'occupation du sol se matérialisant par exemple par une régression de biomasse, constitue une dégradation de cette forêt.

L'hypothèse qui sous-tend cette étude stipule que du fait de l'infiltration généralisée des aires protégées pendant la période de conflits en Côte d'Ivoire ainsi que du déficit de surveillance environnementale, les agents et les principaux types de dégradation de la FCHS sont d'origine anthropique. Cependant, la partie Nord de la FCHS, contrôlée par des groupements rebelles serait plus dégradée que les zones Centre et Sud administrées par les forces impartiales. L'objectif de cette étude est d'améliorer les connaissances sur les effets des conflits politiques et armés sur la FCHS. Il s'agira de : (i) déterminer les types de dégradation observés dans la FCHS ; (ii) déterminer la répartition spatiale de la dégradation dans la FCHS ; (iii) identifier les fronts de dégradation les plus importants de la FCHS ; (iv) identifier et quantifier les agents responsables de ces dégradations.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 SITE D'ÉTUDE

La FCHS (Figure 1) est située à environ 60 km à l'ouest de Daloa et à 141 km de Yamoussoukro, la capitale politique de la Côte d'Ivoire. Délimitée et classée en 1974, elle est localisée entre 6°51' - 7°24' de latitude Nord et 6°59' - 7°10' de longitude Ouest et couvrait une superficie de 102400 ha [11] ; le fleuve Sassandra constituant sa limite occidentale. Aujourd'hui sa superficie est de 95953 ha. A l'origine, la FCHS était subdivisée en une série naturelle de production (81144 ha), une série naturelle de protection à l'ouest de la forêt (15954 ha) et une série agricole (4920 ha) qui correspondent aux enclaves agricoles [12].

Le climat de la région est du type tropical subéquatorial à deux saisons. Située dans une plaine dont l'altitude moyenne est de 302 m, toute sa partie centrale est parsemée, de l'Est à l'Ouest, de nombreux affleurements granitiques dont le plus élevé atteint 449 m. Les sols sont du type ferralitique remaniés [13].

Le paysage de la FCHS se composait d'éléments forestiers et de savanes, notamment au Nord, vers la ville de Séguéla [14]. Cette forêt appartenait avant les conflits, dans sa majeure partie, à la zone de forêt dense humide semi-décidue à *Celtis spp.* et *Triplochiton scleroxylon* du secteur mésophile [15]. Elle se caractérisait également par la chute quasi-simultanée des feuilles des grands arbres durant la saison sèche. La partie Nord de la FCHS était une zone de transition entre la forêt dense humide citée précédemment et la forêt dense humide semi-décidue à *Aubrevillea kerstingii* et *Khaya grandifoliola* [8].

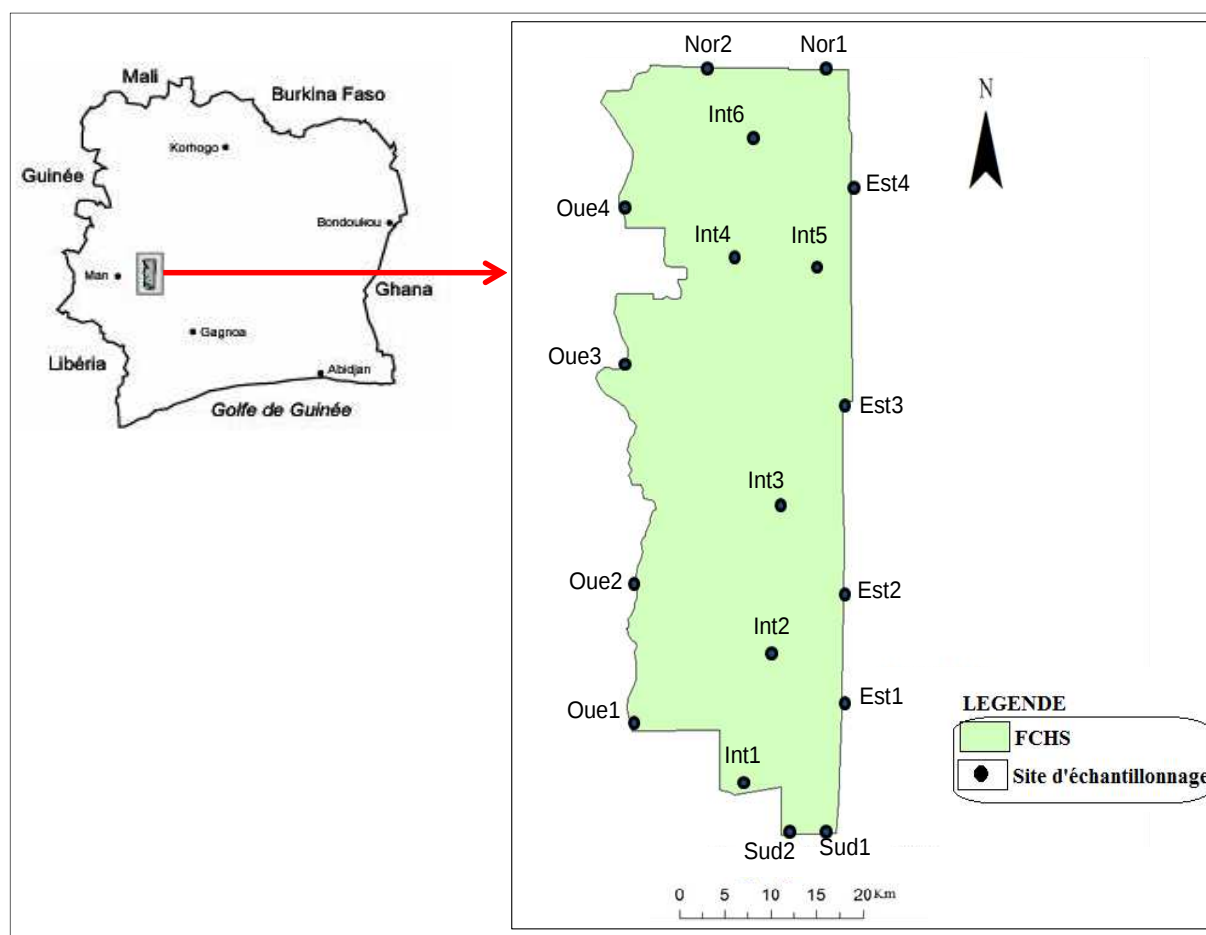


Figure 1 : Localisation de la Forêt Classée du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire et répartition spatiale des sites échantillonnés.

2.2 ECHANTILLONNAGE

Nous avons procédé à un échantillonnage systématique qui, selon [16], consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable dans un ensemble trop volumineux pour être entièrement étudié. Notre technique d'étude a été celle du transect linéaire et a consisté à tendre des lignes de 20 x 25 m horizontalement de façon consécutive et rectiligne, à ras du sol, entre deux supports métalliques. 18 transects dont les points de départ sont illustrés à la Figure 1, représentant 360 segments, ont ainsi été installés dans la FCHS. Pour respecter le caractère aléatoire que doit présenter cet échantillonnage, le point de départ de chaque transect a été choisi au hasard.

Sur 5 m de part et d'autre de la ligne matérialisant chaque transect, nous avons noté les différents types de dégradation et leurs caractéristiques ; lesquels nous ont permis de déterminer les agents qui en sont responsables.

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

La fréquence d'apparition des types de dégradation a été déterminée suivant le rapport entre le nombre total d'apparition de chaque type de dégradation et le total d'apparition des types de dégradation sur l'ensemble des transects. Ces fréquences ont servi à classer les types de dégradation observés dans la forêt classée. Elles nous ont aussi permis de déterminer les principaux types de dégradation, à savoir, ceux ayant une fréquence supérieure ou égale à 15 %. L'origine des dégradations a été déterminée sur basant de la nature des différents types de dégradations selon qu'ils sont apparus naturellement ou du fait d'une action anthropique.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du programme Statistica 7.1 (StatSoft.Inc. 1984-2005). La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov. Une ANOVA à un facteur (test de Tukey, $\alpha = 5\%$) a été employé pour déterminer d'une part les principaux fronts de dégradation à travers la comparaison et la classification des fréquences de l'ensemble des principaux types de dégradation et, d'autre part, les dégradations prépondérantes dans chaque orientation par la classification de leur moyenne.

3 RESULTATS

3.1 TYPES DE DEGRADATION DE LA FORET CLASSEE DU HAUT-SASSANDRA

L'inventaire des dégradations a permis de recenser au total 12 types dans la FCHS (Tableau 1). Les plantations de cacaoyers, avec une fréquence qui s'élève à 23,32 %, sont les dégradations les plus fréquentes dans la FCHS. Ces plantations sont âgées de quelques mois à moins de dix 10 ans. Les chutes d'arbres morts après brulis ainsi que les arbres brulés à la base du tronc ont des fréquences d'apparition respectives de 21,06 % et 18,84 % de l'ensemble des types de dégradation du milieu. Les associations de cultures qui occupent 15,97 % des dégradations sont composées d'exploitations agricoles contenant plusieurs espèces vivrières telles que les bananiers (*Musa sp.*), le piment, (*Capsicum spp.*), le gombo (*Hibiscus esculentus*), le taro (*Colocasia esculenta*), l'aubergine (*Solanum spp.*), etc. Les chablis constituants 4,79 % des dégradations ne sont pas assez fréquents dans la forêt classée. La chute de ces arbres est essentiellement due au vent ou à d'autres raisons naturelles. Avec des fréquences de moins de 1 %, les feux de végétation (« feux de brousses ») et les habitats sont les types de dégradation les moins importants dans la FCHS.

En somme, les types de dégradation les plus importants en termes de fréquences sont les plantations de cacaoyers, les chutes d'arbres morts après brulis, les arbres brulés à la base du tronc et les associations de cultures. Parmi ces types de dégradations recensés, environ 95 % sont d'origine anthropique et 5 % sont d'origine naturelle (Figure 2).

Tableau 1 : Fréquences d'apparition des types de dégradation

Types de dégradation	Fréquence d'apparition
Cacaoyères	23,32
Chute d'arbres	21,06
Brulis des pieds des arbres	18,84
Association de cultures	15,97
Chablis	4,79
Jachère	3,95
Exploitation forestière	3,68
Piste	3,16
Défrichement du sous-bois	2,77
Cultures vivrières	1,74
Feu de brousse	0,36
Habitat	0,36

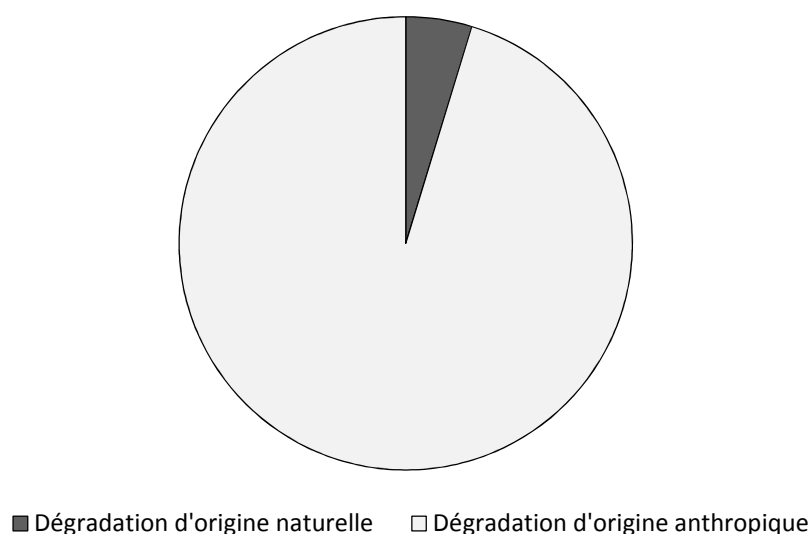


Figure 2 : Les types de dégradation de la FCHS

3.2 DETERMINATION ET LOCALISATION DES FRONTS DE DEGRADATION DE LA FCHS

L'analyse de variance à un facteur (ANOVA), montre que la fréquence des dégradations ne varie pas en fonction des milieux (Test de Tukey, $p = 0,6330$). Il n'existerait donc pas de front de dégradation de la FCHS. Cependant les principales dégradations du Nord sont sensiblement prépondérantes à celles des autres sites géographiques (Figure 3).

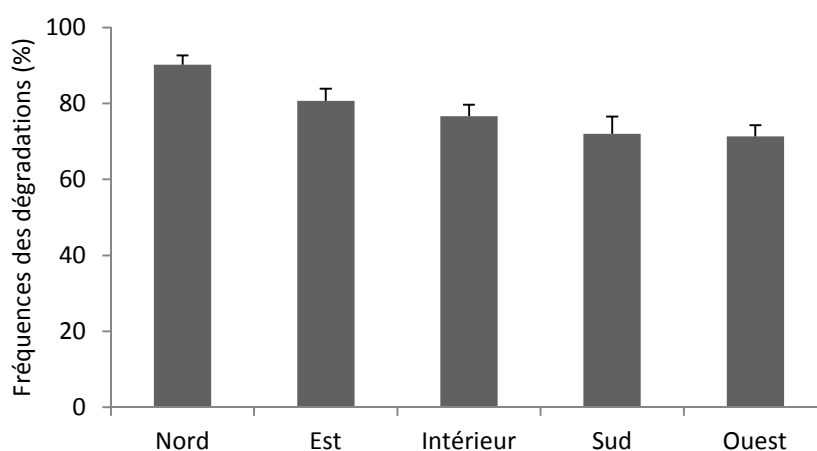


Figure 3 : Diagramme comparatif des principaux types de dégradation dans l'ensemble de la forêt

3.3 CLASSIFICATION DES TYPES DE DEGRADATION DOMINANTS SUIVANT LES DIFFERENTES ORIENTATIONS

La figure 4 présente la répartition des principaux types de dégradation suivant les sites géographiques Nord, Sud, Est, Ouest et comparés à l'intérieur de la FCHS. Ces dégradations sont celles dont la fréquence est supérieure à 15 %. En général, bien que l'analyse des variances à un facteur (ANOVA), montre que les types de dégradation sont répartis de façon égale dans les différents milieux (Test de Tukey, $p > 0,05$), les cacaoyères restent parmi les deux principales causes de dégradation de la FCHS.

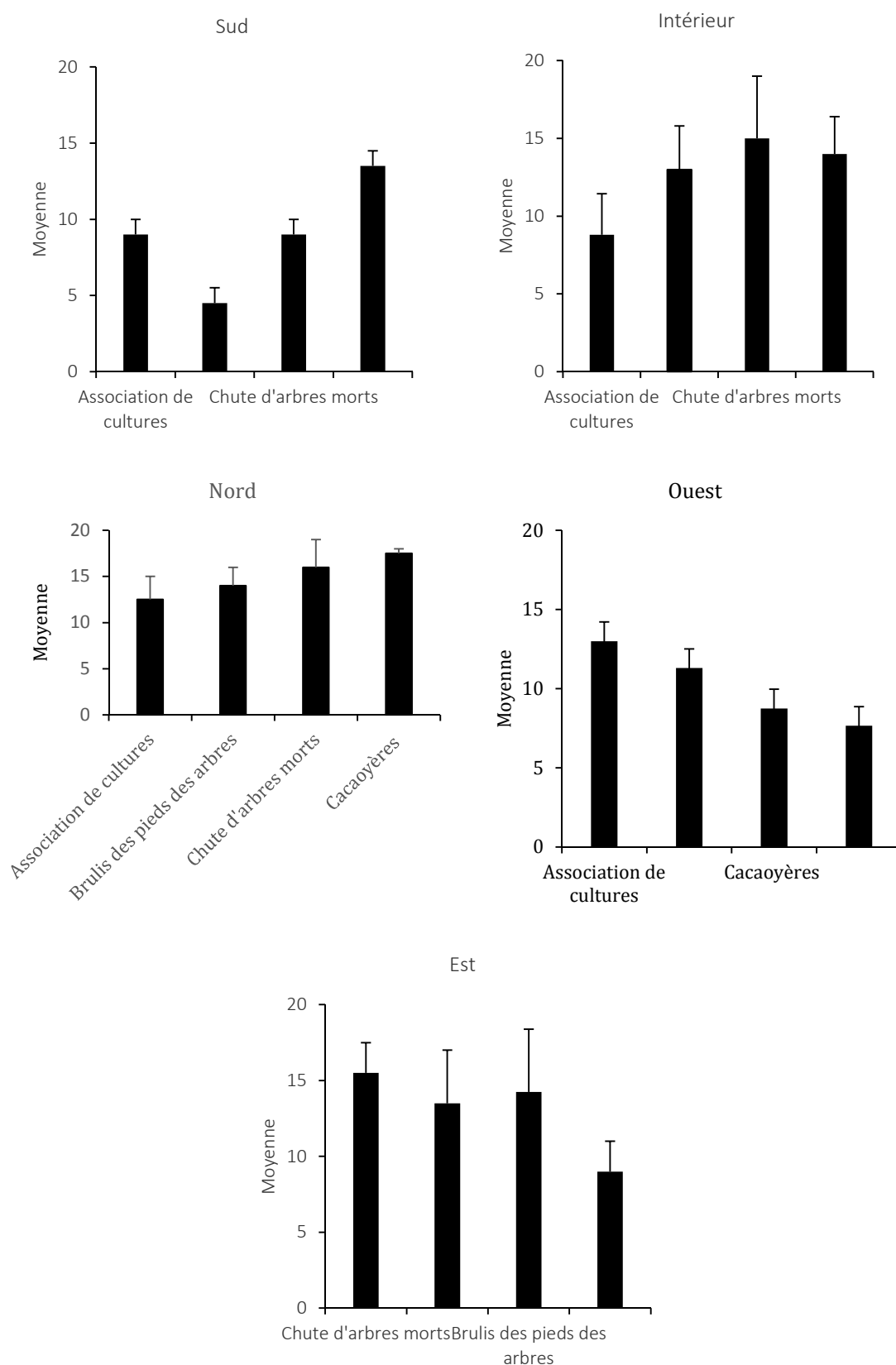


Figure 4 : Classification des principaux types de dégradation par site géographique

4 DISCUSSION

Plusieurs travaux ont déjà traité des causes de la dégradation des couverts forestiers dans les zones tropicales africaines ([17], [18], [19], [20], [21], [22], [23]). Ainsi, les travaux de [17] au Bénin ont révélé que ce sont des prélèvements incontrôlés, surtout à des fins de carbonisation et de mise en culture, qui sont les causes de dégradation. A Madagascar, [23] ont montré que les principales causes de la dégradation de la forêt de Tapia sont les feux de brousse, la production illicite de bois de chauffe, la collecte excessive d'autres produits forestiers non-ligneux et l'envahissement des espèces exotiques de reboisement. Tandis qu'en République Démocratique du Congo, les causes principales de la déforestation sont l'agriculture itinérante, l'agriculture commerciale et le développement des infrastructures de désenclavement des zones forestières et des dessertes agricoles [18], la dégradation forestière est due à l'exploitation forestière et l'extraction du bois d'énergie [18].

Dans cette étude, en plus des agents nous nous sommes intéressés aux différents types de dégradation. Nos résultats ont ainsi montré qu'environ 95 % des types de dégradation de la FCHS sont d'origine anthropique et seulement 5 % sont d'origine naturelle (Figure 2). Ces dégradations sont dominées par les cacaoyers, les chutes d'arbres, les brulis des pieds des arbres et les associations de culture. En effet, dans la plupart des terroirs africains la pratique culturale du cacaoyer demeure la même : l'agriculture sur brûlis ; la coupe artisanale du bois et le dessouchage par le feu en étant les portes d'entrées [24]. La dominance de ces types de dégradation s'expliquerait donc par le fait qu'ils soient tous liés et dus à une même activité à savoir la cacaoculture. Cette activité est donc de loin, celle qui dégrade le plus le couvert forestier de la FCHS. Aussi l'importante fréquence des cultures vivrières associées aux cacaoyers (taro, banane, piment, etc.) suggère que bien que l'objectif premier des infiltrations était la cacaoculture, ces derniers y associeraient des cultures vivrières dans le but de non seulement garantir leur autosuffisance alimentaire, mais aussi de dégager un surplus commercialisable qui procure un revenu régulier. Ce montant est le plus souvent affecté aux dépenses de consommation les plus urgentes comme c'est le cas au Centre du Cameroun [25]. Cette technique agricole est également légion dans la plupart des régions de Côte d'Ivoire hors aires protégées [26]. Par ailleurs la dégradation de la FCHS a eu lieu pendant la décennie de crises politico-militaires traversée par le pays parce que la plupart des plantations de cacaoyers ont moins de 10 ans d'âge, donc postérieur à la date de début des conflits (2002)

Les dégradations d'origine anthropique observées dans la FCHS sont donc dominées essentiellement par l'agriculture, cause principale de déforestation et de dégradation de la FCHS. Les travaux de terrain ont aussi permis de constater qu'il existe deux types d'agriculture : l'agriculture de rente et l'agriculture d'autoconsommation. L'agriculture de rente porte essentiellement sur le cacao et est pratiquée à des fins commerciales pour alimenter le marché international. Sa fréquence d'apparition dénote de son importance dans l'économie régionale et nationale. En effet, le cacao associé au café représentent 40 % des recettes d'exportation et environ 20 % du Produit Intérieur Brut de la Côte d'Ivoire ([27], [28]). Cette forme d'exploitation requiert de petits investissements et procurent de grands bénéfices, raisons pour lesquelles les paysans pratiquent la cacaoculture sur de grandes superficies ([29], [30]). L'agriculture de subsistance se focalise sur des cultures vivrières destinées à l'autoconsommation (banane, légumes, taro, etc.). Cependant, il n'existe pas suffisamment de terres dans la FCHS allouée à la mise en culture de ces produits alimentaires. L'agriculture d'autoconsommation se fait donc en association avec le cacaoyer pendant les premières années de sa mise en place après lesquelles, tout l'espace est substitué en culture de cacao [25].

Les résultats ont montré que les fréquences des dégradations les plus importantes de la forêt ne varient pas en fonction des situations géographiques des sites de recherche (Nord, Sud, Est, Intérieur et Ouest). Ainsi, à la faveur des crises en Côte d'Ivoire, toutes les zones ont été exploitées à la fois sans distinction contrairement à l'une de nos hypothèses de recherche. Nos résultats montrent que la FCHS a manqué de contrôle et de suivi non seulement dans la partie Nord administrée par les groupements rebelles mais aussi dans les zones administrées par les forces impartiales. Cette dernière observation est inquiétante parce qu'elle montre que, malgré la présence des forces internationales, les infiltrations se sont poursuivies et se sont amplifiées dans la FCHS. Elle met aussi en exergue la passivité de ces forces devant la dégradation et la déforestation des aires protégées comme cela a été démontré à l'Est du Congo et dans bien de pays en conflits ([31], [32]).

Les résultats ont aussi révélé qu'il n'y avait aucune différence significative entre les moyennes des différents types de dégradation sur l'ensemble des transects et des segments (Figure 4). En effet ces différentes dégradations se chevauchent car étant liées à la mise en place des plantations de cacaoyer. Ainsi, la cacaoculture est responsable de 79,19 % des dégradations du couvert forestier de la FCHS, sinon de 81,96 % si l'on tient compte des espaces nouvellement défrichés en vue de la pratique de la cacaoculture (Tableau 1). En effet, les types de dégradations rattachés à la cacaoculture consistent au défrichement du sous-bois en prélude à la mise en culture du cacaoyer. Les grands arbres y sont laissés avec la voute jointive faisant croire à un bon état de la forêt vu de haut [6]. Les bois et des feuilles issus du sous-bois sont regroupés autour des gros arbres. Les fèves de cacao sont alors semées sur les surfaces défrichées. Après cette étape, les amas de bois et

feuilles rassemblés autour des gros arbres sont brûlés et les arbres meurent sur pied. Des cultures vivrières telles que des bananiers, des taros, etc. sont associées aux cacaoyers. Après deux à trois ans, la végétation originelle est convertie en une mosaïque de cacaoyers et de cultures vivrières [33].

L'exploitation forestière dans la FCHS est caractérisée par une simple extraction de quelques produits forestiers non-ligneux issus de la forêt tels que les produits alimentaires, les produits médicinaux, des produits de construction, des produits pour l'emballage, etc., mais aussi par l'extraction de bois de feu ou bois d'énergie. Ce bois de feu est issu des arbres morts ayant chutés du fait du brûlis de la base de leur tronc.

La relative faible fréquence (4,67 %) des jachères serait due à l'indisponibilité des terres du fait de la forte pression anthropique. Pourtant, la mise en jachère permet une reconstitution des propriétés du sol, augmentant ainsi les rendements agricoles ([34], [35]). Cet avantage produit par les jachères explique la place qu'elles occupent dans la plupart des pratiques culturelles dans bien de régions de la Côte d'Ivoire et dans plusieurs pays d'Afrique tropicale par les agriculteurs ([36], [37], [34]). Cependant une forte pression anthropique réduit la superficie des jachères se traduisant par une demande plus accrue de terres cultivables comme l'a déjà démontré [38].

Les types de dégradation, habitats et pistes ne sont pas moins importants et sont liés aux moyens de subsistance des clandestins. Ainsi, les nombreuses pistes seraient empruntées par ces derniers pour vaquer à leurs activités quotidiennes. Le type de dégradation lié à l'habitat a fait l'objet d'une étude plus approfondie dans la forêt classée des Rapides Grah au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire par [39]. Selon ces auteurs, l'exploitation forestière agricole (frauduleuse) par les paysans dans les aires protégées se déroule avec l'habitat. En effet, les plantations de paysans s'accompagnent en générale de construction d'habitats qui constituent des unités fondamentales pour les activités agricoles. Ces habitats sur le site d'exploitation facilitent non seulement les activités de production agricole mais, plus essentiellement, sont des moyens d'auto-appropriation des sites suite à l'exploitation forestière. Cette auto-appropriation informelle qui s'inscrit dans une dynamique d'exploitation forestière serait régie, selon [39], par les campements et les hameaux en dehors des villages périphériques, ou villages de relais d'entrée. Les habitations dans la FCHS étant constituées essentiellement de campements et d'hameaux laissent croire qu'elles ont été implantées il y a moins de 10 ans, et ainsi pendant la période de conflits en Côte d'Ivoire.

Les types de dégradation d'origine naturelle représentant 5 % des types de dégradation de la FCHS et sont représentés par les chablis, c'est à dire, la chute d'arbres par cassure du tronc et/ou des branches et/ou déracinement partiel ou complet des racines ([40], [41]). Les chablis sont bénéfiques à la forêt car ils permettent la régénération des espèces d'arbres ([42]), sont normalement peu fréquents et demeurent ponctuels dans le temps. Cependant, ces chablis pourraient être dus indirectement à des activités anthropiques [43]. Ainsi, dans le cas de la FCHS, la chute des arbres morts sur pieds fait suite au brûlis de la base du tronc.

Les agents d'origine anthropique sont constitués de populations clandestines infiltrées venues d'horizons diverses. Mais la grande partie de ces populations est issue de pays de l'hinterland et principalement du Burkina Faso [44]. Ces infiltrations, souvent organisées en filières, auraient été rendues possibles du fait de l'absence des agents de surveillance mais aussi ont bénéficié de la complicité et de certaines populations autochtones et de la corruption de certaines autorités administratives et militaires [44].

5 CONCLUSION

La décennie de crises en Côte d'Ivoire, allant de 2002 à 2013, a accentué les activités anthropiques au sein de la FCHS, du fait de l'absence d'autorité gouvernementale chargée de sa protection. Douze types de dégradation ont été enregistrés parmi lesquels les activités liées à la culture cacaoyères sont les principaux types. Les principaux agents de ces dégradations sont l'Homme avec des fréquences d'apparition de 95 %. La plupart des plantations de cacaoyers présents dans la FCHS étaient âgées de moins de 10 ans, prouvant ainsi qu'elles ont été mises en place pendant la période de crises en Côte d'Ivoire. La dégradation de cette aire protégée s'est faite tout azimut. Aucune zone géographique n'a été épargnée par cette anthropisation. Cependant les zones proches des territoires contrôlés par les groupements rebelles semblent connaître des dégradations plus importantes que les autres zones.

La FCHS, vestige de la forêt semi-décidue ivoirienne il y a 15 ans, est aujourd'hui une vaste exploitation de cacaoyers parsemée d'arbres morts sur pied et d'un réseau dense de pistes pédestres et d'habitats, reflet de l'ensemble des aires protégées en lambeau après une décennie de conflits politiques et militaires. Des mesures vigoureuses devraient donc être prises par les autorités administratives afin d'inverser la tendance à la déforestation totale de la FCHS. Certaines de ces mesures pourraient être le déguerpissement des populations clandestines de la FCHS et leur installation dans les zones périphériques. Le nombre d'agents en charge de la surveillance de la forêt devraient également être accru et leur capacité

renforcée devant les menaces nouvelles que subissent les aires protégées. Enfin, les populations autochtones jouxtant les limites extérieures de la FCHS devraient être impliquées pour une gestion participative efficiente de cette forêt.

REMERCIEMENTS

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Projet « Dynamique paysagère en période de conflits en Côte d'Ivoire » ; projet réalisé avec le soutien du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique de Côte d'Ivoire dans le cadre de la mise en œuvre du Contrat de Désendettement et de Développement par l'Institut de Recherche et de Développement, et coordonné par le second co-auteur de cet article. Il a aussi été soutenu par le programme « renforcement des capacités et accès aux données satellitaires pour le suivi des forêts en Afrique » (GEOFORAFRI) financé par le Fonds français pour l'Environnement Mondial. Il a également bénéficié du soutien du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES), de l'Académie des sciences, des arts, des cultures d'Afrique et des diasporas africaines (ASCAD) et de The World Academy of Sciences (TWAS). L'étude a été possible grâce à l'accord de la SODEFOR qui a autorisé l'accès à la Forêt Classée du Haut-Sassandra.

REFERENCES

- [1] Coulibaly N., 1998. Déforestation et activités agricoles en Côte d'Ivoire : recherche d'un nouvel équilibre. Thèse de doctorat, Faculté de Foresterie et de Géomatique Université Laval Québec.
- [2] Ministère de l'Environnement et Développement Durable, 2011. Consultation régionale de l'atelier de renforcement des capacités pour l'Afrique sur REDD+. [Online] Available : <https://www.cbd.int/doc/meetings/for/wscbredd-afr-01/other/wscbredd-afr-01-coteivoire-fr.pdf> (September 20-23, 2011).
- [3] Ministère de l'environnement, 1996. Environnement de Côte d'Ivoire : Plan National d'Action pour l'Environnement 1996-2010 ; Abidjan, Côte d'Ivoire, 47 p.
- [4] Célestin A. Y., 2011. Logiques des Infiltrations paysannes dans les forêts classées en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 66(1) : 143-152.
- [5] N'Da D. H., Adou Y. C. Y., N'Guessan K. E., Koné M. & Sagne Y. C., 2008. Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 04(3) : 552-579.
- [6] Kouakou K. A., Barima Y. S. S., Kouakou A. T. M., Sangne Y. C., Bamba I. & Kouamé N. F., 2015. Diversité végétale post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(2): 4058-4071.
- [7] Fairhead J. & Leach M., 2012. Réexamen de l'étendue de la déforestation en Afrique de l'Ouest au XXe siècle. FAO.
- [8] Oszwald J., 2005. Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) - Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique. Thèse de doctorat de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille. 304 p.
- [9] Debalen A. L. & Paul S., 2014. Effect of conflict on dietary diversity: evidence from Côte d'Ivoire" *World Development*, 58 : 143–158.
- [10] Organisation Internationale de Bois Tropicaux, 2002. Directives OIBT pour la restauration, l'aménagement et la réhabilitation des forêts tropicales dégradées et secondaires. Série OIBT: Politique forestière, no 13. OIBT. Yokohama.
- [11] Société de Développement des Forêts, 1994. Aménagement de la Forêt classée du Haut-Sassandra. République de Côte d'Ivoire, 73 p.
- [12] Boba E., Dje K. A., Kodjo A. A. & Koffi Y. A., 1994. Elaboration du plan de développement agricole de la série agricole de la forêt classée du Haut-Sassandra (cas de l'enclave V12). Institut Agricole de Bouaké à Yamoussoukro, 63 p.
- [13] Perraud A., De La Souchère P., 1963. Esquisse pédologique de la Côte d'Ivoire, 1/500000e, feuille Sud-Ouest, ORSTOM, Adiopodoumé.
- [14] Kouamé N. F., 1998. Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat de 3^e Cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 216 p.
- [15] Guillaumet J-L. & Adjanohoun E., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire, In J. M. Avenard, M. Eldin, G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J-L. Guillaumet, E. Adjanohoun et A. Perraud, *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Mémoires O.R.S.T.O.M. Paris, pp. 155- 261.
- [16] Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris VI ,314 p.

- [17] Adjonou K., Bellefontaine R. & Kokou K., 2009. Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 20(4) : 394-396.
- [18] Tchatchou B., Sonwa D. J., Ifo S. & Tiani A. M., 2015. Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo: État des lieux, causes actuelles et perspectives. Occasional Paper no. 120. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- [19] Geist H. J. & Lambin E. F., 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation tropical forests. *BioScience*, 52(2) : 143-150.
- [20] Kawtar F. B., Mohammed I., Sanae F. B. & Abdellatif T., 2004. Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation : impact du phénomène au Maroc., *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 15(4) : 307-320.
- [21] Ozer P., 2004. Bois de feu et déboisement au Sahel : mise au point. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 15(3) : 243-251.
- [22] Scouvert M., Lambin E. F., 2006. Approche systémique des causes de la déforestation en Amazonie brésilienne : syndromes, synergies et rétroactions. *L'Espace géographique*, 3 : 241-254.
- [23] Rakotondrasoa O. L., Malaisse F., Rajoelison G. L., Razafimanantsoa T. M., Rabearisoa M. R., Ramamonjisoa B. S., Raminosoa N., Verheggen F. J., Poncelet M., Haubruge E. & Bogaert J., 2012. La Forêt de Tapia, écosystème endémique de Madagascar : écologie, fonctions, causes de dégradation et de transformation. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 16(4) : 541-552.
- [24] Monnerat M. & Tchatchou B., 2014. *Foresterie urbaine et agroforesterie pour l'adaptation et l'atténuation à Lukolela.*, Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- [25] Jagoret P., Bouambi E., Ngogue H. T., Battini J. L. & Nyassé S., 2009. Diversification des exploitations agricoles à base de cacaoyer au Centre Cameroun : mythe ou réalité ? *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 13(2) : 271-280.
- [26] Deheuvels O., 2007. Dynamiques de plantation - replantation cacaoyères en Côte d'Ivoire : comparaison de choix techniques avec Olympe. In : E. Penot, O. Deheuvels Olivier (eds.) *Modélisation économique des exploitations agricoles : modélisation, simulation et aide à la décision avec le logiciel Olympe*. L'Harmattan, Paris, pp. 49-61.
- [27] Direction Générale de l'Economie et de la Monnaie, 2014. Direction des Etudes et de la Recherche, Etude monographique sur la filière cacao dans l'UEMOA, 33 p.
- [28] Brou Y. T., 2009. Impacts des modifications bioclimatiques et des l'amenuisement des terres forestières dans les paysanneries ivoiriennes : quelles solutions pour une agriculture durable en Côte d'Ivoire", *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 45 : 13-29.
- [29] Kouakou P. M., Camara M. & G'Bongue D., 2009. Rationalité paysanne à travers les opérations culturales du canton Gô dans la région semi montagneuse de l'Ouest Ivoirien., *Agronomie Africaine*, 19(3) : 323-335.
- [30] Luc M. T., 2002. La cacaoculture hybride à l'ère du retour des employés déflatés au village dans la zone cacaoyère du Cameroun", *African Anthropologist*, 9(2) : 138-156.
- [31] Trefon T., 2011. Gouvernance forestière au Congo : le règne de la corruption ? *U4 Brief*, 2011(17), 4 p.
- [32] Smouts M. C., 2000. Un monde sans bois ni lois. La déforestation des pays tropicaux. *Critique internationale*, 9(1) : 131-146.
- [33] Barima Y. S. S., Sangne Y. C., Bamba I. & N'doumé C., 2014. Dynamiques forestières en périodes de conflits armés en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra. Rapport projet GEOFORAFRI, DYNAPAY, Daloa, Côte d'Ivoire.
- [34] De Rouw A., 1993. Influence du raccourcissement de la jachère sur l'enherbement et la conduite des systèmes de culture en zone forestière. In : La jachère en Afrique de l'Ouest. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, pp. 257-266.
- [35] Autfray P., Gbaka-Tchéché H., 1997. L'utilisation de *Chromolaena odorata* pour fixer l'agriculture en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agriculture et Développement*, 13 : 3-12,.
- [36] Léonard E. & Oswald M., 1996. Une agriculture forestière sans forêt : changements agro-écologiques et innovations paysannes en Côte d'Ivoire. *Natures, sciences, sociétés*, 4(3) : 202-216,.
- [37] Fournier A., C. Floret C., Gnahoua G. M., 2001. Végétation des jachères et succession post-culturelle en Afrique tropicale. In : Ch. Floret, R. Pontanier (eds). *La jachère en Afrique tropicale*. Paris, France, pp. 123-168.
- [38] Diallo H., Bamba I., Barima Y. S. S., Visser M., Ballo A., Mama A. & Bogaert J., 2011. Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 22(2) : 97-107.
- [39] Amani Y. C. & Touré A, 2015, Implantations humaines et dégradation des forêts classées du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire : cas des Rapides Grah. Taloha, 21. <http://www.taloha.info/document.php?id=1397>.

- [40] Foster D. R., 1988. Species and stand response to catastrophic wind in central New England, U.S.A. *Journal of Ecology*, 76 : 135-151.
- [41] Everham E. M. & Brokaw N. V. L., 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *The Botanical Review*, 62(2) : 113-185.
- [42] Rameau J. C., 1999. Aménagement forestier, importance de l'écologie, prise en compte de la biodiversité, *Revue Forestière Française*, numéro spécial : 87-101.
- [43] Durrieu De Madron L., 1992. Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou - Guyane Française. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, 203 p.
- [44] Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Écologie du Paysage et en Environnement, 2015. Les enjeux de la gestion participative sur la préservation des aires protégées après les conflits en Côte d'Ivoire : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra. Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement.

INFLUENCE OF CLONAL VARIATION AND CUTTING POSITION ON ROOTING OF *DACRYODES EDULIS* (G. DON) H. J. LAM.

M.O.O. Isese, U.B. Ighodaro, B. Lawrence, T.O.A. Adeyemi, and N. Akemien

Forestry Research Institute of Nigeria, Nigeria

Copyright © 2016 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 effects of cutting position and clonal variation were investigated on rooting of *Dacryodes edulis* (G. Don) H. J. Lam. at the nursery of Moist Forest Research Station, Benin City. Single – node leafy stem cuttings were made from six coppicing trees each constituting a genetic origin from both the apical and basal region of stems of harvested shoots. Cuttings were all treated with 0.2% concentration of Indole-3- butyric acid (IBA). The experiment was a 2x6 factorial and laid out in a completely randomised design in non – mist propagators, hermetically sealed with a temperature range of 24⁰C- 33⁰C. Decomposed sawdust was used as the propagation medium and 360 cuttings were used in the experiment. Variables taken were root length, root numbers and rooting percentage.

Clonal variation and cutting position had highly significant effect on root length ($P < 0.05$). Interaction (clone x cutting position) was also significant for root length development. Among the six clones investigated, C1 clone cuttings had the highest mean root length and from the apical region of the shoot. Neither of the tested factors had effect on root number and rooting percentage nor did the interaction between them ($P > 0.05$). The finding reveals that *D. edulis* is sensitive to both clonal variation and cutting position and amenable to vegetative propagation using leafy stem cuttings.

KEYWORDS: Vegetative propagation, cuttings, clones, rooting, *Dacryodes edulis*, propagators.

1 INTRODUCTION

New initiatives in tropical forest tree improvement aim at developing cultivars of trees with desired fruits, nut and medicinal characteristics. Forest tree improvement programmes have traditionally been timber –oriented and it is only in the last 10 years that high-value agroforestry trees, especially those for fruit/nut production have been the subject of domestication and improvement of yield and quality (Leakey *et al.*, 2004). Vegetative propagation or cloning is of practical value in tree improvement programs as it offers greater genetic gain through broad sense heritability which allows genetic evaluation of genotypes and their interaction with the environment through clonal testing (Zobel and Talbert, 1991). It offers the opportunity to rapidly overcome the limitations to domestication imposed by long gestation time, irregular fruiting and outbreeding.

There are many advantages for plant species that can be propagated early by cutting. Numerous new plants can be propagated in a restricted area from a few stock plants. Unlike the other asexual methods like grafting, budding and micro propagation, cutting is easy, cheap and quick (Hartmann *et al.*, 1997). Vegetative propagation using stem cutting is an effective alternative means of raising planting stock for species with irregular seed production, recalcitrant seeds or for clonal propagation (Noor Aini *et al.*, 1994). However, the development of adventitious root can be influenced by different factors such as genetic potentials, position of cutting, hormone, rooting media, environmental and physical factors (Wilson, 1993).

Dacryodes edulis also known as African pear is a medium-sized, evergreen tree attaining a height of 18-40m in the forest but not exceeding 12m in plantations. It is grown in southern Nigeria, Cameroon and DR Congo for its nutritional fruit rich in oil. It is dioecious with an allogamous reproduction system (Kengue *et al.* 2002). The fruit serves as a very important and strategic food supplement, being normally available during the ‘hunger periods’ following the planting of most staple food crops. The seeds are fed to sheep and goats and its potential in animal feed formulation has been indicated (Okafor and

Okolo, 1994). Different parts of the plant are locally used for the treatment of ailments such as toothaches (Maponguemetsen, 1994), stomach pains, dysentery, anaemia and various skin diseases (Adjanohoun *et al.*, 1988). The wood has general use for tool handles, particularly axe shafts and occasionally for mortars and is suitable for carpentry. The bark is aromatic; on injury yields a resin that is used as pitch on calabashes and for mending earthenware. The leaves contain a dye and the tree can produce 7-8t/ha of oil (Burkil, 1994).

OBJECTIVES

The broad objective is to macropropagate *Dacryodes edulis* using leafy stem cuttings. The study also seeks to specifically;

- (a) Investigate the effect of cuttings position that is, apical and basal portions of the stem on rooting of the species.
- (b) Determine the effect of clonal variation on the rooting ability of the species.

2 MATERIALS AND METHODS

STUDY AREA

The experiment was carried out in the nursery of the Moist Forest Research Station, Benin City, Edo State, Nigeria, located within latitude 6° 32'N and longitude 5° 58'E; 99m above sea level. The mean annual temperature range between 27°C and 32°C and the mean annual rainfall is 2078mm.

PROPAGATORS

The high-humidity, non-mist propagators used in this experiment are as described by (Leakey *et al.*, 1990). These propagators consist of a wooden frame enclosed in clear polythene sheets so that the base of the propagator is watertight (3m x 1m x 1m), and the lid is hermetically sealed with temperature that ranged between 24°C and 33°C. The propagators were set three (3) days prior to the experiment and the propagation medium was treated with fungicide.

CUTTINGS PREPARATION

The juvenile cuttings used in this study were made from apical and basal regions of stems of harvested shoots from six (6) coppicing trees distanced at least 300m from each other, each constituting a genetic origin. The harvested shoots were sprayed with water from a knapsack sprayer and kept in labelled polythene bags for transportation to the on-station nursery of the Moist Forest Research Station. Using a sharp blade, pest and disease-free shoots were cut into single-node cuttings in preparation for planting according to the experimental design. All the cuttings were treated with 0.2% concentration of Indole-3- butyric acid (IBA) having been reported to be the best for survival rate of cuttings of the species.

EXPERIMENTAL DESIGN

A 2x6 factorial arranged in a completely randomised design (CRD) was laid out. Factors were cutting position (apical and basal) and six clones. Twelve treatment combinations were derived with ten cuttings assigned to each. The treatment was replicated 3 times resulting in a total of 360 cuttings used for the experiment.

DATA COLLECTION

Data were collected every two weeks. Rooting was assessed by carefully lifting the cuttings from the propagation medium. Cuttings were assessed for number of roots, root length and rooting percentage. To maintain a low saturation deficit whenever the propagator lid was opened for inspection, cuttings were sprayed with fine jet of water from a knapsack sprayer. A cutting was considered to be rooted when it had one or more roots.

3 RESULTS AND DISCUSSION

EFFECT OF CLONES AND CUTTING POSITION ON ROOT LENGTH

Results from this study indicate that rooting ability with respect to root length in *Dacryodes edulis* was affected by both clonal differences and cutting position. Clone had highly significant effects on root lengths ($P = 0.002, 0.000, 0.000, 0.031$ and

0.031 at 4, 6, 8, 10 and 12 weeks respectively after planting). Cutting position also significantly affected root length throughout the duration of the experiment $P = 0.000$ from week 4 to week 12 (Table 1).

Table 1. Effect of clones and cutting position on root length of *D. edulis*

Source of variation	Mean root length					P-value					
	WAP	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
Clone											
1		2.44 ^b	3.06 ^c	3.73 ^c	4.38 ^c	4.88 ^b	0.002 *	0.000*	0.000*	0.031*	0.031*
2		1.66 ^a	2.35 ^b	3.05 ^b	3.85 ^{ab}	4.43 ^a					
3		1.81 ^a	2.36 ^b	3.08 ^b	3.91 ^{abc}	4.51 ^a					
4		1.88 ^a	2.48 ^b	3.21 ^b	3.96 ^{abc}	4.53 ^a					
5		1.70 ^a	2.23 ^a	2.81 ^a	3.58 ^{ab}	4.33 ^a					
6		1.93 ^a	2.63 ^b	3.31 ^b	4.08 ^b	4.46 ^a					
Cutting position											
Apical		2.10 ^a	2.86 ^a	3.52 ^a	4.23 ^a	4.72 ^a	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Basal		1.65 ^b	2.18 ^b	2.88 ^b	3.69 ^b	4.33 ^b					

Means with the same alphabet along same row are not significantly different from each other $P < 0.05$

* = significant difference at $\alpha = 0.05$

EFFECT OF CLONES AND CUTTING POSITION ON ROOT NUMBER

In contrast to root length, none of the two tested factors had significant effect on root numbers as rooted *D. edulis* cuttings had an average of six roots. For both clones and cutting position, $P > 0.05$ in all the weeks

Table 2. Effect of clones and cutting position on root number of *D. Edulis*

Source of variation	Mean root number					P-value					
	WAP	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
Clone											
1		4.81	6.06	6.10	6.10	6.10	0.857NS	0.787NS	0.516NS	0.516	0.516
2		5.23	6.05	6.15	6.15	6.15					
3		5.21	6.11	6.13	6.13	6.13					
4		4.93	5.96	6.01	6.01	6.01					
5		5.08	5.91	5.91	5.91	5.91					
6		5.01	6.01	6.01	6.01	6.01					
Cutting position											
Apical		5.23	6.06	6.06	6.06	6.06	0.100NS	0.368NS	0.777NS	0.777NS	0.777
Basal		4.86	5.98	6.04	6.04	6.04					

NS= Not significantly different

EFFECT OF CLONES AND CUTTING POSITION ON ROOTING PERCENTAGE

The tested factors did not have significant effect on rooting percentage at any stage of the experiment. An average of 55% cuttings rooted at the end of the experiment with apical cuttings slightly higher than basal cuttings.

Table 3: ANOVA for rooting percentage

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Model	111133.333 ^a	12	9261.111	39.224	.000
C	1766.667	5	353.333	1.496	.228
CP	11.111	1	11.111	.047	.830
C * CP	455.556	5	91.111	.386	.854
Error	5666.667	24	236.111		
Total	116800.000	36			

EFFECT OF INTERACTION BETWEEN CLONE AND CUTTING POSITION

The interaction between cutting position and clone did not affect root length, root number and rooting percentage (Table 3).

4 DISCUSSION

Results from this study have shown that both clonal variation and cutting position affect rooting ability with respect to root length in *Dacryodes edulis*. Genetic potential as well as propagation environment, cutting position and environment, stockplant physiology and management have been reported to influence rooting. Differences in rooting between clones could be due to genetic differences in cutting morphology and physiology (Leakey, 2004). Such differences in rooting ability have also been reported for some forest tree species (*Allanblackia floribunda*, Atangana *et al.* 2006; *Albizia guachapele*, Mesen *et al.* 2001). Clonal variation in rooting ability found in this study corroborate the results of Atangana *et al.* (2006), Mesen *et al.* (2001), Foster *et al.* (1984), Baltunis *et al.* (2005), Farmer *et al.* (1989) and Shepherd *et al.* (2005) in *Allanblackia floribunda*, *Albizia guachapele* (Kunth) Dug., *Tsuga heterophylla*, *Pinus taeda*, *Populus balsamifera* and *Pinus elliottii* respectively. However, none of the factors investigated had significant effect on number of roots. Furthermore, clone 1 showed higher potential for vegetative propagation from this study having recorded the highest mean root length. As found in *T. heterophylla* (Foster *et al.* 1984) and *Larix decidua* x *L.kaempferi* (Radosta *et al.* 1994), clonal variation for rooting traits in tree species could be due to genetic and non-genetic effects, the latter defined as the physiological or morphological characteristics unique to the ortet and reflecting its growth environment.

The juvenility of the stock plant can also be an overriding factor in root formation especially for plants which are difficult to root (Hartman and Kester, 1983). Result of this study indicated that WAP showed significant effect on root development in *D.edulis* with respect to root length. Apical and basal cuttings started to develop roots within 4 weeks of planting and the number of rooted cuttings was highest after 10 weeks. This agrees with the report by Ofori *et al.* (1996) on a rooting percentage of *Milicia excels* which increased with time after planting.

Result also corroborate the views of Ansari *et al* (1995) who reported that in *Dalbergia sissoo*, the cuttings from the apical end of the branch rooted better than the basal end. Apical cuttings recorded higher mean percentage of rooted cuttings and root length than the basal cuttings. Similarly, Palanisamy and Kumar (1997) have noted that rooting of *Azadirachta indica* cuttings from the proximal end of the branches rooted better than those from the distal end in terms of root number and root length. The ability of cuttings to form roots is determined by the position where the cutting is obtained. However, the differences in rooting responses with respect to cutting positions are greatly affected by the extent of lignifications, secondary thickening and chemical composition of plant tissues. Basal cuttings could be too mature and highly lignified to develop roots than the apical cuttings ((Lo, 1985, Hartmann *et al.* 1990). In woody plants, these differences in rooting due to cutting position can be related to the difference in the chemical composition of the shoots (position where the cuttings were taken; apical or basal), age of the stem, carbohydrate accumulation or due to bud growth. Result from this study however contrast with the view of Hartmann and Kester (1983) that the best rooting of cuttings is usually found from the basal portion of shoots.

5 CONCLUSION AND RECOMMENDATION

The development of rapid and more efficient vegetative propagation techniques for important but neglected indigenous African tropical fruit trees species like the African pear will to a very large extent, facilitate the full domestication and fruit

production potentials. This would be a very efficient and effective way of combating hunger and by extension, extreme poverty.

It is therefore recommended that

- Further work be carried out to clarify if observed between-clones variation in rooting in *D. edulis* can be minimized by manipulating physiological status of cuttings and clones.
- Investigation be carried out to identify optimal environmental conditions to achieve best rooting, seasonal effects, nature tissue exudates and rooting medium temperature as they affect rooting in the species.

REFERENCES

- [1] Adjanohoun, E.J., Ahyi, A.M.R and Ake, A.L. 1988. Contribution aux etudes ethno-botaniques et floristiques en Republique populaire du Congo. Paris, France, agence de cooperation culturelle et technique, Africa: Characterisation of genetic variation. *Forests, Trees and Livelihoods* 12:57-72
- [2] Ansari, S.A., Kumar, P., Mandal, A.K.. 1995. Effect of position and age of cuttings and auxins on induction and growth of roots in *Dafbergia .si.ssoo* Roxb. *Indian Forester* 121, 201-206.
- [3] Atangana, A.R., Tchoundjeu, Z., Asaah, E.K., Simons, A.J., and Khasa, D.P. 2006. Domestication of *Allanblackia floribunda*: Amenability to vegetative propagation. *For. Ecol. Manag.* 237:246-251.
- [4] Baltunis, B.S., Huber, D.A., White, T.L., Goldfarb, B., and Stelzer, H.E. 2005. Genetic effects of rooting loblolly pine stem cuttings from a partial diallel mating system. *Can. J. For. Res.* 35: 1098-1108.
- [5] Farmer, R.E., Freitag, M., and Garlick, K. 1989. Genetic variance and 'C' effects in balsam poplar rooting. *Silvae Genet.* 38:62-65.
- [6] Foster, G.S., Campbell, R.K., and Adams, W.T. 1984. Heritability gain and C effects in rooting of Western hemlock cuttings. *Can.J. For. Res.* 14: 628-638.
- [7] Hartmann, H.T and Kester, D.E. 1983. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall International, London.
- [8] Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T and Geneve, L.R. 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. 6th Edition. Prentice-Hall International Editions, Englewood Cliffs, New Jersey, USA
- [9] Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. 1990. Plant Propagation: Principles and Practices. 5th Edition. Prentice-Hall International Editions, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- [10] Kengue, J., Tchounguem Fohouo, F.N and Adewusi, H.G. 2002. Towards the improvement of Safou (*Dacryodes edulis*): Population and reproductive biology. *Forests, Trees and Livelihoods* 12(1/2): 73-84
- [11] Leakey, R.R.B., 2004. Physiology of vegetative reproduction. In: burley, J., Evan, E., Younquist, J.A (Eds), encyclopaedia of Forest Sciences. Academic Press London, UK, pp 1655-1668.
- [12] Lo, Y.N 1985. Root initiation of *Shorea macrophylla* cuttings: effects of node position, growth regulators and misting. *For ecology Manage* 12:43-52.
- [13] Mesen, F., Newton, A.C., and Leakey, R.R.B. 2001. The influence of stockplant environment on morphology, physiology and rooting of leafy stem cuttings of *Albizia guachapele*. *New For.* 22:213-227
- [14] Noor Aini, A.B, Shukor and Liew, T.S. 1994. Effects of plant materials, cutting positions, rooting media and IBA on rooting of *Shorea leprosula* cuttings. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 17(1):49-53
- [15] Ofori, D.A., Newton, A.C., Leaker, R.R.B. and Grace, J. 1996. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leafy stem cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting medium. *Forest ecology and Management*, 84:39-48
- [16] Okafor, J.C and Okolo H.C. 1994. Potentials of some indigenous fruit trees in Nigeria. *Proc. 5th Ann. Conf. Fpr. Assoc. Nigeria.*, Jos 1-6th Dec 1994
- [17] Okorie H.A., Ndubizu, T.O.C., and Janssens M.J. 2000. Propagation and improvement of African pear (*Dacryodes edulis* (G. Don) H.J Lam): problems and prospects. *Acta Hort.*, 531: 213- 218.
- [18] Palanisamy, K. and Kumar, P. 1997. Effect of position, size of cuttings and environmental factors on adventitious rooting in neem (*Azadirachta indica* A. Juss). *Forest Ecology and Management* 97:277-288
- [19] Radosta, P., Paques, L.E and Verger, M. 1994. Estimation of genetic and non-genetic parameters for rooting traits in hybrid larch. *Silvae Genet.* 43:108-114
- [20] Shepherd, M., Mellick, R., Tooa, P., Dale, G., and Dieter, M. 2005. Genetic control of adventitious rooting on stem cuttings in two *Pinus elliotii* x *P. caribae* hybrid families. *Ann. For. Sci.* 62: 403-412
- [21] Wilson, P.J. 1993. Propagation characteristics of *Eucalyptus globulus* Labill. Spp globules stem cutting in relation to their original position in the parent shoot. *Journal of Horticultural Science*, 68(5): 715-724
- [22] Zobel, B., and Talbert, J. 1991. Applied forest tree improvement. Waveland, New York.

Kinetic study of absorption of chromium (VI) using Canary Bananas Peels in contaminated water

Ricardo Díaz Martín¹, Adib Guardiola Mouhaffel², Rubén Contreras Lisperguer², and Carlos Mayo del Río²

¹Team leader department building Engineering, CEU San Pablo University, Madrid, Campus de Monte príncipe, Spain

²CEU San Pablo University | Madrid. Campus de Monte príncipe, Spain

Copyright © 2016 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: Bananas peel was used as an adsorbent to determine its feasibility for the removal of chromium (VI). Chromium heavy metal released into the environment has caused serious contamination of water and soils with significant environmental and occupational concerns. The removal of the Cr (VI) ions from aqueous solutions is investigated in this study using of banana peels as a low cost biosorbent material. Various parameters such as pH, temperature, contact time, initial metal concentration and adsorbent dosage were investigated to determine the biosorption performance. Equilibrium was attained within 60 minutes and maximum removal of 96% was achieved under the optimum conditions at pH 2. The adsorption phenomenon demonstrated here was monolayer represented by Langmuir isotherm with R^2 value of 0.99 and the Langmuir constants k and q_m was found to be 1,53 (L/mg) and 10,09 (mg/g). The adsorption system obeyed Pseudo second order kinetics with R^2 value of 0.999.

KEYWORDS: Bio-sorption, Cr (VI), Bananas peel, Langmuir, Freundlich.

1 INTRODUCTION

Rapid industrialization and urbanization have resulted in exponential discharge of industrial effluents and toxic heavy metals in to aquatic and terrestrial ecosystem [1], Chromium metal, which is currently explored in this research work, is present mainly in leather tanning, precious metal mining and electroplating industrial effluents, according to US EPA, Chromium is considered to be the topmost priority toxic pollutant. Chromium metal in its natural form is found to exist in two states: Cr (III) and Cr(VI). Hexavalent chromium is 100 times more toxic than trivalent chromium and due to its toxicological and carcinogenic consequences, it is likely to cause detrimental health hazards [2]. According to AWWA permissible level of Cr (VI) ion in surface and portable water are 0.1 and 0.05 mg/L respectively [3]. Thus, it becomes top priority to make effluents free from Cr (VI) before releasing into the environment. Common technique involved in the handling of heavy metal remediation includes, precipitation (both physical and chemical), ion exchange (resin based), filtration achieved via physical means, chemical based coagulation, flocculation, and other electrochemical methods [4].

The major hurdles in adapting these techniques includes high operational cost coupled with higher energy requirements, further, generation of huge sludge deposition and finally operational complexities. Thus, the alternative of adsorption as a remediation tool has been considered the best and it is further augmented with it being economical and environmental friendly technique [5]. Many agricultural waste residues had been extensively studied in the past to determine their adsorption efficiency. Bio resource material like agriculture waste residuals, showing maximal adsorption capabilities and metal selectivity had been suggested as suitable bio-sorbent for heavy metal sequestration [4].

Currently locally available agricultural waste residues are an automatic choice for remediation of heavy metals, they are also being considered as an important source of bio sorbents due to the presence of certain functional groups such as hydroxyl, ester, amino, carboxyl, carbonyl, sulphydryl, and phosphor group to which heavy metal bind. In this context, Bananas peel a novel bio sorbent was examined for Cr(VI) binding efficiency. In the present study, various parameters which

influence Cr (VI) removal such as pH, initial metal ion concentration, contact time and adsorbent dosage were investigated in a batch mode. Analytical techniques such as FTIR and SEM were employed for bio sorbent characterization. FTIR analysis was employed to determine the active site responsible for bio sorption based on the changes in vibrational frequencies of the functional groups. The surface morphology and the porosity of the bio sorbent were investigated by SEM analysis. Investigations on equilibrium isotherm and adsorption kinetics were also carried out to understand the adsorption mechanism. The present work was carried out at Coimbatore during the period of December 2013 to February 2014.

2 METHODOLOGY

2.1 BIO-SORBENT MATERIAL

Bananas peel were taken from canary island, were washed under running tap water and were subjected to drying in hot air oven at an optimum temperature of 40°C. The finely powdered bio-sorbent was subjected to washing. After washing with distilled water, the mixture was filtered and dried at 50°C for a period of 1 h. The dried powder was stored in an air tight container to prevent moisture. The dried powder was used as a bio-sorbent for the experiment.

2.2 BATCH STUDIES

The maximal adsorption efficiency of biosorbent was determined by varying several parameters which influence the adsorption phenomenon, such as pH, contact time, adsorbent dosage and initial metal concentration by fixing the volume of metal solution to 100ml. After agitating for 30 min in a temperature controlled orbital shaker at 120rpm, the solution was centrifuged. The residual concentration of chromium present in the supernatant was determined spectro-photometrically using 1, 5 Diphenyl carbazide reagent as a complexing agent at 540 nm (APHA method 3500-Cr).

2.3 CHROMIUM REMOVAL ANALYSIS

Chromium removal was estimated using 1,5 Diphenyl carbazide as a complexing agent spectrophotometrically. Different standards containing less than 100 mg/L (20, 40, 60, 80, and 100) were prepared and maintained at pH less than 2. To 10 ml of standard, 0.2 ml of diphenyl carbazide was added as a complexing agent. The solution was incubated until red violet color was developed. The absorbance was noted at 540 nm using visible spectrometer (Systronics-106). A blank was prepared for Cr (VI) analysis. The amount of chromium present in the sample was determined from calibrated curve according to the standard method (APHA method 3500- Cr).

2.4 REMOVAL EFFICIENCY

The percentage of Chromium removal (R %) was determined using the below equation:

$$\text{Removal efficiency (R \%)} = \frac{C_i - C_o}{C_o} \times 100 \quad (1)$$

C_i and C_o represents the initial and final concentration of chromium metal in mg/L.

Adsorption isotherm

Adsorption isotherm aids in the evaluation of adsorption efficiency of any adsorbent and also facilitates in quantifying the correlation of equilibrium with the amount of adsorbate present in the solution and relates the quantum of adsorbate adsorbed in to any bio-resource material at a given temperature.

Adsorption capacity is given by the empirical relation:

$$q_e = \frac{C_i - C_o}{m} \times V \quad (2)$$

Where q_e is the adsorption capacity (mg/g), C_i and C_o are initial and final metal concentration (mg/L), m is the mass of the adsorbent (g) and V is the volume of the metal solution (L). In the present study, adsorption of Cr(VI) with the help of Bananas peel powder was investigated by employing various adsorption isotherms.

2.5 LANGMUIR ADSORPTION ISOTHERM

This model is based on the assumption that metal uptake takes place on the homogeneous surface by monolayer adsorption. It involves uniform energies of adsorption. Langmuir adsorption isotherm is represented by the empirical equation:

Where q is the amount of solute adsorbed per amount of adsorbent (mg/g), K (L/mg) and q_0 (mg/g) are the Langmuir constants related to energy of adsorption and maximum monolayer capacity and y is the solute concentration in the solution (mg/L). By plotting $1/q$ versus $1/y$, Langmuir parameters were obtained (Langmuir, 1917).

$$\frac{1}{q} = \frac{K}{q_0 y} + \frac{1}{q_0} \quad (2)$$

2.6 FREUNDLICH ADSORPTION ISOTHERM

Freundlich adsorption isotherm is theorized, that metal uptake takes place on the heterogeneous surface of an adsorbent by multilayer adsorption. It involves non uniform energies of adsorption. Freundlich adsorption isotherm is given by the empirical equation:

Where q_e is the amount of solute adsorbed per amount of adsorbent (mg/g), y is the solute concentration in the solution (mg/L), K and n are the Freundlich constants related to adsorption capacity and intensity. By plotting $\ln q_e$ versus $\ln y$, Freundlich constants k and n were obtained. It also determines the heterogeneity of surface pore distribution and the value of n indicates the favorability of adsorption (Freundlich, 1906).

$$\ln q_e = \ln q_k + \frac{\ln y}{n} \quad (2)$$

2.7 ADSORPTION KINETICS

Studies on adsorption kinetics had been carried out to describe adsorption mechanism and diffusion process. The generated data were tested using Pseudo first order and second order kinetics equation.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 RESULTS

The plot reveals that the rate of chromium ion removal is rapid in the beginning, with Cr (VI) uptake of 77.3% and 55.3% for 20 and 50mg/l concentrations in just 1 minute (Figure 1). This was then followed by a slow increase and thereafter the rate of Cr (VI) removal tends to become relatively constant. This is probably due to the availability of large number of active binding sites initially in the banana peel adsorbent and consequently large numbers of Cr (VI) are bound onto the banana peel. The equilibrium time of Cr (VI) was observed to have been obtained within 20 min. Similar trends of equilibrium time were also observed in studies conducted by Memonet al., [11] in Cr (III) removal. Results also showed that low initial concentrations of 20 mg/l indicated higher Cr (VI) removal rates than at initial concentrations of 50 mg/l. Cr (VI) uptake of 80.6 % (1.6mg/g) and 57.3% (2.9mg/g) was attained at 20min. This Cr (VI) uptake showed similar trends to previous studies conducted using banana peels (Al-Azzawiet al.,[2]; Memonet al.,[11]; Memonet al.,[10]). Banana peels uptake of Cr (III) of 60-79% at higher adsorbate concentrations (10-100 mg L-1) and 80-99% at lower adsorbate concentrations (0.5-8 mg L-1) have been observed (Memonet al.,[11]). Hence, with uptake rates of 58%, banana peels is reflected as an efficient adsorbent material for the removal Cr (VI) from aqueous solution.

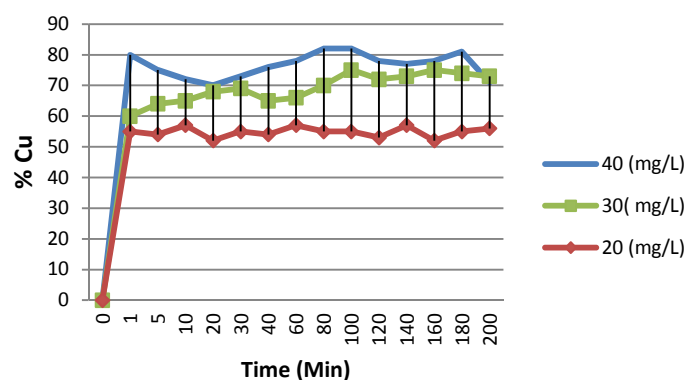


Fig. 1: Effect of contact time on % Cr (VI) removal by acacia charcoal at 20,30 and 50 mg/l.

Similar results were obtained by Muthukumaran and Beulah, (2010), where stretching of O-H group was responsible for the adsorption of Cr(VI) using chemically activated *Syzygium jambolanum* nut carbon.

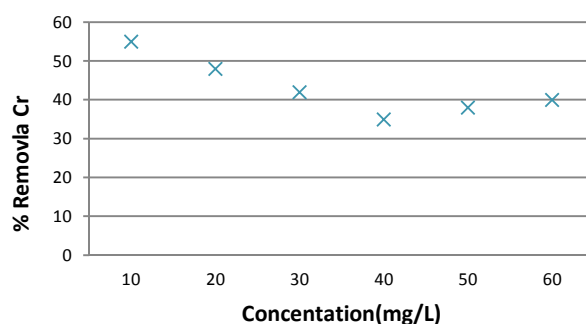


Fig. 2: Effect of Initial concentration on Cr (VI) removal (adsorbent: 0.01g/ml, Initial Concentration: 40 mg/l).

3.2 EFFECT OF ADSORBENT DOSAGE

Adsorbent dosage plays a major role in adsorption process. From the result, as shown in the Fig. 4, it is understood that, with an increase in adsorbent dosage from 0.1 to 0.5 g, there exists an increase in percentage removal from 51 to 92% and the maximum removal was attained at the adsorbent dosage of 0.5 g. The observed trend may be due to greater availability of surface area and functional groups at higher adsorbent dosage (Suresh and Babu, 2008). As a result, electrostatic interaction occurs between the functional groups present in the active site of the adsorbent and the metal ions present in the solution, similar trends were reported by Devi et al., (2012).

3.3 EFFECT OF CONTACT TIME

The effect of initial concentration on removal of Cr (VI) ion on the adsorption efficiency by banana peels was investigated as shown in Figure 2. It was observed that the percentage removal of Cr (VI) decreased with the increase in initial Cr (VI) concentration. At initial concentrations of 5 mg/l the maximum Cr (VI) removal efficiency was found to be 53 %, while at levels of 50 mg/l the removal efficiency was at 35%. This indicates that the removal of Cr (VI) is dependent on the initial concentration of Cr (VI) present in the solution.

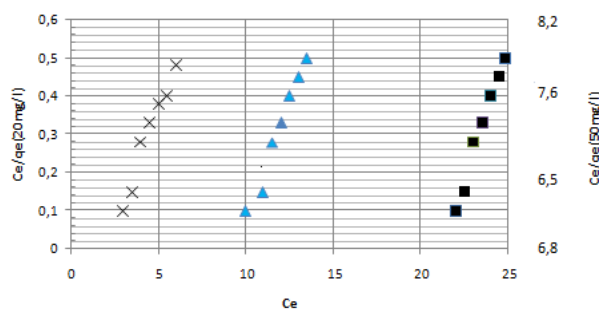


Fig. 3: Langmuir Isotherm of Cr (VI) adsorption onto banana peels at 20 ,30 and 40 mg/l concentrations.

3.4 EFFECT OF INITIAL METAL CONCENTRATION

The experiments were performed by varying the initial metal concentration from 20 to 100 mg/L, while the contact time was varied from 15 to 60 minutes at a constant adsorbent dosage of 0.5 g/100 ml at pH 2 and an agitation speed of 120 rpm. Cr (VI) removal as a function of contact time and initial metal concentration is given in the Fig. 6. From the Fig. 6, it is clear that with an increase in metal concentration from 20 to 100 mg/L, removal percentage decreases from 97 to 88 with an increase in adsorption capacity. The maximum removal was obtained within 15 minutes, after which there was negligible removal since the surface of the sorbent gets exhausted after the formation of one layer thickness of metal ions and then metal uptake rate is controlled due to the transport of ions from exterior to interior site of the adsorbent. Similar trend was observed with ternary bio polymeric microspheres [5]. The data generated due to effect of initial metal concentration help in determining the equilibrium concentration (C_e), adsorption capacity(q_e), metal uptake rate and kinetic characteristics.

3.5 EQUILIBRIUM ISOTHERMS

Isotherms have been used to describe the equilibrium relationship between the amount of solute that is present in the solution and adsorbent [7]. In the present study, Langmuir, Freundlich and Temkin models were employed. The best equilibrium model was determined based on correlation coefficient. represents the investigations over various adsorption isotherms on Cr(VI) removal. Under the optimal conditions, the metal adsorption equilibrium was very well represented by Langmuir isotherm which accounts for existence of monolayer adsorption on homogeneous surface.

Langmuir constants q_0 and k evaluated from the slope and intercept are 19.23 (mg/g) and 0.0061 (L/mg) respectively with the correlation coefficient of 0.992. Higher R^2 value indicates the strong binding of Cr(VI) ions to the adsorbent. Bananas peel powder was found to have better adsorption capacity which indicates the favorability of Langmuir isotherm.

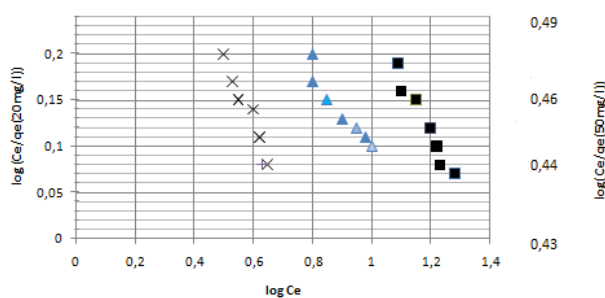


Fig. 4: Freundlich Isotherm of Cr (VI) adsorption onto banana peels at 20 ,30 and 40 mg/l concentrations.

3.6 ADSORPTION KINETICS

Studies on adsorption kinetics were carried out in order to determine the metal uptake rate. The effect of initial metal concentration was investigated to determine the best kinetic model. Pseudo first order kinetics model were applied by plotting $\log(q_e - q_t)$ versus time as shown in the table 1 and 2. The equilibrium adsorption capacity q_e and the second-order rate constant K_2 were calculated from the slope and intercept of the plot of t/q_t against t as shown in Figure 3. The calculated parameters for the data of second-order-kinetic model were summarized in Table 1. Results indicated a good fit ($R^2 > 0.998$)

of the experimental data with the second-order kinetic equation. The linear plots also show a good agreement between the experimental (q_e, exp) and calculated (q_e, cal) values. This finding indicates that the adsorption of Cr (VI) onto banana peels follows the pseudo-second-order kinetic model. Results also shows that as the initial Cr (VI) concentration increases, adsorption capacity at equilibrium (q_e), initial sorption rate (h) and the adsorption rate (K) also increased.

Table 1: Parameters of the pseudo-first-order kinetics.

Parametre	First –order Kinetic Model		
Initial Cr(VI)	K1 (1/min)	q_e, cal (mg/g)	R^2
40 (mg/L)	0,002	0,022	0,676
30 (mg/L)	0,002	0,018	0,643
20 (mg/L)	0,002	0,034	0,785

Table 2: Parameters of the pseudo-first-order kinetics

Parametre	Second-order Kinetic Model			
Initial Cr(VI)	K2 (mg min)	q_e, cal (mg/g)	h	R^2
40 (mg/L)	96,810	0,019	0,082	1,000
30 (mg/L)	45,870	0,015	0,076	1,000
20 (mg/L)	33,480	0,014	0,006	0,998

Table 3: Parameters of the Langmuir and Freundlich isotherm

Model	Langmuir isotherm				Freundlich isotherm		
Parametre	q_m	KI	RI	R2	Kf	n	R2
50 (mg/L)	1,626	0,180	0,004	0,980	28,700	13,28	0,980
30 (mg/L)	5,890	0,345	0,010	0,975	13,450	4,30	0,954
20 (mg/L)	11,120	0,760	0,290	0,970	2,540	2,20	0,940

observed to decrease as the initial concentrations of chromium increased. The adsorption Cr (VI) onto banana peels follows a pseudo- second-order kinetics and shows good fits with both the Langmuir ($R^2 > 0.997, q_m > 1.626$) and Freundlich ($R^2 > 0.988$) isotherm models. This study can conclude that banana peels provide a low cost favorable option from chromium removal in aqueous solution. However, recommendations are made to study the effect of the amount of adsorbate and temperature on the removal efficiency in order realize a good decontamination of leather wastewater.

4 CONCLUSION

The research presents batch studies investigations on the use of banana peels (*Musa Sapientum* biomass) to adsorb Cr (VI) from aqueous solutions. In batch mode studies the adsorption was dependent on initial metals ion concentration, and agitation time. Cr (VI) uptake equilibrium was attained in 20 minutes, and banana peels was observed to be able to absorb 2.2 mg/g of Cr (VI) at concentrations of 50 mg/L. Cr (VI) adsorption onto banana peels was also observed to decrease as the initial concentrations of chromium increased. The adsorption Cr (VI) onto banana peels follows a pseudo- second-order kinetics and shows good fits with both the Langmuir ($R^2 > 0.997, q_m > 1.626$) and Freundlich ($R^2 > 0.988$) isotherm models. This study can conclude that banana peels provide a low cost favorable option from chromium removal in aqueous solution. However, recommendations are made to study the effect of the amount of adsorbate and temperature on the removal efficiency in order realize a good decontamination of leather wastewater.

REFERENCES

- [1]. Ho, Y.S. and McKay, G. (1998) Sorption of dye from aqueous solution by peat. *Chem. Eng. J.* 70, 115–124.
- [2]. Huang, H., Xiao, X., Yan, B. and Yang, L. (2010) Ammonium removal from aqueous solutions by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent. *J. Hazard Mater.*, 175, 247-52
- [3]. Lyubchik, S.I., Lyubchik, A.I., Galushko, O.L. and Tikhonova L.P., (2004). Kinetics and thermo-dynamics of the Cr (III) adsorption on the activated carbon from co-mingled wastes, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects* 242 :151–158.
- [4]. Mancuso, T. F. and Hueper, W. C. (1951) Occupational cancer and other health hazards in a chromate plant. A medical appraisal. I. Lung cancers in chromate workers, *Ind. Med. Surg.*, 20, 358-63.
- [5]. Memon, J. R., Memon, S. Q., Bhanger, M. I., El-Turki, A., Hallam, K. R., Allen, G. C. (2009) Banana peel: a green and economical sorbent for the selective removal of Cr (VI) from industrial wastewater. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces*, 70(2):232-7.
- [6]. Memon, J. R., Memon, S. Q., Bhanger, M. I. and Khuhawar, M.Y. (2008) Banana Peel: A Green and Economical Sorbent for Cr (III) Removal. ISSN-1996-918X, *Pak. Jour. Analy. Env. Chemistry (PJAEC)* ,9(1), 20 – 25
- [7]. Ageyi N. M., Strydom C. A. and, Potgieter J.H. (2000) An investigation of phosphate ion adsorption from aqueous solution by fly ash and slag. *Cem and Concr.Res.*, 30(5), 823-826.
- [8]. Al-Azzawi, M.N.A., Shattooh, S.M., Al-Hiyaly, S.A.K. (2013) The Removal of Zinc, Chromium and Nickel from Industrial Waste-Water Using Banana Peels. *Iraqi Journal of Science*, 54(1):72-81
- [9]. Castro, R. S. D., Caetano, L., Ferreira, G., Padilha, P. M., Saeki, M. J., Zara, L. F., Martines, M. A. U., and Castro, G. R. (2011) Banana peel applied to the solid phase extraction of copper and lead from river water: Preconcentration of metal ions with a fruit waste. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(6), 3446-3451.
- [10]. Ahalya, N.; Kanamadi, R.D.; Ramachandra, T.V., (2005). Biosorption of chromium from aqueous solution by the husk of Bengal gram, *E. J. Biotechnol.*, 8 (3): 258-264
- [11]. Bajpai, A.K.; Rai, L., (2010). Removal of chromium ions from aqueous solution by biosorption on to ternary biopolymeric microspheres, *Indian J. Chem. Tech.*, (17):17-27 .
- [12]. Díaz-Martín, R., Saglier Contreras, G., Guardiola Mouhaffel, A. (2015). Aplicación del método de los mínimos cuadrados para la obtención de los parámetros de los modelos de Henderson y Chung-Pfost. *Educación química*, 26, 139-145.

SOCIO-PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF BROKEN FAMILIES ON SOCIALIZATION AND ACADEMIC PERFORMANCE AMONG THE CHILDREN OF MULTAN DIVISION

Afshan Qureshi

Scholar of Sociology, Bahauddin Zakaria University, Multan, Pakistan

Copyright © 2016 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: Family is a primary and basic unit of socialization and a child learn many behaviors, customs, traditions, faith, believes, norms, folkways, mores, habits, social patterns and manners to live in family. When a family had a break up, it is usually hard for everyone that how to grip the situation and children cannot bear this situation. Broken family system is putting a dark impact on social development, academic performance and on psychological health of children. The basic objectives of the research were 1) to explore the socio-economic status of broken families, 2) to see the causes of separation of broken families, 3) to explore the pattern of relationship of children inside and out-side of the house, 4) to find out the behavior of elders and parents of broken families with children, 5) to see the effect of broken families on social development of children, 6) to find the academic performance of children before and after the breakup of families and 7) to explore the consequences of broken families on psychological condition of children.

KEYWORDS: Children, family breakup, social development, academic performance and psychological health.

1 INTRODUCTION

Family is a primary and fundamental unit of socialization for children and parents, it also plays a vital role as it is first socializing agent for the children. A child requires her/his first social contact to live in family and she/he learn many correct pattern of behavior, norms, values, folkways, mores, laws, believes, habits in family which helps a child to become a useful member of society. But in our society, there is a dark phase of broken families which affect the personality of a child very harshly. In broken families, children are deprived from proper emotional and physical of their parents. A single parent should have to pay double responsibilities, requiring time, attention, money etc but mostly parents cannot perform their duties successfully and effective socialization of children is not possible and their personality, emotions, behavior, academic performance of these children are badly influenced.

2 REVIEW OF LITERATURE

Runumi (2014) stated that socialization is a continuous process which covers the whole life of an individual. Children need a proper, healthy and peaceful home environment which can foster the qualities which are effective for social adjustment and maintain a good relationship inside as well outside the home. Family is considered as the first training center of social behavior and work. A child learns customs, traditions, faith, believes, norms, social patterns, habits, and manners of our society in family. The love of parents, care, their attitude and emotional attachment are some important factor for socialization which develop the personality of a child. In home a children learns the behavior of truthfulness, honesty, sympathy, courage, punctuality, fair dealing, respect etc. Parents and other elders are having a great impact on the socialization of habitual expression of a child in the family. But in the broken family system, children are deprived of proper emotional and physical support from their parents. In such families the basic needs of children are not fulfilled properly and effective socialization of values are not totally possible. Igbinosa (2014) defined in his paper that the environment of home put a great impact on the performance of a student. The effects of broken families are influenced on the personality, emotions, behavior and on academic achievement. Children experience problems in schools with teachers, try to going

against the teachers, friends and usually they don't want to cooperate with assignment, instructions of teachers and are having concentration difficulties. Mostly children adopt the company of negative peers and children act in a way of going against to elders, cousins, parents, and teachers. Single parent should have to face double responsibilities; they should have to take out time and to pay more love and attention to their children and try to fulfill their needs etc. child's education is more affected by the less attention of parent. Mostly teachers usually complain that children from broken family system are mostly hostile, aggressive, anxious, fearful, hyperactive and show destructive behavior and show poor performance in academic learning. Bigner (2002) defined that it is a hard time for a child to deal with change and it is possibility that they start to express feelings of anger, resentment, hatred, confusion and jealousy. They feel loneliness, isolation, depression and low self-esteem and children feel difficulty or sometimes they don't know that how to express their feelings appropriately. Booth (2000) refers to a variety of national studies. He stated that weak school performance, low self-esteem, behavior issues, distress and adjustment problems in children are related to broken families. In teenagers of broken families they distinguished more examples of offender manners, premature sex bustles and continual academic problems. Shirina (2013) defined in her article that broken families has both fugacious and everlasting effects on children. Some fugacious consequences comprise are children may possibly feel blameworthy or responsible for the separation, they may turn into extensively hostile, brutal, sadistic, destructive, aggressive and/or obstinate and don't cooperate with others, fly off the handle at both parents, they may develop into psychologically deprivation out of fear of being forsaken, it may possible that they lose the capability to concentrate which might subsequently affect educational performance, and furthermore build up severe feelings of grief and failure. Even though, numerous outcomes of the broken families on children are fugacious after which they fade, just the once the child need time to accommodate in the new family situation and with all the changes that have occurred, there are several different cases where the effects may be everlasting. The children of divorced parents more possible to be less educated, face poverty, socio-economic disadvantage, reveal anti-social behavior, as well as having other behavioral issues and suffer from drug or alcohol addictions. Ann (2009) stated in his book that broken family systems are having a great impact on children. They are developing up in as like families who have to suffer many difficulties like minor incomes, poverty and others cruel behavior and they experience behavioral problems, weak performance in school and attaining lesser educational qualifications, requiring extra medical treatment and sometimes they leave school and home when young, to going against elders, cousins, parents, teachers and friends, reporting more depressive symptoms, aggression, destruction, low self esteem, low confidence and higher intensity of smoking, drinking and other drugs which are used by teenagers and adulthood.

3 PURPOSE OF STUDY

Family is a primary and essential unit of socialization for all children; chiefly in the first five years of their life. Family endows the child with her/his first social contact to social world and we learnt many right patterns of behavior in family. Learning is done in informal and accurate manner which is approved through reward and punishment. Parents play a vital role as first socializing agent for their children. A child attains many of social patterns, norms, habits, and manners to live in family. In families parents and other elders are having a great impact on the socialization of habitual expression of the child but in broken families children are underprivileged from the appropriate love, affection, emotional and physical support, attention, time of their parents. Mostly their basic needs are to somewhat fulfilled or unfulfilled. So, this less attention is having a great impact on the socialization of child. Broken family system is influenced on the personality, emotions, behavior even academic performance. When a family break up, it is usually difficult for everyone in the family to cope with the situation. Even children are also becoming the worst victim of it and these children are having fault socialization. Mostly parents cannot perform their proper duties and the personality of these children is badly influenced. Children go against their parent, elders, teachers and even peers. They experience problems at schools with teachers, don't cooperate with studies, teachers, and friends and have concentrating problems. Mostly children adopt the company of negative people. Their behavior is mostly hostile, aggressive, fearful, depressive, hyperactive, destructive, speaking lie, poor performance in academic learning. The main objectives of the present research were:

- 1- To explore the socio-economic status of broken families.
- 2- To see the causes of separation of broken families.
- 3- To explore the pattern of relationship of children inside and out-side of the house.
- 4- To find out the behavior of elders and parents of broken families with children.
- 5- To see the effect of broken families on social development of children.
- 6- To find the academic performance of children before and after the breakup of families.
- 7- To explore the consequences of broken families on psychological condition of children.

4 RESEARCH METHODOLOGY

The researcher used qualitative research design. In this explorative research, researcher used case study method for data collection. The universe/population of the present study comprised study of all those children whose behavior was affected by the broken family system of Multan city. The researcher selected 8 children whose behavior was affected due to their broken families purely on the basis of purposive sampling. Researcher collected data from the parents, elders of their house, teachers and friends of these affected children, also see their previous and recent reports cards to know the grades and academic performance of children before and after of broken families and spent the time with these affected children and observed their behavior. For collecting data, researcher used the techniques of participant observation. To select those respondents and to conduct an in depth interviews, it was necessary to select the respondents purely on the basis of special purpose which the researcher had in her mind.

4.1 HYPOTHESIS

- 1- Greater the intensity of broken families, behavior of children will be more affected.
- 2- Greater the intensity of broken families, academic performance of children will be more affected.

5 CASE STUDIES

SOCIO-ECONOMIC STATUS:

5.01. GENDER: there are 3 cases of girls and 5 cases of boys.

5.02. AGE: In case no. 1, the age of the boy is 12 years old. In case no. 2, the age of the girl is 14 years old. In case no. 3, the age of girl is 17 years old. In case no. 4, the age of victim boy is 15 years old. In case no. 5, the age of boy is 11 years old. In case no. 6, the age of the boy is 9 years old. In case no. 7, the boy is of 16 years old and in case no. 8, the victim girl is of 14 years old.

5.03. FAMILY STATUS BEFORE SEPARATION: In cases no. 1, 3, 4 and 8 the victim boy and girls were lived in nuclear family system and in cases no. 2, 5, 6 and 7 the victim boy and girls were lived in joint family system before separation of his family

5.04. FAMILY STATUS AFTER SEPARATION: In cases no. 1, 2, 3, 5, 6, 7 the victim boys and girls are living in joint family system and the boy of case no. 4 and the girl of case no. 8 are lived with nuclear family system after separation of his family.

5.05. NUMBER OF FAMILY MEMBERS: In case no. 1, the victim boy has 10 family members in his family. In case no. 2, the victim girl has 8 family members in her family. In case no. 3, the victim girl has 11 family members in her family. In case no. 4, the victim boy has 6 family members in his family. In case no. 5, the family members of victim boy are 10. In case no. 6, the family members of victim boy are 15. In case no. 7, the family members of victim boy are 9. In case no. 8, the victim girl are being had 4 family members in her family.

5.06. LIVING WITH WHICH PARENT? In case no. 1, the victim boy is living with his mother. In case no. 2, the victim girl is living with her mother. In case no. 3, the victim girl is living with her mother. In case no. 4, the victim boy is living with his father. In case no. 5, the victim boy is living with his father. In case no. 6, the victim boy is living with his mother. In case no. 7, the victim boy is living with his mother. In case no. 8, the victim girl is living with her father.

5.07. Mother/father's education status: In case no. 1, the education status of the mother of victim boy is Master in Political Science. In case no. 2, the education status of the mother of victim girl is F.A. In case no. 3, the education status of the mother of victim girl is Matric. In case no. 4, the education status of the father of victim boy is Matric. In case no. 5, the education status of the father of victim boy is uneducated. In case no. 6, the mother's education of victim boy is middle. In case no. 7, the mother's education of victim boy is primary. In case no. 8, the education status of the father of victim girl is F.A.

5.08. MOTHER/FATHER'S OCCUPATION: In case no. 1, the mother of the victim boy is a school teacher. In case no. 2, the mother of the victim girl is working as a receptionist in a hospital and teach academy at her home in evening. In case no. 3, the mother of the victim girl is lady health worker. In case no. 4, the father of the victim boy is a gardener. In case no. 5, the father of the victim boy is a shopkeeper. In case no. 6, the occupation of mother of the victim boy is primary school teacher. In case no. 7, the mother of the victim boy is a house-woman. In case no. 8, the father's occupation of victim girl is a shopkeeper.

5.09. INCOME OF FAMILY: In case no. 1, the total income of the family of the victim boy is 30 thousand. In case no. 2, the income of the family of victim girl is 25 thousand. In case no. 3, the income of the family of victim girl is 18 thousand. In case no. 4, the income of the family of victim boy is 20 thousand. In case no. 5, the income of the family of victim boy is 25 thousand. In case no. 6, the family income of victim boy is 20 thousand. In case no. 7, the family income of victim boy is 30 thousand. In case no. 8, the total income of the family of the victim girl is 15 thousand

5.10. AGE AT SEPARATION OF FAMILY OF CHILD: In case no. 1, the age of victim boy during separation of his family was at least 7 years old. In case no. 2, the age of victim girl during separation of her family was at least 3 years old. In case no. 3, the age of victim girl during separation of her family was at least 9 years old. In case no. 4, the age of victim boy during breakup of his family was 7 years old. In case no. 5, the age of victim boy during separation of his family was 5 years old. In case no. 6, the age of victim boy during breakup of his family was at least 4 years old. In case no. 7, the age of victim boy during breakup of his family was 11 years old. In case no. 8, the age of victim girl during separation of his family was at least 6 years old.

5.11. CAUSES OF FAMILY BREAKUP: In case no. 1, the causes of separation of family of victim boy were violence when the mother of the victim child could not bear the cruel behavior of her husband. She took divorce from her husband. In case no. 2, the root cause of separation of family of victim girl was violence and then divorce. In cases no. 3 and 4, death is the cause of family separation. In case no. 5, divorce is the cause of family breakup. In case no. 6, death of the father is main cause of family breakup. In case no. 7, death of the father of the victim boy is the root cause of family separation. In case no. 8, divorce is the cause of family breakup.

5.12. BEHAVIOR OF ELDERS WITH CHILDREN: In case no. 1, the behavior of the elders of mother family is not good with the victim boy and his brothers. Behave of his uncles and aunties with these children are as like that these children are transgressor. His grandmother love these children but to some extent. In case no. 2, the elders love the victim girl. In case no. 3, the elders love the victim girl and her brother and sisters. In case no. 4, father loves his all daughter and sons. In case no. 5, elders treat harshly with the victim boy and his brother and sisters. In case no. 6, the behavior of the elders of mother family is not good with the victim boy. The uncles and aunties treat with victim child very harshly as like he is a malef. His grandfather and grandmother love this child but to some extent. In case no. 7, elders love the victim boy. In case no. 8, father has done second marriage and the step mother harshly behave with victim girl and father love her but to some extent.

5.13. BEHAVIOR OF CHILDREN WITH FAMILY MEMBERS: In case no. 1, the behavior of victim boy with other family members is totally cruel. He doesn't listen the advises of anyone. Always try to go against advises of his mother and also elders; if said him to slow the volume of T.V then he outacts the volume of T.V. He vandalizes the things at home when his needs cannot be fulfilled quickly. For example, he saw a video game of his cousin, then he immediately demand about that game. If his mother has not much money for buying and she said her for waiting then he brake the things at home and said that why not abruptly and he annihilates the video game of his cousin that if I cannot buy this game then you have not right to play this game. He always hit his younger brothers and cousins. Always tell lie with his mother and elders. Not having sympathetic nature; always beat the animals and birds. Always try to compete with others that if he have then I should also have. In case no. 2, the behavior of victim girl with other family members is totally silent. She doesn't talk to anyone at home, vandalize the things when don't listen to her, don't know how to express his feelings in front of elders. In case no. 3, the behavior of victim girl is totally violent with her elders at home. She always go against the elders to what they say, always watch T.V in outact volume, to plague others without any reason, beat her brother and sister, not cooperate in works of home with her mother, not cooperate in studies of her younger brother, always try to compete with others that if they have then I should also have this. In case no. 4, the victim boy always acting out against his father, don't take care of his younger brother and sisters, always want that his all wishes would be fulfilled if his father cannot do that he annihilates the things. In case no. 5, the victim boy is a stubborn child and lives afraid from his elders and mostly acting out against his elders. In case no. 6, the victim boy feels fear from his elders and don't talk to anyone and mostly live alone in his room. In case no. 7, victim boy always acting out against his elders, listen music in loud volume for teasing others. Don't take care of others to what they think about him. Beat his other brother and sister and told lie, always compete his things with others, vandalize the things when his any wish is not be fulfilled. In case no. 8, the victim girl live afraid from his step mother and all day she live busy in works of home.

5.14. BEHAVIOR OF CHILDREN OUTSIDE THE HOME: In case no. 1, mostly victim boy don't talk to anyone and aggressively behave with others outside the home. In case no. 2, mostly victim girl don't talk to anyone outside the house, mostly she doesn't meat to anyone. If she has to go outside the house with his mother or aunty or anyone of his house, his behavior is totally quiet. In case no. 3, victim girl is quite silent outside the home. In case no. 4, victim boy rudely behave with outsider. In case no. 5, mostly victim boy don't talk to anyone and don't meet to anyone and live quite silent when he go outside the home. In case no. 6, the victim boy doesn't meet to any one and quite silent. In case no. 7, victim boy rudely behave with people to

outside the home. In case no. 8, the victim girl feel fear from everyone her neighbors, her relatives even from her cousins and mostly live quite silent.

5.15. SOCIAL EFFECT OF BROKEN FAMILY AND SOCIAL DEVELOPMENT OF CHILDREN: In case no. 1, the victim boy always try to go against the mother and elders, to hit his younger brothers and cousins, annihilate the things when his demands cannot be fulfilled immediately, always told lie, not having sympathetic nature, don't cooperate with others, have conflicted nature, always try to compete with others that if he have then I also should have and he don't respect the elders. In case no. 2, the victim girl is totally silent, don't talk to anyone, smash up the things when don't listen to her, don't cooperate with others. In case no. 3, the victim girl is totally violent with her elders at home. She always go against the elders to what they say, always watch T.V in loud volume, to upset others without any rationale, hit her brother and sister, not cooperate in works of home with her mother, not cooperate in studies of her younger brother, always try to compete with others that if they have then I should also have this, always told lie, don't respect the elders and not having sympathetic nature. In case no. 4, the victim boy always acting out against of his father, compete his all things with others that if they have then I should have, not having sympathetic nature, don't cooperate with others even don't take care of his younger brother and sisters, always told lie with his father, having conflicted nature and don't respect elders. In case no. 5, victim boy is a stubborn child, feeling afraid from elders, due to frightened; mostly he told lie and going against his elders and having conflicted nature and feeling jealously from other children that they live a happy life and why he not. In case no. 6, the boy is become the victim of fear and mostly he live alone and he don't talk to anyone. In case no. 7, victim boy always acting out of his elders, tell lie, listen music very loudly for teasing others, beat his younger brother and sister, always compete his things with others, vandalize the things when he doesn't get any need for which he demand, use cigarette and drugs. In case no. 8, victim girl live quite silent and feeling fear from other people.

Academic Performance

5.16. CURRENT EDUCATION STATUS: In case no. 1, the victim boy is in 6th standard. In case no. 2, the victim girl is in 8th class. In case no. 3, the victim girl is in 10th class. In case no. 4, the victim boy is in 10th standard. In case no. 5, the victim boy is in 4th standard. In case no. 6, the victim boy is in 4th standard. In case no. 7, the victim boy is in 10th class. In case no. 8, the victim girl is in 9th standard.

5.17. EDUCATIONAL STATUS BEFORE FAMILY BREAKUP: In case no. 1, the victim boy was in 2nd standard. In case no. 2, the victim girl did not go to school. In case no. 3, the victim girl was in 4th standard. In case no. 4, the victim boy was in 4th class. In case no. 5, the victim boy was in one class. In case no. 6, the victim boy did not go to school. In case no. 7, the victim boy was in 7th standard. In case no. 8, the victim girl was in prep class.

5.18. BEHAVIOR OF CHILDREN WITH TEACHERS: In case no. 1, the behavior of victim boy with teachers is totally violent. He doesn't give respect to teachers; if teachers tell something about studies then he shout in the class. In case no. 2, the victim girl feels fear from teachers. If she doesn't understand anything about lesson then she doesn't ask any question to teacher. In case no. 3, the victim girl behaves in a good manner with teachers. In case no. 4, the victim boy rudely behaves with teachers and don't concentrate in his studies. In case no. 5, the victim boy feel afraid from teachers and feeling difficulty to concentrate on his studies and feeling fear to ask any question to teacher that how it would be solved or what it would be answered? In case no. 6, the victim boy feels afraid from teachers and he did not ask any question to teacher and feel difficulty to concentrate the problem. In case no. 7, the victim boy doesn't concentrate in his studies, don't do his homework and rudely behave with teachers. In case no. 8, the victim girl respects the teachers but her afraid from them. If she doesn't understand anything about lesson then she doesn't ask any question to teacher.

5.19. BEHAVIOR OF CHILDREN WITH FRIENDS: In case no. 1, the behavior of the victim boy with their friends is not good. They always impose their all works at their friends, don't wait to work together on assignment, always force his friends that they play or study according to their own will. If they don't listen to him then he hit them. In case no. 2, the victim girl has no any friend. In case no. 3, the behavior of victim girl is very rude with her friends. Mostly friends are not happy with her because she imposes their wills to them. In case no. 4, the victim boy is having the company of debauchee; what they say for doing anything to him and he perform. In case no. 5 and 6, the victim boys have no any friend. In case no. 7, the victim boy has had the company of licentious people. He uses cigarettes and drugs with them. In case no. 8, the victim girl has no any friend.

5.20. PERFORMANCE OF STUDIES IN CLASS: In case no. 1, the victim boy is not punctual in his class. His performance is so weak. He cannot concentrate in his studies and don't try to cooperate with lessons and teachers for studying. Mostly he doesn't accomplish his homework. He is ramshackle in his tests or papers. In case no. 2, the victim girl feels difficulty to understand the lessons and don't know how to ask from teachers. If she doesn't understand the lesson then she starts cry very loudly and throw her books. She is very weak in her studies. In case no. 3, the victim girl is a good student in studies. In case no. 4,

the victim boy is not punctual in his class. He doesn't concentrate in his studies and don't accomplish his homework. In case no. 5, the performance of victim boy in studies is so weak. He feels difficulty to concentrate in his studies and he feels fear to ask something from teachers about any question which he cannot understand. In case no. 6, the condition of victim boy in studies is very poor and feels difficulty to learn the lesson and don't know how to ask from teachers. In case no. 7, the victim boy is not punctual in his class, don't focus in his studies and rudely behave with teachers. In case no. 8, the victim girl respects the teachers but feeling fear from teachers and feeling problem to concentrate the lesson.

5.21. GRADES OF CHILDREN BEFORE FAMILY BREAKUP: In case no. 1, the grades of victim boy were not better before the breakup of his family. In case no. 2, the victim girl did not go to school because she was a little child. In case no. 3, the victim girl was a good student in studies. In case no. 4, the victim boy was a good student before the death of his mother. In case no. 5, the grades of the victim boy was always affected due to fear from teachers. In case no. 6, the victim boy did not go to school before separation of family because he was a little child. In case no. 7, victim boy was a brilliant student because his father teaches himself to victim boy at home. In case no. 8, victim girl was lived disturb in class because of her family issues.

5.22. GRADES OF CHILDREN AFTER FAMILY BREAKUP: In case no. 1, the grades of victim boy are not better after the breakup of his family. In case no. 2, the grades of victim girl are not good. Her performance in papers is poor. In case no. 3, the grades of victim girl are not affected after breakup the family. In case no. 4, the victim boy has ramshackle performance in tests and papers and his grades are not good in class. In case no. 5, 6 and 8 fear is the main factor which is affected the grades of victim Children. In case no. 7, the grades of victim boy are more affected after the death of his father.

5.23. CONSEQUENCES OF FAMILY BREAKUP ON PSYCHOLOGICAL CONDITION OF A CHILD: In case no. 1, the victim boy is totally depressed, aggressive, fell jealously from others, destructive nature, speak in outact voice, listen things in high volume and concentration problems. In case no. 2, the psychological condition of victim girl is totally depressed, frustrated, less confidence, aggressive and having concentration problems. In case no. 3, the victim girl is totally aggressive, fell jealously from others, speak in loud voice, listen things in high volume. In case no. 4, the victim boy is more aggressive, rude, depressed, frustrated, fell jealously from others. In case no. 5, boy has become the victim of fear, depression, stubborn and jealously. In case no. 6, the boy has become the victim of fear, depression and has concentration problems and no confidence. In case no. 7, the psychological condition of victim boy is totally ruined. He has become the victim of aggression, frustration, depression; fell jealous from others, having destructive and conflicted nature and listen music in high volume. In case no. 8, the girl has become the victim of fear and depression and having concentration problems and less confidence.

6 CONCLUSION

The causes of broken families is not only divorce, here death is also the reason of it. All the children girls and boys are all affected by broken families. After family breakup children have to face many problems due to lack of attention of parent. Children adopt many wrong ways to get the attention of parent mother/father who lives with them but parent cannot understand that what they want and they snub or beat them; here there socialization is affected very harshly and children understand that their parent don't love us which make them stubborn. They adopt many different habits for getting the attention of parent if mother/father cannot understand the rationale behind the action of their children and punish them then those habbits become strong which make them deviant or create many psychological problems for these children and their academic performance is affected very badly. For this, the future of these children is badly ruined.

SUGGESTIONS

Here are some suggestions for the betterment of affected children.

- 1- The children from broken families need attention and love more than other children. The parent mother/father who lives with child should have to pay attention, love, care and should take out time for their children otherwise affected socialization is not possible. For this a child also shows that she/he is responsible and a sensible person and she/he also showed that they can understand the problems of their parent.
- 2- Parent mother/father should involve the child in her/his favorite activities e.g. paintings, play basket ball, cricket, reading books etc but after studies.
- 3- Parent should take notice seriously when their children behave weirdly and try to understand the rationale of their behavior and deal with them very carefully, patience, with love, affectionately and kind behavior.
- 4- All those children who are affected very harshly by broken families. Parent should bring such children at right path with love, care, attention, should give proper time to their children and parent should help them by psychiatrist for counseling their children to make them conformist.

- 5- In schools, government should give the special training to teachers and should counsel them the ways to handle with aggression and other wrong behaviors. By using this we can secure the future of these children and make them valuable citizens and a successful person of our society because children are the sign of progress of any nation.

REFERENCES

- [1] Runumi, D. 2014. "Social Development of Young Children Belonging to Broken Families – A Study", *International Journal of Humanities and Social Studies*. Volume no. I, Issue no. III, Page no. 75-86, ISSN: 2349-6959 (Online), ISSN: 2349-6711 (Print)
- [2] Igbinosa, V. O., 2014. "Influence of Broken Homes on Academic Performance and Personality Development of the Adolescence in Lagos State Metropolis", *European Journal of Educational and Development Psychology*. Volume no. 2, Issue no. 2, pp. 10-23.
- [3] Bigner, J. 2002. "Parent-Child Relations: An Introduction to Parenting". *Upper Saddle River, New Jersey: Merrill Prentice Hall*. Edition: 6th
- [4] Booth, C., Clarke-Stewart, K. A., McCartney, K., Owen, M. T., & Vandell, D. L. (2000). Effects of parental separation and divorce on very young children. *Journal of Family Psychology*, 14,304-326.
- [5] Ann, M., Chris, O., and Marjorie, S. 2009. "Impact of Family Breakdown on Children's Well-Being, Evidence Review", *Institute of Education, University of London*. ISBN: 978 1 84775 450 9
- [6] Shirina, A. 2013. "Effects of Family Breakup on Children: A Study in Khulna City", *Bangladesh e-Journal of Sociology*. Volume no. 10 Issue no. 1.

ETUDE COMPARATIVE DES RESULTATS DE L'ENAFEP EN FRANCAIS ET EN MATHEMATIQUE DES ECOLIERS DE 6^è ANNEE PRIMAIRE DES ECOLES CATHOLIQUES DE LA VILLE DE GOMA

Dimanche LIOO BOOSO

Assistant à l'Université de Goma « UNIGOM », Faculté de psychologie et Des sciences de l'Education, RD Congo

Copyright © 2016 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 present research intends to answer the fundamental questions below :

- Do Schoolchildren of the Sixth form primary school of catholic schools succeed better in mathematic than French to the TENAFEP

- What is the success referential level in the both basic branches according to schools and sex?

In view of what precedes, we formulate our main hypothesis as following :

- The school children of the sixth form primary school of catholic schools Goma city, would better succeed or would be more effective in French than in mathematic.

In addition to this main hypothesis , we expressed both others, so that we can verify the variables kept in our work.

- There would not be difference of success in French and in mathematic between girls and boys

- There would be meaning full between the average off success in mathematic as well as in French on the other hands.

After making the analyze of collected data, the main hypothesis is corroborated.

A high effective is showed by school children in French than in mathematic. But their results in French and in mathematic don't any meaning full difference according to the sex. The first sub hypothesis is invalidated by this result and the second in the (sub hypothesis) is varied. The average of school children of these schools are different in mathematic but they don't present a meaning full difference in French.

KEYWORDS: ENAFEP, French, Mathematics, School, Primary, Catholic Schools, Goma.

RÉSUMÉ: La présente recherche se propose à répondre aux questions fondamentales ci-après :

- Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques réussissent-ils mieux en mathématique qu'en français à l'ENAFEP ?

- Quel est le niveau différentiel de réussite dans ces deux branches de base selon les écoles et le sexe ? Eu égard à ce qui précède, nous formulons notre hypothèse principale de la manière suivante :

- Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de la Ville de Goma réussiraient mieux ou seraient plus performants en français qu'en mathématique.

En plus de cette hypothèse principale nous avons émis deux autres secondaires pour vérifier les variables retenues dans notre travail :

- Entre filles et garçons, il n'y aurait pas de différence de réussite en français et en mathématique.

- Par contre, entre écoles, il y aurait des différences significatives entre les moyennes de réussite en mathématique et en français.

Après analyse des données récoltées, l'hypothèse principale est corroborée. Les écoliers ont manifestés une performance supérieure en Français qu'en Mathématique. Mais leurs résultats en Français et en Mathématique ne présentent aucune différence significative selon le sexe. Ce résultat infirme la première hypothèse secondaire. La deuxième hypothèse secondaire est nuancée. Les moyennes des écoliers de ces écoles sont différentes en Mathématique, mais en Français elles ne présentent pas de différence significative.

MOTS-CLEFS: ENAFEP, Français, Mathématique, Ecoliers, Primaire, Ecoles Catholiques, Goma.

1 INTRODUCTION

Bien que le programme de l'enseignement primaire soit le même pour les enfants congolais, les expériences quotidiennes révèlent une différence des performances dans l'apprentissage en mathématique et en français chez les écoliers de la sixième année primaire.

Depuis des nombreuses années, les efforts consentis par l'ensemble des pays ont permis la scolarisation massive des jeunes générations. La question de son efficacité se pose : il s'agit de mesurer, d'évaluer les performances de l'école en examinant les résultats des élèves, en s'interrogeant sur ce qu'ils savent, sur ce qu'ils ont appris, en un mot, sur leurs acquis. Il convient de noter avec Akilimali (2011, pp.2-3) que, compte tenu de l'importance de l'évaluation dans l'enseignement, les chercheurs et les enseignants sont portés à élaborer des épreuves visant le contrôle de l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage. Ainsi, pour décider du passage des élèves d'une classe donnée à une autre, beaucoup de pays exigent une passation d'examens ou de concours divers qui ont un rôle de contrôler les acquis des élèves, mais dans d'autres pays, l'évaluation est censée renseigner sur les acquis passés et futures de l'élève. Tel est le cas de la RDC où on compose des examens scolaires pour la vérification des niveaux des écoliers qui permettent d'accéder à la classe supérieure.

La volonté d'évaluer les performances du système éducatif dans son ensemble et d'évaluer les performances des élèves en mathématique et en français en particulier a vu le jour depuis des nombreuses années via des épreuves standardisées d'évaluation sommative des écoliers au niveau national ; épreuves dites « Examen National de Fin d'Etudes Primaires » (ENAFEP).

Scallon cité par Bene Kabala (2015, p.2), affirme que la capacité des écoliers qui achèvent leurs études à utiliser leurs connaissances et leurs habiletés est douteuse, même pour ceux que l'on considère comme de bons élèves. Ce n'est pas parce que l'écolier maîtrise des exercices pointés que ce soit en français ou en mathématique qu'il sera automatiquement capable d'utiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes ou accomplir des tâches courantes. Il s'agit de noter avec Rey Bernard et Alii (2006, pp.24-25), que dans la pédagogie par compétence la question essentielle est évidemment de savoir comment faire acquérir les compétences et les nouvelles connaissances aux élèves. Il est ainsi possible d'obtenir des écoliers de l'école primaire qu'ils exécutent les opérations nécessaires pour effectuer une multiplication, celles nécessaires pour accorder les verbes avec son sujet, celles nécessaires pour mettre à la forme interrogative une phrase affirmative. Ils peuvent déchiffrer un texte mais sont incapables d'en saisir le sens ou encore effectuer une addition mais quand un problème se pose, ils ne savent pas s'il faut faire une addition ou une soustraction.

Mokonzi (2015, p.4) affirme que la question de l'efficacité des systèmes éducatifs, particulièrement au niveau de l'unité organisationnelle communément appelée l'école, est intéressante. Nul n'ignore en effet que les performances des élèves varient d'une école à l'autre et d'un système éducatif pris dans son ensemble à l'autre. Il convient de noter avec Carron et Chau (cités par Mokonzi, 2015 p. 35) que les différences des résultats entre écoles sont d'avantage liées à la qualité du maître qu'à la disponibilité de l'équipement. Un maître est efficace lorsqu'il possède entre autre un style d'enseignement actif. Suivant ce style, l'apprenant est mis en situation problème et construit lui-même son savoir. Il est impliqué dans des situations qui lui permettent d'utiliser ses compétences et de les faire évoluer au cours de la formation.

On constate aujourd'hui que la note de langage est en général une moyenne qui n'a guère de lisibilité. Elle ne permet pas de faire la différence entre ce que l'élève sait de la langue et ce qu'il sait faire avec elle, elle ne permet pas de faire la différence entre, ses compétences en calcul et entre ses compétences écrites, ses compétences orales, ses compétences de compréhension et enfin ses compétences d'expression. La différence des résultats aux examens scolaires peuvent aussi varier selon les réseaux, le sexe, les aptitudes des élèves, les branches et enfin la capacité des enseignants.

C'est pourquoi, préoccupé par cette question, nous avons voulu analyser d'une manière comparative les performances en mathématique et en français des écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques en ville de Goma.

A ce qui précède, il y a lieu de nous poser les questions principales suivantes qui constitueront le fil conducteur de la présente recherche :

- Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques réussissent-ils mieux en mathématique qu'en français ?
- Quel est le niveau différentiel de réussite dans ces deux branches de base selon les écoles et le sexe ?

Eu égard à la problématique de notre recherche, ce travail vise à analyser d'une manière comparative les performances dans l'apprentissage de la mathématique et du français des écoliers de sixième année primaire des écoles catholiques de la ville de Goma, afin de dégager les différences, voir dans quelle discipline (mathématique et français) ces écoles préparent mieux les écoliers. A la lumière de ce qui précède, nous formulons notre hypothèse principale de la façon suivante :

Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de la Ville de Goma réussiraient mieux ou seraient plus performants en français qu'en mathématique.

En plus de cette hypothèse principale nous avons émis deux autres secondaires pour vérifier les variables retenues dans notre travail :

- Entre filles et garçons, il n'y aurait pas de différence de réussite en français et en mathématique.
- Par contre, entre écoles, il y aurait des différences significatives entre les moyennes de réussite en mathématique et en français.

2 MÉTHODOLOGIE

Dans la présente étude, notre population est constituée de tous les écoliers finissants de 6^{ème} année primaire des écoles catholiques de la ville de Goma pour l'année 2013 - 2014.

Pour constituer notre échantillon d'étude, nous avons choisi d'une manière aléatoire 6 écoles (six) primaires parmi les écoles catholiques de la ville de Goma.

Ensuite, dans chaque école visitée, nous avons retenu toutes les classes terminales. De ces classes terminales, nous avons aléatoirement tiré 150 écoliers en raison de 25 par classe et, c'est sur eux qu'ont porté nos recherches.

Nous présentons dans le tableau ci-dessous la répartition de notre échantillon d'étude par école.

Tableau n°1. Répartition de l'échantillon par école

N°	ECOLE	EFFECTIFS
1	EP VIRUNGA NORD	25
2	EP. AMANI	25
3	EP. SEBYERA	25
4	EP. MONT CARMEL	25
5	EP. MATUNDA	25
6	EP. KESHERO	25
TOTAL		150

Il ressort de ce tableau que, notre échantillon d'étude est constitué de 150 écoliers.

Nous présentons également notre échantillon d'étude selon la variable sexe par école :

Tableau n° 2. Présentation de l'échantillon par sexe

ECOLE	Garçons	Filles	Total
EP VIRUNGA NORD	14	11	25
EP. AMANI	14	11	25
EP. SEBYERA	13	12	25
EP. MONT CARMEL	14	11	25
EP. MATUNDA	14	11	25
EP. KESHERO	14	11	25
	83	67	150

De ce tableau, sur l'ensemble de 150 écoliers de sixième année primaire des écoles catholiques qui ont constitué notre échantillon d'étude, il y a 83 garçons et 67 filles

2.1 TECHNIQUE DE RECOLTE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES

Pour récolter les données relatives à notre objet d'étude, nous avons utilisé l'analyse documentaire.

Par analyse documentaire, nous avons rassemblé les données à travers le palmarès au niveau du pool de l'enseignement Primaire. Les données qui nous ont intéressées dans ce travail ce sont les cotes obtenues par les écoliers en mathématique et en Français à l'ENAFEP.

Dans le présent travail, le dépouillement des données recueillies au cours de notre enquête s'est effectué écoles par écoles et, branche par branche.

Pour traiter les données récoltées, nous avons utilisé la technique d'analyse de variance (ANOVA) qui nous a permis de comparer plusieurs moyennes à la fois et le test t de student pour comparer les moyennes des écoles prises deux à deux et enfin comparer les moyennes entre les sexes.

3 RÉSULTATS

Après dépouillement des Protocoles d'enquête une analyse systématique des données recueillies s'en est suivi dont les résultats sont présentés sous forme de tableaux accompagnés de commentaires relatifs aux différents thèmes retenus. Nous commençons par la présentation des résultats globaux, suivi des résultats selon le sexe et enfin les résultats selon la variable école.

Tableau n°3. Résultats globaux

Statistique descriptive	Français	Math
Nombre	150	150
Moyenne	11,75	10,01
Médiane	12,00	10,00
Mode	12	10
Minimum	4	0
Maximum	16	16
Ecart-type	3,423	3,709
Coefficient Variation	29	0,37
Rendement	73	63

Il ressort de ce tableau ci-dessus que la majorité de nos sujets ont obtenus en français la note 12 sur 16 et en mathématique 10 sur 16.

Ce qui témoigne un mode égale à 12 en français et 10 en mathématique. La note au-dessus et en dessous de laquelle il y a 50% de notes réalisées par nos écoliers en français est de 12,00 et 10,00 en mathématique.

En faisant recours au coefficient de variation, nous constatons que le coefficient de variation qui est égal à 29% en français est inférieur au coefficient critique au seuil de 30%. Donc les écoliers de ces six écoles sont homogènes en français. En mathématique par contre, le coefficient de variation est égal à 37% et est supérieur au coefficient critique au seuil de 30%. Donc les écoliers précités ne sont pas homogènes en mathématique.

Il s'agit des classes hétérogènes qui nécessitent l'individualisation de l'enseignement selon le rythme et les capacités des écoliers.

D'une manière globale, nos écoliers ont obtenu une moyenne de 11,75 en français et un rendement de (73%) et 10,01 en mathématique, soit un rendement de (63%). Ceci veut dire que ces écoliers ont mieux travaillé dans les deux branches

Apparemment nous constatons qu'entre les deux moyennes des écoliers en français, (11.75) et en mathématique (10.1) il y a une différence. La question que nous posons est de savoir si cette différence est prouvée statistiquement. A cet effet, nous avons appliqué le test t de student qui, après résultats du test d'homogénéité de variance par le test de LEVENE a donné une valeur $t=5.068$ et $p.a=0.000<0.01$, donc les deux moyennes des écoliers en français et en mathématique sont très significativement différentes. Donc les écoliers ont mieux réussi en français qu'en mathématique. Ceci confirme notre hypothèse principale, car nos sujets enquêtés ont une moyenne supérieure en français qu'en mathématique.

Dans le présent travail nous avons retenue deux variables : La variable sexe et la variable école dont nous présentons les résultats dans les tableaux ci-dessus.

3.1.1 PRESENTATION DES RESULTATS PAR SEXE

a) Résultats des garçons

Nous présentons ces résultats dans le tableau n°4 ci-dessous.

Tableau n°4. Résultats de garçons

Statistique descriptive	Français	Math
Effectif	83	83
Moyenne	11,75	10,17
Médiane	12,00	10,00
Mode	12	10
Minimum	4	0
Maximum	16	16
Ecart-type	2,627	3,841
Coefficient variation	0,22	0,37
Rendement	73	63

Il ressort de ce tableau que les garçons ont réalisés respectivement un coefficient de variation calculé égale à $22\% < CV_{crit} 30\%$ en français, et $37\% > CV_{crit} 30\%$ en mathématique. Nous constatons que les scores des garçons sont homogènes en français tandis qu'en mathématiques elles sont hétérogènes. Globalement les garçons ont obtenus une moyenne de 11,75 en français avec un rendement égal à 73% et une moyenne de 10,17%, en mathématique avec un rendement de 63%. Dans l'ensemble, les garçons ont mieux travaillé dans les deux disciplines. Mais si nous voulons comparer leurs résultats par rapport au rendement dans les deux disciplines, nous constatons qu'ils ont mieux réussi en français qu'en mathématique.

b) Résultats des filles

Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau N°5. Résultats des filles

Statistique descriptive	Français	Math
Effectif	67	67
Moyenne	11,76	9,82
Médiane	12,00	10,00
Mode	12	10
Minimum	5	2
Maximum	16	16
Ecart-type	4,229	3,559
Coefficient variation	0,35	0,36
Rendement	73	61

Le tableau n°5 stipule que : les notes les plus élevées obtenues par ces écolières sont respectivement 12 et 10 en français et en mathématique. Tandis que les notes au dessus et au dessous desquelles il y a 50% de réussite sont : 12.00 en français et 10.00 en mathématique. Le coefficient de variation calculé est de $35\% > CV_{crit}$ au seuil de 30% en français et $36\% > CV_{crit} 30\%$ en mathématique. Nous remarquons que les distributions des données au tour des leurs moyennes sont hétérogènes. Dans l'ensemble, les écoliers ont réalisé une moyenne de 11,76% en français avec un rendement de 73%, et en mathématique, elles ont réalisé une moyenne de 9,82 avec un rendement de 61%. Comme les garçons, les filles ont mieux réussi dans les deux disciplines. Mais elles sont performantes en français qu'en mathématique du point de vue rendement.

A présent, nous voulons voir s'il y a une différence significative entre les résultats de ces écoliers en français et en mathématiques selon le sexe pour cet effet, nous avons appliqué l'ANOVA. Les résultats se présentent dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°6. Résultats de l'ANOVA de comparaison des moyennes selon la variable sexe en Français

Sources de variation	Somme de carré	DI	Moyenne de carré	F	P
Inter- groupe	0,007	1	0,007	0,01	0,980
Intra-classe	1745,866	148	11,796		
Total	1745,973	149			

L'ANOVA donne une valeur F : 0,01 et une p.a= 0,980>0,01. Il n'y a pas une différence significative entre les moyennes de ces écoliers en français. Donc, les garçons et les filles ont les mêmes performances en français.

Tableau N°7. Résultats de l'ANOV de comparaison des moyennes selon la variable sexe en mathématique

Sources de variation	Somme de carré	DI	Moyenne de carré	F	P
Inter- groupe	4,484	1	4,484	0,324	0,570
Intra-classe	2045,489	148	13,821		
Total	2049,978	149			

Nous constatons également qu'il n'y a pas une différence significative entre les résultats des garçons et des filles en mathématique, car l'ANOVA a donné une valeur F = 0,324 avec une p.a.=0,570>0,01. Donc, comme en français ces écoliers (garçons et filles) ont les mêmes performances en mathématique.

La deuxième variable retenue dans ce travail, c'est la variable école dont les résultats sont présentés dans le tableau n°8 ci-dessous

3.1.2 PRESENTATION DES RESULTATS PAR ECOLE

Tableau N°8. Résultats des écoliers en Mathématique par école

Ecoles	N	X	Mdn	SD	CV	MAX	Rdt
Résultats globaux	150	11.75	12.00	3.423	29	16	73
Virunga	25	10.4	12	3.016	29	16	65.5
Amani	25	8.68	8	4.34	50	16	54
Sebyera	25	10.48	12	3.016	29	16	65.5
Mont carmel	25	8.68	8	4.34	50	16	54
Matunda	25	8.88	10	3.6	40.	16	63
Keshero	25	12.88	14	1.53	11.8	16	80.5

Le présent tableau montre que l'E.P. VIRUNGA, l'EP. AMANI, l'EP. SEBYARA, l'EP. MONT CARMEL, l'EP. MATUNDA, l'EP. KESHERO ont réalisé respectivement une moyenne de 10.4, 8.68, 10.48, 8.68, 8.88, 12.88. Nous voulons voir si ces moyennes sont significativement différentes. Pour se faire nous avons appliqué l'ANOVA dont les résultats sont présentés dans le tableau N°9 ci-dessous.

Tableau n°9 : Résultats de Comparaison des moyennes des écoliers en en mathématique selon les écoles par la technique d'ANOVA.

Sources de variation	Somme de carré	DI	Moyenne de carré	F	Pa
Inter- groupe	337.333	5	67.467	5.673	0.00
Intra-classe	1712.640	144	11.893		
Total	2049.973	149			

Légende :

- DI : degrés de liberté
- F : rapport F
- P : probabilité associée

Nous avons remarqué que dans le tableau n°9 l'ANOVA a donné une valeur $F=5,673$ et une $p.a=0,000<0,01$. Etant donné que la probabilité associée est inférieure au seuil fixé, nous disons qu'il y a une différence très significative entre les moyennes des écoliers en mathématique selon les écoles.

Tableau n°10 : résultats des écoliers en français par école

Ecoles	N	X	Mdn	SD	CV	MAX	Rdt
Résultats globaux	150	10.01	10.00	3.709	0.37	16	63
Virunga	25	11.2	12	2.67	23	16	80
Amani	25	12.56	12	4.37	34	16	78
Sebyera	25	11.2	12	2.67	23	16	80
Mont carmel	25	12.56	12	4.37	34	16	78
Matunda	25	10.8	10	3.2	29	16	67.5
Keshero	25	12.2	12	2.58	21	16	75

Il ressort de ce tableau ce qui suit : l'EP. AMANI présente une moyenne de 12.56, l'EP. MONT CARMEL 12.56, l'EP. KESHERO 12.2, l'EP. SEBYERA 11.2, l'EP. VIRUNGA 11.2, l'EP. MATUNDA 10.8. Apparemment nous constatons qu'il n'y a pas de différences entre ces moyennes. Est-ce que cela peut être prouvé statistiquement ? De ce fait nous avons appliqué l'ANOVA pour comparer ces différentes moyennes dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-après

Tableau n°11 : comparaisons des moyennes des écoliers en français selon les écoles par l'ANOVA

Sources de variation	Somme de carré	DI	Moyenne de carré	F	Pa
Inter- groupe	75.553	5	15.111	1.303	0.266
Intra-classe	1670.320	144	11.599		
Total	1754.873	149			

Eu égard aux résultats repris dans ce tableau, nous concluons que la performance des écoliers en Français ne se diffère pas significativement suivant la variable école. En effet, l'ANOVA a donné la valeur ($F = 1.303$ et $p.a = 0.266 > 0,01$).

A présent nous voulons comparer les moyennes de ces écoliers par le test t de student

3.1.3 COMPARAISON DES MOYENNES PAR LE TEST T DE STUDENT

1) comparaison des moyennes en français par le test t de student

Comme on peut le remarquer dans les tableaux ci-dessus, les moyennes des écoliers varient par école, par branche et par sexe. Pour voir si la différence entre ces moyennes est significative nous avons appliqué le Test t de Student en comparant les moyennes des écoles prises deux à deux. Les résultats de cette analyse sont repris dans le tableau ci-après :

Tableau n°12 : les résultats du Test t de la comparaison des moyennes en français

ÉCOLE	Nombre	Moyenne	SD	(t) test	P significat	Décision
VIRUNGA/N	25	11.20	2.68	-1.325	0.19	N S
MATUNDA	25	10.80	3.20			
VIRUNGA/N	25	11.20	2.687	0.479	0.63	N S
KESHERO	25	12.20	2.582			
VIRUNGA/N	25	11.20	2.68	-1.34	0.18	N S
SEBYERA	25	11.20	2.68			
VIRUNGA/N	25	11.20	2.68	0.00	1.00	N S
Mt. CARM	25	12.56	4.38			
AMANI	25	12.56	4.38	-1.32	0.19	N S
MATUNDA	25	10.80	3.20			
AMANI	25	12.56	4.38	1.62	0.11	N S
KESHERO	25	12.20	2.58			
AMANI	25	12.56	4.38	0.35	0.72	N S
SEBYERA	25	11.20	2.68			
AMANI	25	12.56	4.38	1.32	0.19	N S
Mt. CARM	25	12.56	4.38			
MATUNDA	25	10.80	3.20	0.00	1.00	N S
KESHERO	25	12.20	2.58			
MATUNDA	25	10.80	3.20	-1.70	0.09	N S
SEBYERA	25	11.20	2.68			
MATUNDA	25	10.80	3.20	-0.48	0.63	N S
Mt. CARM	25	12.56	4.38			
KESHERO	25	12.20	2.58	-1.62	0.11	N S
SEBYERA	25	11.20	2.68			
KESHERO	25	12.20	2.58	1.34	0.18	N S
Mt. CARM	25	12.56	4.38			
SEBYERA	25	11.20	2.68	-0.35	0.72	N S
Mt. CARM	25	12.56	4.38			

En observant ce tableau nous remarquons qu'il n'y a pas une différence significative entre les moyennes des écoles prises deux à deux car les probabilités associées aux Test t de student sont supérieurs au seuil de 0.01.

2) Comparaison de moyenne en mathématique par le test t de student

Tableau n°13: les résultats du Test t pour la comparaison des moyennes en mathématique

ECOLE	Nombre	Moyenne	SD	(t) test	P significat	Décision
VIRUNGA/N	25	10.48	3.01	-1.32	0.19	N S
AMANI	25	8.68	4.34			
VIRUNGA/N	25	10.48	3.01	1.70	0.09	N S
MATUNDA	25	8.88	3.61			
VIRUNGA/N	25	10.48	3.01	1.70	0.09	N S
KESHERO	25	12.88	1.53			
VIRUNGA/N	25	10.48	3.01	-3.54	0.001	TS
SEBYERA	25	10.48	3.01			
VIRUNGA/N	25	10.48	3.01	0.00	1.00	N S
Mt. CARM	25	8.68	4.34			
AMANI	25	8.68	3.34	1.70	0.09	N S
MATUNDA1	25	8.88	3.60			
AMANI	25	8.68	3.34	-0.18	0.86	N S
KESHERO	25	12.88	1.53			
AMANI	25	8.68	3.34	-4.56	0.00	T S
SEBYERA	25	10.48	3.01			
AMANI	25	8.68	3.34	-1.70	0.09	N S
Mt. CARM	25	8.68	4.34			
MATUNDA	25	8.88	3.61	0.00	1.00	N S
KESHERO	25	12.88	1.53			
MATUNDA	25	8.88	3.61	-0.09	0.00	TS
SEBYERA	25	10.48	3.01			
MATUNDA	25	8.88	3.61	-1.70	0.09	N S
Mt. CARM	25	8.68	4.34			
KESHERO	25	12.88	1.53	0.18	0.86	N S
SEBYERA	25	10.48	3.01			
KESHERO	25	12.88	1.53	3.54	0.00	TS
Mt. CARM	25	8.68	4.34			
SEBYERA	25	10.48	3.01	4.56	0.00	TS
Mt. CARM	25	8.68	4.34			

Il ressort de ce tableau que les moyennes en mathématique des écoles primaires catholiques sont mitigées.

A la lumière de ces résultats, nous constatons que les écoliers des écoles catholiques dans la ville de Goma ont une performance supérieure en français qu'en mathématique. Leurs moyennes en français égales à 11,75 contre 10,17 en mathématique. Pour tester s'il existe la différence entre ces deux moyennes, nous avons appliqué le test t de student qui nous a donné les résultats ci-après : la valeur de $t=5,68$ et $p.a=0,000<0,01$. Donc les deux moyennes des écoliers en français et en mathématique sont très significativement différentes. Ceci nous pousse à confirmer notre hypothèse principale selon laquelle les écoliers de la 6^e année primaire des écoles catholiques réussiraient mieux en français qu'en mathématique.

Ce résultat vient infirmer celui auquel a abouti NTAUTABAZI (2007), résultat selon lequel les écoliers de la 1^{ère} année primaire de quelques écoles de la ville de Goma réussissent plus en calcul qu'en lecture.

Pour ce qui concerne nos hypothèses secondaires, nous avons constaté ce qui suit :

- Les filles et les garçons présentent les mêmes performances en français et en mathématique car en français l'ANOVA a donné une valeur $F=0,01$ et une $p.a=0,980>0,01$, et en mathématique, l'ANOVA a donné une valeur $F=0,324$ avec une $p.a=0,570>0,01$. Ce résultat infirme notre 1^{ère} hypothèse secondaire.

Quant à la seconde hypothèse secondaire selon laquelle entre école il y aurait des différences très significatives entre les moyennes de réussite en mathématique et en français, celle-ci se trouvent nuancée.

4 CONCLUSION

A l'issue de notre recherche qui a porté sur l'analyse comparative des performances en mathématique et en français des écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de la ville de Goma, nous nous sommes posé la question principale suivante :

- Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de Goma réussissent-ils mieux en mathématique qu'en français ? ou encore ces écoliers de la sixième année réussissent-ils plus en français qu'en mathématique ?

Notre souci majeur était d'analyser d'une manière comparative les performances des écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de Goma dans l'apprentissage de la mathématique et du français, afin de dégager les différences, voir dans quelle discipline ces écoliers sont plus performants.

Pour répondre à ces préoccupations, nous avons formulé l'hypothèse principale ci-après :

- Les écoliers de la sixième année primaire des écoles catholiques de la ville de Goma réussiraient mieux ou seraient plus performants en français qu'en mathématique

Pour vérifier les variables retenues dans ce travail, nous avons émis les hypothèses secondaires suivantes :

- Entre filles et garçons, il n'y aurait pas de différence de réussite en français et en mathématique.
- Par contre, entre écoles, il y aurait des différences significatives entre les moyennes de réussite en mathématique et en français.

En vue de la vérification de ces hypothèses nous nous sommes inspirés de la méthode comparatives et la méthode rétrospective. Pour ce qui concerne la récolte des données, ces méthodes ont été complétées par la technique documentaire et quant au traitement des données, il nous a fallu recourir aux techniques statistiques ci-après : le test t de student, et l'ANOVA.

Après analyse des données, nous avons aboutis aux résultats ci-après :

Les écoliers des écoles catholiques de la ville de Goma ont une performance supérieure en français qu'en mathématique. Leurs moyennes en français égales à 11,75 contre 10,17 en mathématique. Pour tester s'il existe la différence entre ces deux moyennes, nous avons appliqué le test t de student qui nous a donné les résultats ci-après : la valeur de $t=5,68$ et $p.a=0,000<0,01$. Donc les deux moyennes des écoliers en français et en mathématique sont très significativement différentes. Ceci nous pousse à confirmer notre hypothèse principale selon laquelle les écoliers de la 6^{ème} année primaire des écoles catholiques réussiraient mieux en français qu'en mathématique.

Ce résultat vient infirmer celui auquel a abouti NTAUTABAZI (2007), résultat selon lequel les écoliers de la 1^{ère} année primaire de quelques écoliers de la ville de Goma réussissent plus en calcul qu'en lecture. Bien entendu, les niveaux concernés sont différents entre notre étude et celle de Ntautabazi.

Pour ce qui concerne nos hypothèses secondaires, nous avons constaté ce qui suit :

- Les filles et les garçons présentent les mêmes performances en français et en mathématique car en français l'ANOVA donne une valeur $F=0,01$ et une $p.a=0,980>0,01$, en mathématique, l'ANOVA nous donne une valeur $F=0,324$ avec une $p.a=0,570>0,01$. Ce résultat confirme notre 1^{ère} hypothèse secondaire.

Quant à la seconde hypothèse secondaire selon laquelle entre écoles il y aurait des différences très significatives entre les moyennes de réussite en mathématique et en français, celle-ci se trouve nuancée car il y a des écoles qui ont présenté les différences très significatives, d'autres non en mathématique (Voir le tableau n°13).

Tandis que les moyennes des écoliers dans ces écoles ne sont pas différentes en français. (Voir tableau n°12)

Enfin nous ne prétendons pas avoir exploité tous les aspects de notre sujet ni avoir mené une analyse parfaite. C'est pourquoi nous suggérons à d'autres chercheurs à s'engager dans le domaine pour nous compléter dans les aspects que nous n'avons pas traité notamment la comparaison, non seulement des performances en mathématique et en français, mais aussi dans d'autres domaines scolaires.

REFERENCES

- [1] Akilimali, B. (2011). Analyse comparative des acquis chez les écoliers de 5^{ème} année primaire dans le domaine de compétence en français selon les réseaux d'enseignement dans la ville de Goma. Mémoire inédit, UNIGOM : FPSE
- [2] Bené, K. (2014). Approche par compétence dans les apprentissages scolaires. Cours inédit, UNIGOM : FPSE
- [3] Grawitz, M. (1971). *Méthodes des sciences sociales*. Paris : Dalloz
- [4] Mokonzi, G. (2015). Analyse des systèmes éducatifs. cours inédit, UNIGOM
- [5] Ntutabazi, N. (2007). L'étude comparative des performances en lecture et en calcul des écoliers de la première année primaire dans la ville de Goma. Mémoire inédit, UAGO : FPSE
- [6] Raynol, F. et Call (1997). *Dictionnaire de concepts clés, apprentissage, formation et psychologie cognitive*. Paris : ESF
- [7] Rey Bernard et Alii (2006). *Les compétences à l'école*. Bruxelles :
- [8] Rogiers, (2000). *Une pédagogie de l'intégration, compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck et lancier
- [9] Scallon, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétence*. Bruxelles : De Boeck

Performance Analysis of Photovoltaic Array with H5 inverter under Partial Shading Conditions

V. Thiyagarajan¹ and P. Somasundaram²

¹Assistant Professor, Department of EEE,
SSN College of Engineering,
Kalavakkam, Tamilnadu, India

²Associate Professor, Department of EEE,
College of Engineering Guindy, Anna University,
Chennai, Tamilnadu, India

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In recent years, the effect of partial shading on the energy yield of photovoltaic array has been widely analysed. Partial shading conditions caused due to moving clouds and shadows of nearby objects on a photovoltaic array can have a significant effect on its energy yield. The power output of the photovoltaic array under partial shading depends on the PV array configuration, shading pattern and the physical location of shaded modules in the array. The amount of power generated by the photovoltaic array also changes continuously with the changes in weather conditions. Therefore it is very important to understand the characteristics of photovoltaic array under non uniform irradiation condition in order to achieve higher efficiency under all conditions. The main objective of this paper is to analyse the performance of different configurations of photovoltaic array with H5 inverter under partial shading conditions. The simulation was done using MATLAB/SIMULINK environment.

KEYWORDS: Photovoltaic array, Series-Parallel, Total Cross Tied, Bridge link, partial shading, H5 Inverter.

1 INTRODUCTION

To guarantee sustainability of future demand, there is a need to develop and implement the renewable energy technologies. The Photovoltaic (PV) energy is one of the most valuable and widely used renewable energy sources due to its abundance, accessibility and reliability. The PV system can be operated either in island or grid connected mode. The grid connected mode of PV system injects the power into the electrical grid. In order to achieve this objective, the PV system is usually set by using three stages: the PV array, the power inverter and the filter with galvanic isolation [1]. In this case, transformer is integrated into the grid-connected operation of PV system for the galvanic isolation, leakage current suppression and dc injection which improves the system safety and reducing failure risks. However, it will increase the cost and reduces the system efficiency. On the other hand, the transformerless inverter for PV applications reduces the cost, size, weight of the conversion stage and increases the system overall efficiency [2]. The photovoltaic inverters have relatively low impact in the initial investment cost, responding for approximately 10% of the total in comparison with 70% for the PV modules and 20% for the installation and planning. The low power PV applications have limited range of input voltage. In order to achieve high dc input voltage, a large number of PV modules are connected in series. However, this configuration subject to partial shading which affects the power output level of the PV modules.

In this paper, the performance of different topologies of photovoltaic array with H5 inverter under partial shading conditions is analysed using MATLAB/SIMULINK. The power output for partial shaded PV array and efficiency of H5 inverter are compared for different configuration of PV array.

2 MODEL OF PV ARRAY

A photovoltaic cell is basically a P-N semiconductor junction diode which converts solar energy into electrical energy. A practical solar cell is modeled as a current source in parallel with a diode, a series resistor (R_s) and a shunt resistor (R_p) as shown in Fig. 1 [3],[4]. The value of series resistor is small when compared with shunt resistor.

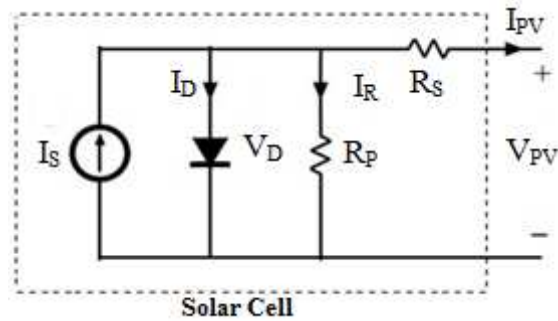


Fig. 1. Equivalent circuit of a solar cell

By Kirchhoff's Current Law (KCL), we get

$$I_S = I_D + I_R + I_{PV}$$

$$\text{or } I_S = I_D + \frac{V_D}{R_p} + I_{PV}$$

Where, I_S is the isolation current, I_{PV} is the solar cell current, I_D is the current in the bypass diode and V_{PV} is the voltage across solar cell.

The characteristics equation of bypass diode across the PV module is given by the equation,

$$I_D = I_0 (e^{V_D/V_T} - 1)$$

Where, I_0 is the reverse saturation current and V_T is the thermal voltage.

Since, the photovoltaic array is made up of several solar cells connected in series, the current in each of the series solar array is given by the equation,

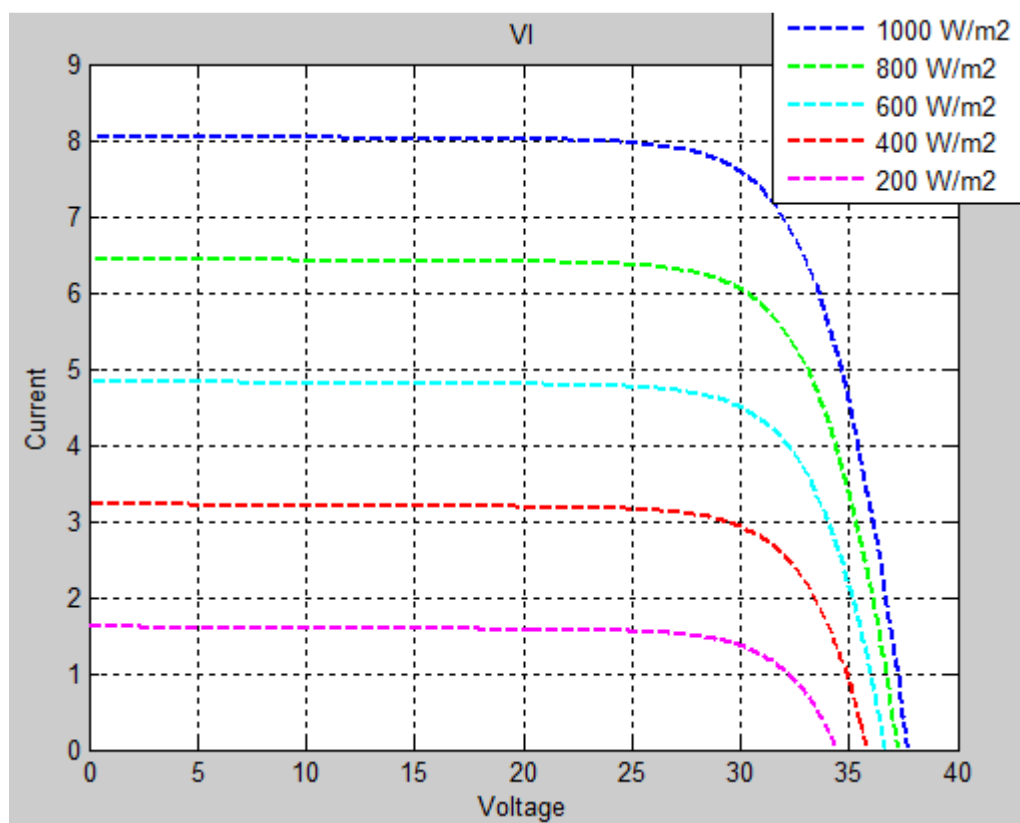
$$I_{PV} = I_S - I_0 \left(e^{V_D/N_s V_T} - 1 \right) - \frac{V_{PV} + R_s I_{PV}}{R_p}$$

Where, N_s is the number of solar cells in series. The parameters of solar cell are given in Table 1.

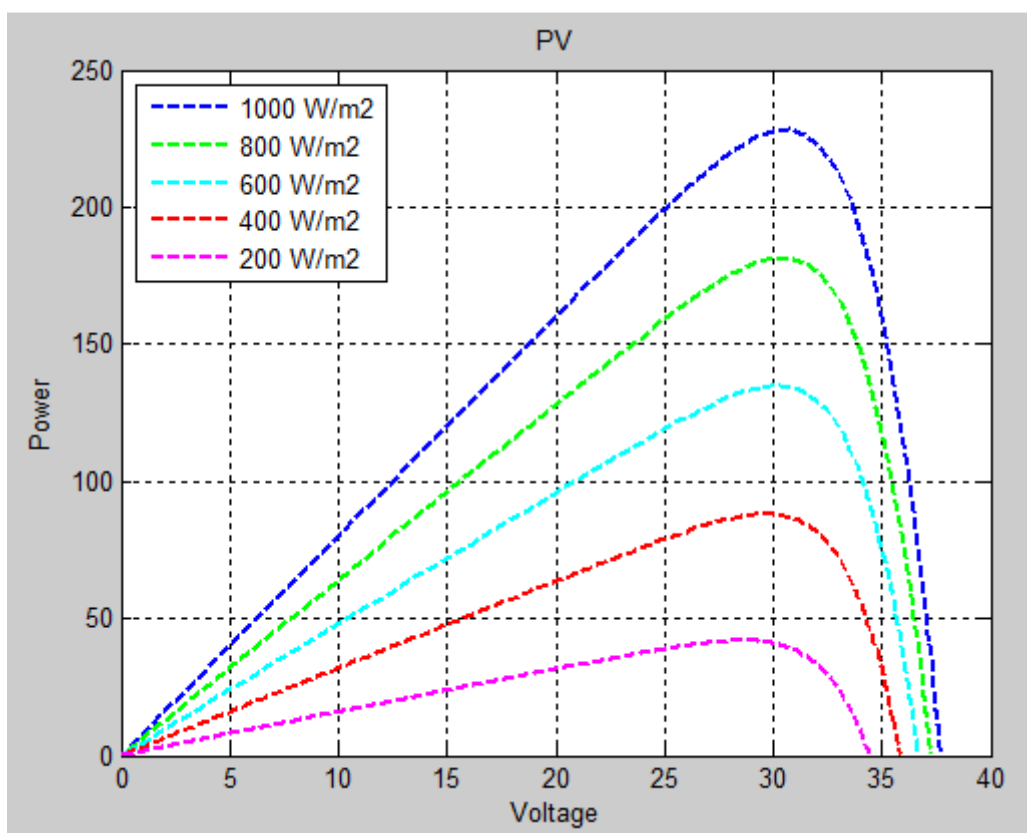
Table 1. Solar Cell Parameters

Parameters	Values
Short Circuit Current, I_{sc}	8.28
Open Circuit Voltage, V_{oc}	37.8
Current at rated power, I_{MAX}	8.05
Voltage at maximum power, V_{MAX}	31.1

The voltage-current (VI) and power-voltage (PV) characteristics of the typical single diode solar cell for different isolation is shown in Fig.2. Due to the variation in the solar irradiation, the photovoltaic array exhibits non-linear characteristics i.e., Power-Voltage (PV) and Voltage-Current (VI) characteristics.



(a)



(b)

Fig. 2. Solar cell (a) VI characteristics (b) PV characteristics

3 PARTIAL SHADING OF PV ARRAY

Partial shading is the main cause for reducing energy yield of grid-connected photovoltaic systems, especially it has great impact on larger arrays. The photovoltaic array consists of a number of photovoltaic modules connected in series, parallel or combination of both. The different configurations of photovoltaic array are series, parallel, Series-Parallel (SP), Total Cross Tied (TCT) and Bridge Link (BL) configurations. The different configurations of photovoltaic array are shown in Fig. 3.

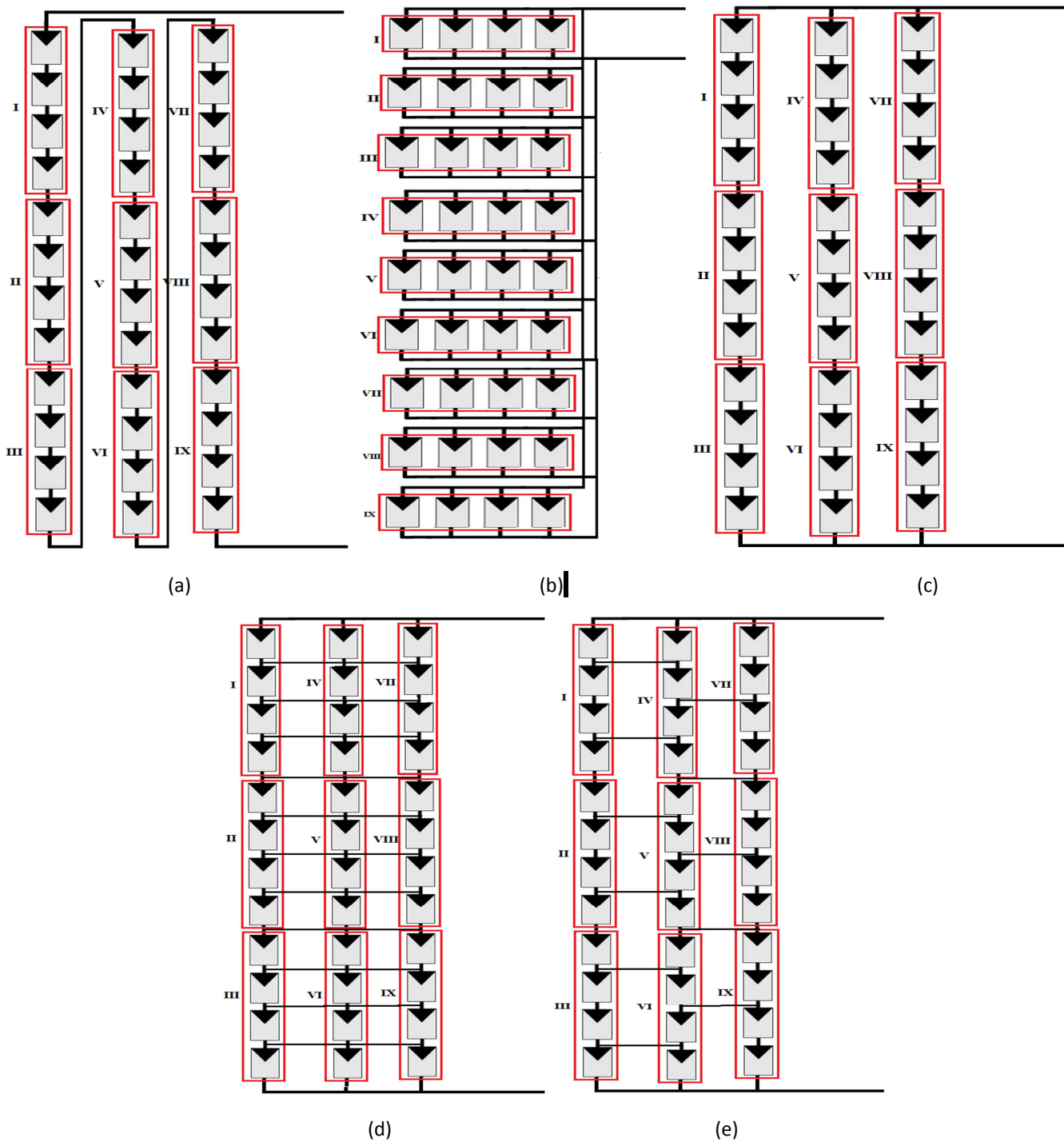


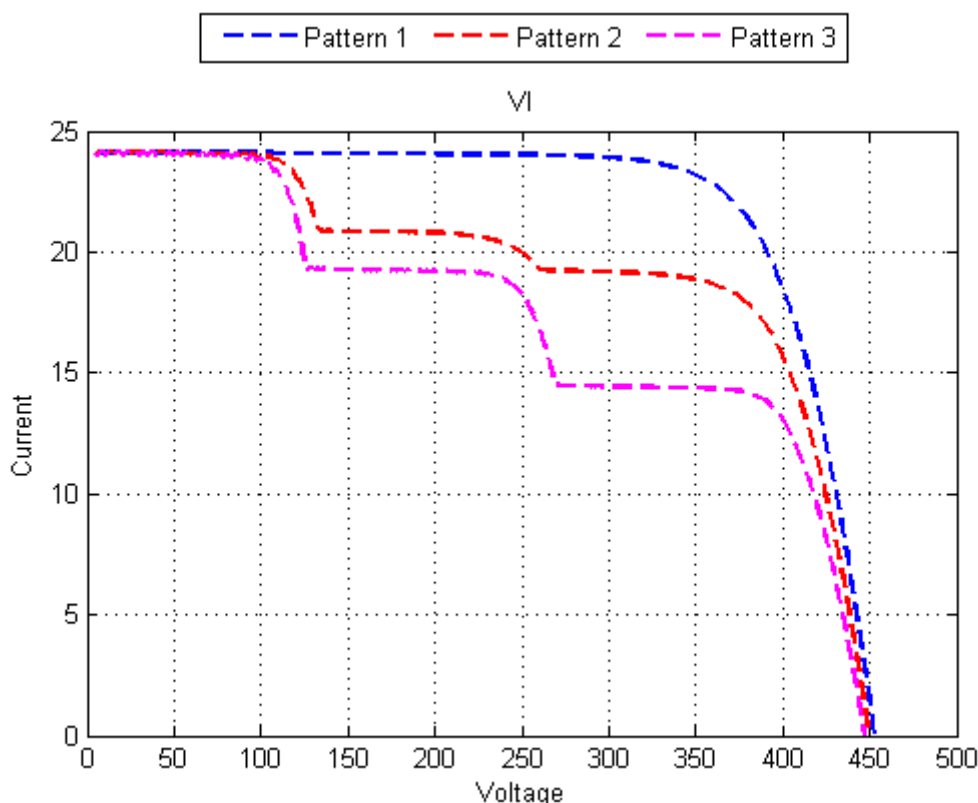
Fig. 3. Different configurations of photovoltaic array (a) Series (b) Parallel (c) Series-Parallel (SP) (d) Total Cross Tied (TCT) and (e) Bridge link (BL)

The proposed PV array includes 36 PV modules which are divided into nine groups each consisting of 4 PV modules. In series connection, all 36 PV modules are arranged in series as shown in Fig. (a). All 36 PV modules are arranged in parallel for parallel configuration as shown in Fig. (b). The entire 36 PV modules are arranged in a 12x3 array configuration for series-parallel, total cross tied and bridge link as shown in Fig. (c), (d) and (e) respectively. The irradiance level of various groups of PV modules for different patterns used in this paper are given in Table 2.

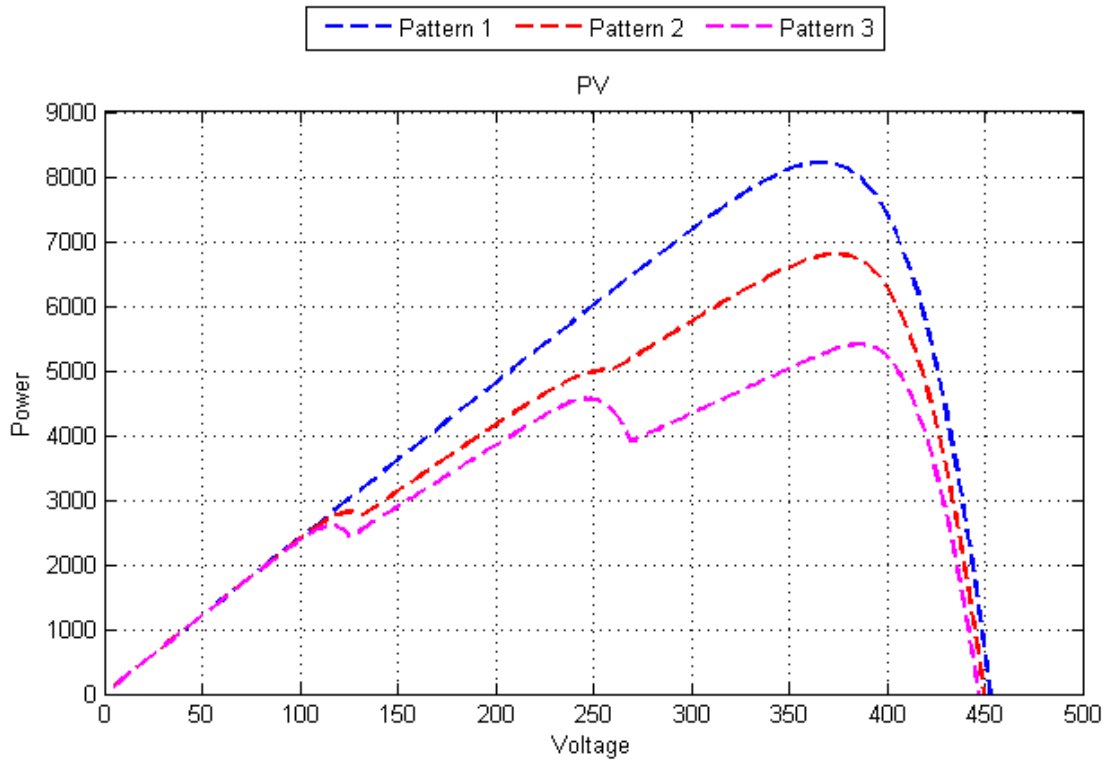
Table 2. Irradiance Level

	Irradiance (W/m^2)		
Group	Pattern - 1	Pattern - 2	Pattern - 3
I	1000	1000	1000
II	1000	1000	800
III	1000	1000	600
IV	1000	1000	1000
V	1000	800	800
VI	1000	1000	600
VII	1000	1000	1000
VIII	1000	600	800
IX	1000	600	600

The voltage-current (VI) and power-voltage (PV) characteristics of series-parallel configuration of the photovoltaic array for different shading pattern is shown in Fig. 4.



(a)



(b)

Fig. 4. Photovoltaic array (a) VI characteristics (b) PV characteristics

4 MODEL OF H5 INVERTER

Inverters are the most important power electronics equipment in the operation of grid tied PV systems. The major role of the inverter is to convert DC power into AC power. The H5 topology is shown in Fig. 5.[6] It is a classical H bridge inverter with a unipolar type of switching which employs an additional switch on the dc side of inverter. It has simple structure, less weight and provides higher efficiency. It allows disconnection of the PV array from the grid when output voltage of the inverter is at zero voltage level and provides a disconnection from the DC side. Thus the leakage current path is cut off which ensure zero leakage ground current.

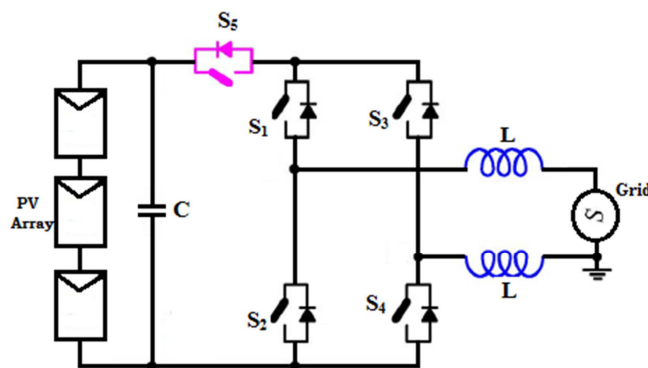


Fig. 5. H5 topology

The upper pair of switches S_1 and S_3 are operates at low frequency, usually at grid frequency, while the lower pair of switches S_2 and S_4 operates at high frequency, usually at switching frequency. During the positive half cycle, S_1 is ON, while S_4 and S_5 are switched simultaneously at the switching frequency and the current will flow through $S_5 - S_1$ returning through S_4 . During the positive zero voltage, S_4 and S_5 are turned OFF and the freewheeling current flows through S_1 and diode of S_3 . In

negative half cycle, S_3 is ON and S_2 & S_5 are switched simultaneously at the switching frequency. The current will flow through $S_5 - S_3$ returning through S_2 . During the negative zero voltage, again switches S_4 and S_5 are turned OFF and hence the freewheeling current flows through S_3 and diode of S_1 .

The different operating modes of H5 topology is shown in Fig. 6.

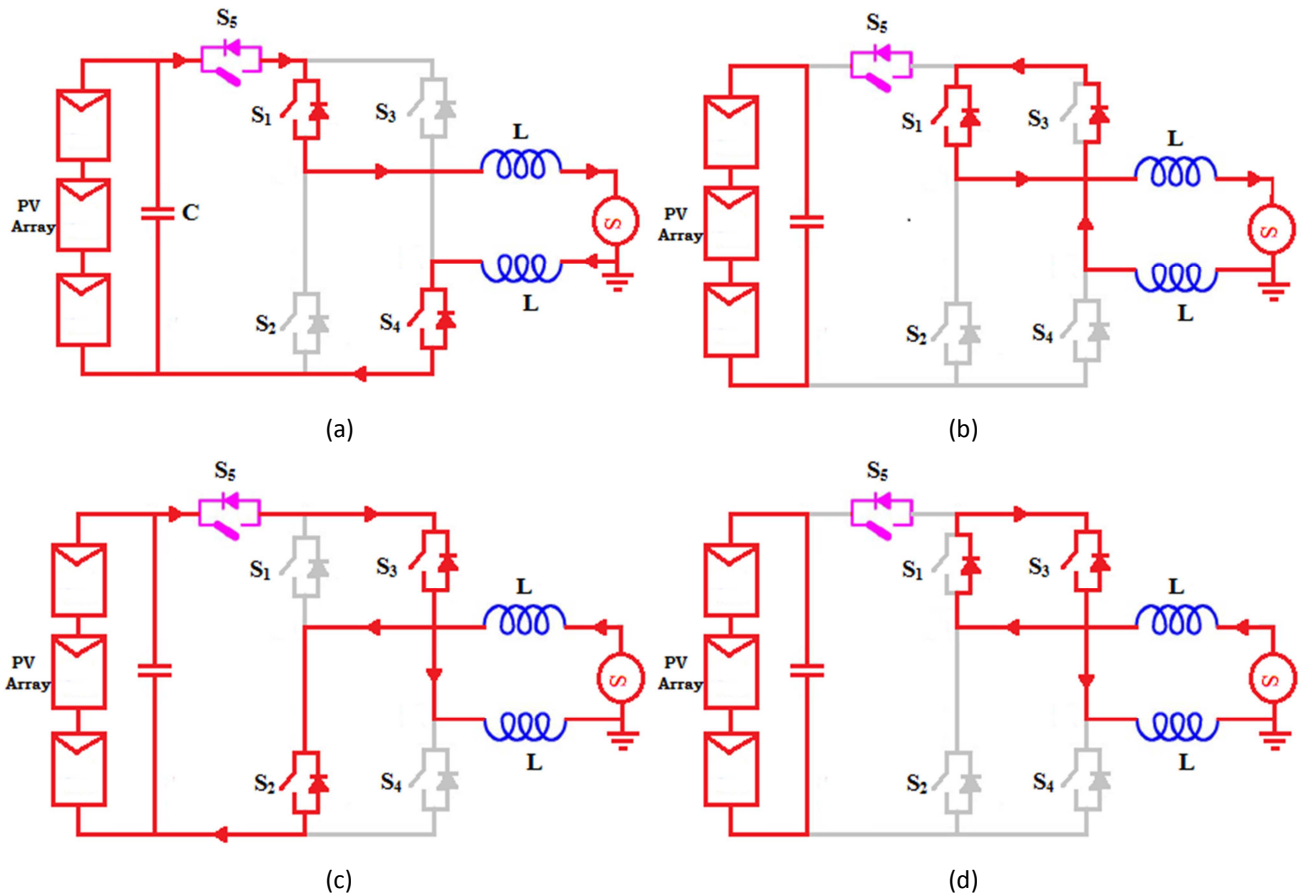


Fig. 6. Different modes of operation (a) Active mode during the positive half cycle. (b) Freewheeling mode during the positive half cycle. (c) Active mode during the negative half cycle. (d) Freewheeling mode during the negative half cycle.

5 SIMULATION RESULTS

This section discusses the various observations obtained from the simulation results of photovoltaic array with H5 inverter. Using the mathematical equations of the solar cell, the single diode model of solar cell is developed in the MATLAB software. The simulation results obtained for the PV array with H5 inverter for different shading patterns are discussed below: The switching waveforms for H5 inverter is shown in Fig. 7.

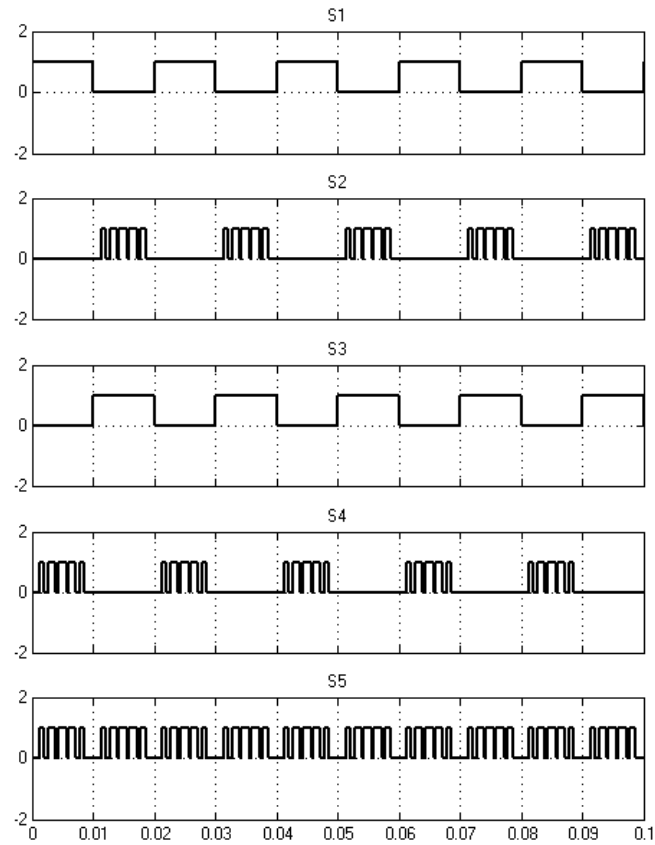
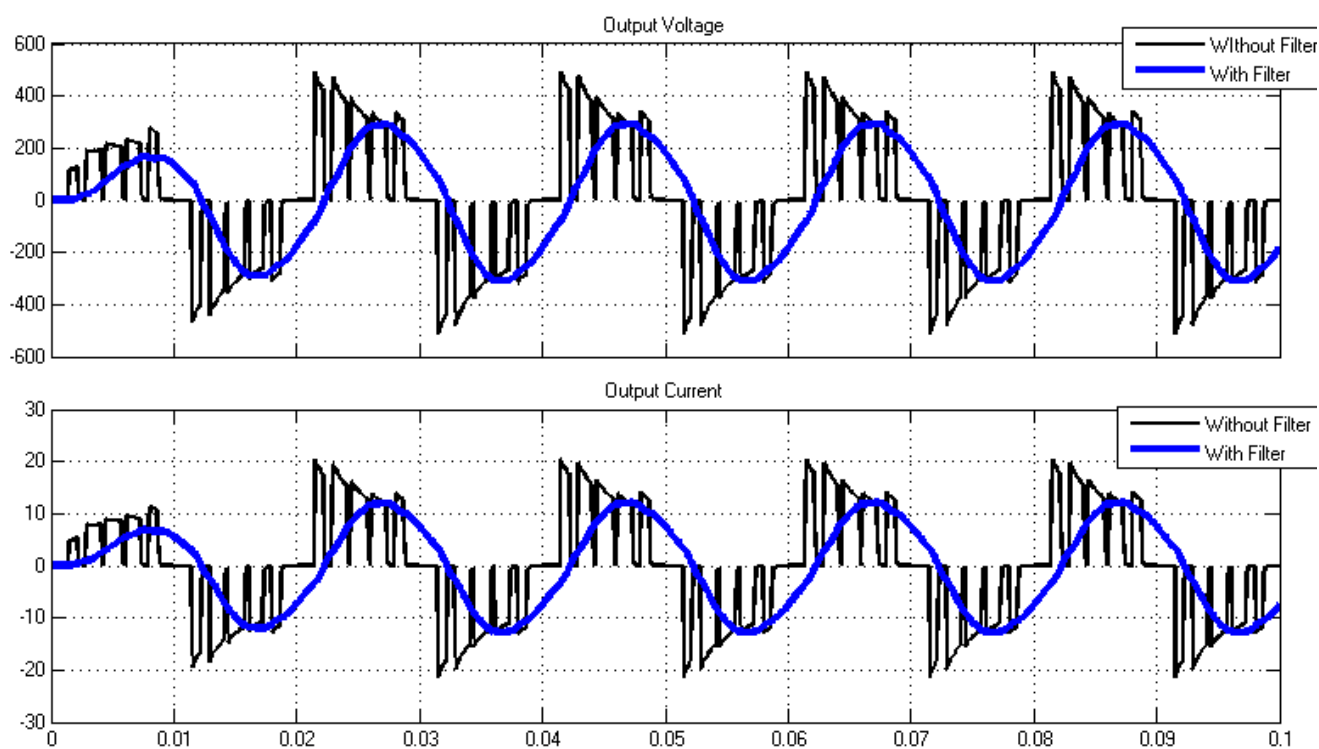
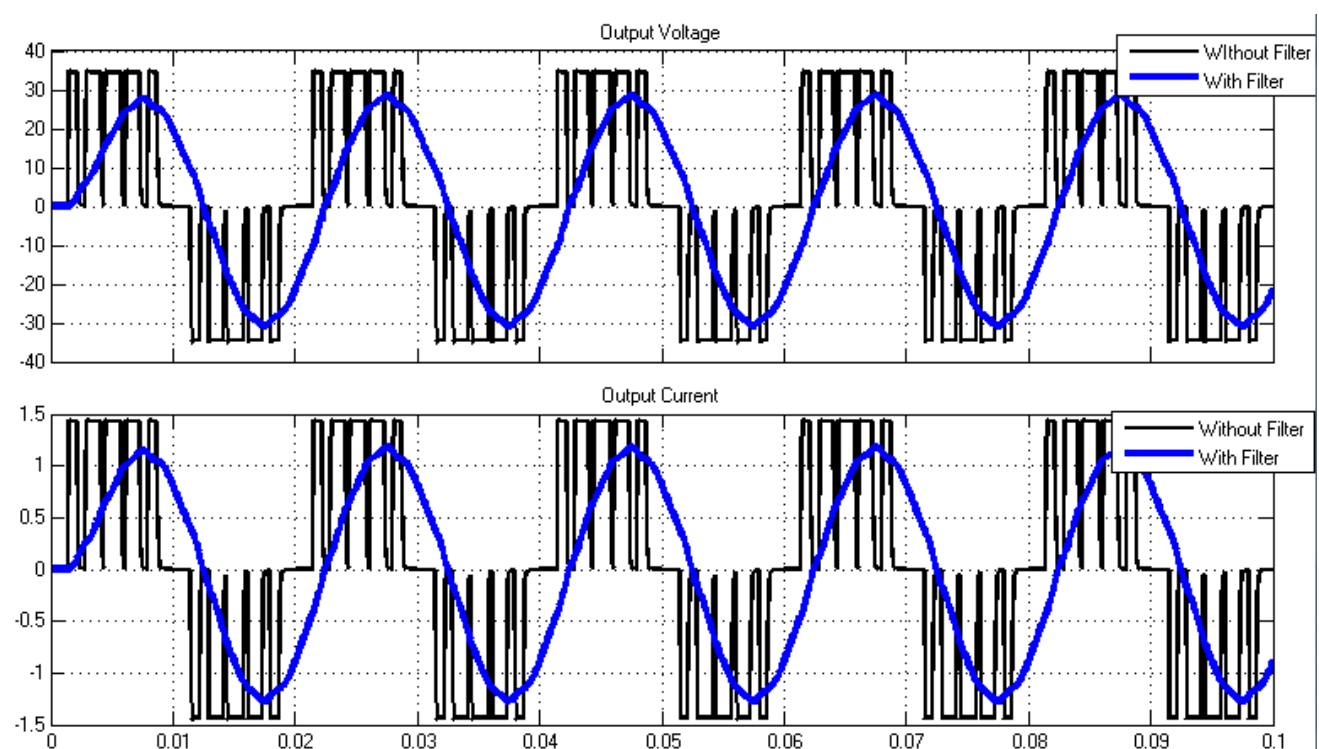


Fig. 7. Switching waveforms of H5 Inverter

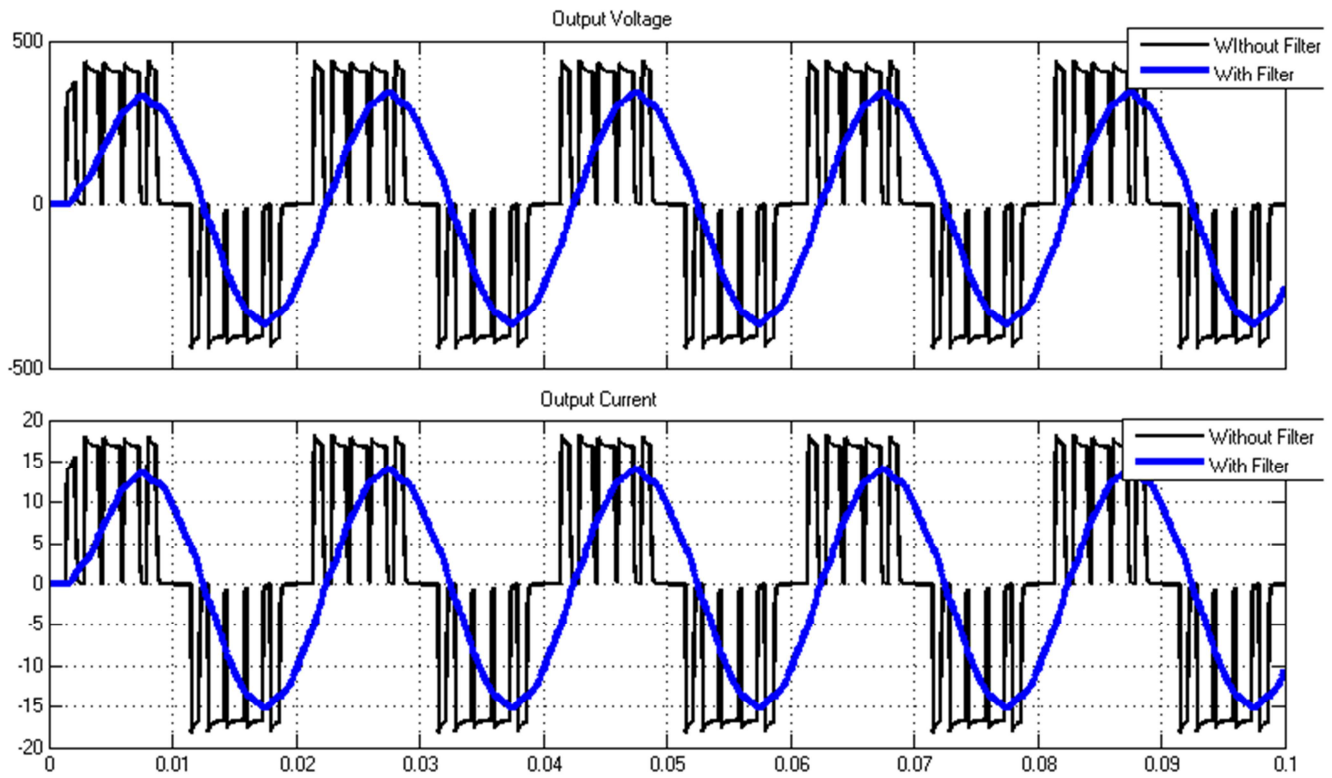
The output voltage and output current waveforms obtained for different configuration of the PV array for shading pattern -1 is shown in Fig. 8.



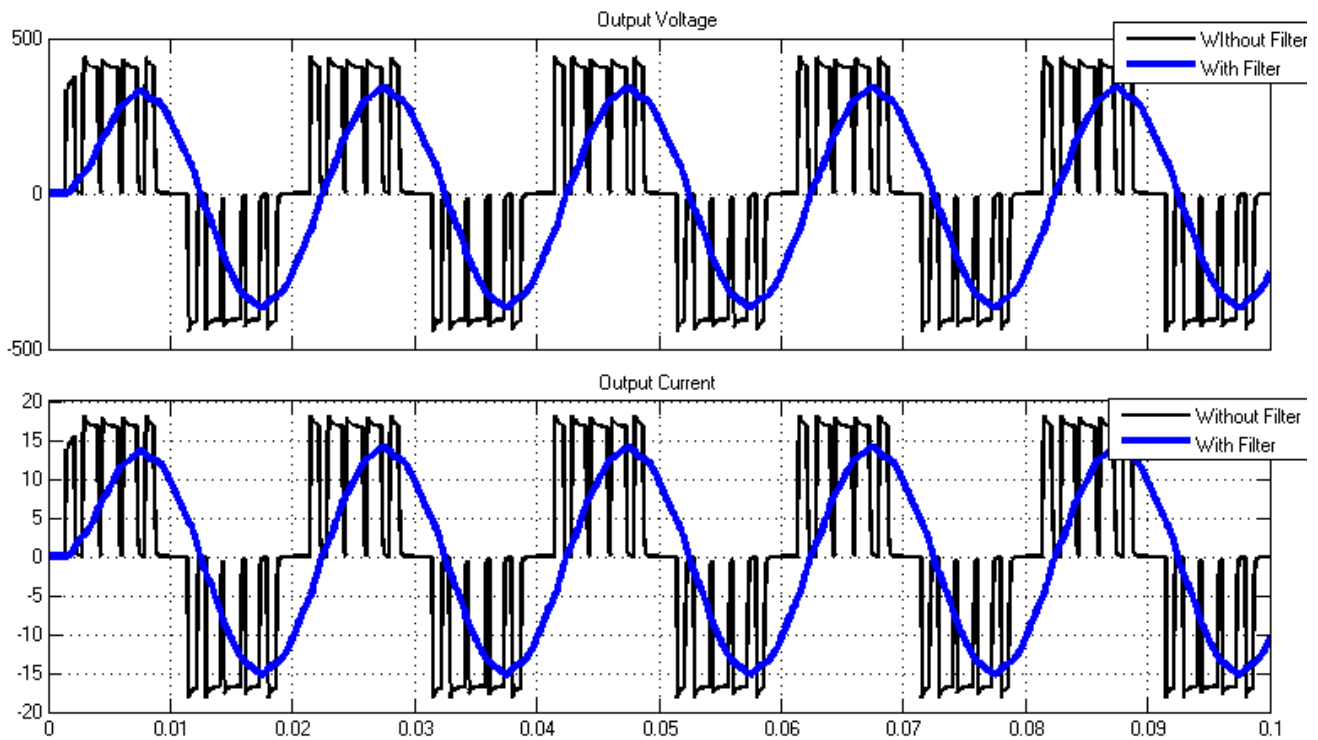
(a)



(b)



(c)



(d)

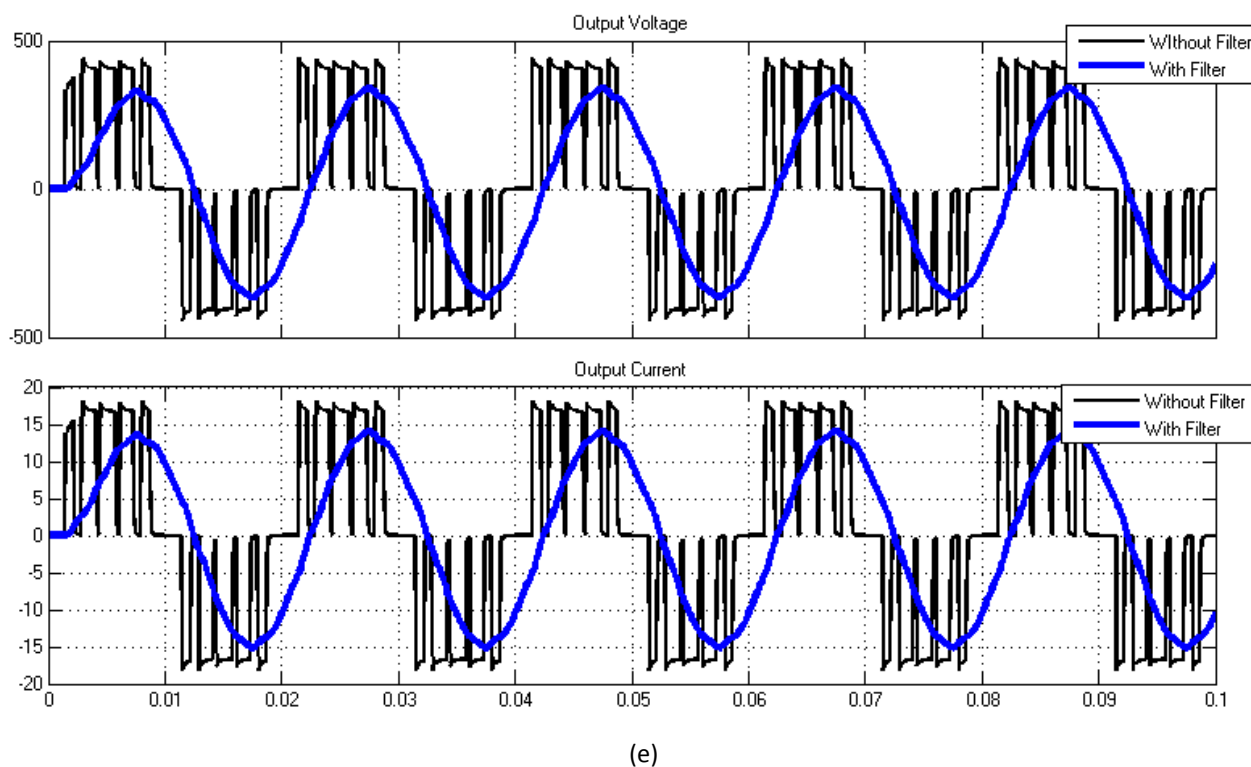
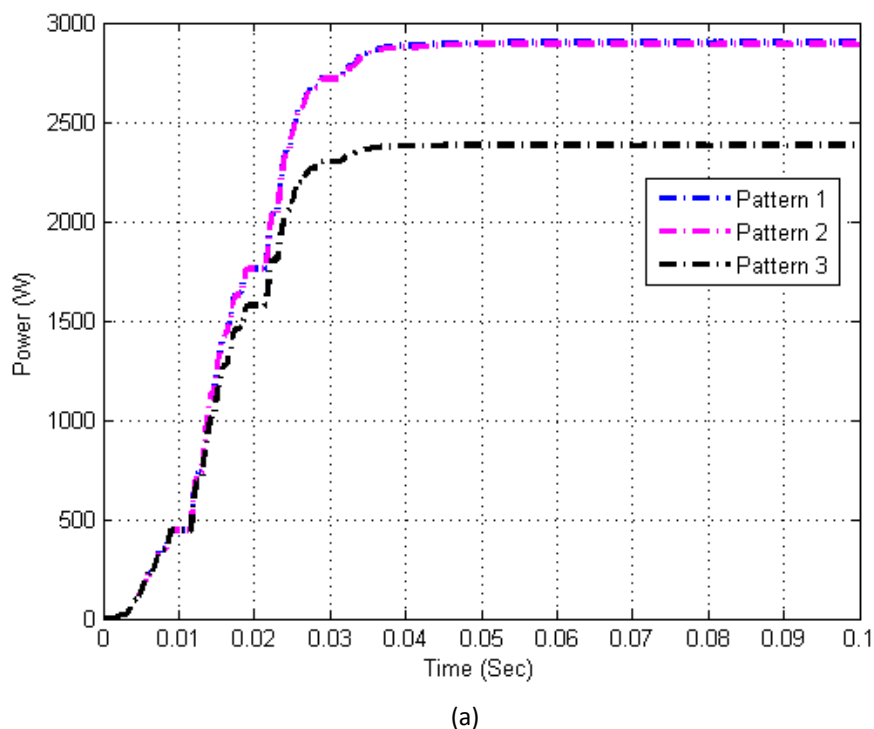
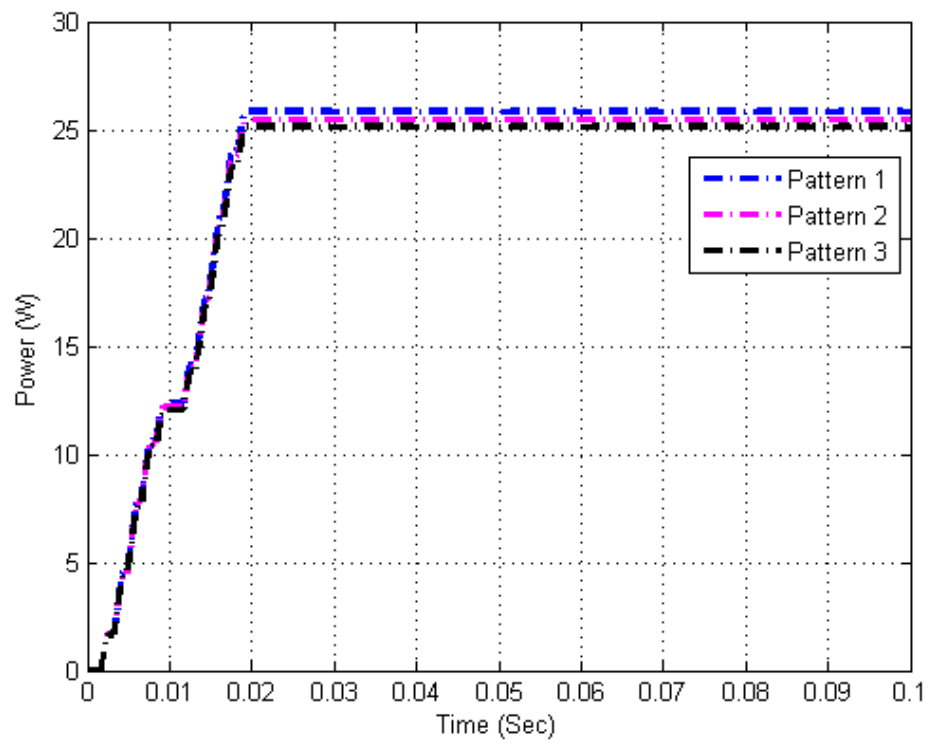


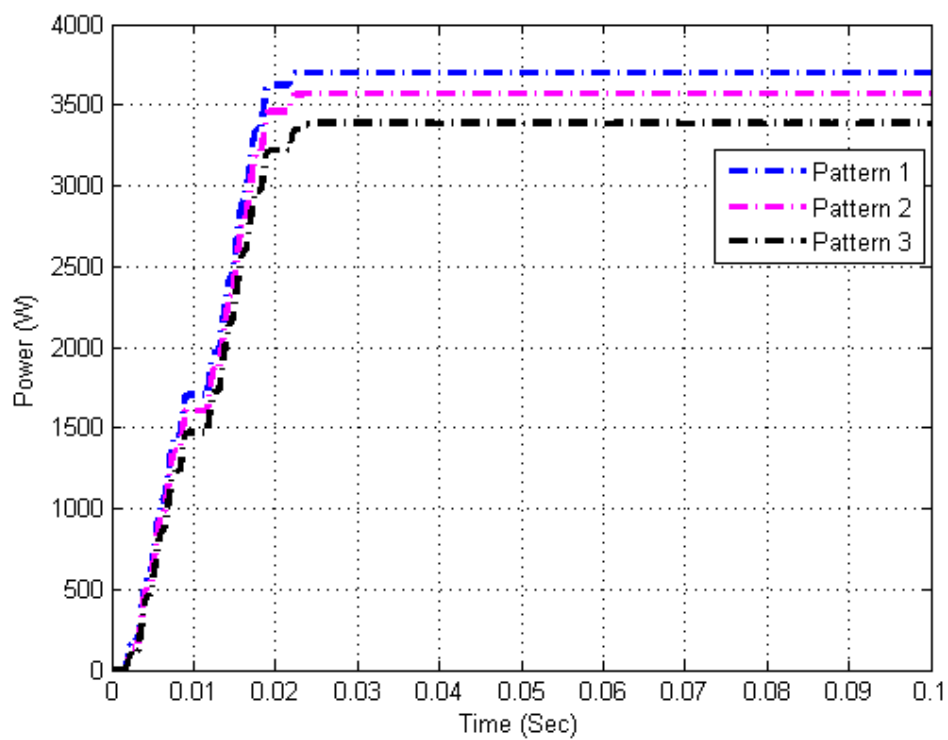
Fig. 8. Output Voltage and Output Current Waveforms (a) Series (b) Parallel (c) Series-Parallel (SP) (d) Total Cross Tied (TCT) and (e) Bridge link (BL)

The above results shows that the series-parallel, total cross tied and bridge configurations of the PV array shows better performance when compared with that of series configuration and parallel configuration of PV array. The power output of the different configurations of the PV array for different shading patterns are shown in Fig. 9.

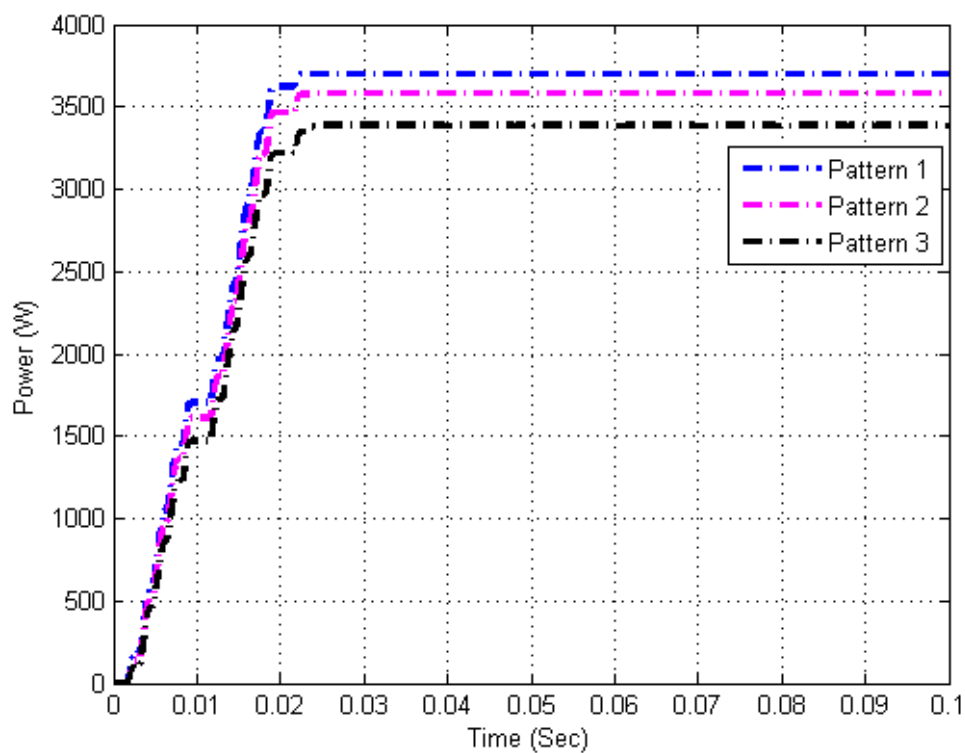




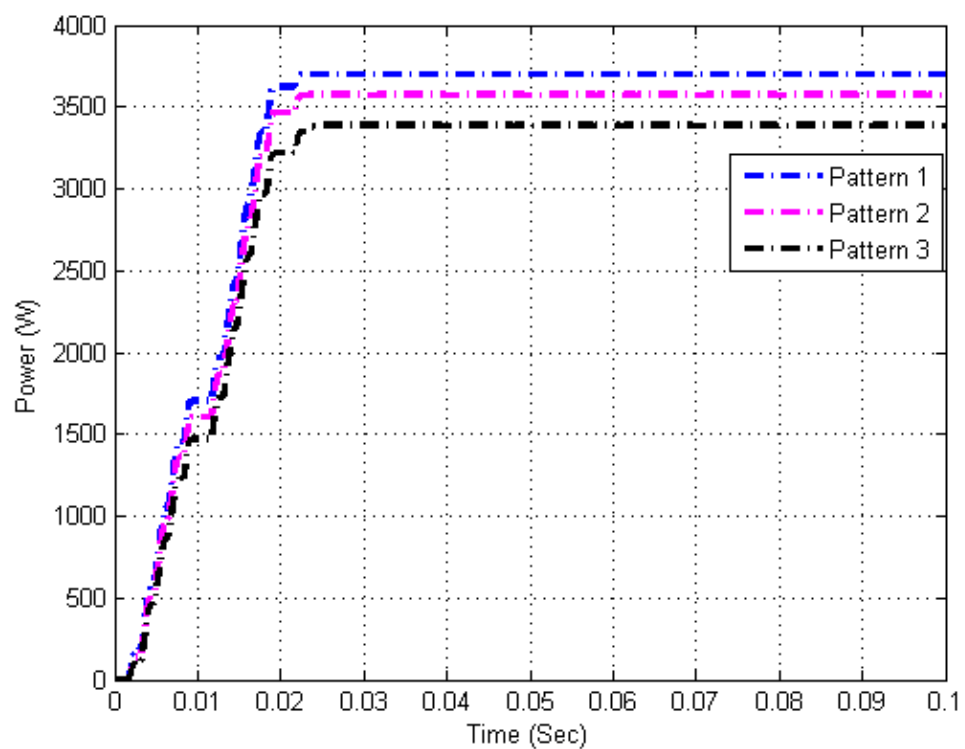
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 9. Power output of PV array (a) Series (b) Parallel (c) Series-Parallel (SP) (d) Total Cross Tied (TCT) and (e) Bridge link (BL)

The efficiency of the H5 inverter for different configurations of PV array under different shading pattern is shown in Fig. 10. of the boost converter is shown in Fig. 7.

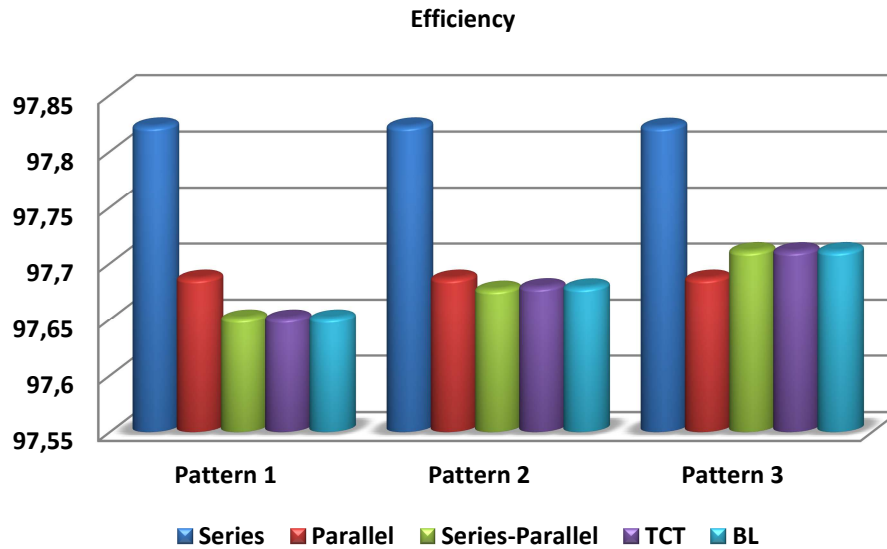


Fig. 10. Efficiency of H5 Inverter

6 CONCLUSION

The performance of different configurations of PV array under partial shading conditions is analysed. Simulation results have been given to compare the performance of the different configurations of PV array. The results shows that partial shading have greater impact on series configuration and parallel configuration of the PV array. The equal performance is achieved for series-parallel, TCT and BL configurations under partial shaded conditions of PV array. The efficiency H5 inverter for series configuration of PV array is high for all shading patterns. However, the lesser output power is obtained with that of series-parallel, TCT and BL configurations. The parallel configuration of PV array shows poor performance for all shading patterns and hence it is not suitable for PV applications.

REFERENCES

- [1] V. G. Gerardo, M. R. P. Raymundo and S. Z. J. Miguel, "High Efficiency Single-Phase Transformer-less Inverter for Photovoltaic Applications", *Ingeniería Investigación y Tecnología*, Vol.16, no. 22, pp.173-184, 2015.
- [2] R. Gonzalez, E. Gubia, J. Lopez, and L. Marroyo, "Transformerless single-phase multilevel-based photovoltaic inverter," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 55, no. 7, pp. 2694–2702, 2008.
- [3] V. Thiyagarajan, and P. Somasundaram, "Optimization Of Grid-Connected Solar Array Using P & O Based MPPT Algorithm With Current Reference Converter," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 10, no. 4, pp. 3782–3786, 2015.
- [4] Tara-Salmi, MounirBouzguenda, Adel Gastli, Ahmed Masmoudi, "MATLAB/Simulink Based Modelling of Solar Photovoltaic Cell", *International Journal of Renewable Energy Research*, Vol.2, pp.213-218,2012.
- [5] G. N. Tiwari, Swapnil Dubey, *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*, RSC, 2010.
- [6] Wuhua Li, Yunjie Gu, Haoze Luo, Wenfeng Cui, Xiangning He, and Changliang Xia, "Topology Review and Derivation Methodology of Single-Phase Transformerless Photovoltaic," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 62, no. 7, pp. 4537–4551, 2015.
- [7] Samuel Vasconcelos Araújo, Peter Zacharias, and Regine Mallwitz, "Highly Efficient Single-Phase Transformerless Inverters for Grid-Connected Photovoltaic Systems," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 57, no. 9, pp. 3118–3128, 2010.
- [8] D. G. Holmes and T. L. Lip, *Pulse Width Modulation for Power Converters*, 1st Ed. Wiley, 2003.
- [9] S. B. Kjaer, J. K. Pedersen, and F. Blaabjerg, "A review of single-phase grid-connected inverters for photovoltaic modules," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 41, no. 5, pp. 1292–1306, 2005.
- [10] J. Ventre and R. Messenger, *Photovoltaic Systems Engineering*, CRC Press, New York, 2000.

A Glance about the Applications of Robot in Orthodontics

Ahmad S. Kh. Salamah and M.S. Drogomyretska

¹Doctor of Medicine, Specialist in Orthodontics, Subspecialty in Pediatric Orthodontics, Ukraine

²Professor at National Medical Academy of Post-Graduate Education named after P.L.Shupyk, Kyiv, Ukraine

Copyright © 2016 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 purpose of this paper is to review the application of robot in Orthodontics. Application of robot in orthodontics is a novel application of robotic technology in medical field. This kind of robot can offer more precision, better results, and a beautiful smile in less time than conventional braces.

KEYWORDS: Robot, Orthodontics, medical field.

1 INTRODUCTION

Application of robot in surgery and other medical fields reminds us that an automatic system may also be able to play an important role in orthodontics. High-powered computers and advanced robotics continue to move forward in the field of orthodontics. An example of one of the new companies entering this field is SureSmile. They offer a system which combines three-dimensional computer imaging, exotic alloys and robotics. The company is claiming to reduce orthodontic treatment time, not move teeth any faster, but by moving teeth more efficiently. The technology is new and there is little research to validate their claim so far^[2].

2 APPLICATIONS OF ROBOT IN ORTHODONTICS

The procedure starts with a scanning of the teeth. This can be accomplished by a cone beam scanner or by handheld scanner. The 3D image information is fed to a computer for further refinement. The location and tension needed for the brackets and wire is fed into the computer by Dr. Newhart and the information is sent by Internet to the Sure Smile facility. Now the robots come in. The orthodontic wire is gripped by two robotic pincers, which heats and bends the wire into a pattern that will guide the teeth into their preferred position.

Orthodontics Archwire Bending Robot: A robotic bending apparatus for automatically bending orthodontic archwires into a particular shape, which is shown in Figure 1, is presented by Werner Butscher^[3]. The bending apparatus is known as SureSmile archwire bending robot. The bending apparatus comprises a robot mounted to a base or table support surface. A first gripping tool has a structure for holding the archwire or other medical device and is either be fixed with respect to the base or may be incorporated into a moveable arm. The second gripping tool is mounted to the end of a moveable six-axis robot arm having a proximal portion also mounted to the base and a distal end that can move relative to the fixed gripping tool about three translational and three rotational axes. Preferably, the gripping tools incorporate force sensors which are used to determine overbends needed to get the desired final shape of the archwire and may also include a resistive heating system in which current flows through the wire while the wire is held in a bent condition to heat the wire and thereby retain the bent shape of the wire. SureSmile is an all-digital system which uses new 3-D imaging and computer techniques for diagnostics and treatment planning and uses robotics to customize fixed orthodontic appliances [4].

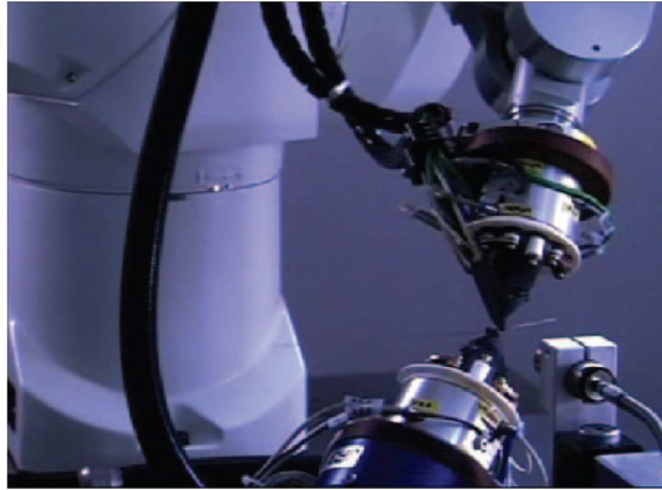


Figure 1: SureSmile archwire bending robot.

Treatment can be simulated in advance and different treatment strategies can be visualized; this allows detailed treatment planning. The application of CAD/CAM aims at improving reproducibility, efficiency, and quality of orthodontic treatment. A lingual archwire manufacturing and design aid (LAMDA) for the accurate, rapid design, and bending of the orthodontic archwire, which is shown in Figure 2, is established by Gilbert. This system can only realize the movement in XY plane. So it cannot bend the archwire with closed loop [5]. Archwire bending robot based on MOTOMAN UP6 is shown in Figure 3. The archwire bending robot is composed of PC, MOTOMAN UP6, and the archwire bending actuator. The actuator matches with the end of the MOTOMAN robot. The archwire bending actuator which connects with the MOTOMAN robot end is used to clamp and bend the archwire^[5].

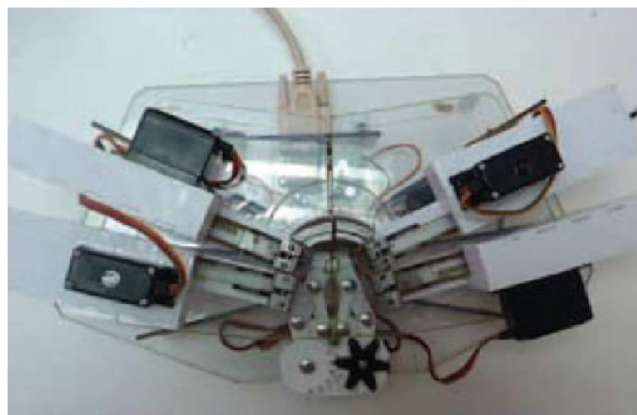


Figure 2: LAMDA system



Figure 3: Archwire bending robot based on MOTOMAN UP6

Control software structure of archwire bending robot based on MOTOMAN UP6 is shown in Figure 4. The bending process, the bending point's position and angle optimization of the archwire, the kinematics of this robot, and bending properties of four type archwires are analyzed and simulated^[5]. Cartesian type archwire bending robot is shown in Figure 5.

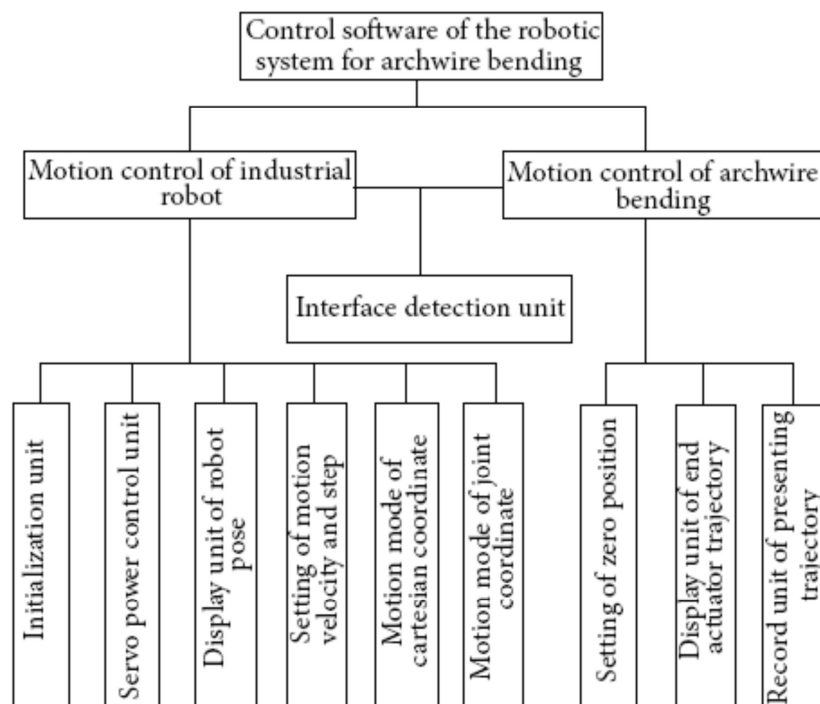


Figure 4: Control software structure of archwire bending robot based on MOTOMAN UP6.

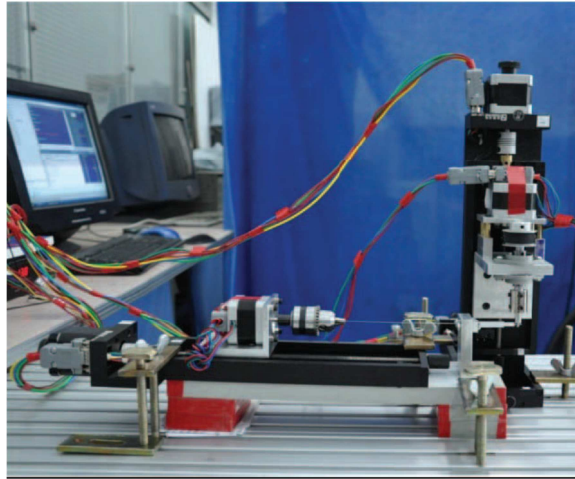


Figure 5: Cartesian type archwire bending robot.

Archwire bending robot mechanism is composed of the base, the rotary, feed, and supporting structure of archwire, bending die, and archwire bending mechanism^[6]. Bending process orthodontic archwire is analyzed and structure of orthodontic archwire bending robot is designed using Solidworks software. Precision control with a third-order pure S acc/dec profile of archwire bending robot is established. Orthodontic archwire bending experimentation is performed using Cartesian type archwire bending robot. Figure 6 shows the orthodontic archwire made by the archwire bending robot system^[6].

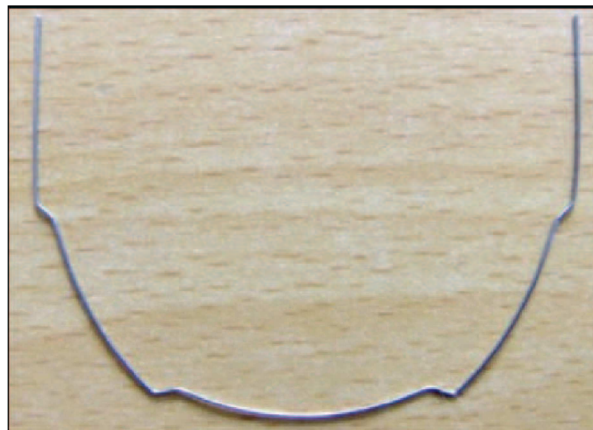


Figure 6: Orthodontic archwire made by the Cartesian type archwire bending robot system.

3 KEY PROBLEMS AND FUTURE DEVELOPMENT ON APPLICATION OF ROBOT IN ORTHODONTICS

1. Basic Requirement of Design: Qualitative description language in orthodontics is transferred to quantitative description. With the help of three-dimensional oral character the bending of archwire are realized automatically by the limited space robot. Main difficulty of the design and manufacturing for robot in orthodontics is whether it can satisfy the demand of the different patient's mouth characteristics after oral repair. For orthodontics archwire bending robot, orthodontics archwire should be quantitatively expressed. Archwire spring-back and bending point's planning should be analyzed to realize the accurate archwire bending.
2. Research Difficulty: Function of the application of robot in orthodontics is different, so the research difficulty also is not identical. Research difficulty of orthodontics archwire bending robot system is spring-back analysis and bending algorithm of archwire and generation of personalized orthodontics archwire.

3. Future Development on Application of Robot in Orthodontics: Progress has been made in the research of the application of robot in orthodontics, but it is not complete. Viewing from the state of the art of application of robot in orthodontics and the market demand of oral cavity repair, the following research aspects should be done in the future^[7]..

(1) *Novel Structure*. High flexibility, reliability, and accuracy are needed for the robot in orthodontics, but the workspace is limited by the oral cavity. The flexibility and the limited workspace are one pair of technical contradictions, so the total planning and optimization to the robot is necessary. In the precondition of satisfying the oral cavity repair, the reducing of degree of freedom of the robot is necessary. Using the dual relation in structure and property of serial robot and parallel robot, requirements for the structural design of robot in prosthodontics and orthodontics are met by combining the high accuracy and simplified mechanical structure performance of parallel robot and the flexibility operation of serial robot.

(2) *Sensor and Control Technique*. For orthodontics archwire bending robot, the research in the future focuses on archwire spring-back and bending algorithm.

(3) *Human-Computer Interaction Technology*. Human-computer interaction technology is one of the key technologies of motion control of the robot in orthodontics. For orthodontics archwire bending robot, the research in the future focuses on three-dimensional virtual display of personalized orthodontics archwire on the screen, a virtual observation environment for a designed personalized orthodontics archwire, and the position's interactive modification of different loop. For the robot in orthodontics, it is difficult to detect working condition and realize the operation with multiple obstacles unstructured environment. For facilitating the operation, a kind of friendly human-computer interaction software should be designed to provide humanization input and feedback for the operators^[8]..

4 CONCLUSION

It can accomplish the great revolution from qualitative to quantitative of orthodontics, and it has been an important development direction of medical robot. State of the art of application and research of robot in orthodontics is introduced, and the basic requirements and research difficulties of robot in orthodontics are pointed out; finally, the research of robot in orthodontics in the future is expected from three aspects, such as new structure, sensor and control technique, and human-computer interaction technique. Various countries in the world have taken helpful exploration in robot to dental implantology and orthodontics archwire bending, but it still remains at theoretical research and preliminary experiment level. With the development of correlation technique and theory, such as new structure, and sensor and control theory, the robot will be widely applied in orthodontics.

REFERENCES

- [1] Y. D. Zhang, C. G. Wei, J. G. Jiang, J. X. Jiang, Y. Liu, and Y. Wang, "Motion planning for archwire bending robot in orthodontic treatments," *International Journal of Control and Automation*, vol. 7, no. 7, pp. 287–297, 2014.
- [2] J. G. Jiang, T. H. He, Y. Dai, and Y. D. Zhang, "Control point optimization and simulation of dental arch generator," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 494-495, pp. 1364–1367, 2014.
- [3] J. Rigelsford, "Robotic bending of orthodontic archwires," *Industrial Robot*, vol. 31, no. 6, pp. 321–335, 2004.
- [4] T. J. Alford, W. E. Roberts, J. K. Hartsfield Jr., G. J. Eckert, and R. J. Snyder, "Clinical outcomes for patients finished with the SureSmile method compared with conventional fixed orthodontic therapy," *The Angle Orthodontist*, vol. 81, no. 3, pp. 383–388, 2011.
- [5] H. Du, Y. Jia, Y. Zhang, and Y. Liu, "Trajectory planning of archwire bending robot," *ChinaMechanical Engineering*, vol. 21, no. 13, pp. 1605–1608, 2010.
- [6] Y. D. Zhang and J. X. Jiang, "Study on precise acceleration/ deceleration planning of archwire bending robot," *ICIC Express Letters*, vol. 7, no. 1, pp. 73–78, 2013.
- [7] Y. D. Zhang, J. G. Jiang, T. Liang, and W. P. Hu, "Kinematics modeling and experimentation of themulti-manipulator tootharrangement robot for full denture manufacturing," *Journal of Medical Systems*, vol. 35, no. 6, pp. 1421–1429, 2011.
- [8] J. G. Jiang, Y. D. Zhang, and W. Y. Zhang, "Collaborative simulation and experimentation of dental arch generator of multimanipulator tooth arrangement robot," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 9, pp. 1–9, 2012.

Problématique de la transcription des noms d'objets d'usage courant en français par les écoliers de deuxième année des écoles privées de la ville de Goma

Dimanche LIOO BOOSO

Assistant à l'Université de Goma « UNIGOM », Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, RD Congo

Copyright © 2016 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 the pursued objective of our study is to evaluate the capacity of school children from the second form primary school of private school in Goma, practicing French teaching since the first (degree) primary degree, whether they are able to transcribe correctly common use, names of objects in French.

We formulated an hypothesis where schoolchildren of the second form who are early submitted to the teaching of French will show the capacity of transcribing correctly familiar names of objects to them in French.

48 schoolchildren of the 5 private schools of the Goma city constituted our occasional sample.

Our sample is drawing from 48 schoolchildren of 5 private schools of Goma city.

After the statistical analyses, we observed the results quoted below.

Globally, our investigated topics achieved an average of 12,51 and an output of 63%, what testifies that they succeeded in transcribing names of common use in French correctly.

This result confirms our hypothesis of which the schoolchildren of the second form will be able to write correctly in French, common use names of objects.

KEYWORDS: transcription object names, french, schoolchildren, Goma.

RÉSUMÉ: L'objectif poursuivie par notre étude étant d'évaluer la capacité des écoliers de 2^{ème} année primaire des écoles privées de Goma pratiquant l'enseignement de français dès le 1^{er} degré du primaire, s'ils sont capables de transcrire correctement en français les noms d'objets d'usage courant.

Nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle les écoliers de deuxième année soumis très tôt à l'enseignement de français feront preuve de la capacité de transcrire correctement en français les noms d'objets qui leur sont familiers.

48 écoliers des 5 écoles privées de la ville de Goma ont constitué notre échantillon occasionnel.

Après les analyses statistiques, nous avons observé les résultats ci-après :

Globalement nos sujets enquêtés ont réalisé une moyenne de 12,51 et un rendement de 63%, ce qui témoigne qu'ils ont réussi à transcrire correctement les noms d'objets d'usage courant en français. Ce résultat vient confirmer notre hypothèse selon laquelle les écoliers de deuxième seront capables d'écrire correctement en français les noms d'objets d'usages courant.

MOTS-CLEFS: transcription des noms d'objets, français, écoliers, Goma.

1 PROBLÉMATIQUE

La loi cadre (2014.P.1), prévoit l'utilisation des langues nationales ou du milieu comme médium d'enseignement et l'apprentissage aux cycles élémentaire et moyen du primaire et comme discipline au niveau secondaire et supérieur. Elle recommande également l'apprentissage des langues étrangères importantes au regard de nos relations économiques, politique et diplomatiques.

Au degré élémentaire, la langue française est enseignée comme discipline. Le maître l'enseigne comme langue seconde et non comme langue maternelle. L'apprentissage du français en 1^{ère} et 2^{ème} années est essentiellement oral. C'est au niveau du degré moyen qu'on accentuera l'apprentissage de l'oral pour le rendre plus aisé à l'enfant et accélérer l'apprentissage de l'écrit. (PNEP, 2005, P.23).

Les écoles non conventionnées commencent avec l'apprentissage des langues nationales au degré élémentaire du primaire, et utilisent la langue française comme seconde langue. C'est à partir de 3^{ème} année et 4^{ème} année que la langue française est enseignée comme discipline et utilisée comme langue d'enseignement.

Mais les écoles privées introduisent directement l'enseignement de français en 1^{ère} année.

D'après (Stein, 1962, P.P .77.78), l'enseignement des langues étrangères dans les écoles primaires se justifie par le fait que l'écolier au cours de ses premières années d'études primaires, a la possibilité d'acquérir la connaissance orale et écrite d'une langue à un degré qu'il n'attendrait probablement pas s'il commençait plus tard. Si l'objectif que l'on se propose est d'apprendre à l'écolier à lire et à écrire, l'enseignement de cette langue dès l'école primaire est d'un intérêt primordial. Cet enseignement leur est donc donné à un moment où il est particulièrement apte à profiter du contact avec la langue étrangère.

Selon Hambourg (1962, P.67), nombreux sont les pays où les enfants ne restent pas assez longtemps à l'école pour que l'on puisse songer à retarder l'introduction d'un tel enseignement. Dans tous les cas, on a guère le choix car la nécessité impose de commencer l'enseignement d'une langue dès l'école primaire.

Willige (1963, P.27), souligne que l'acquisition d'une langue étrangère est indispensable si on veut entretenir des rapports culturels, économiques et autres avec le monde extérieur surtout dans les pays où les langues nationales ne jouent pas un rôle précis de transmission du savoir.

Nombreux sont aujourd'hui les adeptes convaincus de l'apprentissage de la langue française. L'introduction de cette étude à l'école primaire est saluée dans certains milieux comme l'innovation pédagogique d'une énorme importance. Les familles aisées avaient coutume d'engager une gouvernante étrangère « Mademoiselle » et aujourd'hui encore dans les écoles privées les nombreuses écoles enseignent la langue étrangère qui est le français dès les toutes premières années de scolarité, ce qui n'a rien d'une nouveauté, puisqu'il s'agit d'une pratique pédagogique courante qui peut remonter à plusieurs siècles.

Toutes fois, le bilan de cette initiation précoce était de considérer que c'était là imposer une surcharge inutile à des jeunes enfants. D'une manière générale, on peut dire que les pays évolués d'occident ne déterminent guère le moment auquel les élèves commencent à apprendre les langues en fonction de considération d'ordre psychologique. La structure de l'enseignement étant considéré comme un fait acquis, le moment où l'enseignement des langues pourrait être introduit dans les programmes avec le maximum des profits ne prête guère à discussion. (Harman 1934 P. 45).

La didactique de français, langue première, est née en bonne partie des efforts de rénovation de l'enseignement de français qui ont été déployés dans divers pays francophones au cours des années soixante-dix (Claude et Al 2013 P.79).

Le champ de l'enseignement de français, langue première a d'abord été désigné par le terme pédagogie de français. Le terme didactique a été préféré à celui de la pédagogie sans doute parce que ce dernier plus aucuns pouvaient difficilement désigner une discipline résolument tournée vers la modernité et qu'il renvoie à l'éducation. Au sens de la didactique de langues, la didactique de français langue première est apparue plus tardivement que la didactique du français langue étrangère. Comparativement à d'autres sciences jumelles comme la linguistique ou la psychologie qui ont vu les jours il y a plus de 100 ans, la didactique du français langue première est une jeune discipline tandis que l'appellation didactique a commencée à se reprendre en français langue première des années 1976.

L'apprentissage précoce d'une langue étrangère ou d'une seconde langue constitue un impératif dans nombreuses régions du globe et pour deux raisons au moins.

L'introduction immédiate de l'enseignement du français dès la première année du primaire ou tardivement à l'école primaire constitue toujours un sujet à débattre. La question qui nous intéresse dans ce travail est celle d'évaluer les résultats en termes d'acquisition des performances langagières des écoliers soumis très tôt à l'enseignement du français dans quelques écoles privées de Goma.

Une étude analogue a été menée à Kisangani. Notre étude.

Lioo (2008), nous avons utilisé une épreuve de transcription des noms d'objets d'usage courant pour voir si les écoliers de deuxième année des écoles primaires BONINGOLI et MITUKU dans la ville de Kisangani seraient capables d'écrire correctement les noms d'objets d'usage courant dans leur milieu en une langue nationale qui est le lingala. La question principale que nous nous sommes posée dans ce travail, est de savoir, si cet enseignement des langues nationales aidait les écoliers à transcrire facilement et correctement les noms d'objets d'usage courant en langue nationale qui est le lingala. Notons que dans ces écoles, l'enseignement de français commence en 3^e année. En menant cette étude, nous visons principalement à vérifier la réalisation de l'un des objectifs de l'enseignement des langues nationales au degré élémentaire, celui d'écrire c'est-à-dire écrire correctement ce qu'on demande d'écrire ou ce qu'on présente ou ce qui est dessiné. Nous sommes parti de l'hypothèse selon laquelle la plupart des écoliers ne seraient pas capables d'écrire correctement les noms d'objets d'usage courant de leur milieu. Le moyen pour recueillir les données relatives à notre problématique était l'épreuve de transcription des noms d'objets d'usage courant. 48 écoliers de deuxième année des écoles primaires BONINGOLI et MITUKU II de la commune Mangobo ont constitué l'échantillon occasionnel de cette étude.

Après analyse des données nous avons abouti aux résultats ci-après :

Parmi les 48 sujets qui ont subi l'épreuve de transcription des noms d'objets d'usage courant en une langue nationale qui est le lingala, 6 sujets seulement ont réalisé de cette performance c'est-à-dire ils ont réussi à l'épreuve. Ce qui représente 12,50% des sujets.

Par contre, sur 48 sujets, 42 soit 87,50% des écoliers ont échoué à l'épreuve de transcription des noms d'objets d'usage courant dans leur milieu.

Etant donné que les résultats sont trop faibles, donc, la plupart des écoliers dans ces écoles ne savent pas écrire les noms d'objets d'usage courant de leur milieu. Ces résultats confirment notre hypothèse selon laquelle : la plupart des écoliers de deuxième année primaire ne seraient pas capables d'écrire correctement les noms d'objets d'usage courant de leur milieu.

A Goma, nous nous posons la question de savoir si les enfants soumis dès la première à l'enseignement de français réussiraient bien, notamment concernant la transcription correcte des noms d'objets d'usage courant en français telle est la question principale à laquelle va répondre cette étude.

2 OBJECTIF ET HYPOTHÈSE DU TRAVAIL

L'unique objectif poursuivi par notre étude est d'évaluer la capacité des écoliers de 2^{ème} années primaires des écoles privées de Goma pratiquant l'enseignement de français dès le 1^{er} degré du primaire, de transcrire correctement les noms d'objets d'usage courant en français.

Considérant l'enseignement en français par les enfants à un moment propice d'acquisition d'une langue étrangère, nous formulons l'hypothèse selon laquelle les écoliers feront preuve de la capacité de transcrire correctement en français les noms des objets qui leur sont familiers.

3 MÉTHODOLOGIE

Les écoliers de deuxième des écoles privées de la ville de Goma ont constitué la population de notre étude. De cette population nous avons administré l'épreuve de transcription des noms d'objets d'usage courant constituée de 20 mots tirés du milieu des enfants à 216 écoliers disponibles au moment de l'enquête. Ce sont ces derniers qui ont constitué notre échantillon d'étude dont la répartition par écoles se présente comme suit :

Tableau n°1 Echantillon d'étude

N°	ECOLE	CLASSE	EFFECTIF ELEVES
01	G.S LA CONCORDE	2 ^{ème} année	38
02	E.C.L	2 ^{ème} année	37
03	E.P.LES VOLCANS	2 ^{ème} année	37
04	C.S.AMANI	2 ^{ème} année	51
05	C.S. LA JOI	2 ^{ème} année	53
TOTAL	-	-	216

Légende :
G.S. : Groupe scolaire
E.C.L : Ecole communautaire du lac
E.P : Ecole primaire
C.S. : Complexe scolaire

Comme nous avons dit ci-haut, dans le présent travail nous avons retenu la transcription des noms d'objets d'usage courant comme instrument de récolte de nos données. C'est ainsi que nous avons sélectionné vingt mots d'usage courant dans le milieu des écoliers de deuxième année des écoles privées de la ville de Goma, qui ont constitué le contenu de notre épreuve et dont voici la liste :

0. Maman
1. Papa
2. Moto
3. Ballon
4. Tomate
5. Plume
6. Table
7. Porte
8. Cartable
9. Vélo
10. Poule
11. Banane
12. Ananas
13. Ecole
14. Livre
15. Ampoule
16. Flèche
17. Salade
18. Tête
19. Salive

L'administration de l'épreuve a consisté à dicter un à un ces noms aux sujets enquêtés qui les transcrivaient sur une feuille qui leur a été distribuée.

Quant à la correction de la production des élève, un mot écrit sans faute d'orthographe a été coté 1 et un mot contenant seulement une faute d'orthographe a été coté 0.

3.1 RÉSULTATS

Les résultats auxquels nous nous sommes abouti sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau n° 2: PRESENTATION DES RESULTATS GLOBAUX

N	M	Mdm	Mo	Mnim	Mmax	S	CV	Rdt
216	12,51	13.00	19	2	13	5749	0,46	63

Il ressort du tableau ci-haut ce qui suit : la majorité de nos sujets enquêtés ont obtenu la note 19 sur 20 ce qui représente un mode égal à 19. 13, 00 est la note obtenue par nos sujets enquêtés au-dessus et au-dessous de laquelle y a 50% des notes réalisées par les sujets enquêtés. 13 écoliers sur 20 sujets enquêtés ont obtenu le maximum c'est-à-dire 20 sur 20, tandis que 2 sujets sur 216 écoliers enquêtés ont obtenu le minimum c'est-à-dire 0 sur 20. Pour interpréter l'écart type qui est égal à 5, 749 on a fait recours au coefficient de variance (CV). Nous constatons que le CV calculé qui est égal à 46% est supérieur au CV critique au seuil de 30% donc il ya une différence très significative entre les notes obtenues par nos sujets enquêtés à l'épreuve de transcription des noms d'usage d'objet courant en français. Globalement nos sujets enquêtés ont réalisés une moyenne de 12,51 et un rendement de 63%. C'est qui veut dire que les sujets enquêtés ont mieux travaillé dans l'ensemble.

Dans le présent travail, nous avons pris en considération deux variables, il s'agit de la variable sexe et de la variable école privée.

a) La variance sexe

La question dont nous nous posons ici est de savoir s'il ya une différence significative entre la moyenne des garçons et celle des filles. Pour se faire, nous avons utilisé le test t de student dont voici les résultats repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 3 : Résultats selon le sexe

Sexe	N	M	Mdm	Mo	S	CV	Rdt
Masculin	121	1279	14.00	19	5.914	0.46	64
Féminin	95	12,17	12.00	19	5.544	0.46	61

Dans ce tableau, nous observons que pour les deux sexes la note obtenue par la grande majorité de nos sujets enquêtés est 19 sur 20 à l'épreuve de transcription des noms d'objet d'usage courant en français. 14.00 et 12.00 sont des scores obtenus respectivement par les garçons et les filles au test de transcription des noms d'objet d'usage courant au-dessus et au-dessous desquels il ya 50% des scores réalisés. Le coefficient de variance calculé à partir de l'écart-type et de la moyenne est de 0,46 pour le deux sexes. Le $Cv_{cal} > VC_{crit}$ au seuil de 30% donc les scores sont très dispersés autour de leurs moyennes dans le deux cas. D'une façon globale, les garçons ont obtenu une moyenne de 12,79 et un rendement de 64%. Par contre les filles quant à elles ont obtenu une moyenne de 95 et un rendement de 61% ce qui montre que les deux sexes ont mieux travaillé c'est-à-dire ils ont réussi au test de transcription des noms d'objet d'usage courant en français.

Apparemment on constate une différence entre les moyennes. Cette différence est-elle confirmée statistiquement ? Nous avons appliqué le test t qui après résultat du test d'homogénéité des variances par le test de Levenn ($F=41, 616$, $pa=0.000 < 0,01$, donc les variances sont hétérogènes c'est-à-dire inégales), a donné une valeur $t=8,726$ et $pa=0,000 < 0,01$. Donc les deux moyennes (des garçons et des filles) sont très significativement différentes. Donc les garçons ont mieux réussi à l'épreuve de transcription des noms d'objet d'usage courant en français que les filles.

La deuxième valeur considérée est la variable école. En effet, il pullule à Goma beaucoup d'écoles privées dont parfois la qualité laisse à désirer. Ci-dessous, nous présentons les résultats moyens des écoles.

Tableau N° 4 : Résultats moyens des écoliers des écoles enquêtés

Ecole	N	Moyenne
CONCORDE	38	18,13
AMANI	51	10,49
DE VOLCANS	33	10,70
ECL	41	14,27
LA JOIE	51	10,21

Apparemment nous constatons qu'il ya une différence entre les moyennes de ces différentes écoles. Statistiquement y-a-t-il une différence significative entre ces moyennes ? Nous avons tenté de comparer le rendement des écoliers à la transcription des noms d'objet d'usage courant en français de ces écoliers pour dénicher celle qui préparent mieux les enfants à ce genre d'activité. Tous les effectifs des écoles étant supérieur à 30, nous avons utilisé l'ANOVA pour tester la différence entre les moyennes.

Tableau N°5 : Résultats de l'ANOVA de comparaison des moyennes selon la variable Ecole

Ecole	$\sum x^2$	dl	Carrées moyens	F	Signification
Inter-groupes	258,123	1	258,123	218, 793	.000
Intra-groupes	196, 025	214	916		
Total	454, 148	215			

L'ANOVA donne une valeur $F = 218, 793$ et un $p = 0,000 < 0,01$. Il ya effectivement une différence très significative entre les moyennes de ces différentes écoles. Le test WELCH de comparaison multiple donne les résultats ci-après :

Tableau N°6 : Le test WELCH de comparaison multiple.

	Concorde	Amani	De volcans	E.C.L	La joie
CONCORDE	-	•	•	•	•
AMANI	•	-	•	-	-
DE VOLCANS	•	•	-	•	•
ECL	•	-	•	-	•
LA JOIE	•	-	•	-	-

- : Pas de différence

• : Différence

Nous constatons que la moyenne de la CONCORDE (18,13) est la plus élevée et significativement différente des moyennes des élèves des autres écoles. Cela signifie que les élèves de cette école ont mieux transcrits les noms d'objet d'usage courant en français.

ECL à une moyenne de 14,27, seule la CONCORDE présente une moyenne supérieure à la sienne.

Mais les moyennes des autres écoles soit AMANI (10,49), DES VOLCANS (10,70) et LA JOIE (10,21) sont inférieure significativement différente à la moyenne de ces écoliers. Pour les 5 écoles, L'ECL vient donc en deuxième position.

Les écoliers DES VOLCANS ont réalisé une moyenne qui est égale à 10,70 inférieure et différente de la CONCORDE (18,13) et ECL (14,27). Elle s'affiche en troisième position parce que la moyenne de ses écoliers n'est pas différente de celle des élèves de l'EP AMANI, mais significativement différente de celle des écoliers de la JOIE (10,21).

Quant aux écoles AMANI ($M=10,49$) et la JOIE (10,21), leurs moyennes ne présentent pas la différence significative.

De ce qui précède, nous pouvons dire que cette performance manifestée par les écoliers de l'école primaire la CONCORDE est due du fait que l'école se trouve au centre-ville, et celle fréquentée par les enfants des parents qui sont en grande majorité les nantis. Parmi ces enfants il ya ceux qui ont des répétiteurs à la maison. En plus de cela, l'école applique la méthode active et participative, une méthode qui est en vogue aujourd'hui dans les écoles en RDC laquelle permet d'accroître le rendement scolaire des élèves en prônant la participation active de ces derniers à leur propre formation. On peut noter encore que l'école primaire la CONCORDE dispose d'une bibliothèque scolaire riche en livres et en matériels didactiques divers. Une direction très forte qui fait le suivi régulier des travaux des écoliers et contrôle journalièrement les documents pédagogique des enseignants. Les enseignants sont bien motivés car les parents payent trop cher par rapport à d'autres écoles. Les classes sont moins peuplées avec un effectif moyen de 30 écoliers par classe ce qui facilite le travail de l'enseignant et permet à ce dernier de faire un suivi régulier de chaque écolier. Les devoirs à domiciles se donnent chaque jour aux écoliers à la fin de la journée.

Par contre quant à l'école primaire la JOIE qui a présenté une moyenne de 10,21 qui n'est pas respectivement différente dans la moyenne des écoliers de l'école primaire AMANI (10,49), la dernière sur la liste, cette école se situe dans un milieu un peu reculé du centre-ville, et elle fréquentée le plus souvent par les écoliers dont les parents sont en majorité les cultivateurs et d'autres les petits commerçants dans leur quartier. L'école bien qu'elle dispose des très bons bâtiments, mais elle dépourvue d'une bibliothèque scolaire et peu des matériels didactiques pouvant servir à l'illustration des leçons.

4 CONCLUSION

L'objectif poursuivi par notre étude étant d'évaluer la capacité des écoliers de 2^{ème} année primaire des écoles privées de Goma pratiquant l'enseignement de français dès le 1^{er} degré du primaire, s'ils sont capables de transcrire correctement en français les noms d'objets d'usage courant.

Nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle les écoliers de deuxième année soumis très tôt à l'enseignement de français feront preuve de la capacité de transcrire correctement en français les noms d'objets qui leur sont familiers.

48 écoliers des 5 écoles privées de la ville de Goma ont constitué notre échantillon occasionnel.

Après les analyses statistiques, nous avons observé les résultats ci-après :

Globalement nos sujets enquêtés ont réalisé une moyenne de 12,51 et un rendement de 63%, ce qui témoigne qu'ils ont réussi à transcrire correctement les noms d'objets d'usage courant en français. Ce résultat vient confirmer notre hypothèse selon laquelle les écoliers de deuxième seront capables d'écrire correctement en français les noms d'objets d'usages courant.

En considérant la variable sexe, nous avons constaté que les garçons ont mieux transcrit les noms d'objets courant en français que les filles car nous avons appliqué le test t et qui après résultat du test d'homogénéité des variances par le test de levenne ($F=41,616$, $p=0,000<0,01$ donc variances hétérogènes), a donné une valeur $t=8,726$ et $p=0,000<0,01$ montre que les moyennes des garçons (12,79) et des filles (12,17) sont très significativement différentes.

De plus d'après les résultats de l'ANOVA appliqué pour la comparaison des moyennes selon la variable école a donné une valeur $F=281,793$ et $p=0,000<0,01$ montre qu'il ya une différence très significative entre les moyennes de ces différentes écoles.

La moyenne de la CONCORDE (18,13) est la plus élevée et significativement différente des moyennes des écoliers des autres écoles. ECL occupe la deuxième position avec une moyenne de 14,27. Les écoliers des VOLCANS ont réalisé une moyenne qui est égale à 10,70 inférieure et différente de CONCORDE (18,13) et ECL (14,27). Elle s'affiche en troisième position. Quant aux écoles AMANI ($M=10,49$) et la Joie ($M=10,21$) leurs moyennes ne présenterait pas de différence significative.

REFERENCES

- [1] Claude et al (2013). La didactique des français langue premier P.U.F, Paris.
- [2] Hambourg (1962). Apprentissage d'une langue étrangère P.U.F, Paris.
- [3] Herman (1934). Apprendre les langues par ordre psychologique en pédagogie. Edition du Moustier.
- [4] Lioo, B. D. (2007). Problématique de la transcription des noms d'objets d'usage courant par les écoliers de deuxième année (cas des écoles primaires BONINGOL et MITUKU II dans la commune de Mangobo à Kisangani. TFC, inédit, UNIKIS, P.S.E.
- [5] Ministère de l'Education National (2005) Programme National de l'Enseignement Primaire. Kinshasa : EPSP.
- [6] Sack, P. et al (1976). Langue d'instruction et ses incidences sur les écoliers : cas du Nord-Kivu. Les cahiers du Cride, Vol (9).
- [7] Stein, H.A (1962). La langue étrangère dans l'enseignement primaire. P.U.F, Paris.
- [8] Willige. V. (1963). Savoir langagier et culturel en faire figure de langue mondiale, P.U.F, Paris.
- [9] Ministère de l'Education Nationale (2005) Programme National de l'Enseignement Primaire. Kinshasa : EPSP.
- [10] LOI-CADRE DE L'ENSEIGNEMENT NATIONAL, Février 2014.

ANNEXE

UNIVERSITE DE GOMA

FACULTE DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'EDUCATION

Département des sciences de l'éducation

Test de transcription des noms d'objet d'usage courant

Ecole :.....

Noms et Post-nom :.....

Classe :.....

Sexe :.....

0. Maman
1. Papa
2. Moto
3. Ballon
4. Tomate
5. Plume
6. Table
7. Porte
8. Cartable
9. Vélo
10. Poule
11. Banane
12. Ananas
13. Ecole
14. Livre
15. Ampoule
16. Flèche
17. Salade
18. Tête
19. Salive

Análisis de Envejecimiento en Conductores de Alimentación de Energía Provocado por Armónicos, con Aplicaciones de la Inteligencia Artificial

[Analysis of Aging Energy Supply Leads Caused by Harmonics with Applications of Artificial Intelligence]

José Luis Hernández Corona¹, Leticia Flores-Pulido², José Francisco Javier Albores Velásco², and Alberto Portilla Flores²

¹Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología, Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial,
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Universidad Tecnológica de Tlaxcala,
Apizaco, Tlaxcala, México
Huamantla, Tlaxcala, México

²Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología,
Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Apizaco, Tlaxcala, México

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this work, applications for the evaluation of power supply systems using artificial intelligence are presented. Wave distortion problems are presented when disturbance in the power quality exists. In some cases, the result is a temporal detention in the industrial processes, equipments and conductors aging, not forgetting to include the loss of wasted energy which also has costs to the user. The purpose of the application of artificial intelligence and computer vision is to use this tools for a better understanding and analysis of images or the features of an image, so as the signal acquisition and processing to determine the variables involved in the conductor's aging through finite element computer modeling, registration of different images of the same scene or object for comparative studies or mathematical calculations applications of the Fourier transform, product of wave distortions produced by electronic components, to make mathematical modeling, it is necessary to obtain or acquire signals. This will allow us to evaluate energy systems reliably as a new field of research in electric power systems. Due to the complexity of the causes and problems associated with harmonics, there have been proposed a lot of mathematical models to better understand this issue and for which have yet to establish definitive models.

KEYWORDS: acquisition, artificial, intelligence, distortion, modeling.

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas eléctricos actualmente tienen una gran cantidad de elementos llamados no lineales, los cuales generan a partir de formas de onda sinusoidal o denominada fundamental con frecuencia de la red de suministro "60hz", se generan otras ondas de diferentes frecuencias ocasionando el fenómeno conocido como armónicos. Estas distorsiones de onda son variadas. La presencia de estas da como resultado una detención temporal de los procesos industriales, envejecimiento de equipos, componentes y conductores, no olvidando incluir la pérdida de energía no aprovechada pero con costo al usuario. En este trabajo se presentan aplicaciones de como evaluar los sistemas de alimentación de energía con el uso de aplicaciones de Inteligencia Artificial. El propósito de la aplicación de la inteligencia artificial o visión por computadora, es apoyarnos para un mejor entendimiento y análisis de imágenes o determinar sus características, así como la adquisición de señales de "temperatura, corriente, tensión, frecuencia, potencia" y su procesamiento para determinar variables que intervienen en el

envejecimiento de conductores, a través de modelados computacionales con aplicación de Matlab, el registro de diferentes imágenes de una misma escena u objeto, para estudios comparativos y obtención de variables, las cuales nos permiten realizar cálculos matemáticos con aplicación de la transformada de Fourier, modelando el producto de distorsiones de onda producidas por componentes electrónicos, para estudio de este fenómeno. La visión por computadora nos permitirá evaluar de forma estructural, comparativa e identificar desgaste superficial, obteniendo además variables de frontera, presentes en los sistemas eléctricos.

La inteligencia artificial, la comparación óptica, la adquisición de señales son herramientas que permiten evaluar las afectaciones que las tecnologías electrónicas actuales y nuevas provocan. Con la determinación de las variables estudiamos los fenómenos de envejecimiento y la pérdida de energía. Para posteriormente proponer aplicaciones con modelos difusos y redes neuronales, para la determinación de los niveles de envejecimiento y la detección oportuna de ondas diferentes a la fundamental para aplicación de filtros activos de corriente y voltaje, lo que se reflejaría en un ahorro de energía, la eliminación de operaciones erráticas de equipo computarizado, sobrecalentamiento de componentes y conductores, así como fallas prematuras de equipos e interrupciones de los mismos. Esto nos permitirá evaluar sistemas de consumo de energía en forma fiable, como un nuevo campo de investigación en los sistemas de energía eléctrica. Debido a la complejidad de las causas y problemas asociados con los armónicos, se han planteado una gran cantidad de modelos matemáticos para entender mejor esta problemática y para la cual no se han establecido todavía modelos definitivos.

2 MÉTODOS DE MODELADO

En las últimas décadas, debido en gran parte al desarrollo del microprocesador, han aparecido innovadoras técnicas de modelado de sistemas complejos. Usando técnicas de modelado computacional como la simulación basada en agentes y la dinámica de sistemas tenemos el potencial de construir modelos que combinan la riqueza descriptiva de los modelos verbales con el rigor formal de los modelos matemáticos más abstractos [1].

Las diferentes formas para tratamiento de imágenes, y adquisición de señales nos permiten desarrollar nuevos métodos para detección y evaluación del envejecimiento en conductores, tal como la Inteligencia Artificial, la Comparación Óptica, El Modelado Matemático, esto resultado del estudio de las nuevas afectaciones provocadas por el consumo de sistemas con componentes electrónicos tanto en los hogares como en la industria. Estas diferentes tipos de fallas y sus formas características de las señales que generan, así como los métodos de diagnóstico, son obtenidas a través del monitoreo en línea, estando los equipos conectados a la red y en funcionamiento, como resultado, se puede evaluar las condiciones de operación normal. Una desventaja es que las técnicas de supervisión en línea a menudo requieren la instalación de equipos adicionales que tienen que ser instalados en cada máquina. Comparado con las pruebas fuera de línea es más difícil o incluso imposible de detectar algunas fallas en los procesos [7]-[10].

Sin embargo, muchos métodos sin sensores y no invasivos han sido recientemente desarrollados utilizando las formas de las señales eléctricas, por ejemplo, corriente y tensión, de modo que el algoritmo de monitoreo puede residir en el control de la máquina o así como de los grupos de máquinas.

2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La visión por computadora está comenzando a ser más práctica y exitosa. Existen nuevas aplicaciones de detección y reconocimiento. La visión por computadora ha comenzado a superar a los seres humanos en ciertas tareas del mundo real con algunas restricciones, tales como la inspección de una placa electrónica de circuitos y su reconocimiento en condiciones controladas. También ha avanzado mucho en áreas de aplicación tradicionales como la robótica y el análisis de imágenes médicas. Por otra parte, las nuevas áreas de aplicación tales como la cirugía estética, la realidad aumentada, y la visión para los ciegos, donde existen oportunidades de crecimiento para la visión por ordenador que proporcione alcance a las áreas no tradicionales, tales como la astronomía, la nanotecnología, nuevas técnicas de imágenes cerebrales, los análisis científicos, y muchos más. La tecnología que se basa en la visión por ordenador, internet, y cámaras sigue mejorando en calidad y su costo sigue disminuyendo. El mantenimiento, reparación y revisión de los dispositivos electrónicos son retos importantes para las empresas en la industria de la aviación, el ferrocarril el transporte o la fabricación en planta [2].

2.2 COMPARACIÓN ÓPTICA

La descripción de los retos del estado de la técnica al revertir los procesos de ingeniería en el análisis de imágenes, con aplicaciones térmicas. La investigación se acerca con el objetivo de superar los defectos y explotar la automatización

potencial a través de análisis y procesamiento óptico. Se presentan conjuntos de datos 3D con la digitalización de imágenes computarizadas. La figura 1 muestra la digitalización en el uso de tecnologías de escaneo y combinación de diferentes principios [3].

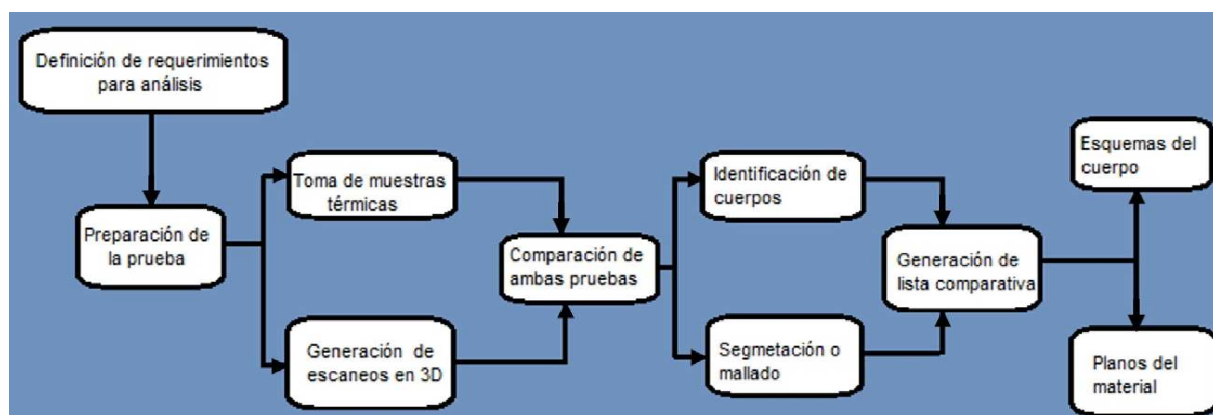


Fig. 1. Proceso de análisis de imágenes

Durante el siglo pasado, científicos de materiales han hecho grandes progresos en la adquisición, el análisis y la comparación microestructural de imágenes. Cuando el catálogo de posibles características microestructurales es conocido o fácilmente enumeran de forma digital las técnicas de análisis de imagen, pueden tomar ventaja, bien definidas sus características por segmento, se caracteriza y se compara las microestructuras con alta precisión. Cuando el conjunto de características o rasgos particulares de interés no se conocen a priori o cuando las microestructuras difieren significativamente en formas desconocidas, estos métodos se vuelven intratables, y pueden fallar por completo. Por ejemplo, la segmentación de imágenes es el proceso de asignar cada pixel de una etiqueta que designa la función microestructural a la que pertenece (ejemplo, el grano o la pertenencia de fase). Debido a esto, la elección de un esquema de segmentación óptima es altamente dependiente que antes, siendo analizado el conocimiento del material del sistema, y para muchos sistemas de materiales no se conoce ningún esquema de segmentación adecuado.

Un ejemplo de la aplicación de la visión por computadora es la mostrada en la figura 2, donde se represente una imagen termica segmentada, para estudiar el comportamiento de calor por zonas.

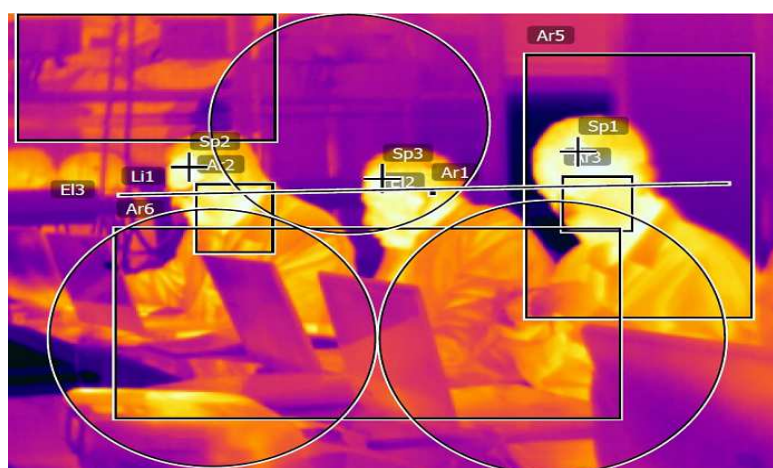


Fig. 2. Representación segmentada de una imagen para determinar los valores de temperatura

2.3 METODOS MATEMÁTICOS DE ARMÓNICOS

La simulación en Matlab/ Simulink se emplea para modelar la manera en cómo se presentan los armónicos generados por cargas no lineales en forma matemática y a su vez se realiza la comparación con métodos de control actual. Las afectaciones se han convertido en una gran preocupación por los efectos adversos que provoca en todos los equipos, en su mayoría condensadores, transformadores y motores, causando pérdidas adicionales, sobrecarga, mal funcionamiento y sobrecalentamiento e interferencias. Los métodos de filtrado activo o pasivo se utilizan para compensar la no lineal armónica de estas cargas, inyectando igual pero de forma opuesta corriente armónica de compensación que da una onda sinusoidal pura [4].

Muchas teorías se han desarrollado para el modelado y la detección de armónicos de corriente instantánea, tal como FFT (transformada rápida de Fourier), las redes neuronales, la teoría de la potencia reactiva instantánea, el uso analógico de filtros electrónicos digitales para separar componentes armónicos sucesivos, la PLL (programación con lógica lingüística) con controlador de lógica difusa, etc. El desarrollo de adquisición de señales producidas por equipos electrónicos nos permitirá simular matemáticamente el tamaño de las ondas.

3 DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FALLAS

En las últimas décadas se han desarrollado nuevas técnicas de detección de fallas que permiten obtener diagnósticos más precisos. Las más aplicadas son las que involucran análisis de vibración, análisis espectral de corrientes y tensiones, análisis de dispersión del flujo axial, y las más recientes que combinan modelos de simulación del comportamiento de las fallas con lógica difusa y la aplicación de redes neuronales artificiales (ANN) para identificar fallas. Exceptuando el análisis de vibración, no se ha generalizado la aplicación de estas técnicas de diagnóstico en la determinación del envejecimiento en conductores y la pérdida de energía a nivel industrial, encontrándose muchas de ellas en fase experimental, sin embargo, es de sumo interés profundizar en su estudio ya que teóricamente aventajan a los métodos convencionales en la facilidad de aplicación y en su sensibilidad para la detección de fallas. El monitoreo de los equipos electrónicos puede reducir significativamente los costos de mantenimiento y el riesgo de fallas inesperadas al permitir la detección temprana de desperfectos de consecuencias potencialmente catastróficas [5].

La detección y localización de fallas nos permite aprovechar las nuevas tecnologías computacionales disponibles y desarrollar nuevos métodos para su detección, un ejemplo, es la localización de fallas de alta impedancia (HIF) en sistemas de distribución de potencia (PDS). Con la intención de reducir los problemas causados por la ocurrencia HIF se caracterizaron estas. Entre las diversas características observadas, se podrían citar: la medida del desequilibrio entre fases, la diferencia de ángulo entre los números complejos que representa el componente fundamental de la tensión y de la tercera armónica de la corriente [6]. La necesidad de reformulación total de los sistemas de protección de distribución y con la intención de reducir los problemas causados por el HIF, se presenta un nuevo método para detectar y localizar fallas de alta impedancia en sistemas de distribución. El método mencionado anteriormente se basa en la aplicación de redes neurales artificiales (ANN), para un mejor monitoreo y detección, aplicando las ANN a la determinación de las HIF. Las HIF son un caso especial de los fallos que se pueden producir en sistemas de potencia. La existencia de arcos eléctricos ocurre y genera una característica no lineal, como se puede ver en la figura 3.

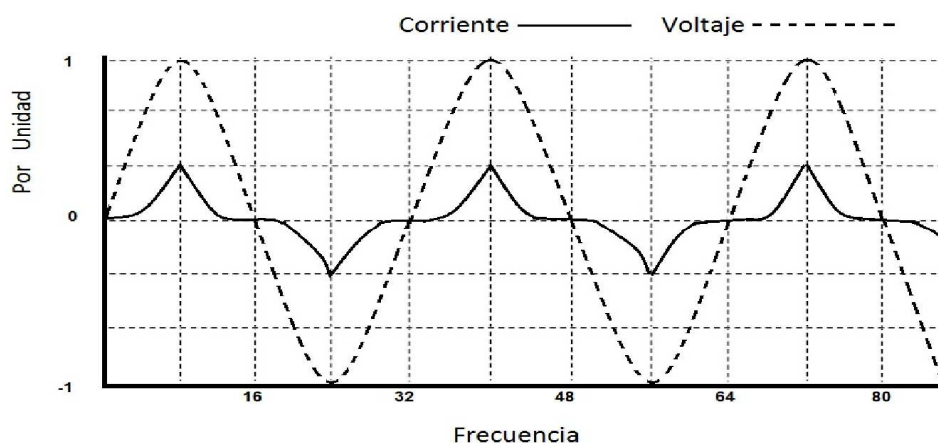


Fig. 3. Representación de la corriente-voltaje

El método de ANN se puede implementar para la detección de armónicos en sistemas de alimentación monofásicos y contribuir a la determinación del envejecimiento en conductores, así mismo la aplicación de elementos de adquisición de señales, que van desde un multímetro hasta un sistema complejo para cálculo de calidad de la energía.

3.1 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS TÉRMICO

El desarrollo de investigación para la determinación de envejecimiento en conductores por armónicos y sus afectaciones en redes de suministros, pérdida de energía se expresa en diversas investigaciones, apoyadas por teorías que fundamentan la metodología. El concepto para el proceso de destrucción y reconstrucción automatizado sin errores de circuitos electrónicos, con aplicación de métodos de visión por computadora con escaneos en 3D para determinar imágenes térmicas. Inicia al tomar una imagen con relieves, para identificar los parámetros de comparación como la geometría, estructura de la superficie y tamaño. Finalmente una detección de errores y soluciones de una lista de errores fueron creados de forma redundante por subprocesos eléctricos y ópticos. La toma de imágenes térmicas es una tecnología aplicable a la determinación de puntos críticos a través del estudio comparativo para definir el envejecimiento.

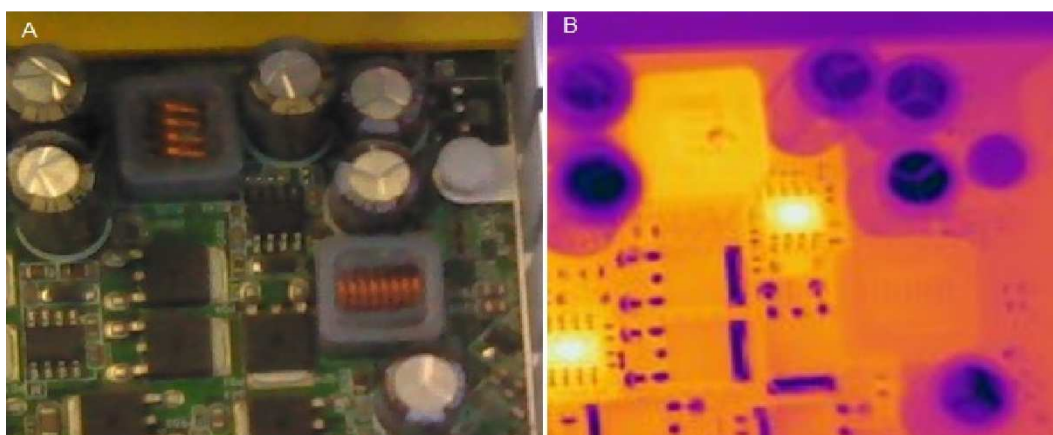


Fig. 4. A. Componentes electrónicos. B. Escaneo térmico.

3.2 DETERMINACIÓN DE HUELLAS ESTRUCTURALES

La construcción de huellas micro estructurales permiten observar los cambios superficiales que tienen los materiales por acción provocada por envejecimiento, de alguna de las variables que aplican para su funcionamiento, como la temperatura o los armónicos de tensión, corriente o frecuencia. La representación visual de características de una imagen como un histograma con medidas normalizadas, la frecuencia de cada parte de la imagen. Cada punto tiene características clave con un significado visual. Por lo que un histograma de la imagen es una huella digital de la microestructura que la generó, para la comparación de la imagen del histograma se utiliza la distancia X2, que es una medida para cuantificar la diferencia entre dos histogramas que funcionan para realizar una aplicación de reconocimiento de imágenes con textura. Para dos histogramas de m-cubos $X = (x_1, \dots, x_m)$ y $Y = (y_1, \dots, y_m)$, la distancia X2 es: Representación de la corriente-voltaje

$$D(X, Y) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \frac{(x_i - y_i)^2}{x_i + y_i}$$

3.3 NIVELES ARMÓNICOS

La inyección de armónicos, en carga de energía reactiva, provoca un desbalance y una corriente excesiva en el neutro, esto trasciende también afectando el voltaje distribuido en diferentes niveles, para la detección de estos niveles armónicos se aplican diversas teorías, tal como la transformada rápida de Fourier FFT o la teoría p-q. La teoría de la energía reactiva instantánea en circuitos trifásicos, en esta teoría, las tres fases instantáneas de corriente y voltaje son transformadas en las coordenadas α y β , para las coordenadas a-b-c, conocida como transformación Clarke, es mostrada en las siguientes ecuaciones respectivamente [6].

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

La energía real instantánea está definida por:

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

Donde el poder instantáneo:

$$\begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix}$$

Aplicando las variables de transformación a, b, c de la energía instantánea, para para voltaje y corriente, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

Donde A es la matriz transformación, es igual a:

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \pi r^2$$

4 IMPLEMENTACIÓN

4.1 ADQUISICIÓN DE DATOS

El sistema para determinación de envejecimiento en conductores de alimentación, nos permite obtener las variables que provocan los equipos electrónicos y sus efectos. La determinación de estas señales se realiza por diversos métodos, como son: tarjetas de adquisición, imágenes térmicas, equipos de vibraciones, equipos para medición de calidad de la energía, además del tratamiento de las variables por métodos de lógica difusa para la obtención de los parámetros de envejecimiento, y la aplicación de redes neuronales para identificar las ondas armónicas.

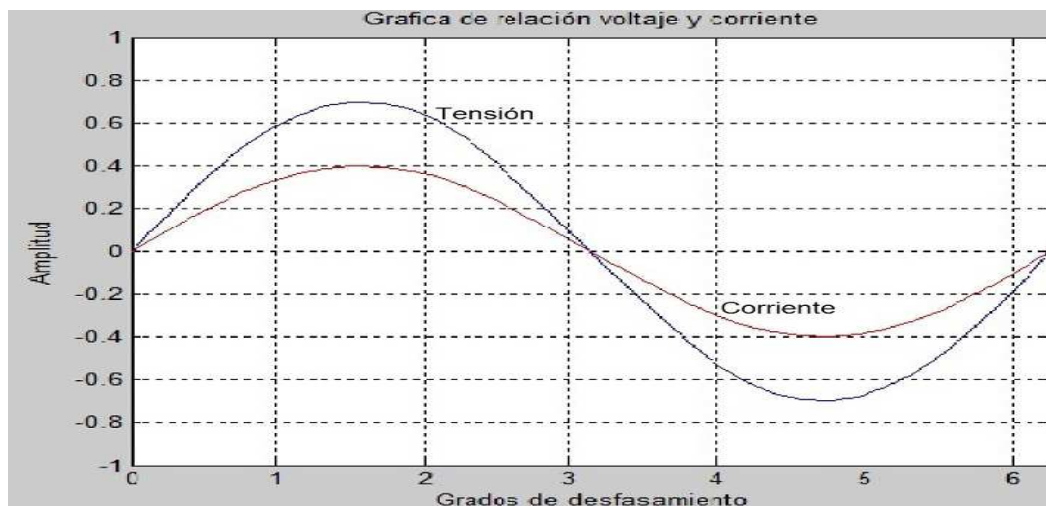
La calidad de las ondas de tensión y corriente, debe tener una amplitud y frecuencias constantes llamadas ondas lineales, como se muestra en la figura 5, representando las formas de onda sinusoidal sin contenidos armónicos, con una frecuencia constante de 60Hz y una amplitud constante, en la tabla 1, se muestran resultados de la adquisición de señales armónicas de tensión. En la tabla 2, se muestran resultados de la adquisición de señales de corriente, las cuales se utilizaron para modelar el comportamiento armónico y el desarrollo de un análisis estructural.

Tabla 1. Muestra de armónicos de Tensión

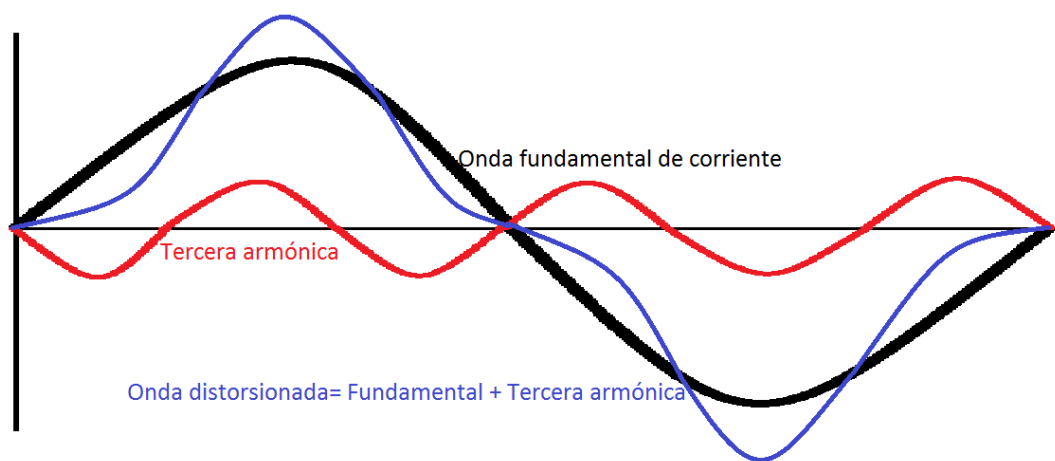
VARIABLES	RMS	PEAK +	PEAK -	CF	THD-F%	VOLTS
E	127	177.3	177.2	1.40	2.4	126.9
E	127.9	181.2	180.1	1.42	2.5	127.8
E	126.5	174.6	176.3	1.30	2.2	126.4

Tabla 2. Muestra de armónicos de Corriente

VARIABLES	RMS	PEAK +	PEAK -	CF	THD-F%	I (amp)
I	25.9	41.2	41.2	1.59	21.7	24.8
I	30.3	47.9	49.5	1.58	17.5	29.2
I	40.7	70.7	64.3	1.74	19.7	39.6


Fig. 5. Ondas lineales de Tensión-Corriente

Si las formas de ondas sinusoidales antes mencionadas presentan una distorsión alterando sus valores pico o RMS, contienen valores armónicos que dependen del múltiplo entero de la fundamental mostrada en la figura 6.


Fig. 6. Ondas distorsionadas de corriente

Los armónicos estudiados son el resultado de cargas no lineales provenientes exclusivamente de lámparas ahorradoras de energía, PC e impresoras, esto incluyendo a los armónicos que regresan por el conductor neutro en cargas monofásicas y todas aquellas cargas no lineales.

4.2 SIMULACIÓN CON APLICACIÓN DE LA FFT

La aplicación del teorema o transformada de Fourier para la determinación de las ondas no sinusoidales, nos permite descomponer esta y obtener la suma de las ondas. En la serie de Fourier la integral a lo largo de un periodo de la función

corresponde a un valor infinito, esta función posee un número finito de discontinuidades y de máximos y mínimos por periodo.

Bajo condiciones ideales, la función periódica de periodo T , puede ser expresada como una suma trigonométrica de senos y cosenos del mismo periodo T . El desplazamiento de una onda $u = u(t, x)$ como una función del tiempo t y de la posición x , es función de la ecuación diferencial.

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dx^2}, \quad t > 0, \quad 0 < x < 1$$

En condiciones iniciales $u(t, 0) = u(t, 1) = 0$, para $t \geq 0$, $\frac{du}{dt}(0, x)$ para $0 < x < 1$. Cualquier señal puede representarse por medio de una señal de senos y cosenos, relacionados armónicamente. El propósito del análisis de Fourier es calcular las componentes de frecuencia múltiples de la fundamental de una onda periódica. Esta metodología se estableció cuando el matemático Jean Baptiste Fourier postuló que toda función repetitiva en un intervalo t , puede ser representada por la suma de una componente senoidal fundamental y una serie de componentes armónicas que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental. La serie armónica resultante, denominada serie de Fourier, establece una relación entre la función expresada en el dominio del tiempo y su expresión correspondiente en el dominio de la frecuencia. Se convierte en una función en intervalos de $-\alpha$ a $+\alpha$, bien sea en el dominio del tiempo o de la frecuencia. La información obtenida, muestra caracterizadas una serie de valores de la amplitud de la función a intervalos fijos de duración, esto con la finalidad de obtener el comportamiento de los armónicos, como se muestra en la figura 7, en la figura 8 se observan las medidas correspondientes a la obtención de los valores armónicos obtenidos para su modelación.

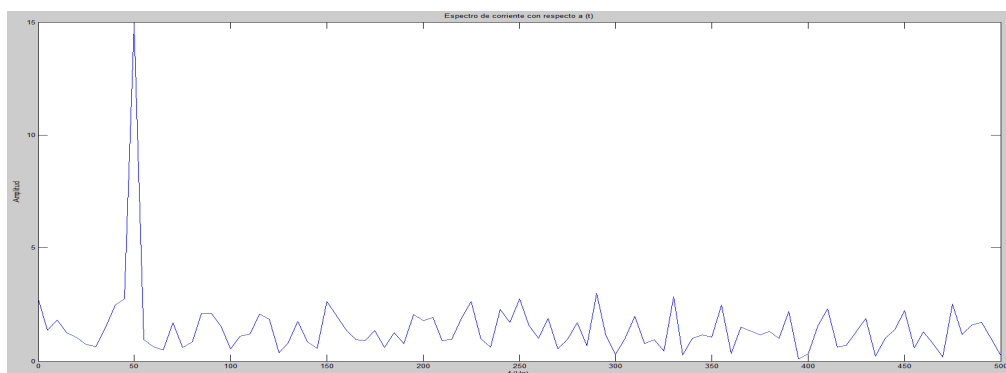


Fig. 7. Ondas distorsionadas de corriente

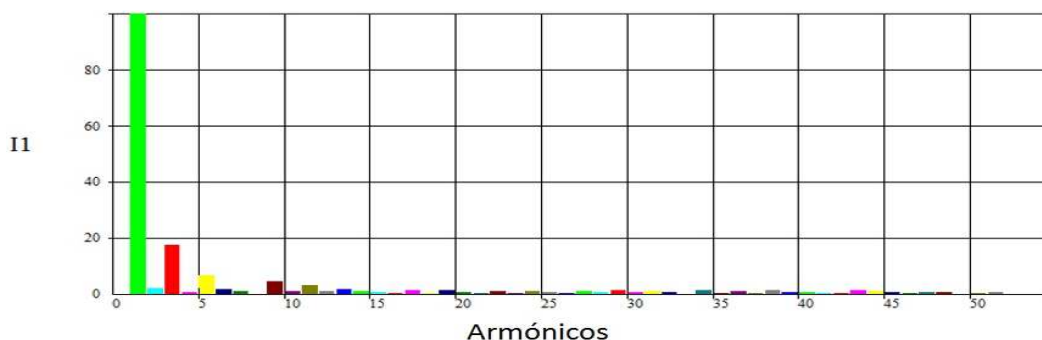


Fig. 8. Ondas distorsionadas de corriente

5 CONCLUSIONES

El desarrollo y aplicación de diferentes métodos de adquisición de señales para un análisis del comportamiento de cargas lineales y no lineal, además de la obtención de las distintas variables que afectan al funcionamiento o reducen su ciclo de vida, nos permiten determinar cómo afectan en la pérdida de energía. En este trabajo se analizaron los armónicos impares de

corriente principalmente el tercer y quinto armónico, que son producto de los equipos de cómputo, impresoras y lámparas ahorradoras de energía, equipos en estudio y algunos otros, como: las subestaciones eléctricas y todo aquel dispositivo electrónico conectado a la red. El comportamiento de la onda de corriente y sus valores numéricos, nos sirven para el modelado con la FFT, las variables de temperatura y amplitud de onda de corriente del sistema se aplicaran con modelos de lógica difusa para determinar el porcentaje de desgaste del aislamiento, los valores correspondientes a la corriente se aplicara en una red neuronal que permita identificar de forma precisa los armónicos 3er y 5to para su tratamiento con sistemas de filtros pasivos.

REFERENCIAS

- [1] Izquierdo, L. R., Galán, J. M., Santos, J. I., and Olmo, R., “Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas”, *Empiria*, vol. 16, 2008, pp. 85-112.
- [2] Grosser H, and Beckmann-Dobrev, B., Computer Vision Analysis of 3D scanned Circuit Boards for functional Testing and Redesign, 2nd International Through-life Engineering Services Conference, 2013, pp. 229-233.
- [3] Brian L. D, Elizabeth A. H., A computer vision approach for automated analysis and classification of microstructural image data, *Computational Materials Science*, 2015, pp. 126-133.
- [4] Arturo Suman Bretas¹, Luciano Pires¹, Miguel Moreto², and Rodrigo Hartstein Salim, A BP Neural Network Based Technique for HIF Detection and Location on Distribution Systems, *Computacional Intelligence*, Springer, Volume 4114 of the series Lecture Notes in Computer Science With Distributed Generation, 2006, pp. 608-613.
- [5] Medrano, H. Z. Y., Tello, P. C., Armas, T. M., and Hernández, C. A., “Un estudio sobre la localización, detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas”, *Universidad Militar de Nueva Granada, Maquinas Electricas, detección y diagnóstico de fallas*, 112, pp. 37-59.
- [6] Nenceey Jain, Amit Gupta, Comparison between Two Compensation Current Control Methods of Shunt Active Power filter, *International Journal of Engineering Research and General Science* Volume 2, 2014, pp. 603-605.
- [7] Benbouzid, M.E.H. Bibliography on induction motors faults detection and diagnosis, *IEEE Trans. Energy Convers.*, Vol. 14, No.4, 1999, pp. 1065- 1074.
- [8] Gubric, S., Aller, J.M., et al. A Survey of Testing and Monitoring Methods for Stator Insulation System in Induction Machines, http://prof.usb.ve/jaller/PPI_papers/CMD2008.pdf
- [9] Stone, G.C., Boulter, E.A., Culbert, I., and Dhirani, H. Electrical insulation for rotating machines-Design, Evaluation, Aging, Testing, and Repair, ISBN 0-471-44506-1, 2004, pp. 371.
- [10] Siddique, A. Singh, B., Yadava, G.S., A review of stator fault monitoring techniques of induction motors, *IEEE Trans. Energy Convers.*, Vol. 20, No.1, 2005 pp. 106-114.

THE ROLE OF CAMELS AND DONKEYS IN RURAL TRANSPORT IN DUNDAYE DISTRICT OF WAMAKO LOCAL GOVERNMENT AREA OF SOKOTO STATE, NIGERIA

P.G. KUGHUR¹, K.M. BABA², and S.K. Vih³

¹Agricultural Extension & Communication Department,
University of Agriculture P.M.B. 2373 Makurdi, Benue State, Nigeria

²Department of Agricultural Economics and Extension, Federal University of Technology, Mina, Nigeria

³Department of Agricultural Extension and Management,
Federal College of Forestry, Jos, Plateau State, Nigeria

Copyright © 2016 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 study assessed the role of camels and donkeys in rural transport in Dundaye district of Wammako local government area of Sokoto State. Seventy five (75) respondents (animal transporters) were selected randomly from the study area, data were collected from primary and secondary sources, primary sources were through structured questionnaire, while secondary sources were from periodicals, documents, proceedings and journals. Data collected were analyzed through descriptive statistics. Results of the findings revealed that based on coat colour 4 distinct types of camels were identified 30% *Ja* (red) was more than any other colour and 7 different types of donkeys were identified with 36% *Ehokusu* (cream) more than others, on loads carried; 61.33% camels were used for moving crops stalk from one location to another, while 38.48% donkeys fetch water for their owners, 41.24% preferred camels because it could be sold after long time use to generate income, 32.48% camels can take them to places where they can board a vehicle, 58.67% camel and 50.67% donkeys transporters encountered disease infections and reluctance to move respectively. It is recommended that veterinary doctors should visit interior villages periodically to treat sick animals and animal transporters should form associations so as to attract assistance from government and non-governmental organizations.

KEYWORDS: role, camels, donkeys, rural, transport.

1 INTRODUCTION

Pack animal is a term used to describe goods carrying animals. Animal uses energy to pack or carry load over long distances; pack animals play an important role in transporting man and goods in arid and semi-arid regions of the world. In Nigeria, despite the introduction of motorized transportation camels and donkey remain an important means of transportation. Camels and donkeys provide a cheap and reliable alternative for both short and long distances transport. Many kinds of goods are regularly transported over short and medium distances whenever the volume or value of trade is too low to make motorized transport feasible and where roads are bad or non-existent [1]. The higher concentration of camels and donkeys are found in Nigeria around the northern part of the country (Sokoto, Kano, Katsina and part of Borno States with Sokoto State having the highest population of the animals [2]. Sizeable populations of donkeys are also found in Bauchi, Taraba and Adamawa States in Nigeria.

Transport by beast of burden is sometimes considered to be a traditional form of Tropical African transport that is still very widespread and important. Transport of goods to and from a local river or well or of fire-wood, apart from the use of animal is sometimes undertaken by human beings on their head in the rural areas. However, the beast of burden is the only

possible form of transport over a network of bush paths or in hilly country where no roads exist. Transport is of direct interest and importance to everybody in one way or the other [3].

The bulk of food produce in Nigeria and indeed the study area come from the rural areas which need to be transported from place to place. However, most of the villages lack good roads for transportation of food produce. Camels and donkeys serve as a very important means of transportation and are readily available in the villages, do not require foreign exchange for their purchase, expertise for services among others. The importance of transport in the lives of Nigeria's people is not in doubt but it is never easy to isolate its precise significance. Roads form the most widespread modern transport mode in Nigeria as elsewhere. Although road network densities are low, the importance of road transport is increasing everywhere in spite of rising fuel costs [3]. Road transport has traditionally provided the essential backbone of most tropical African transport systems and patterns of economic development since the beginning of the twentieth century, linking coast ports with inland areas or points of production for export or of population concentration. Road has very significantly influenced the pattern of economic development in the past and has continued to do so today.

There are 14.5 million camels in world, 70 percent of which are found in Africa. More than 70% of the total world population of camels is raised in the tropics. Approximately 91% of all in Africa are found in tropical region, where as in Asia the situation is reversed as more than two-thirds of that continents' camel population live outside the tropics. Tropical countries with large camel population are Sudan, Somalia, Ethiopia, Mauritania, Saudi Arabia and India. The camel population is declining in number in non-tropical regions of Africa. On the other hand camel numbers have been increasing rapidly in some tropical African countries. It seems inevitable that the decline in numbers would continue where the camel is only used for transport purposes. In the countries around the Mediterranean, machines have already virtually displaced camels in the transport industry although, small numbers of camels are still used for ploughing and other field work, they may ultimately almost disappear from the field soon [4].

Camels are used for the transportation of agricultural and other produce especially in the rural areas. The camel is specially adopted to thrive in semi-arid environment because it can survive without water for long period of time. For this reason, it is commonly found particularly in the north Sudan and Sahelian zones, where it provides some solutions to transport problems across the Nigeria-Niger boundary [4].

There are 40 million donkeys in the world, they are found in every continent of the world except in Polar Regions. In Nigeria, it is restricted in its distribution mainly by the presence of tsetse-fly such that the number is very small or totally absent in tsetse-fly areas and many in tsetse-fly free areas [4]. [2] estimated 55 million donkeys and mules serving a key role in the agriculture economy of third world countries of which donkey is one of the most important draught animals in the world. In Nigeria, donkeys were introduced via the trans-Sahara caravan trade. In Sokoto State, distribution of donkey is such that out of total number of 247,989 donkeys, 2,760 are owned by the pastoralists, while 244,197 are found within the villages with 1,032 for urban centre [2].

The use of donkeys and camels for transport in Africa dates back to history times. This is in contrast to the situation in many African farming systems, where farmers have recently stated to use donkeys or camels because of changes in land-use patterns, agro-ecological conditions and labour availability. Transport by beast of burden is one of the most ancient forms of transport that preceded even the invention of the wheel vehicles that has survived to the present day. The use of donkeys as pack animals or for pulling of a cart has enabled small-scale farmers to participate in the market economy. Camels and donkeys have reduced the domestic burden of rural women and have created employment and income generating opportunities for many people [4].

It is not surprising that pack animals and humans provide an estimated 80 percent of the power input both on farm and transport in the developing countries. On roads inaccessible by vehicles such as those on hilly sides, muddy rivers, valleys and on loads where size and scale of enterprise as well as finance rule out motorized vehicle, pack animals are the means farmers have to transport goods other than head portage [5]. Although, pack animals make their greatest contribution in transportation, they also play an important role in land tillage. They are also used to power stationary equipment such as water pumps, sugarcane crushers, grinding mills just to mention a few.

2 MATERIALS AND METHODS

Sokoto State is made up of 23 local Government Areas (LGAs) covering a total land mass of 26,648,480 square kilometres. The State is located within 11° 30'-13° 55' North and longitude 4° 7'- 6° 56' East in north western Nigeria. It has a population of 3,696,999 [6]. Inhabitants are mainly Hausa and Fulani by tribe. There are two seasons rainy and dry, the rainy season is short which starts in April/May and ends in September/October with annual rainfall of 500mm-700mm [6]. The State

experiences a long dry season (October-May) and cold dry spell harmattan period, (November-February) and a hot dry spell (March-May).

The predominant occupation of the people in the area is farming, livestock rearing and fishing. Crops cultivated in the area include cereals such as millet, sorghum, and to a lesser extent maize. Groundnut and cowpea are legume crops grown mainly for cash [7]. Dundaye Local Government Area was purposively selected based on the intensity of camels and donkeys in the area. Five (5) villages: Dandutsi, Danjawa, Dundaye, Gawotumi and Gidandaro were selected. Fifteen (15) animal transporters (camels and donkeys transporters) were selected randomly from each village making a total of number of 75 respondents. Both primary and secondary data were collected, primary data were collected using structured questionnaire through interview. Data collected were analyzed through descriptive statistics.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Distribution of Camels by (Breeds) Coat Colour

Breed	Frequency	Percentage
<i>Ja</i> (red)	27	36.0
<i>Bakinbiri</i> (black)	19	25.33
<i>Mahari</i> (rider)	17	22.67
<i>Taguwa</i> (female)	12	16.0
Total	75	100

Results in Table 1 revealed that based on coat colour 4 distinct types of camels were identified *Ja* (red) 36%, *Bakinbiri* (black) 25.33%, *Mahari* (rider) 22.67% and *Taguwa* (female) 16%. A reasonable proportion 30% of the respondents owned *ja* (red) camels. Camels are identified by the owners through the skin colour or behaviour. In general, 4 (breeds) distinct types of camels were identified based on coat colour. This finding is similar to [9] who reported that camels of each country or locality carry hereditary traits which designate one from the other in no uncertain manner. Similarly, family lines within each breed are recognized by traditional camel-owning communities. Environmental influences however, give rise to types which are more easily distinguished by the inexperience persons. All the types identified were one-humped camel *Camelus dromedarius*.

Table 2. Distribution of Respondents Based on (Breeds) Coat Colour of Donkeys

Breed	Frequency	Percentage
<i>Ehokusu</i> (cream)	27	36.0
<i>Goho</i> (grey)	19	25.33
<i>Jangora</i> (brown)	11	14.67
<i>Auraki</i> (light colour)	10	13.33
<i>Gwambaza</i> (an old donkey)	4	5.33
<i>Bakinjaki</i> (black)	2	2.67
<i>Ja</i> (red)	2	2.67
Total	75	100

Results in Table 2 showed that based on coat colour 7 different types of donkeys were identified *Ehokusu* (cream) 36%, *Goho* (grey) 25.33%, *Jangora* (brown) (14.67), *Auraki* (light colour) 13.33%, *Gwambaza* (an old donkey) 5.33%, *Bakinjaki* (black) 2.67% and *Ja* (red) 2.67%. Majority 36% of the animal transporters had *Ehokusu* (cream colour). Based on coat colour 7 different types of donkeys were identified. Animals born of specific coat colour are genetically and environmentally determined however, the local animal owners use certain features in identifying their animals. Apart from the commonest way of identifying male and female gender, it is colour that is distinct which could be use by inexperience people for easy identification of the animals. This confirms [1] who reported that *Ehokusu* constitute the highest type of donkeys found in Sokoto State, Nigeria.

Table 3. Distribution of Camels and Donkeys by types of Load Carried

Types of load Carried	Camel		Donkey	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
Farm produce				
From the farm	46	61.33	25	33.33
Onions to market	40	53.33	2	2.67
Grains to Market	24	32.0	14	18.67
Planks	8	10.67	-	-
Fetch water	-	-	29	38.67
Fire-wood	2	2.67	11	14.67
Grasses (fresh)	-	-	28	37.33
Others	4	5.33	2	2.67

*Multiple responses.

*

*

Results in Table 3 depicted that camels carry different materials including; farm produce from the farm 61.33%, onions to market 32%, planks 10.67%, fire-wood 2.67% and others 5.33%. While donkeys carry farm produce from the farm 33.33%, onions to market 2.67%, grains to market 18.67%, fetch fire-wood 38.67%, gather grasses 37.33% and others 2.67%. Majority 61.33 % of camels were used by owners for moving crops stalk from one location to another. The animal transporters owned little or no farm. However, the use of camel for transportation of goods and services was their major occupation. Majority of the people in the study area were farmers and Moslems; the movement of crops biomass from the farm to the house after harvest is done in Moslem dominated northern Nigeria to build fence around their houses. The use of crops stalk after harvest to construct thatched fence around houses is to prevent people from looking directly into their compound, it also serve the purpose of preventing strangers from going into the compound directly on arrival until they are identified before entry might be permitted to certain limit. The harvesting season is a good time for the animal transporters because it is a season when they are quite busy, this also means some money. Camels and donkeys are important means of transport in the rural area especially among famers especially during the harvesting season.

The finding is similar to [4] who reported that most of the transport activities performed by camels and donkeys take place in the household within the community and are related to subsistence tasks such as the collection of firewood, water and transport to and from farm fields. Also [3] Brains reported that the bulk of food produce in Nigeria comes from the rural areas which need to be transported from place to place. Furthermore, most of the villages lack good roads for transportation of food produce. Camels and donkeys serve as a very important means of transportation and are readily available in the villages.

For donkeys, 38.67 % fetch water for their owners. A reasonable proportion (38.67 %) of donkeys fetches water for their owners. This is an indication that due to non-availability of water for domestic use within the house premises donkeys are used for fetching water for household use from the neighbourhood. This make donkey an important domestic animal for everybody to acquire and use it for this purpose especially if the person cannot use head portage for fetching water for domestic use. This confirm [1] who reported that because of non-availability of motor able roads in many parts of Sokoto State the animals (camels and donkeys) are used for transportation of either farm produce from farm to house and to the market places and also the movement of agricultural inputs to farmers' house. The finding is also similar to [9] who reported that in Ethiopia, donkeys are major mode of transport. They transport at least 12 different commodities including food to remote areas as well as guns and ammunitions during war. Similarly, [10] reported that most household use donkey carts for the transport of water, furthermore donkey carts are used by many households for marketing maize and potatoes which are sold in local markets.

Table 4. Distribution of Respondents According to Reasons for Preference of Motor to Animal Transport

Reason	Camel		Donkey	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
Availability	40	41.24	8	5.79
Go through bush path	26	16.80	25	27.47
Its mine	19	19.59	9	9.89
Easy to control & convenience	10	10.31	15	16.48
Take me where I can board a vehicle	-	-	30	32.48
*Multiple responses	*		*	

Results in Table 4 revealed that camels as a source of income and availability 41.24%, go through bush path 16.80%, its mine 19.59%, and easy to control and convenience 10.31%. For donkeys' source of income and availability 5.79%, go through bush path 27.47%, its mine 9.89%, easy to control and convenience 16.48% and take me where I can board a vehicle 32.48%. A major proportion 41.24 % of the respondents used camel as means of transport because it is a source of their income for them and it is available at all times. Some camel owners use it exclusively for transportation of goods and services as their major occupation therefore; camel to them is a major source of income. The owners of camel serve other members of their community and outsiders conveying their goods and services to different destinations. The use of camel for transport is very high especially during the dry season after harvesting of crops. This is because the crops stalk usually used for construction of thatched fence around their surroundings got decay during the rainy season and are replaced almost every year.

For the case of donkeys, a high proportion 32.97 % of donkeys takes their owners to places where they could get a vehicle. This is because of non-existence of motor able roads in some interior villages. Donkeys are availability at all times which make the use of donkeys very common in Sokoto State. Apart from that the state shares an international boundary with Niger Republic and some desert features like large area of sand especially during the dry season is very common in the area therefore, making movement of either motorcycle or vehicle almost impossible in some areas where there are no good roads. Considering this situation, transportation by beast of burden is the best option for people living around such areas.

Table 5: Distribution of Respondents Based on Problems Encountered by the Animal Transporters

Problems	Camel		Donkey	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
Diseases infections	44	58.67	28	37.33
Inadequate feeds	19	25.33	7	9.33
Inadequate drinking water	18	24.0	2	2.67
Lack of shelter	14	18.67	8	10.67
Reluctance to move	-	-	38	50.67
*Multiple responses	*		*	

Results in Table 5 showed that for camels' disease infections 58.67%, inadequate feeds 25.33%, inadequate drinking water during dry season 24% and lack of shelter 18.67%. For donkeys; disease infections 37.33%, inadequate feeds 9.33%, inadequate water during dry season 2.67%, lack of shelter 10.67 and reluctance to move 50.67%. Majority 58.67 % of camel transporters had disease infections as one of their major problems. One of the commonest problems with rearing of animals is disease infections. In Nigeria, majority of the animals are reared in the rural areas that are very difficult to be accessed by veterinary doctors, some of the animal transporters do not know where to take their animals when the animal is sick. Those who know where to go for treatment of their livestock may not have money to pay for the treatment.

For donkeys, 50.67 % of the respondents the beast of burden were reluctance to move. The inability of the donkey to move is associated with many factors such as improper handling of the animal, the animal may want to be eating while moving. For no reason the donkey will refuse to move. Little skills are required in handling the donkey especially when it is carrying load. The handler of the animal is expected to be controlling the load carried by the animal and the same time be directing the animal on where to go, when to stop and vice versa. If the handler is an experience person in using the animal,

he would handle it well and go to bush path of long distances without much problems. In contrast, if the handler is inexperienced, poor handling result to the animal refusing to move. There are some instances when the animal might be on the move but wish to be grazing. In this case, a net is use in covering the mouth of the animal to prevent frequent stopping to eat grasses. In rare cases the animal is either handled properly or its mouth covered but refused moving. Furthermore, in an event of refusal to without any problem noticed by the handler a cane is use in beating the animal to enable it move.

4 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The findings of the study revealed that four distinct (breeds) types of camels were identified based on coat colour with red (*Ja*) colour having majority and seven (breeds) types of donkeys were identified with cream (*Ehokusu*) having majority. On the types of loads carried; camels were used in conveying farm produce from farm to the house, while donkeys were used in fetching water for domestic use, on the preference of motor to animal transport, camel owners prefer it because it is a source of income. On the contrast, donkey owners prefer it to motor transport for it can go through bush path where there is no proper road. It is recommended that veterinary doctors should visit the interior villages periodically to treat the sick animals that cannot be taken to veterinary clinic due to long distances and animal transporters should form associations so as to attract both government and non-governmental organizations attention especially in the provision of water veterinary clinics in the rural areas.

REFERENCES

- [1] Hassan, W.A. and Bode, T. (1990). Camels and Donkeys as pack and transport animals in Semi-Arid Northern Nigeria: Proceedings of the fourth workshop of the West African animal traction network, Kano, Kano State , Nigeria. 9th-13th July.
- [2] FDLPCS (1992). Federal Department of Livestock and Pest Control Services. *Nigeria Livestock Research* Vol. II.
- [3] Brain, H. (1988). *Transport and Development in Tropical Africa. A case study in Developing World*.
- [4] Priyanthi, F. (2007). Donkeys and Development: Scio-economic Issues in the use and Management. *International Forum for Rural Transport and Development*, 150 Southampton Row, London WC1B 5AL, UK pp 6-7
- [5] FOA, (1972). Manul on the Employment of Draught Animal in Agriculture. FOA, Rome.
- [6] NPC (2006). National Population Commission, Abuja. National Population and Housing Census.
- [7] Sokoto State Dairy, 2002
- [8] Williamson, M. and Payne, J.A. (1959). *An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics*. English Language Books Society. pp 45-78
- [9] Marshall, K., Ali, Z. and Tefera, B. (1997). Socio-economic Issues of Donkey use in Ethiopia: A Case Study of Changing Relationships. Proceedings of Workshop on Improving Donkey Utilization and Management, held on 5-9 May, Debre Zeit, Ethiopia, pp 23-39
- [10] Njenga, L, (1993). The use of Donkeys as a means of Transport for Rural Household in Limuru, Kenya. Infrastructure and Works Branch, Employment and Development Department, ILO, Geneva. pp 67-79.

Inventaire des bio-indicateurs floristiques de la qualité des sols de Gobala dans la région du Poro (Côte d'Ivoire)

[Floristic inventory of bioindicators to assess soil quality in Gobala (Poro region of Cote d'Ivoire)]

Olayossimi ADECHINA¹, Ahoua YAPI², Antoine Kouamé N'GUESSAN³, Alphonse Konan ALUI³, and Albert YAO-KOUAME¹

¹Département de pédologie et Minéralogie des sols, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Département des Sciences Biologiques, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Département des Sciences Biologiques, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: This work assessed some bioindicators of soil quality along toposequences in Gobala (Poro Region of Cote d'Ivoire). Plant communities have been assessed in four steps (i) use plant inventories to document abundance of plants according to index by assigning a numeric score from +, 1, 2, 3, 4 and 5 respectively corresponding to an average recovery of 0%, 5%, 17.5%, 37.5%, 62.5% and 85% (ii) identification of the plant species of scale (iii) distribution of different groups by significantly stands by multivariate analysis (iv) research indicator species based on behavioral indicators depending and nutrient availability. Lower slopes were characterized by 3 perennial grasses plants (*Aframomum albobolaceum*, *Andropogon africanus*, *Hyparrhenia subplumosa*) and 5 woody plants (*Hymenocardia heudelotii*, *Pseudocedrela kotschii*, *Pterocarpus santalinoides*, *Vernonia ambigua* and *Xylopia parviflora*). Lower slopes had highest S/T and lowest C/N values of selected soil quality indicators. At middle slopes, 3 perennial herbaceous plants: *Pericopsis laxiflora*, *Chromolaena odorata* and *Hyptis suaveolens*, were indicated highest C/N (8.8) values of selected poor soil quality. At the upper slopes, *Terminalia glaucescens* indicated sandy soils (77.4%) of selected poor soil quality. Five species: *Daniellia oliveri*, *Andropogon canaliculatus*, *Crossopteryx febrifuga*, *Hyparrhenia Rufa* and *Lippia multiflora*, were far from demanding, because they can be found on various types of pedons and in different ecosystems. Further studies should help to refine the various stages of this methodology, including research indicator taxa by IndVal index [1].

KEYWORDS: Floristic bio-indicators, soil quality, Gobala, Poro Region, Cote d'Ivoire

RESUME: Des bioindicateurs de la qualité des sols basés sur l'étude des peuplements végétaux ont été mis au point suivant une procédure en quatre étapes (i) l'inventaire des espèces végétales le long de toposéquences types ouvertes à Gobala, dans la région du Poro (Côte d'Ivoire), pour étudier l'abondance des plantes selon les indices +, 1, 2, 3, 4 et 5 correspondant respectivement à un recouvrement moyen de 0%, 5%, 17,5%, 37,5%, 62,5% et 85% (ii) l'identification des végétaux à l'échelle des espèces (iii) la distribution des peuplements en groupes significativement différents par analyse multivariée (iv) la recherche de taxons indicateurs (espèces) par leur comportement en fonction de la disponibilité des nutriments: c'est la Bio-indication floristique. Les résultats montrent qu'au bas de versant, 3 herbacées pérennes (*Aframomum albobolaceum*, *Andropogon africanus*, *Hyparrhenia subplumosa*) et 5 ligneuses (*Hymenocardia heudelotii*, *Pseudocedrela kotschii*, *Pterocarpus santalinoides*, *Vernonia ambigua* et *Xylopia parviflora*), sensibles au rapport S/T, sont indicatrices de sol de

bonne qualité. Au mi-versant, 3 herbacées pérennes : *Pericopsis laxiflora*, *Chromolaena odorata* et *Hyptis suaveolens*, sensibles à une élévation du rapport C/N (8,8) sont indicatrices de sols de mauvaise qualité. Au haut de versant, *Terminalia glaucescens* sensible aux sols sableux (77,4%), est indicatrice de sols de mauvaise qualité. Cinq espèces peu exigeantes des conditions pédoclimatiques locales (*Daniellia oliveri*, *Andropogon canaliculatus*, *Crossopteryx febrifuga*, *Hyparrhenia rufa* et *Lippia multiflora*), ont été révélées. D'autres études doivent permettre d'affiner les diverses étapes de cette méthodologie, notamment la recherche de taxons indicateurs par l'indice Indval [1].

MOTS-CLEFS: Bio-indicateurs floristiques, qualité des sols, Gobala, Région du Poro, Nord Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Pour un meilleur rendement des cultures, il est nécessaire de s'assurer de la bonne qualité du sol [2]. Pour cela, l'on a très souvent recours aux analyses de sol telles que conseillées par l'UNESCO [3]. Cependant, le coût élevé des analyses de sol [4] rend aléatoire l'utilisation de ces méthodes par les agriculteurs. C'est pourquoi l'utilisation de la flore comme indicatrice de qualité des sols est faite depuis très longtemps par certains paysans [5], [6]. En Afrique, les bio-indicateurs de fertilité des sols sont bien connus, en milieu paysan [7], [8], [9], [10]. En effet, le développement de la flore, l'apparition ou la disparition d'une espèce végétale sont reconnus pour refléter l'évolution des conditions écologiques du milieu [4].

Ces constats ont favorisé l'intégration des connaissances indigènes dans la démarche scientifique pour une valorisation des connaissances traditionnelles [11]. Cette intégration a été réalisée par plusieurs auteurs. Au Mali, [12] a recensé une diversité d'indicateurs utilisés par les paysans : indicateurs de productivité (rendement), indicateurs physiques d'état des sols (couleur, la texture et la structure des sols) et indicateurs bio-écologiques (levée des plantes cultivées, état du développement des plantes, couleurs et taille des plants, plantes des champs). Au Niger, [13] ont montré qu'il existait une méthode traditionnelle de la gestion de la fertilité des sols. Au Burkina Faso, [14] ont concilié les connaissances indigènes avec l'approche scientifique pour comprendre l'évolution de la fertilité des sols. En Côte d'Ivoire, [15] a montré que les peuples du Nord différencient les sols en fonction de la couverture végétale. [16] quant à elle, a rapporté le caractère indicateur des plantes pour l'évaluation de la fertilité des sols.

Par conséquent, pour déterminer le niveau de fertilité des sols, il est donc nécessaire de diversifier les approches par la détermination conjointe des bio-indicateurs floristiques et des analyses de sol. Toutefois, très peu de travaux ont été consacrés à l'étude des bio-indicateurs floristiques de qualité des sols en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est donc d'inventorier les bio-indicateurs floristiques de la fertilité des sols et de les replacer par rapport aux connaissances scientifiques. Notre étude qui utilise les données quantitatives (abondance), met en évidence les relations pouvant exister entre le sol et la végétation dans la région du Poro (Côte d'Ivoire).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL TECHNIQUE

Le matériel technique qui a permis de faire l'inventaire floristique est constitué d'un mètre ruban gradué, d'un récepteur GPS (Global Positionning System) de type Garmin, d'un clinomètre, d'une carte topographique au 1/50000 et d'une boussole de type TOPOCHAIX. Le matériel d'observation du milieu et de description des profils de sol est constitué de machettes, de jalons, de piquets, de marteau de géologue, de couteau de pédologue, d'un mètre ruban de 50 m, d'un mètre de menuisier de 3m, d'un code Munsell, de guides et fiches de description des sols du glossaire de l'IRD (ex ORSTOM) et d'un appareil photo numérique.

2.1.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Les espèces végétales ont constitué le matériel biologique étudié.

2.1.3 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE

L'étude a été menée dans le village de Gobala, situé à 50 km au Sud de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire) (Fig. 1). Le choix de cette zone repose sur quatre critères, à savoir l'importance et la densité de la végétation, la longueur des versants, l'accessibilité du site et le faible degré d'anthropisation. Le département de Korhogo est caractérisée par un climat tropical de type soudano-guinéen à deux saisons (une saison sèche de novembre à avril, et une saison de pluie qui s'étend de mai à octobre). Elle connaît un maximum en août et en septembre. L'essentiel des précipitations se concentre sur la période de juillet à septembre avec des pluviométries moyennes annuelles de 1200 mm. La température moyenne annuelle est de 27° C [17]. Elle appartient à la zone phytogéographique sub-soudanienne avec une mosaïque de forêts et de savanes où l'on trouve des îlots de forêts denses sèches, des forêts claires, des forêts galeries, des savanes arborées, des savanes arbustives, et des savanes herbeuses [18]. Les formations géologiques de la zone sont constituées essentiellement de roches granitiques, de granodiorites, de schistes indifférenciés et des schistes sériciteux, dont dérivent plusieurs types de sols, à savoir : des Ferralsols, des Cambisols, des Fluvisols et des Luvisols [19].

2.2 MÉTHODES

2.2.1 COLLECTE DES DONNÉES TOPOGRAPHIQUES ET PÉDOLOGIQUES

Des toposéquences ont été implantées, et différents segments topographiques : haut versant (HV), mi versant (MV) et bas versant (BV) ont été considérés au niveau de chaque toposéquence, à l'effet de détecter d'éventuelles différences (propriétés physiques), selon les types de sol [20] [21]. Au total, 270 échantillons de sols ont été prélevés dans les horizons 0-60cm, représentant, selon [22], les profils racinaires moyennement profonds des cultures vivrières. La caractérisation des sols a été effectuée selon la méthode toposéquentielle décrite par [23].

2.2.2 ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS

Ces analyses réalisées selon les méthodes standards [24], ont concerné la granulométrie, le carbone (C), le pH, la teneur en azote (N), le phosphore (P) et la capacité d'échange cationique (CEC). Le carbone déterminé a été multiplié par 1,724 pour estimer la matière organique. L'échelle des mesures de la fertilité chimique du sol est basée sur [25] (Tableau 1).

Tableau 1. Taux de matière organique et de ses différents constituants (Euroconsult, 1989)

Taux de fertilité	MO (mg g ⁻¹)	C (mg g ⁻¹)	N (mg g ⁻¹)	C/N
Très bas	<10	<6	<0,5	<8
Bas	10-20	6-10,25	0,5-1,25	8-10
Moyen	20,1-40,2	10,26-20,5	1,26-2,25	11-15
Élevé	40,3-60	20,51-30,5	2,26-3	16-25
Très élevé	>60	>30,5	>3	>25

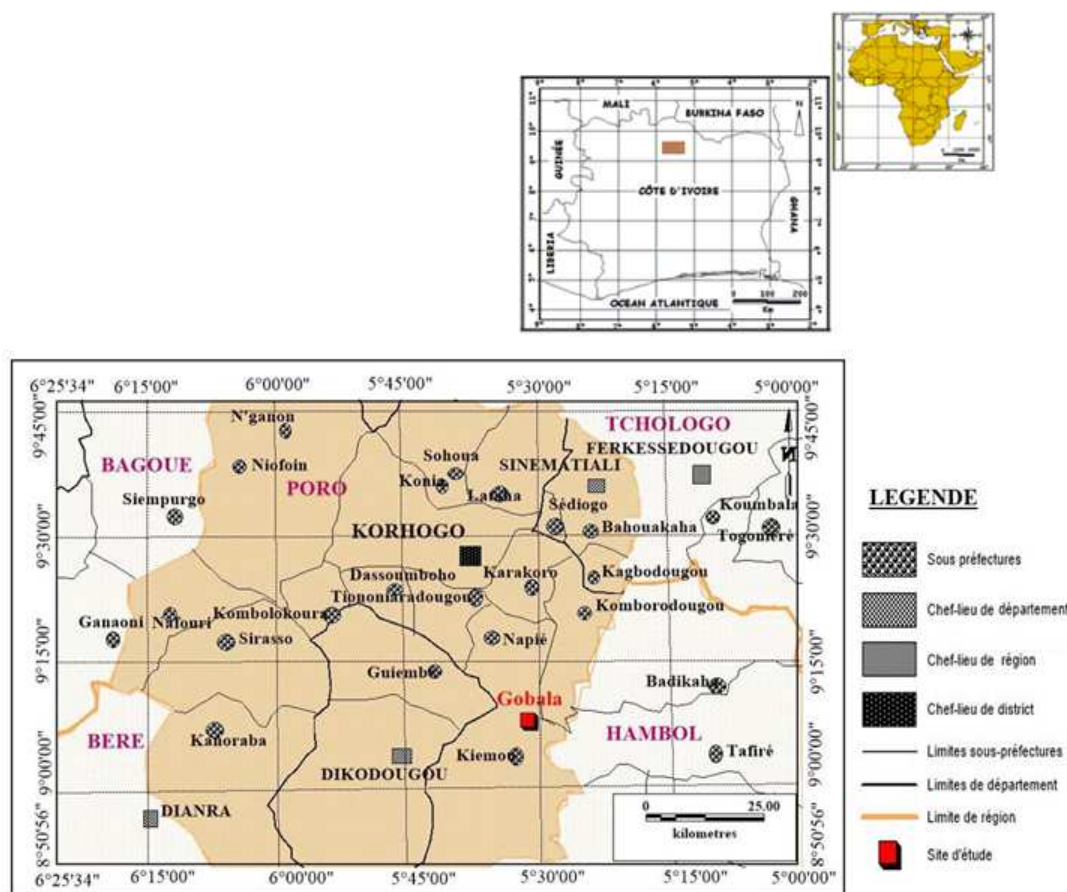


Fig. 1. Localisation du site d'étude dans le District de Korhogo

2.2.3 INVENTAIRE FLORISTIQUE

L'abondance-dominance caractérise à la fois le recouvrement (exprimé en pourcentage ou en dixièmes de la projection verticale sur le terrain) et la fréquence (rapport entre le nombre d'individus de cette espèce et le nombre total d'individus observés sur la surface) d'une espèce végétale dans le relevé ; elle est notée selon l'échelle suivante dite de Braun-Blanquet:

- + Simplement présent (recouvrement et abondance très faibles) ;
- 1 Peu abondante à abondante et recouvrement faible (<5%) ;
- 2 Abondant à très abondant, recouvrement entre 5 et 25 % ;
- 3 Recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque ;
- 4 Recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque ;
- 5 Recouvrement de 75 à 100 %, abondance quelconque.

Le recouvrement moyen (RM) de la végétation a été déterminé. Au total, 9 relevés ont ainsi été réalisés, pour l'ensemble des trois toposéquences. Pour mettre en corrélation la valeur indicatrice de certaines plantes avec l'abondance, nous sommes limités aux espèces abondantes dans au moins deux relevés. Sur la base de relevés floristiques, réalisés au niveau de chaque toposéquence, on a pris en considération 18 espèces les plus dominantes en nombre. Parallèlement, une analyse qualitative (physico-chimique) a été menée aussi. Tous les taxons abondants ont été identifiés sur le terrain et des échantillons ont été prélevés et photographiés pour leur identification au sein de l'Herbier du CNF (Centre National Floristique).

2.2.4 DONNÉES FLORISTIQUES

Les indices d'abondance ont permis de calculer pour chaque espèce son recouvrement moyen (RM) qui est le pourcentage d'occupation moyen de cette espèce dans un milieu donné où $RM_i = (R_i / \text{Nombre total de relevés}) \times 100$ avec R_i correspondant au recouvrement de cette espèce dans le milieu. L'indice de présence (P_i) est le recouvrement moyen de l'espèce i sur le recouvrement total des individus ($P_i = RM_i / \sum RM$). L'indice de Shannon-Weaver (H') indique la diversité ou la richesse spécifique du milieu ; il est donc déterminé par la relation suivante : $H' = - \sum P_i \times \log_2 P_i$ [26]. L'indice de régularité ou "Evenness indice" ou équitabilité de Pielou $R = H'/H'_{\max}$ où $H'_{\max}$ est la diversité maximale ($\log_2 S$) avec S qui est le nombre d'espèces [27]. La régularité a permis d'appréhender le désordre relatif de la population. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce. Elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Une régularité faible représente la grande importance de quelques espèces dominantes [26].

2.2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les données ont été traitées par Microsoft Office Excel 2007. Une ACP (analyse en composantes principales) a été effectuée pour la répartition spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques des sols. Une analyse canonique des correspondances (ACC) a été faite pour déterminer les relations entre l'abondance des végétaux identifiés et les propriétés du sol. Les différentes mesures effectuées ont fait l'objet d'une analyse de variance, suivie du test de Student - Newman - Keuls pour les mesures physico-chimiques. Pour toutes ces analyses statistiques, le logiciel XLSTAT 2015 a été utilisé.

3 RESULTATS

3.1 RÉSULTATS DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES SOLS

Le tableau 2 montre la distribution des teneurs de quelques variables physico-chimiques du sol. La fraction sableuse domine au niveau du haut de versant et du mi-versant : 77,4% et 77,9%, respectivement. Ces teneurs sont statistiquement plus élevées que celles de bas de versant (56,6%). Quant aux argiles et aux limons, le bas de versant a fourni des teneurs statistiquement plus élevées que celles des deux autres positions topographiques qui sont statistiquement identiques. Le long de la toposéquence, les valeurs obtenues au niveau du carbone (C) et du rapport C/N, sont statistiquement identiques (Tableau 2).

Le taux d'azote (N) le plus élevé a été obtenu en haut de versant (1,07) et bas de versant (1,06). Ces teneurs sont statistiquement identiques à celles obtenues en mi-versant (0,88). Les taux de MO, C, N et C/N obtenus sont inférieurs à ceux normalement requis pour les sols fertiles. La somme des bases échangeables et la capacité d'échange cationique sont caractérisées par de faibles valeurs. Les pH sont différents et fortement acides à très fortement acides. L'analyse en composantes principales permet de comprendre la typologie des sites d'étude.

Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques des sols

Paramètres	HV	MV	BV	Pr > F
Argile (%)	8,2 ^b	6,6 ^b	18,5 ^a	< 0,01**
Limons (%)	14,3 ^b	15,4 ^b	24,8 ^a	< 0,05*
Sables (%)	77,4 ^a	77,9 ^a	56,6 ^b	< 0,01**
C (mg g ⁻¹)	7,6 ^a	7,2 ^a	9,9 ^a	0,091 ^{ns}
N (mg g ⁻¹)	1,07 ^a	0,88 ^{ab}	1,06 ^a	< 0,05*
C/N	8,8 ^a	8,3 ^a	8,4 ^a	0,958 ^{ns}
MO (mg g ⁻¹)	13,1 ^a	12,4 ^a	17 ^a	0,091 ^{ns}
P-Olsen (mg kg ⁻¹)	8,6 ^a	7,1 ^a	8,4 ^a	0,5884 ^{ns}
CEC (cmol kg ⁻¹)	18,4 ^a	14,4 ^b	10,5 ^c	< 0,0001***
S/T	1,08 ^b	1,11 ^{ab}	1,14 ^a	< 0,05*
pH	5,2 ^b	5,1 ^b	6 ^a	< 0,01**
Taux de fertilité	Bas	Bas	Bas (Euroconsult, 1989)	

Légende : Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha < 0,05$, selon la méthode de Student - Newman - Keuls ; *** : très hautement significatif ; ** : hautement significatif ; * : significatif ; ns : non significatif ; C : Carbone ; N : Azote ; P : Phosphore assimilable ; S : Somme des bases échangeables ; T = CEC : Capacité d'échange cationique.

3.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)

3.2.1 QUALITÉ DES SOLS ET RELATIONS AVEC QUELQUES VARIABLES DU BIOTOPE

La qualité des sols et leurs relations avec quelques variables du biotope sont présentées au tableau 3. L'analyse a montré que le sable est hautement significativement négativement corrélé au limon ($r = -0,984$) et à l'argile ($r = -0,964$) ; ce qui signifie que lorsque le taux du sable est élevé cela entraîne une diminution des teneurs du sol en limon et argile. Quant aux limons, ils sont significativement positivement corrélé à l'argile ($r = 0,91$). Le tableau a aussi montré des corrélations significativement positives, d'une part, entre pH et argile ($r = 0,833$), pH et azote ($r = 0,979$), et d'autre part entre azote et argile ($r = 0,849$), azote et phosphore assimilable ($r = 0,823$). Ces corrélations positives entre les variables du sol, sont indicatrices d'actions synergiques dans les sols étudiés. A ce stade de notre analyse, ni le rapport C/N ni la CEC ne semblent influencer sur la qualité des sols.

Tableau 3 : Matrice de corrélation entre les variables mesurées

Variables	S	L	A	PH	N	C	C/N	P ass	CEC
L	-0,984	1							
A	-0,969	0,910	1						
PH	-0,768	0,693	0,833	1					
N	-0,800	0,735	0,849	0,979	1				
C	-0,286	0,246	0,326	0,755	0,686	1			
C/N	0,581	-0,543	-0,605	-0,459	-0,561	0,138	1		
P ass	-0,522	0,526	0,489	0,768	0,823	0,799	-0,251	1	
CEC	0,114	-0,048	-0,200	0,113	0,229	0,406	-0,005	0,703	1
S/T	-0,287	0,289	0,268	0,499	0,345	0,740	0,401	0,350	-0,114

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$. C : Carbone ; N : Azote ; P ass : Phosphore assimilable ; CEC : Capacité d'échange cationique.

3.2.2 CHOIX DES AXES FACTORIELS

D'après le critère de Kaiser, tout axe dont la valeur propre est supérieure à 1 doit être retenu pour l'analyse. Ainsi, nous avons choisi les axes F1 et F2. Idéalement, les deux premières valeurs propres correspondent à un pourcentage élevé de la variabilité, si bien que la représentation sur les deux premiers axes factoriels est de bonne qualité. Dans notre étude, les deux premiers axes factoriels préservent 79,59% de l'inertie totale, d'où la nécessité de l'utilisation des graphiques sur les facteurs F1/F2 (Tableau 4). Le cercle de corrélation (Fig. 2) permet de juger de l'inertie de chaque variable dans l'analyse. Les ordinations des espèces vis-à-vis de 10 variables ont mis en évidence deux groupes de variables à effets opposés sur la fertilité des sols.

Tableau 4 : Valeurs propres et pourcentage de variation exprimée par les facteurs de l'ACP

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	5,755	2,205	1,469	0,449	0,123
Variabilité (%)	57,546	22,048	14,687	4,486	1,234
% cumulé	57,546	79,594	94,280	98,766	100,000

3.2.3 SIGNIFICATION DES AXES RELATIFS À L'A.C.P.

Axe 1 horizontal: Valeur propre (5,755) et taux d'inertie (57,546) (Fig. 2)

Du côté positif de l'axe, les variables pH et N présentent les valeurs du cosinus carré les plus élevées (0,92 et 0,948, respectivement). Elles semblent caractériser l'ensemble des segments topographiques. Les autres variables variant de 0,805 à 0,644. Il s'agit de : limon (L), argile (A) et phosphore assimilable (P ass). Il s'agit de variables relatives au sol fertile. Du côté négatif de l'axe, seul le sable correspond aux facteurs pour lequel le cosinus carré est le plus grand (0,794). Cette variable est relative au sol de fertilité faible (faible minéralisation de la matière organique) : sable élevé.

Axe 2 vertical: Valeur propre (2,205) et taux d'inertie (22,048) (Fig. 2)

Du côté positif de l'axe, C et C/N sont les variables correspondant aux facteurs pour lequel le cosinus carré est le plus grand (0,524 et 0,408, respectivement). Ces variables sont relatives à la matière organique du sol et à sa vitesse de minéralisation.

Du côté négatif, aucune variable ne détache.

Il ressort de cette analyse que les variables pH, N, L, A, P ass, S, C et C/N sont celles qui affectent la distribution des végétaux le long de la toposéquence. Elles ont donc été retenues pour y subir l'analyse Canonique des Correspondances.

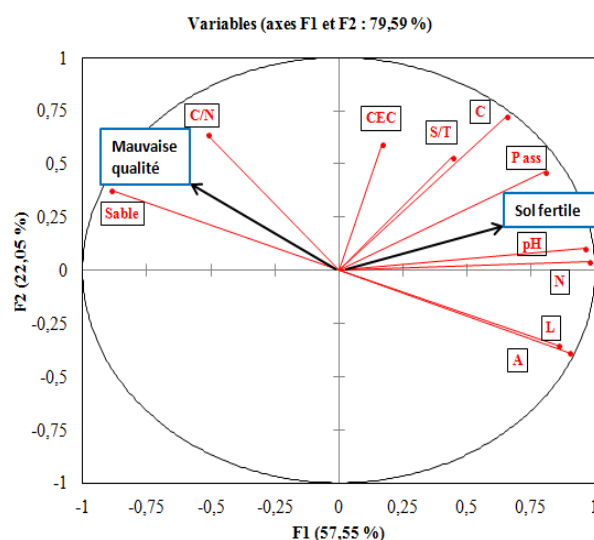


Fig. 2. Cercle de corrélation de 10 variables du sol dans les plans F1 x F2 de l'ACP

C : Carbone ; N : Azote ; P ass: Phosphore assimilable ; L = Limon ; A = Argile S : Somme des bases échangeables ; T = CEC : Capacité d'échange cationique.

3.3 ABONDANCE ET DIVERSITÉ FLORISTIQUES

3.3.1 ABONDANCE DES PLANTES

18 espèces (tableau 5) ont été retenues selon les classes d'abondance sur un total de 105 espèces pour y subir l'analyse Canonique des Correspondances. La fig. 3A présente l'abondance moyenne des plantes par position topographique. Nous observons une influence de la topographie sur l'abondance des plantes. Le bas de versant est caractérisé par une plus forte abondance des plantes ; l'abondance des plantes étant la plus faible dans le sol de haut de versant et de mi-versant. Des différences hautement significatives existent entre les abondances des plantes ($F = 25,333$; $Pr < 0,001$). Toutefois, cette variabilité topographique n'affecte pas les différences inter-topographie. *Hyptis suaveolens* (*Hysua*) était l'espèce la plus abondante le long des toposéquences.

3.3.2 INDICES DE DIVERSITÉ : DIVERSITÉ DE SHANNON-WEAVER H' ET ÉQUITABILITÉ DE PIÉLOU E

La fig. 3B présente l'indice de diversité de Shannon-Weaver moyen des plantes par position topographique. Les plantes des bas de versant ont présenté les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver statistiquement plus élevées ($H' = 3,71$) que celles des hauts et mi-versants qui sont statistiquement identiques ($H' = 2,11$ et $2,55$), respectivement ($F = 26,174$; $Pr < 0,001$). Les valeurs de H' obtenues au niveau des HV et MV indiquent que plus les milieux sont dégradés, moins ils sont diversifiés. Des perturbations marquées par les activités ont été observées sur le terrain. En ce qui concerne l'équitabilité E, pour les trois positions topographiques : BV (0,98), MV (0,95) et HV (0,91), il n'y a pas de différences significatives entre les indices E ($F = 0,277$; $Pr < 0,767$). La diversité associée à l'équitabilité montre une tendance de distribution des plantes équilibrée au niveau des BV.

3.4 BIOINDICATION PAR LES PLANTES

Les résultats de l'analyse canonique des correspondances (ACC) sont représentés à la fig. 4. Nous pouvons voir sur ce graphique que les abondances élevées des espèces : *Aframomum albobolaceum* (Afralbo), *Hymenocardia heudelotii* (Hymheu), *Andropogon africanus* (Anafri), *Pseudocedrela kotschii* (Pseukot), *Pterocarpus santalinoides* (Ptersan), *Hyparrhenia subplumosa* (Hypsub), *Vernonia ambigua* (Verambi), et *Xylopia parviflora* (Xyparv) sont associées à une valeur de pH, du rapport S/T, un taux d'argile, d'azote, et de carbone (matière organique) élevés, une faible teneur en sable et un rapport C/N bas. Les espèces *Chromolaena odorata* (Chrodo), *Pericopsis laxiflora* (Perlax) et *Hyptis suaveolens* (Hysua) semblent plus sensibles au rapport C/N et plus encore à une diminution du pH ou du rapport S/T. L'espèce *Terminalia glaucescens* (Terglau) semble préférer un taux de sable élevé, et plus encore une humidité plus faible.

Tableau 5. Répartition des espèces végétales selon l'abondance le long des toposéquences

HV				
Très abondant	<i>Hysua</i>	<i>Hyptis suaveolens</i> *	Verbenaceae	62,5%
Abondant	<i>Perlax</i>	<i>Pericopsis laxiflora</i> **	Fabaceae	37,5%
	<i>Terglau</i>	<i>Terminalia glaucescens</i>	Combretaceae	24,2%
	<i>Danoli</i>	<i>Daniellia oliveri</i> **	Fabaceae	11,7%
	<i>Chrodo</i>	<i>Chromolaena odorata</i> *	Asteraceae	30,8%
MV				
Abondant	<i>Hysua</i>	<i>Hyptis suaveolens</i> *	Verbenaceae	37,5%
	<i>Ancana</i>	<i>Andropogon canaliculatus</i> *	Poaceae	24,2%
	<i>Terglau</i>	<i>Terminalia glaucescens</i> **	Combretaceae	24,2%
	<i>Limulti</i>	<i>Lippia multiflora</i> *	Verbenaceae	17,5%
	<i>Crosfeb</i>	<i>Crossopteryx febrifuga</i> **	Rubiaceae	11,2%
	<i>Hypruf</i>	<i>Hyparrhenia rufa</i> *	Poaceae	11,2%
BV				
Abondant	<i>Hysua</i>	<i>Hyptis suaveolens</i> *	Verbenaceae	24,2%
	<i>Perlax</i>	<i>Pericopsis laxiflora</i>	Fabaceae	17,5%
	<i>Ancana</i>	<i>Andropogon canaliculatus</i> *	Poaceae	24,2%
	<i>Limulti</i>	<i>Lippia multiflora</i> *	Verbenaceae	24,2%
	<i>Pseukot</i>	<i>Pseudocedrela kotschii</i> **	Meliaceae	24,2%
	<i>Hypsub</i>	<i>Hyparrhenia subplumosa</i> *	Poaceae	11,2%
	<i>Chrodo</i>	<i>Chromolaena odorata</i> *	Asteraceae	17,5%
	<i>Anafri</i>	<i>Andropogon africanus</i> *	Poaceae	11,2%
	<i>Verambi</i>	<i>Vernonia ambigua</i> **	Asteraceae	11,2%
	<i>Afralbo</i>	<i>Aframomum albobolaceum</i> *	Zingiberaceae	11,2%
	<i>Hymheu</i>	<i>Hymenocardia heudelotii</i> **	Euphorbiaceae	24,2%
	<i>Mofagi</i>	<i>Moghania faginea</i> **	Fabaceae	24,2%
	<i>Ptersan</i>	<i>Pterocarpus santalinoides</i> **	Fabaceae	24,2%
	<i>Xyparv</i>	<i>Xylopia parviflora</i> **	Annonaceae	24,2%

* : herbacées pérennes ; ** : espèces ligneuses

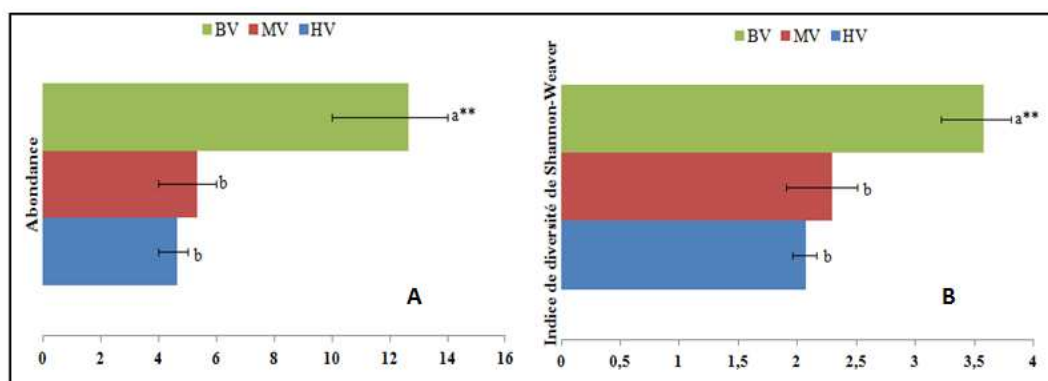


Figure 3. Abondance moyenne des plantes (A) et indice de diversité de Shannon-Weaver moyen (B) des plantes de classes de présence (2 et 3 et 4) par position topographique (n = 3 position topographique)

Légende : Les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha < 0,05$, selon la méthode de Student - Newman - Keuls ; ** : hautement significatif ;

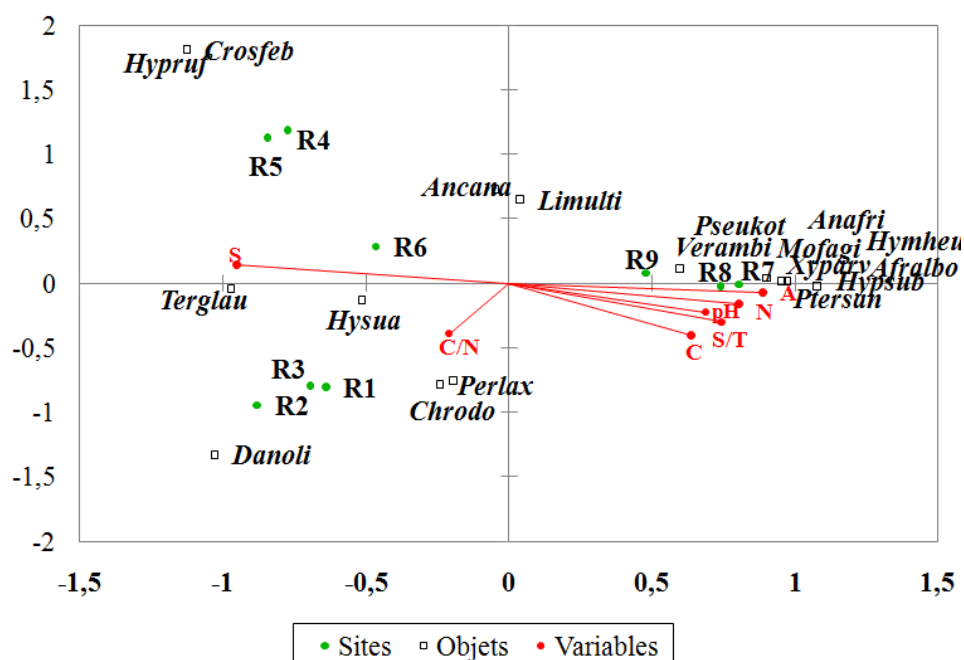


Figure 4 : Répartition des végétaux dominants identifiés et des variables de la qualité des sols dans le plan des axes 1 et 2 de l'ACC.

Aframomum albioviolaceum (Afrialbo) *Hymenocardia heudelotii* (Hymheu), *Andropogon africanus* (Anafri), *Pseudocedrela kotschii* (Pseukot), *Pterocarpus santalinoides* (Ptersan), *Hyparrhenia subplumosa* (Hypsub), *Vernonia ambigua* (Verambi), et *Xylopia parviflora* (Xyparv), *Chromolaena odorata* (Chrodo), *Pericopsis laxiflora* (Perlax) et *Hyptis suaveolens* (Hysua) et *Terminalia glaucescens* (Terqlau).

4 DISCUSSION

Malgré le faible nombre d'échantillons analysés dans le cadre de cette étude, un indice de diversité de 2,11 à 3,71 a pu être obtenu sur le site de Gobala. Cette valeur est semblable à celles des études de diversité des plantes en milieu savanique de Côte d'Ivoire (2,48 à 3,85) obtenus par [28]. Ces valeurs témoignent d'une flore moyennement diversifiée. Les hauts de versant et les mi-versants sont les plus affectées par les feux et les cultures. Ce qui se traduit par leurs indices de diversité plus faibles (2,11 et 2,55 respectivement).

Dans les forêts galeries par contre (bas de versant), le nombre élevé d'espèces est lié à l'absence de feux [28]. La présence d'eau durant une partie de l'année favorise l'implantation d'espèces typiques telles que les plantes hygrophiles ; ce

qui améliore la diversité floristique. L'absence de différence significative au niveau du coefficient d'équitabilité de Piélou indique une répartition homogène de la flore dans les différentes positions topographiques. Cette situation serait due, en partie, à la prépondérance d'espèces «généralistes», communes à tous les groupes floristiques. Toutefois, l'équitabilité semble plus prononcée dans les groupements de bas de versant. Les deux positions topographiques avaient un faible niveau de fertilité.

Ces sols ont des taux de sables élevés, entre 56 et 79 %. La facilité de labour et de sarclage de ces sols, soulignée par [10], est à mettre en relation avec l'abondance des sables. Ces taux élevés de sables pourraient également s'expliquer par l'altération poussée de la roche-mère qui entraîne la libération des grains de sable, rejoignant en cela les résultats des travaux de [29] dans la même zone agro-écologique. Ce sont des sols pauvres en bases échangeables et caractérisés par une capacité d'échange cationique excessivement faible. Les sols ont des pH très fortement acides (pH 4,8) à fortement acides (pH 5 à pH 5,4). Les corrélations positives traduisent une influence du pH sur les propriétés physico-chimiques du sol [30]. L'analyse analytique a révélé le potentiel productif du sol. En effet, l'axe F1 a mis en évidence d'une part, les variables relatives au sol de fertilité moindre (côté négatif), caractérisées par la richesse des sols en sable, et d'autre part, les sols de fertilité meilleure (côté positif). Ce côté positif se caractérise par une richesse en nutriments, notamment, l'azote et le phosphore. La présence de l'argile pourrait être utile à la formation du complexe argilo-humique.

L'axe 2 de l'A.C.P a mis en exergue le potentiel de minéralisation de la matière organique du sol de Gobala, représenté par C et C/N. Le rapport carbone/azote du sol indique le moins bon fonctionnement du sol. La valeur proche de 8, met ainsi en évidence une minéralisation importante au niveau du sol.

L'analyse canonique des correspondances corrobore les résultats analytiques. Elle a révélé quatre groupes d'espèces. Dans le premier groupe, nous avons regroupé les plantes de bas de versant (R7, R8 et R9) (Fig. 4). Les bas de versant sont des milieux où l'humidité du sol est la plus élevée au sein de ces paysages. Ce sont également des milieux d'accumulation de sédiments organiques d'origines variées, qui contribuent à rehausser les teneurs en carbone [31]. Les plantes y sont sensibles lorsque les valeurs du pH et celles du rapport S/T s'élèvent, alors qu'elles sont moins sensibles au rapport C/N (Fig. 4). Ces résultats rejoignent ceux de [32] qui attribue ces caractéristiques aux sols de bonne qualité. Il s'agit de 8 espèces indicatrices, à savoir: *Aframomum obviolaceum*, *Hymenocardia heudelotii*, *Andropogon africanus*, *Pseudocedrela kotschii*, *Pterocarpus santalinoides*, *Hyparrhenia subplumosa*, *Vernonia ambigua* et *Xylopia parviflora*. Elles sont sensibles aux teneurs en argile, azote (N), au pH, et peuvent être considérées comme bio-indicatrices en ces nutriments, dans les conditions pédoclimatiques locales.

Le deuxième groupe est formé par trois espèces de mi-versant, sensibles au rapport C/N. Selon [32], lorsqu'un sol possède un C/N élevé et un pH bas, il est qualifié de sol pauvre. L'ACC montre que certaines espèces sont aptes à apparaître lorsque le milieu s'appauvrit en nutriments, particulièrement quand le pH est bas. Les espèces indicatrices de telles espèces sont sensibles à l'augmentation du rapport C/N. Ce sont : *Pericopsis laxiflora*, *Chromolaena odorata* et *Hyptis suaveolens*. Les sols de mi-versant bien drainés et acides induisent l'expansion de *H. suaveolens* et *C. odorata*. Les résultats d'autres travaux sur *H. suaveolens* et *C. odorata* avaient indiqué des caractéristiques similaires [33], [34]. Toutefois, nos résultats ne corroborent pas ceux de [8] qui ont indiqué que *H. suaveolens* est une plante indicatrice de la fertilité de sol. Ces résultats viennent étayer le faible taux de fertilité de mi-versant mis en exergue par les résultats analytiques.

Le troisième groupe est constitué par une espèce de haut de versant : *Terminalia glaucescens*. Sa sensibilité à la teneur du sol en sable est marquée. La présence de cette plante est indicatrice de l'abondance de sable, d'où sa classification parmi les espèces végétales indicatrices de sols de mauvaise qualité nutritionnelle. Ces résultats rejoignent ceux de [35] qui a rapporté que *T. glaucescens* est indicatrice de sols argilo-sableux.

Un quatrième groupe est composé par les espèces paraissant insensibles à l'ensemble des éléments nutritifs du milieu. Ce sont : *Daniellia oliveri*, *Andropogon canaliculatus*, *Crossopteryx febrifuga*, *Hyparrhenia rufa* et *Lippia multiflora*. Ces espèces sont qualifiées de très peu exigeantes des conditions du milieu. Nos résultats sont conformes à ceux sur la domestication de *L. multiflora* en milieu savanique de Côte d'Ivoire, réalisés par [36] qui ont rapporté que cette plante s'accommode bien de tous les types de sols.

5 CONCLUSION

L'indice de diversité de Shannon-Weaver est variable et décroît du bas de versant au haut de versant, de 3,71 à 2,1. L'évolution de la végétation est donc nette dans le site d'étude : le bas de versant (galerie forestière) est plus diversifié que les positions sur des segments topographiques plus élevés. Les forêts galeries ont une diversité plus élevée tandis que les deux autres positions topographiques sont perturbées par les feux de brousse saisonniers et les activités agricoles ; ce qui dégrade les conditions favorables à l'installation de certaines espèces végétales. La présente étude a permis d'avoir une

bonne connaissance des sols du terroir savanicole du Nord de la Côte d'Ivoire, et ce, à partir de leur couverture végétale. Elle permet d'avoir des informations sur la fertilité et la qualité des sols. En dépit de quelques variations mineures relativement à la fertilité des sols de bas de versant, les observations faites sur le terrain sont conformes aux résultats analytiques. Ces éléments d'information peuvent être valorisés dans le cadre de la gestion durable, à moindre coût, de la fertilité des sols en intégrant les végétations dans les phases de diagnostic et en évaluant la pertinence de l'un de ces indicateurs à travers des mesures au champ.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr. DIARRASSOUBA Nafan, Doyen de l'UFR des Sciences Biologiques de l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, pour nous avoir permis de travailler sur le site de Gobala.

REFERENCES

- [1] M. DUFRÊNE, and P. LÉGENBRE, Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach *Ecological Monographs*, vol. 67, no. 3, pp. 345-366, 1997.
- [2] Zebarth Bernie, 2015. Un sol sain pour un rendement élevé. Agriculture et agro-alimentaire. Canada. 1-866-345-7972.
- [3] Okaledo J., Gathua K. and Woomer P., Laboratory methods of soil and plant analysis: A working manual. KARI-SSSEA, TSBF, UNESCO-ROSTA, Nairobi, Kenya, 88 p, 1993.
- [4] M. M'BIANDOUN, H. GUIBERT, et J.P. Olina, " Caractérisation de la fertilité du sol en fonction des mauvaises herbes présentes," *Tropicultura*, vol. 24, no 4, pp. 247 – 252, 2003.
- [5] Okland R. H., Vegetation ecology : theory, methods and application with reference to Fennoscandia. *Sommerfeltia Suppl.*, pp. 1-233, 1990.
- [6] Meddour R., La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-blanketo tuxenienne. Université de Tizi Ouzou, Algérie, 40 p, 2011.
- [7] Kossoumna, M.N., Perception paysanne de la gestion de la fertilité des sols chez les peuples Massa au Nord Cameroun. Acte du JS/RAUF, Hanoi, 6-7 novembre 2003, 5p., URL : http://www.infotheque.info/fichiers/JSIR-AUF-Hanoi07/articles/AJSIR_4-3_Koussoumna.pdf
- [8] M. M'BIANDOUN, et J-P.O. BASSALA, Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun. *Cahier Agricultures*, vol. 16, n° 3, pp. 185-197, 2007.
- [9] Kissou, R., Gnankambary, Z., Nacro, H. B., Thiombiano, L., Sourabié, I. N., Zombré, N. P. et Sédogo, M. P., Corrélation, dénomination et perception endogène de la fertilité des sols dans la zone centre-nord du Burkina Faso. *Science et Technique, série Sciences Naturelles et Agronomie*, volume 32, n° 1 et 2, 2010-2012, pp. 33-45, 2012.
- [10] Kissou R. , Traoré E. , Gnankambary Z. , Nacro H.B. & Sédogo M.P., « Connaissance endogène de la classification et de la fertilité des sols en zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*. 14 (1), 2014. consulté le 11 septembre 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/14616>; DOI : 10.4000/vertigo.14616.
- [11] Koné I., Thèse. Docteur de l'Université de Cocody. Spécialité : pédologie. La couleur comme indicateur de la fertilité des sols, 2 p, 2007.
- [12] Blanchard M., Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-Sud : savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture-élevage. Océan, Atmosphère, 2010. Université Paris-Est, French. <NNT : 2010PEST1047>. <tel-00582335> [consulté en novembre 2015].
- [13] H. Osbahr, and C. Allan, Indigenous knowledge of soil fertility management in southwest Niger. *Geoderma*, Vol. 111, N°3-4, pp.457-479, 2003.
- [14] L. Gray, and P. Morant, Reconciling indigenous knowledge with scientific assessment of soil fertility changes in southwestern Burkina Faso. *Geoderma*. Vol.111, N°3-4, pp.425-437, 2003.
- [15] Coulibaly S., Le paysan sénégalais. NEA. Abidjan, Dakar, 245 p, 1978.
- [16] Birmingham, D.M., Local knowledge of soils : the case of contrast in Côte d'Ivoire. *Geoderma*, pp. 481-502, 2003. DOI : 10.1016/S0016-7061(02)00278-1.
- [17] Kassé K. B., Kadjo B., Yaokokoré-Béibro K. H. et K. Foua-Bi., Inventaire, distribution et mesure de conservation des grands mammifères de la forêt classée de Badénou (Nord de la Côte d'Ivoire) *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, pp. 173 – 188, 2006.
- [18] Brou, Y. T. Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités Scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches. Université des Sciences et Technologies de Lille, 212 p, 2005.

- [19] B. KONE, S. DIATTA, S. OIKEH, Y. GBALOU, M. CAMARA, D. D. DOHM, et A. ASSA, Estimation de la fertilité potentielle des ferrallsols par la couleur : usage de la couleur en morphopédologie. *C.J.Soil Sci.* Vol. 89, no 3, pp. 331-342, 2009b.
- [20] O. F. AKOTTO, K. A. ALUI, D. F. MALAN, K. J. KOUAKOU, A. YAO-KOUMAME, and K. KAGOYIRE, Soil landscape and stand conditions in *Cola attiensis* in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biosciences*, Vlo. 4, no 5, pp. 102-113, 2014a. doi.org/10.12692/ijb/4.5.102-11.
- [21] O. F. AKOTTO, K. A. ALUI, A. J. Bongoua-Devisme, K. Kagoyiré, et A. Yao-Kouamé, Facteurs physico-chimiques affectant la distribution et la domestication de *Cola attiensis* en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (3): 3478-3492, 2014c.
- [22] Chopart, J. L., Développement racinaire de quelques espèces annuelles cultivées en Afrique de l'Ouest et résistance à la sécheresse en zone intertropicale, CILF, eds. Pour une lutte intégrée contre la sécheresse. CILF éditions, Paris, France, pp. 45-154, 1985.
- [23] Yao-Kouamé A., Etude des sols brunifiés dérivés des matériaux volcano-sédimentaires de Toumodi en moyenne Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'état es Sciences naturelles, Université de Cocody/ UFR STRM, 210 p, 2008.
- [24] FAO, Méthodes d'analyse physique et chimique des sols et des eaux, *Bulletin pédologique de FAO* N° 10 Rome, 280 p, 1984.
- [25] Euroconsult, Agricultural compendium for rural development in the tropics and subtropics. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 740 p, 1989.
- [26] Dajoz R., Précis d'écologie. Paris, Dunod, 5^e éd., 505 p, 1985.
- [27] NGUEGUIM et al. Diversité floristique sous canopée en plantation forestière de MangombeEdea (Cameroun). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, Belgique, vol. 14, n. 1, pp. 167-176, 2010.
- [28] S. COULIBALY, D. OUATTARA, T.T. EDORH, C. M. M. KOUDEGNAN, et K. KAMANZI, Diversité et configuration de la flore ligneuse autour d'un rucher en zone de transition forêt-savane de la cote d'ivoire. *European Scientific Journal*, vol. 9, no 6, 1857 – 7881, 2013.
- [29] Fauck, R., Contribution de l'étude des sols des régions tropicales : les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique occidentale. Thèse 1971, Mémoire ORSTOM, pp. 13-66, 1973.
- [30] Boyer, J., Les sols ferrallitiques. Tome X : Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Paris, ORSTOM, (*initiation-document technique*, 384 p, 1982.
- [31] Kissou, R., Dynamique de quelques paramètres de fertilité des sols selon la géomorphologie dans les agro-paysages de la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. (DEA SATES), Université de Ouagadougou, 45 p, 2010.
- [32] Gégout J-C., Étude des relations entre les ressources minérales du sol et la végétation forestière dans les Vosges. Thèse de Doctorat (Spécialité: Biologie forestière), de Nancy I, 351 p, 1995.
- [33] B.A. ABOH, M. HOUINATO, M. OUMOROU, et B. SINSIN, Capacités envahissantes de deux espèces exotiques, *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae), en relation avec l'exploitation des terres de la région de Bétécoucou (Bénin). *Belg. Journ. Bot.*, vol. 141, no 2, pp. 113-128, 2008.
- [34] E. F. EDOUKOU, A. W. KONE, et J. E. TONDOH, Les jachères à base de *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et de légumineuses ont-elles les mêmes potentialités agronomiques? *étude et Gestion des Sols*, vol. 20, no 2, pp. 95-106, 2013.
- [35] César J., Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale. *Fourrages*, pp. 423-442, 1991.
- [36] Yao-Kouamé A. et Allou K., Propriétés du sol et domestication de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, vol. 20, no 1, pp. 97 – 107, 2008.

Efficacité biologique du Curater 10 g (10% carbofuran) sur les nématodes parasites du niébé en plein champ à Foubot (Cameroun)

[On-farm testing of the biological effectiveness of Curater 10 G (10% carbofuran) on parasitic nematodes associated with cowpea in Foubot (Cameroon)]

Adamou HAOUGUI¹, Pierre SAKWE², and Facourou SINABA³

¹Institut National de la Recherche Agronomique, Niger

²Université de Dschang, Cameroun

³IPR, Katibougou, Mali

Copyright © 2016 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: A study was conducted to test the effectiveness of Curater 10 G (10% Carbofuran) on the parasitic nematodes associated with 5 cowpea varieties. Each variety was planted into two adjacent plots, one of which was treated with 400g a.i/ha of Curater 10 G and the other left untreated.

Nematodes population densities in the field were assessed prior to nematicide application and planting, at mid-season and at crop maturity. At maturity, plants were harvested from both treated and untreated plots and the yields recorded. Yield loss and the percentage yield reduction were calculated.

Initial population of the plant-parasitic nematodes was quite low. Although the population densities of these nematodes increased in the treated as well as untreated plots, the final population densities were higher in untreated than in treated plots.

The yield gains were significant in four of the five varieties (IT 227-2 K- 90 , KD 89 IT -391 , IT 88 DM-345 and the local Foubot). But in general, the yield increases on IITA varieties were not significantly different from that obtained on the local Foubot. For these varieties yield grains ranged from about 28 to 68%. This shows the sensitivity of these cowpea varieties to parasitic nematodes and the bioefficacy of carbofuran.

KEYWORDS: nematicide, Meloidogyne, Scutellonema, Helicotylenchus, Criconemella.

RÉSUMÉ: L'efficacité biologique du nématicide Curater 10 G (10% carbofuran) contre les nématodes parasites du niébé a été menée en plein champ sur 5 variétés de niébé. Pour chacune d'elles, deux parcelles appariées ont été retenues : une traitée au nématicide à la dose de 400g m.a/ha, l'autre non traitée servant de témoin.

Les densités des populations des nématodes ont été déterminées avant l'application du nématicide, à la mi-saison et à la maturité physiologique du niébé. Le rendement sur les parcelles traitées et non traitées a été mesuré ; la perte de rendement et le pourcentage de réduction du rendement ont été calculés.

Les populations initiales de toutes les quatre espèces de nématodes étaient très faibles. Bien que les densités de nématodes aient augmenté, aussi bien sur les parcelles traitées que sur les non traitées, les populations finales ont été plus élevées sur les dernières.

Les gains de rendements ont été significatifs sur quatre des cinq variétés (IT 90 K-227-2, IT 89 KD-391, IT 88 DM-345 et la locale de Foubot). Mais en général, les gains de rendement sur les variétés provenant de IITA n'ont pas été significativement différents de celui obtenu sur la locale de Foubot. Sur ces variétés les grains de rendement ont varié de

près de 28 à 68%. Ce qui montre la sensibilité de ces variétés de niébé aux nématodes parasites et l'efficacité du traitement au carbofuran.

MOTS-CLEFS: nématicide, Meloidogyne, Scutellonema, Helicotylenchus, Criconemella.

1 INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. aggreg.) est une légumineuse alimentaire originaire d'Afrique ou du Sud-ouest asiatique d'où il se serait répandue jusqu'en Chine et en Amérique. [1]. C'est une plante herbacée annuelle et autogame cultivée surtout sous pluie dans les zones tropicales dont la gamme pluviométrique oscille entre 250 à 1500 mm [2]. L'espèce est particulièrement adaptée aux zones semi-arides. Elle est cultivée principalement pour ses graines qui constituent une importante source de protéines : Au Cameroun, elles entrent entre autres dans la préparation du « Khoki » ou de beignets. Au Niger, elles sont aussi utilisées pour confectionner des beignets (« kossey » et « danwake ») ou mélangées au riz (obs. pers.). Les Ethiopiens et les soudanais en extraient de l'huile de cuisine. Les feuilles et les gousses tendres sont consommées sous forme de légumes verts dans plusieurs pays [3]. Au Niger les fanes, très riches en matières azotées digestibles (jusqu'à 69,8%) sont utilisées comme principales sources de protéines pour les animaux d'embouche pendant toute la saison.

Les pédoncules sont utilisés pour confectionner des cordes et d'autres objets utilitaires [2]. Le niébé, comme la plupart des légumineuses, a une grande capacité de fixation de l'azote atmosphérique, ce qui fait de lui un bon précédent cultural pour les céréales [4], [2].

Le niébé est cultivé sur environ 14,5 millions d'hectares à travers le monde avec plus de 84% de la production en Afrique subsaharienne. Le Nigeria à lui seul produit plus de 66% du niébé ouest africain [5]. Les rendements à l'échelle africaine sont relativement faibles. Il varie de 400 à 500 kg/ha [6].

Cette faiblesse des rendements est due en partie à plusieurs facteurs parmi lesquels : les insectes ravageurs, les maladies fongiques, bactériennes et virales ainsi que les adventices (*Striga* et *Alectra*) ([7], [8], [9]). A cela il faut ajouter la pauvreté extrême des sols en éléments fertilisants dans certaines régions comme le Sahel, les techniques culturales et le matériel végétal le plus souvent non amélioré (Germaine, com. pers.).

Parmi les principaux déprédateurs du niébé figurent aussi les phytonématodes [10]. Les nématodes parasites les plus importants appartiennent au groupe des nématodes galles du genre *Meloidogyne* qui peuvent constituer un facteur limitant à la production du niébé dans plusieurs zones. Des pertes de rendements de près de 60% causées par *Meloidogyne incognita* ont été rapportées par [11] au Nigeria. Mais malgré l'importance de ces nématodes parasites, très peu de nématicides existent sur le marché.

Il apparaît donc nécessaire dans le but d'élargir la gamme de nématicides, de tester l'efficacité biologique de CURATER 10 G dans les conditions de plein champ dans les conditions de l'Ouest du Cameroun.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE

L'essai a été implanté à Foumbot, Département du Noun, Province de l'Ouest du Cameroun dont les caractéristiques sont les suivantes : altitude 1000 m, température moyenne annuelle 21°C et pluviométrie moyenne annuelle 1800 mm. Le sol est d'origine volcanique. Le terrain a été choisi pour son infestation naturelle par les nématodes. Le précédent cultural était le maïs, cultivé en première campagne.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Quatre variétés de niébé provenant de l'Institut International pour l'Agriculture Tropicale (IITA) du Nigeria (IT90K_277_2, IT89KD_391, IT89KD_457 et IT88DM_345) et une variété locale de Foumbot ont été utilisées.

2.3 DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET ENTRETIEN DE L'ESSAI

L'essai a été conduit dans un dispositif en blocs complets randomisés avec 5 répétitions. Chaque parcelle élémentaire a été divisée en 2 sous-parcelles ou parcelles appariées, l'une traitée au Curater 10G (10% carbofuran) et l'autre non traitée.

Cette expérimentation a consisté à comparer les paramètres nématologiques et agronomiques de 2 sous-parcelles, chacune d'elles étant constituée de 4 lignes de long séparées de 0,9 m. Le Curater 10G a été appliqué sur les lignes de semis dans des raies profondes de 5 cm et large de 15 cm, à la dose de 400 g m.a/ha. Chaque raie d'une longueur de 7 m a reçu 2,5 g de Curater 10G avant d'être remblayée. Une semaine après le traitement, le niébé a été semé à 2 graines par poquet avec une distance de 0,25 m entre les poquets. Trois autres semaines après le semis, il a été démarré à un plant par poquet après le premier sarclage. Un désherbage manuel a été fait 3 semaines après le sarclage.

Une protection des plants qui visait à minimiser ou éliminer les pertes qui peuvent être causées par les insectes et/ou les maladies fongiques a été faite. Pour lutter contre les insectes ravageurs, les décis EC 25 (25 g de deltramethrine par litre) a été appliqué à la dose de 12,5 g m.a/ha. Les traitements ont été effectués toutes les deux semaines à partir de 45 jours après semis et se sont étendus jusqu'à la maturité des gousses ; en tout 3 traitements ont été effectués.

Pour lutter contre les maladies fongiques, le dithane M 45 (80% mancozèbe) a été appliqué à la même fréquence que l'insecticide et à la dose de 254 g m.a par hectare.

2.4 RÉCOLTE DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES

Avant le semis, la population initiale (p_i) de nématodes a été déterminée. Pour cela, dix sous-échantillons de sol ont été pris alternativement sur les 2 lignes centrales de chaque sous-parcelle selon la méthode de zig-zag [12].

Après le semis, cinq plants ont été choisis chaque fois sur chacune des deux lignes centrales en laissant les deux plantes de bordure et 3 poquets entre deux plantes repérées. Les échantillons ont été pris dans la rhizosphère à 5 à 10 cm du pied du niébé. Un deuxième échantillonnage a été fait à 55 jours après le semis. Cet échantillonnage a permis d'estimer la population à mi-saison du niébé (P_m). Enfin, une troisième prise d'échantillon a été réalisée 2 semaines avant la récolte pour déterminer la population finale de nématodes (P_f).

Les dix (10) sous-échantillons ont été mélangés pour constituer un échantillon par parcelle élémentaire. Le prélèvement s'est fait à une profondeur de 20-25 cm avec une tarière de 2,5 cm de diamètre.

Les cinq (5) premiers centimètres sont rejetés car ne contenant pas de nématodes. La prise de plusieurs sous échantillons se justifie par le fait que la répartition des nématodes ne soit pas uniforme [12].

Chaque échantillon a été mis dans un sachet plastique puis recouvert d'un papier journal après avoir été étiqueté et bien ficelé. Le papier protège l'échantillon des rayons solaires qui tueraient les nématodes. Une fois cette opération terminée, les échantillons ont été transportés dans un carton solide au laboratoire pour l'extraction des nématodes.

Les nématodes ont été extraits du sol par la méthode de la double centrifugation au sucrose de [13].

Le rendement du niébé été déterminé à partir des plants des deux lignes centrales. Toutes les gousses ont été récoltées, séchées pendant 10 jours au soleil puis décortiquées. Le poids des graines a ensuite été mesuré et exprimé en kilogramme par hectare.

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

Pour chaque variété le test t de Student a été utilisé pour la comparaison des densités de populations de nématodes des deux types de parcelles. Il en a été de même pour la comparaison des rendements moyens.

L'analyse de la variance et le test LSD ($\alpha=0,05$) ont été utilisés pour comparer les variétés entre elles pour les différences de rendement et les réductions du nombre de nématodes. Le logiciel utilisé à cet effet est Statitix 8.

3 RÉSULTATS

3.1 DENSITÉS DES NÉMATODES

Avant le semis, *Meloidogyne javanica* a été l'espèce la plus prédominante, la densité moyenne des populations de juvéniles de second stade (J2) étant de 25 J2/300 cm³ de sol (tableau 1). Elle est suivie de *Helicotylenchus dihystra* et *Criconebella sphaerocephala* avec respectivement 12 et 11 individus/300 cm³ de sol en moyenne (Tableau 2 et 3). La plus faible densité a été obtenue chez *Scutellonema cavenessi* dont le nombre moyen d'individus par 300 cm³ de sol n'était que de 3 (Tableau 4).

En mi-saison et en fin de saison, toutes les quatre espèces de nématodes ont connu une nette augmentation de densité par rapport à leurs densités initiales, aussi bien sur les parcelles traitées que sur les non traitées (Tableau1, 2, 3 et 4). Néanmoins, à la fin de la saison, les densités des populations de nématodes pris dans leur ensemble étaient significativement plus faibles dans les parcelles traitées au carbofuran que dans celles non traitées.

La différence des populations de nématodes entre les parcelles traitées et non traitées a été significative ($P \leq 0,05$) sur trois des cinq variétés de niébé (IT89KD-457, IT88DM-345 et la variété locale de Foubot) en fin de saison pour *M. javanica* (tableau 1). Chez *C. sphaerocephala* ces différences n'ont été significatives que sur la locale de Foubot (tableau III). Avec *H. dihystra* les différences ont été significatives ($P \leq 0,05$) sur quatre des cinq variétés (IT90K-277-2, IT89KD-391, IT89KD-457 et la variété locale de Foubot (tableau 3). Chez *S. cavenessi*, les différences enregistrées n'ont été significatives sur aucune des cinq variétés (tableau 4).

Tableau 1. Populations avant traitement (Pi), à la mi-saison (Pm) et la fin de la saison (Pf) de juvéniles de second stade (J2) de *Meloidogyne javanica* sur cinq variétés de niébé à Foubot.

Variétés de niébé	Traitements	Pi	Pm	Pf	PfN*-PfT**
IT90K-277-2	Traité	24	60	122	78 ns
	Non traité	18	96	200	
IT89KD-391	Traité	22	43	167	74 ns
	Non traité	22	54	241	
IT89KD-457	Traité	22	54	183	122 s
	Non traité	20	83	305	
IT88-DM-345	Traité	29	65	173	191 s
	Non traité	31	79	364	
Locale de Foubot	Traité	31	11	203	261 s
	Non traité	27	196	464	

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

* PfN = populations finales des parcelles non traitées

** PfT = populations finales des parcelles traitées

s = significative à $P = 0.05$

ns = non significative à $P \leq 0.05$

Tableau2. Population avant traitement (Pi), à la mi-saison (Pm) et la fin de la saison (Pf) de *Criconebella sphaeracephala* sur cinq variétés de niébé à Foubot

Variétés de niébé	Traitements	Pi	Pm	Pf	PfN*-PfT**
IT90K-277-2	Traité	11	63	69	39 ns
	Non traité	7	119	108	
IT89KD-391	Traité	8	59	82	15 ns
	Non traité	11	119	97	
IT89KD-457	Traité	13	53	89	7 ns
	Non traité	5	55	96	
IT88-DM-345	Traité	10	31	34	21 s
	Non traité	3	18	55	
Locale de Foubot	Traité	24	130	90	131 s
	Non traité	14	194	221	

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

* PfN = populations finales des parcelles non traitées

** PfT = populations finales des parcelles traitées

s = significative à $P = 0.05$

ns = non significative à $P \leq 0.05$

Tableau 3. Population avant traitement (Pi) à la mi-saison (Pm) et la fin de la saison (Pf) de *Helicotylenchus dihystra* sur cinq variétés de niébé à Foumbot

Variétés de niébé	Traitements	Pi	Pm	Pf	PfN*-PfT**
IT90K-277-2	Traité	13	314	290	134s
	Non traité	13	432	424	
IT89KD-391	Traité	16	321	420	160s
	Non traité	11	395	580	
IT89KD-457	Traité	8	227	241	196s
	Non traité	7	314	437	
IT88-DM-345	Traité	15	348	282	-18ns
	Non traité	3	298	264	
Locale de Foumbot	Traité	23	290	377	164s
	Non traité	8	563	541	

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

* PfN = populations finales des parcelles non traitées

** PfT = populations finales des parcelles traitées

s = significative à $P = 0.05$

ns = non significative à $P \leq 0.05$

Tableau 4. Populations avant traitement (Pi) à la mi-saison (Pm) et la fin de la saison (Pf) de *Scutellonema cavenessi* sur cinq variétés de niébé à Foumbot

Variétés de niébé	Traitements	Pi	Pm	Pf	PfN*-PfT**
IT90K-277-2	Traité	3	12	9	30 ns
	Non traité	5	28	39	
IT89KD-391	Traité	1	5	5	26 ns
	Non traité	3	4	31	
IT89KD-457	Traité	2	15	49	18 ns
	Non traité	1	7	67	
IT88-DM-345	Traité	8	21	11	2 ns
	Non traité	1	7	13	
Locale de Foumbot	Traité	8	21	11	30 ns
	Non traité	4	37	41	

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

* PfN = populations finales des parcelles non traitées

** PfT = populations finales des parcelles traitées

s = significative à $P \leq 0.05$

ns = non significative à $P \leq 0.05$

En considérant la somme des densités des populations de toutes les quatre espèces de nématodes, les différences entre les parcelles traitées et les non traitées ont été significatives ($P \leq 0.05$) pour chacune des cinq variétés de niébé (tableau 3). Les différences observées chez les quatre variétés de l'IITA (IT90K-277-2, IT89KD-39, IT89KD-457 et IT88DM-345) ne diffèrent pas significativement ($P \leq 0.05$; $P_{pds} = 281,9$) de celle obtenue sur la variété locale de Foumbot (Tableau 5).

Tableau 5. Population totales avant traitement (Pi), à la mi-saison (Pm) et la fin de la saison (Pf) de *Criconemella sphaerocephala*, *Helicotylenchus dihystra*, *Scutellonema cavenessi* et de juvéniles de second stade de *Medoidogyne javanica* sur cinq variétés de niébé à Foubot.

Variétés de niébé	Traitements	Pi	Pm	Pf	PfN*-PfT**
IT90K-277-2	Traité	51	449	424	413 s,a
	Non traité	43	675	838	
IT89KD-391	Traité	47	467	534	458 s,a
	Non traité	47	600	992	
IT89KD-457	Traité	50	376	390	524 s,a
	Non traité	34	467	914	
IT88-DM-345	Traité	56	446	363	470s,a
	Non traité	36	402	833	
Locale de Foubot	Traité	82	452	681	624 s,a
	Non traité	57	990	1305	

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

* PfN = populations finales des parcelles non traitées

** PfT = populations finales des parcelles traitées

s = significative à $P \leq 0.05$

ns = non significative à $P \leq 0.05$

a=les nombres suivis de la lettre « a » ne sont pas significativement différents entre eux

3.2 RENDEMENT DU NIÉBÉ

Sur les parcelles non traitées, les rendements ont varié de 465,4 kg/ha pour IT88DM-345 à 1065,5 kg/ha pour IT90K-277-2 (tableau 5).

Sur les parcelles traitées au carbofuran, les rendements ont varié de 781,6 ha pour IT88DM-345 à 1580,3 kg/ha pour IT90K-277-2 (tableau 6).

Les différences de rendement entre les parcelles traitées et les non traitées ont été significatives ($P \leq 0,05$) pour IT90K-277-2, IT89KD-391, IT88DM-345 et la variété locale de Foubot (Tableau 6). Par contre, chez IT 89KD-457, cette différence n'est pas significative bien que le nombre de nématodes ait été significativement réduit dans les parcelles traitées de cette même variété (tableau 3).

Tableau 6. Rendements et pertes de rendements causées par les nématodes sur cinq variétés de niébé à Foubot

Variétés de niébé	Rendement (kg/ha)		augmentation de rendement	
	Parcelles traitées	Parcelles non traitées	Traité-témoin	% augmentation
IT90K-277-2	1580,3	1065,5	514,8 s,a	48,3
IT89KD-391	782,5	612,2	170,3 s,a	27,8
IT89KD-457	1092,8	815,2	277,6 ns,a	34,1
IT88-DM-345	781,6	465,4	316,2 s,a	68,0
Locale de Foubot	1109,3	651,0	458,3 s,a	70,4

Les données sont les moyennes de 5 répétitions

s = significative ($P \leq 0.05$),

ns = non significative ($P \leq 0.05$)

a =les valeurs de la même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes. (Ppds = 305,31) à $P \leq 0,05$.

4 DISCUSSIONS

Quatre espèces de phytonématodes (*Meloidogyne javanica*, *Helicotylenchus dihystra*, *scutellonema cavenessi* et *Criconemella sphaerocephala*) ont été retrouvées dans la rhizosphère du niébé avec la prédominance du nématode à galles. *Meloidogyne javanica* a été présent sur toutes les parcelles de notre essai. Cela est conforté par les résultats obtenus par [14] lors d'une enquête faunistique réalisée au Nigeria où les nématodes à galles étaient rencontrés dans 100% des exploitations visitées.

Cependant la diversité spécifique est très faible comparée à celle connue sur le niébé en Afrique. Caveness et Ogunfowora [15] ont répertorié 55 espèces de nématodes parasites de plantes sur le niébé en Afrique et à travers le monde. Sawadogo [10] ont trouvé, lors d'une étude réalisée au Burkina Faso, 12 espèces de nématodes parasites dans les sites de culture de niébé. Au Sénégal, Sarr *et al.* [16] ont trouvé, dans les parcelles habituellement dédiées à la culture du niébé, des communautés mixtes de nématodes parasites appartenant à sept espèces.

Aussi la relative faiblesse de la densité de *Meloidogyne* avant le repiquage serait due au fait que le maïs, qui était le précédent cultural n'est pas un bon hôte pour les nématodes à galles en général. C'est pourquoi Sawadogo *et al.* [17] le recommandent dans les rotations culturales pour minimiser leur effet sur la production de la tomate.

Le rôle de *M. javanica* serait plus grand dans ces pertes de rendement que celui des trois autres espèces de nématodes car il est le seul endoparasite sédentaire, donc plus destructeur pour la plante. Même à des densités relativement faibles, il peut causer de sévères pertes en rendement, cela à cause des changements physiologiques induits par la présence même du nématode dans les tissus de l'hôte [17]. *C. sphaerocephala* et *H. dihystra* sont tous des ectoparasites qui ne causent de pertes sensibles qu'à de très fortes densités, même si Sawaodogo *et al.* [10] ont trouvé, lors d'une enquête faunistique, la dernière espèce dans les racines du niébé au Burkina Faso. *Scutellonema cavenessi* peut vivre aussi bien en endoparasite qu'ectoparasite. Mais Sarr et Baujard [18] ont montré qu'une inoculation simultanée de *Helicotylenchus* et *Scutellonema* avec d'autres ectoparasites peut entraîner une diminution du rendement du niébé. Au Sénégal, Baujard et Martiny [19] ont montré que *Helicotylenchus* peut avoir des potentiels de multiplication très élevé sur le niébé et que *Scutellonema clathricaudatum* qui remplace *S. cavenessi* dans les zones sahéliennes, peut aussi développer de fortes populations aussi bien sur le mil, l'arachide que le niébé.

Dans l'ensemble, les pertes de rendement que nous avons obtenues à Foubot sur les cinq variétés de niébé sont inférieures à celles causées par les seuls nématodes à galles du genre *Meloidogyne* dans certaines régions d'Afrique.

La différence de rendement entre les parcelles traitées et les non traitées a été significative sur toutes les variétés testées sauf sur IT89KD-457 même si l'application de Curater a permis une augmentation de rendement de plus de 30%. Sur certaines variétés comme IT88-DM-345 et la locale Foubot le gain de rendements obtenu avec l'application du nématicide est près de 70%. Ce qui confirme que les nématodes phytoparasites causent des pertes des rendements importantes en l'absence de protection. Ces résultats sont en conformité avec ceux obtenus par plusieurs chercheurs ayant travaillé sur le complexe *Meloidogyne*/niébé et qui ont trouvé le niébé très sensible avec des pertes de rendement très importantes. En effet, Ogunfowora [11] a trouvé, au Nigeria, des pertes de rendement de l'ordre de 59% causées par *Meloidogyne incognita* sur le niébé au champ. Johnson et Fassuliotis [20] ont rapporté 60% pertes de rendement au champ sur le niébé, causées par *M. javanica* et *M. incognita*. Olowe [21] a trouvé 80% de mortalité des plantules de niébé quand elles ont été inoculées avec 1300 Juvéniles de second stade de *M. incognita*. Roberts [22] a montré qu'il existe une relation positive entre les densités des populations initiales des nématodes phytophages et les pertes subséquentes en rendements causées aux cultures. Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus par [23] et [24] ou ceux rapportés par [25] et [26] qui ont trouvé que le niébé est plutôt une plante résistante à trois espèces de nématodes à galles, *M. javanica*, *M. incognita* et *M. arenaria* aux Etats-Unis et que par conséquents il subit très peu de pertes dans un sol infesté de nématodes.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, il apparait que Curater 10G a permis de contrôler les nématodes phytoparasites associés au niébé. Il en résulté des rendements de niébé plus importants sur les parcelles traitées que sur les parcelles témoin sans nématicide. A ce titre, les nématodes phytoparasites associés au niébé doivent être considérés comme une contrainte majeure à la production du niébé. Donc, tout projet de développement de la culture de niébé dans cette zone doit intégrer la lutte contre ces ravageurs.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement le Centre Africain de Recherche et de Formation Phytosanitaire (CARFOP) pour avoir financé le travail.

REFERENCES

- [1] Sikora R. A., Greco N., Silva J. F.V. *Nematode parasites of food legumes*, In: M. Luc, and R. A. Sikora and J. Bridge (Eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 2nd edition, London, UK, CABI, pp. 259-318, 2005.
- [2] I. A. Doka, *Plan d'action opérationnel de la filière niébé (Vigna unguiculata (L.) Walp.) au Niger*. Ministère du développement Agricole, Prodex, Niamey Niger, 2010.
- [3] Y. Dugje, L. O. Omoigui, F. Ekeleme, A. Y. Kamara, H. Ajeigbe, *Production du niébé en Afrique de l'Ouest: Guide du paysan*. IITA, Ibadan, Nigeria, 2009.
- [4] A. Bationo, C.B. Christianson, W.E. Baethgen, "Plant density and nitrogen fertilizer effects on pearl millet production in a sandy soil in Niger" *Agronomy Journal*, 82: 290-295, 1990.
- [5] Reça, *La filière niébé au Niger / Les axes d'amélioration proposés dans l'Etude diagnostique sur l'intégration commerciale*,
[online] Available : http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/RECA_filiere_niebe_Note5_Rapport_EDIC_2008.pdf. (11 November 2015)
- [6] D. M. F. N'Gbesso, L. Fondio, B. E. K Dibi, H.A Djidji, and C. K N'Guessan, "Étude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]", *Journal of Applied Biosciences*, no 63, pp. 4754- 4762, 2013.
- [7] .Dabiré B. C, Tignegré J. B., Ba N. M., Tamo M., Sono A., Ouédraogo T. J., Neyà B. J., Mulela N., Hammond W., and Coulibaly O., *An historical review of progress to control key cowpea biotic constraints in Burkina Faso*, In: *Proceedings of the fifth world cowpea conference on the improving livelihoods in the cowpea value chain through advancement in science*. Saly, Senegal, IITA, pp. 273-286, 2012.
- [8] Singh B. B., *Breeding diverse, durable, and diet-plus cowpea varieties for increased cowpea production and enhanced nutrition and health in the 21st century*, In: *Proceedings of the fifth world cowpea conference on the improving livelihoods in the cowpea value chain through advancement in science*. Saly, Senegal, IITA, pp. 17-29, 2012.
- [9] Muranaka O., Boukari O., Abdoulaye A., and Fatokun C. A., *Cowpea improvement via farmer participatory varietal selection activity in the republic of Niger*, In: *Proceedings of the fifth world cowpea conference on the improving livelihoods in the cowpea value chain through advancement in science*. Saly, Senegal, IITA, pp. 46-55, 2012.
- [10] S. Sawadogo, B. Thio, S. Kiemde, I. Drabo, C Dabiré, J. Ouedraogo, T.R. Mullens, J. D. Ehlers, P. A. Robert, "Distribution and prevalence of parasitic nematodes of cowpea (*Vigna unguiculata*) in Burkina Faso", *Journal of Nematology*, Vol. 41, no 2 pp. 120–127, 2009.
- [11] Ogunfowora, A. O., *Research on Meloidogyne at the Institute of Agricultural Research and Training, University of Ife, Moor Plantation*, In: *Proceedings of the Research and Planning Conference on Root-Knot Nematodes, Meloidogyne spp.*, Ibadan, Nigeria, IITA, 9-14, 1976.
- [12] Barker K. R., *Sampling nematode communities*, In: , K. R. Barker, K. R. C. C. Carter, and J. N. Sasser (Eds.), *An advanced treatise on Meloidogyne, Vol. 2: Methodology*. Raleigh, North Carolina State University Graphics, pp. 19-35, 1985.
- [13] W. R. Jenkins, "A rapide centrifugal technique for separating nematodes from soil," *Plant Disease Reporter*, no 48, 692, 1964.
- [14] T. Olowe, "Occurrence and distribution of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., in cowpea growing areas of Nigeria", *Nematology*, no 6, pp. 811–817, 2004.
- [15] Caveness F. E. and Ogunfowora A. O., *Nematological studies worldwide*, In: S. R. Singh and K. O. Rachie (Eds), *Cowpea Research, Production and Utilization*, Chichester, John Wiley and Sons, pp. 273-285, 1985.
- [16] E. Sarr, P. Baujard, B. Martiny, "Etudes sur les nématodes, les nématicides et le niébé (*Vigna unguiculata*) dans la zone sahélienne du Sénégal. 1. Résultats des expérimentations au champ", *Revue de Nématologie*, no 12, pp. 171–176, 1989.
- [17] A. Sawadogo, B. Thio, A.Y. Konaté, "Les pertes dues aux nématodes dans une succession maïs-tomate au Burkina Faso", *Cahiers Agriculture*, no 7, pp. 323-325, 1998.
- [18] E. Sarr, P. Baujard, "Sensibilité de 3 variétés de niébé (*Vigna unguiculata*) aux nématodes de la zone sahélienne du Sénégal" *Revue de Nématologie*, no 11, pp. 449–451, 1988.
- [19] P. Baujard, B. Martiny, "Ecology and pathogenicity of the Hoplolaimidae Nemata) from the sahelian zone of West Africa. 3. *Scutellonema clathricaudatum* Whitehead, 1959". *Fundamental and Applied Nematology*", no 18, pp. 347-353, 1995.
- [20] Johnson S. W. and Fassuliotis G., *Nematode parasite of vegetable crops*, In: W. R. Nickle (Eds), *Plant and insect nematodes*., New York, Mercek Dekker Ltd, pp. 323-372, 1984.

- [21] Olowe T., *International Meloidogyne project*. In: *Proceedings of the Second Research Planning Conference on Root-Knot Nematodes, Meloidogyne spp.* February 20-24, Abidjan, Ivory Coast, 1978
- [22] Roberts P. A., *Resistance to nematodes: definition, concept and consequences*, In: J. L. Starr (Ed.), *Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes*, Hyattsville, The Society of Nematologists, pp. 1-15, 1990.
- [23] R. McSorley, "Host suitability of potential cover crops for root-knot nematodes", *Supplement to the Journal of Nematology*, vol. 31, no 4S, pp. 619-623, 1999.
- [24] Regnault-Roger C., Philogène B. J. R., and Vincent C., *Biopesticides d'origine végétale*, Paris, Lavoisier, pp. 337, 2002.
- [25] Quaranta, *Effet des plantes de service sur les bio-agresseurs des cultures*, [Online]
Available : http://open-library.cirad.fr/files/2/56__etude_bioagresseurs_quaranta.pdf. (december, 27, 2015).
- [26] Wang, McSorley, *Management of Nematodes with Cowpea Cover Crops*,
[Online] Available: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN51600.pdf>. (02 January, 2016).

Caractéristiques lithologiques des formations sédimentaires et granulométrie des niveaux sableux traversés par le forage d'Abouabou (Côte d'Ivoire)

[Lithological characteristics of sedimentary formations and sandy particle levels traversed by drilling Abouabou (Côte d'Ivoire)]

Yao N'Goran Jean-Paul¹, OGA Marie Solange², Yao Kouadio Salomon³, Koffi Kouamé Yves Alain⁴, Aka Akpa Olivier⁵, and BIEMI Jean⁶

¹Département des géosciences marines,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody,
Abidjan, Côte d'Ivoire

²Département des sciences et technique de l'eau et du génie de l'environnement,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody,
Abidjan, Côte d'Ivoire

³Centre de Recherches Océanologiques,
Laboratoire de Physique et de Géologie Marine (PHYGEM), Côte d'Ivoire

⁴Département des sciences et technique de l'eau et du génie de l'environnement,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody,
Abidjan, Côte d'Ivoire

⁵Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI),
Abidjan, Côte d'Ivoire

⁶Département des sciences et technique de l'eau et du génie de l'environnement,
Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 layers lithology traversed by Abouabou drilling was studied using successively 32 samples to a depth of about 240 m.

The log established indicates a high level of clay about 63 m, the bottom to the surface. This level is followed by alternating average levels (about 26 m) of sandy clays and sands rich in limestone, with a thickness of 72 m.

This assembly is surmounted by average to low levels sandy (40 to 09 m), with calcareous intercalation to the surface. These sands alternate with clay banks of 16 to 10 m. the grain size analyses show essentially coarse to very coarse sands. They have generally bad standings with a strong asymmetry to the fines. Although their characteristics argue for a reduction in their water holding capacity, these sandy levels are still favorable hydrogeological tanks.

KEYWORDS: clay, sand, grading, asymmetry, retention, water, tanks, hydrogeological.

RESUME: La lithologie des formations traversées par le forage d'Abouabou a été étudiée à partir de l'analyse de 32 échantillons prélevés successivement sur une profondeur d'environ 240 m.

Le log établi indique du fond vers la surface un fort niveau argileux d'environ 63 m d'épaisseur, auquel succède une alternance de niveaux moyens (environ 26 m) d'argiles sableuses et de sables riches en calcaire, sur une épaisseur de 72 m. Cet ensemble est surmonté par des niveaux sableux moyens à faibles puissance (40 à 09 m), à intercalation calcaires vers la surface. Ces sables alternent avec des bancs argileux de 16 à 10 m. Sur le plan granulométrique, les sables rencontrés sont essentiellement grossiers à très grossiers. Ils présentent dans l'ensemble un mauvais classement avec une forte asymétrie vers les éléments fins. Bien que leurs caractéristiques granulométriques militent en faveur d'une réduction de leur capacité de rétention en eau, ces niveaux sableux constituent tout de même des réservoirs à intérêt hydrogéologique favorable.

MOTS-CLEFS: argiles, sables, classement, asymétrie, rétention, eau, réservoirs, hydrogéologique.

1 INTRODUCTION

Les ressources en eau de consommation deviennent de plus en plus rares surtout dans les grandes agglomérations. En Côte d'Ivoire, l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan et ses environs constituent aujourd'hui un défi majeur pour les autorités administratives. En effet, le district d'Abidjan enregistre une forte croissance démographique chaque année liée à l'exode rurale des populations à la recherche d'un mieux-être (amélioration de leur condition de vie sociale). Ainsi, les pénuries d'eau sont constatées dans la plupart des quartiers de la ville souvent sur une longue période. Face à cela beaucoup d'infrastructures (surtout des forges d'eau) ont été réalisées au cours de cette dernière décennie, afin de capter si possible les différentes nappes du Continental Terminal et du Maastrichtien de la région d'Abidjan. Ces nappes sont décrites par les travaux de Aghui et Biémi 1984 [1]; Oga, 1998 [2], Adiaffi 2008 [3], Oga & *al.*, 2011[2]. C'est dans ce cadre que le Forage d'Abouabou a été effectué dans la partie sud de la ville d'Abidjan (figure 1), avec une profondeur maximale de 240 m. Les formations de ladite zone n'ont pas fait l'objet d'études. Dans le présent travail, l'on s'interroge donc sur la nature lithologique des formations traversées par le forage profond d'Abouabou ainsi que les caractéristiques granulométriques des niveaux d'intérêts hydrogéologiques. Il contribue à une meilleure connaissance géologique de la zone sud du bassin sédimentaire émergé entre la faille de lagunes et l'océan Atlantique.

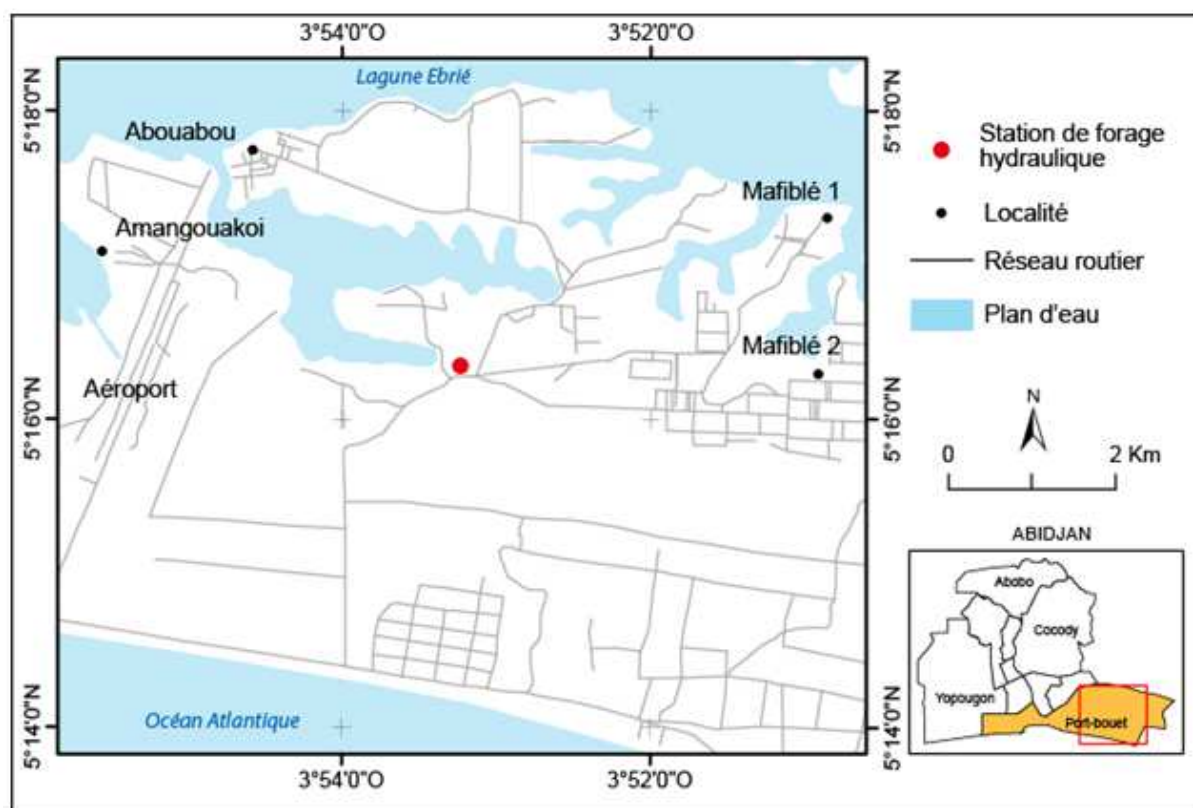


Figure 1 : Situation géographique du forage d'Abouabou

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le traitement des déblais s’est fait en quatre (4) étapes :

- i) l’analyse lithologique a adopté la méthode d’estimation tactile de l’abondance des grains et de leur type. Elle a permis de distinguer les argiles des sables sur l’ensemble de trente-deux (32) échantillons de déblais utilisés. La fraction sableuse a fait l’objet d’une analyse granulométrique;
- ii) l’observation à la loupe des résidus de lavage qui apprécie l’abondance relative des éléments figurés des différents échantillons a été effectuée ;
- iii) l’analyse granulométrique à sec de dix-sept (17) échantillons de sables sur une colonne de seize tamis (série AFNOR) a été réalisée après élimination de la matière organique à l’eau oxygénée et des carbonates à l’acide chlorhydrique Saaidi (1991) [5]. Les paramètres obtenus (moyenne, écart type, skewness) sont interprétés d’après les travaux de Folk et Ward (1957) [6]. Par ailleurs, ces paramètres ont été utilisés pour déterminer les environnements de dépôt des niveaux sableux rencontrés dans le puits à partir des diagrammes Md-Sk et So-Md de Moiola et Weiser (1968) [7];
- iv) l’analyse calcimétrique de tous les échantillons (32) effectuée au moyen d’un calcimètre Bernard indique la teneur en CaCO_3 le long du forage. Elle vise à identifier les niveaux carbonatés.

3 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

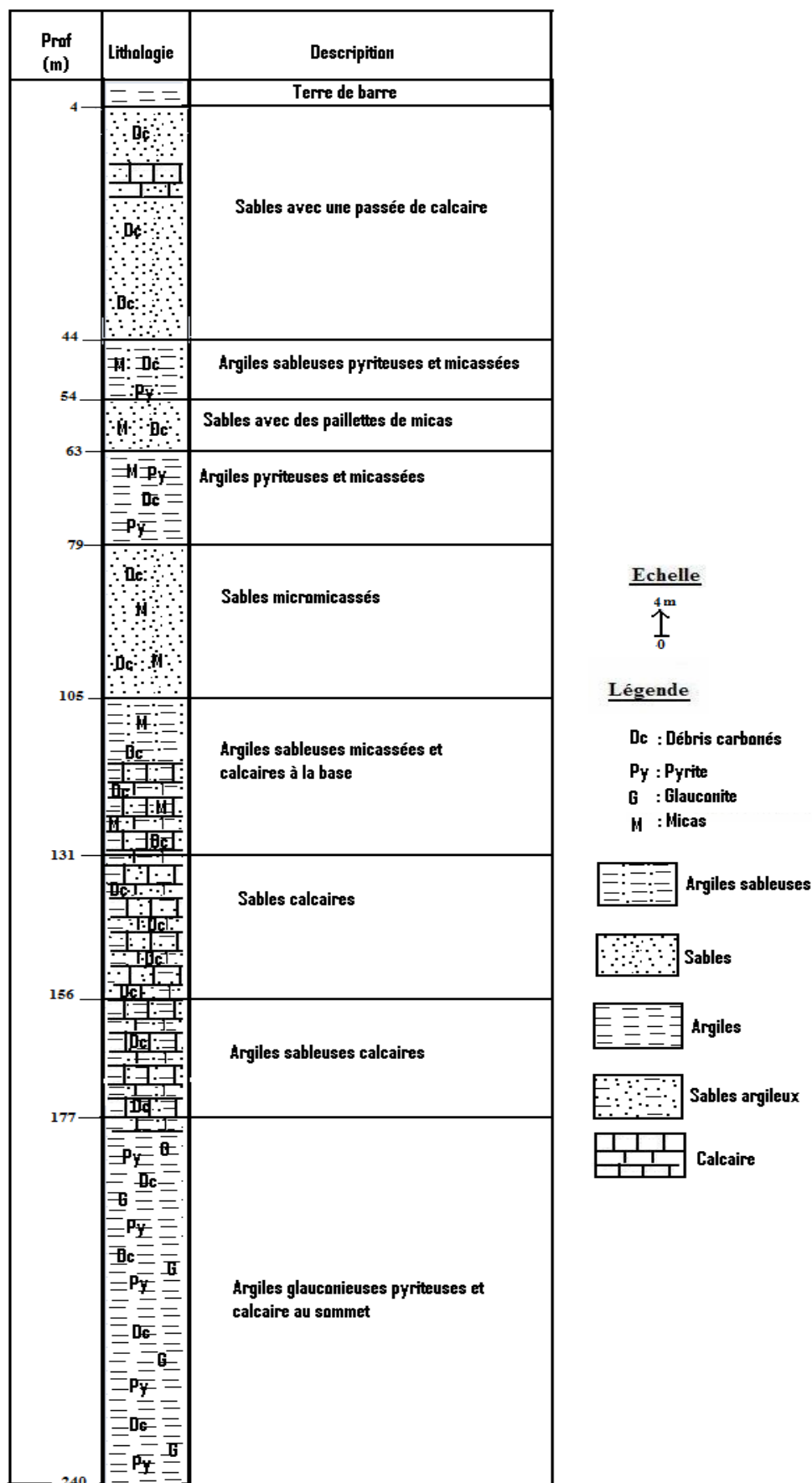
3.1 DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DU FORAGE (FIGURE 2)

240-177 m : Niveau argileux glauconieux

Ce sont des argiles verdâtres avec des granules de glauconites bien individualisées. Les grains de quartz fins y sont rares. En revanche, il est constaté une abondance de pyrites, de radioles d’échinides, de foraminifères benthiques, de coprolithes, de spicules monoaxones de spongiaires, des paillettes de micas, de foraminifères planctoniques, de coquillage de bivalves et de gastéropodes, de scaphopodes et des os de poisson.

177-156 m : Niveau argilo-sableuse calcaire

C’est un niveau relativement gris. Il comporte assez de coprolithes, de mollusques, d’os de poisson, de radioles d’échinides, de formes benthiques (sphériques et allongées) de foraminifères, de débris d’ostracodes, et de spicules monoaxones de spongiaires. Des débris de micas (micromicas) y sont également présents avec des grains de quartz transparents rarement grossiers et subanguleux.



156-131 m : Niveau sablo-argileux calcaire

Les grains de sables sont grossiers à fins sub-arrondis. Ils sont parsemés de galets abondants très arrondis (blanchâtres, quelquefois enfumés). Il y a une absence totale de micas contrairement aux débris carbonés et aux débris de foraminifères benthiques et de mollusques qui sont présents et abondants. Le calcaire est cryptocristallin.

131-105 m : Niveau argilo-sableuse calcaire à la base

Ce niveau est relativement gris. Il comporte assez de coprolithes, de mollusques, d’os de poisson, de radioles d’échinides, de formes benthiques (sphériques et allongées) de foraminifères, de débris d’ostracodes et de spicules monoaxones de spongiaires. Des débris de micas (micromicas) y sont également présents avec des grains de quartz transparents rarement grossiers et sub-anguleux. Des foraminifères planctoniques sont observées à partir de 120 m jusqu’à la profondeur finale (TD).

105-79 m : Niveau sableux

Ce sont des sables grossiers à fins, sub-anguleux à sub-arrondis et transparents avec des galets importants (rouge brun, sub-arrondis). Les proportions de coprolithes, de débris carbonés et de paillettes de micas y sont relativement faibles. Des débris de mollusques et des foraminifères benthiques mal conservés y sont rencontrés.

79 -63 m : niveau argileux

Ce sont des argiles grises relativement verdâtres. Ils comportent une importante accumulation de paillettes de micas. Quelques rares grains fins de quartz sub-arrondis avec de rares galets sub-arrondis y sont présents. Des débris carbonés, des coprolithes et des moules de foraminifères benthiques y abondent.

63-54 m : niveau sableux

Il est essentiellement constitué de sables à grains grossiers blanchâtres sub-anguleux à sub-arrondis. Les débris carbonés et des paillettes de micas y sont abondants.

54-44 m : niveau argilo-sableuse

Ce sont des argiles sableuses très oxydées de couleur rouge. Les grains de sables sont grossiers à fins, transparents, luisants et anguleux à sub-anguleux. Des paillettes de micas ainsi que des débris carbonés y abondent. La pyrite et des os de poisson y sont également abondants. L’absence totale de microfaune est remarquable.

44-4 m : niveau sableux

Il est essentiellement constitué de sables à grains grossiers sub-anguleux à sub-arrondis blanchâtres. Les débris carbonés y sont abondants. Cependant, il y a une absence totale de micas.

4-0,5 m : niveau de la terre de barre

Ce niveau est caractérisé par la terre humifère. De couleur noire, il comporte assez de racines d’herbes et d’arbres.

3.2 CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES NIVEAUX SABLEUX

Les paramètres granulométriques des niveaux sableux sont consignés dans le tableau 1 ci-dessous.

La moyenne qui détermine le grain moyen d’un échantillon de sédiment indique des valeurs supérieures à 500 μm sur l’ensemble des intervalles sableux rencontrés dans le forage. Elle démontre ainsi le caractère grossier à très grossier des sables du forage, comme l’indique les histogrammes de fréquence (figures 3 A-F)

L’écart-type ou la déviation standard ou le Sorting (So) représente la mesure statistique de la dispersion autour de la moyenne d’une courbe gaussienne. Il caractérise le degré de classement du sédiment étudié. Plus sa valeur est faible, mieux est le classement du sédiment. Ainsi, les niveaux sableux sont dans l’ensemble mal à très mal classés. Les sables bien à très bien classés se rencontrent respectivement à 40 m et 56 m. L’intervalle 6 - 10 m enregistre quant à lui des sables modérément classés.

Le skewness, synonyme du degré d’asymétrie de la courbe de distribution par rapport à l’ordonnée, indique l’étalement de la granulométrie vers les particules fines pour les valeurs positives et inversement vers les particules grossières pour les valeurs négatives (Rivière;1977). Cette distribution reflète plus ou moins les conditions hydrodynamiques du milieu.

Les valeurs enregistrées traduisent dans l'ensemble une prépondérance d'une forte asymétrie vers les éléments fins. Cette caractéristique est, par ailleurs, illustrée par la morphologie générale des courbes cumulatives en " S " plus ou moins étalé et à pente moyenne, qui est l'expression d'un hydrodynamisme moyen à faible (figures 2 A-F).

Les faciès sableux présentent également une symétrie granulométrique des échantillons au niveau des intervalles 29 - 36 m; 80 - 88 m et à la côte 140 m.

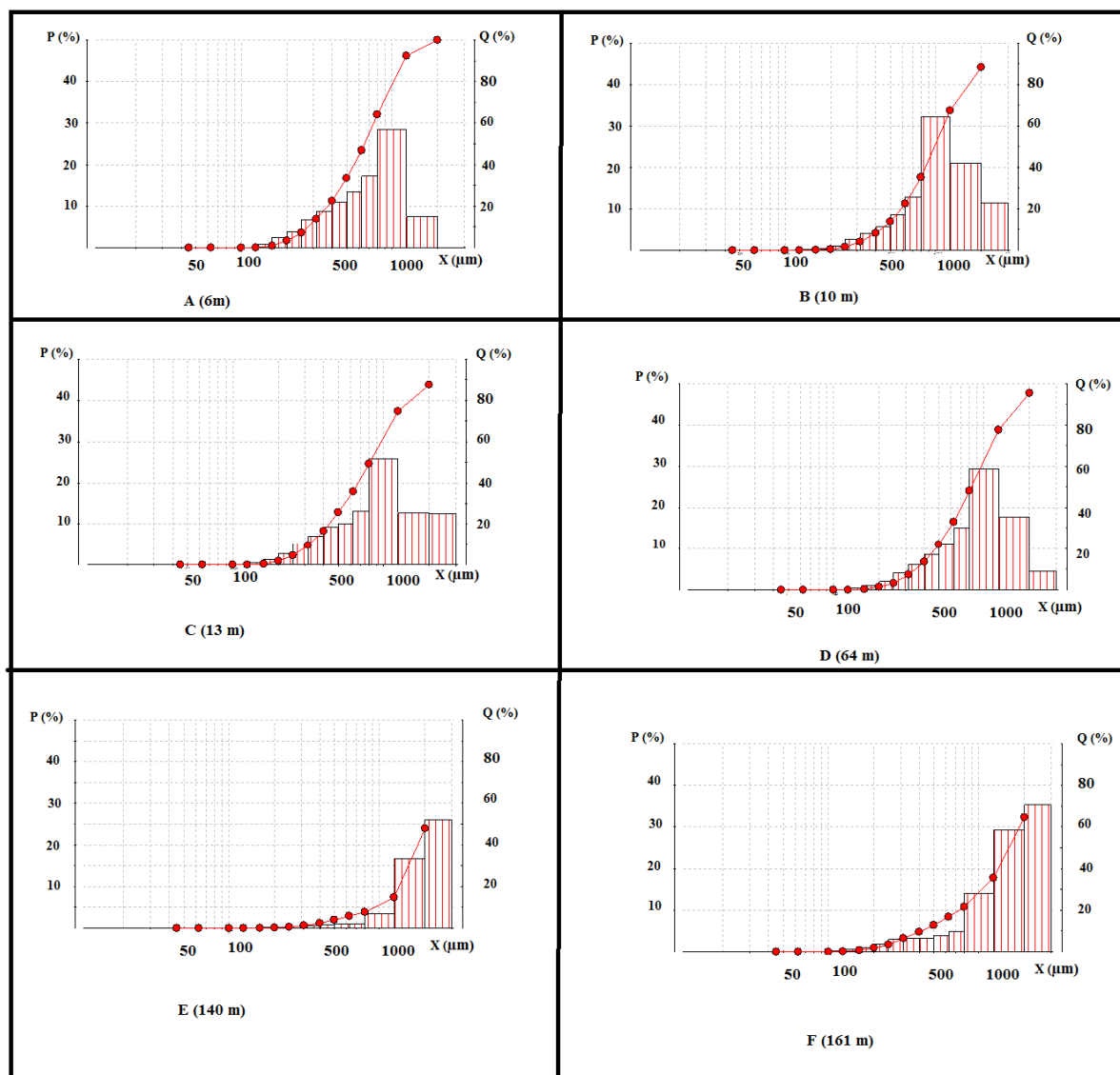


Figure 3 : Courbes granulométrique et histogramme de fréquence (P(%) = pourcentage en poids de sédiment retenu sur chaque tamis; Q (%) = pourcentage cumulés en poids des refus; X (μm) = maille des tamis)

Tableau 1: Paramètres granulométriques des sables de forage d'eau à Abouabou

Paramètres granulométriques				Caractéristiques granulométriques		
Côtes (m)	Moyenne granulométrique M_z (μm)	Ecart type $\sigma(\phi)$	skewness $Sk(\phi)$	Faciès	Mode de classement	Prépondérance des éléments fins ou grossiers
6	704	0,53	0,45	sables grossiers	modérément classés	forte asymétrie vers les éléments fins
10	1125,33	0,6 2	0,41	sables très grossiers	modérément classés	forte asymétrie vers les éléments fins
13	1000	1,04	0,27	sables très grossiers	très mal classés	asymétrie vers les éléments fins
23	794,67	0,85	0,14	sables grossiers	mal classés	asymétrie vers les éléments fins
29	1223	1,05	-0,02	Sables très grossiers	très mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
32	1471	0,84	0,09	sables très grossiers	mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
36	1453	0,88	0,07	Sables très grossiers	mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
40	1288,33	0,44	0,47	sables très grossiers	bien classés	forte asymétrie vers les éléments fins
56	1184,33	0,23	0,21	sables très grossiers	très bien classés	asymétrie vers les éléments fins
63	2232,33	1,05	0,65	sables très grossiers	très mal classés	forte asymétrie vers les éléments fins
73	2460,67	1,02	0,44	sables très grossiers	très mal classés	forte asymétrie vers les éléments fins
80	2097,33	1,05	0,1	sables très grossiers	très mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
88	1046,67	0,96	0,09	Sables très grossiers	mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
102	1762,33	0,81	0,26	sables très grossiers	mal classés	asymétrie vers les éléments fins
140	2002,67	0,89	0,05	sables très grossiers	mal classés	symétrie granulométrique de l'échantillon
154	923,33	0,9	0,28	sables très grossiers	mal classés	asymétrie vers les éléments fins
161	1590,33	0,82	0,27	sables très grossiers	mal classés	asymétrie vers les éléments fins

3.3 ANALYSE DE LA CALCIMÉTRIE

La variation de la teneur du carbonate de calcium $CaCO_3$ des différentes formations du forage étudié est exprimée par la courbe calcimétrique ci-dessous indiquée (figure 4).

Deux zones calcaires se distinguent le long du forage. La première se situe autour de 13 m de profondeur dans un niveau sableux avec une teneur qui atteint 60 %. La seconde zone caractérise un intervalle franc entre 105 m et 180 m constitué d'argiles sableuses intercalées de sables argileux où les teneurs oscillent entre 30 et 65 %. Les valeurs de $CaCO_3$ restent faibles pour les autres intervalles.

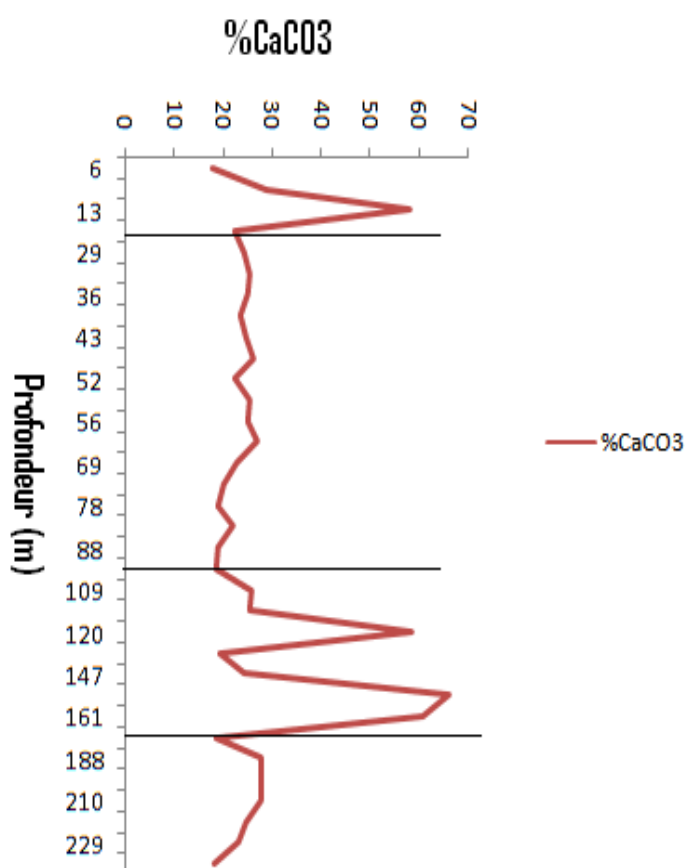


Figure 4 : Courbe calcimétrique du forage d'Abouabou

3.4 ENVIRONNEMENT DE DÉPÔT

La courbe calcimétrique indique une teneur importante de CaCO₃ autour de la cote 13 m et entre 105 et 180 m du puits étudié. Les sédiments grossiers rencontrés à la cote 13 m et ses environs témoignent d'un milieu agité donc à importante énergie défavorable à la formation du calcaire d'origine chimique. Ainsi, la forte teneur de calcaire est d'origine biodétritique. L'énergie de dépôt entre 105 et 180 m est relativement faible comme l'indiquent la présence de sédiments fin (argile). C'est un milieu calme dans lequel le calcaire a pu précipiter chimiquement bien que la participation des débris coquilliers ne soit pas négligeable. Par ailleurs, le diagramme Sk-Md (Figure 5-A) montre que les échantillons analysés appartiennent aux domaines de dune côtière tandis que celui So-Md (Figure 5-B) témoigne d'un environnement de dépôt de type plage pour l'essentiel des sédiments. De ce fait, les sédiments ont évolué dans un milieu marin à littoral à forte énergie.

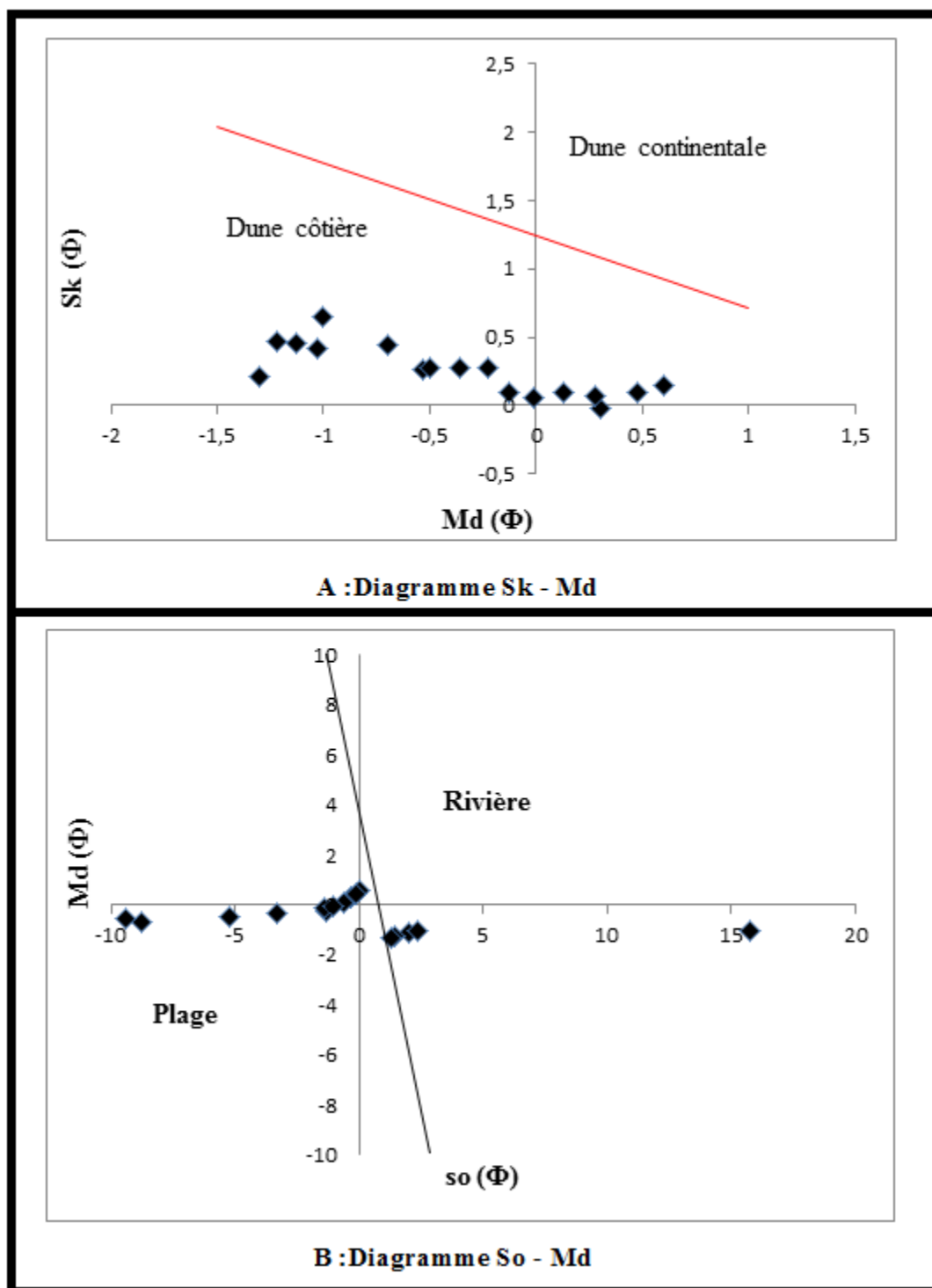


Figure 5 : Diagramme Sk-Md (A) et Diagramme So-Md (B) des sédiments

3.5 DISCUSSION

Les niveaux d'intérêts hydrogéologiques sont ceux à forte proportion de sables. Cependant, sur la base de la description lithologique, les observations suivantes peuvent être déduites :

- l'intervalle sableux entre 4 m et 63 m reste très vulnérable à la pollution superficielle en raison de l'absence d'une couverture argileuse étanche telle que mentionnée par les travaux de Aghui et Biémi (1984) [1] et Oga et *al.*, (2011) [4].

- le niveau de sables entre 79 m et 105 m (soit 26 m d'épaisseur) est couvert par 16 m d'épaisseur d'argiles. Ce niveau est un bon réservoir qui pourrait abriter une importante accumulation d'eau protégée.
- au-delà de 105 m jusqu'à 180 m les niveaux possèdent des sables à grains grossiers asymétriques vers les éléments fins. Ils contiennent une importante proportion d'argiles et de calcaires. Les éléments fins réduisent les vides entre les éléments grossiers. De plus, le calcaire micritique tel que observé indique une recristallisation en phase de diagenèse précoce. Ce phénomène participe également à la réduction des vides entre les grains (Yao, 2012) [8]. De ce qui précède, la zone de crêpine suivant le schéma technique du forage correspond à une zone argilo-sableuse très calcaire à faible porosité. Cependant, cet intervalle est en relation directe avec le réservoir compris entre 79 m et 105 m. Par ailleurs, son importante épaisseur (75 m) pourrait constituer un atout majeur de production de grande quantité d'eau.
- Selon les travaux de Selley (1978) [9], Yao *et al.* (2011) [10], Gbangbot *et al.* (2012) [11]; Yao *et al.* (2014) [12], les teneurs faibles de CaCO_3 traduisent un environnement de forte énergie où le calcaire est absent dans la plupart des cas. La forme en S des courbes granulométriques est la preuve d'un faciès de sable littoral bien classés avec évacuation de particules fines (Pinot, 1994 [13]; Saidi *et al.*, 2004 [14]; Moiola et Weiser, 1968 [7]; Rivière, 1977 [15]).

4 CONCLUSION

Les formations traversées par le forage d'Abouabou sont essentiellement constituées d'une alternance d'argile, de sable et d'argiles sableuses. Elles contiennent en outre des dépôts calcaires enregistrés en surface et en profondeur respectivement autour de 13 m et dans l'intervalle 105 - 180 m.

Les sables rencontrés sont grossiers à très grossiers, sub-anguleux, luisants. Ils témoignent d'un environnement de dépôt aquatique agité relativement distale de la zone d'approvisionnement. Les tailles variées des grains (mauvais classement) indiquent que les réservoirs qu'ils caractérisent ont une capacité de rétention réduite. Cependant, en considérant l'intervalle 79 m-180 m de formations poreuses et perméables (soit 91 m), on a de bonnes raisons de dire que ce forage est beaucoup intéressant au plan hydrogéologique surtout qu'il rencontre les réservoirs de la nappe d'Abidjan datée du Mio-Pliocène (Continental Terminal). Le niveau à intérêt hydrogéologique franc se situe entre 79 m et 105 m.

La présence de foraminifères planctoniques évoque un dépôt marin. Mais, les micas et les pyrites suggèrent quant à eux, une influence continentale des dépôts dans un milieu réducteur.

REMERCIEMENTS

Les remerciements vont à l'endroit de la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) pour le soutien matériel et financier pendant les travaux de terrain et d'analyses en laboratoire. Nous disons notre reconnaissance aux responsables de la SODECI et aux structures telles que Foraco, ONEP et CRO pour leur collaboration.

REFERENCES

- [1] AGHUI N et BIEMI J. (1984) : Géologie et hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan et risques de contamination. Ann. Univ Nat. de Côte d'Ivoire, série C (sciences), tome 20, pp 313-347
- [2] OGA M-S (1998). Ressources en eaux souterraines dans la région du Grand Abidjan (Côte d'Ivoire) : Approches hydrochimique et isotopique. *Thèse unique de Doctorat, Université Paris-Sud (Paris XI)*, 241p.
- [3] ADIAFFI, B., 2008. Apport de la géochimie isotopique, de l'hydrochimie et de la télédétection à la connaissance des aquifères de la zone de contact "socle-bassin sédimentaire du Sud-est de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Paris-Sud, Orsay, France, p. 217.
- [4] OGA M.S, LASM T, MASSAULT M, BAKA D, AKE G, MARLIN Ch, BIEMI J et HILLAIRE-MARCEL Cl (2011) : Caractérisation et suivi isotopique des eaux de la nappe semi-captive du Maestrichtien de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(3) pp. 991-1004,
- [5] SAAIDI E. (1991). Traité de sédimentologie. Edition Ellipses, 393p
- [6] FOLK R.L., WARD W.C. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, Tulsa (Okl.), 27 (1), pp 3-26.
- [7] MOIOLA R.J. & WEISER D., 1968. Textural parameters: an evaluation. *Journ. Sedim. Petrol.* n°38 pp. 45-53.
- [8] YAO N. (2012). Caractérisation sédimentologique, minéralogique, géochimique et biostratigraphique des falaises vives de Fresco : Région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, 202p.
- [9] SELLEY R.C., 1978. *Ancient sedimentary environments*. Second édition. 287p.

- [10] YAO N., DIGBEHI Z., MONDE S., KRA A., AKA K., BLEOUE N., TEA Y., KPLOHI Y. et DUFFI K. (2011) : Etude Sedimentologique et Esquisse Paléoenvironnementale des Formations de Fresco. *Sciences & Nature*, Volume 8, N°1, pp.73-84.
- [11] GBANGBOT K., DIGBEHI Z., YAO N.J., MONDE S., YAO N.A. (2012) : Lithostratigraphie des dépôts de subsurface des Régions de Bingerville et d’Assinie, Sud et Sud-Est, basse Côte d’Ivoire. Essai de comparaison des environnements de dépôts au cours du Tertiaire. *European Journal of Scientific Research*, Volume 86, N° 1, pp. 41-52.
- [12] YAO N., GBANGBOT K., BIE G., DIGBEHI Z. (2014) : Essai de caractérisation sédimentologique et paléoenvironnementale des dépôts de subsurface rencontrés par les forages d’eau dans la partie nord de la ville d’Abidjan : Sud de la Côte d’Ivoire. *Bioterre*, Volume 14, pp. 5-18.
- [13] PINOT.J.P., 1994. *Manipulations sédimentologiques courantes*.M.W.TURGAL.07.SEDI Edition de février 1994. 118 p.
- [14] SAIDI H., BRAHIM M. et GUEDDARI M. (2004). Caractérisation granulométrique et minéralogique des sédiments de surface de la frange littorale Sidi Bou Said-la Goulette. *Bulletin de l’Institut National des Sciences et Techniques* (volume. 31). pp. 97-106.
- [15] RIVIERE A. (1977). Méthodes granulométriques, techniques et interprétations. Ed. Masson. Paris. 144p.

Pédopaysage et distribution de *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. (Poaceae) dans deux Agro-écosystèmes de la Côte d'Ivoire : Abidjan et Bouaké

[Soil landscape and distribution of *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. (Poaceae) in two agro-ecosystems of Cote d'Ivoire: Abidjan and Bouake]

Josselin Kouassi KOUAKOU¹, Ahoua YAPI², Alphonse Konan ALUI³, Faustin Odi AKOTTO¹, and Albert YAO-KOUAME¹

¹Département de pédologie et Minéralogie des sols, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Département des Sciences Biologiques, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Département des Sciences Biologiques, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly Korhogo, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: A study on geological, pedological and botanical prospection was undertaken. The main focus was to identify the types of relief, soils and flora which characterize a suitable soil landscape for the growth of *Imperata cylindrica*. Investigations were conducted in two locations in Cote d'Ivoire (Ahoue and Yaokoffikro), in order to observe the soil landscape and the state of the plant stand. Data was collected from at Ahoue (southern Côte d'Ivoire) and Yaokoffikro (Centre Côte d'Ivoire). The results obtained from this first investigation indicate that *Imperata cylindrica* needs a fallow type environmental ecosystem with sandy soils from sedimentary (Abidjan) and silico-aluminous (Bouake) rocks. *Imperata cylindrica* preferably developed in middle and foot slope positions. Therefore, there is a need for more investigations focusing on the influence of soil texture and nutrients contents on *Imperata cylindrica* occurrence in both ecosystems.

KEYWORDS: *Imperata cylindrica*, soil landscape, toposequence, stand condition, Cote d'Ivoire.

RESUME: En vue de caractériser le pédopaysage de *Imperata cylindrica* à partir de facteurs environnementaux, une étude a été effectuée dans deux agro-écosystèmes différents de Côte d'Ivoire (Abidjan et Bouaké). L'étude est basée sur la morphopédologie des sols le long des différentes toposéquences implantées. Les zones choisies sont Ahoué (Abidjan) au Sud et Yaokoffikro (Bouaké) au Centre-Nord, de la Côte d'Ivoire. Les résultats obtenus indiquent que la topographie (inclinaison de pente $\leq 10\%$ à Ahoué et $\leq 2\%$ à Yaokoffikro), la végétation et les pratiques culturelles sont les facteurs environnementaux qui déterminent la distribution et le développement de *Imperata cylindrica* dans les deux localités. Il ressort que l'herbe apparaît dans les paysages allant du mi-versant en bas de versant, le long des différentes toposéquences choisies, où l'altitude et les pentes sont de moins en moins fortes. La présence de cette plante est constatée le plus souvent au niveau des sols de jachère appauvris en espèces feuillues et ombragées, modifiées par les activités agricoles.

MOTS-CLEFS: *Imperata cylindrica*, pédopaysage, toposéquence, facteurs environnementaux, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les perturbations anthropiques (déforestation et défrichements, incendies, exploitation minière) influencent la fertilité du sol, en favorisant le phénomène d'invasion par des adventices dans les espaces culturels et dans des formations végétales primaires relativement intactes [1], [2]. Cette invasion est spécifique à certaines espèces végétales herbacées appelées communément mauvaises herbes, adventices, ou encore plantes invasives. Selon [3], les plantes invasives sont des espèces exogènes (allochtones, exotiques, importées) dont l'introduction volontaire ou fortuite, mais surtout la prolifération dans les milieux naturels (primaires, secondaires et agro-écosystèmes) provoque ou est susceptible de provoquer des nuisances préjudiciables à la production agricole. C'est le cas de *Imperata cylindrica*, connu sous le nom de Chiendent [4].

Imperata cylindrica (L.) P. Beauv. est une plante ubiquiste, vivace, à rhizomes. De par sa nature ubiquiste, elle peut proliférer sur une grande variété d'habitats, de types de sols, et sous des climats divers. On pourrait citer notamment les forêts dégradées, les prairies, les terres arables, et les jeunes plantations. Elle est d'une grande importance dans les zones tropicales et subtropicales, ainsi que dans certaines parties chaudes des régions tempérées du monde [5] et [6]. Cette espèce végétale constitue une contrainte biotique majeure à la production agricole dans le monde [5] et en Afrique de l'Ouest [7].

En Côte d'Ivoire, elle se rencontre essentiellement dans les zones de savane dans toute la moitié Centre et Nord du territoire [8]. L'essentiel des travaux de recherche exécutés jusqu'à ce jour concerne les questions de malherbologie, particulièrement la lutte contre *Imperata cylindrica* (L.) en tant que plante infectieuse de milieux de culture pour réduire son pouvoir compétitif [9], [10], [11].

Malheureusement, l'impact agro-pédologique de la propagation de cette espèce envahissante dans les espaces culturels reste encore peu connu des spécialistes des sciences du sol. La littérature rapporte que les caractéristiques globales du sol (géologie, nature et profondeur du matériau, pente, orientation, propriétés physico-chimiques), ont une influence sur l'apparition de mauvaises herbes en fonction des positions topographiques, en particulier pour *Imperata cylindrica* [12]. Il importe dès lors de s'intéresser, au-delà des luttes, à l'impact et aux conséquences de l'apparition de cette plante envahissante sur les propriétés du sol et la production des végétaux cultivés.

Le défi de nombreux pays à vocation agricole, comme la Côte d'Ivoire, pour le développement des zones rurales, est la bonne connaissance des composantes du milieu dont celle des ressources en sol et en eau [13]. Les articles publiés sur le pédopaysage et la distribution de cette espèce le long d'une toposéquence, sont rares [12]. Aussi, la connaissance des caractéristiques morphopédologiques des agro-écosystèmes est-elle un moyen pour évaluer l'impact agro-pédologique des sols infestés par *Imperata cylindrica*. L'objectif de ce travail vise à caractériser le pédopaysage de *Imperata cylindrica* (Linn.) P. Beauv. dans deux Agro-écosystèmes de la Côte d'Ivoire (Sud et Centre-nord).

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

2.1.1 MATÉRIEL TECHNIQUE

Le matériel technique qui a servi à faire l'inventaire floristique de la zone est constitué d'un mètre ruban gradué, pour mesurer les aires de relevés, un récepteur GPS (Global Positioning System) de type Garmin, pour enregistrer les coordonnées géographiques des différentes zones d'étude et faire des levés topographiques ; un clinomètre, pour relever l'inclinaison des pentes ; de papier journal, pour la réalisation des différents herbiers, d'un sécateur, pour prélever les échantillons de plantes destinés aux différents herbiers ; des sachets en plastique pour transporter les spécimens récoltés. Une carte topographique au 1/50000 a été utilisée pour localiser les zones d'étude et une boussole de type TOPOCHAIX, pour déterminer la direction des layons.

Les espèces floristiques ont été déterminées à l'herbier du Centre National Floristique d'Abidjan, avec l'aide d'un spécialiste. Le matériel d'observation du milieu et de description des profils de sol est constitué de machettes, de jalons et piquets pour ouvrir, préciser la direction de la toposéquence et l'alignement des profils le long du layon ; de marteau de géologue, de couteau de pédologue, d'un mètre ruban de 50 m, d'un mètre de menuisier de 3m, d'un code Munsell, pour observer les formations rocheuses et les horizons des profils de sol ; des guides et fiches de description des sols du glossaire de l'IRD (ex ORSTOM), pour décrire les profils de sol et d'un appareil photo numérique, pour prendre des images.

2.1.2 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique est constitué des échantillons d'espèces végétales, dont *Imperata cylindrica*, récoltées sur le terrain.

2.1.3 PRÉSENTATION DE LA PLANTE

Espèce vivace, à rhizomes, de climat humide à subhumide, héliophile, atteignant jusqu'à 1,5 m de hauteur, *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. supporte les inondations courtes, préférant les sols bien drainés, profonds. Les rhizomes cylindriques, sont très longuement traçants, abondants, surtout dans les vingt premiers centimètres du sol, mais pouvant descendre bien au-delà [14] ; Ce qui lui permet d'envahir une grande variété d'habitats, types de sols et de climats. Elle est d'une grande importance dans les zones tropicales et subtropicales, ainsi que dans certaines parties chaudes des régions tempérées du monde [6], [7]. Les chaumes sont comprimés en entre-nœuds très serrés : il n'y a pratiquement pas de tige et les feuilles semblent toutes sortir directement de terre. Ce que l'on prend pour la tige est le plus souvent, et pour la plus grande partie, le pédoncule de l'inflorescence [14] (Figure 1).



Figure 1 : Peuplement naturel de *Imperata cylindrica*

2.1.4 LOCALISATION DES SITES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans deux zones agroécologiques différentes de la Côte d'Ivoire où se développent naturellement des peuplements de *Imperata cylindrica* (figure 1). Une des zones d'étude se trouve au Sud, à la périphérie Nord-Est du district autonome d'Abidjan (Ahoué), ayant pour coordonnées géographiques 05°30'43" latitude Nord et 03°56'31" longitude Ouest (Figure 2a). Cette zone est caractérisée par un relief constitué de vastes plaines (alluviales) et de bas plateaux parcourus par une succession de vallonnements. Au plan botanique, la zone appartient au secteur ombrophile du domaine guinéen, caractérisé par la forêt dense humide sempervirente [15]. Outre ces formations principales sur sol drainé, plusieurs formations coexistent en conditions hydromorphes [16]. Le climat y est de type subéquatorial à 4 saisons, avec une pluviométrie et des températures moyennes annuelles de 2000 mm et 26°C, respectivement. L'ensemble des formations géologiques de la région est situé dans le socle cristallin à roche métamorphique et dans le bassin sédimentaire donnant lieu à des hyper dystric Ferralsols à texture argilo-sableuse.

La seconde zone d'étude se trouve au Centre-Nord, dans la région du Gbèkè, délimitée par les coordonnées géographiques 7°15'00" à 8°00'00" latitude Nord et 4°30'00" à 5°45'00" longitude Ouest. Le site d'étude se trouve à la périphérie Ouest de la ville de Bouaké (Yaokoffikro), avec pour coordonnées 07°41'21" latitude Nord et 05°06'30" longitude Ouest (figure 2b). La Zone est caractérisée par un relief de vastes plateaux et de chaînes de collines. Ce secteur est soumis à un climat tropical sub-humide de type sub-soudanien de transition ; il est constitué d'une végétation de savane, de forêt défrichée mésophile, et drainé par d'importants cours d'eau (Bandama, Kossou, Loka et rivière Kan). Les formations géologiques se situent dans le socle cristallin à roches magmatiques et métamorphiques, sur lesquelles se développent des plinthic dystric et hyper dystric Ferralsols [17], [18].

2.2 MÉTHODES D'ÉTUDE

2.2.1 COLLECTE DES DONNÉES

La méthode d'échantillonnage utilisée a consisté, essentiellement, à effectuer des relevés de surface, notamment, l'inventaire de la flore (*Imperata cylindrica* et végétaux caractéristiques). Le plan d'échantillonnage a été développé dans un raisonnement probabiliste [19], c'est-à-dire par tirage aléatoire de zones, puis de placettes, à partir d'anciennes cartes existantes. Les sites retenus pour l'étude (sites de peuplements naturels), dont le choix a été inspiré par les lois de zonalité horizontale ou latitudinale, ainsi que celles des zonalités verticales, nous ont permis de déterminer, à l'aide de la boussole, des directions azimutales suivant lesquelles nous avons ouvert des layons, pour atteindre les points les plus bas, généralement, les lits de cours d'eau. Le levé topographique a été possible grâce au GPS (marque Garmin).

Pour obtenir les coordonnées géographiques, il suffit simplement de déposer l'appareil à côté de chaque jalon et d'en lire les différentes coordonnées U.T.M indiquées sur l'écran. Des placettes de taille 25 x 25 m (625 m²), selon les méthodes décrites par [20], ont été posées à chaque 50 m, le long des toposéquences implantées selon la méthode décrite par [21], en prenant soin d'indiquer la date, le lieu, la feuille cartographique, la végétation, la pente locale, la position topographique, le microrelief.

Une toposéquence a été implantée dans les formations à *Imperata cylindrica* de chaque zone agroécologique. Les descriptions de la végétation, de la topographie, des formations rocheuses, des types et de l'occupation des sols ont suivi les méthodes présentées et détaillées par [22]. Les levés topographiques et les observations de surface ont été effectués, simultanément, le long des différentes toposéquences, notamment, au niveau des segments topographiques, haut de sommet, mi-versant et bas du versant. L'ouverture des fosses (dimensions : longueur 1 m, largeur 0,80 m et profondeur 1,20 m) a été effectuée chaque 100 m, le long du layon, pour la description et l'identification des types de sols des zones d'étude. Les fosses pédologiques ont été décrites en suivant le manuel pour la description des sols sur le terrain [23].

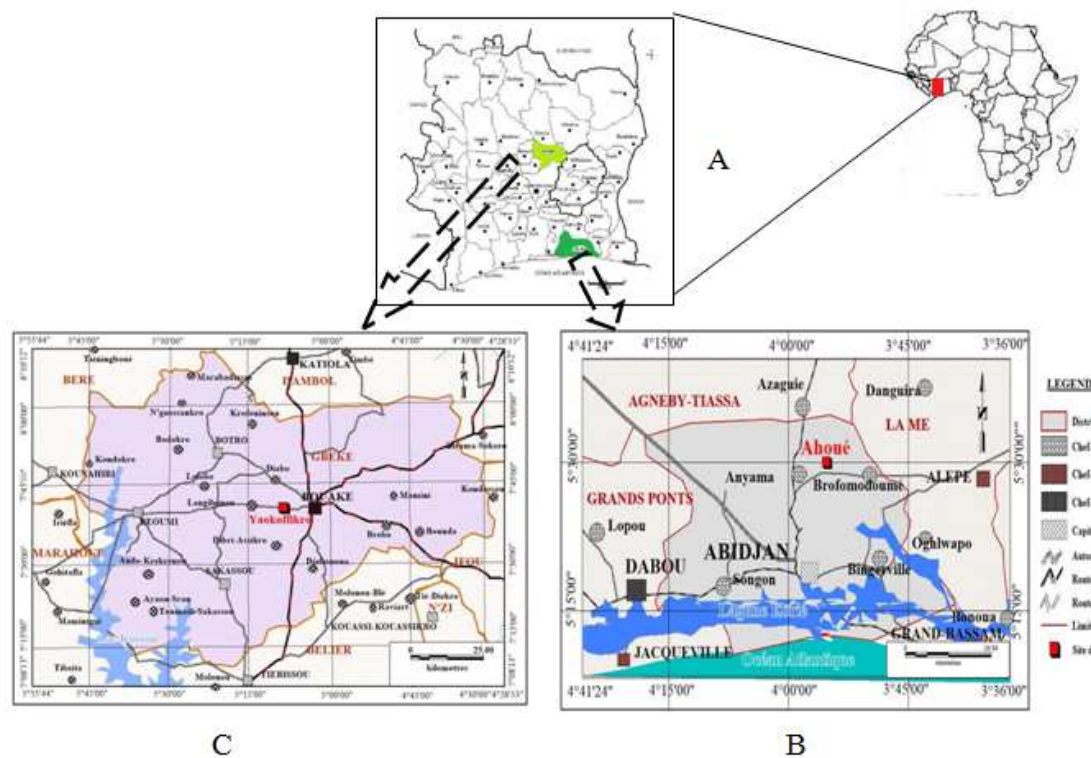


Figure 2 : Localisation des sites d'étude : (A) localisation du district d'Abidjan et de la région du Gbèkè ; (B) site d'étude de Ahoué ; (C) site d'étude de Yaokoffikro

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET PEDOLOGIQUES DES SITES

3.1.1 SITE D'AHOUÉ (ABIDJAN)

La figure 3 présente quelques végétaux associés au peuplement de *Imperata cylindrica* à Abidjan. La végétation qui lui est associée est consignée dans le tableau 1. Les levés topographiques, le long de la toposéquence, longue de 335 m, indiquent que les altitudes varient de 30 à 90 m par rapport au niveau de la mer (figure 4). Nous avons observé une succession de forêts galeries à partir du sommet, de jachères à mi-pente et de végétation composite en bas de versant. Les versants sont légèrement concaves à rectilignes, avec des pentes de 2 à 14%, relativement fortes au sommet, jusqu'au tiers supérieur de mi-versant (13 - 14%), moyennes à mi-versant (10,33%), et faibles en bas de versant (2,6%). *Imperata cylindrica* a été observé au niveau des segments topographiques de mi-versant et bas de versant (figure 4).

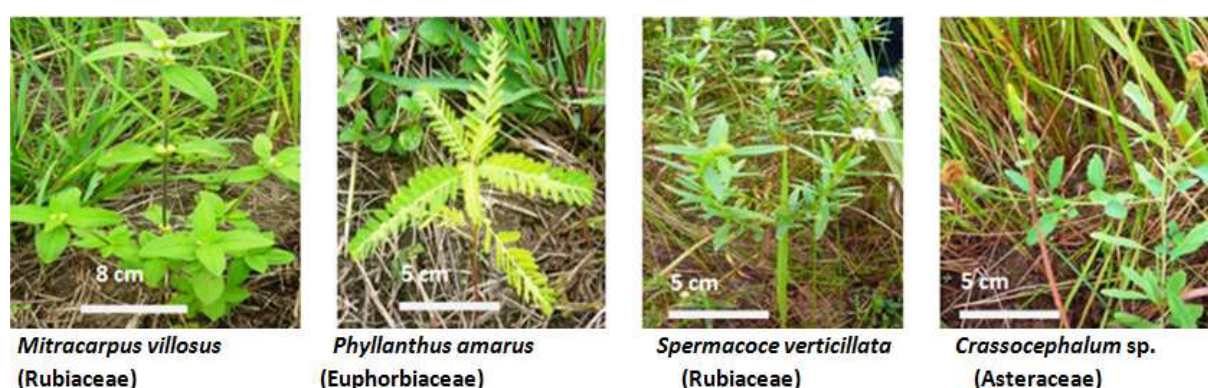


Figure 3 : Principaux végétaux associés à *Imperata cylindrica* à Ahoué (Abidjan)

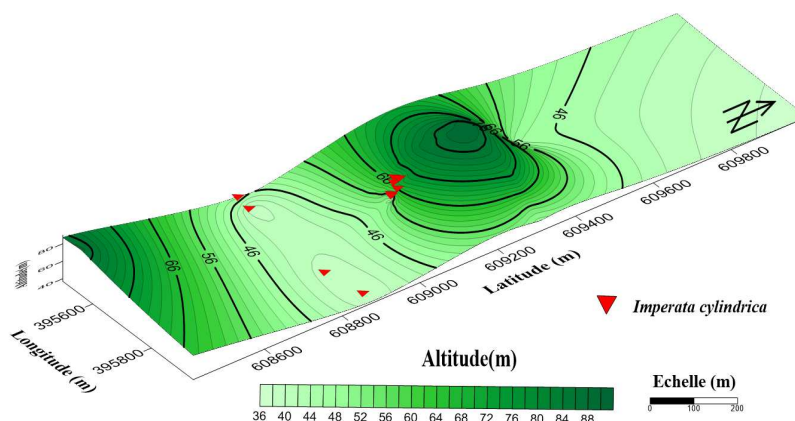


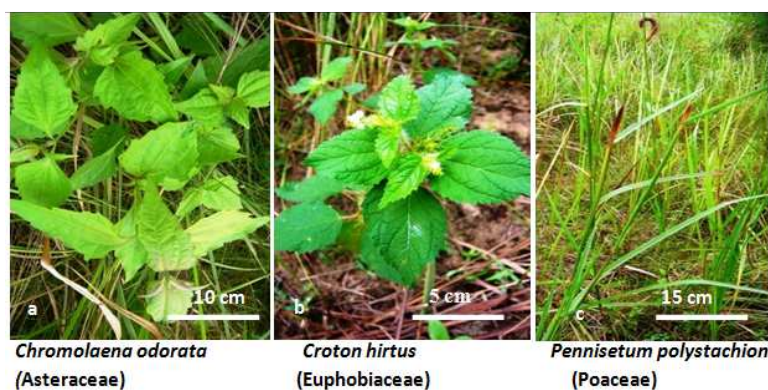
Figure 4 : Localisation des peuplements de *Imperata cylindrica* le long de la toposéquences à Ahoué (Abidjan)

Tableau 1: Liste d'espèces de plantes associées à *Imperata cylindrica* dans l'agro-éco-système de Ahoué (Abidjan)

Familles	Espèces	Familles	Espèces
Connaraceae	<i>Agelaea pentagyna</i>	Apocynaceae	<i>Funtumia africana</i>
Mimosaceae	<i>Albizia zygia</i>	Caesalpiniaceae	<i>Griffonia simplicifolia</i>
Euphorbiaceae	<i>Alchonea cordifolia</i>	Icacinaeae	<i>Icacina mannii</i>
Caesalpiniaceae	<i>Anthonotha macrophylla</i>	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>
Asteraceae	<i>Aspilia africana</i>	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>
Caesalpiniaceae	<i>Athonotha crassifolia</i>	Polypodiaceae	<i>Lycopodium cernum</i>
Fabaceae	<i>Baphia bancoensis</i>	Apocynaceae	<i>Macaranga hendelotii</i>
Fabaceae	<i>Baphia nitida</i>	Euphorbiaceae	<i>Mallotus oppositifolius</i>
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	Connaraceae	<i>Manotes longiflora</i>
Poaceae	<i>Brachiaria sp</i>	Pandaceae	<i>Microdesmis keayana</i>
Euphorbiaceae	<i>Breynia reticulata</i>	Fabaceae	<i>Millettia zechiana</i>
Connaraceae	<i>Byrsocarpus coccineus</i>	Apocynaceae	<i>Montandra guineensis</i>
Fabaceae	<i>Calopogonum mucunoïdes</i>	Davalliaceae	<i>Nephrolepis bisserata</i>
Polygalaceae	<i>Carpolobia lutea</i>	Rubiaceae	<i>Psydrax subcordata</i>
Fabaceae	<i>Centrosema pubescens</i>	Pterydaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i>	Apocynaceae	<i>Rauvolfia vomitoria</i>
Verbenaceae	<i>Clerodendrum splendens</i>	Hyppocrateaceae	<i>Salacia zenkery</i>
Connaraceae	<i>Cnestis ferruginea</i>	Poaceae	<i>Scleria depressa</i>
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i>	Verbenaceae	<i>Starchytapheta cayenensis</i>
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum filicaule</i>	Sterculiaceae	<i>Sterculia tragacantha</i>
Melastomatoceae	<i>Dissotis erecta</i>	Combretaceae	<i>Terminalia ivorensis</i>
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	Dilleniaceae	<i>Tetracera alnifolia</i>
Poaceae	<i>Eulesine indica</i>	Hypericaceae	<i>Vismia subcordata</i>
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinioïdes</i>	Annonaceae	<i>Xylopia quintasii</i>

3.1.2 SITE DE YAKOFFKRO (BOUAKÉ)

La figure 5 présente quelques végétaux associés au peuplement de *Imperata cylindrica* à Bouaké. La végétation qui lui est associée dans le site d'étude est consignée dans le tableau 2. Le type de végétation observé montre une prédominance de savane arbustive au sommet et en bas de versant, puis de jachère au niveau du mi-versant. Les levés topographiques, le long de la toposéquence, longue de 600 m, révèlent des altitudes qui varient de 350 à 410m par rapport au niveau de la mer. Les versants sont légèrement concaves à rectilignes, avec des pentes très douces, de l'ordre de 0 à 9%. La zone centrale est quasi rectiligne (pente 0,2%). La toposéquence présente des pentes plus faibles que celles de Ahoué, moyennes à faibles (9 à 3%) du sommet au tiers supérieur de mi-versant, et très faibles du mi-versant au bas de versant (1,3 - 0,2%) par rapport au niveau du lit du cours d'eau (figure 6). Comme à Abidjan, *Imperata cylindrica* a été observé au niveau des segments topographiques de mi-versant et bas de versant (figure 6).

Figure 5: Principaux végétaux associés à *Imperata cylindrica* à Yaokoffikro (Bouaké)

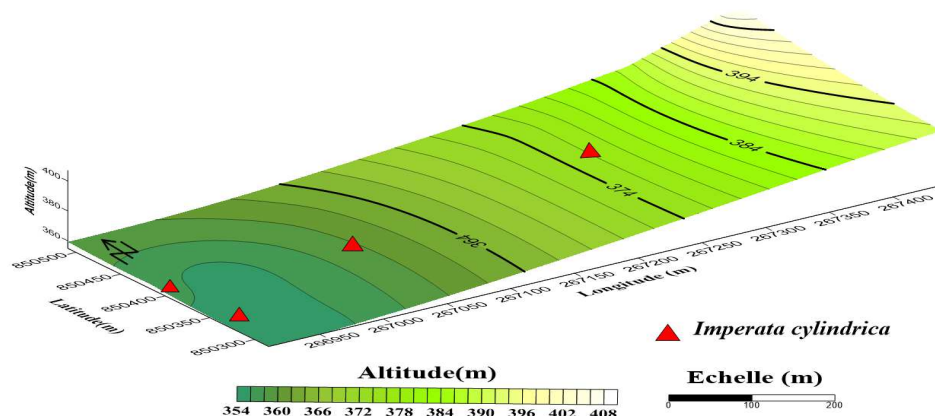


Figure 6 : Localisation des peuplements de *Imperata cylindrica* le long de la toposéquence à Yaokoffikro (Bouaké)

Tableau 2 : Liste d'espèces de plantes associées aux peuplements de *Imperata cylindrica* dans l'agro-écosystème de Yaokoffikro (Bouaké)

Familles	Espèces	Familles	Espèces
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i>	Poaceae	<i>Imperata cylindrica</i>
Fabaceae	<i>Banhinia thonningii</i>	Asteraceae	<i>Lannea taxacantha</i>
Rubiaceae	<i>Borreria scabra</i>	Cyperaceae	<i>Lipocarpha chinensis</i>
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i>
Euphorbiaceae	<i>Bridelia artroviridis</i>	Poaceae	<i>Pennisetum polystachion</i>
Euphorbiaceae	<i>Bridelia micrantha</i>	Fabaceae	<i>Pericopsis laxiflora</i>
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i>	Fabaceae	<i>Pterocarpus erinaceus</i>
Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	Poaceae	<i>Rothboellia cochinchinensis</i>
Asteraceae	<i>Crassocephalum sp</i>	Poaceae	<i>Scleria depressa</i>
Euphorbiaceae	<i>Croton hirtus</i>	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>
Poaceae	<i>Cymbopogon giganteus</i>	Malvaceae	<i>Sida corhimbosa</i>
Fabaceae	<i>Desmodium velutinum</i>	Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>
Cyperaceae	<i>Eleocharis complanata</i>	Sterculiaceae	<i>Sterculia tragacantha</i>
Fabaceae	<i>Eriosema griseum</i>	Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>
Moraceae	<i>Ficus sur</i>	Combretaceae	<i>Terminalia glaucescens</i>

3.2 SUBSTRATUM GÉOLOGIQUE

Les peuplements de *Imperata cylindrica* se développent bien dans la plus part des milieux naturels de la côte d'Ivoire où les formations géologiques diffèrent d'une zone à une autre. Les différentes zones prospectées montrent un substratum constitué d'une part, de roches sédimentaires constituées de conglomérats monogéniques riches en galet de quartz (pouding) et de sable siliceux, à Ahoué, et d'autre part, de roches magmatiques composées, essentiellement, de granitoïdes, dont les granites et les pegmatites, dans la zone de Bouaké (Figure 7).



Figure 7 : Formations géologiques observées dans le paysage de Ahoué et de Yaokoffikro ; (a) et (b), respectivement, sable siliceux et affleurement de conglomérats dans le paysage de Ahoué (Abidjan) ; (c, d et e), respectivement, affleurement de granite, filon de pegmatite et de quartz incrustés dans le granite dans le paysage de Yaokoffikro (Bouaké).

3.3 CARACTÉRISTIQUES DES SOLS

Imperata cylindrica pousse sur une grande diversité de sols. Ses rhizomes se développent aussi bien dans les couches superficielles (0-20 cm) des sols très peu évolués que dans les couches profondes (environ 20-50 cm) des sols évolués. Les figures (8 et 9) présentent la morphologie et la distribution des sols observés dans les différents paysages d'Abidjan au Sud et de Bouaké, au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire. Respectivement trois et sept profils de sol pour les sites de Ahoué et de Yaokoffikro ont été décrits et définis. L'ensemble des sols des parcelles observées présente un gradient d'hydromorphie lié à la topographie et, spécifiquement, à la profondeur des profils. Généralement, les sols sont bien drainés en surface et en haut de versant ; les sols en de bas de versant sont hydromorphes.

A Ahoué, *Imperata cylindrica* pousse sur des Ferralsols profonds (115 cm) depuis le mi-versant (figure 8b) jusqu'au bas de versant où l'on a identifié des Gleysols (figure 8c). Ces sols sont de couleurs brun-clair, ocre ou brun foncé (7,5 YR 4/2 ; 10 YR 6/4) laissant observer des taches au sein des couches (2,5 YR 4/8 ; 5 YR 5/8). La teneur en éléments grossiers décroît de la surface aux horizons profonds et est forte en bas de versant (72,73%).

A Yaokoffikro, l'analyse qualitative des sols a permis d'observer *Imperata cylindrica* à partir du mi-versant, sur les Ferric Paraplinthic Rhodic Ferralsols (rajeunis et remaniés) à moyenne profondeur (116 à 120 cm, figure 9b) et des Pseudogleyic Arenosols au bas de versant (figure 9c). L'aspect général des couleurs est rouge brunâtre à brun foncé pour les horizons de surface, bigarrés rouge noirâtre et brun tacheté (ocre, beige, rouille) en profondeur, pour les profils de mi versant. Le profil du bas de versant est brun foncé à clair pour les horizons de surface et gris tacheté, beige à gley (g) en profondeur. La texture est sablo-argileuse à sable grossier, avec un pourcentage d'éléments grossiers de 35,39% augmentant avec la profondeur pour les sols de mi-versant. En bas de versant, la proportion d'éléments grossiers (15,59%) dans le profil, baisse considérablement, même si le gradient reste identique aux sols précédents. La texture des sols est la même, à la différence que la taille des sables varient du grossier au fin.

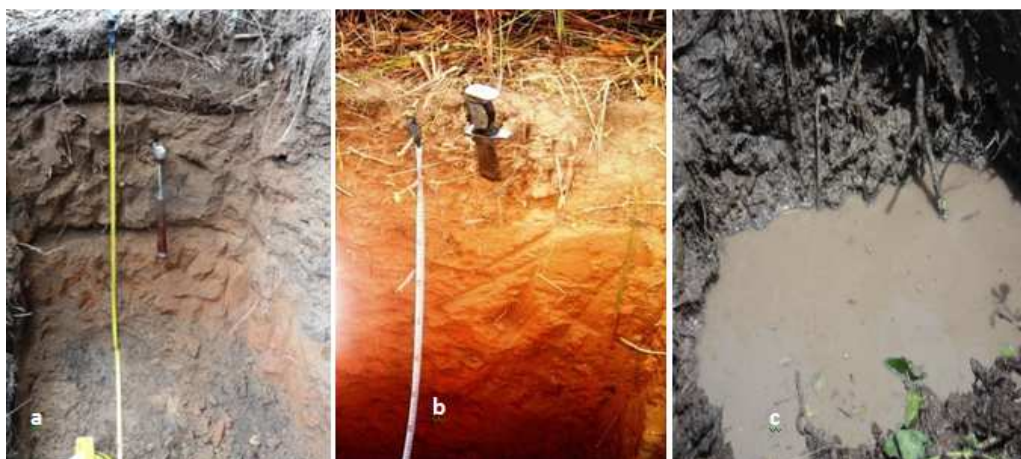


Figure 8 : Profils de sols à Abidjan (Ahoué) : (a) Sommet (Pseudogleyic Ferralsols) ; (b) Mi-versant (Ferralsols) ; (c) Bas de versant (Gleysols)

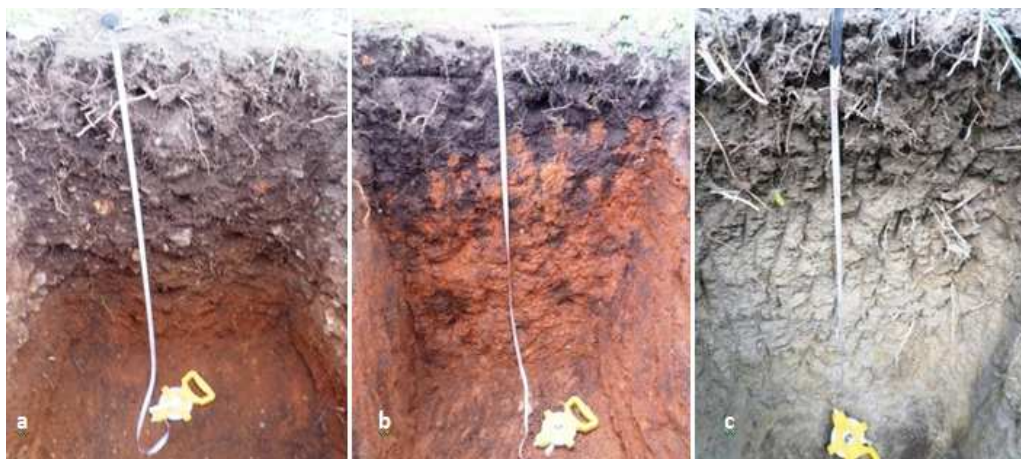


Figure 9 : Profils de sols à Bouaké (Yaokoffikro) : (a) Sommet (Paraplinthic Ferralsols) ; (b) Mi-versant (Ferric Paraplinthic Rhodic Ferralsols) ; (c) Bas de versant (Pseudogleyic Arenosols)

3.4 OCCUPATION DES SOLS INFESTÉS

Les sols des sites observés sont couverts par des peuplements naturels de plantes mais, aussi, occupés par des spéculations agricoles envahies par *Imperata cylindrica*. Les cultures industrielles telles que le palmier à huile, l'anacardier et le bananier plantain, ainsi que les cultures vivrières (maïs, manioc) y sont infestées par *Imperata cylindrica* (figure 10).



Figure 10 : Cultures infestées par *Imperata cylindrica* : (a) Palmier à huile à mi-versant, (b) Bananier plantain et (c) Maïs en bas de versant (Ahoué) ; (d) Anacardier à mi-versant et (e) Manioc en bas de versant à Bouaké

4 DISCUSSION

Il apparaît que les facteurs déterminants de la distribution de *Imperata cylindrica* sont la topographie, le type de végétation et l'occupation agricole, alors que le rôle des autres facteurs tels que les formations rocheuses et les types de sols dans son apparition n'est pas clairement avéré. En effet, nos travaux montrent que *Imperata cylindrica* est présente dans les différents agro-écosystèmes étudiés au Sud (Abidjan) et au Centre-Nord (Bouaké) du pays. Cette observation est confirmée par les travaux de [10], [24] qui stipulent que l'espèce n'est pas spécifique à une zone agroécologique en Côte d'Ivoire, à raison de sa forte propagation dans les milieux de culture. Cette espèce pousse particulièrement à partir du mi-versant jusqu'en bas de versant où les altitudes sont moyennes à faibles. Sa fréquence est remarquable dans les zones à pente moyenne et faible où il a été constaté que les densités sont plus abondantes, comme d'autres auteurs l'on fait remarquer ailleurs, à Tomoudi (Côte d'Ivoire) dans la zone de contact forêt/savane sur des Cambisols [13] et au Bénin [12] sur des Acrisols. Cette présence en ces lieux serait liée directement à l'influence de la topographie, de l'altitude et, indirectement, à la forte anthropisation [25]. L'effet combiné de ces facteurs entraîne la désorganisation de la phytocénose dont la conséquence est la modification des propriétés physiques et chimiques des sols [26], [27]. Les hautes altitudes et les pentes élevées réduisent les activités humaines au sommet des collines, ce qui se traduit par la présence d'une végétation reconstituée, en occurrence, la forêt galerie au Sud et la savane arbustive au Centre-Nord, grâce à une prolongation de la durée des périodes de Jachères. Ces zones seraient, par conséquent, moins exposées aux phénomènes physiques et chimiques de dégradations des sols tels que l'érosion, le lessivage et la lixiviation. Cette situation défavoriserait la propagation des herbes, particulièrement celle de *Imperata cylindrica*, en raison de la concurrence avec les espèces végétales feuillues et ombragées [28]. La présence de l'espèce en bas de versant serait occasionnée par une forte anthropisation, notamment, l'exploitation agricole, qui a entraîné la modification des paysages [18]. Cette modification a des répercussions sur la végétation et les sols. Ces zones, souvent défrichées pour les cultures et les jachères, parfois de courte durée (2 à 5 ans), sont colonisées par des espèces végétales de petites envergures. Ainsi, la plante apparaît fréquemment dans quelques années lorsque les forêts sont ouvertes pour l'agriculture ou l'exploitation forestière [30]. L'abondance de ces espèces pourrait constituer un indicateur de changement de milieu et un aspect de qualité de sol (fertile ou dégradé) [1]. [12] ont montré que la présence de *Imperata cylindrica* en bas de versant est liée à la dégradation chimique des sols et ont qualifié l'espèce comme étant un bioindicateur des milieux pauvres. Cette observation permet de justifier l'occurrence de l'espèce dans ces zones, en raison du manque de concurrence des autres espèces qui ne peuvent survivre sur des sols marginaux [30]. La présence de l'herbe sur les sols des différents milieux observés confirme son caractère ubiquiste souligné d'ailleurs par les travaux de plusieurs auteurs [5], [6], [24] pour lesquels la plante se propage sur une grande variété de sols. Son développement semble avoir une relation avec la mise en valeur continue des sols qui, par conséquent, influencerait la dégradation des milieux observés.

5 CONCLUSION

L'étude du pédopaysage de *I. cylindrica* montre que l'herbe n'est pas spécifique à une zone agroécologique donnée, mais apparaît plutôt suite à la modification de celle-ci. Ainsi, l'espèce semble ne pas avoir de préférence pour les types de sol mais, se développe du mi-versant au bas de versant, où les activités agricoles sont intenses. La présence de l'herbe dans les agro-écosystèmes de Ahoué et de Yaokoffikro, est influencée par la topographie, la végétation et les pratiques culturales. Sa fréquence dans ces milieux est à mettre en rapport avec la forte dégradation des sols qui résulte de la succession des cultures sur les sols à pentes faibles, associée à des périodes de jachères de courte durée. Il apparaît nécessaire d'envisager une étude plus approfondie sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols infestés par *I. cylindrica* en vue d'en évaluer leurs potentialités agricoles.

RÉFÉRENCES

- [1] M. M'BIANDOUN, H. GUIBERT, et J.P. Olin, " Caractérisation de la fertilité du sol en fonction des mauvaises herbes présentes," *Tropicultura*, vol. 24, no 4, pp. 247 – 252, 2006.
- [2] Meyer, J. Y., Loope, L., Sheppard A., Munzinger J., Jaffré T. Les plantes envahissantes et potentiellement envahissantes dans l'archipel néo-calédonien : première évaluation et recommandations de gestion, IRD, 66 p, 2006.
- [3] Müller, S., Les plantes invasives en France : état des connaissances et propositions d'actions. Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 168 p, 2004.
- [4] Chikoye, D., Characteristics and management of *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel in smallholder farms in developing countries. In Weed Management for Developing Countries Addendum 1 (Ed) by R. Labrada. Food And Agriculture Organisation Of The United Nations (FAO) Rome, 13p, 2003.
- [5] Holm, L. G., D. L. Pucknett, J. B. Pancho, and J. P. Herberger, The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Univ. Press of Hawaii, Honolulu, HI, 609 p, 1977.
- [6] Garrity, DP, Soekadi, M. Van Noordwijk, M., De la Cruz, R., Pathak, P.S., Gunasena, H.P.M., Van So, N., Huijun, G. & Majid, N. M., Les prairies d'*Imperata* de l'Asie tropicale: zone, la distribution et la typologie. Agroforestry Systems, pp. 3-29, 1997.
- [7] Chikoye, D., F. Ekeleme, and J.T. Ambe., Survey of distribution and farmers' perceptions of speargrass [*Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel] in cassava-based systems in West Africa. Int. J. Pest Manage, pp. 305-311, 1999.
- [8] FAO, Atelier de lutte contre l'*Imperata cylindrica*. Organisé par la Direction de la Production et Protection Végétale de la FAO (AGP), Rome, 17 Octobre 2000, Cotonou, Benin, 14 p, 2000.
- [9] M. N. K. BORAUD, J. KASSIN, S. AKE et J. GASQUEZ, " Impact agro écologique de simulation de culture transgénique de maïs résistant au glyphosate et effet répétitif d'un traitement herbicide sur la flore adventice en Côte d'Ivoire," *Sciences & Nature*, vol. 7, no. 1, pp. 41- 49, 2010.
- [10] Marnotte, P., et N'diaye, A. Stage de recyclage en malherbologie du 14-11-1987 au 13-01-1988 INSTITUT DES SAVANES/D.C.V. IDESSA/D.C.V. Côte d'Ivoire, 27 p, 1988.
- [11] B. M. ROSLI, A. YAHYA, S. J. S. J. MUHAMMAD, and P. ADAM, "Effect of glufosinate-ammonium, glyphosate and imazapyr herbicides at two spraying volumes on *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel," *WFLPublisher, Science and Technology. Journal of Food, Agriculture & Environment*, vol. 9, no. 3 and 4, pp. 854 - 857, 2011.
- [12] Koné, B., Amadji, G. L., Touré A., Togola, A., Mariko, M., and Huat, J., Case of *Cyperus* spp. and *Imperata cylindrica* Occurrences on Acrisol of the Dahomey Gap in South Benin as Affected by Soil Characteristics: A Strategy for Soil and Weed Management. Applied and Environmental Soil Science, 7 p, 2013.
- [13] Yao-Kouamé, A., Etude des sols brunifiés dérivés des matériaux volcano-sédimentaire de Cocody/UFR STRM, (2008) 210 p.
- [14] Merlier, H. Montegut, J., Adventices Tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales. République Française, Ministère des Relations Extérieures-Coopération et développement, 490 p, 1989.
- [15] Kouamé, N.F., Zoro Bi, I. A., Nouveau découpage de la zone de forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. Sciences & Nature, pp. 177 – 194, 2010.
- [16] Yaokokoré-Béibro, K.H., Diversité avifaunique de la forêt classée de la Besso, Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Sciences & Nature, pp. 207 – 219, 2010.
- [17] Lauginie, F., Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. NEI/Hachette et Afrique Nature, Abidjan, pp. 177-188, 2007.

- [18] Brou, Y. T., Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches. Université des Sciences et Technologies de Lille, 226 p, 2005.
- [19] Goedickemeier, I., Wildi, O., Kienast, F., Sampling for vegetation survey: some properties of a GIS-based stratification compared to other statistical sampling methods. *Coenoses* pp. 43-50, 1997.
- [20] N'Da, D., Kouakou N'Guessan, H., E., Egnankou Wadja, M. et Affian, K., Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire), *Revue Télédétection*, pp. 17-34, 2008.
- [21] R. BOULET, A. CHAUVEL, F-X. HUMBEL, et Y. LUCAS, "Analyse structurale et cartographie en pédologie. I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols," *Cah. ORSTOM., ser. Pédol.*, vol. XIX, no.4, pp. 309-321, 1982.
- [22] YAO-KOUAMÉ, A., NANGAH, K. Y., ALUI, K. A., N'GUESSAN, K. A., YAO, G. F. and ASSA, A., "Pedo-landscape and Development of lippia multiflora in the Southern Côte d'Ivoire. *Journal of Environmental Science and Technology*", vol. 2, no. 1, pp. 56-62, 2009.
- [23] Maignien, R., Manuel pour la description des sols sur le terrain. ORSTOM, Paris, (1980) 112 p.
- [24] Marnotte, P., Liste des mauvaises herbes de Côte d'Ivoire : Note technique, Syst/14/90, Filière Système IDESSA-DCV, 46 p, 1990.
- [25] Fried, G., Chauvel ,B., Reboud, X., Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques*, pp. 15-26, 2008.
- [26] Le Bissonnais, Y. et Arrouays, D., Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility. II. Application to humic loamy soils with various organic carbon content *European Journal of Soil Science*, pp. 39-49, 1997.
- [27] Tessier, D., Bruand, A., Le Bissonnais, Y., et Dambrine, E., Chemical and physical properties of soils in France. Spatial context and evolution. *Geologia Carpathica*, pp. 121-131, 1998.
- [28] Paul, R., et Elmore, C.D., Les mauvaises herbes et le syndrome de C4. Les mauvaises herbes Aujourd'hui, pp. 15: 3-4, 1984.
- [29] Ivens, G.W., *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. l'agriculture ouest africaine. BIOTROP publication spéciale, l'Indonésie. pp. 149-156, 1980.
- [30] Santoso, D., Adiningsih, S., Mutert, E., Fairhurst T., Noordwijk, M., Van Noordwijk, M. and Garrity, D. P., Gestion de la fertilité des sols pour la remise en état des prairies à *Imperata* par l'agroforesterie paysanne. *Agroforestry Systems*, pp.181-202, 1997.

Optimized Routing Approach using McCulloch-Pitts Neuron model

Sougata Chakraborty and Debabrata Sarddar

Computer Science & Engineering,
University of Kalyani,
Kalyani, West Bengal, India

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With the amelioration of the promising research work in the sphere of mobile communication and cloud computing, the swift and seamless data transmission stands on congestion control of the network. However, many a routing method involves to easing the congestion in the mobile network. Mostly, the prime focus of any routing algorithm remains towards the approach to the selection of the route in which path data packets are being sent efficiently. But the short fall of this concept is it cannot deal with the congestion prevention and congestion avoidance scenario. Our optimized routing approach with the help of artificial neural network will ensure relatively more smooth data transmission between any mobile device and cloud nodes across the global network by reducing the chance of arising congestion situation.

KEYWORDS: Cloud computing, Mobile communication, Congestion, Active Scanning, Passive Scanning.

1 INTRODUCTION

Mobile devices are constrained by their processing power, battery life and storage. Cloud computing is a model which can enable ubiquitous network access to a shared pool of configurable computing resources. It provides an environment of infinite number of computing resources. However, mobile cloud computing is a new platform combining the mobile telephony and cloud computing together to create a new infrastructure which can run rich mobile application with a rich user experience, whereby cloud performs the heavy lifting of computing-intensive tasks and storing massive amounts of data. In this new architecture, data processing and data storage happen outside of the mobile devices.

The first formal definition of an artificial neuron model based on the highly simplified considerations of the biological model was formulated by Warren McCulloch and Walter Pitts in 1943. The McCulloch-Pitts model of a neuron is characterized by its simple and precise mathematical definition. This model only generates a binary output and also the weight and threshold values are fixed.

The McCulloch-Pitts neural model is also known as linear threshold gate. It is a neuron of a set of inputs $I_1, I_2, \dots, I_N$ and one output y . The linear threshold gate simply classifies the set of inputs into two different classes. Thus the output y is binary. Such a function can be described mathematically using these equations:

$$Sum = \sum_{i=1}^N I_i W_i$$

$$y = f(Sum)$$

$W_1, W_2, \dots, W_N$ are weight values normalized in the range of either $(0, 1)$ or $(-1, 1)$ and associated with each input line, Sum is the weighted sum, and T is a threshold constant. The function f is a linear step function at threshold T as shown in. The symbolic representation of the linear threshold gate is shown in figure.

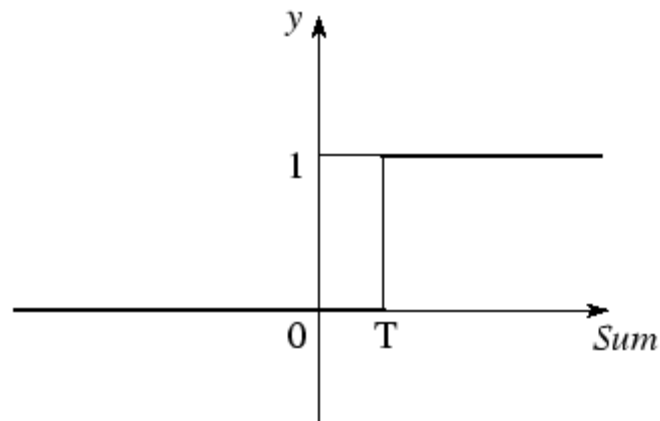


Fig. 1. Linear Threshold Function

Fig. 1 shows the representation of Linear Threshold Function.

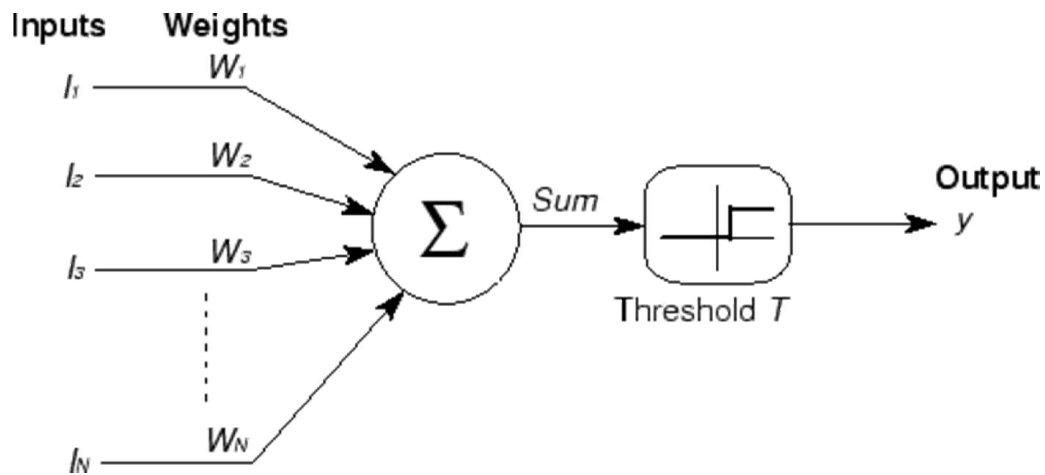


Fig. 2. McCulloch-Pitts Neuron model

Fig. 2 shows the McCulloch-Pitts Neuron model.

2 ACTIVE SCANNING & PASSIVE SCANNING

When a mobile station (MS) is moving away from its current Access Point (AP), it initiates the handoff process. Then the received signal strength and the signal-to-noise-ratio have decreased significantly. The mobile station (MS) scans the channels which the new base station (BS) uses. The station STA now begins MAC (Medium access control) layer scanning to find new Access Points.

- Active Scanning - The client actively searches for an Access Point. This process usually involves the client sending probe requests on each channel it is configured to use and waiting for probe responses from Access Points. Then the client determines which AP is the ideal one to roam.
- Passive Scanning - The client does not transmit any frames but rather listens for beacon frames on each channel. The client continues to change channels at a set interval, just as with active scanning, but the client does not send probe requests.

3 RELATED WORK

In their paper "A novel approach on weight based optimized routing for mobile cloud computing", Sarddar et al. (2015) have proposed a weight-based route selection algorithm designed with two fundamental network properties i.e. cost of path and channel capacity of a link. Their proposed algorithm, also suggests the method of selection of the base station before routing calculation and implementation. Even their proposed algorithm significantly enhanced time and energy savings through load balancing while routing mobile network transmissions connected to a cloud environment.

In their paper "A Mobile Cloud Computing Architecture with Easy Resource Sharing", Sarddar et al. (2014) have proposed a model which would allow mobile device users to use cloud-based applications. Through their research paper, they have demonstrated use of a resource manager that enables easy resource sharing. Not only does this translates into savings in terms of power consumption, but also shortens the time it takes for communications to take place.

In the paper "Green Cloud Computing using Artificial Neural Networks" by Twinkle Bedi (2014), we have seen the results of simulation work performed to enhance the effectiveness of Green Cloud Computing using Artificial Neural Networks.

In the paper "A Neural Networks-Based Hybrid Routing Protocol for Wireless Mesh Networks" by Nenad Kojić et al. (2012) a new hybrid routing protocol for wireless mesh networks is presented. They have created new routing metrics based on multi-criteria optimization. They have observed several network parameters in order to provide optimized usage of network resources and network stability. For this purpose they have started with Hopfield neural network and suggested its modification addressed to the improvements of the routing performances in real conditions. Intensive simulations confirm that the use of artificial intelligence can be very efficient in routing, even in the case of dynamical environment.

Kojić et al. have also shown the efficient neural network algorithm for optimization of routing in communication networks in the entitled paper "Neural Network for Optimization of Routing in Communication Networks" (2006).

Overall, the design of a neural network in cloud computing is briefly discussed in the paper "Neural Network Design in Cloud Computing" by B. Rajkumar et al. (2013).

We have studied the real life application and the historical back ground from the paper "Real – World Applications of Neural Network" by Nwankwo Nonso Prince (2011).

In the paper "Optimization of Routing Algorithm using Fuzzy Neural Network" (2012) Arun K. Patel has found the best route through a wide area network (WAN) and optimized the fuzzy reasoning and neural network based routing algorithm.

4 METHOD

Our proposed method aims at the proper route selection of any mobile network for message delivery. Improper routing can cause problems like packet dropping and packet delay. In this paper, we have proposed an optimized routing approach using McCulloch-Pitts Neuron model.

We already know,

Throughput = Maximum number of data packets sent / Unit time

And,

Efficiency = Throughput / Maximum capacity of the communication channel

Hence, 'Efficiency' could be the input parameter. Assume if calculated value of 'Efficiency' is greater than and equal to 0.5 then set input as binary '1'.

The weight factor 'W' can be obtained from the distance between two nodes. Using 'ping' command over the entire node's IP address we can get the network latency time. Assume each and every network latency time as the weights of the constituent edges of the network.

In a complex network, data packets can be forwarded from the source to destination through several paths. The real complex network can be compared with the multilayer perceptron (MLP) which is truly a feed forward artificial neural network by its nature.

However, we can easily compute the $\sum$ value from McCulloch-Pitts Model equation for all the possible paths between source and destination.

Thus, from the following output activation function, we can simply take decisions on finding out the optimized routes in which paths data packets can be sent efficiently.

$$y = 0 \text{ if } IW < 0$$

And,

$$y = 1 \text{ if } IW \geq 0$$

5 RESULTS & DISCUSSION

By using 'Active Scanning' mechanism, we have determined the nodes in which data packets are being forwarded. Then we are optimizing the route selection process with the afore-said method.

The function that maps the net input value to the output signal, is known as activation function. Sigmoid functions can approximate the step function to the desired extent. Binary sigmoid or logistic sigmoid is defined by

$$g(x) = \frac{1}{1 + e^{-\theta x}}$$

Where θ is known as steepness parameter.

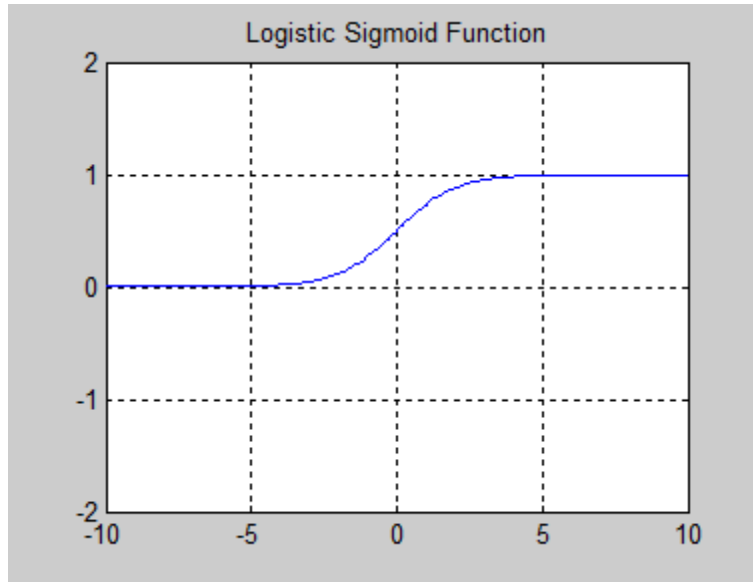


Fig. 3. Sigmoid Function

Fig. 3 shows the response of Sigmoid Function.

6 CONCLUSION

In this paper, we have presented our research work towards optimized route selection technique. This method can be used in irrespective of any wired or wireless network and even mobile or cloud network also. In future work, we plan to develop a new algorithm which might take care of more real time scenarios where the application of parallelism will enhance the performance improvement up to its apex level.

ACKNOWLEDGMENT

I would like to convey my profound respect and sincerest gratitude to my reverend research advisor Asst. Prof. Dr. Debabrata Sarddar for sparing his precious time and integrating new flawless ideas at every stage of our work. Without his

spontaneous kind co-operation, motivation, and meticulous guidance, I would not have been able to carry out this research work successfully.

REFERENCES

- [1] Debabrata Sarddar, Rajesh Bose and Sudipta Sahana, "A novel approach on weight based optimized routing for mobile cloud computing", *Brazilian Journal of Science and Technology a SpringerOpen Journal*. Braz J Sci Technol (2015) 2:3 DOI 10.1186/s40552-015-0008-x. June 2015.
- [2] Debabrata Sarddar, Rajesh Bose, "A Mobile Cloud Computing Architecture with Easy Resource Sharing", *International Journal of Current Engineering and Technology*. Vol.4, No.3 (June 2014) E-ISSN 2277 – 4106, P-ISSN 2347 – 5161.
- [3] Twinkle Bedi, "Green Cloud Computing using Artificial Neural Networks", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. Volume 4, Issue 5, May 2014. ISSN: 2277 128X.
- [4] Nenad Kojić et al, "A Neural Networks-Based Hybrid Routing Protocol for Wireless Mesh Networks", MDPI, Basel, Switzerland. May 2012. *Sensors (Basel)*. 2012; 12(6): 7548–7575.
- [5] Nenad Kojić et al, "Neural Network for Optimization of Routing in Communication Networks", *FACTA UNIVERSITATIS (NIS) SER.: ELEC. ENERG.* vol. 19, no. 2, August 2006, 317-329.
- [6] B. Rajkumar et al, "Neural Network Design in Cloud Computing", *International Journal of Computer Trends and Technology*- volume4 Issue2- 2013.
- [7] Nwankwo Nonso Prince, "Real – World Applications of Neural Network", *International Conference on Advancements in Information Technology With workshop of ICBMG 2011 IPCSIT* vol.20 (2011) © (2011) IACSIT Press, Singapore.
- [8] Arun K. Patel, Mukesh Yadav, "Optimization of Routing Algorithm using Fuzzy Neural Network", *Asian Journal Of Computer Science And Information Technology* 2: 7 (2012) 180-183.

AUTHOR'S NAMES AND AFFILIATIONS

Sougata Chakraborty is a Senior System Engineer at IBM India Private Limited in Kolkata. He completed M.Tech in Computer Science & Engineering from Jadavpur University in 2011. He had also completed B.Tech in Information Technology from Murshidabad College of Engineering & Technology under West Bengal University of Technology in 2008. His research interests include Cloud Computing and Mobile Computing.

Email: me.sougata.chakraborty@gmail.com



Debabrata Sarddar, Assistant Professor in the Department of Computer Science and Engineering, University of Kalyani, Kalyani, Nadia, West Bengal, INDIA, completed Ph D at Jadavpur University. He completed M. Tech in Computer Science & Engineering from DAVV, Indore in 2006, and B.E in Computer Science & Engineering from NIT, Durgapur in 2001. He published more than 150 research papers in different journals and conferences. His research interest includes wireless and mobile system and Cloud computing.

Email: dsarddar1@gmail.com

