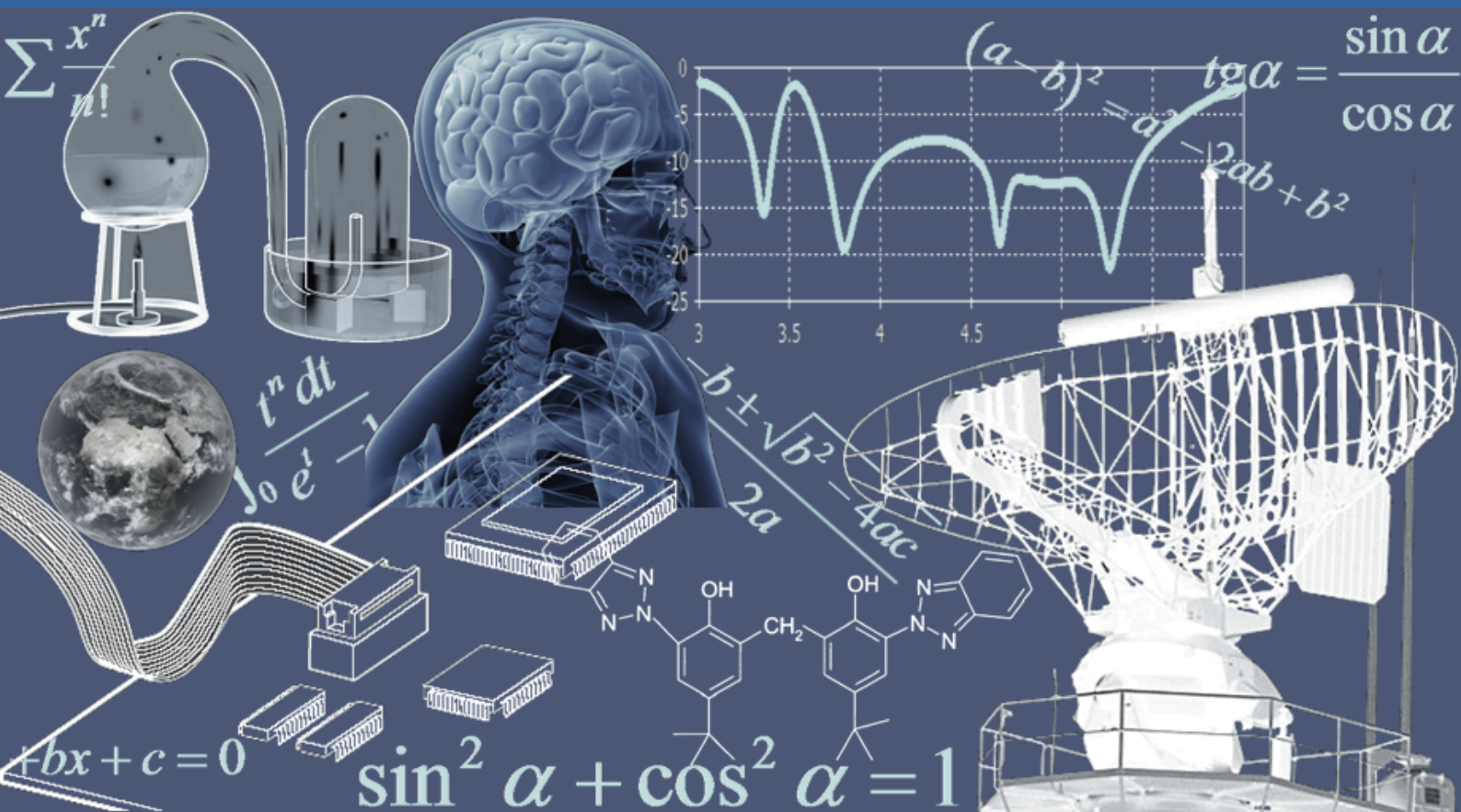


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 13 N. 3 November 2015



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

International Journal of Innovation and Applied Studies (ISSN: 2028-9324) is a peer reviewed multidisciplinary international journal publishing original and high-quality articles covering a wide range of topics in engineering, science and technology. IJIAS is an open access journal that publishes papers submitted in English, French and Spanish. The journal aims to give its contribution for enhancement of research studies and be a recognized forum attracting authors and audiences from both the academic and industrial communities interested in state-of-the art research activities in innovation and applied science areas, which cover topics including (but not limited to):

Agricultural and Biological Sciences, Arts and Humanities, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Business, Management and Accounting, Chemical Engineering, Chemistry, Computer Science, Decision Sciences, Dentistry, Earth and Planetary Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Environmental Science, Health Professions, Immunology and Microbiology, Materials Science, Mathematics, Medicine, Neuroscience, Nursing, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceuticals, Physics and Astronomy, Psychology, Social Sciences, Veterinary.

IJIAS hopes that Researchers, Graduate students, Developers, Professionals and others would make use of this journal publication for the development of innovation and scientific research. Contributions should not have been previously published nor be currently under consideration for publication elsewhere. All research articles, review articles, short communications and technical notes are pre-reviewed by the editor, and if appropriate, sent for blind peer review.

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

Investigation sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre dans l'enseignement supérieur	488-496
Potentiel des Machines à Vecteurs de Support (SVMs) pour la classification des taux d'argile et de carbonate de calcium à partir de la télédétection hyperspectrale	497-506
Etude des performances épuratoires de la technique de Lagunage naturel de la station d'épuration des eaux usées domestique de la ville d'Azilal -MAROC-	507-517
Total phenolic compounds and antioxidant potential of quince (<i>Cydonia oblonga</i> Miller) leaf methanol extract	518-526
Le maraîchage et l'accès aux facteurs de production dans le contexte socio-économique de Lubumbashi	527-537
Vers une nouvelle architecture du système de gestion financière publique : Cas de l'université marocaine	538-547
Management Status of the Primary Cooperative in Northern Samar, Philippines	548-552
Caractéristiques physiques du bois Rônier (<i>Borassus aethiopum</i> Mart., Arecaceae) du Tchad / Afrique Centrale	553-560
Analyse des propriétés hydrodynamiques de l'aquifère fissuré du socle paléoprotérozoïque : Aide à l'approvisionnement en eau potable des populations de la région de Bondoukou (Nord-est de la Côte d'Ivoire)	561-580
Scénarisation pédagogique et simulation de l'effet de la force de Coriolis sur une bille en chute libre verticale considérée dans un référentiel terrestre	581-599
Le rôle de la communication interculturelle dans l'intégration des cadres étrangers et dans la réalisation de leurs objectifs professionnels: cas des établissements hôteliers d'AGADIR	600-614
Géochimie des eaux du barrage Bezirk dans le Cap Bon, Tunisie	615-628
Dialogue of Hermeneutics and Deconstruction	629-637
DETERMINANTS DE L'INSUFFISANCE DE SOINS INFIRMIERS DE QUALITE EN HOSPITALISATION	638-642
Pratiques sylvicoles des pasteurs transhumants dans les agroforêts sèches du Nord Cameroun (Afrique centrale)	643-655
Study on Batch Fermentation Kinetics of L-Lysine by <i>C. glutamicum</i> immobilized on complex carriers of Alginate and Bacterial Cellulose and investigate its reused ability for further fermentative cycle	656-662
DETERMINATION THE OPTIMUM FERMENTATION IN OBTAINING NATTOKINASE BY <i>BACILLUS SUBTILIS</i> NATTO	663-668
LANGUAGE AND CULTURE AMONG THE YORUBA: A STUDY OF ARGOT, CANT, JARGONS AND SLANG AS FORERUNNERS OF NEW IDIOMS AND IDIOMATIC EXPRESSIONS IN THE 21ST CENTURY	669-676
Prevalence of toxoplasma gondii in Tuberculosis patients in Sudan	677-680
Etude comparative des indices d'activité antioxydante des extraits du Cérium et du DPPH: Application sur trois plantes médicinales locales	681-690
Contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour un système de production	691-703
Marketing Territorial de Casablanca : Etude de l'Image de Marque	704-714
Essai d'une nouvelle analyse de l'assurance-vie en Droit musulman et son évaluation à l'assurance-vie conventionnelle	715-721
Understanding Core Competency of Small and Medium-sized Enterprises: A comparative Study in Tanzania and China	722-733
Linear Decoding of QO-STBC under Imperfect Channel Estimation Conditions	734-741

Investigation sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre dans l'enseignement supérieur

[Investigation on teaching and learning of the Earth's Coriolis force at the University]

Karoum Limame¹⁻² and Salaheddine Sayouri²

¹Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF) de Fès, Rue de Kuwait, BP 49, Fès, Morocco

²Laboratoire de Physique Théorique et Appliquée (LPTA), FSDM B.P. 179, Fès, Morocco

Copyright © 2015 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 obstacles to the understanding and the assimilation of physical concepts are very often very complex to perceive and, therefore, methodologies, approaches and reforms that can overcome these barriers are continuously proposed by the Ministry of Education. In the present tentative, which may be considered as a first step to a more developed work, we proposed a questionnaire to future physics and chemistry teachers in secondary schools (at CRMEF of Fez, Morocco). In addition, we were able, through discussions with physics university professors, to have an idea about the reactions of the students on the problem, The objective was to identify difficulties and barriers faced by those students during the teaching and learning of the concept of the earth's Coriolis force. This work, which constitutes a part of an action research, could allow the desired solutions to the barriers mentioned above. The collected results revealed a misperception of the concept associated with the Earth's Coriolis force, pointing out that teaching strategies have to be reviewed, and that pedagogical tools have to be implicated in these strategies.

KEYWORDS: Coriolis force, geocentric referential, terrestrial referential, pedagogic tools, Questionnaire.

RESUME: Les obstacles à une compréhension et à une assimilation des concepts physiques enseignés dans les cycles de l'enseignement universitaire s'avèrent très souvent très difficile à surpasser, et, de ce fait, des méthodologies et approches pouvant écarter ces obstacles sont proposés au fil des années et des diverses réformes de l'enseignement mises en place par le Ministère de tutelle. Dans le présent travail, qui constitue une ébauche à un travail plus développé en cours de préparation, nous avons établi un questionnaire, soumis à un échantillon constitué d'enseignants de physique-chimie du cycle secondaire qualifiant en cours de formation au CRMEF de Fès. En outre, nous avons pu, via un entretien avec des professeurs universitaires de physique, d'ores et déjà, avoir une idée sur les réactions des étudiants concernant la question. L'objectif étant de cerner les difficultés et obstacles que rencontrent les étudiants lors de l'enseignement et l'apprentissage du concept de la force de Coriolis terrestre au programme de la mécanique. Ce travail s'insère dans le cadre d'une recherche-action susceptible de permettre la proposition de solutions aux entraves sus mentionnés. L'exploitation des résultats du dépouillement du questionnaire ont confirmé la faible perception du concept associé à la force de Coriolis terrestre, mettant en cause les stratégies d'enseignement qui souffre du manque de supports pédagogiques dédiés à l'enseignement de cette force en particulier.

MOTS-CLEFS: Force de Coriolis, référentiel géocentrique, référentiel terrestre, Outil pédagogique, Questionnaire.

1 CADRE THEORIQUE

La force de Coriolis est une force qui dévie la trajectoire d'un objet considéré en mouvement dans un système en rotation. Elle s'applique en particulier sur la terre à tout corps en mouvement, par suite de la rotation de notre planète autour de l'axe des pôles. En 1835 l'ingénieur français Gustave Coriolis déduisit cette force a des forces qui agissent sur les corps en déplacement dans un système en rotation et l'a appelée "force centrifuge composée" [1-2]. Au 19^{ème} cycle cette force fut communément appelée force de Coriolis.

Historiquement la force de Coriolis fut liée à la question posée par Aristote sur le mouvement de la terre : la Terre tourne-t-elle sur elle-même ? Cette même question a été évoquée deux mille ans plus tard par Tycho Brahé (1546-1601), et Giovanni Borelli (1608-1679) [3,4]. Depuis cette date de nombreuses études se poursuivirent pour mettre en évidence l'effet de la rotation de la terre sur un corps en mouvement sur la terre. Cet effet s'avéra plus tard être l'une des manifestations de la force Coriolis.

Cette force a été mise en évidence par plusieurs expériences effectuées au fil du temps, par exemple au moyen de l'étude d'un point matériel lâché verticalement sans vitesse initiale [4-6] et par le pendule de Foucault [7]. Un objet qui se déplacerait dans une direction vers le nord ou vers le sud serait dévié en fonction de la rotation de la terre.

L'expression mathématique de la force de Coriolis est déduite à partir des lois des compositions des accélérations.

Soit R' un référentiel d'origine O' en mouvement quelconque par rapport à un référentiel galiléen R d'origine O. D'après la composition des accélérations, l'accélération $\vec{a}_{M/R}$ par rapport à R d'un point M en mouvement par rapport à R' est :

$$\vec{a}_{M/R} = \left. \frac{d^2 \vec{OM}}{dt^2} \right)_{R'} + \vec{a}_{O'/R} + \frac{d\vec{\Omega}_{R'/R}}{dt} \wedge \vec{O'M} + \vec{\Omega}_{R'/R} \wedge (\vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{O'M}) + 2\vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{V}_{M/R'} \tag{Eq.1}$$

$$= \vec{a}_{M/R'} + \vec{a}_e + \vec{a}_c$$

Où

$$\vec{a}_{M/R'} = \left. \frac{d^2 \vec{OM}}{dt^2} \right)_{R'}, \vec{a}_e = \vec{a}_{O'/R} + \frac{d\vec{\Omega}_{R'/R}}{dt} \wedge \vec{O'M} + \vec{\Omega}_{R'/R} \wedge (\vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{O'M}) \text{ et } \vec{a}_c = 2\vec{\Omega}_{R'/R} \wedge \vec{V}_{M/R'}$$

L'accélération absolue ($\vec{a}_{M/R}$) est la somme géométrique de l'accélération relative de M ($\vec{a}_{M/R'}$), de l'accélération d'entraînement (\vec{a}_e) et d'un terme complémentaire (\vec{a}_c) égale au double produit vectoriel de la rotation d'entraînement $\vec{\Omega}_{R'/R}$ et de la vitesse relative de M ($\vec{V}_{M/R'}$).

Si le point M de masse m est soumis à la somme des forces $\sum \vec{F}$, Dans le référentiel R (absolu) la loi fondamentale de la dynamique s'écrit dans R:

$$\left. \frac{d\vec{P}_{M/R}}{dt} \right)_{R'} = m\vec{a}_{M/R} = \sum \vec{F} \text{ soit } m(\vec{a}_{M/R'} + \vec{a}_e + \vec{a}_c) = \sum \vec{F} \tag{Eq.2}$$

On obtient
$$\left. \frac{d\vec{P}_{M/R'}}{dt} \right)_{R'} = \sum \vec{F} - m\vec{a}_e - m\vec{a}_c \tag{Eq.3}$$

Cette équation reliant la quantité de mouvement de M, $\vec{P}_{M/R'}$, par rapport à R', à la somme des forces; montre que la loi fondamentale de la dynamique peut être appliquée dans un référentiel quelconque, à condition qu'on ajoute aux forces extérieures, deux forces supplémentaires, $\vec{F}_e = -m \vec{a}_e$ et $\vec{F}_c = -m \vec{a}_c$ appelées respectivement force d'entraînement et force de Coriolis. Ces deux forces sont appelé ainsi forces d'inertie.

Dans le cas de la force de Coriolis terrestre, R est le repère géocentrique et R' est le repère terrestre lié au corps en mouvement.

2 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

La force de Coriolis n'est pas une vraie force physique, elle n'est pas liée à une interaction physique, mais liée au changement de point de vue d'observateur, c'est à dire à la nature des référentiels ; c'est ainsi qu'elle est souvent appelée force fictive, pseudo-force ou force de repère. Elle constitue un moyen de montrer que les lois de la mécanique changent lorsqu'on change de point de vue (nature des référentiels galiléens ou non galiléens). En outre cette force ne travaille pas, ne peut accélérer une particule, mais cause une déviation de sa trajectoire, ce qui pourrait être source de doute quant à l'effet de cette force chez l'apprenant.

La notion de la force de Coriolis est basée sur l'accélération de Coriolis qui ne découle pas directement d'une « dérivation d'une vitesse », ce qui engendre une conception erronée de la grandeur physique chez l'apprenant même si l'analyse dimensionnelle de son expression confirme sa nature comme accélération.

De toutes ces considérations, l'enseignement et l'apprentissage de cette force sont l'objet de plusieurs difficultés aussi bien pour les apprenants pour bien l'assimiler que pour les professeurs pour l'enseigner. En plus, l'introduction de cette force fait appel à plusieurs concepts mathématiques et physiques : produit vectoriel, pseudo vecteur, référentiel galiléen, référentiel non galiléen, rotation,...

Signalons que des études [6], ont mis le doigt sur les difficultés de compréhension et de perception, qu'éprouvent les étudiants en Océanographie et en Météorologie dynamique, lors de l'introduction du concept de la force de Coriolis dans le cours de mécanique appliquée. En effet, cette force revêt, via ses effets notoires, un important rôle quant aux calculs et aux prévisions faits dans le cadre des deux sciences mentionnées ci-dessus.

Le chapitre traitant la force de Coriolis terrestre se situe dans les curricula du programme de la mécanique, destiné à la première année de toutes les filières scientifiques de l'enseignement supérieur et des classes préparatoires aux grandes écoles.

A notre connaissance, cette force est peu abordée au niveau didactique. Et pour mettre le point sur les obstacles qui entravent son enseignement et son apprentissage, nous avons mené une investigation sur ce sujet. A cet égard, nous avons formulé deux hypothèses que nous allons vérifier au cours de cette recherche :

- Le manque de supports didactiques dédiés à l'enseignement de cette force;
- Le manque de scénarisation pédagogique destinée à l'enseignement de cette force.

Notre étude est basée sur l'analyse des entretiens effectués avec des professeurs universitaires, de la faculté des sciences Dhar Mehrez Fès, et des réponses d'enseignants en cours de formation au cycle secondaire qualifiant, filière Physique Chimie du centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation (CRMEF, Fès Boulemane), à un questionnaire. L'accès à ce cycle est conditionné par la réussite au concours d'entrée des candidats titulaires au moins d'une licence en sciences physiques, ou en chimie ou d'un diplôme équivalent.

Les professeurs universitaires avec lesquels nous avons effectué les entretiens, possèdent une grande expérience dans le domaine de l'enseignement de la physique, et plus particulièrement celui de la mécanique.

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une recherche action afin de proposer des solutions susceptibles d'aider à aplanir les difficultés de compréhension auxquelles font face les étudiants.

3 METHODOLOGIE

Nous avons jugé de faire une mise au point concernant les méthodes d'enseignement et d'apprentissage de la force de Coriolis, et ce par le biais d'une recherche exploratoire. La méthodologie adoptée dans ce travail s'articule sur les points suivants :

- Analyse des documents et des travaux de recherche effectués sur l'étude et l'enseignement de la force de Coriolis;
- Brainstorming : Un remue-méninge et une concertation avec des professeurs de l'enseignement supérieur qui ont une large expérience professionnelle (les gens ressource), et qui ont enseigné la mécanique. La discussion porte sur les questions relatives à leurs pratiques pédagogiques et les supports utilisés, sur le degré d'assimilation des apprenants de la force de Coriolis et leurs suggestions pour améliorer l'enseignement de ce concept. (voir annexe A)
- Elaboration d'un questionnaire aux apprenants:

Le questionnaire comporte 9 questions relatives :

- A l'identification des stagiaires (Q1) ;
- Au thème étudié (Q2-Q6) ;
- Aux outils et supports didactiques utilisés dans l'enseignement de cette force (Q7-Q8) ;

Aux éventuelles interrogations que pourraient se poser les stagiaires en rapport avec cette force (Q9) (voir annexe B).

- Soumission du questionnaire;

Le questionnaire a été soumis au CRMEF Fès Boulemane, à une cible constituée de tous les enseignants (es) en cours de formation du cycle secondaire qualifiant de la filière Physique Chimie, au nombre de 55. Cet échantillon est représentatif, car les étudiants le constituant proviennent de différents établissements (Faculté des sciences Dhar Mehrz Fès, Faculté polydisciplinaire de Taza, Faculté des sciences de Meknès, Faculté polydisciplinaire de Beni Mellal, FST de Beni Mellal, FST de Fès-Saiss, Faculté des sciences de Meknès, Faculté des sciences de Kenitra) permettant d'embrasser différentes pratiques pédagogiques.

Pour préserver l'anonymat des enseignants, leurs questionnaires ont été identifiés par une codification de 1 à 55. Une durée de 20 minutes leur a été accordée pour répondre au questionnaire.

- Analyse et interprétation des résultats obtenus.

4 RESULTATS ET ANALYSE

4.1 RESULTATS DU BRAINSTORMING

Les professeurs ont déclaré qu'ils abordent cette force lors du cours magistral sur la dynamique du point matériel, sans support pédagogique, et en travaux dirigés sous forme d'exercices classiques. Cependant, aucune manipulation pouvant servir de vérification de l'effet de cette force n'est disponible, A défaut d'expériences pratiques, et pour vulgariser cette force, ils se limitent à donner des commentaires et des exemples. En outre, ils réaffirment que les étudiants trouvent des difficultés pour la perception de cette force, et jugent nécessaire d'inclure l'étude de cette force dans les travaux pratiques au moyen de manipulations.

4.2 RESULTATS DU QUESTIONNAIRE

Les résultats aux réponses sont donnés, ci-après, en pourcentage.

Q-1 Identification de la cible

L'échantillon pour cette étude est constitué des futurs enseignants (es) de physique-chimie du secondaire qualifiant, de taille N=55, poursuivant leur formation au CRMEF de Fès. Les informations recueillies auprès de la cible sont regroupées sur le tableau 1, et illustrées en pourcentage sur la figure 1.

Tableau 1. Les informations recueillies auprès de la cible

	Titulaires d'un master	Titulaires d'une licence
Physique	11	34
Chimie	3	7
Total	14	41

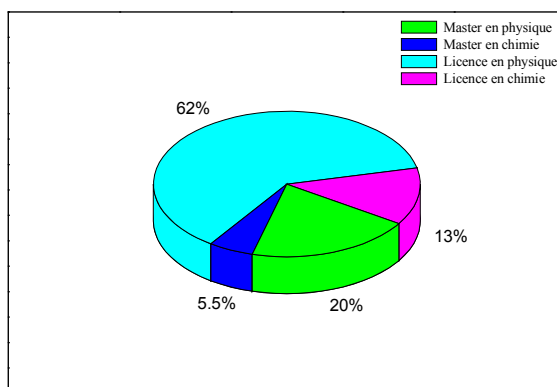


Fig .1. Illustration en pourcentage des informations recueillies auprès de la cible.

Q2- Quelle est l'origine de la force de Coriolis terrestre?

- Réponse correcte : 12.73 ;
- Réponse fautive : 50.91 ;
- Aucune réponse : 36.36.

Il est clair alors que la majorité des étudiants ignore l'origine de la force de Coriolis terrestre.

Q3- Quelle est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement?

- Réponse correcte : 5,45 ;
- Réponse fautive : 70.90;
- Aucune réponse : 23.64.

Q4- Quel est l'effet de la force de Coriolis sur un point matériel lâché verticalement sans vitesse initiale ?

- Réponse correcte : 10.91 ;
- Réponse fautive : 23.63 ;
- Aucune réponse : 65.45.

Q5- L'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement est-il étudié et prouvé expérimentalement ?

- Réponse affirmative : 18.18 ;
- Réponse négative : 14.54 ;
- Aucune réponse : 67.27.

Q6- Pensez-vous qu'il est facile de réaliser des expériences pour mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?

- Réponse affirmative : 14.54 ;
- Réponse négative : 52.73 ;
- Aucune réponse : 32.72.

Q7- Vous a-t-on fait faire des manipulations (expériences) étudiant l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement?

- Réponse négative : 89.09 ;
- Aucune réponse : 10.91.

Cependant, pour certains interrogés, le seul 'contact' avec cette force, sans interprétation physique, a été pris par le biais de sa formulation mathématique.

Q8- Avez-vous utilisé des ressources numériques pour étudier et mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement?

- Réponse négative: 74.54;
- Réponse affirmative (sans spécifier les ressources utilisées) : 9.09;
- Aucune réponse : 16.36.

Q9-Avez-vous des questions sur l'effet de la force de la force de Coriolis terrestre?

Seuls 38.18 des questionnés ont posé des questions sur cette force. Les questions recueillies (Fréquence entre parenthèses) sont :

- Signification physique de cette force (10);
- Origine et effet de cette force (10);
- Réalité de cette force (2);
- Exemples concrets et réels pour bien assimiler le(les) concept(s) associé(s) à cette force (2);
- Peut-on la considérer comme une force de frottement ?
- Aurait-elle le même effet sur les deux pôles nord et sud de la terre ?
- Est-ce que tous les corps subissent cette force ?
- Peut-on éliminer l'effet de cette force ?
- Peut-on exprimer mathématiquement cette force ?
- Serait-ce nécessaire d'introduire cette force sachant qu'elle est représentée par un pseudo- vecteur;
- Avoir le plus d'informations possibles sur cette force.

A partir de l'analyse des résultats du questionnaire, nous constatons que la majorité des interrogés ne connaissent ni l'origine ni l'effet de la force de Coriolis terrestre, et un bon pourcentage d'eux n'a pas répondu à cette question. Il est donc clair que les étudiants n'ont pas compris la force de Coriolis au cours de leur formation universitaire. En outre, presque la totalité des interrogés a déclaré n'avoir réalisé ni expérience (Travaux pratiques) ni ressources numériques comme supports lors de l'enseignement de la force de Coriolis. En effet, 14.54% des interrogés pensent qu'il est facile de réaliser des expériences pour mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre, contre 52.73% qui croient le contraire et 32.72% n'ayant pas exprimé leurs points de vue, ce qui prouve l'absence de l'utilisation du support didactique dans l'enseignement de la force de Coriolis.

L'analyse des questions des interrogés montre qu'on peut résumer leurs réponses en l'existence de lacunes de compréhension quant à l'origine, la nature, l'effet et la signification physique de la force de Coriolis. Nous constatons, en outre, que les interrogés jugent impératif la réalisation d'expériences pour aplanir les difficultés de perception et de compréhension de cette force.

Pour étudier l'impact de la formation, ainsi que le niveau de formation sur l'apprentissage de la force de Coriolis, nous avons fait une analyse croisée des tableaux 1 et 2 regroupant respectivement les pourcentages des réponses par niveau académique (Tableau 2) et par option (physique ou chimie) (Tableau 3).

Tableau 2. Pourcentages des réponses par niveau de formation

	Oui/Vraie*		Non/Fausse*		Aucune réponse	
	Master	licence	Master	licence	Master	licence
Q2*	0%	17.07%	57.14%	48.78%	42.86%	31.11%
Q3*	7.14%	4.87%	14.28%	24.4%	78.57%	68.30%
Q4*	21.43%	5.8%	21.43%	24.4%	57.14%	68.30%
Q5	14.28%	19.52%	14.28%	14.63%	71.42%	65.85%
Q6	21.43%	11.11%	21.43%	65.34%	57.14%	24.4%
Q7	0%	0%	92.86%	87.80%	7.14%	12.20%
Q8	0%	12.20%	71.43%	75.6%	28.75%	12.20%
Q9	64.29%	29.26%	35.71%	70.73%	-	-

Tableau 3. Pourcentages des réponses par option (physique ou chimie).

	Oui/Vraie*		Non/Fausse*		Aucune réponse	
	Physique	Chimie	Physique	Chimie	Physique	Chimie
Q2*	8.88%	30%	53.33%	40%	37.77%	40%
Q3*	4.44%	10%	22.22%	30%	73.33%	60%
Q4*	13.13%	0%	17.77%	50%	68.88%	50%
Q5	22.22%	0%	11.11%	30%	66.66%	70%
Q6	11.11%	30%	53.33%	50%	35.55%	20%
Q7	0%	0%	91.11%	80%	8.88%	20%
Q8	6.66%	0%	77.79%	80%	15.55%	20%
Q9	35.56%	40%	64.44%	60%	-	-

Les principaux résultats qui en ont découlé sont développés ci-dessous.

- Le pourcentage de ceux qui ont une formation en chimie, et ayant répondu correctement aux questions relatives à la force de Coriolis (Q2, Q3), est supérieur à celui de ceux ayant une formation en physique
- Ceux qui ont une formation en chimie ont déclaré qu'ils n'ont utilisé aucun support pédagogique (expérience et/ou ressources numériques), tandis que 6.66% de ceux qui ont une formation en physique, et plus particulièrement ceux qui ont une licence, ont déclaré avoir utilisé des supports numériques, mais sans les spécifier, et n'ont utilisé aucune expérience.
- Un bon pourcentage de ceux qui ont un master en sciences physique a posé des questions sur la force de Coriolis, et un très faible pourcentage d'eux a reconnu que l'effet de la force de Coriolis terrestre peut être étudié et prouvé expérimentalement.
- Tous les licenciés en chimie ne connaissent pas l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps lâché verticalement sans vitesse initiale, et ne reconnaissent pas que l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement peut être étudié et prouvé expérimentalement.
- Un très faible pourcentage des licenciés en physique déclare qu'il a utilisé des ressources numériques, sans les préciser, pour étudier et mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement.

De ce qui précède, nous ne pouvons pas conclure que l'apprentissage et la compréhension sont tributaires du niveau ou du parcours de formation des interrogés, mais on pourrait dire qu'il est influencé par la manière et la stratégie utilisées dans l'enseignement de ce cours faisant partie du tronc commun des parcours physique et chimie. Cette conclusion confirme le choix de la problématique et les hypothèses que nous avons posées au départ.

5 CONCLUSION

Les résultats qui ressortent de cette étude nous permettent de répondre à la problématique que nous avons posée au départ. En effet, ce travail a validé les hypothèses que nous avons formulées au début de l'étude, et a mis le point sur les difficultés rencontrées par les apprenants pour l'assimilation de la notion de la force de Coriolis traitée dans le cours de mécanique.

Pour ces apprenants, l'apprentissage du cours en rapport avec cette force a été effectué sans supports pédagogiques, et s'est limité à la formulation mathématique de cette force pour répondre à des questions au cours de l'évaluation, sans s'en poser d'autres sur le sens physique.

Cette façon de concevoir l'apprentissage implique des remises en question importantes au niveau de l'enseignement, et, surtout, au niveau des stratégies utilisées en milieu universitaire. Ceci nécessite d'opérer un changement de paradigme important, basé sur la construction des savoirs chez l'apprenant pour lui permettre de bien percevoir les concepts en étude, et de les investir et les mobiliser dans l'explication des situations complexes inconnues.

Pour faire face aux obstacles trouvés par les apprenants, nous proposons dans un prochain travail, une stratégie d'enseignement de ce cours qui peut favoriser l'apprentissage actif des étudiants. Cette stratégie est basée sur un scénario pédagogique qui intègre une ressource numérique que nous avons élaborée à cette fin.

REFERENCES

- [1] G. Coriolis, "Sur les équations du mouvement relatif des systèmes de corps". J.E.P. (Journal de l'École Polytechnique. Paris.) No. 15, pp.142-154, 1835.
- [2] Kammerlingh-Onnes, Nieuwe bewijzen voor de aswenteling der aarde (New proofs of the rotation of the earth). PhD dissertation, Groningen. 1879.
- [3] A. Koyré, Chute des corps et mouvement de la Terre : de Kepler à Newton , J. Vrin, Paris, 1973.
- [4] Christian Larcher, Le Perreux sur Marne, "Une question historique : Où tombe une pierre lâchée du haut d'une tour ? Au pied de la tour ? Vers l'ouest ? Vers l'est ? ", CC n° 130, pp. 31-33, 2010.
- [5] J.G. Hagen, La rotation de la terre, ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles, Tipografia Poliglotta Vaticana, Roma 1911.
- [6] R. Genty, " À propos de Coriolis", La Météorologie 8^{ème} série, N° 8, pp.36-42, 1994.
- [7] S. Haddout and M. Rhazi, "Approche pédagogique expérimentale : Pendule de Foucault," International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 9 N° 1, pp. 110-114, 2014.

ANNEXES

Annexe A

1. Parmi les concepts de la physique on peut citer celui de la force de Coriolis terrestre. Au cours de votre enseignement, avez-vous mis l'accent sur cet effet ?
Si oui, quelle a été la réaction des étudiants, et quel a été, d'après vous, le degré d'assimilation par les étudiants de ce concept ?
2. Avez-vous pu éclaircir les problèmes de compréhension et d'assimilation par les étudiants de ce concept?
3. Dans quel cadre avez-vous évoqué la force de Coriolis terrestre : cours ou travaux dirigés ?
4. Dans le cadre du cours, comment avez-vous abordé la question de la force de Coriolis terrestre ?
5. Dans le cadre des travaux dirigés, la nature des exercices a-t-elle été de type classique, résolution des équations mathématiques, ou sous forme de situation –problème susceptibles d'éclaircir le concept de la force ?
6. L'enseignement pratique prévoit-il une expérience de mise en évidence de cette force?
7. Avez-vous utilisé des ressources numériques (expériences simulées, vidéo, documentaire,...) comme support pour la compréhension de cette force ?
8. Auriez-vous des suggestions pour un meilleur apprentissage de cette force?

Annexe B

Questionnaire

N.....

1. Dernier diplôme académique obtenu :
Spécialité..... Physique Chimie Autre
2. Quelle est l'origine de la force de Coriolis terrestre?
.....
.....
3. Quelle est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?
.....
.....
4. Quel est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps lâché verticalement sans vitesse initiale?
.....
.....
5. L'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement est-il étudié et prouvé expérimentalement ?
 Oui Non Sans réponse
*Si oui citer des expériences effectuées.....
;.....
.....
6. Pensez-vous qu'il est facile de réaliser des expériences pour mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?
 Oui Non Sans réponse
7. Vous a-t-on fait faire des manipulations (expériences) étudiant l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement?
 Oui Non Sans réponse
*Si oui lesquelles :
8. Avez-vous utilisé des ressources numériques pour étudier et mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?
 Oui Non Sans réponse
*Si oui lesquelles.....
.....
9. Avez-vous des questions sur l'effet de la force de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement?
 Oui Non
*Si oui lesquelles

Potentiel des Machines à Vecteurs de Support (SVMs) pour la classification des taux d'argile et de carbonate de calcium à partir de la télédétection hyperspectrale

[Potential of the Support Vector Machine (SVMs) for clay and calcium carbonate content classification from hyperspectral remote sensing]

Anis Gasmî¹⁻², Hédi Zouari², Antoine Masse³, and Danielle Ducrot³

¹Faculté des Sciences de Tunis,
Université de Tunis El Manar, Campus Universitaire,
2092 El Manar Tunisie

²Laboratoire de Géoressources,
Centre de Recherches et Technologies des Eaux, Technopole Borj Cedria,
BP 273, Soliman 8020, Tunisie

³Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère,
Université Paul Sabatier, CNRS, CNES, IRD,
18 av E. Belin, bpi 2801 - 31401, TOULOUSE cedex 9, France

Copyright © 2015 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: Conventional analyses of soil characteristic are expensive and time-consuming. Hyperspectral remote sensing has become useful tool for quantitative analysis of soil properties particularly in area where soil surface is permanently or temporarily exposed, as in Mediterranean region. Some multivariate statistical methods have been successful in soil spectrometry but they seem to have some limitations. The aim of this work is to identify properties of soils by using an unmixing method, the Support Vectors Machines (SVMs), from Hyperion hyperspectral remote sensing data. The approach consists in i) selection of Hyperion spectra of "extreme" soils among a Hyperion spectra for which soil properties are known, ii) the application of the SVM to the Hyperion hyperspectral image to classify the pixels. The overall accuracies obtained for the soil characteristic classification are 87,95% (for clay), 73,81% (calcium carbonate, CaCO₃) and the Kappa indexes are 0,82 (clay) and 0,60 (CaCO₃). Finally, this work has showed that the SVM provides an important and promising perspective in soil science.

KEYWORDS: Remote sensing, hyperspectral imaging, Support Vector Machine, digital mapping, soil properties.

RÉSUMÉ: Les analyses classiques des caractéristiques du sol sont longues et coûteuses. La télédétection hyperspectrale est devenue un outil utile pour l'analyse quantitative des propriétés des sols, en particulier dans le bassin méditerranéen où les surfaces de sol nu peuvent couvrir, à certaines périodes, une large proportion des zones d'étude. Bien que certaines méthodes statistiques multivariées aient fait leurs preuves en spectrométrie des sols, celles-ci semblent avoir quelques limites. L'objectif de ce travail est l'identification des propriétés des sols à travers l'utilisation d'une méthode de classification supervisée, la méthode de Machines à Vecteurs de Support (SVMs) appliquée à des données de télédétection. La démarche envisagée consiste i) à sélectionner des spectres de sol « extrême » parmi la librairie spectrale disponible (un sol « extrême » pouvant être un sol très argileux, un sol peu argileux, ou encore un sol très calcaire, etc ...) et ii) à appliquer à l'image hyperspectrale Hyperion la méthode SVM afin de classer chaque pixel. Les performances globales obtenues pour la classification de propriétés de sol sont de 87,95% (argile) et de 73,81% (carbonate de calcium, CaCO₃). Les indices de Kappa

sont de 0,82 (argile) et 0,60 (CaCO₃). En conséquence, ce travail a permis de mettre en évidence le potentiel de la méthode SVM pour la classification de propriétés de sol.

MOTS-CLEFS: Télédétection, imagerie hyperspectrale, machine à vecteurs de support, cartographie numérique, propriétés de sols.

1 INTRODUCTION

Avec l'avancement des technologies de détection par satellite, plusieurs types de spectromètres sont à la disposition des chercheurs pour le développement de la cartographie thématique. Les méthodes conventionnelles utilisées pour la caractérisation des sols dépendent des analyses physico-chimiques réalisées en laboratoire. Ces analyses sont coûteuses et nécessitent beaucoup de temps et de main-d'œuvre. Lamsal [1] estime qu'une analyse standard pour la caractérisation d'un sol en " US National Soil Survey Center" coûte environ 2500 dollars US avec une durée de traitement comprise entre 6 et 12 mois. D'autant plus que la plupart des bases de données pédologiques existantes à l'échelle mondiale et en Tunisie ne sont actuellement pas suffisamment précises pour être utilisées efficacement au sein des modèles environnementaux (Figure 1). Vu la faiblesse des données disponibles sur les sols et de la faible capacité d'investigation de terrain, le développement d'approches de cartographie numérique à partir de données de télédétection est d'autant plus important [2].

Par conséquent, les recherches s'orientent vers le développement des techniques plus efficaces en matière de réduction de coûts et de temps pour la cartographie des propriétés de sols [3]. L'utilisation des données hyperspectrales de télédétection permettrait une cartographie de propriétés primaires dans le sol sur de larges territoires et à des résolutions spatiales fines. Mais la détection de propriétés primaires dans le sol a été peu étudiée par télédétection hyperspectrale. Cette limitation actuelle en termes de méthodologie, représente un handicap à toute cartographie des sols de la surface terrestre et constitue le contexte dans lequel s'inscrit la problématique de ces travaux de recherche.

En conséquence, l'objet de cette étude est de déterminer le potentiel de la méthode de classification de type « Support vector machine » pour la cartographie de la variabilité chimique des sols nus par télédétection hyperspectrale.

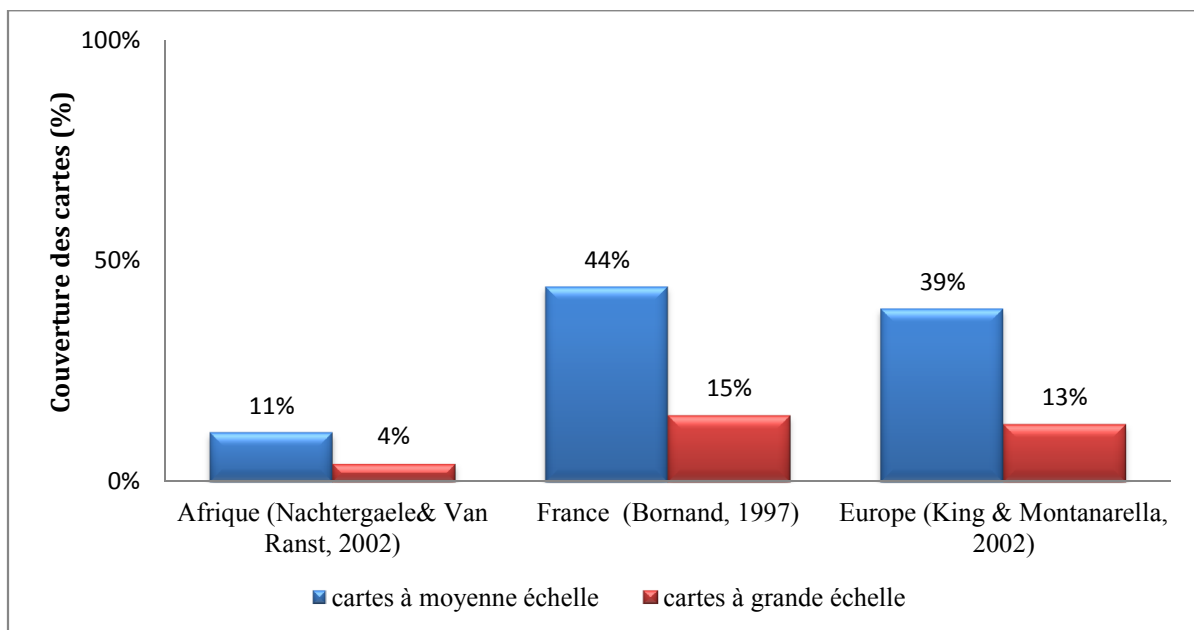


Fig. 1. Faible taux de couverture des cartes pédologiques [4], [5], [6].

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans le gouvernorat de Ben Arous, située au Nord Est de Tunisie (36° 37' N et 10° 05' E) (Figure 2). La superficie de notre zone d'étude est de 210 km². La région est essentiellement consacrée à la culture de vigne, d'olivier, de céréales, de pommes et de poires. Elle présente un climat de type méditerranéen, caractérisé par des températures douces, parfois froides en hiver et très chaudes en été. La zone comprend une variété de types de sols comme les sols d'apport modaux, les rendzines, les sols bruns calcaires, les sols calcimorphes, les vertisols, les régosols et les sols peu évolués d'apport [7].

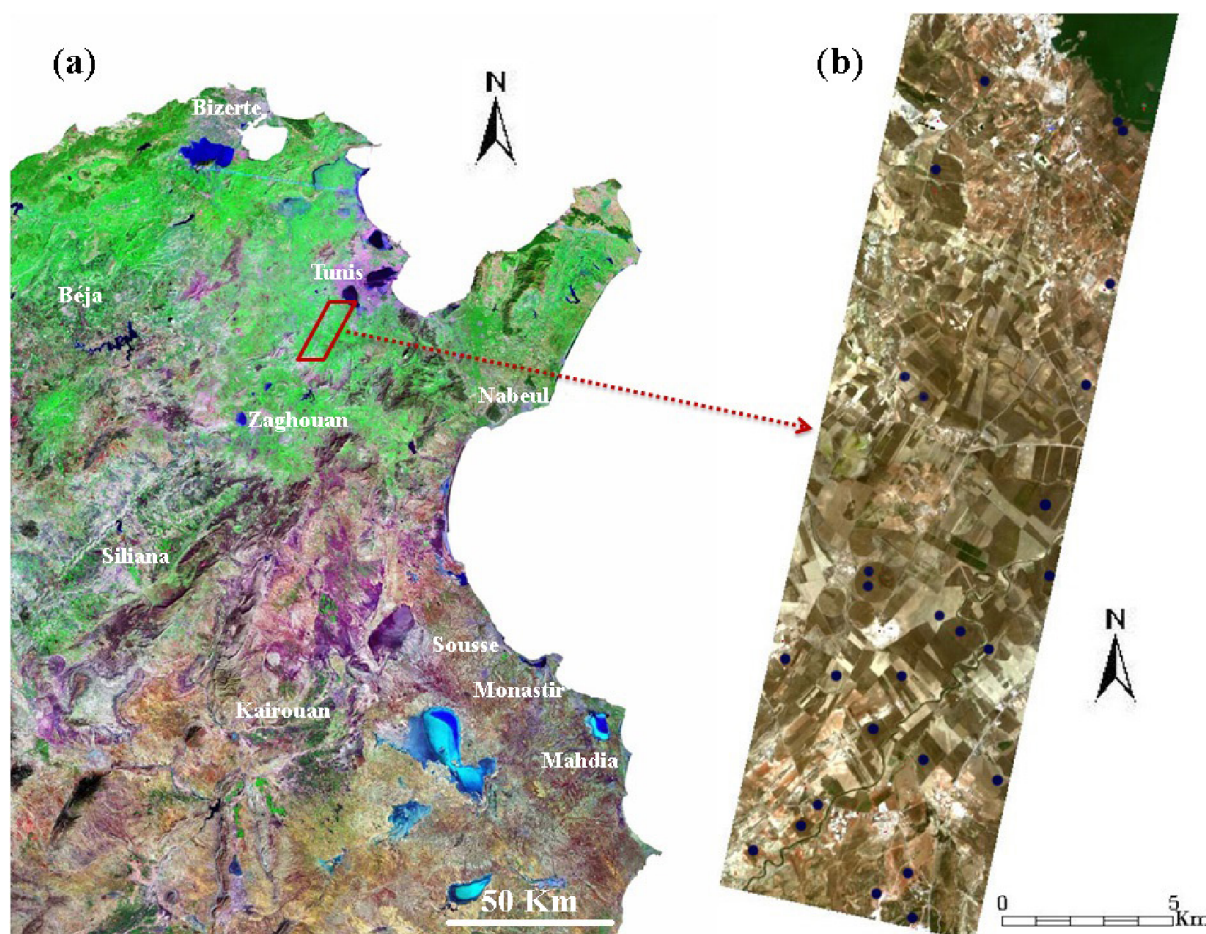


Fig. 2. Localisation de la zone d'étude au Nord-Est de la Tunisie et emplacements des points d'échantillonnage (points bleu). (a) une mosaïque d'images satellites Landsat ETM+, RGB (R:7; G:4; B:2), (b) Composition colorée de l'image Hyperion (rouge : bande 29, vert : bande 20, bleu : bande 11).

2.2 L'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS AVEC LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

En juin 2013, un total de 124 échantillons de sol prélevés sur la zone d'étude a été utilisé dans cette étude (Figure 2). Ces échantillons étaient situés sur des sols nus au moment de l'acquisition de l'image Hyperion. Tous ces échantillons sont composés de 5 sous-échantillons prélevés à une profondeur de 5 cm à des endroits précis dans un carré de 30 m de large centré sur une position géographique enregistrée par un instrument de système de positionnement mondial (instrument GPS Garmin). Après l'homogénéisation de l'échantillon et l'élimination des débris végétaux, de pierres et des cailloux, environ 20 g ont été consacrés à la détermination de la teneur d'argile (fraction <math>< 2 \mu\text{m}</math>) et de carbonate de calcium (CaCO₃) des sols. Tous les échantillons initiaux ont été tamisés et séchés avant d'être acheminés au laboratoire pour les analyses physico-chimiques classiques. Les concentrations d'argile ont été mesurées par une analyse granulométrique laser [8]. Les teneurs du

carbonate de calcium ont été déterminés par la méthode de calcimètre de Bernard [9]. Ces propriétés de sols présentent une légère variance. La moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation et la gamme des valeurs de composition chimique du sol ont été inclus (Tableau 1).

Tableau 1. Sommaire des statistiques d'échantillons de sol prélevés sur le terrain.

Propriétés de sols	Nombre d'échantillons	Min (g/kg)	Max (g/kg)	Moyenne (g/kg)	L'écart-type (g/kg)	Coefficient de variation (%)
Argile	124	55	342	218	79	36
CaCO3	124	49	450	248	115	46

2.3 DONNÉES HYPERSPECTRALES HYPERION

Le capteur Hyperion à bord du satellite EO-1 mesure le rayonnement 400-2500 nm, avec 242 bandes spectrales de 10 nm de résolution spectrale et de 30 m de résolution spatiale. Seules 198 bandes ont été calibrées radiométriquement (éclairage solaire). Le capteur dispose d'un champ d'observation instantané au sol (GIFOV pour Ground Instantaneous Field of View) de 30 m et 12 bits de quantification radiométrique. Les images Hyperion couvrent une surface de 100 km de long sur 7.5 km de large [10].

L'image Hyperion de niveau (L1Gst) sans nuage a été acquise le 24 Juin 2004 à 09h45 UT. Cette scène est géoréférencée dans la projection UTM (Universal Transverse Mercator) zone 32N avec l'ellipsoïde de référence WGS-84. Pour corriger les erreurs de parallaxe dues à la topographie locale du relief, la scène Hyperion a été ortho-corrigée en utilisant des modèles numériques d'élévation (DEM) [11].

Pour calculer la réflectance de surface à partir des données de radiance, ces données doivent être corrigées de tout effet radiométrique et atmosphérique. Le logiciel ENVI 4.7 (ENVI: Environment for Visualizing Image) a été utilisé pour ces différents traitements. L'algorithme de correction atmosphérique FLAASH (The Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hyperspectral cubes) a été appliquée. FLAASH est basé sur la physique de l'atmosphère et de la spectroscopie décrit par le code de transfert radiatif MODTRAN4 [12]. Nous avons également utilisé les facteurs d'échelle de luminance fournis avec les données Hyperion. Enfin, les canaux avec un très faible rapport signal sur bruit (SNR) et ceux situés dans les bandes d'absorption atmosphériques ont été enlevés. La poursuite des travaux a été réalisée sur 158 bandes Hyperion (Figure 3).

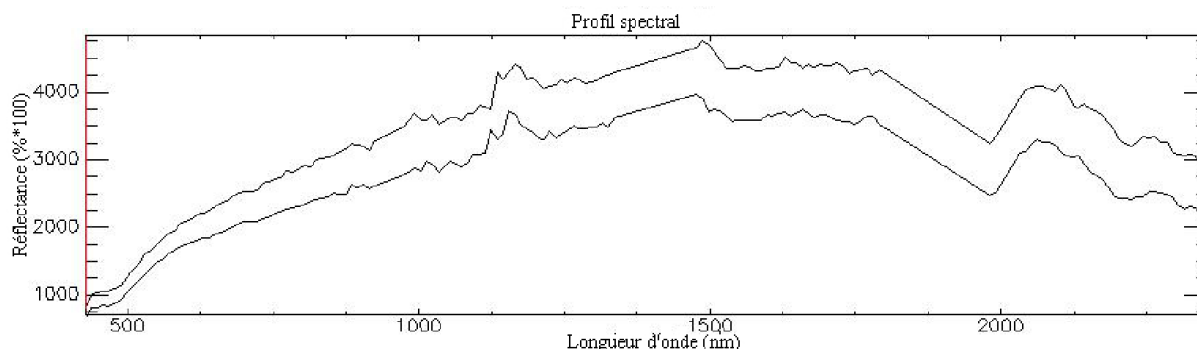


Fig. 3. Exemple de réflectances spectrales Hyperion observées sur les sols de la zone d'étude

Au moment où l'image a été acquise (juin 2004), la majorité de la surface était représentée par du sol nu (120 km²). Un masque a été utilisé pour cacher la végétation verte et sèche afin de se concentrer uniquement sur la classification de types de sols. Ce masque a été créé en deux étapes. Dans un premier temps, l'indice de végétation normalisé (Normalized Difference Vegetation Index ou NDVI) a été calculé à partir des bandes à 659 nm et à 833 nm. Les pixels dont les valeurs NDVI étaient plus élevées que le seuil sélectionné ont été masqués. Une valeur de 0,22 a été sélectionnée après avoir examiné plusieurs parcelles. Dans un second temps, la bande d'absorption centrée à 2100 nm a été étudiée pour masquer la végétation sèche [13].

2.4 CARTES DE REFERENCE D'ARGILE ET DE CARBONATE DE CALCIUM

Afin d'estimer la qualité des classifications de propriétés de sol obtenus au cours de nos travaux, nous avons utilisé des cartes dites « de référence » des teneurs d'argile et de carbonate de calcium. Ces cartes « de référence » ont été obtenues par régression aux moindres carrés partiels (PLSR) [14] lors d'une étude précédemment réalisée par Gasmî et al. en 2014, [15] sur cette même zone d'étude.

La méthode PLSR est une méthode très largement répandue en spectroscopie des sols (e.g. [16], [17], [18]). La PLSR consiste à construire un modèle de prédiction de propriétés de sol en se basant sur un ensemble de spectres auxquels correspondent des valeurs connues de propriétés de sol, puis d'utiliser ce modèle pour prédire les valeurs de propriétés de sol correspondant à de nouveaux spectres. Les spectres Hyperion correspondant aux localisations des 124 échantillons de sol décrits dans la section précédente, ont été utilisés pour construire un modèle de prédiction pour l'argile et le carbonate de calcium. La performance de chacun de ces modèles de prédiction a été étudiée en comparant les teneurs prédites aux analyses physico-chimiques. Il a été montré que les modèles de prédiction construits pour l'argile et le carbonate de calcium sont précis [15]. Enfin, ces modèles de prédiction estimés performants pour l'argile et le carbonate de calcium ont été appliqués à l'ensemble des spectres Hyperion situés sur des sols nus au moment de l'acquisition de l'image.

Dans la suite de nos travaux, ces cartes de teneurs en argile et carbonate de calcium prédites par PLSR sont utilisées comme cartes de référence pour valider ou rejeter nos résultats de classification par la méthode "machine à vecteurs de support: SVM" (Figure 5).

2.5 LES MACHINES A VECTEURS DE SUPPORT OU SEPARATEURS A VASTE MARGE

Afin d'étudier le potentiel de la méthode de classification supervisée dite les Séparateurs à Vastes Marges (Support Vector Machine, SVM) [19] pour la discrimination des propriétés du sol, la méthode de classification SVM a été appliquée pour la cartographie des classes d'argile et du carbonate de calcium à partir des données hyperspectrales de télédétection Hyperion. La démarche envisagée consiste i) à sélectionner des spectres de sol « extrême » parmi la librairie spectrale disponible (un sol « extrême » pouvant être un sol très argileux, un sol peu argileux, ou encore un sol très calcaire, etc ...) et ii) à appliquer à l'image hyperspectrale la méthode SVM afin de classer chaque pixel.

La méthode SVM repose sur un algorithme d'apprentissage supervisé basé sur la théorie d'apprentissage statistique. L'objectif de la SVM est de déterminer un hyperplan qui sépare deux classes de façon optimale et maximise la distance entre elles. Cette méthode repose sur deux notions principales :

- La première idée clé est la notion de marge maximale (Figures 4). La marge est la distance entre la frontière de séparation et les échantillons les plus proches. Ces échantillons (les points proches des frontières de décision) sont appelés les vecteurs de supports (Support Vectors) ou vecteurs de soutien [20], [21]. Les vecteurs supports sont les échantillons qui limitent la largeur de la marge.
- Afin de pouvoir traiter des cas où les données ne sont pas linéairement séparables, la deuxième idée clé des SVM est de transformer l'espace de représentation des données d'entrée en un espace de plus grande dimension, dans lequel il est probable qu'il existe un séparateur linéaire. Ceci est réalisé grâce à une fonction noyau (kernel).

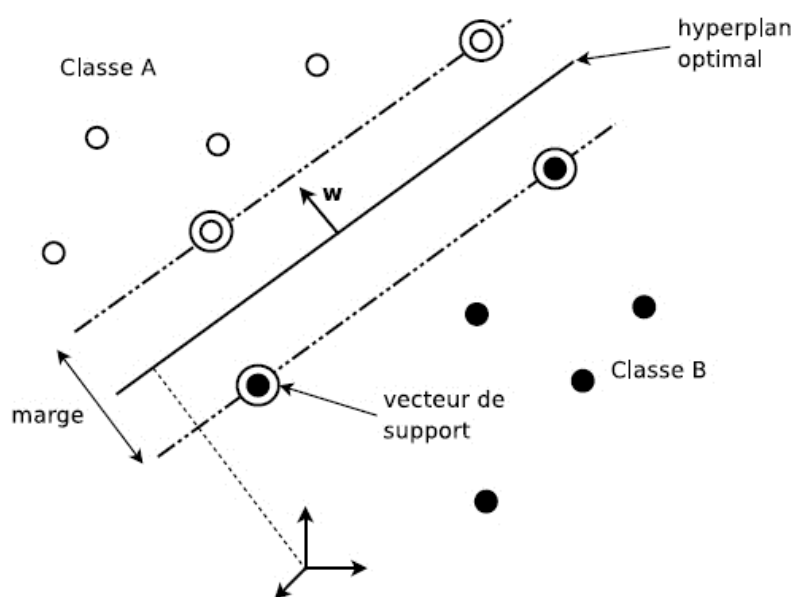


Fig. 4. La machine à vecteur de support, SVM : Hyperplan, marge et vecteurs de support.

Le logiciel ENVI 4.7 a été utilisé dans ce travail pour l'application de l'algorithme d'apprentissage supervisé : Support Vector Machine (SVM) avec son noyau gaussien sur les données hyperspectrales Hyperion et la création des cartes thématiques des teneurs d'argile et du carbonate de calcium.

2.6 PROCÉDURE DE VALIDATION DE LA CLASSIFICATION

La précision de la classification des teneurs d'argile et de carbonate de calcium réalisée à partir des données Hyperion a été mesurée à l'aide d'outils statistiques que sont la précision globale (en pourcentage) et le coefficient Kappa de la matrice d'erreur ou matrice de confusion [22]. Ces indicateurs de performance représentent les méthodes conventionnelles d'évaluation de la précision thématique d'une carte.

L'indice de précision globale est le rapport entre le nombre de pixels correctement prédits et le nombre total de pixels [23]. Cette précision résume le total d'accords sur le désaccord entre la carte obtenue par la méthode SVM et la carte de référence.

La matrice de confusion donne une évaluation de la précision globale de la cartographie et des résultats de classification pour chacune des classes thématiques. L'indice Kappa évalue à partir de la matrice de confusion l'accord entre les résultats obtenus (carte) et la carte de référence. Il s'étend de 0 à 1 et il se divise en cinq catégories : accord très faible de 0 à 0,20 ; accord faible de 0,21 à 0,40 ; accord modéré de 0,41 à 0,60 ; accord substantiel de 0,61 à 0,80 ; accord presque parfait de 0,81 à 1 [24].

3 RÉSULTATS

3.1 APPLICATION DE LA MÉTHODE SVM ET L'ANALYSE DE LA PRÉCISION DES RÉSULTATS

Ce travail repose sur l'application de la méthode de classification supervisée les machines à vecteurs de support pour la cartographie des classes d'argile et de carbonate de calcium à partir d'imagerie hyperspectrale Hyperion. Les 124 échantillons du sol de référence ont été utilisés pour définir les classes d'argile et de carbonate de calcium. Chaque pixel Hyperion correspondant à la localisation de ces échantillons de sol de référence est considéré comme une parcelle d'entraînement appelée "Region of Interest" (ROI) ou endmember. Les 124 pixels correspondant ont été subdivisés en un nombre presque égal dans chaque classe (Tableaux 2 et 3).

Tableau 2. Distribution des échantillons dans chaque classe d'argile.

Taux d'Argile en (g/kg)	Nombre d'échantillon (endmembers)	Min (g/kg)	Max (g/kg)	Moyenne (g/kg)	Ecart-Type (g/kg)	Coefficient de variation (%)
Argile<150	24	55	135	97.83	28.05	28.67
150<Argile<200	24	152	195	165.83	12.96	7.81
200<Argile<250	26	204	248	227.65	13.16	5.78
250<Argile<300	26	260	291	276.53	8.12	2.97
Argile>300	24	301	342	317.04	13.60	4.29

Tableau 3. Distribution des échantillons dans chaque classe de carbonate de calcium.

Taux de CaCO ₃ en (g/kg)	Nombre d'échantillon (endmembers)	Min (g/kg)	Max (g/kg)	Moyenne (g/kg)	Ecart-Type (g/kg)	Coefficient de variation (%)
CaCO ₃ <100	24	49	99	75.45	16.97	22.48
100<CaCO ₃ <200	26	140	199	173.23	19.32	11.15
200<CaCO ₃ <300	26	214	295	262.96	22.24	8.45
300<CaCO ₃ <400	24	301	380	336.66	28.33	8.41
CaCO ₃ >400	24	355	450	398.37	21.82	5.47

La fonction noyau gaussien de la SVM (fixé par défaut sous ENVI) est utilisée pour la classification des données Hyperion en réflectance sur sols nus. Les cartes thématiques des propriétés du sol sont les produits de la classification (Figure 5).

Cinq classes d'argile et de carbonate de calcium ont été identifiées à partir de l'analyse des cartes de propriétés du sol. Des matrices de confusion ont été calculées sur l'ensemble des pixels supposés en sols nus afin d'évaluer la performance de la classification (Tableaux 4 et 5). Les pixels d'apprentissage (les points échantillonnés en 2013) ne contribuent pas au calcul des matrices de confusion. Il ressort de cette analyse que les deux produits cartographiques présentent une performance globale élevée pour l'ensemble de la zone d'étude. Ainsi, la carte thématique de la répartition du taux d'argile a une performance globale "Overall Accuracy" de 87,95% et un indice de Kappa évalué à 0,82 alors que cette précision est de 73,81% pour celle de carbonate de calcium et un Kappa de 0,60.

Dans une étude de cartographie thématique, lorsque l'indice Kappa évalué dans les opérations de classification est compris entre 0,50 et 0,75; la classification adoptée est valable et les résultats peuvent être judicieusement utilisés [25]. Dans cette étude, l'indice de Kappa est supérieur à 0,60. Les résultats d'évaluation de image classifiée par l'algorithme de la classification supervisée SVM sont donc validés.

Tableau 4. Matrice de confusion de la classification des taux d'argile.

Classes (g/kg)	Argile<150	150<Argile<200	200<Argile<250	250<Argile<300	Argile>300
Argile<150	97.77	1.08	0.08	0.00	0.00
150<Argile<200	2.23	96.17	8.09	0.00	0.00
200<Argile<250	0.00	2.74	86.87	1.84	0.00
250<Argile<300	0.00	0.00	4.96	82.99	0.00
Argile>300	0.00	0.00	0.00	15.16	100
Total	100	100	100	100	100

Indicateurs de performance: Précision globale = 87,95%, Indice Kappa = 0,82.

Tableau 5. Matrice de confusion de la classification des teneurs de carbonate de calcium.

Classes (g/kg)	CaCO ₃ <100	100<CaCO ₃ <200	200<CaCO ₃ <300	300<CaCO ₃ <400	CaCO ₃ >400
CaCO ₃ <100	100	19.89	0.00	0.00	0.00
100<CaCO ₃ <200	0.00	78.82	5.45	0.00	0.00
200<CaCO ₃ <300	0.00	1.29	68.35	0.00	0.00
300<CaCO ₃ <400	0.00	0.00	25.93	91.85	0.21
CaCO ₃ >400	0.00	0.00	0.27	8.15	99.79
Total	100	100	100	100	100

Indicateurs de performance: Précision globale = 73,81%, Indice Kappa = 0,60

3.2 CARTOGRAPHIE DE PROPRIETES DE SOL A PARTIR DES DONNEES HYPERION

La cartographie des propriétés du sol (argile et carbonate de calcium) a été réalisée sur les surfaces du sol nu. La méthode SVM initialisée avec les 124 échantillons du sol a été appliquée sur les spectres Hyperion. Ainsi, les résultats obtenus sont en accord avec les cartes de références, les connaissances pédologiques de la région étudiée et les observations de terrain.

Les cartes numériques des propriétés du sol que nous avons élaborées sont présentées en figure 5. La couleur blanche de l'image correspond à la masse d'eau, zone urbaine et la zone de végétation. La couleur rouge représente les faibles teneurs des propriétés du sol, ainsi que le vert et bleu décrit les taux modérés, alors que les couleurs jaune et bleu ciel indiquent les valeurs élevées d'argile et de carbonate de calcium.

La carte numérique de classes d'argile obtenue par la méthode SVM est similaire à la carte de référence. Elle se manifeste par une précision globale "Overall Accuracy" et un coefficient Kappa égal respectivement à 87,95 % et 0,82. Ainsi que, la précision thématique entre le résultat de la cartographie des classes de carbonate de calcium obtenu par la méthode SVM et la carte de référence se traduit par une précision globale et un coefficient Kappa égal respectivement à 73,81 % et 0,60. De ce fait, la présente classification des teneurs de propriétés de surface du sol est acceptable. Ainsi, la spectrométrie (Visible et Proche InfraRouge: Vis-PIR) satellitaire et la machine à vecteurs de support fournissent des outils alternatifs aux analyses physico-chimiques réalisées en laboratoire pour estimer les teneurs de propriétés du sol à différentes échelles.

En conséquence, l'utilisation de la machine à vecteur de support et des données de la télédétection hyperspectrale permettrait une cartographie de propriétés primaires du sol sur de larges territoires et à des résolutions spatiales fines. Ainsi, les bases de données pédologiques des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) peuvent être enrichies. Une nouvelle vue spatiale d'une grande surface terrestre, qui peut être acquise en peu de temps, peut fournir de nouvelles informations qu'on ne peut pas acquérir par des travaux sur le terrain à l'aide d'un échantillonnage traditionnel des sols ou de mesures par spectrométrie sur le terrain.

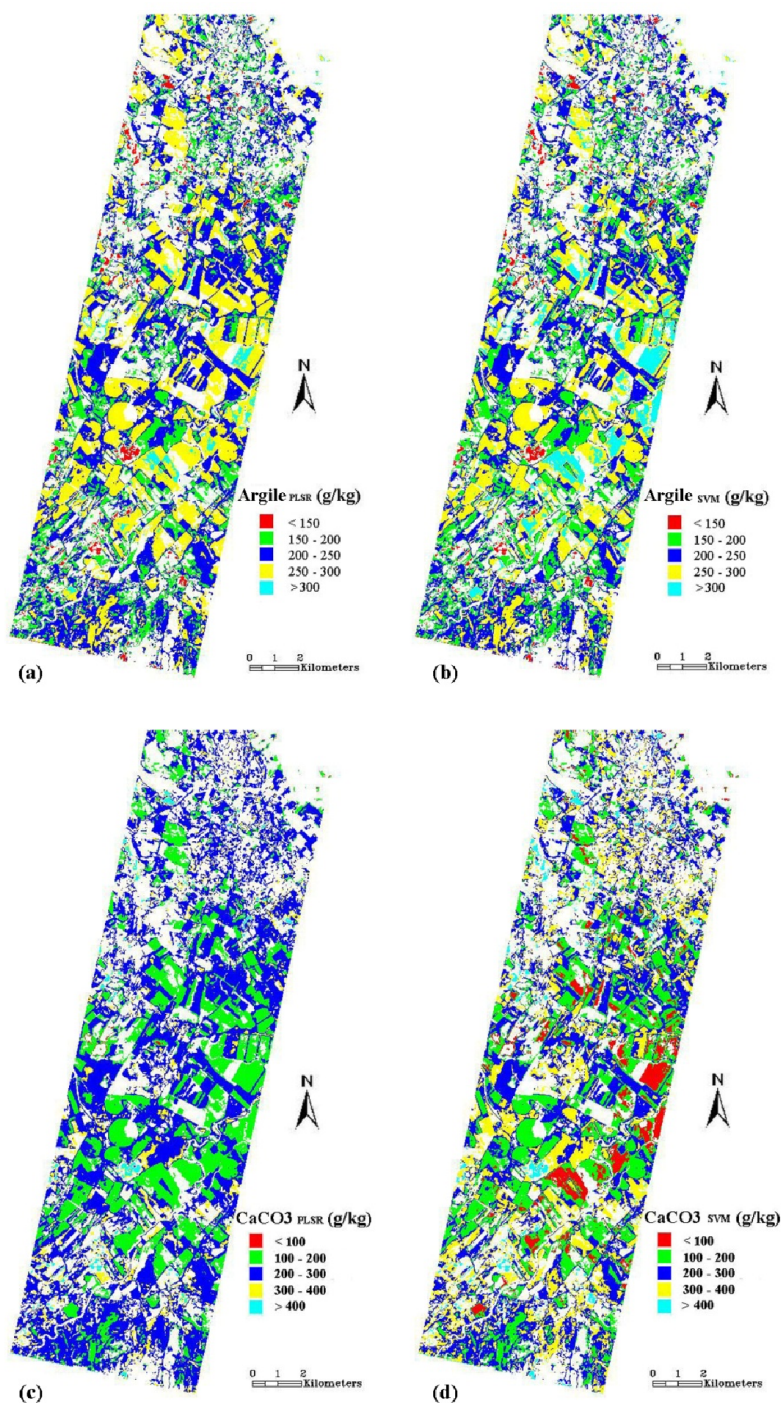


Fig. 5. Cartes thématiques de la répartition du taux d'argile et de carbonate de calcium (CaCO_3). (a) et (c) cartes de référence obtenues par méthode PLSR. (b) et (d) cartes issues de la machine à vecteur de support (SVM).

4 CONCLUSION

Cet article de recherche a étudié le potentiel de la machine à vecteurs de support SVM pour la mesure indirecte des paramètres chimiques de la couche arable du sol tel que l'argile et le carbonate de calcium à partir des données de capteur satellitaire Hyperion. La démarche méthodologique utilisée dans cette étude offre les avantages de la télédétection en matière d'étendue, de rapidité et de coût. Les cartes de propriétés primaires du sol peuvent être intégrées dans les bases de données pédologiques des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) afin d'étude de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique.

Cette approche basée sur la télédétection, utilisant l'imagerie hyperspectrales Hyperion et la machine à vecteurs de support montre le potentiel théorique de ces outils pour la cartographie numérique des paramètres des sols. Les résultats de la SVM obtenus dans cette étude sont encourageants et prometteurs. Ces résultats contribueront à une meilleure compréhension des potentiels de la méthode combinée: télédétection et la technique SVM pour les applications en sciences des sols et l'amélioration ainsi de la surveillance des paramètres du sol dans un proche avenir.

REMERCIEMENTS

Les auteurs veulent remercier le centre de recherches et technologies des eaux. technopole Borj Cedria (CERTe, Tunisie) et Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBio, Toulouse) pour avoir mis à disposition des données de terrain et d'assistance matérielle.

RÉFÉRENCES

- [1] S. Lamsal, "Visible near-infrared reflectance spectroscopy for geospatial mapping of soil organic matter," *Soil Science*, vol. 174, no. 1, pp.35–44, 2009.
- [2] A. Gasmî, *Identification des types de sols par méthodes d'Unmixing à partir de données de télédétection hyperspectrales*. Mastère de géologie appliquée à l'environnement, Faculté des Sciences de Tunis (FST), Tunisie, 2011.
- [3] P. Lu, L. Wang, Z. Niu, L. Li and W. Zhang. "Prediction of soil properties using laboratory VIS–NIR spectroscopy and Hyperion imagery," *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 132, pp. 26-33, 2013.
- [4] F. Nachtergaele, and E. van Ranst,. *Qualitative and quantitative aspects of soil datases in tropical countries*. In: G. Stoops (Eds.), *Evolution of Tropical Soil Sciences: Past and Future*. Koninklijke Academie voor Overzee Wetenschappen, Brussel: pp. 107-126, 2002.
- [5] M. Bornand,. *Connaissance et suivi de la qualité des sols en France. Etat des lieux. Enjeux. Besoins en données. Propositions pour une gestion raisonnée de la ressource en sol*. Rapport MAPA-MAE-INRA, INRA Montpellier, 1997.
- [6] D. King, and L. Montanarella, "Inventaire et surveillance des sols en Europe," *Etude et Gestion des sols*, vol. 9, no. 2, pp. 137-148, 2002.
- [7] DRES, Direction des Ressources en Eau et en Sol. *Carte pédologique de la Tunisie 1/500000*, Ministère de l'agriculture Tunisienne, 1973.
- [8] Y. C. Agrawal, I. N. McCave and J.B. Riley, *Laser diffraction size analysis*. In: Principles, methods and applications of particle size analysis. Cambridge University Press, New York, pp. 119-128, 1991.
- [9] D. Baize, and B. Jabiol, *Guide pour la description des sols*. Paris, INRA Edition. 1995.
- [10] C. Gomez, R.A. Viscarra Rossel and A.B. McBratney, "Soil organic carbon prediction by hyperspectral remote sensing and field VIS–NIR spectroscopy: an Australian case study," *Geoderma*, vol. 146, pp. 403-411, 2008.
- [11] USGS (United States Geological Survey), HYPERION level 1GST (L1Gst) product output files data format control book (DFCB), Version 1.0, April 2006. [Online] Available: https://eo1.usgs.gov/documents/Hyperion_L1G_EO1-DFCB.v.1.pdf.
- [12] D. Siciliano, K. Wasson, D. C. Potts and R. C. Olsen, "Evaluating hyperspectral imaging of wetland vegetation as a tool for detecting estuarine nutrient enrichment", *Remote Sensing of Environment*, vol. 112, no. 11, pp. 4020–4033, 2008.
- [13] J.S.R. Madeira Netto, J.M. Robbez-Masson and E. Martins, *Visible–NIR hyperspectral imagery for discriminating soil types in the La Peyne watershed (France)*. In: P. Lagacherie, A.B. Mc Bratney, M. Voltz, (Eds.), *Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective*, Elsevier, 2007.
- [14] M. Tenenhaus, 1998. *La régression PLS*. Editions Technip. Paris, 254.
- [15] A. Gasmî, C. Gomez, H. Zouari, A. Masse and D. Ducrot, "Using Vis-NIR hyperspectral HYPERION data for bare soil properties mapping over Mediterranean area: plain of the Oued Milyan, Tunisia". *European Academic Research*, vol. 2, no. 9, pp. 11721- 11739, 2014.
- [16] C.W. Chang and D.A. Laird, "Near-infrared reflectance spectroscopic analysis of soil C and N", *Soil Science*, vol. 167, no. 2, pp. 110-116, 2002.
- [17] G.W. McCarty, J.B. Reeves, V.B. Reeves, R.F. Follett and J.M. Kimble, "Mid-infrared and near-infrared diffuse reflectance spectroscopy for soil carbon measurements," *Soil Science Society of America Journal*, vol. 66, pp. 640–646, 2002.

Etude des performances épuratoires de la technique de Lagunage naturel de la station d'épuration des eaux usées domestique de la ville d'Azilal -MAROC-

[Study of the treatment performance of the technique of Natural lagoons of the treatment plant for domestic wastewater of the city Azilal -MAROC-]

Youssef Azami Idrissi¹, Nabil Darwesh¹, Isslam Belhaili¹, Abdellah Lachheb ACHHEB², Ali Alemad¹, Khadija Elkharrim¹, and Driss Belghyti¹

¹Laboratoire d'Environnements et Energies Renouvelables,
Faculté Des Sciences,
Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc

²Laboratoire de Procédés de Séparation, Département de chimie,
Faculté des Sciences,
Université Ibn Tofail– Kénitra, Maroc

Copyright © 2015 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 Morocco, like in all developing countries, sanitation and sewage treatment are one of the biggest environmental problems. The lack of public network for waste water treatment, the absence of control and of environmental sensitivity contribute to spreading diseases, degrading landscapes and contaminating surface as well as underground water. Wastewater is considered their main polluting factor.

In Morocco, the treatment of wastewater by the natural lagoon is probably the most efficient solution both in economic terms and in terms of performance. The objective of this work is to study the physical, chemical and bacteriological parameters of raw and treated water from the station.

For this, we opted carried out a series of measures: For the physicochemical parameters as temperature, pH, salinity, turbidity, the redox potential, electrical conductivity (EC), biochemical oxygen demand BOD₅, chemical oxygen demand (COD), suspended solids SS, and O₂ dissolved oxygen and bacteriological parameters as fecal coliforms (FC) and total coliforms (CT). Data analysis showed that the treatment efficiency of the station reached respectively 15,86%, 55,34%, 55,58% of the SS, COD and BOD₅ which does not meet the discharge standards. The bacteriological analysis showed faecal pollution of human origin and performance of abatement of fecal germs can be deduced that the treatment adopted by facultative ponds far beyond the values required by Moroccan or European standards.

KEYWORDS: Natural lagoons, raw sewage, SS, COD, BOD₅, bacteriological parameters, Azilal.

RÉSUMÉ: Au Maroc, comme dans tous les pays en développement, l'assainissement et le traitement des eaux usées constituent certainement l'un des plus grands problèmes environnementaux. L'absence de réseau public, le manque de stations d'épuration, l'absence de contrôle et de sensibilisation à l'environnement contribuent à la propagation des maladies, à la dégradation du paysage et à la contamination des eaux superficielles et souterraines. Les eaux usées sont considérées comme les principales sources de pollution pour les eaux souterraines et de surface.

Au Maroc, le traitement des eaux usées domestiques par lagunage naturel présente l'une des solutions efficace au niveau des performances et économiquement attrayante. L'objectif de ce travail est d'étudier les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et épurées de la station. Pour cela, nous avons opté à réaliser un ensemble de mesures: Pour les paramètres physicochimiques la température, pH, turbidité, potentiel redox, salinité, conductivité électrique (CE),

demande biochimique en oxygène (DBO₅), demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), et l'oxygène dissous O₂ et pour les paramètres bactériologiques les coliformes fécaux (CF) et les coliformes totaux (CT). L'analyse des données a montré que le rendement épuratoire de la station a atteint respectivement 15,86 %, 55,34 %, 55,58% de la MES, DCO et DBO₅, ce qui n'est pas conforme aux normes de rejet.

L'analyse bactériologique montre une pollution fécale d'origine humaine et le rendement d'abattement des germes fécaux nous permet de déduire que le traitement adopté par les bassins facultatifs dépasse largement les valeurs exigées par les normes marocaines ou européennes.

MOTS-CLEFS: Lagunage naturel, Station d'épuration, MES, DCO, DBO₅, paramètres bactériologiques, Azilal.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, les ressources naturelles en eau encore disponibles sont limitées et en même temps des quantités importantes des eaux usées des principales agglomérations urbaines sont rejetées dans le milieu naturel sans traitement. Donc une pollution étendue, massive et plus variée ce qui constitue un risque pour le milieu récepteur. Cette situation a imposé la prise en compte des eaux usées comme partie intégrante du patrimoine hydraulique au Maroc.

Parmi ces sources de pollution, la production des eaux usées qui sont souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable. Cette pollution génère de nombreuses maladies hydriques qui peuvent être à l'origine de certaines épidémies.

La ville d'Azilal n'échappe pas à cette règle. En effet, cette ville a connu pendant les dernières années un grand développement démographique ce qui a poussé la municipalité de la ville à entreprendre des travaux de réhabilitation de l'ancien réseau ainsi que son élargissement. Ce qui a permis l'augmentation du taux de branchement au réseau existant et par conséquent l'élévation du débit des eaux usées. D'où la nécessité de la réalisation d'une station d'épuration. En effet, durant 2011 la ville s'est dotée d'une station d'épuration du type lagunage naturel (Fig.1). Et dans le but d'appliquer les normes marocaines, d'augmenter le degré d'épuration et de valoriser les eaux épurées, Après avoir réalisé l'étude de la caractérisation des eaux brutes de la ville d'Azilal et qui nous a conduit à cerner la nature des eaux usées domestiques [1], le présent travail s'inscrit dans la même optique à savoir l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées ce qui nous permettra d'évaluer la performance de la station d'épuration type lagunage naturel.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

La nouvelle station d'épuration des eaux usées de la ville d'Azilal est destinée à l'assainissement collectif des eaux usées de la ville. Elle est située à 2,5 kilomètres au Sud Est de la ville, ces coordonnées sont GPS : Long= -6.61823943°, Lat= 31.93372120°, ces coordonnées Lambert moyennes sont : X=384666.216 m ; Y=149486.917 m. La station est dimensionnée pour recevoir un débit nominal de 2611 m³/j à l'horizon de l'année 2015 et traiter une charge polluante de l'ordre de 3460 kg de DBO₅/j [2]. Elle comporte au total 6 bassins en premier tranche :- un dégrilleur et d'un dessableur, 3 bassins anaérobies et 3 bassins facultatifs.

Les dimensions de ces bassins sont identiques et ont 205 m de longueur, 68 m de largeur et 1,2 m de profondeur par bassin avec un volume utile de 15000 m³ chacun et un temps de séjour compris entre 17 et 29 jours.

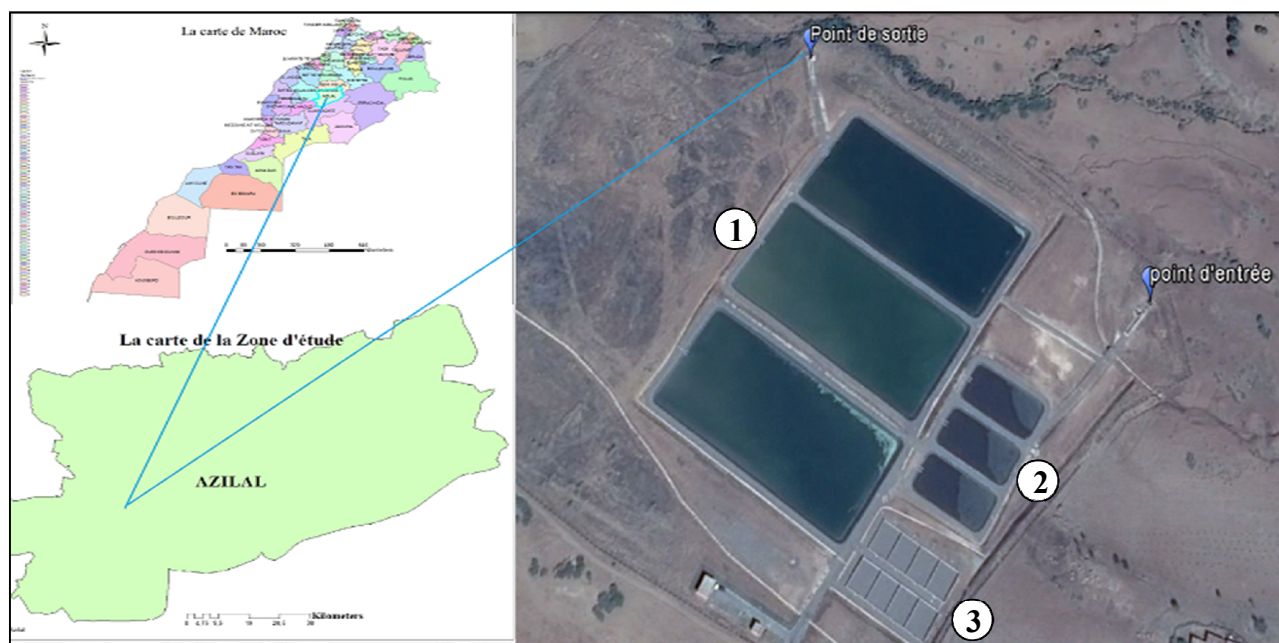


Fig. 1. Schéma synoptique de la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Azilal

1 : bassins anaérobiques, 2 : bassins facultatifs et 3 : lits de séchage.

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODES UTILISÉS

Les prélèvements d'échantillons se font à l'entrée de la station (eaux brutes) et à la sortie de la station (eaux épurées), Les paramètres physico-chimiques sont déterminés à partir de prélèvements mensuels. La conservation des échantillons d'eaux usées a été faite selon le guide général pour la conservation et la manipulation des échantillons d'après ISO 5667/3 [3] et le guide de bonne pratique de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) [4].

Le pH, la température, la conductivité électrique, l'oxygène dissous sont déterminés à l'aide d'un multi-paramètre analyser Type CONSORT - Modèle 835. Dans le présent travail toutes les analyses et les mesures nécessaires pour quantifier les polluants organiques, azotés et phosphatés, sont normalisés (normes Deutsches Institut für Normung : DIN).

La DBO₅ est déterminée par la méthode respiratoire à l'aide d'un DBO mètre marque WTW, modèle 1020T selon la technique décrite par DIN [5], la DCO est déterminée par l'oxydation en milieu acide par l'excès de dichromate de potassium à la température de 148°C, des matières oxydables dans les conditions de l'essai en présence de sulfate d'argent comme catalyseur et de sulfate de mercure [6], les matières en suspension sont déterminées par filtration d'un volume d'eau usée sur filtre cellulose (de 0,45 µm) selon Rodier [7] et pour l'étude des paramètres bactériologiques, à savoir les coliformes fécaux (CF) et les Coliformes totaux (CT), a été effectuée selon la méthode indirecte de fermentation en tube multiple dans un bouillon lactosé, le nombre a été ensuite déduit statistiquement suivant la méthode du nombre le plus probable [8].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Azilal sont effectués pendant les mois d'août-2013 à mai-2014 et sont présentés comme suit:

1. Valeurs moyennes de Température, potentiel Hydrogène, Turbidité, Potentiel Redox, Salinité, Conductivité, DBO₅, DCO, Oxygène dissous et MES à l'entrée et à la sortie de la station (tableau 1, figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) ; 2. Valeurs moyennes des coliformes fécaux et totaux à la sortie de la station (tableau 2, figure 12).

Tableau 1. Résultats des paramètres physicochimiques des eaux usées brutes et épurée.

Mois	Paramètres	T (°C)	pH	Turbidité NTU	P. redox (mV)	Salinité (mg/l)	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	O ₂ (mg/l)	MES (mg/l)
		août-13	Entrée	18,3	7,45	276	-22	1,73	3421	385	931,78
	Sortie	19,5	8,06	140	-31	1,4	2990	241	583,34	1,19	587,3
sept-13	Entrée	22,7	7,46	331,2	-25	1,93	3800	379	985,41	1,02	610,3
	Sortie	24	8,62	204,4	-29	1,5	3020	196	511,56	1,19	723,1
oct-13	Entrée	14,6	7,50	588	-18	1,81	3429	425	1100,75	1,21	581,1
	Sortie	16,5	7,97	146	-23	1,5	3130	245	634,55	1,4	303,8
nov-13	Entrée	14,6	7,41	525	-19	1,74	3420	370	943,5	0,98	759,5
	Sortie	17	7,86	115	-22	1,5	3110	215	546,1	1,94	536,2
déc-13	Entrée	14,6	7,42	368	-19	1,61	3360	380	988,5	1,14	406,1
	Sortie	18,6	8,23	121	-23	1,5	3130	190	494,45	3,7	641,1
janv-14	Entrée	12,9	6,97	451,5	5	1,86	3650	380	984,2	1,12	612,3
	Sortie	14,5	7,12	99,75	3	1,7	3580	115	299,32	3,28	573,1
févr-14	Entrée	14,3	6,96	525	5	1,87	3570	367	973,84	1,51	384,5
	Sortie	15,4	7,56	149	3	1,6	3274	185	479,15	2,43	227,2
mars-14	Entrée	14,8	7,50	588	-18	1,7	3420	793	2038,01	1,21	500,4
	Sortie	17,6	7,74	146	-23	1,5	3130	220	565,4	1,4	453,3
avr-14	Entrée	15,1	7,41	525	-19	1,72	3424	510	1351,5	0,98	587,5
	Sortie	15,7	7,67	114,8	-22	1,5	3110	180	522,3	1,94	326,6
mai-14	Entrée	15,6	7,42	367,5	-19	1,6	3360	350	903,5	1,14	497,8
	Sortie	16,9	8,49	121,45	-23	1,5	3130	140	365,4	3,07	334,4
Moyenne	Entrée	15,75	7,35	454,52	-14,9	1,76	3485,4	433,9	1120,10	1,12	559,38
	Sortie	17,57	7,79	135,74	-19	1,52	3800	192,7	500,16	2,15	470,61

3.1 LA TEMPÉRATURE

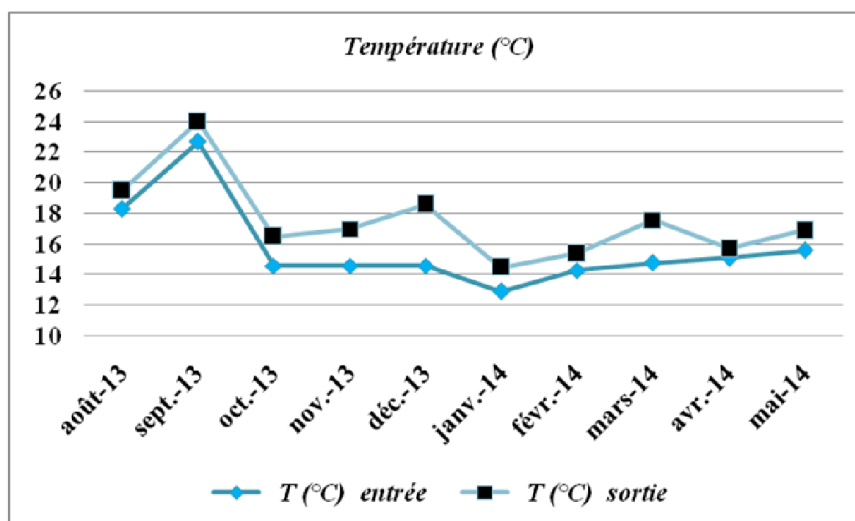


Fig. 2. Variation des valeurs moyennes de la Température

La température des eaux usées brutes de la ville d'Azilal est comprise entre 12,9 °C et 22,7 °C avec une moyenne de 15,75°C (Tableau 1), celles des eaux usées épurées à la sortie sont comprises entre 14,5°C et 24°C avec une moyenne de 17,57°C. Ces températures enregistrées sont inclus dans la fourchette des valeurs limites de rejet direct dans le milieu récepteur [9] et dans la fourchette des normes marocaines de qualité des eaux destinées à l'irrigation [10].

3.2 LE PH

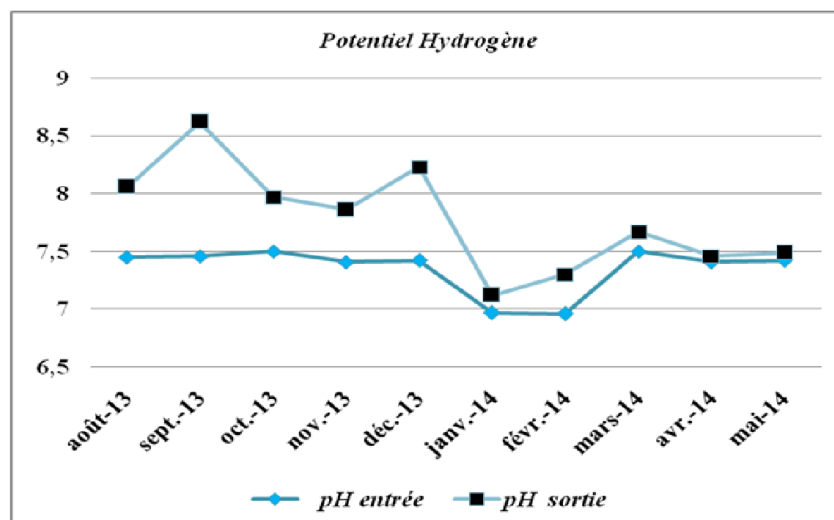


Fig. 3. Variation des valeurs moyennes pH

Le pH des eaux usées brutes à l'entrée de la station varie entre 6,96 et 7,50 (Tableau 1), ces valeurs se situent dans la fourchette des limites des rejets directs qui est comprise entre 6,5 et 8,5 [9]. L'épuration nous a conduit à des valeurs stables de pH comprises entre 7,12 et 8,62, l'élévation de ce paramètre est due au cycle photosynthétique diurne, mais ses valeurs restent dans l'intervalle limites des rejets directs [9] et se situent dans la fourchette des normes marocaines de qualité des eaux destinées à l'irrigation [10].

3.3 LA TURBIDITÉ

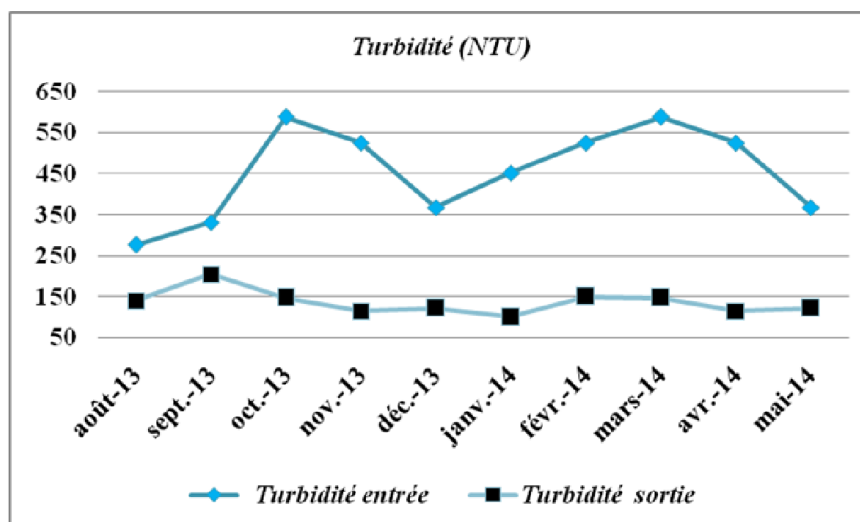


Fig. 4. Variation des valeurs moyennes de la Turbidité

La turbidité de l'eau est due à la présence des matières en suspension finement divisé et reflète la présence des particules en suspension dans l'eau (par exemple, les débris organiques, argile, des organismes microscopiques, etc.). L'évaluation de l'abondance de ces matières fournit une mesure de son degré de turbidité [11]. La turbidité sera plus faible lorsque le traitement de l'eau est plus efficace, les valeurs moyennes de la turbidité à l'entrée de la station varient entre 276 unités de turbidité néphélobométrique (NTU) et 588 NTU avec une moyenne de 454,52 NTU, celles à la sortie varient entre 99,75 NTU et 204,4 NTU avec une moyenne de 135,74 NTU (Tableau 1), ceci permet de conclure que les eaux usées de la ville d'Azilal

dépassent les normes de rejets marocains qui sont comprise entre 5 et 30 (normes de rejets). En outre, par comparaison de ces résultats avec la Turbidité Universel Standard (UTS), nous avons conclu que ces eaux épurée a la sortie de la station est fortement troubles.

3.4 POTENTIEL REDOX

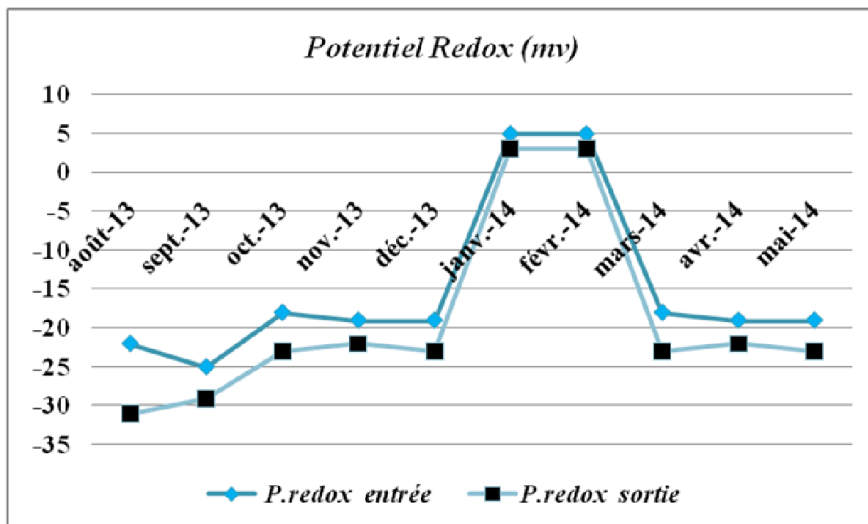


Fig. 5. Variation des valeurs moyennes de la Potentiel Redox

Lorsque le potentiel redox est positif, il révèle la faible activité électronique (pouvoir oxydant), et l'inverse se produit lorsque les valeurs de potentiel redox sont négatifs (ils absorbent les électrons). Au cours de notre étude, tous les valeurs du potentiel redox étaient presque négatifs à l'entrée de la station qui oscillent entre 5 et -25 mV avec une moyenne de -14,9 mV (Tableau 1) et celles à la sortie varient entre 3 mV et -31 mV avec une moyenne de -19 mV, Nos résultats indiquent que les eaux usées de la ville d'Azilal ont un potentiel redox négatif, une indication de sa nature oxydante, les eaux usées peuvent donc être qualifiée réductrice ou d'un environnement d'eutrophisation.

3.5 LA CONDUCTIVITÉ

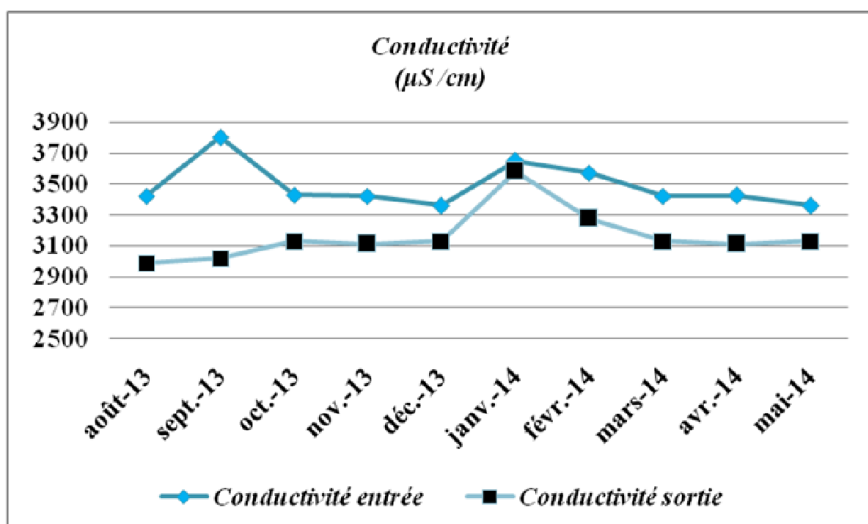


Fig. 6. Variation des valeurs moyennes de la conductivité

La conductivité traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Les valeurs de la conductivité enregistrées au niveau des eaux usées brutes de la ville d’Azilal varient entre 3360 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 3800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ avec une moyenne de 3485,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Tableau 1), les eaux usées épurées présentent des valeurs de conductivité stable par rapport à ceux d’entrée, elles sont comprises entre 2990 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 3580 avec une moyenne de 3160,4 $\mu\text{s}/\text{cm}$, Ces valeurs de conductivité sont un peu élevées, ceci pourrait être expliqué par le rejet des eaux usées résiduelles des petites unités industrielles connectées au réseau d’assainissement, mais cette moyenne de conductivité reste proche des valeurs limites de rejets directs [8], et supérieur à la valeur maximale 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ des eaux destinées à l’irrigation [10].

3.6 LA SALINITÉ

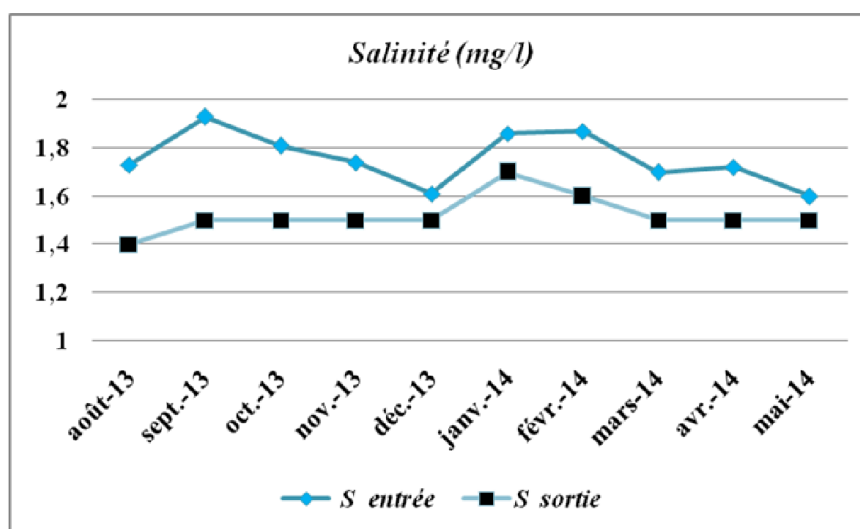


Fig. 7. Variation des valeurs moyennes de la salinité

En générale, la salinité suit les mêmes tendances que la conductivité électrique, les résultats obtenus montrent que les valeurs à l’entrée de la station oscillent entre 1,6 mg /l et 1,93 mg /l avec une moyenne de 1,76 mg /l, celles à la sortie oscillent entre 1,4 mg/l et 1,7 avec une moyenne de 1,52 mg/l.

La comparaison de ces valeurs avec la grille norme de rejet permet de dire que les eaux usées brutes de la ville d’Azilal sont de qualité mauvaise.

3.7 L’OXYGÈNE DISSOUS

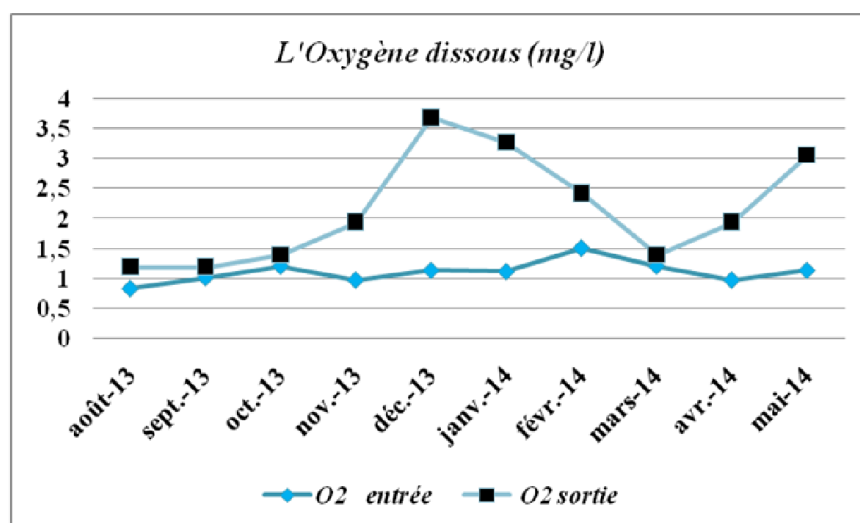


Fig. 8. Variation des valeurs moyennes de l’oxygène dissous

L'analyse des résultats obtenus de l'oxygène dissous (Tableau I), montre que les valeurs extrêmes minimales et maximales enregistrées à l'entrée de la station, sont de 0,84 mg/l et de 1,51 mg/l avec une concentration moyenne de 1,12 mg/l, celles de la sortie varient entre 1,19 mg/l et 3,7mg /l avec une concentration moyenne de 2,15 mg/l Cette valeur moyenne est supérieure à celle trouvée à Marrakech [12] et aussi supérieure à celle trouvée par Naji [13] mais elle est inférieure à celle trouvée à Errachidia par Chaouki [14]. La comparaison des valeurs en oxygène dissous dans les eaux usées, analysées avec la grille de qualité des eaux de surface, [15] permet de déduire que ces eaux usées sont de qualité mauvaise à très mauvaise. La signification de ce paramètre est très claire puisque la présence d'oxygène dissous conditionne les réactions de dégradation -aérobie- de la matière organique et plus généralement l'équilibre biologique des milieux hydriques.

Dans les réseaux d'assainissement des eaux usées, sa disparition complète s'accompagne généralement de l'apparition d'H₂S dans l'air, provenant de la réduction des composés soufrés présents dans les effluents, et corrélativement des phénomènes d'attaque acide du béton des canalisations [16]. Ce qui rend les eaux usées de la ville d'Azilal sous saturées en oxygène qui accentue la fermentation anaérobie et le dégagement des mauvaises odeurs.

3.8 LES MATIÈRES EN SUSPENSION MES

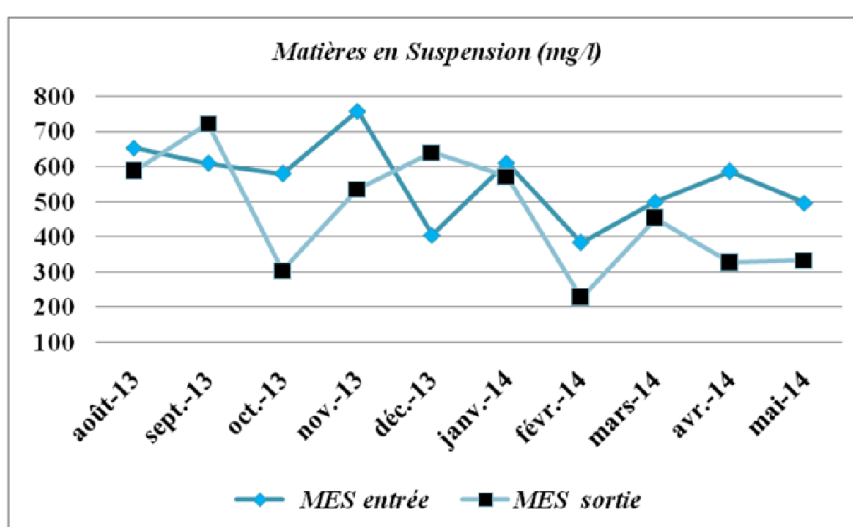


Fig. 9. Variation des valeurs moyennes des MES

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux usées. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la pénétration de la lumière donc de la photosynthèse). La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 384,5 mg/l et 759,5 mg/l avec une moyenne assez élevée de 559,38 mg/l (Tableau 1), celle à la sortie varie entre 227,2 mg/l et 723,1 mg/l avec une moyenne de 470,61 mg/l. Ces résultats sont liés souvent à la charge importante en matières organiques et minérales engendrées par la population des quartiers, drainées par les collecteurs d'assainissement branché avec la station. De même, ces valeurs sont proches de celles données par El Krati [17] à Sidi Bennour. Ces concentrations moyennes dépassent largement la concentration limite de rejet direct (50 mg/l) selon les normes du Comité Normes et Standards du Maroc [15], ainsi que le rendement d'abattement ne dépassent pas 15,86 %.

3.9 LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE DCO

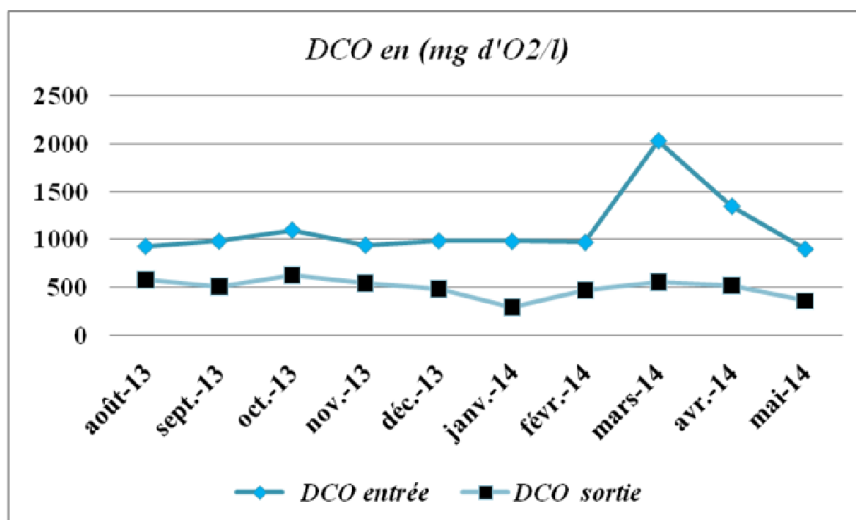


Fig. 10. Variation des valeurs moyennes de DCO en mg d'O₂/l

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale [18]. Les valeurs de la DCO à l'entrée varient entre 903,5 mg d'O₂/l et 2038,01 mg d'O₂/l avec une moyenne de 1120,10 mg d'O₂/l (Tableau 1), celles à la sortie varient entre 299,32 mg d'O₂/l et 634,55 mg d'O₂/l avec une moyenne de 500,16 mg d'O₂/l. Ces valeurs à la sortie nous montrent un moyen abattement des bassins facultatifs vis-à-vis de la pollution carbonée, cet abattement atteint 55,34%. D'autre part ces valeurs enregistrées ne sont pas conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

3.10 LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE DBO5

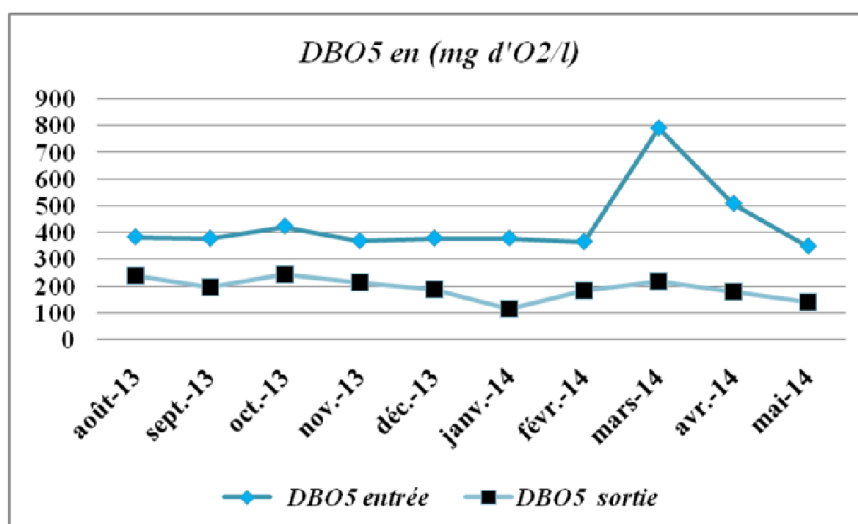


Fig. 11. variation des valeurs moyennes de DBO5 en mg/l

La DBO₅ est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques [18]. Les concentrations de la DBO₅ à l'entrée varient entre 350 mg d'O₂/l et 793 mg/l avec une moyenne de 433,9 mg d'O₂/l (Tableau 1), celles de la sortie varient entre 115 mg d'O₂/l et 245 mg d'O₂/l avec une moyenne de 192,7 mg d'O₂/l. Ces valeurs à la sortie nous renseignent sur le taux d'abattement des

bassins facultatif vis-à-vis de la pollution carbonée est dont les valeurs peuvent atteindre 55,58%. D'autre part ces valeurs enregistrées de la DBO₅ à la sortie aussi ne sont pas conformes aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

3.11 LES COLIFORMES FECAUX ET TOTAUX

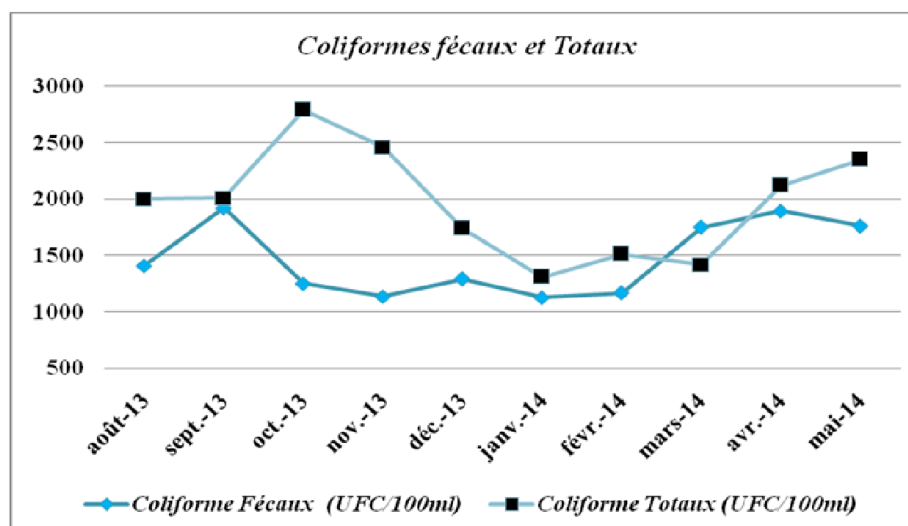


Fig. 12. variation de valeurs moyennes des coliformes totaux et fécaux à la sortie de la station

Les résultats des analyses bactériologiques à l'entrée de la station d'épuration révèlent la présence des germes indicateurs de contamination fécale ainsi que certains germes pathogènes. La charge moyenne en coliformes totaux (CT) est de l'ordre de 3,2 10⁷ germes par 100 ml. Pour les coliformes fécaux (CF) les valeurs moyennes sont de 4,9 10⁶ germes par 100 ml, D'après la figure ci-dessus et le tableau 2 on remarque que les coliformes totaux à la sortie de la station varient entre 1306 et 2790 UFC/100 ml avec une moyenne de 2048 UFC/100 ml alors que les coliformes fécaux varient entre 1126 et 1920 UFC/100 ml avec une moyenne de 1523 UFC/100 ml, ce qui nous permet de déduire que le traitement adopté par les bassins facultatifs dépasse largement les valeurs exigées par les normes de qualité des eaux destinées à l' irrigation (1000 UFC/100 ml) [10].

4 CONCLUSION

L'évaluation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration d'Azilal montre que la MES, la DCO et la DBO₅ situent ces eaux usées dans la tranche de concentration élevée [20].

Ceci est lié à la faible dilution de la matière organique en raison de la consommation plus ou moins limitée d'eau par habitant en comparaison avec les pays développés. Le suivi des paramètres physico chimiques et bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration d'Azilal nous a permis de déduire que:

- ✓ Les rendements épuratoires ont atteint des valeurs de 55,58%, 55,34% et 15,86 % respectivement pour la DBO₅, DCO et MES ;
- ✓ Les rendements épuratoires bactériologiques des coliformes totaux et fécaux dépassent largement les valeurs exigées par la norme marocaine ;
- ✓ La qualité des eaux épurées de la station ne conforme pas aux valeurs limites spécifiques de rejet domestique [19].

Ces valeurs montrent une mauvaise performance épuratoire de la station, due au dimensionnement des bassins et des systèmes d'adaptation des micro-organismes biodégradeurs de la matière organique, la qualité des effluents produits les rend inaptes à une réutilisation pour l'irrigation des terres d'agriculture.

RÉFÉRENCES

- [1] Y. Azami Idrissi et Alemad Ali, "Caractérisation physicochimique des eaux usées de La ville d'Azilal-Maroc," *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 11 N°. 3, pp. 556-566, Jun. 2015.
- [2] ONEP, Office National de l'Eau Potable, "Evaluation environnementale du projet d'assainissement de la ville d'Azilal," 07 juin 2007.
- [3] ISO 5667/3, Qualité de l'eau - échantillonnage - Guide pour la conservation et la Manipulation des échantillons, 1994.
- [4] ONEP, Caractérisation quantitative et qualitative des eaux usées, Guide de bonne Pratique, Direction Laboratoire de la Qualité des Eaux, ONEP, Rabat, 1999.
- [5] DIN, Détermination de la Demande Biologique en Oxygène (DBO) selon DIN Laboratoire National de l'Environnement. Ministère de l'environnement, Rabat, Maroc, 1992a.
- [6] DIN, Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) selon DIN 38409-H52 : Laboratoire National de l'Environnement Ministère de l'environnement, Rabat, Maroc, 1992b.
- [7] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Denod, Paris, pp. 1383, 1996.
- [8] F. Bigonnesse, "Techniques de prélèvement des échantillons pour l'analyse microbiologique des aliments et de l'eau," 01-D-540, 2012.
- [9] Valeurs limites des rejets directs et indirects du Maroc.
- [10] Ministère de l'Environnement du Maroc « Bulletin Normes marocaines, Bulletin officiel du Maroc », N° 5062 du 30 ramadan, 1423 (5 décembre 2002) portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation. Rabat, 2002.
- [11] A. Jemali et A. Kefati, "Réutilisation des eaux usées au Maroc," Forum sur la gestion de la demande en eau, Mars 2002, Direction du Développement et de la Gestion D'irrigation / Madref /Rabat, 2002.
- [12] L. Bouarab, N. Ourzzani, B. Oudra, J. Darley, Picot B. et J. Bontoux, "Evolution des formes d'azote dans la station expérimentale de lagunage naturel de Marrakech," Actes Quatrième Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française. Marrakech, Tome II (25-28 Avril 1994), 1994.
- [13] S. Naji, Institut sucrier d'étude de recherche et de formation les eaux du circuit hydrique de SUBM. Rapport interne, 1989.
- [14] H. Chaouki et L. El watik, "étude des performances épuratoires de la technique du lagunage aérée de la station d'épuration de la ville d'Errachidia- Maroc," ScienceLib Editions Mersenne : Volume 6, N ° 140101 ISSN 2111-4706, 2014.
- [15] Comité Normes et Standards, (CNS), Ministère de l'environnement du Maroc. Rabat, 1994.
- [16] O. Thomas, Métrologie des eaux résiduaires, Ed. Cebedoc / Tec. et Doc. 11, Liège -75384, Paris, 1995.
- [17] M. El Krati, "Etat de l'environnement de la ville d'El Jadida. Etude de la traitabilité des rejets liquides de textiles," Thèse d'Etat, Faculté des Sciences. El Jadida, 2000.
- [18] J. RODIER, L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Denod, Paris,1, pp. 1383, 1996.
- [19] Bulletin Officiel, n° 5448 du Jeudi 17 Août 2006, portant fixation des valeurs limites spécifiques de rejet domestique, 2006.
- [20] Metcalf et Eddy, H. P., Wastewater engineering: Treatment, Disposal and Reuse. 3ème Edition Library of Congress cataloging in publication data, TD, 645, T34, 1991.

Total phenolic compounds and antioxidant potential of quince (*Cydonia oblonga* Miller) leaf methanol extract

Saoussen Benzarti¹, Helmi Hamdi², Imen Lahmayer¹, Wala Toumi¹, Amel Kerkeni¹, Khadija Belkadh³, and Houcine Sebei¹

¹Higher School of Agriculture at Mograne, 1121 Mograne, Tunisia

²Water Research and Technology Center, University of Carthage, P.O.Box 273, Soliman 8020, Tunisia

³Free University of Tunis, Khaireddine Pacha Av., 1002 Tunis, Tunisia

Copyright © 2015 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: Natural products continue to play a significant role in drug discovery and development processes, and many plants have already provided valuable clues for potentially bioactive compounds. Additionally, it has become evident that significant health risks and benefits are associated with dietary food choice. Studies conducted in the past few years have demonstrated that quince (*Cydonia oblonga* Miller) is a good, safe, and low-cost natural source of different classes of interesting metabolites. In particular, phenolic compounds have application as preventive or therapeutic agents in diseases in which free radicals are involved. Despite the fact that quince fresh or processed fruit properties have attracted most attention, this study focused on antioxidant activities of phenolic compounds extracted from leaves of the Tunisian local variety. Accordingly, chromatographic characterization of methanol extract revealed the existence of nine compounds corresponding to phenolic acids and flavonoids. However, only six compounds could be systematically identified namely, 4-*O*-caffeoylquinic acid, quercetin-3-*O*-rutinoside, quercetin-3-*O*-galactoside, kaempferol-3-*O*-rutinoside, kaempferol-3-*O*-glycoside, and kaempferol-3-*O*-glucoside. Total phenolic compounds and flavonoids showed respectable content as compared to common medicinal plants: 52.5 mg/g dw and 4 mg/g dw, respectively. Consequently, DPPH free radical-scavenging activity and the inhibition of pre-formed radical ABTS⁺ by leaf extract were comparable to or even higher than the effect of synthetic antioxidant BHT. In addition, both tests were very highly correlated ($r = 0.82$) under the effect of quince leaf extract testifying to the sufficiency of only one test to highlight antioxidant potential.

KEYWORDS: quince leaves, methanol extract, phenolic compounds; antioxidant activity.

1 INTRODUCTION

Quince (*Cydonia oblonga* Miller) is a fruit tree of the Rosaceae family, whose cultivation has rapidly spread from Asia to central and southern parts of Europe, North Africa, Oceania and Americas. In Tunisia, quince has been historically grown mostly in the northern part of the country with current production estimated to 3000 t/year over 700 ha of croplands [1]. Fresh or processed quince fruits have been widely recognized as a valuable and cheap dietary source of health-promoting compounds, due to biologically active constituents which are characterized by their antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, anti-proliferative, and anti-ulcerative properties [2], [3], [4], [5], [6], [7]. There has been, nonetheless, an increasing attention to the phenolic content, composition and reactivity of quince non-edible aerial parts namely, leaves and seeds [2], [8].

Quince leaves have been also historically used, after decoction or infusion, in traditional medicine for their sedative, antipyretic, anti-diarrheic and antitussive properties and for the treatment of various skin diseases [8], [9], [10], [11]. Several therapeutically focused studies showed that quince leaf extract improved antioxidant activities in the liver of hyperlipidaemia rats [11], significantly protected the human erythrocyte membrane from hemolysis [12], prevented hematotoxic stress

induced by UVA in catfish [13], and inhibited the proliferation of human colon cancer cells (Caco-2) in a concentration-dependent manner [5].

All these health-promoting properties have been attributed to the high level of phenolic compounds contained in fruits and leaves of *Cydonia oblonga*. In general, more than 4000 phenolic compounds (phenolic acids, flavonoids or tannins) have been found at different concentration in vascular plant tissues, where they are able to act as antioxidants to prevent free radical damage to proteins, carbohydrates, lipids and DNA caused by abiotic stress [3], [12], [14], [15]. Aside to their physiological roles in plants, some of them are also favorable to human health, since they are able to act as antioxidants in a number of ways: as reducing agents, hydrogen donors, free radicals scavengers, singlet oxygen quenchers, metals chelators, enzyme inhibitors and in cell signaling, and, therefore, as cell saviors [3], [12]. Thus, scientific interest in antioxidants isolated from plant materials has been encouraged in order to ascertain whether the course of oxidative stress-related diseases can be altered.

Among the several *Cydonia oblonga* vegetal tissues, leaf characterization is relatively recent and is still understudied as compared to comestible parts such as fresh or processed fruits [3], [7], [16]. This work is among the first studies that aim to characterize phenolic compounds in Tunisian quince leaves as well as their antioxidant potential as compared to synthetic bioactive standards.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 LEAF SAMPLE PREPARATION

Fresh leaves of the local quince variety (*Cydonia oblonga* Miller) were sampled randomly from six various orchards located in the north-eastern part of Tunisia prior to leaf abscission (November). This agricultural area is famous for growing fruit trees, where quince fruits are produced to be sold fresh or mainly for jam production. At the laboratory, healthy green leaves were selected, thoroughly rinsed under running tap water then dried at 40 °C for 5 d. Dried leaves were ground until reaching a fine powder consistency then stored at 4 °C prior to analysis.

2.2 PHENOLIC COMPOUND ANALYSIS

Prior to the extraction of phenolic compounds, vegetable fats were removed from powdered leaves in a clean-up step. Accordingly, a prepared leaf sample (30 g) was extracted with n-hexane (200 mL) for 24 h in a Soxhlet apparatus. Then, the same leaf sample was air-dried again and phenolic compounds extracted with methanol (200 mL) under the same experimental conditions. The solvent extract was filtered and evaporated to dryness at 40 °C in a rotary evaporator (Heidolph Laborota 4001, Germany). Finally, residual dry extracts were re-dissolved in methanol at 1 mg/mL prior to analysis.

Phenolic compounds extracted from quince leaves were identified using high-performance liquid chromatography (Agilent 1100, USA) with diode-array detector (HPLC–DAD) coupled on line to a tandem mass spectrometer (MS/MS) (Waters Micromass Quattro Ultima, USA). Oven temperature was kept constant at 30 °C and UV spectrum acquisition was operated between 250 and 550 nm.

2.3 TOTAL PHENOL AND FLAVONOID CONCENTRATION

The concentration of total phenolic compounds extracted from quince leaves was measured using Folin-Ciocalteu reagent. From the dry extract solution at 1 mg/mL, 0.5 mL was mixed with 5 mL of a 1/10 ultra pure water diluted Folin-Ciocalteu reagent and 4 mL Na₂CO₃ (1 M). The mixture was shaken for 15 min at room temperature in darkness before absorbance determination at 765 nm using a UV-vis spectrophotometer (Jasco V350, Japan). Total phenolic content is determined with respect to a reference compound, gallic acid (GA), and results are expressed as mg GA equivalent per g dry weight (mg GAE/g dw) [17].

Total flavonoid content was determined by mixing 0.5 mL of dry extract (1 mg/mL) with 1.5 mL methanol, 0.1 mL AlCl₃, 6H₂O (10%), 0.1 mL C₂H₃NaO₂ (1 M) and 2.8 mL of ultra pure water [18]. The mixture was shaken vigorously then left to react for 30 min in darkness. Absorbance was determined at 430 nm and results expressed as mg quercetin equivalent per g dry weight (mg QE/g dw).

2.4 ANTIOXIDANT POTENTIAL OF LEAF EXTRACT

The antioxidant activity of leaf methanol extract was measured using colorimetric methods and compared to the reactivity of butylated hydroxytoluene (BHT), a synthetic antioxidant used as a food additive in small amounts [19]. Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), a water-soluble analog of vitamin E, was also used to estimate and compare the antioxidant activities of quince leaves and BHT by defining their relative TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) expressed as mmol TEAC/g extract [20].

In this study, the antioxidant potential of quince leaf extract was evaluated using two distinct decolorization assays: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and reduction of pre-formed radical monocation 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS^{•+}). DPPH radical-scavenging activity was determined by [21] with a slight modification. Extract (1 mL) was added at increasing concentrations to 2 mL of DPPH (0.1 mM) in ethanol. The mixture was mixed vigorously and allowed to stand at room temperature in the dark for 1 h. The absorbance of the resulting solution was measured spectrophotometrically at 515 nm. A blank solution was prepared using a mixture of methanol (1 mL) and DPPH (2 mL). In parallel, BHT antioxidant activity was estimated using the same experimental protocol and Trolox standard curve was prepared in the range of 0-100 μmol (Fig. 1).

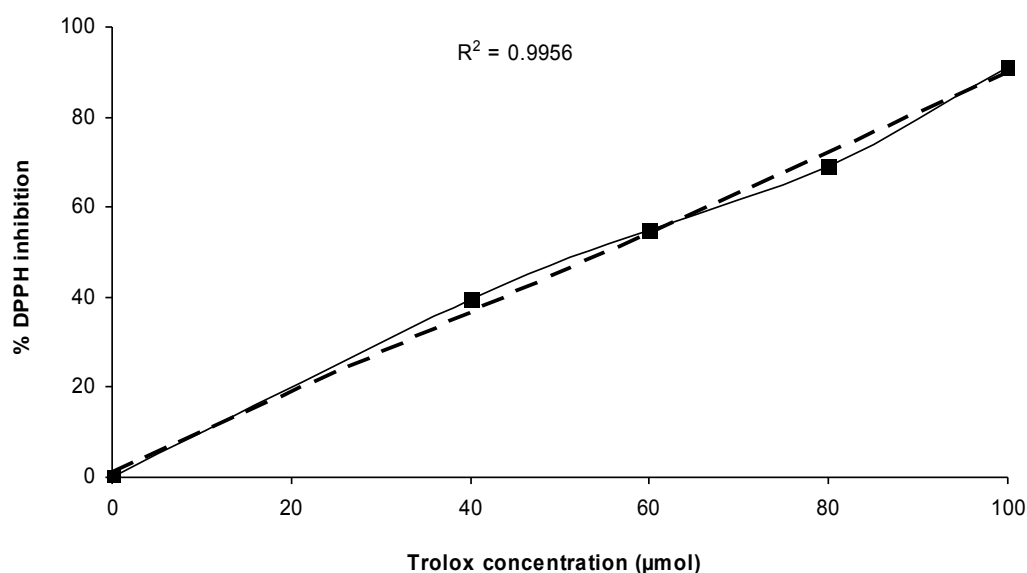


Fig. 1. Linear regression of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging activity of Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid).

The free radical scavenging activity was determined by ABTS (2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) radical cation (ABTS^{•+}) decolorization assay [22]. ABTS (2 mL) was first dissolved in ultra pure water to 7 mmol concentration. Then ABTS radical cation (ABTS^{•+}) was produced by reacting ABTS stock solution with 2.45 mmol potassium persulfate ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) and kept in the dark at room temperature (20 ± 2 °C) for 12-16 h before reaction. The radical is stable in this form for more than 2 d when stored in the dark at room temperature. Before analysis the ABTS^{•+} solution was diluted in methanol to an absorbance of 0.7 at 734 nm. Aliquots of 150 μL of leaf sample extract were added at increasing concentrations to 2580 μL of diluted ABTS^{•+} solution and absorbance was read exactly 15 min after initial mixing in the dark. As for DPPH assay, BHT antioxidant activity was estimated using the same experimental protocol and Trolox standard curve was prepared in the range of 0-300 μmol (Fig. 2).

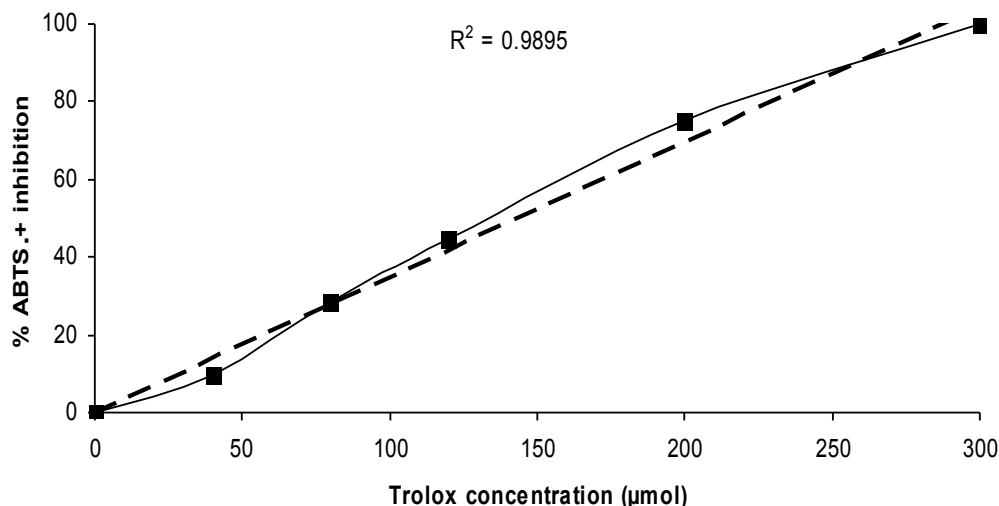


Fig. 2. Linear regression of ABTS.+ (2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) radical cation scavenging activity of Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid).

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

All measurements were carried out in triplicate and data processed using STATISTICA 5.0 software (StatSoft Inc., USA). For both antioxidant assays, half maximal 50% inhibitory concentrations (IC_{50}) of quince leaf extract and BHT were calculated using Origin 6.0 (Microcal Software Inc., USA). ANOVA with Student's *t*-test at $P \leq 0.05$ was applied to compare IC_{50} values of ABTS.+ and DPPH inhibition by quince leaf extract and BHT, respectively. Strength of relationship (*r*) between DPPH and ABTS.+ inhibition by leaf extract was estimated using Pearson product-moment correlation.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 LEAF EXTRACT CHARACTERISTICS

Results of chromatographic analysis of methanol leaf extract are represented in Table 1. A total number of nine compounds were detected under the experimental conditions applied to this analytical technique. Based on technical data provided for each peak, these nine compounds could be divided into two classes: four phenolic acids (C1, C7, C8, and C9) and five flavonoids (C2, C3, C4, C5, and C6). However, only six compounds were systematically identified as illustrated in Table 1. These compounds corresponded to five flavonoids (namely, quercetin-3-*O*-rutinoside, quercetin-3-*O*-galactoside, kaempferol-3-*O*-rutinoside, kaempferol-3-*O*-glycoside, and kaempferol-3-*O*-glucoside), and one phenolic acid (4-*O*-caffeoylquinic acid). Apparently, quercetin-3-*O*-rutinoside (rutin) constitutes the major phenolic compound in Tunisian quince leaves (largest peak). The same observation was also made by [3] who reported 36% of rutin in Tunisian quince fruit peels.

Literature describing the characterization of quince leaf extract is limited as compared to fruits for instance [23]. Oliveira et al. [8] reported that HPLC phenolic profile of Portuguese quince leaves revealed also the existence of nine compounds including those identified in this study. The rest of compounds matched exactly the three non-identified phenolic acids illustrated in Table 1: 3,5-*O*-dicafeoylquinic acid, 3-*O*-caffeoylquinic acid and 5-*O*-caffeoylquinic acid. The latter was found to be the major compound (36.2%) followed by quercetin-3-*O*-rutinoside (21.1%) and kaempferol-3-*O*-rutinoside (12.5%).

Table 1. Chromatographic characterization of quince leaf methanol extract

Peak No.	Compound	Class	RT (min)	Parent ion (M-H)	UV spectrum (nm)
C1	4- <i>O</i> -caffeoylquinic acid	Phenolic acid	15.94	354.31	250 ; 324
C2	Quercetin-3- <i>O</i> -rutinoside (Rutin)	Flavonoid	30.99	610.53	256 ; 354
C3	Quercetin-3- <i>O</i> -galactoside (Hyperin)	Flavonoid	31.55	464.38	256 ; 354
C4	Kaempferol-3- <i>O</i> -rutinoside	Flavonoid	32.28	594.53	266 ; 350
C5	Kaempferol-3- <i>O</i> -glycoside	Flavonoid	33.22	448.38	266 ; 350
C6	Kaempferol-3- <i>O</i> -glucoside	Flavonoid	33.80	432	266 ; 320
C7	n.d	Phenolic acid	36.07	452	276 ; 320
C8	n.d	Phenolic acid	37.33	386	250 ; 312
C9	n.d	Phenolic acid	37.71	386	312

n.d: not determined

In fact, most of the published data on quince leaf characterization originate from Portugal where, unlike our study, 5-*O*-caffeoylquinic acid has been always observed as the major compound ranging from 10.7 mg/g [5] to 15.7 mg/g [12]. Oliveira et al. [8] showed that the geographical origin as well as the sampling season of leaves influenced their phenolic composition in Portugal. Within the same geographic area, Costa et al. [12] identified only six phenolic compounds in methanol extracts of quince leaves, three phenolic acids and three flavonoids. They attributed this lack of detection to low extraction effectiveness. In this study, the presence of five flavonoids in leaf methanol extracts (Table 1) is not surprising since this type of compounds act as UV filters, protecting some fragile cell structures, such as chloroplasts, from photooxidation [8], [12].

Quantification based on absorbance determination revealed that total phenolic and flavonoid contents were 235.66 mg GAE/g methanolic extract and 17.6 mg QE/g methanolic extract corresponding to 52.52 mg GAE/g dry leaves and 4 mg QE/g dry leaves, respectively (extraction yield = 22.3%). These values represent a respectable content that characterizes plants used for herbal medicine. For example, Sreelatha and Padma [24] pointed out that in *Moringa oleifera* mature leaves, total phenolic and flavonoid compounds were 46 and 2.7 mg/g, respectively. Oliveira et al. [8] already pointed out that a total phenolic mean content of 10.3 mg/g is considered as relatively high, qualifying quince leaves as a good and cheap source of bioactive constituents. Using 5-*O*-caffeoylquinic acid (CA) as calibration standard, it was reported that phenolic compounds in Portuguese quince leaves contained a mean of 220 mg CA/g dry leaves [12]. This was significantly two-fold higher than CA content in green tea. In their comparative study, Teleszko and Wojdyło [7] showed that the highest concentration of total polyphenols was observed for Polish quince leaves (89.6-175.4 mg/g dw) followed in a decreasing order by cranberry, apple, chokeberry, Japanese quince, bilberry and blackcurrant leaves.

As compared to the composition of quince edible parts (hole fruit, pulp, peel, or jam), it has been reported that the total phenolic content of leaves is higher owing to higher drying yields [7], [8], [25]. Accordingly, analytical results showed that Spanish quince peels have a total polyphenols content of 5.81 mg GAE/g, nine-fold lower than that determined in our leaves [6]. Comparable total content of phenolic compounds of 4.85 mg/g was also observed for quince jam [26]. In Tunisian quince fruits, Fattouch et al. [3] found that the total phenolic mean contents of the pulp and peel parts were 0.42 and 1.31 mg/g fw, respectively. Same content variation has been also reported for Indian quince pulp and peel (0.67 and 0.97 mg GAE/g fw, respectively) [27]. This confirms that quince leaves, based on lower water content and different physiological function, contain significantly higher concentration of phenolic compounds than fruits independently of the geographical origin and distribution.

3.2 ANTIOXIDANT CAPACITY

Antioxidant capacity assays may be broadly classified as single electron transfer- (SET) and hydrogen atom transfer- (HAT) based assays. SET assays are much easier and measure the capacity of an antioxidant in the reduction of an oxidant, which changes color when reduced [28]. DPPH free radical-scavenging activity has been largely used as a routine screening method for testing the antiradical potential of a large variety of compounds [29]. It is actually the most published antioxidant activity reported for different quince parts. In this study, both quince leaf extract and BHT presented a steep increasing concentration-dependent antiradical activity up to 120 µg/mL. This was reflected by comparable IC₅₀ values at $P \leq 0.05$ (38.4 and 36.5 µg/mL, respectively) as shown in Fig. 3.

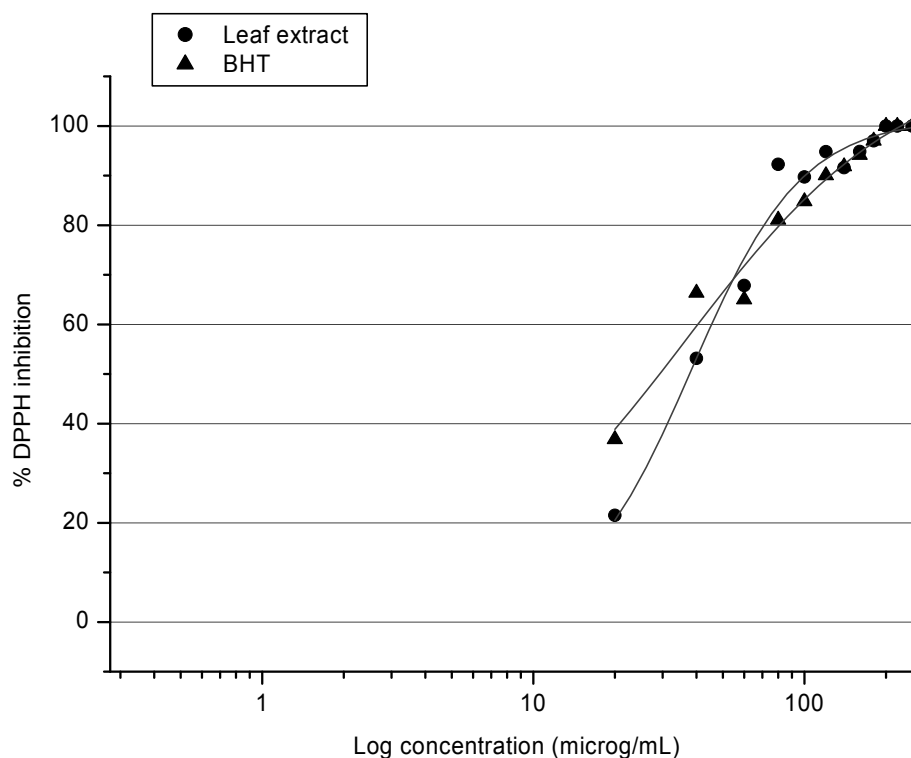


Fig. 3. Sigmoidal regression of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) percent inhibition by quince leaf extract and BHT. Values are means of triplicate measurements. Half maximal 50% inhibitory concentrations (IC_{50}) of quince leaf extract and BHT were calculated using Origin 6.0 software.

Costa et al. [12] investigated DPPH free radical-scavenging capacity in twelve healthy quince leaf samples collected in various seasons and regions of Portugal. They reported IC_{50} values varying between 14.5 and 27.6 $\mu\text{g/mL}$ with a mean average of 21.6 $\mu\text{g/mL}$. This is actually higher than the antiradical activity observed for Tunisian quince leaves but lower than green tea (12.7 $\mu\text{g/mL}$) and ascorbic acid (8.1 $\mu\text{g/mL}$), for instance [12]. For quince edible parts, pulp and peel extracts showed respectively IC_{50} values of 600 and 800 $\mu\text{g/mL}$ for DPPH activity, while seed extract presented much lower antioxidant potential (12.2 mg/mL) [30]. This is nonetheless far lower than antiradical activity reported for leaf extract. We noted also comparable TEAC values for leaf extracts and BHT: 1.25 and 1.20 mmol TEAC/g dw, respectively. In their study on Tunisian quince fruits, Fattouch et al. [3] found higher TEAC values for peel than pulp: 4.27 against 3.33 g TEAC/100 g fw, respectively. As suggested, hydroxycinnamic acid derivatives seem to be the main driving force behind DPPH free radical-scavenging activity [2], [25]. The antioxidant effect of caffeoylquinic acids can be explained by the presence of a catechol group, which confers a great stability to phenoxyl radicals by participating in electron delocalization. Additionally, conjugated double bond in the side chain of a catechol group is likely to have great effect in stabilizing the putative phenoxyl radical and, therefore, in enhancing antiradical activity [2], [12], [25].

The inhibition of the pre-formed radical monocation of 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS \cdot^+) is illustrated in Fig. 4. As for DPPH activity, quince leaf extracts and BHT dose-dependently reduced ABTS \cdot^+ until 100% inhibition at 500 $\mu\text{g/mL}$. However, BHT effect was slightly stronger within this concentration range yielding an IC_{50} value of 128.2 $\mu\text{g/mL}$ as compared to that of leaf extracts (161.4 $\mu\text{g/mL}$). In addition, there was no significant difference in their TEAC (0.73 and 0.87 mmol/g dw, respectively). Comparable values were also reported for Polish quince leaves (1.16 mmol TEAC/g dw), considered as the strongest among all studied plant species [7]. In contrast, Van Der Werf et al. [31] found lower ABTS \cdot^+ activity for French common quince fruit sugar-free polar extract (SFPE): 0.22 mmol TEAC/g SFPE.

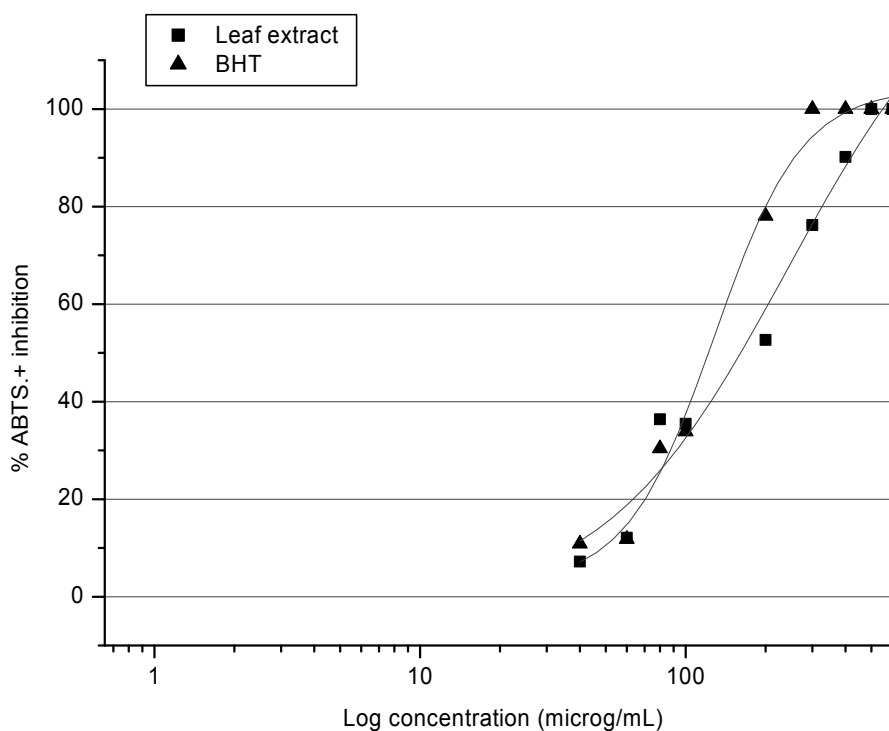


Fig. 4. Sigmoidal regression of ABTS+ (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) percent inhibition by quince leaf extract and BHT. Values are means of triplicate measurements. Half maximal 50% inhibitory concentrations (IC_{50}) of quince leaf extract and BHT were calculated using Origin 6.0 software

In their investigation on plant species of the genus *Chaenomelese*, close relative to quince, Du et al. [32] already qualified of strong ABTS+ activities in fruits varying between 0.19 and 0.31 mmol Trolox/g fw. In other medicinal plants, Shi et al. [33] determined for instance a much lower TEAC value (0.89 $\mu\text{mol/g dw}$) in water extracts of the aromatic herb *Artemisia selengensis*. They found also a very strong correlation between ABTS+ inhibition and total phenolic acid content. Finally, DPPH and ABTS+ inhibition tests were very highly correlated in this study ($r = 0.82$) proving that only one test is sufficient to highlight the antioxidant potential of quince leaf extract.

4 CONCLUSION

Quince leaves constitute a promising natural source rich in bioactive compounds, namely caffeoylquinic acids, quercetin and kaempferol heterosides. Furthermore, leaves are low cost and are widely available after fruit harvest. The antioxidant and antiproliferative activities described for these materials may be indicative of the interest in quince leaves as a natural source of health promoting compounds, suitable for application in nutritional/pharmaceutical fields, in the prevention and treatment of free radical-mediated human chronic pathologies, such as cardiovascular diseases and cancer.

REFERENCES

- [1] MESST (Ministry of Environment and Sustainable Development of Tunisia), Pour une stratégie sur la diversité biologique à l'horizon 2020, Volume II: La biodiversité végétale. p. 240, 2012.
- [2] B. M. Silva, P. B. Andrade, P. Valentão, F. Ferreres, R. M. Seabra, and M. A. Ferreira, Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, pp. 4405–4712, 2004.
- [3] S. Fattouch, P. Caboni, V. Coroneo, C. I. G. Tuberoso, A. Angioni, S. Dessi, N. Marzouki, and P. Cabras, Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, pp. 963–969, 2007.
- [4] D. Alesiani, A. Canini, B. D'Abrosca, M. Dellagrecia, A. Fiorentino, C. Mastellone, P. Monaco, and S. Pacifico, Antioxidant and antiproliferative activities of phytochemicals from Quince (*Cydonia vulgaris*) peels, *Food Chemistry*, 118, pp. 199–207, 2010.
- [5] M. Carvalho, B. M. Silva, R. Silva, P. Valentão, P. B. Andrade, and M. L. Bastos, First report on *Cydonia oblonga* Miller anticancer potential: Differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, pp. 3366–3370, 2010.
- [6] P. J. Szychowski, S. Munera-Picazo, A. Szumny, Á. A. Carbonell-Barrachina, F. Hernández, Quality parameters, bio-compounds, antioxidant activity and sensory attributes of Spanish quinces (*Cydonia oblonga* Miller), *Scientia Horticulturae*, 165, pp. 163–170, 2014.
- [7] M. Teleszko, and A. Wojdyło, Comparison of phenolic compounds and antioxidant potential between selected edible fruits and their leaves, *Journal of Functional Foods*, 14, pp. 736–746, 2015.
- [8] A. P. Oliveira, J. A. Pereira, P. B. Andrade, P. Valentão, R. M. Seabra, and B. M. Silva, Phenolic profile of *Cydonia oblonga* Miller leaves, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, pp. 7926–7930, 2007.
- [9] C. Grundemann, M. Papagiannopoulos, E. Lamy, V. Mersch-Sundermann, and R. Huber, Immunomodulatory properties of a lemon-quince preparation (Gencydo[®]) as an indicator of anti-allergic potency, *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 18, pp. 760–768, 2011.
- [10] K. Essafi-Benkhadir, A. Refai, I. Riahi, S. Fattouch, H. Karoui, and M. Essafi, Quince (*Cydonia oblonga* Miller) peel polyphenols modulate LPS-induced inflammation in human THP-1-derived macrophages through NF- κ B, p38MAPK and Akt inhibition, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 418, pp. 180–185, 2012.
- [11] A. Abliz, Q. Aji, E. Abdusalam, X. Sun, A. Abdurahman, W. Zhou, N. Moore, and A. Umar, Effect of *Cydonia oblonga* Mill. leaf extract on serum lipids and liver function in a rat model of hyperlipidaemia, *Journal of Ethnopharmacology*, 151, pp. 970–974, 2014.
- [12] R. M. Costa, A. S. Magalhães, J. A. Pereira, P. B. Andrade, P. Valentão, M. Carvalho, and B. M. Silva, Evaluation of free radical-scavenging and antihemolytic activities of quince (*Cydonia oblonga*) leaf: A comparative study with green tea (*Camellia sinensis*), *Food and Chemical Toxicology*, 47, pp. 860–865, 2009.
- [13] A. G. M. Osman, M. Koutb, and A. E. H. Sayed, Use of hematological parameters to assess the efficiency of quince (*Cydonia oblonga* Miller) leaf extract in alleviation of the effect of ultraviolet–A radiation on African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 99, 1–8, 2010.
- [14] J. A. Vinson, L. Zubik, P. Bose, N. Samman, and J. Proch, Dried fruits: excellent *in vitro* and *in vivo* antioxidants, *Journal of the American College of Nutrition*, 24, pp. 44–50, 2005.
- [15] S. Benzarti, H. Hamdi, S. Mohri, and Y. Ono, Hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (Ganges ecotype) response to increasing levels of dissolved cadmium and zinc, *Chemistry and Ecology*, 28, pp. 561–573, 2012.
- [16] A. P. Oliveira, R. M. Costa, A. S. Magalhães, J. A. Pereira, M. Carvalho, P. Valentão, P. B. Andrade, and B. M. Silva, Targeted metabolites and biological activities of *Cydonia oblonga* Miller leaves, *Food Research International*, 46, pp. 496–504, 2012.
- [17] Z. Kraiem-Dardour, A. Zairi, K. Msaada, H. Hamdi, and B. Ezzili, Changes of phenolic compounds in Carignan merithallus (*Vitis vinifera* L.) during bud dormancy and end of dormancy phase: correlation with rhizogenesis, *Agricultural Sciences*, 2, pp. 498–504, 2011.
- [18] F. Pourmorad, S.J. Hosseinimehr, and N. Shahabimajd, Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants, *African Journal of Biotechnology*, 5, pp. 1142–1145, 2006.
- [19] C. Negro, L. Tommasi, and A. Miceli, Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts, *Bioresource Technology*, 87, pp. 41–44, 2003.
- [20] D. Huang, B. Ou, and R. L. Prior, The chemistry behind antioxidant capacity assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, pp. 1841–1856, 2005.

- [21] W. Binsan, S. Benjakul, W. Visessanguan, S. Roytrakul, M. Tanaka, and H. Kishimura, Antioxidative activity of Mungoong, an extract paste, from the cephalothorax of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *Food Chemistry*, 106, pp. 185-193, 2008.
- [22] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology and Medicine*, 26, pp. 1231-1237, 1999.
- [23] M. G. E. Karar, D. Pletzer, R. Jaiswal, H. Weingart, and N. Kuhnert, Identification, characterization, isolation and activity against *Escherichia coli* of quince (*Cydonia oblonga*) fruit polyphenols, *Food Research International*, 65, Part A, pp. 121-129, 2014.
- [24] S. Sreelatha, and P.R. Padma, Antioxidant activity and total phenolic content of *Moringa oleifera* leaves in two stages of maturity, *Plant Foods for Human Nutrition* 64, pp. 303-311, 2009.
- [25] B. M. Silva, P. Valentão, R. M. Seabra, and P. B. Andrade, Quince (*Cydonia oblonga* Miller): An Interesting Dietary Source of Bioactive Compounds. In K.N. Papadopoulos (Ed.), *Food Chemistry Research Developments*, pp. 243-266. New York, USA: Nova Science Publishers, Inc., 2008.
- [26] A. Wojdyło, J. Oszmiański, M. Teleszko, and A. Sokół-Łętowska, Composition and quantification of major polyphenolic compounds, antioxidant activity and colour properties of quince and mixed quince jams, *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 64, pp. 749-756, 2013.
- [27] S. A. Mir, F. A. Masoodi, , A. Gani, S. A. Ganaie, U. Reyaz, and S. M. Wani, Evaluation of antioxidant properties of methanolic extracts from different fractions of quince (*Cydonia oblonga* Miller), *Advances in Biomedicine and Pharmacy*, 2, pp. 1-6, 2015.
- [28] R. S. Phatak, and A. S. Hendre, Total antioxidant capacity (TAC) of fresh leaves of *Kalanchoe pinnata*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2, pp. 32-35, 2014.
- [29] O. P. Sharma, and T. K. Bhat, DPPH antioxidant assay revisited, *Food Chemistry*, 113, pp. 1202-1205, 2009.
- [30] A. S. Magalhães, B. M. Silva, J. A. Pereira, P. B. Andrade, P. Valentão, and M. Carvalho, Protective effect of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit against oxidative hemolysis of human erythrocytes, *Food and Chemical Toxicology*, 47, pp. 1372-1377, 2009.
- [31] R. Van Der Werf, S. Dal-Ros, J. Legrandois, D. Aoude-Werner, F. Digel, S. Ennahar, S. Sigrist, E. Marchioni, Determination of active radical scavenging compounds in polar fruit and vegetable extracts by an on-line HPLC method, *LWT - Food Science and Technology*, 62, pp. 152-159, 2015.
- [32] H. Du, J. Wu, H. Li, P. X. Zhong, Y. J. Xu, C. H. Li, K. X. Ji, and L. S. Wang, Polyphenols and triterpenes from *Chaenomeles* fruits: Chemical analysis and antioxidant activities assessment, *Food Chemistry*, 141, pp. 4260-4268, 2013.
- [33] F. Shi, X. Jia, C. Zhao, and Y. Chen, Antioxidant Activities of Various Extracts from *Artemisia selengensis* Turcz (LuHao), *Molecules*, 15, pp. 4934-4946, 2010.

Le maraîchage et l'accès aux facteurs de production dans le contexte socio-économique de Lubumbashi

[The market gardening and the access to the factors of production in the context socioeconomic of Lubumbashi]

Ntumba Ndaye François¹, Tshomba Kalumbu John¹, Emmanuel Muyambo Muyasa¹, Kirika Ansey Bibich², and Nkulu Mwine Fyama¹

¹Département d'Economie Agricole, Faculté des sciences agronomiques,
Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

²Département de Phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques,
Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2015 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 market gardening has a fundamental importance thanks to its multifunctionality in the socio-economic mutations that characterize the city of Lubumbashi. This study describes this activity to define its characteristics and its operating mode. To arrive there, an investigation on 115 producers has been realized in five market gardening sites on two months to July at August (2013). Of the gotten results, it appears from the analyses that the market gardening is an activity in the margin, threatened by the land insecurity and the under financing. It is practiced more in dry season considering the agro-ecological requirements of the cultures and the lack of mastery of the technical itineraries some against season (rainy period). It has realized on small surfaces in sharecropping with rudimentary agricultural materials. This activity financed by the market gardeners them same is dominated notably by the production of the vegetables like the cabbages of China and the amaranth with a weak output. The merchandising of these vegetables doesn't procure a beneficiary margin capable to permit the survival of the families of the operators as well as the reproduction of their operating systems. This, since the produced vegetables are generally of bad quality and their prices remain in most cases dictated by the purchasers. This reality confers to the market gardening a traditional character so that the actors resort in some cases, to the productive inputs (improven seeds, products phytosanitaires and chemical manures). These factors limit the potential of market production considerably in the socioeconomic context of Lubumbashi.

KEYWORDS: Market gardening, socio-economic mutations, system of production, Lubumbashi.

RÉSUMÉ: Le maraîchage revêt une importance capitale grâce à sa multifonctionnalité dans les mutations socioéconomiques qui caractérisent la ville de Lubumbashi. Cette étude décrit cette activité pour en définir ses caractéristiques et son mode de fonctionnement. Pour y parvenir, une enquête auprès de 115 producteurs a été réalisée dans cinq sites maraîchers sur une période de deux mois soit juillet et août (2013). Des résultats obtenus, il ressort des analyses que le maraîchage est une activité en marge, menacée par l'insécurité foncière et le sous financement. Elle est plus pratiquée en saison sèche compte tenu des exigences agro-écologiques des cultures et du manque de maîtrise des itinéraires techniques en contre saison (période pluvieuse). Elle se réalise sur des petites superficies souvent en métayage avec des matériels aratoires rudimentaires. Cette activité financée par les maraîchers eux-mêmes est dominée par la production des légumes feuilles notamment le chou de Chine et l'amarante avec un rendement faible. La commercialisation de ces légumes ne procure pas une marge bénéficiaire pouvant permettre la survie des familles des exploitants ainsi que la reproduction de leurs systèmes d'exploitation. Ceci, étant donné que les légumes produits sont généralement de mauvaise qualité et leurs prix restent dans

la plupart des cas dictés par les acheteurs. Ce constat confère au maraîchage un caractère traditionnel si bien que les acteurs recourent dans certains cas, aux intrants productifs (semences améliorées, produits phytosanitaires et engrais chimiques). Ces facteurs limitent considérablement le potentiel de production maraîchère dans le contexte socio-économique de Lubumbashi.

MOTS-CLEFS: Maraîchage, mutations socioéconomiques, système de production, Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

De nos jours, l'agriculture urbaine (AU) est devenue une activité lucrative pour des populations à bas revenu vivant dans les villes des pays en développement. Dans ces pays à économie fragile, la croissance démographique, l'expansion urbaine sont venues accentuer la misère des populations (insécurité alimentaire, la pauvreté, le chômage, etc.), les poussant ainsi à monter des stratégies pour survivre [1]. Et l'agriculture urbaine est préconisée comme une réponse aux mutations des villes, car elle contribue à l'approvisionnement des produits alimentaires de bonne qualité, permettant ainsi aux pauvres d'accéder à une alimentation saine et concourt à la création d'emplois, à l'assainissement du milieu [2]. Par ailleurs à Lubumbashi, la pratique de cette activité est l'expression de la conjoncture économique et l'insécurité politique que traverse le pays depuis plusieurs années. Alors que la population de cette ville ne cesse d'augmenter. Celle-ci étant estimée à près de 2 millions d'habitants dont 70% vit en dessous du seuil de pauvreté [3]. Dans la ville, l'économie locale est nourrit principalement par l'exploitation minière [4]. Par conséquent, la paralysie de ce secteur ces dernières années a condamné plusieurs personnes au chômage. Ainsi [5] et [6] stipulent que les activités informelles sont devenues des sources d'emplois et de revenus pour environ 90% de la population. Par ailleurs, [7] indiquent que 98% des pauvres de la ville de Lubumbashi sont occupés par l'agriculture urbaine qui constitue une activité de base pour 23% d'entre eux et secondaire pour les 75% autres. Le maraichage reste l'activité la plus productive et rentable de l'agriculture urbaine car il est moins exigeant en terme de coûts d'investissements, motivant ainsi les agriculteurs à cultiver les légumes [8]. A Lubumbashi, 60.000 tonnes des légumes sont produits chaque année et assurent le revenu à près de 7800 petits producteurs [9]. Malgré ces statistiques, le bilan d'approvisionnement alimentaire reste déficitaire et insuffisant pour satisfaire la demande en croissance. Par conséquent la ville est approvisionnée par les importations. Ce constat traduit la contreperformance du secteur agricole dans la région, expliquée selon plusieurs auteurs par le sous-financement, la rivalité entre le secteur minier et agricole dans l'utilisation des ressources ainsi l'urbanisation ayant conduit à la réduction de la disponibilité des terres agricoles [3]. Par ailleurs [10] et [11] fustigent le manque de politiques agricoles adaptées, le manque d'innovations, l'accès difficile aux intrants et autres facteurs de production, l'instabilité des prix sur le marché comme facteurs justifiant la baisse de production agricole alors que les exigences en termes de qualité, quantité et régularité d'approvisionnement en légumes bon marché sont croissantes. Vu la multiplicité des contraintes à la production légumière dans la zone d'étude, comment l'agriculture pourrait-elle satisfaire les besoins des consommateurs ? Cette étude contribue à la réflexion sur la promotion de l'agriculture en milieu urbain. Pour ce faire, elle met en évidence l'état de lieu du maraichage à Lubumbashi par un diagnostic de son système de production.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU

La présente étude a été menée à Lubumbashi, deuxième ville importante de la République démocratique du Congo (RDC). Chef-lieu de la riche province du Katanga, est considéré comme la capitale économique du pays grâce à ses activités minières. Lubumbashi est situé au Sud-Est du pays à 1200 et 1300 m d'altitude, entre 11°40' de latitude Sud et à 27°29' de longitude Est [12].

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

En marge de cette étude, nous avons procédé par l'échantillonnage qui a permis de repérer les sites d'études et les exploitations. Après avoir définis l'échantillon, il s'est en suit la collecte et le traitement des données.

2.2.1 ECHANTILLONNAGE

Cinq 5 sites maraîchers ont été répertoriés pour la réalisation de cette étude. Ces sites ont été choisis en raison de l'intensité de leurs activités et font partie de la liste des entités de production maraîchères qui ont été soutenues dans le

cadre du projet FAO HUP (2000 à 2010). Ces sites sont localisés dans deux communes principalement (Annexe et Katuba) de la ville de Lubumbashi (**tableau 1**). Ils sont dans l'ensemble traversé par un cours d'eau soit implantés sur des terrains marécageux et restent accessible.

Tableau1. Localisation des sites d'étude, taille de l'échantillon

Communes	Sites	Nombre d'enquêtés	Longitude	Latitude
Annexe	Ting-Ting	22	27°28'43,6"E	11° 36'51,1" S
Annexe	Kashamata	21	27° 26'19,0"E	11°44'61,3" S
Annexe	Kimilolo	22	27° 25'57,9"E	11° 43'44,7" S
Katuba	Kantumbwi	30	27° 28'71,2"E	11° 42'86,1" S
Katuba	Maendeleo	20	27°27'92,7"E	11°42'79,4" S
Total		115		

La population cible de l'étude est constituée par des exploitants maraichers repartis sur les 5 sites retenus. Un échantillon de 115 exploitants a été créé d'une manière aléatoire. Ce choix aléatoire permet d'avoir une représentation plus diversifiée étant donné que les structures des exploitations sont différentes [13]. Par ailleurs, les enquêtés considérés comme exploitants, toutes les personnes ayant un champ sur le site et y pratique des cultures régulièrement.

2.2.2 COLLECTE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour la collecte des informations, une enquête a été conduite auprès des maraichers à l'aide d'un questionnaire structuré en fonction des objectifs poursuivis. A travers les entretiens, les données recueillies étaient centrées sur la conduite des exploitations (superficie cultivées, type de cultures, itinéraire technique et l'accès aux facteurs de production. Ceci pour nous permettre d'avoir un aperçu général sur l'activité. Les données relatives aux enquêtes ont été collectées entre les mois de Juillet et Août de l'année 2013, correspondant à la saison sèche pendant laquelle la pratique du maraichage est favorable. La descente sur terrain était programmée dans la matinée ou dans la soirée suivant la disponibilité des agriculteurs. Les données collectées ont été saisies et traitées sur Excel. L'analyse s'est limitée à la statistique descriptive (moyenne, écart-type, fréquence, etc.). Cette analyse est orientée sur deux axes notamment : (1) La caractérisation des exploitations sur base des superficies en fonction de quartile. (2) Ensuite, une analyse est faite sur l'accès aux facteurs de production et les pratiques culturales.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 ACCÈS AUX FACTEURS DE PRODUCTION

3.1.1 ACCÈS À LA TERRE

La terre est un facteur clé dans la production agricole mais son accès fait l'objet d'une concurrence acharnée en milieu urbain en raison de son usage multiple [8]. Les résultats de l'enquête montrent que 76 % des producteurs louent des terres qu'ils exploitent (figure1). Or, peu avant [14] révélaient que 61,7% des maraichers travaillaient sur des terres louées auprès des particuliers. L'auteur décrit ce phénomène sous le vocable « *manque de sureté foncier* », qu'il considère comme un handicap à l'investissement, un frein à la modernisation des exploitations par peur d'être expulsé un jour par le propriétaire. Il a été constaté également que 12% des maraichers sont propriétaires de terres. Généralement il s'agit des parcelles d'habitations où ils ont installés les cultures.

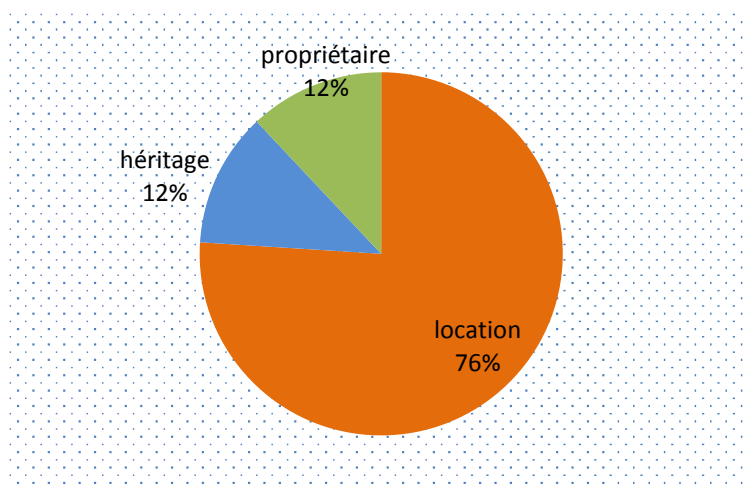


Figure1. Mode d'accès à la terre

La proximité des parcelles autour des sites constitue des menaces vues l'enjeu que présente la terre en milieu urbain. Ces zones de production risquent de disparaître et être convertis à d'autres fins.

Les résultats du **tableau 2** ci-dessous montrent que la superficie cultivée et déclarée varie entre 0,23 et 19,24 ares avec une moyenne de $4,14 \pm 3,16$ ares. Par ailleurs, il a été observé qu'environ 75,6% d'exploitants cultivent moins de 6 ares parmi lesquels deux tiers cultivent sur moins de 2,5 ares. Cependant il existe un grand écart entre la plus petite superficie et la plus grande. L'amplitude moyenne est de 19 ares, indiquant ainsi l'inégalité dans la répartition des superficies.

En effet, la superficie totale mise en culture par les 115 exploitants enquêtés est estimée à 476,9 ares. Mais ces terres ne sont pas réparties de manière égale. Les superficies emblavées dans les zones périphériques (Kashamata et Kimilolo) sont plus grandes (7,8 ares en moyenne) que celles en plein milieu d'habitation, 2 ares en moyenne (cas de Ting-Ting, Kantumbwe et Maéndéléo). La disponibilité des terres dans la zone périphérique de Lubumbashi pourrait se justifier par la présence des fermes de type moderne installées dans la ceinture urbaine de Lubumbashi. On déduit en fait de ce constat que les terres des sites maraichers à côté des habitations sont soumis à des fortes pressions d'occupation liées à leur utilisation intensive, qui conduit à l'inefficacité des intrants utilisées d'où la baisse du rendement [15].

Tableau 2. Classification des exploitations maraichères en fonction de superficies cultivées

Distribution des classes	Désignation	Superficie en Are	Effectif	Proportion en %	Fréquence cumulées en %
Classe1	Très petite superficie	0,23 – 1,1	29	25,2	25,2
Classe2	Petite superficie	1,2 – 2,2	29	25,2	50,4
Classe3	Moyenne superficie	2,3 – 5,7	29	25,2	75,6
Classe4	Grande superficie	5,8 – 19,2	28	24,4	100
Total			115	100	
Sites	Ting-ting	Maendeleo	Kantumbwi	Kashamata	Kimilolo
Superficie moyenne par site en (Are)	3,2	1,3	1,5	7,4	8,7

3.1.2 ACCES AU FINANCEMENT ET A LA MAIN D'ŒUVRE

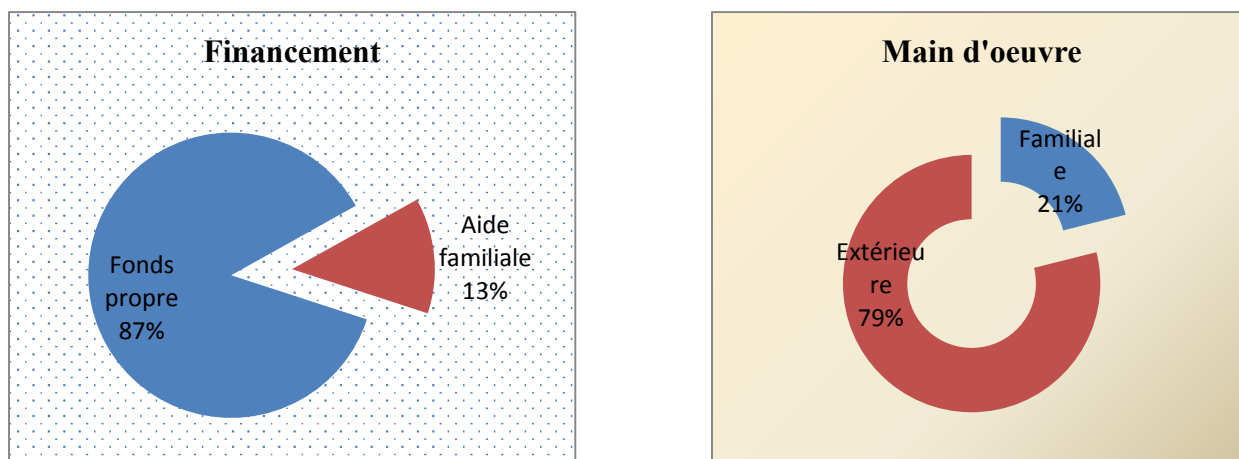


Figure 2. Accès au financement et à la main d'œuvre

3.1.2.1 FINANCEMENT

Les enquêtes révèlent que 86,9 % d'exploitants autofinancent leurs activités et 13,1% sont appuyés par les membres de leurs familles. L'autofinancement est effectif grâce à d'autres activités entretenues par les membres du ménage. A la limite au sein des exploitations, les recettes réalisées sur des cultures à cycle court servent au financement des spéculations à cycle long et à l'intensification de la production. Par contre, lorsque ces ressources ne sont pas disponibles à temps réel, les producteurs observent un retard dans l'accomplissement de certaines tâches. Même s'il arrive que les producteurs tiennent le coût mais le résultat est toujours insuffisant car le non accès au crédit constitue un frein à la modernisation des exploitations. Cet avis est partagé par [16] considérant que le crédit agricole est un stimulant pour la performance et l'efficacité des exploitations étant donné qu'il contribue à la modernisation et à l'innovation conduisant ainsi à la performance technique et économique de ces dernières. Par conséquent, la libéralisation des marchés financiers s'est accompagnée de l'exclusion d'accès au crédit d'un nombre important des acteurs économiques vulnérables (agriculteurs, artisans, etc.) alors que les besoins en financement de ces acteurs se sont accrus avec la monétarisation des échanges et pourtant l'offre financière ne s'est pas adaptée à la demande. Pour ce faire, les initiatives locales, des tontines aux prêteurs privés, répondent à certains besoins d'entraide, de solidarité ou d'urgence mais elles ne suffisent pas à répondre aux besoins en raison de leurs ressources limitées et du coût de leur crédit [17]. L'auteur affirme que l'accès au crédit est une nécessité pour financer le processus de production vus les aléas, les imprévus et la saisonnalité du revenu liés au cycle agricole qui pèsent sur les économies des plus vulnérables.

3.1.2.2 MAIN D'ŒUVRE

L'utilisation de la main-d'œuvre est spécifique aux opérations culturales. Le recours à la main d'œuvre extérieure fait suite à l'indisponibilité dans le ménage des personnes valides. Celle-ci s'occupe des travaux de préparation de terrain et d'entretien des cultures (labour, hersage, semis et arrosage). Généralement, il s'agit des jeunes désœuvrés qui fréquentent les sites maraichers en vue d'y décrocher un contrat journalier. Environ 79 % des producteurs ont eu recours aux services de ces jeunes. Le coût commun relatif à l'utilisation de cette main-d'œuvre pour les opérations précitées avoisine en moyenne à 10,8\$ (Usd) par are. Par contre 21% des exploitants ont eu recours à la main d'œuvre familiale pour assurer les opérations culturales.

Par ailleurs, le temps d'activité dépend de la tâche journalière et d'autres occupations importantes en dehors de l'exploitation. Il varie entre 3 heures et 9 heures au maximum, réparties entre le matin (avant 11h) et le soir (vers 17h) à l'abri du soleil accablant.

Lorsque les tâches sont exécutées par la famille elle-même, il existe une division de travail entre les différents membres du groupe. Les hommes interviennent souvent pour des travaux lourds (préparation de terrain et l'arrosage) alors que les

femmes s'occupent du semis, entretien des cultures, de récolte et vente. Il en est de même pour les catégories d'âge, les travaux pratiqués par les enfants sont très légers, à l'inverse de ceux exécutés par les adultes.

Il a été remarqué que les femmes passent plus de temps au champ que les hommes et enfants, raison pour laquelle elles sont considérées comme plus actives [10]. Ce constat est discutable car la femme n'exécute pas seules les tâches du champ malgré qu'elle y passe beaucoup de temps [18]. Il existe une séparation des tâches qui régit le rapport de travail entre les deux sexes. En dehors des travaux champêtres, la femme doit assurer les travaux ménagers pour sa famille. L'homme étant chef du ménage et organe décisionnel de l'exploitation, hormis certaines tâches exécutées au champ, il assure la gestion financière après récolte et s'active à la diversification des sources de revenu en exerçant d'autres activités. Par ailleurs, d'après [19], la composition familiale joue un rôle clé dans la dynamique de l'exploitation. Lorsque la famille est petite et sans successeurs, la pérennité de l'exploitation est mise en cause. Sa vie se limite à la dernière force active prête à la retraite. Dans le cas de famille nombreuse, la pérennité est assurée par les générations futures, seul le désintérêt et la division entre les successeurs peut conduire à la scission de l'exploitation et mettre court à l'élan de sa croissance.

3.2 ACCÈS À L'EAU

Généralement les sites maraîchers situés au bord des rivières détournent l'eau vers les exploitations et pour ceux qui sont éloignés, les puits forés servent de réservoir d'eau pour arroser les cultures. Cette opération se fait à l'aide des arrosoirs, des seaux et même de bidons coupés.



Signalons par ailleurs que les déjections minières et d'autres matières non dégradables constituent une source de pollution d'eau d'arrosage. Se référant au rapport de la FAO sur le projet HUP, l'accès à l'eau à Lubumbashi ne pose pas problème, mais c'est la qualité qui suscite des inquiétudes énormes. L'utilisation de l'eau usée affecte la qualité des légumes et par conséquent un danger pour les consommateurs étant donné que cette même eau sert également au lavage de légumes avant la vente.

3.3 APPROVISIONNEMENT ET UTILISATION DES INTRANTS AGRICOLES

La forte demande alimentaire induit par la concentration de la population en milieu urbain conduit à la création et la spécialisation des zones de production [20]. Ce processus oblige les producteurs à redynamiser leur exploitation à travers l'intensification de leurs systèmes de production soit par l'utilisation des intrants productifs, de la main d'œuvre abondante, la diversification des cultures, etc.

3.3.1 SEMENCES, ENGRAIS ET PRODUITS PHYTOSANITAIRES

3.3.1.1 SEMENCES

Les semences de cultures exotiques, proviennent des pays australs (Zambie, Afrique du Sud, etc.) et sont vendues dans certaines boutiques spécialisées en fourniture d'intrants agricoles. Les agriculteurs s'approvisionnent auprès de ces opérateurs directement sur le marché ou à travers les intermédiaires commerciaux. Certains courtiers vont jusqu'au champ proposés les intrants aux producteurs en des fractions de mesure différentes des boutiques. De fois en accordant une possibilité d'achat par crédit suivant le degré de relation avec les maraîchers. Par contre, les semences des légumes locales sont autoproduites.

3.3.1.2 FERTILISANTS ET PRODUITS PHYTOSANITAIRE

Pour maintenir la qualité du sol et augmenter les rendements, les maraîchers recourent à l'utilisation d'engrais chimiques, organiques et d'excréments d'animaux qu'ils s'approvisionnent dans les boutiques, chez les éleveurs ou qu'ils fabriquent eux-mêmes. L'engrais chimique est plus utilisé que les matières organiques qui sont difficile à fabriquer par les producteurs étant donné qu'elles exigent du temps et un traitement approprié avant toute utilisation pour éviter la contamination des cultures signale [21]. Par exemple les terres noires issues des ordures ménagères dans les dépotoirs, non seulement sont lourdes à transporter mais il en faut des quantités énormes.

En revanche, l'utilisation d'engrais chimiques (Urée, NPK) est fréquente. L'urée est beaucoup plus utilisée pour les légumes feuilles et le NPK pour les légumes fruits, racines et bulbes. L'épandage sur les cultures se fait sous forme soluble ou solide. Les quantités d'engrais appliquées ne correspondent pas aux exigences des cultures mais sont fonction de leur disponibilité. L'unité d'achat fréquemment utilisée est le seau (Mbeketshi en swahili) qui pèse environ 3 Kg et qui coûte approximativement 3,3 \$ (USD).

Les producteurs emploient également des produits phytosanitaires pour lutter contre les attaques des insectes et le plus générique est le Thio dan, qu'ils appliquent pour toutes les maladies et à des doses variant suivant la disponibilité. Il est observé que certaines pratiques sont faites par habitudes sans aucune connaissance préalable. Par ailleurs la [22] estime que l'utilisation excessive d'engrais chimiques et pesticides perturbe les propriétés du sol par l'acidification, contribue à la pollution des eaux et de l'environnement. Ainsi la détérioration de la qualité du sol induit la décroissance de la productivité et par ce schéma, elle affecte le revenu des agriculteurs.

3.4 NIVEAU D'ÉQUIPEMENT DES EXPLOITATIONS

Les opérations culturales dans les sites étudiés ne sont pas mécanisées. Les travaux sont exécutés à la main avec du matériel rudimentaire. Les instruments utilisés sont généralement la houe, la binette, la bêche, l'arrosoir, le seau et le coupe-coupe (coupe herbe), etc. Le prix moyen pour un équipement agricole d'un maraîcher est estimé à 38,5\$ (Usd). La durée de vie de ces outils varie entre 1 et 3 ans, soit 2 ans en moyenne.

Tableau 3. Estimation de prix et durée de vie d'outils agricoles

Matériels	Prix unitaire moyen (\$ USA)	Durée de vie moyenne (année)
Houe	6	2,4
Binette	6	2
Bêche	5,4	1,4
Arrosoir	12	2
Seau	3,4	2
Coupe-coupe	5,7	1
Total	38,5	-

En pratique, pour causes de limites financières, il est difficile de trouver dans l'exploitation un éventail de matériel aratoire. Les exploitants se procurent régulièrement les outils de seconde main, très souvent déjà amortis. Couramment, les producteurs s'empruntent les matériels pour exécutés certaines opérations culturales. Le manque de matériels appropriés rend difficile la programmation des activités et paralyse le calendrier d'exploitation. Il est évident de signaler que, le niveau d'équipement dans les exploitations étudiées dépend beaucoup plus de l'importance et de la fréquence d'utilisation du matériel. Certains outils s'adaptent presque à la majorité des opérations culturales (cas de la houe, etc.) tandis que les autres sont spécifiques à des tâches particulières (l'arrosoir, le seau, le coupe-coupe, la binette et la bêche).

3.5 PRODUCTION ET COMMERCIALISATION

3.5.1 PRINCIPALES CULTURES PRODUITES

Tableau 4. Principales cultures maraîchères

Type de légumes	Non français	Nom vernaculaire (Swahili)	Nom scientifique	Sup. totale cultivée (ares)	Production totale estimée (T)
Légumes feuilles	Amarante	Lenga lenga	<i>Amaranthus sp</i>	141,2	18,2
	Chou de Chine	Bia mayani	<i>Brassica rapa subsp. pekinensis</i>	210,5	49,1
	Kilanga	kilanga	-----	41,5	4,8
	Courgette	Bibuabua	<i>Cucurbita pepo</i>	13,7	320 bottes
	Ciboulette	Dembi	<i>Allium schoenoprasum</i>	12,7	1,7
Légumes fruits	Tomate	Ntimate	<i>Solanum lycopersicum</i>	21,6	1,3
	Aubergine	Nyanya	<i>Solanum esculantum</i>	29,6	3,2
Légumes bulbes	Oignon	Matungulu	<i>Allium cepa</i>	7,4	0,5

Les légumes feuilles sont les plus produits par les maraichers à Lubumbashi. Sur les 478,2 ares mis en cultures, 87,4% sont couverts par les légumes feuilles et le reste (12,6%) par les légumes fruits, bulbes, etc. Ces légumes feuilles sont dominés par le chou et l'amarante, cultivés respectivement par 91,3% et 57,4% des maraîchers de Lubumbashi.

Pour ce qui est des légumes fruits et bulbes, la tomate est produite par 10,4% des producteurs contre 9,6% pour l'aubergine et 3,5% des producteurs cultivaient l'oignon. Nonobstant la valeur nutritionnelle des légumes feuilles riches en vitamines, éléments minéraux, protéines souvent déficitaire dans l'alimentation locale [23], la ruée vers la production de ces légumes se justifie par la croissance de la demande due à l'augmentation de la population et la tradition alimentaire du Katanga (Lubumbashi) (Ministère de Plan 2005). En se confiant aux propos des cultivateurs, cette tendance trouve sa justification sur le plan technique dans la maîtrise des exigences culturales et les itinéraires techniques et le cycle végétatif court. . Signalons par ailleurs que certaines cultures sont pratiquées par expérience, suivant les signaux du marché, suivant les saisons et des besoins à satisfaire. Sur cette base, on remarque que pendant une période donnée, tous les producteurs cultivent les mêmes spéculations. C'est le cas de choux et de l'amarante dont la production couvre 72, 8% de la superficie totale déclarée et 83,3% des superficies réservées aux légumes feuilles.

Suivant la loi du marché sur l'équilibre entre l'offre et la demande, la surproduction de ces légumes porte des conséquences sur leur prix [24]. Et par la suite, la baisse de prix a des effets d'entraînement sur les recettes qui conditionnent la marge brute et en conséquence, les conditions de vie des producteurs.

Estimation de la production (en tonnes) des principales cultures cultivées

Comparativement aux résultats présentés dans les rapports de la FAO sur le projet HUP à Lubumbashi, il y a environ 4 ans, la production des légumes dans la région a baissé. Le rendement se révèle faible, 0,16 tonnes de production par are contre 0,83 tonnes par are avec le projet HUP [9]. L'écart de rendement entre les deux périodes est estimé à 0,67 tonne par are. Il en est de même pour les types de cultures pratiquées, la productivité de la terre est plus faible pour les légumes bulbes (0,07 tonne par are), les légumes fruits (0,09 tonne par are) et les légumes feuilles (0,15 tonne par are). Ces résultats peuvent être discutables par le fait que les données fournies par la FAO sont issues d'une série chronologique des données collectées durant plusieurs saisons alors que nos résultats résument les informations d'une seule saison.

Le choix de production

Le choix des spéculations émane d'un long processus décisionnel du producteur. Il est lié à l'expérience, à la maîtrise des itinéraires techniques des cultures, aux signaux du marché, aux objectifs de la famille et les moyens financiers dont dispose les producteurs, etc. Raison pour laquelle, les cultures à cycle court sont préférable que ceux à long cycle parce qu'elles sont moins exigeantes dans le suivi. Le nombre des cultures pratiquées dépend de la superficie de terre que dispose le producteur.

La production de légumes est propice pendant la saison sèche, exception faite pour l'amarante et l'aubergine qui peuvent se cultiver presque toute l'année à Lubumbashi. Généralement, le calendrier agricole commence par les travaux de préparation de terrain pendant la période de transition saisonnière (mars, avril) pour la saison sèche et se clôturent vers

septembre, octobre à l'approche de la saison des pluies. Les maraichers connaissent les périodes propices et rentables pour chaque culture et s'attèlent à être au rendez-vous avec leur production au moment prévu.

La récolte est faite après le cycle végétatif de la plante puis la culture est renouvelée. Pour ce qui est des légumes comme la tomate, l'aubergine et la courgette, la récolte est faite plusieurs fois pendant le cycle végétatif. Toutefois, on remarque que le nombre de cultures recensées durant les enquêtes est relativement en diminution 8 contre 15 durant l'appui de la FAO.

Expérience dans la production maraîchère

Le nombre d'années moyen dans les activités maraîchères est de $5,5 \pm 2,8$ compris entre 1 an minimum et 15 ans maximum. Environ 56,5 % des producteurs qui œuvrent dans le maraichage ont entre 1 et 5 ans d'expérience. En faisant une analyse croisée de ces résultats et la durée de vie du projet HUP/FAO qui a fait 10 ans, on estime que certains producteurs après ce projet se sont reconvertis à d'autres activités en cédant les exploitations à une nouvelle génération. Et cette phase de reprise non maîtrisée serait peut-être une des raisons de la contre performance des exploitations constatées durant les enquêtes.

3.5.2 COMMERCIALISATION

Plusieurs stratégies sont identifiées dans la commercialisation des légumes chez les producteurs. Passant par le champ et au marché, la vente se fait en gros et en détails. Les grandes quantités s'écoulent au champ en gros et en détail au marché pour les quantités minimales. Par ailleurs, malgré l'instabilité et la fluctuation des prix sur le marché, généralement conditionné par la saisonnalité de la production, les prix des légumes sont fixés sur base de coûts de production, le marchandage et la qualité des produits. Par contre dans certaines circonstances, les prix se fixent subjectivement. (Par exemple lorsqu'un membre de famille est malade et que les récoltes sont prêtes, elles peuvent être vendues à n'importe quel prix sans aucune référence pour répondre à cette urgence). Il a été constaté qu'au début de la saison (les deux premières récoltes), les prix de vente sont élevés et diminuent au fur à mesure avec la progression du nombre de récoltes. Mais cela n'est pas habituel car dans certaines circonstances les clients imposent leur prix aux producteurs qui sont fragilisés par leur désorganisation qui réduit leur pouvoir de marché [23]. D'une manière générale, les coûts de production restent la base de fixation des prix malgré le non tenu de la comptabilité par les exploitants. En cas d'inventus, les producteurs accordent à crédit les produits à leurs clients habituels. Cette pratique les expose aux risques de non-paiement, à des abus de confiance pouvant conduire à des conflits entre le producteur et ses clients. Ce cas a été relevé par [24], en estimant qu'à 34% des producteurs recourant à cette stratégie avaient fustigés l'incrédibilité et insolvabilité de leur client.

3.5.3 CONTRAINTES A LA PRODUCTION ET A LA COMMERCIALISATION

De ce qui précède, il se dégage un constat selon lequel la production maraîchère dans les zones enquêtées est soumise à des contraintes techniques, financières, foncières et organisationnelles. .

Sur le plan technique, les producteurs ne maîtrisent pas très bien les pratiques culturales, ils agissent par intuition et habitude. ce qui peut avoir un impact sur les propriétés du sol et renforcer son altération. L'irrégularité dans l'approvisionnement en intrants provoque également le retard dans la production [23]. De ce fait les producteurs ne sont à mesure d'assurer un approvisionnement régulier en légumes de qualité. Par conséquent, il est difficile pour eux de fidéliser la clientèle potentielle comme les hôtels, restaurants et les supermarchés, qui par ailleurs nécessitent un approvisionnement régulier. Voilà pourquoi les fermes de type moderne qui répondent à ces critères s'imposent sur ces marchés potentiels. Ceci traduit d'une part l'inorganisation des producteurs qui travaillent d'une manière dispersée limitant ainsi leur pouvoir de négociation que ça soit à l'approvisionnement en intrants ou à la commercialisation de leurs produits de champ. Cette réalité a été observée lors de la mise en vente des légumes dans les sites. Pour la même qualité et quantité de légumes, la même dimension des plates-bandes les prix de vente étaient fixés différemment pour chaque producteur. Donc il existe plusieurs critères dans la fixation des prix de vente. En dehors de ce facteur, l'inexistence des structures de conservation e/ ou de transformation pour améliorer la qualité et accroître la valeur ajoutée respectivement, fragilise davantage les producteurs maraîchers.

4 CONCLUSION

La production maraîchère revêt une importance capitale dans la vie des habitants de Lubumbashi. Face à la conjoncture économique difficile, aux effets démesurés de l'urbanisation et de la croissance démographique, elle constitue une activité stratégique pour faire face à l'insécurité alimentaire, au chômage et à la pauvreté dans la ville de Lubumbashi, en République Démocratique du Congo.

Ce travail dont l'objectif était de faire un état de lieu pour comprendre les motivations des différentes pratiques et décisions prises par les producteurs, a permis définir les caractéristiques du maraîchage et comprendre son fonctionnement. Au vu des résultats, il s'agit d'une agriculture délaissée dont les efforts de production est une exclusivité des maraichers souvent en situation de détresse, avec un faible revenu. Cette agriculture est caractérisé par la forte production des légumes feuilles sur des terres des particuliers acquis généralement par location et dont les rendements sont faibles malgré l'utilisation des intrants productifs. Le faible rendement se justifie d'une part par l'inefficacité des intrants utilisés et matériels agricoles rudimentaires, le non maîtrise des pratiques agricoles et l'accès difficile aux crédits agricoles D'autres part c'est une agriculture qui a difficile à se créer une part de marché vu la qualité, la quantité et l'irrégularité d'approvisionnement en produits bon marché mais surtout l'inorganisation des producteurs les obligeant à subir les effets du marché. Les associations des maraichers ont difficile à se consolider dans le temps. Sous ces conditions, il est difficile d'imaginer l'émergence du maraîchage dans cette ville. Pour ce faire, il est du devoir de tous les acteurs de répondre fidèlement à leur rôle pour que le maraîchage réponde aux défis de la dynamique urbaine.

De nos analyses, nous estimons que l'état prenne en compte la sécurisation des sites et le soutien aux producteurs dans la planification et l'élaboration de ses programmes de développement territorial. Par le renforcement de son arsenal juridique dans la protection et aménagement des espaces verts, source d'eau mais aussi promouvoir l'entrepreneuriat.

Les producteurs doivent s'organiser en mode associatif pour accroître leur influence, leur pouvoir de négociation, qui constituerait un atout pour l'harmonisation ou la réglementation de l'activité en vue d'une meilleure prise en charge des revendications par l'autorité public. Ils doivent prendre leur destin à main en capitalisant l'apprentissage, les acquis des différents soutiens qu'ils bénéficient de la part des partenaires pour pérenniser leur activité et améliorer leurs conditions de vie. En ne considérant pas ces apports comme moyen de survie immédiat mais comme les possibilités de chercher des solutions durables à leurs préoccupations.

REFERENCES

- [1] C Schilter (1991), l'agriculture urbaine : une activité créatrice d'emplois, en économie de survie (Le cas de Lomé), Cah. Sci. Hum. 27 (17-2) 7991 : 159-768.
- [2] Food and Agriculture Organisation FAO (1999), Agriculture urbaine et périurbaine, 15ème session, Rome, 25 - 29 janvier 1999, Salle Rouge. [En ligne]. <http://www.fao.org/unfao/bodies/coag/coag15/X0076f.htm>. Consulté le 12 Mars 2014.
- [3] J Nkulu Mwine Fiama (2010), Dynamique agraire des exploitations agricoles familiales dans l'hinterland minier du Katanga et perspective pour une politique d'appui. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, RDC, p.207
- [4] Ministère de plan 2005, Monographie de la province du Katanga, draft4, Kinshasa, p146
- [5] E Tollens (2003), « Etat de la sécurité alimentaire en RDC : diagnostic et perspectives ». Working paper, n°27 département d'économie agricole et de l'environnement, Katholiek Universiteit, leuven, 45 p.
- [6] Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) (2009), Profil résumé : Pauvreté et conditions de vie des ménages, Katanga. 20 P.
[En ligne] http://www.cd.undp.org/content/dam/dem_rep_congo/docs/povred/UNDP-CD-Profil-PROVINCE-Katanga.pdf
- [7] H Kalenga ; N Mouka ; J-C Kashala ; S VandenPut (2012), Activités agricoles familiales dans la ville de Lubumbashi, communication Université de Lubumbashi et Université de Liège, 19 novembre. P1
[En ligne]. http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/132242/1/poster_kalenga.pdf. Consulté le 01 Décembre 2013.
- [8] P Moustier et F Abdou Salam (2004), « les dynamiques de l'agriculture urbaine : caractérisation et évaluation ». In. Olanrewaju B. Smith, Paule Moustier, Luc J.A. Mougeot et Abdou Fall, éd., *Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : Enjeux, concepts et méthodes, Cirad et Crdi, Ottawa (Ontario), Canada K1G 3H9, Pp. 23-44.*
- [9] Food and agriculture organisation FAO (2010), Développer des villes plus vertes en République démocratique du Congo, rapport du projet d'appui au développement de l'horticulture urbaine et périurbaine au Congo, 32 p. [En ligne]. <http://www.fao.org/docrep/013/i1901f/i1901f00.pdf>. Consulté le 17 Avril 2014.

- [10] J K Tshomba (2013), Typologie des exploitations familiales du territoire de Kipushi/RDC. Mémoire de master complémentaire, Faculté universitaire de Gembloux, 118 p.
- [11] F Lapeyre ; P Lebailly ; M Laki Musewa, M Mutombo Kyamakosa (2011), le modèle de croissance Katangais face à la crise financière mondiale : Enjeux en termes d'emplois, document de travail de l'emploi n°82, ILO, 103 p.
- [12] M Mpundu ; Y S Useni ; T M Mwamba ; G M Kateta ; M Mwansa ; K Ilunga ; K C Kamengwa ; K Kyungu et L K Nyembo (2013), Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols de différents jardins de la ville minière de Lubumbashi et risque de contamination des cultures potagères, Journal of applied Biosciences, n° 65, Pp. 4957-4968
- [13] N Ferraton et I Touzard (2009), Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production, Quae, CTA, presses agronomique de Gembloux, 123 p.
- [14] C Keutgen (2013), Les maraîchers urbains de Lubumbashi : artisan de paix, Commission Justice et Paix, 3 p.
- [15] Food and agriculture organisation (FAO) (2003), Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne, Rome p55.
- [16] D Kouakou Kra (2001) Crédit agricole et efficacité de la production agricole en Côte d'Ivoire, Economie rurale, volume 263, Numéro 263, pp. 92-104.
- [17] IRAM-GRET, (2008), Synthèse sur le financement des agricultures familiales, C2A-COORDINATION SUD, p8.
- [18] Y Guillerrou (2007), « Gestion de la force de travail, place de la femme et reproduction sociale » in M Gafsi ; P Dugué ; J-Y Jamin, ; J Brossier. et Coord., éd. Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : Enjeux, caractéristiques et éléments de gestion, Cirad, Pp. 105-110.
- [19] J-Y Jamin et al. (2007). Diversité et dynamiques des exploitations agricoles africaines In : Gafsi M. et al. *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre. Enjeux, caractéristiques et éléments de gestion*. Quae, 121-205.
- [20] L Temple ; R Minkoua ; R Nkendah , et S Marquis . (Nd) Impact de l'urbanisation sur l'intensification des systèmes de production horticoles au Cameroun, P12
- [21] E Kasongo Lenge (2009), Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraichage) de Kinshasa, ACF, Kinshasa, 87 p.
- [22] Food and agriculture organisation (FAO) 2011, Produire plus avec moins : Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne, Rome, p. 102
- [23] J E Colin et J C Heyd (1991) la situation des légumes feuilles dans la production maraîchère au sud bénin, Tropicultura, vol 9, N°3, 129-133.
- [24] J-H Kitsali Katungo (2013), Modèle de fonctionnement des exploitations familiales pour le développement agricole et rural du Katanga (Cas de la zone agricole de Sambwa), Thèse de doctorat en sciences économiques, Université de Lubumbashi, 300 p.

Vers une nouvelle architecture du système de gestion financière publique : Cas de l'université marocaine

[Towards a new architecture of the public Financial management system : Case of Moroccan University]

DRISS BENESERIGHE and AMINE ABDERMA

Laboratoire des sciences de gestion,
Université Hassan 1er, Faculté des sciences juridiques, économiques, et sociales,
Settat, Maroc

Copyright © 2015 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 article is to report an intervention research initiated in the framework of a project structuring the finance department of a Moroccan university, this experience has been the subject of several evaluations and was judged Action driver, whether at the national level (other Moroccan universities) or international (in the Moroccan-European project MISSION). This article is about public service modernization, trying to implement culture of managing for results.

KEYWORDS: public management, intervention research, management control, financial information reporting system, change, structuring.

RESUME: l'objet de cet article est de rendre compte d'une recherche intervention initiée dans le cadre d'un projet de structuration du département financier d'une université marocaine, cette expérience a fait l'objet de plusieurs appréciations et a été jugé comme action pilote, que ce soit au niveau national (par d'autres universités) ou international (dans le cadre du projet Maroc-européen MISSION). Cet article s'inscrit dans une dimension de modernisation du service public en essayant d'implanter une culture de gestion axée résultats.

MOTS-CLEFS: Recherche-intervention, management public, contrôle de gestion, système de remontée d'information financière, changement, structuration.

1 INTRODUCTION

Cet article décrit une action d'amélioration qui s'inscrit dans le cadre de la recherche intervention en milieu organisationnel. Dans notre cas c'est le système de gestion financière en milieu universitaire.

1.1 LE CONTEXTE NATIONAL : LE SECTEUR PUBLIC

Le Maroc a entamé depuis son indépendance, plusieurs chantiers de modernisation concernant les entreprises et les établissements publics (y compris les universités), mais ce n'est qu'après la nouvelle constitution que le souci de bonne gouvernance s'est inscrit dans une optique de condition primordiale pour consolider et renforcer les institutions de l'État moderne¹.

Le nouveau code marocain de bonnes pratiques de gouvernance des entreprises et établissements publics, trace clairement :

- l'obligation de promouvoir les valeurs de transparence, d'information, et de communication ;
- L'amélioration de la viabilité des organismes et leurs performances ainsi que la qualité de leurs services ;
- Le souci de contribuer au développement d'un tissu économique compétitif.

1.2 L'UNIVERSITÉ

Les universités marocaines sont fortement impliquées dans la réalisation des grands projets structurants du pays via leurs spécificités en termes de recherche scientifique, de formation des cadres de haut niveau ainsi que dans l'accompagnement des politiques industrielles.

C'est pour suivre cette orientation stratégique que le département de l'enseignement supérieur marocain se trouve contraint de revoir ses politiques managériales, afin de se fixer de nouveaux objectifs en harmonie avec les nouvelles exigences de l'environnement concurrentiel et mouvant, de se munir de nouvelles méthodes et outils pour mieux faire et ce dans l'objectif d'avoir des institutions orientées performance.

De ce fait, l'université marocaine est en train de vivre de très importants changements organisationnels, poussés soit par la législation en vigueur, ou alors par les contraintes de gestion imposées par son quotidien.

En effet la réalité de l'UM² est caractérisée par une dynamique multiple consistant à mener à bien plusieurs actions, dans un climat multi projet, avec des chantiers de niveau macro : départemental³, de niveau méso⁴, et de niveau établissement⁵. Et ce sans oublier les divers projets transversaux relatifs aux accords de coopération et de partenariat dont on cite à titre d'exemple : le projet TEMPUS MISSION⁶ qui représente le cadre de notre intervention.

Toutes ces variables qui composent l'environnement complexe de l'université marocaine comme établissement public, expliquent le recours à la proposition de restructuration de son système organisationnel, objet de notre modeste contribution, restructuration visant l'instauration d'outils et des mécanismes permettant de rendre l'UM performante et répondant aux critères de management du marché et de la bonne gouvernance.

1.3 L'INTERVENTION

L'approche suivie s'est appuyée sur le fait de faire intervenir les acteurs directs (responsables, encadrement et opérationnels) pendant la mise en place de la nouvelle architecture fonctionnelle principalement, tout en conservant l'objectif d'avoir des procédures axées résultats.

La hiérarchisation et la stratification des divers traitements ont été confrontées et validées en se référant à deux échantillons représentant les deux typologies majoritaires dont c'est l'usage dans le cadre universitaire marocaine⁷.

¹ Le Code marocain de bonnes pratiques de gouvernance des entreprises et établissements publics, ministère de l'économie et des finances, direction des entreprises publiques et de la privatisation, mars 2008.

² Université Marocaine

³ Le ministère de tutelle : Ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de la formation des cadres.

⁴ Projets de l'ordonnateur : le président de l'université

⁵ Les projets des différents sous ordonnateurs : les doyens et directeurs d'établissements universitaires

⁶ MISSION : Mise en place d'un Service de Système d'Information Opérationnel National – Brique Finances. (Projet TEMPUS).

⁷ Les deux typologies : modèle université (présidence) et le modèle établissement (faculté ou grande école).

Le schéma en question a été présenté aux différents membres du consortium Maroc-Union européenne dans le cadre du projet Mission et a été jugé comme architecture pilote à extrapoler et à implanter dans les autres universités marocaines compte tenu du degré de formalisation (les changements prévus sont formalisés en détail) et de contextualisation (les changements sont parfaitement adaptés à l'organisation)⁸.

Le modèle résultant de cette intervention est le fruit d'une expérience réussie au sein d'une université marocaine, il démontre le cumul de connaissances et de compétences propres au champ d'application ainsi que la maturité et la grande capacité du système implanté à surmonter les résistances au changement organisationnel et les divers critères de conformité vis-à-vis du système de contrôle interne soit par rapport à la législation en vigueur ou par rapport aux bonnes pratiques managériales propres au système universitaire financier marocain.

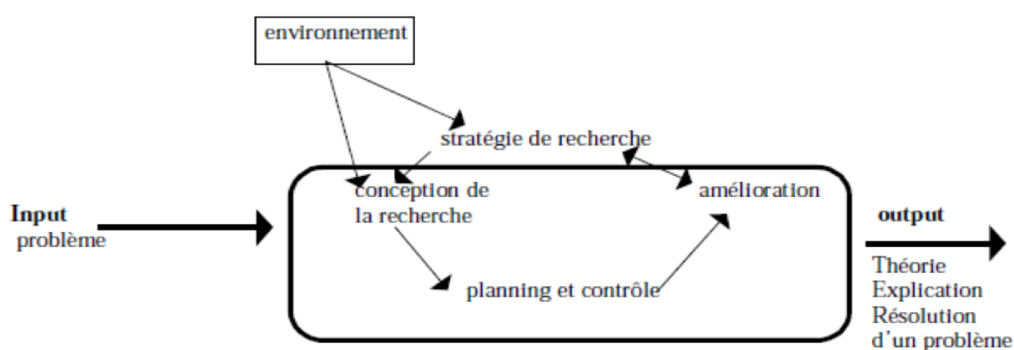
2 MÉTHODES

2.1 LA RECHERCHE INTERVENTION COMME DÉMARCHE

Les différentes méthodologies de recherche en sciences de gestion, surtout celles orientées terrain, démontrent un mode plutôt intensif exigeant une forte interaction, présence, et assimilation d'un large éventail de concepts organisationnels. Ces dernières s'appuyant généralement sur l'aspect qualitatif, réel et concret du système organisationnel revêtent des concaténations jumelant éléments théoriques et données pratiques découlant de l'action directe⁹.

Alors que la recherche intervention fait parti des études de cas où le chercheur intervenant se trouve intégré et concerné par l'objet de l'étude dans l'objectif final de le transformer et d'observer les changements qui en découlent (Lukka, 2005)¹⁰.

Ainsi notre démarche consiste au fait d'intervenir en milieu financier universitaire afin de remédier à plusieurs anomalies qui entravent l'atteinte des objectifs tracés par l'organisation. Cette action corrective rejoint le modèle de la recherche proposée par [Coughlan & Brady (1995)] selon le schéma suivant :



L'approche systémique appliquée en recherche intervention met l'accent sur les aspects dynamiques et interactifs sans oublier le principe de symétrie des membres du système étudié dans un contexte précis orienté par des finalités¹¹.

Dans cette recherche intervention, la concaténation dialectique entre génération de connaissances et professionnalisation des acteurs, constitue une variable très difficile à équilibrer puisque elle doit être tout le temps sous

⁸ Laurent Cappelletti. LA RECHERCHE-INTERVENTION : QUELS USAGES EN CONTROLE DE GESTION ? Crises et nouvelles problématiques de la Valeur, May 2010, Nice, France. pp.CD-ROM. <hal-00481090>

⁹ Hazem BEN AISSA, Quelle méthodologie de recherche appropriée pour une construction de la recherche en gestion ?, XIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, 13-14-15 juin 2001

¹⁰ Idem 2

¹¹ Michele saint-jean, Sofua Isus Barado, Georgia Paris Manas et Armelle Mace, l'accompagnement du changement en formation, les dossiers des sciences de l'éducation, 31|2014.

observation, par le billet d'échanges structurés et directs avec les acteurs d'une part, et de réflexions circonstanciées permanentes de l'autre¹².

De ce fait, notre choix méthodologique repose sur la dualité de recherche et d'intervention. La recherche comme source d'éclaircissements accompagnant le changement, et l'intervention génère des données de recherche qu'il serait difficile de récolter autrement¹³.

2.2 LA SITUATION PROBLÈME

Après l'analyse minutieuse des divers documents comptables composant les dossiers financiers ainsi que les registres de suivi dans les services concernés, nous avons relevé un ensemble d'anomalies et une certaine hétérogénéité criante au niveau des traitements qu'on peut détailler comme suit :

- Un taux de rejets élevé émanant du trésorier-payeur de l'université ;
- La composition des dossiers engagés, en cours de traitement ou même payés n'est pas normalisée et ne se base sur aucune référence ou standard ;
- Les taux d'engagement et de paiement ne dépassent guère les 40 à 50 % annuellement du crédit ouvert ;
- Le crédit ouvert passif¹⁴ représente des montants bloqués à des hauteurs surprenantes ;
- Le non respect des seuils d'engagement dans les natures plafonnées surtout en matière de bon de commande qu'on peut illustrer à titre d'exemple par les dépassements multiples de la somme de 250 000 dirhams sur plusieurs natures réglementaires ;
- L'absence d'un référentiel pour les natures organisationnelles qui pourraient servir comme base de production d'indicateurs ;
- La pluralité des dépassements de crédit ouvert sur plusieurs rubriques actives surtout les cas des lignes correspondants aux indemnités relatives aux ressources humaines dont on cite à titre d'exemple : heures supplémentaires, vacances, déplacement à l'intérieur du royaume... ;
- Une grande ambiguïté au niveau de la détermination des champs d'action des acteurs au niveau des services financiers, chose qui génère des tensions ainsi que des frustrations relatives aux responsabilités de chacun ;
- L'absence de systèmes de suivi des situations de projets spécifiques ayant des programmes d'emploi (mini budget) qui doivent être actualisé au fur et à mesure tout au long de l'année budgétaire ;
- Le cumul des restes à payer et des reports antérieurs atteignent des seuils exorbitants ;
- Les registres démontrent des arriérés de paiement qui remontent jusqu'à N¹⁵-10 ;
- La traçabilité des dossiers financiers est chose impossible sans codification et sans architecture organisationnelle claire ;
- Une architecture organisationnelle basée sur la typologie budgétaire publique¹⁶, chose qui amène à conserver deux entités autonomes qui assurent séparément les fonctions d'engagement, de suivi et de paiement propres à leurs champs d'action ;
- Le fait d'avoir deux situations budgétaires dont chacune est spécifique à un type de budget : la première concernant le fonctionnement alors que la seconde est orientée investissement sans disposer d'un élément contrôleur et coordonnateur comme le cas des entités budget et comptabilité chose qui remet en cause la crédibilité et la clarté des données de fin d'exercice. Cette anomalie est cause d'un retard inévitable entre la période de confrontation et de validation que cela concerne les états de rapprochement avec les entités du trésorier-payeur ou même pour le calcul des indicateurs périodiques demandés par le ministère de tutelle.

¹² *Idem 5*

¹³ *Mathieu Detchessahar, Stéphanie Gentil, Anouk Grevin, Arnaud Stimec. Université de Nantes LE DESIGN DE LA RECHERCHE-INTERVENTION EN MANAGEMENT : RÉFLEXIONS MÉTHODOLOGIQUES À PARTIR D'UNE INTERVENTION DANS UNE CLINIQUE,*

¹⁴ *C'est-à-dire les rubriques alimentées et n'ayant bénéficié d'aucun engagement*

¹⁵ *N : l'exercice budgétaire de l'année en cours*

¹⁶ *C'est-à-dire la brique budget de fonctionnement et budget d'investissement.*

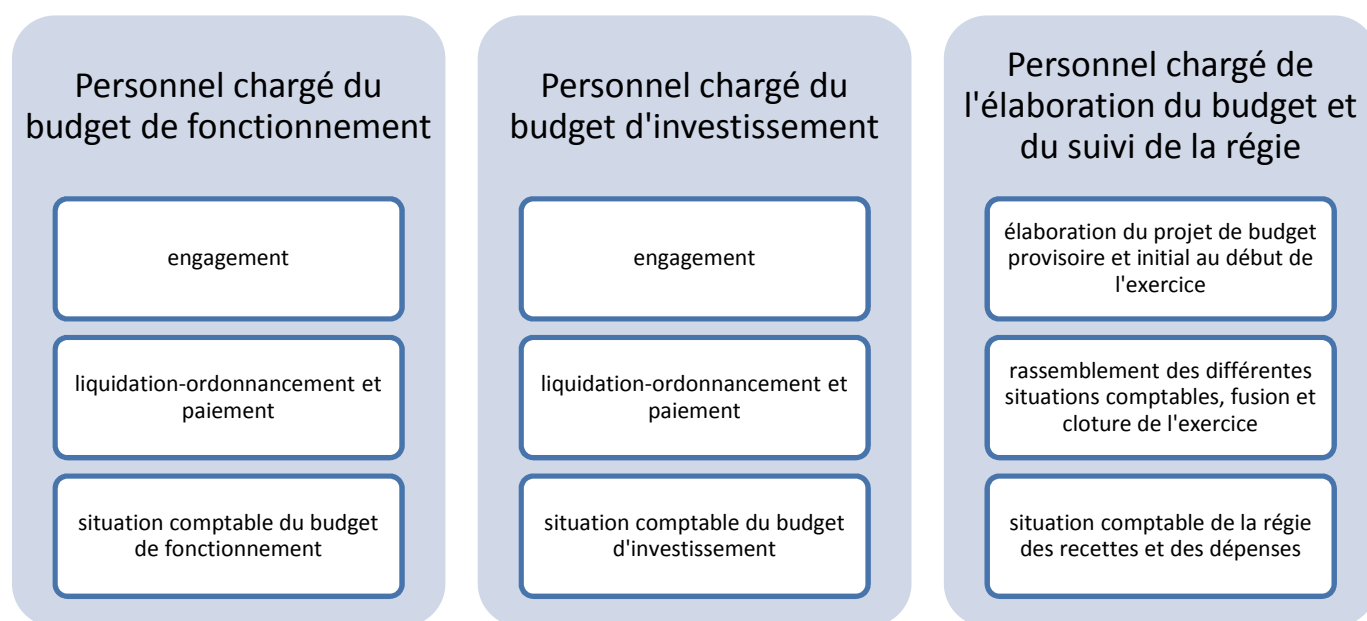
2.3 LA ZONE D'INTERVENTION

- L'action décrite tout au long de ce travail touche l'ensemble des entités relevant du département financier au niveau de l'université y compris les services de l'ordonnateur¹⁷ internes et externes comme le trésorier-payeur¹⁸.

2.4 LES MÉTHODES DE RECUEIL DE DONNÉES

- La législation en vigueur¹⁹ ;
- Les réunions de cadrage avec le personnel responsable de chaque traitement ;
- Les entretiens individuels menés avec chaque personne (responsables, encadrement et opérationnels) par rapport à son périmètre d'action.
- Les feed-back périodiques concernant l'état d'avancement des chantiers de structuration par niveau hiérarchique, par entité de gestion (service) et par poste.

2.5 LE SCHEMA INITIAL DU SYSTEME EN CAUSE : LE DEPARTEMENT FINANCIER (LES ZONES D'INTERVENTION DU SYSTEME OPERANT)



En ce qui concerne la zone d'intervention du système de pilotage initial, on peut le délimiter selon les remarques caractéristiques suivantes :

- Absence des tableaux de bord de pilotage propres à la brique de gestion financière ;
- L'intervention du système de pilotage n'est préconisée que lors des besoins en engagement ou lors des requêtes hiérarchiques par exemple émanant du ministère de tutelle par rapport aux situations comptables, indicateurs périodiques d'engagement et de paiement, ou vis-à-vis du trésorier-payeur comme pour le cas des états annuels de rapprochement ;

¹⁷ Ordonnateur : dans le cas étudié veut dire Président de l'Université.

¹⁸ Trésorier-payeur : entité relevant du ministère des Finances chargée du contrôle et du suivi financier des recettes et des dépenses de l'Université.

¹⁹ La loi 01.00 régissant l'enseignement supérieur marocain, les circulaires et fonds documentaires propres aux entités du trésorier payeur et du ministère des finances au Maroc (textes régissant les administrations et entreprises publiques).

- Aucun système de remontée d'information financière n'est disponible, chose qui rend impossible la possibilité, premièrement de suivre les traitements en temps réel, deuxièmement de contrôler ou d'avoir l'opportunité de déceler les anomalies de gestion, et troisièmement de prendre des décisions stratégiques fondées sur des indicateurs financiers ;
- L'architecture initiale du système opérant ne donne aucune visibilité sur les flux réels internes, surtout que prendre une décision adéquate par rapport à une situation de gestion au niveau de l'entité de pilotage exige de faire face à trois réalités financières :
 - Situations comptables du budget de fonctionnement ;
 - Situations comptables du budget d'investissement ;
- Ainsi que les projets de budget provisoire et initial en plus des matrices de fusion des deux situations précitées sans oublier le mini budget spécifique aux régies des dépenses et des recettes.

3 RÉSULTATS

3.1 LE SYSTÈME DE CODIFICATION UNIQUE

3.1.1 LA COMPOSITION DU CODE

Numéro de série/nature du budget/type d'engagement/rubrique d'imputation/exercice budgétaire

Numéro de série	nature du budget	type d'engagement	rubrique d'imputation	exercice budgétaire
Composé de 4 caractères alphanumériques	Soit F : fonctionnement soit I : investissement	Soit BC : bon de commande Soit MA ou AO : marché ou à appel d'offres	Selon la morasse budgétaire en vigueur.	Année fiscale

exp : K122/F/BC/II-70-10/2015

3.1.2 LA TRAÇABILITÉ DES DOSSIERS (INPUTS²⁰) EST ASSURÉE PAR LE BIAIS DE DEUX OUTILS IMPLANTÉS DANS LE PROCESSUS D'ENGAGEMENT

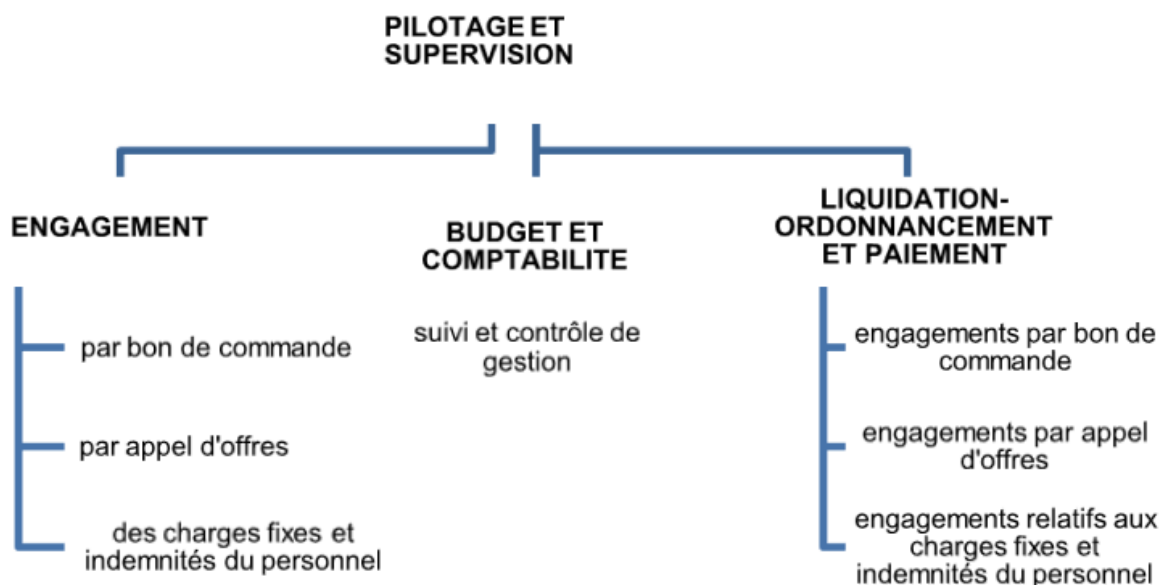
- l'outil expression des besoins : qui représente le document initial pour déclencher l'opération d'engagement, cet outil donne suffisamment d'information sur l'opération a entamé que ce soit en termes de désignation des articles ou de projets à mettre en œuvre ou en termes de quantités demandées ou de prix estimatifs. C'est au niveau de ce document que la vraie création de dossiers est faite car c'est la où :
- on octroie le code unique propre à un engagement donné, la combinaison affectée sert de matricule identifiant tout au long du cycle de vie du dossier, parcourant toutes les étapes de traitement depuis le montage au niveau de l'entité créatrice²¹, en passant par le contrôle validation au niveau de l'entité budget compta, pour ensuite parvenir au service liquidation-ordonnancement et de paiement.
- L'outil fiche suiveuse : de même que l'expression des besoins, ce document rejoint l'opération d'engagement pour jouer le rôle d'historique et de décharge inter services car il donne la possibilité de lister la composition exhaustive²² du dossier, et ce jusqu'à clôture de traitement et pourrait même nous permettre de calculer le coût d'un dossier traité.

²⁰Inputs : dossiers engagés

²¹C'est-à-dire le service des engagements

²²La composition de dossiers détaillés au niveau de la nomenclature financière émanant du ministère des finances marocain.

3.2 LE SYSTEME DE GESTION : LA MODELISATION DU SCHEMA ORGANISATIONNEL FINAL (ENTITES INTERNES²³)



3.2.1 LA DEFINITION DES FONCTIONS SELON LE NOUVEAU SYSTEME CONÇU

L'ancienne architecture fonctionnelle au sein du département financier était basée principalement sur la typologie budgétaire (fonctionnement ou investissement), par contre le nouveau schéma consiste en fait de se baser sur des fiches de postes bien déterminées relatant clairement les bases d'intervention de chaque intervenant et cela comme suit :

3.2.1.1 AU NIVEAU DU SERVICE DES ENGAGEMENTS

Il s'est avéré judicieux de distinguer entre trois entités différentes : l'unité chargée des engagements par bon de commande, l'unité chargée des engagements par appel d'offres et celle chargée des engagements en rapport avec les charges fixes et les indemnités du personnel ;

3.2.1.2 AU NIVEAU DU SERVICE DES PAIEMENTS

On relève d'une manière similaire: l'unité responsable du paiement des dossiers engagés par bon de commande, l'unité chargée du paiement des dossiers d'appel d'offres ainsi que celle chargée du paiement des charges fixes et des indemnités liées au personnel.

3.2.1.3 AU NIVEAU DU SERVICE BUDGET ET COMPTABILITÉ

Compte tenu la sensibilité et le degré d'importance du rôle assuré par cette entité, le personnel qui y est affecté doit disposer d'une bonne expérience pratique couvrant un grand éventail fonctionnel dans le domaine financier et muni des bons réflexes d'auditeurs ou de contrôleur interne.

3.2.2 L'AVÈNEMENT DU SYSTÈME D'ENCADREMENT

La nouvelle architecture a posé une contrainte de responsabilité surtout par rapport au suivi des traitements spécifiques à chaque entité, aussi un autre besoin était pressenti par rapport au transfert de compétences, par rapport au système de reporting, sans oublier le besoin permanent de production d'indicateurs de performance soit au niveau opérationnel ou

²³Services de l'ordonnateur.

tactique. C'est à ce niveau que s'impose donc l'obligation de créer trois postes de responsabilité fonctionnelle, avec un responsable pour chaque service.

3.2.3 LE NOUVEAU RÔLE DU SYSTÈME DE PILOTAGE ET DE SUPERVISION

La nouvelle matrice assure au profit du top management une plate-forme de remontée des informations financières d'une façon organisée est en temps réel, ces facteurs permettent aux différents responsables de prendre des décisions de remaniement stratégique des fonds attribués au niveau de la morasse budgétaire et ce, soit pour entamer de nouveaux chantiers ou même pour remédier à des déséquilibres de mi-chemin.

3.3 LES FLUX DE TRANSMISSION INTERNE

3.3.1 LE CYCLE DE VIE DES DOSSIERS FINANCIERS : LE PARCOURS DU FONDS DOCUMENTAIRE

- Création et montage du dossier relatif à une dépense donnée par le service des engagements.
- Contrôle et validation par le service des budgets et de la comptabilité.
- Liquidation et ordonnancement par le service des paiements.
- Clôture du cycle par visa du trésorier-payeur donnant lieu à un paiement par virement bancaire ou par chèque de trésorerie, sinon ce sera un rejet officiel accompagné du motif qui représente l'anomalie détectée, et dans ce cas le dossier sera remis au service liquidation-ordonnancement afin de corriger ou compléter les documents concernés.

3.3.2 LA PROCEDURE D'EXECUTION D'UNE OPERATION BUDGETAIRE

- Tout d'abord et pour tout engagement autre que les charges fixes²⁴, la production du document « expression des besoins » est de toute importance afin de donner lieu à la création d'un code unique de dossier. Cet outil doit être dûment rempli et visé par le demandeur, son supérieur hiérarchique ainsi que le secrétaire général de l'université avant d'être soumis à l'approbation de l'ordonnateur.
- L'engagement se fait soit par bon de commande ou par appel d'offres. Son lancement est conditionné par l'accord et la validation du service du budget et de la comptabilité (condition sine qua non pour prendre effet surtout en termes de disponibilité des fonds, du respect des seuils des natures des dépenses réglementaires et aussi par rapport au respect de la procédure et la conformité des pièces présentées), cette étape prend fin à la signature du bon de commande ou après visa des marchés issus des appels d'offres.
- La liquidation concerne surtout les franchises, les exonérations de droits et taxes, les réceptions provisoires ou définitives au magasin jusqu'à l'insertion des articles inventoriés au niveau des registres de l'établissement. Cette étape prend fin à la signature du bon de livraison au jet PV de réception provisoire ou définitive.
- L'ordonnancement porte sur l'élaboration des ordres de paiement, des ordres de virement ou des chèques de trésorerie. Cette étape est obligatoire et commune pour tout type de dépenses, de toutes natures confondues.
- L'étape de paiement est caractérisée par la participation de l'entité relative au trésorier-payeur²⁵. Cette étape consiste à la soumission des dossiers premièrement au visa de l'ordonnateur, puis au visa du trésorier-payeur selon la règle de double signature²⁶, avant la transmission vers les bénéficiaires.

3.3.3 LE SYSTÈME D'INFORMATION FINANCIER

- Mis à part le circuit normal que subit chaque dossier financier, il s'est avéré judicieux de transposer les règles de gestion développées ainsi que le savoir-faire métier dans chaque brique du système financier dans une application informatique. Cette plate-forme moderne va offrir au nouveau schéma un outil à forte valeur ajoutée, surtout par rapport à la

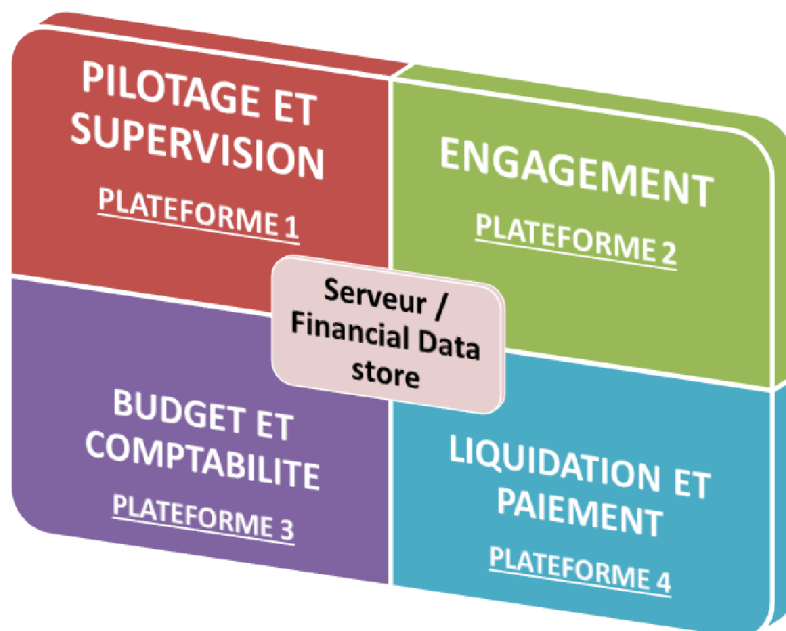
²⁴ Dépenses liées aux indemnités des responsables de l'université, aux factures d'eau, d'électricité et de téléphone, ainsi qu'aux dossiers relatifs à l'activité du personnel de l'université, que ça soit en termes de mobilité (déplacement à l'intérieur ou à l'extérieur du royaume), ou en termes d'heures supplémentaires et vacances.

²⁵ Entité externe à l'université émanant du ministère des finances.

²⁶ Critère obligatoire sur toute pièce donnant lieu à un paiement que cela soit un chèque de trésorerie ou un virement bancaire.

comptabilité des engagements, des paiements et des émissions vers les entités du trésorier-payeur. Ce nouveau logiciel spécifique au contexte étudié se caractérise par le fait d'être transversal²⁷ au niveau des services, et aussi assure la remontée automatique des données relatives à toute activité financière dans le système. Cette dernière spécificité nous a permis d'enrichir le système de pilotage avec des indicateurs d'activité en temps réel²⁸.

- La plate-forme élaborée dont la couverture fonctionnelle est décrite dans le schéma ci-dessous, fera objet d'un article dédié dans les plus brefs délais, chose due aux différentes améliorations et mises à jour encore en phase d'incubation :



4 CONCLUSIONS

1. Le système de codification unique nous a permis de rendre le traitement financier encore plus transparent et plus clair vis-à-vis des acteurs internes (Fifo : first in first out), et de même pour les acteurs externes (fournisseurs, personnel émanant d'autres établissements...), cet outil a servi aussi comme référence afin de normaliser le système d'archivage du fonds documentaire financier.
2. La création du service budget et comptabilité a pu minimiser le taux des dépassements au niveau des différentes rubriques budgétaires, cette entité à jouer aussi un rôle primordial dans la standardisation des contenus des dossiers financiers surtout en matière de conformité par rapport à la législation en vigueur.
3. Le nouveau rôle du système de pilotage a rendu la visibilité financière comme un atout acquis pour tout décideur appartenant à la matrice universitaire.
4. Le système de transmission de l'information financière résultat de l'intervention, offre plusieurs possibilités en termes de remontée de données, que ce soit au niveau transversal par rapport à chaque niveau hiérarchique de l'organisation, ou au vertical d'un niveau hiérarchique vers un autre.
5. Le modèle de gestion proposée rend la prise de décision en situation complexe de plus en plus claire et justifiable.
6. Cet article met l'accent sur la méthodologie de recherche intervention en milieu organisationnel comme démarche de résolution de problèmes, de génération de connaissances scientifiques et de professionnalisation des différents acteurs.
7. Le système d'information résultat a bénéficié du caractère matriciel du nouveau schéma organisationnel. Cet outil a hérité des aspects contextualisés des modes de gestion pratiqués, ce qui a permis une modularité spécifique aux champs de l'intervention en question, ainsi que l'atteinte d'un taux d'automatisation des métiers estimé à 70 % de l'éventail fonctionnel financier universitaire marocain.

²⁷ Offrir l'information exploitable par toutes les entités du schéma organisationnel de même niveau : service des engagements, service des paiements et le service des budgets de la comptabilité.

²⁸ À titre d'exemple : les taux d'engagement et de paiement périodiques par rubrique, par type de budget et par nature de dépenses.

REFERENCES

- [1] AISSA, H. B. (13-14-15 juin 2001). Quelle méthodologie de recherche appropriée pour une construction de la recherche en gestion ? *XIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*.
- [2] Cappelletti, L. (2010). LA RECHERCHE-INTERVENTION : QUELS USAGES EN CONTROLE DE GESTION ? *Crises et nouvelles problématiques de la Valeur* .
- [3] Detchessahar, M., Gentil, S., Grevin, A., & Stimec, A. *LE DESIGN DE LA RECHERCHE-INTERVENTION EN MANAGEMENT : RÉFLEXIONS MÉTHODOLOGIQUES À PARTIR D'UNE INTERVENTION DANS UNE CLINIQUE*. Université de Nantes .
- [4] Girin, J. (1990). L'analyse empirique des situations de gestion : Éléments de théorie et de méthode. *Épistémologies et sciences de gestion, Economica* , pp. 141-182.
- [5] LORINO, P. (juin 2008). Méthodes de recherche en contrôle de gestion : une approche critique. *Finance Contrôle Stratégie* , 149 - 175.
- [6] Ministère de la Fonction Publique et de la Réforme Administrative, . (2008). *La Réforme Administrative au Maroc*. Rabat.
- [7] Ministère de l'économie et des finances, direction des entreprises et de la privatisation. (2008). *Le code marocain de bonnes pratiques de gouvernance des entreprises et des établissements publics*.
- [8] saint-jean, M., Barado, S. I., Manas, G. P., & Mace, A. (2014). l'accompagnement du changement en formation. *les dossiers des sciences de l'éducation* .
- [9] Thiétart, R.-A., & Coll. (2007). *Methodes de recherche en Management*. Paris: Dunod.

Management Status of the Primary Cooperative in Northern Samar, Philippines

Farah Alo Madulid

College of Business Administration Research Coordinator,
University of Eastern Philippines,
University Town, Catarman, Northern Samar, Philippines

Copyright © 2015 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 study attempted to determine the management Status of the primary cooperatives in Northern Samar in terms of the five aspects namely, Administrative, organizational, financial, Marketing and Technical aspects. A descriptive survey design was done and employed a research-made questionnaire coupled with focus group discussion (FDG) to validate the answer of the respondents. The findings revealed that management status of the 33 existing primary cooperative as assessed by the respondents fairly good, the number of employees, the assignment of the tasks to employees. BOD and the officers, members' share capital, cooperatives' income, product distributions and promotion of product. Based on the over-all assessment of the respondents marketing aspects got the highest mean rating of 2.86 followed by organizational and financial aspects with a mean rating of 2.62. Training behind is technical aspect with a mean rating 2.37. This implies that the respondents considered the distribution and promotion of the cooperatives' product to be fairly good followed by the organizational aspects and financial aspect which show strong points per assessment. The respondents are with the opinion that cooperatives' expertise & skills need to be improved.

KEYWORDS: Administrative, Organizational, Marketing, Financial, and Technical.

1 INTRODUCTION

Primary cooperatives are there to help enterprising poor in the province improve their economic plight. They are more accessible than banks to the poor who are in need of capital for economic endeavor. But the question is the primary cooperatives in Northern Samar really in a position to effectively provide financial assistance to its member? At present, there are scare data that would help answer this question.

This study, therefore, aims to unearth relevant and updated data that would provide a picture on the status, especially management aspects, of the existing primary cooperatives in Northern Samar. Management aspects were considered, namely administrative, organizational, financial, marketing and technical.

The data that the study hopes to gather, when place on proper perspective, would be utilized in helping these primary cooperatives improved their management operations, thereby be more effective and efficient in providing assistance to the members.

The basic intention of this research is to determine the Management Status of the Primary Cooperative in Northern Samar in terms of the five aspects namely Administrative, Organizational, Financial, Marketing and Technical aspects.

2 MATERIALS AND METHODOLOGY

The descriptive survey design was adopted in the study. It employed a researcher-made questionnaire in gathering the data and was pre-tested. It was administered to three representatives each (a board of director, employee, and a member of the 33 primary cooperatives' in Northern Samar which served as subjects of the study with the duration of three (3) months from October to December 2010.

The gathered data were treated utilizing frequency distribution, weighted mean, and ranking.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

The table presents (p.7) the over-all results of the study after the data had been treated by the prescribed statistical tools.

3.1 ADMINISTRATIVE ASPECTS

Under administrative aspect, six factors were considered, namely: leadership, recruitment, salaries, linkages, promotion of employees, and fund utilization.

As shown in the table (p.7) the leadership of the board of directors and officers, recruitment, and salaries of employees got mean rating of 3.075, 3.07 and 2.83, respectively that are equivalent to a “minimally agree” evaluation from the respondents. This suggests that these three factors may be considered strong points of the primary cooperatives in Northern Samar in fair measure. Probably, because cooperative is own and manage entirely by the members which was also confirmed in the study paper of Cooperative Management and Administration [Galor, 1988]. There were cases studied and was merely based from the experience of the proponents testifying that management of the cooperative was entirely operated by the members, officers and board of directors. The owner themselves participate in the economic activities which may cause the operation more gainful.

The other three factors have mean rating which are equivalent to “disagree”, which suggests that improvement on these areas is in order. Linkages, was one factor that was rated least from among other variables. The encouragement of Aisha Y. Bako, as cited by Alabi, who urged the Micro Small Medium Enterprises (MSME) operators especially women to open email accounts to enable them register for sale of their goods on made in Nigeria (MIN) website as well as register their products with NAFDAC and Corporate Affairs Commission (CAC) so that they can get buyers within and beyond the shores of Nigeria. This would give opportunities for other enterprises to link and be known to the prospect customers of their products this is also true to cooperative which is operated like business entity to guarantee for its sustainability.

3.2 ORGANIZATION ASPECTS

Six factors were included in assessing the strength of the primary cooperatives and these are as follows number of employees, tasks assigned to employees, BOD and officers relationship, tasks assigned to BOD & Officers, Employees officers relationship, and the number of BOD and officers.

Findings showed that the number of employees, tasks assigned to employees, BOD and officers relationship, and number of BOD and officers were given a fairly good assessment by the respondents, these are the strong points of their cooperatives. The findings warrants the observation made by Madulid in her study where the Number of employees and Staff found out to be a key factor that determines the viability of cooperative in Northern Samar implying that it is the strengths of the cooperative in Northern Samar.

Negative assessment was the results after evaluating the responses of the respondents implying the unique duties and responsibilities of the BOD & Officers were not taken deeper attention by them. According to Sedo, on her article on Unique duties and responsibility directors has to be sensitive to the needs of the members in the sense that director decisions are based not only on what is most profitable, but also on what the needs of the members are as stipulated in one of the principles of cooperative which is the concern of the community.

The rest got mean rating equivalent to “disagree”. Hence were given negative assessment by the respondents in suggestion that these are the weak areas as far as the organizational aspect of their respective cooperatives.

3.3 FINANCIAL ASPECTS

Of the three factors considered under financial aspect, share capital has a mean rating of 2.92 and income has 2.67, both equivalent to “minimally agree”. This suggests that the respondents believed that these are the strong points in a fair measure of their respective cooperatives under financial aspect. Collection rate has a mean rating equivalent to “disagree” which suggests that it was poorly assessed by the respondents.

John Parker from Texas A&M University, pointed out in his message that “Business enterprises of all types, whether proprietorship, partnership, corporation or cooperative, require the effective use of its assets in order to secure financial and

organizational success. The collectors or anyone assign to the task of keeping secure the assets of the cooperative shall take care for the continuous financial stability of the said endeavor.

A cooperative is no different from other firms in needing strong financial condition (ability to pay bills, make good investments and pay returns to owners). As owners, members have a fiduciary responsibility to be sure their cooperatives have strong financial condition. This responsibility is directly overseen by the cooperative’s board of directors (Peterson 2011).

The financial aspects of each cooperative is unique. There is a need to look into the specifics of the pricing, monthly fees and equity structure at the cooperatives you are interested in. The following is a general guide to the financial arrangements of senior housing cooperatives: share, monthly fee, repairs, maintenance and fund reserves, taxes, equity and resale. What is common whatever types of cooperative is the share capital , fund reserve , monthly fee for the services that the member has availed and equity (www.seniorcoop.org.). To keep safe the financial aspect one has to be a responsible member by fulfilling all his financial obligations to the cooperative such behavior would be worth emulating to every member to assure good financial returns.

Cash and related funds are the life blood of any firm. If their flow is not handled properly, the firm suffers. If the flow is handled well, the firm is in a position to prosper. The finance function within a firm ensures to the extent possible that the flow of funds fully supports the needs of the business for successful performance (Peterson,2012).

3.4 MARKETING ASPECTS

The factors under marketing aspect, namely: product distribution and promotion of products were rated 2.95 and 2.77, respectively, which are equivalent to “minimally agree” This indicates that the respondents considered the distribution and promotion of the cooperatives’ products to be fairly good. However, Chiang’s findings may shade light in terms of the product availability in competitive and cooperative dual channel distribution of cooperative product. In his investigation of customer’s stock-out based substitution may increased or decrease the efficiency of a decentralized supply chain. It was found that while the integrated supplier- retailer may consolidate the based-stock levels to benefit from stock out based substitution, independent supplier and retailer are more in attentive to customer’s stock- out based substitution. This findings is completely new and may give idea to the cooperators in other parts.

3.5 TECHNICAL ASPECTS

Cooperative’s expertise and skills was the lone factor considered under technical aspect. This factor got a negative assessment from the respondent: since the mean ration it got: is equivalent to “disagree” The respondents are with the opinion that this area needs to be improved.

Based on the over-all assessment of the respondents, marketing aspect got the highest mean rating of 2.86 followed by organizational and financial aspect with a mean rating of 2.63, administrative aspect with a mean rating 2.60. Training behind is technical aspect with a mean rating of 2.37.

**Table 1 Mean and Descriptive Interpretation of Respondents
Response on Management Status of Primary Cooperatives as perceived by the representatives (BOD & Officers Employees and Members)**

Management Status	Weighted Mean	Descriptive Interpretation	Top 3 & Least 3
1-Management Aspects			
1.1 Leadership	3.20	Minimally Agree	1
1.2 Recruitment	3.07	Minimally Agree	2
1.3 Salaries	2.82	Minimally Agree	3
1.4 Linkages	2.20	Disagree	1
1.5 Promotion of employees	2.25	Disagree	2
1.6 Fund Utilization	<u>2.32</u>	Disagree	3
	2.60	Minimally Agree	
2- Organizational & Management Aspects			
2.1 Number of Employees	3.12	Minimally Agree	1
2.2 The Tasks assigned to employees	2.76	Minimally Agree	2

2.3 BOD& Officer relationship	2.60	Minimally Agree	3
2.4 The Tasks assigned to BOD & officers	2.32	Disagree	1
2.5 Employees & Officers' Relationship	2.46	Disagree	2
2.6 The number of BOD & Officers	<u>2.50</u>	Minimally Agree	3
	2.62	Minimally Agree	
3- Financial Aspects			
3.1 Share Capital	2.92	Minimally Agree	1
3.2 Income	2.67	Minimally Agree	2
3.3 Collection Rate	<u>2.27</u>	Disagree	3
	2.62	Minimally Agree	
4- Marketing Aspects			
4.1 Product distribution	2.92	Minimally Agree	1
4.2 Promotion of Products	<u>2.77</u>	Minimally Agree	2
	2.86	Minimally Agree	
5- Technical Aspect			
5.1 Cooperatives' Expertise & Skills	<u>2.37</u>	Disagree	1
Grand Mean	2.61	Minimally Agree	

4 CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

The findings of the study generally revealed that the management status of the 33 existing primary cooperatives in Northern Samar as assessed by the respondents is fairly good and in terms of leadership of the BOD and officers, recruitment policies, salaries of employees, the number of BOD members and officers, members' share capital, cooperatives' income, product distribution and promotion of product.

The fair evaluation of the respondents suggests that there is still a room for improvement on this area. They are in the opinion that there is still a need to further strengthen the recruitment policies, the task assignment of employees, the number of BOD members and officers have to be looked into. They also believe that the share capital the cooperative's income and the effectiveness of product distribution and promotion need review for further improvement.

The other identified factors, such as promotion of employees, fund utilization, linkages, tasks assigned to BOD and officers, employees and officers the respondents relationship, collection rate and cooperatives' expertise and skills which were not favorably evaluated by the respondents.

This indicates that these areas need improvement. If they are ignored and not given due attention and consideration by the management of the cooperatives, chances are the operations of the cooperatives would stay below par, much to the detriment of providing quality service to the members and the community.

The overall assessment of the primary cooperatives as shown in the table per grand mean computation prevailed to be minimally agreed.

RECOMMENDATIONS

Based from the findings the following are recommended:

1. Leaders of primary cooperatives in Northern Samar should undergo continuous leaders' training to acquire updated and new strategies on leadership. Present leaders as well as potential leaders should be considered for leaders' training annually.
2. Policies on recruitment, promotion and salaries of employees, and fund utilization should undergo constant and regular review to determine to keep them attuned to the need of time and demand of the cooperatives' stakeholders.
3. Proper staffing in the cooperatives should be observed so that employees will not be overburdened with tasks and responsibility which could result in the deterioration of their efficiency.
4. Although good working relationship among BOD members and officers is observed, measure should be undertaken to maintain this. On the other hand, in order to develop good relationship between the officers and employees, a sensitivity training may be conducted on annual basis Regular social activities; Such as sports fest, picnics, parties, etc., may be organized to remove social barriers between the two groups.

5. The Management of the cooperative should formulate strategies for capital build-up, as well as seriously implement these strategies.
6. Policies on the distribution of products and services must be reviewed for possible improvement. All cooperative stakeholders should be involved in this. Review may be done.
7. The present collection strategies of the cooperatives must be reviewed in terms of effectiveness and efficiency. If the strategies found ineffective or inefficient, it should be discarded and replaced by other strategies used by more successful cooperative in the country. The BOD and officers may study and observe these cooperative in a field trip.

ACKNOWLEDGMENT

With the blessing of God 's wisdom the researcher humbly expresses her grateful thanks to the people involved in this simple accomplishment.

Dr. Mar P. De Asis, the University President for funding this research. Dr. Norman T. Diaz, the Director of Research for his encouragement and motivation to conduct researches.

Dr. Aurora A. Calades, the Dean of the College of Business Administration for allowing the participation of the fourth year students of the Cooperative Department through their cooperative research.

Mam Lita Calonge, my Ninang for her technical assistance .

The College of Business Administration faculty, who served as inspiration in conducting this research.

My precious gifts from God, John Fred and John Paul, for their understanding and cooperation in the household chores during rush moment while writing this work.

Lastly, the officers employees and staff of the primary cooperatives for without them, this humble work would not be possible.

REFERENCES

- [1] Calmorin, L P., and M. Calmorin A., "Methods of Research and Thesis Writing, Manila Philippines: Rex book Store, 2003.
- [2] Madulid, F.A. (2010). "Institutional Viability of Cooperatives in Northern Samar, Philippines & the Variates Affecting it. Doctoral dissertation, University of Eastern Philippines.
- [3] Cadampog, M. C. (2006)." The Management of Credit cooperative, in Northern Samar, Philippines" Master's Thesis, University of Eastern Philippines.
- [4] Park, John, Management of cooperative (March 12,2012)
- [5] Galor, Zvi, Cooperative Management and administration Available: www.coopgalor.com (1988).
- [6] SGF, Financial aspect, [Online] Available: www.seniorcoop.org. works/financial
- [7] Peterson, Christ, what is Finance and why does it matter to cooperatives?
- [8] Peterson, Christ , Defining Financial
- [9] Wei-Yukevin Chiang, (2008) Product availability in competitive and cooperative dual channel distribution with stock-out based substitution. European journal of operational Research, vol. 200, pp.111-126.
- [10] C. T. Alabi, Kaduna, Kaduna MSME operator Sensitized on E-Commerce opportunities [Online] Available <http://dailytrust.com.ng/daily/index.php/business/61330> (July 31, 2015)

Caractéristiques physiques du bois Rônier (*Borassus aethiopum* Mart., Arecaceae) du Tchad / Afrique Centrale

[Physical characteristics of tall-palm (*Borassus Aethiopum* Mart., Arecaceae) of Chad / Central Africa]

K. NGARGUEUEDJIM¹, N. NGARMAÏM¹, B. BASSA¹, N. ALLARABEYE¹, D. ANNOUAR¹, M. ABDEL-RAHIM¹, B. SOH FOTSING²,
and M. FOGUE²

¹Laboratoire d'Etude et de Recherche en Techniques Industrielles (LERTI), Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de
l'Université de N'Djaména, Tchad

²Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Industriels et de l'Environnement Université de Dschang, Tchad

Copyright © 2015 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 tall - palm (*borassus aethiopum* mart) is a wood material very used in the works of traditional and semi-traditional habitat construction in Chad. However, one has knowledge on neither physical nor mechanical features of this wood of Chad.

The present survey on the physical characterization of this wood shows that it has:

- A humidity rate of $15.86\% \pm 1.18\%$ in the duramen, $44.56\% \pm 2.95\%$ in the sapwood and $47.78\% \pm 0.31\%$ in the central part;
- An ash rate of $1.4\% \pm 0.004\%$ for duramen, $1.00\% \pm 0.004\%$ for sapwood and $0,4\%$ for central part;
- A voluminal mass of 894.40 kg/m^3 at 12% of humidity rate, classifying it thus among the heavy woods;
- For duramen, a voluminal shrinkage of $6.05\% \pm 0.01\%$, a linear shrinkage of $2.62\% \pm 0.31\%$ and a transverse shrinkage of $0.57\% \pm 0.26\%$.

The knowledge of these physical features will permit to start well the survey of the mechanical and thermal behaviour of this construction material in Chad.

KEYWORDS: Tall - palm, woody tree, material, physical characteristics, voluminal mass, voluminal shrinkage, linear shrinkage, transverse shrinkage.

RÉSUMÉ: Le rônier (*borassus aethiopum* mart) est un bois d'œuvre très utilisé dans les travaux de construction des habitats traditionnels et semi-traditionnels au Tchad. Cependant, l'on ne dispose d'aucune connaissance sur les caractéristiques physiques ni mécaniques de ce bois du Tchad.

La présente étude de la caractérisation physique de ce bois montre que le rônier a :

- Un taux d'humidité de $15,86\% \pm 1,18\%$ dans le duramen, $44,56\% \pm 2,95\%$ dans l'aubier et $47,78\% \pm 0,31\%$ dans le cœur;
- Un taux de cendre de $1,4\% \pm 0,004\%$ pour le duramen, $1,00\% \pm 0,004\%$ pour l'aubier et de $0,4\%$ pour le cœur;
- Une masse volumique moyenne de $894,40 \text{ kg/m}^3$ à 12% de taux d'humidité, le classant ainsi parmi les bois lourds ;
- Pour le duramen, un retrait volumique de $6,05\% \pm 0,01\%$, un retrait linéaire de $2,62\% \pm 0,31\%$ et un retrait transversal de $0,57\% \pm 0,26\%$.

La connaissance de ces caractéristiques physiques et permettra de bien aborder l'étude du comportement mécanique et thermique de ce matériau de construction au Tchad.

MOTS-CLEFS: Rônier, arbre ligneux, matériau, caractéristique physique, masse volumique, retrait volumique, retrait linéaire, retrait transversal.

1 INTRODUCTION

Le palmier rônier est un arbre ligneux qu'on trouve dans les régions tropicales de l'Afrique sahélienne. Les rôniers du Tchad se sont développés dans le secteur soudano-sahélien compris entre les isohyètes 600 à 900 mm [1]. Des bandes de rôniers se sont maintenues à l'Ouest du village Cheddra et plus au Nord entre le Kanem et le pays Boulala. Elles sont encore présentes dans la zone tampon entre le Bornou et le Baguirmi, sur tout le Bas-Chari et le Bas-Logone : Logone Gana, Gofa, Holoum, sur le glacis méridional du Baguirmi, depuis Morno, Ngam dans le Ba-Illi nord jusqu'à l'Est de Bouso [2]. Plus au Sud, dans le Mayo-Kebbi, la Tangilé et les deux Logones, d'autres rônieraies sont généralement cultivées pour délimiter les champs et les domaines d'habitation. Cependant, dans certaines sous-préfectures, les rôniers poussent à l'état naturel et occupent de vastes étendues de terre. On peut citer les sous-préfectures de Moïssala (dans la région de Bara I, Bara II et Béloum), de Koumra (plus spécialement la région de Goundi) et à travers le parc de Manda dans la sous-préfecture rurale de Sarh [1].

Matériau composite naturel, le bois rônier présente une bonne densité comparativement aux autres espèces [3], [4]. Presque toutes ses parties sont utiles : son stipe pouvant dépasser 15m de hauteur est utilisé dans les charpentes des habitats traditionnels et semi-modernes. Cependant, peu de travaux scientifiques et techniques ont été réalisés sur ce bois du Tchad pour permettre de justifier son utilisation rationnelle et optimale.

Le but de ce travail est de déterminer les caractéristiques physiques pour constituer une base de données pouvant servir aux études mécaniques et thermiques afin d'envisager les nouvelles stratégies de son utilisation rationnelle et autrement qu'en charpente.

De manière spécifique, il est question de caractériser physiquement les différentes parties de ce bois (duramen, aubier et le cœur).

Ce travail s'inscrit dans une perspective de la valorisation du bois rônier du Tchad.

2 MATÉRIAUX DE L'ÉTUDE

Le bois de l'étude prélevé d'un rônier mâle âgé d'environ 40 ans abattu à Houndouma, un village au Sud de N'Djaména, situé à 11°51,33' de latitude Nord et à 15°04,47' de longitude Est. C'est un matériau biopolymère assimilable à un matériau composite naturel.

Les caractéristiques anatomiques et chimiques sont données dans le tableau 1 et dans le tableau 2, respectivement.

Tableau 1 : Caractéristiques anatomiques du bois rônier du Tchad : nombres de fibres dans la section de 1cm² de l'aubier et du duramen [5]

	Nombre de fibres entières	Nombre de fibres
Aubier	77	21
Duramen	124	34

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques du bois rônier du Tchad : taux de cellulose, de lignine, de l'hémicellulose et des extractifs [5]

	Cellulose (%)	Lignine (%)	Hémicellulose (%)	Extractifs (%)
Aubier	61,89	19,68	11,32	7,11
Duramen	63,21	19,36	9,60	7,83

3 APPAREILLAGES ET METHODOLOGIE

3.1 APPAREILLAGES

Les matériels utilisés pour la détermination du taux d'humidité par la méthode de la déshydratation sont :

- une balance électrique de précision de 0,0001g,
- une étuve réglée à la température de 105°C (± 2°C),
- un dessiccateur pour le refroidissement après séchage,
- des billes d'absorption d'humidité.

Ceux utilisés pour la détermination du taux de cendre sont :

- un creuset (récipient),
- une balance électronique de précision 0,0001g,
- un four de calcination de température de stabilisation à 550 ($\pm 2^\circ\text{C}$).

Pour la détermination de la masse volumique, nous avons utilisé :

- un pied à coulisse de précision 0,01 mm,
- une balance électronique de précision 0,0001g,
- une étuve réglée à la température de 105°C ($\pm 2^\circ\text{C}$),
- un dessiccateur pour le refroidissement après séchage,
- des billes d'absorption d'humidité.

Les matériels utilisés pour la détermination de la rétractibilité sont :

- un pied à coulisse de précision 0,01 mm,
- une étuve réglée à la température de 105°C ($\pm 2^\circ\text{C}$).

3.2 MÉTHODOLOGIE

Pour cette étude sur le rônier, nous avons considéré les trois directions ligneuses suivantes :

- La direction axiale, parallèle à l'axe de la tige,
- La direction radiale, passant par la moelle, perpendiculaire à la direction axiale,
- La direction tangentielle, elle est perpendiculaire aux directions axiale et radiale.

La figure1 schématise les trois directions que présente un bois rônier.

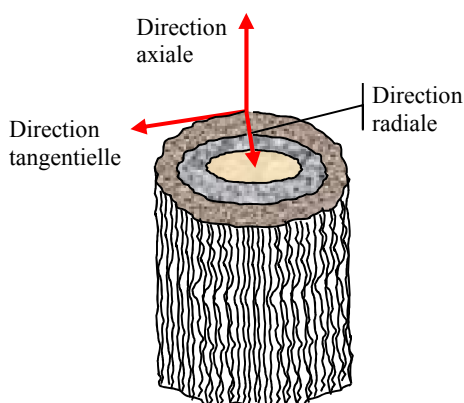


Figure1 : Schématisation des trois directions du rônier.

De l'extérieur vers l'intérieur, la grume de rônier qui se présente sous forme d'une couronne en couches concentriques est composée :

- d'une mince écorce protectrice,
- du duramen, souvent sombre et dur avec de bonnes caractéristiques mécanique justifiant son utilisation traditionnelle dans l'habitat par rapport aux autres bois,
- de l'aubier, partie généralement tendre et blanchâtre ; il correspond aux zones d'accroissement les plus récemment formées,
- de la partie centrale très spongieuse, appelée la moelle.

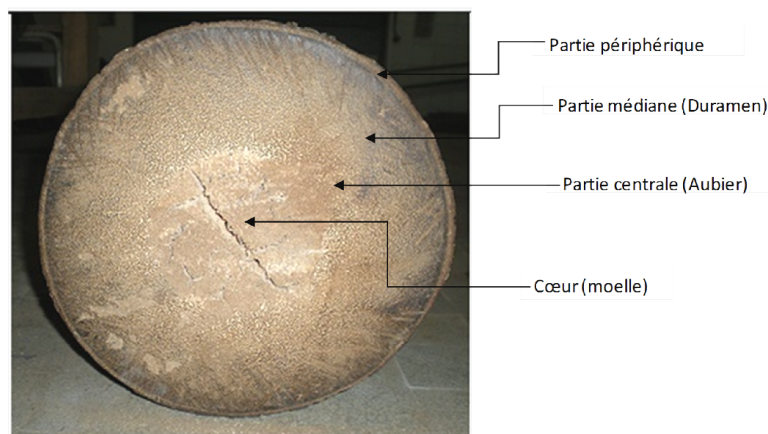


Photo 1 : section transversale de la grume après abattage [5].

3.2.1 LE TAUX D'HUMIDITÉ H(%)

Le taux d'humidité d'un bois est le pourcentage d'eau qu'il contient dans les cellules. Il est défini par la formule :

$$H(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (1)$$

m_0 est la masse en gramme du creuset vide,

m_1 est la masse en gramme du creuset et de la prise d'essai avant le séchage,

m_2 est la masse en gramme du creuset et du résidu après séchage.

Les échantillons du billon du duramen et de l'aubier ont été prélevés après fendage de la grume. L'essai consiste à mesurer par pesée la variation de la masse d'une éprouvette entre son état humide et son état anhydre, en vue de déterminer le pourcentage de l'eau donnée par la formule (1). L'échantillon peut être de type quelconque pourvu que sa plus grande dimension ne dépasse pas 25 mm dans le sens transversal et 60 mm dans le sens axial. Deux échantillons du duramen, d'aubier et du cœur ont été prélevés.

3.2.2 LE TAUX DE CENDRE TC (%)

Le taux de cendre relève de l'existence des éléments minéraux puisés dans le sol par la plante. Il est basé sur l'élimination des matières organiques d'un échantillon de matériau par calcination à température définie durant un temps donné. Il correspond au rapport de la masse du résidu obtenu après calcination à la masse initiale de l'échantillon, exprimé en pourcentage (%).

Il consiste à déterminer par pesée les masses de l'échantillon avant et après calcination. Le taux de cendre est alors donné par la formule suivante :

$$TC(\%) = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100 \quad (2)$$

où m_0 est la masse du creuset vide, m_1 la masse finale du creuset et du résidu de l'échantillon calciné et m sa masse avant la calcination, toutes en gramme.

3.2.3 LA MASSE VOLUMIQUE MV (KG/M³)

La masse volumique est une caractéristique physique utilisée pour la classification des bois. Elle est corrélée plus ou moins étroitement avec les principales propriétés physiques et mécaniques du bois ainsi qu'avec certaines caractéristiques de mise en œuvre. Elle est donnée par le rapport entre la masse d'un échantillon de bois de rônier et de son volume à un taux d'humidité donnée :

$$MV = \frac{Masse}{Volume} \quad (3)$$

L'éprouvette d'essai peut être de type quelconque, mais nous avons utilisé deux éprouvettes de dimensions 24×30×40 en millimètre.

3.2.4 LA RETRACTIBILITE VOLUMIQUE, LINEAIRE, TANGENTIELLE

Il s'agit d'étudier les variations dimensionnelles (la rétractibilité) en fonction du taux d'humidité. On détermine ainsi les rétractibilités volumique, linéaire et tangentielle entre les états humide (saturé) et sec. La partie concernée par cette étude est le duramen.

Après les mesures des trois dimensions, les éprouvettes sont séchées à l'étuve à 105°C pendant 3 heures de temps. Les mesures des dimensions entre les états humide et sec permettent de déterminer les trois rétractibilités qui sont données par les relations suivantes :

- **Rétractibilité volumique B (%)**

$$B(\%) = \frac{V_h - V_s}{V_s} \times 100 \quad (4)$$

- **Rétractibilité linéaire totale L (%)**

$$L(\%) = \frac{L_h - L_s}{L_s} \times 100 \quad (5)$$

- **Rétractibilité tangentielle totale T (%)**

$$T(\%) = \frac{T_h - T_s}{T_s} \times 100 \quad (6)$$

Pour lesquelles :

V_h et V_s sont les volumes de l'éprouvette respectivement à l'état humide et à l'état sec,

L_h et L_s sont les longueurs linéaires de l'éprouvette, respectivement à l'état humide et à l'état sec, mesurées dans le sens longitudinale aux fibres,

T_h et T_s sont les longueurs tangentielles de l'éprouvette, respectivement à l'état humide et à l'état sec, mesurées dans le sens tangentiel aux fibres.

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 DU TAUX D'HUMIDITÉ

Après 3heures de séchage dans l'étuve, les taux d'humidité dans l'aubier et le cœur obtenus (tableau 3) restent plus élevés par rapport à la limite de taux d'humidité optimal d'utilisation admise qui est comprise entre 16% et 18% (NF B 51-002). Cela s'explique par l'anatomique de ce bois, d'une part, et par sa composition chimique d'autre part. En effet, le duramen correspond aux zones d'accroissement les plus anciennement formées, qui ne comportent plus de cellules vivantes appelé généralement "bois parfait". Il s'agit d'un bois dur, compact, dense, sec et imputrescible. L'aubier, partie généralement tendre et blanchâtre correspond aux zones d'accroissement les plus récemment formées. Il contient des cellules vivantes, donc un peu humide. La partie centrale appelée cœur ou moelle est spongieuse ; elle constitue le réservoir d'eau et d'autres substances qui alimentent le rônier.

Le taux d'humidité d'un bois a une grande importance dans son comportement car sa durabilité, sa résistance mécanique, sa stabilité dimensionnelle et structurelle dépendent fortement d'elle.

Tableau 3 : Données et taux d'humidité des trois parties du rônier.

N° des échantillons	Données de pesée			Taux d'humidité		
	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m ₃ (g)	H(%)	H(%) _{moy}	Ecart-type
Duramen						
1	20,8875	22,7243	22,4614	16,7037	15,8680	1,1817
2	22,7454	24,7304	24,471	15,0324		
Aubier						
1	20,7354	23,4678	22,5981	46,6902	44,5997	2,9564
2	22,3505	25,1062	24,2842	42,5091		
Cœur						
1	24,2060	26,3131	25,6296	48,0036	47,7804	0,3155
2	23,0211	25,0357	24,3864	47,5573		

4.2 DU TAUX DE CENDRE

Le tableau 4 donne les valeurs des taux de cendre obtenus après expérimentation. C'est le taux de cendre dans le duramen qui est plus important avec une valeur moyenne de 1,40% suivi de celui que l'aubier (0,99%). Celui du cœur est moins de la moitié des deux premiers. Cela signifie que le duramen et l'aubier contiennent plus d'éléments minéraux que le cœur.

Tableau 4 : Taux de cendres du bois rônier

Echantillons	m ₀ (g)	m(g)	m ₁ (g)	TC(%)	TC(%) _{moy}	Ecart-type
Duramen						
1	76	5	76,07	1,4	1,4028	0,0039
2	75,81	4,98	75,88	1,4056		
Aubier						
1	79,3	4,99	79,35	1,0020	0,9990	0,0042
2	79,84	5,02	79,89	0,9996		
Cœur						
1	78,12	5	78,14	0,4	0,4	0
2	79,36	5	79,38	0,4		

4.3 DE LA MASSE VOLUMIQUE

Le tableau 5 présente la masse volumique du duramen obtenue à 15% du taux d'humidité et le tableau 6 donne la catégorie des masses volumique de référence à 12% du taux d'humidité.

Tableau 5 : masse volumique du duramen à 15% d'humidité.

Eprouvette	L(m)	l(m)	h(m)	V(m ³)	m(Kg)	MV(kg/m ³)	MV(kg/m ³) _{moy}
1	0,039	0,029	0,024	0,0000271	0,0308	1132,03	1118,18
2	0,039	0,029	0,023	0,0000264	0,0286	1100,338	

Tableau 6 : Catégorie des masses volumiques des bois à 12% d'humidité [6].

Masse volumique (MV en kg/m ³)	Catégorie
MV < 500	Bois très léger
500 ≤ MV ≤ 650	Bois léger
650 ≤ MV ≤ 800	Bois mi-lourd
800 ≤ MV ≤ 950	Bois lourd
MV > 950	Bois très lourd

La masse volumique moyenne (poids spécifique) du duramen à 15% de taux d'humidité est de 1118 kg/m³. En ramenant cette grandeur à l'humidité standard de 12% (Norme Française NF B51-002), on trouve une valeur égale à 894,4 kg/m³, ce qui situe le bois rônier de l'étude dans la classe des bois lourds d'après le tableau 6.

En comparaison avec le bois de rônier des autres pays, le bois de rônier du Tchad est un peu plus lourd que celui de la Côte-d'Ivoire (MV = 888 kg/m³) mais moins lourd que celui du Niger (MV = 969 kg/m³) [7]. Par rapport aux autres bois, le rônier est doublement plus lourd que le bambou et le bois de pin dont les masses volumiques sont comprises entre 300 et 400 kg/m³. La masse volumique est tributaire du taux d'humidité. La connaissance de la masse volumique permet non seulement de déterminer le poids d'une structure de construction mais renseigne aussi sur d'autres propriétés fondamentales telles que la dureté du matériau.

4.4 DE LA RETRACTIBILITE VOLUMIQUE, LINEAIRE, TANGENTIELLE

Le tableau 7 donne les résultats des trois rétractibilités du duramen à 15 % du taux d'humidité. Le tableau 8 donne, quant à lui, les classes de rétractibilité de référence à 12% d'humidité [6].

Tableau 7 : Résultats d'essai de rétractibilité volumique, linéaire et tangentielle du duramen à 15% d'humidité.

Eprouvette 1				Eprouvette 2											
Dimensions		B(%)	L(%)	T(%)	Dimensions		B(%)	L(%)	T(%)						
L _h (mm)	39,3	6,04	3,51	0,38	L _h (mm)	39,5	6,06	1,72	0,76						
H _h (mm)	24,4				H _h (mm)	24,5									
l _h (mm)	29,5				l _h (mm)	29,5									
T _h (mm)	53				T _h (mm)	53,1									
V _h (mm ³)	28288,14				V _h (mm ³)	28548,625									
L _s (mm)	39				L _s (mm)	39									
H _s (mm)	24				H _s (mm)	23,8									
l _s (mm)	28,5				l _s (mm)	29									
T _s (mm)	52,8				T _s (mm)	52,7									
V _s (mm ³)	26676				V _s (mm ³)	26917,8									
Valeurs moyennes					B(%)	L(%)				T(%)					
					6,05	2,62				0,57					
Ecart type				0,0107	1,262	0,268									

Le bois de rônier présente un retrait volumique moyen de 6,05% dans le duramen. Selon le tableau 8 de la classification de référence [6], son retrait volumique est faible. Il en est de même pour les retraits linéaire et tangentiel dont les valeurs moyennes sont 2,62 et 0,57, respectivement.

Le faible retrait résulterait de la présence du taux de silice d'environ 0,053% dans le bois de rônier [7]. Aussi, Le duramen est un bois dur, compact, dense, sec et imputrescible.

Les valeurs moyennes du retrait de du retrait de obtenues sur le bois de rônier très faibles d'après le tableau 8.

Tableau 8 : Classe des rétractibilités [6]

Retrait volumique (B%)		Retraits linéaire et tangentiel	
Classe	Catégorie	Classe	Catégorie
B < 9	Retrait faible	RL < 6,5%	Retrait faible
9 ≤ B ≤ 13	Retrait moyen	6,5% ≤ RL ≤ 10%	Retrait moyen
B > 13	Retrait fort	RL > 10%	Retrait fort

5 CONCLUSION

Cette étude de caractérisation physique du bois de rônier du Tchad contribue à la connaissance de son taux d'humidité, son taux de cendre, sa masse volumique et ses retraits volumique, linéaire et tangentiel. Le taux d'humidité a une très grande influence sur le poids spécifique (masse volumique) du bois de rônier. La valeur moyenne de 894Kg/m^3 à 12% d'humidité permet de classer le bois de rônier de notre étude dans la catégorie des bois lourds. L'humidité dans le bois de rônier n'a pas d'influence considérable sur les variations dimensionnelles. Cependant, le séchage nécessite beaucoup de temps pour amener le taux d'humidité à l'équilibre afin d'obtenir des caractéristiques meilleures en vue d'une utilisation optimale. Ce travail, le premier au Tchad, constitue une modeste contribution à la connaissance du bois de rônier en tant que matériau de construction.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont tout d'abord à l'endroit de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) pour son appui financier pour la réalisation des travaux de caractérisation sur le bois rônier au Laboratoire de Mécanique et Ingénierie (LaMI).

Nous exprimons toutes nos reconnaissances à l'équipe de recherche de l'Institut Français de la Mécanique Avancée (IFMA) de l'Université Blaise Pascale de Clermont Ferrand 2, particulièrement au Professeur Grigori GOGU, Directeur du LaMI, au Professeur Jean-François DESTREBECQ, Responsable du Master Ingénierie Mécanique et Civil, encadreur de ce stage, à Maître de Conférence Rostand MOUTOU PITTI, au Maître de conférences Carine CHARLET, et à la thésarde Agnès ROUDIER, sans oublier Monsieur Jérôme DOPEUX, Ingénieur Hall génie Civil de Polytechnique (Clermont-Ferrand).

Enfin, nous tenons à exprimer nos gratitude à l'Université de N'Djaména pour ses appuis financiers aux équipes de recherche.

REFERENCES

- [1] Ministère du plan et de la coopération, septembre 1976. Préparation d'un projet de production de bois pour l'approvisionnement de la ville de N'Djaména.
- [2] Jacques R., juin 1993. Rapport de synthèse des activités du chantier d'aménagement forestier de Ngam, 29 pages.
- [3] ANNOUAR Djidda Mahamat, juillet 2010. *Borassus Aethiopum* Matériau Bio – traditionnel dans la construction des structures, Master de Sciences en Physiques, Université de Dschang, 76P.
- [4] BIANPAMBE Hinpéré Wédjou, décembre 2014. Caractérisation physico-chimique et mécanique du bois rônier, mémoire de Master de Mécanique et Matériaux, 59P.
- [5] Allarabeye N., 2010. Caractérisation structurale, physico-chimique et mécanique du rônier, mémoire de Master en Electromécanique, 59P.
- [6] J. Gérard, A. Edi Kouassi, 1998. Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains, 189 pages.
- [7] Canbannes Y., Chantry G., 1987. Le rônier et le palmier à sucre ; production et mise en œuvre.

Analyse des propriétés hydrodynamiques de l'aquifère fissuré du socle paléoprotérozoïque : Aide à l'approvisionnement en eau potable des populations de la région de Bondoukou (Nord-est de la Côte d'Ivoire)

[Hydrodynamic properties analysis of fissured aquifers from paleo proterozoic basement : An help for drinking water supply to people from Bondoukou region at North-eastern of Cote d'Ivoire]

Marc YOUAN TA¹⁻², Omer DE LASME³, Derving BAKA², Théophile LASM², Jean Patrice JOURDA¹⁻², and Jean BIEMI¹⁻²

¹Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), U.F.R des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Felix Houphouët Boigny de Cocody, 22 B.P. 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Département des Sciences et Techniques de l'Eau et du Génie de l'Environnement, U.F.R des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Felix Houphouët Boigny de Cocody, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Université Péléforo Gon Coulibaly de Korhogo, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2015 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 study realized at Bondoukou region in north-eastern of Cote d'Ivoire. It aims to analyze hydrodynamic properties of fissured aquifers with a view to improve drinking water supply at this region. Methodology applied for this study started by mapping of fractures networks from treatment of Landsat 7 satellite images with directional filters. After that, it was established relationship among the parameters of groundwater capture and their relation with fracturing and nature of rock formation. Geostatistical analysis of specific capacity of wells from corrected last step drawdown closed the methodology. Use of remote sensing led to map 5000 fractures responsible of water-bearing-layers inside bedrocks. Productive fractures are met between 30 and 60 meters under the ground with these principals directions: NE-SW, NW-SE and E-W. Great yields are also met at weathering between 15 to 45 meters. Approximately 83, 41% of arrival water occurred in the first 30 meters of the basement. Porphyroid granodiorit produced water more than other rocks formations. Variogram structuring of Log (Q/s) revealed that this hydrodynamic parameter can be considered as a regionalized variable with a range equals to 7,36 km. This is a proof of best connectivity of fractures networks identified. Estimation of specific capacities at the whole studied area was made by kriging. All results obtained through this study contribute to best comprehension of hydrodynamic properties of aquifer at North-east of Côte d'Ivoire.

KEYWORDS: Côte d'Ivoire, Bondoukou, Fractured aquifers, Productivity, specific capacity, Statistical analysis, Geostatistical.

RESUME: Cette étude réalisée dans la région de Bondoukou (Nord-Est de la Côte d'Ivoire) a pour objectif d'analyser les propriétés hydrodynamiques des aquifères de fissure en vue d'aider à l'approvisionnement en eau potable des populations. L'approche méthodologie adoptée débute par l'utilisation des images satellitaires de Landsat 7 pour la cartographie des réseaux fractures du socle paléoprotérozoïque grâce à la technique de filtrage directionnelle. Ensuite ont été étudiées les relations pouvant lier les paramètres caractérisant les ouvrages de captage entre eux mais aussi les relations qu'ils peuvent avoir avec la fracturation et les différentes formations géologiques. Enfin, l'analyse géostatistique a permis la modélisation de la distribution spatiale du débit spécifique (Q/S) calculé pour tous les forages au niveau du troisième palier, après correction des rabattements. La cartographie structurale par télédétection a permis l'élaboration d'une carte des fractures détaillées

avec plus de 5000 fractures répertoriées responsables de la formation des aquifères de fracture de la région de Bondoukou. Selon l'étude de la productivité, les fractures les plus productives se rencontrent entre 30 et 60 m de profondeur et les familles de fractures de directions NE-SO, NO-SE et EO sont jugées responsables de cette forte productivité. Les forts et très forts débits sont fournis sous des épaisseurs d'altérites variant entre 15 et 45 m et environ 83,41% des AE se situent dans les 30 premiers mètres dans le socle. Les granodiorites porphyroïdes seraient les formations géologiques les plus productives. La structuration du variogramme de la transformée logarithmique du débit spécifique permet d'affirmer qu'il s'agit d'une variable régionalisée avec une distance de régionalisation de l'ordre de 7,36 km témoignant de la bonne connectivité des réseaux de fractures. Le krigeage conduit ensuite à une bonne estimation du débit spécifique sur l'ensemble de la zone d'étude. Les résultats acquis dans cette étude concourent à une meilleure compréhension des propriétés hydrodynamiques des aquifères du nord-est de la Côte d'Ivoire.

MOTS-CLEFS: Côte d'Ivoire, Bondoukou, Aquifère de fissure, Productivité, Débit spécifique, analyses statistiques Géostatistique.

1 INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le problème d'approvisionnement en eau potable des populations est assez récurrent et très clairement perceptible dans sa partie nord notamment dans la région de Bondoukou. Les ressources en eaux de surfaces sont rares et de très mauvaise qualité surtout pendant la saison sèche. Le recours aux eaux souterraines devient un impératif pour les autorités dans leur recherche de solution à cet épineux problème. Au niveau du socle paléoprotérozoïque, comme celui de la région de Bondoukou, les principales ressources en eau souterraine sont contenues dans les aquifères d'altérites et ceux de fissures. Ces réservoirs étant généralement superposés, les plus profondes à savoir les aquifères de fissures sont les plus recherchés pour l'approvisionnement des populations en eau potable car ils sont moins vulnérables à la pollution d'origine anthropique et moins sujette aux fluctuations saisonnières du niveau piézométrique. On comprend alors que depuis ces dernières décennies de nombreuses études ont été menées pour une meilleure compréhension du fonctionnement des hydrosystèmes développés en milieu de socle cristallin et cristallophyllien de Côte d'Ivoire ([1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]. Certains travaux ont été orientés vers la connaissance des propriétés hydrochimiques et isotopiques des eaux fournies par ces aquifères de socle fissuré ([2], [17], [18], [19], [20], [21], [22]).

Les travaux de [7] ont clairement montré que les populations de la région de Bondoukou éprouvent d'énormes difficultés d'approvisionnement en eau potable. En effet certaines localités (plus de 63%) de cette région qui fait l'objet de cette étude, manquent de point d'approvisionnement en eau et se retrouvent dans des conditions dramatiques de pénurie d'eau potable quasiment toute l'année. D'autres localités bien que possédant un forage ne sont pas totalement à l'abri de cette grave situation de manque d'eau potable car bon nombre de ces ouvrages se trouvent être en panne par manque d'entretien alors que d'autres fournissent des débits trop faible pour satisfaire toute la localité. En effet, plusieurs travaux ont montré que la majorité des ouvrages de captages à l'échelle nationale ont des débits faibles ([1], [23], [2], [24], [3], [7], [10]). Cet état de fait est souvent imputable aux manques d'études appropriées utilisant des techniques nouvelles de prospection hydrogéologique que sont la télédétection optique et radar et la géophysique lors de l'implantation des ouvrages notamment dans les zones rurales. Les travaux de [1], [23], [2], [24], [3], [7] parviennent à la même conclusion. De plus dans le Nord-Est de la Côte d'Ivoire principalement dans les régions de Bondoukou et de Bouna encore plus au nord, les travaux portant sur la prospection hydrogéologique sont très rares et fragmentaires.

Cette étude a donc été initiée dans le souci de mieux connaître le comportement d'un point de vue hydrodynamique des réservoirs de fissures du socle paléoprotérozoïque du nord-est de la Côte d'Ivoire. Elle s'est fixé pour objectif principal d'analyser les propriétés hydrodynamique des aquifères de fissures de la région de Bondoukou.

2 SITUATION GÉOGRAPHIQUE, CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le secteur qui fait l'objet de cette étude couvre en partie le département de Bondoukou situé dans la nouvelle région du Gontougo au Nord-Est de la Côte d'Ivoire. Cette zone d'étude se localise entre les latitudes 7°55 et 8°30 nord et les longitudes 2°40 et 3°20 ouest.

Elle occupe une superficie d'environ 4735 km² (73,43 km sur 64,49 km) au niveau du socle précambrien du domaine Baoulé-Mossi de la Côte d'Ivoire (Figure1). Avec une fracturation des roches bien développée ce socle d'âge

paléoprotérozoïque est séparé du domaine archéen par l'accident géologique majeur du Sassandra de direction N-S. Les principales formations géologiques de la zone d'étude peuvent être regroupées en trois grands ensembles lithologiques.

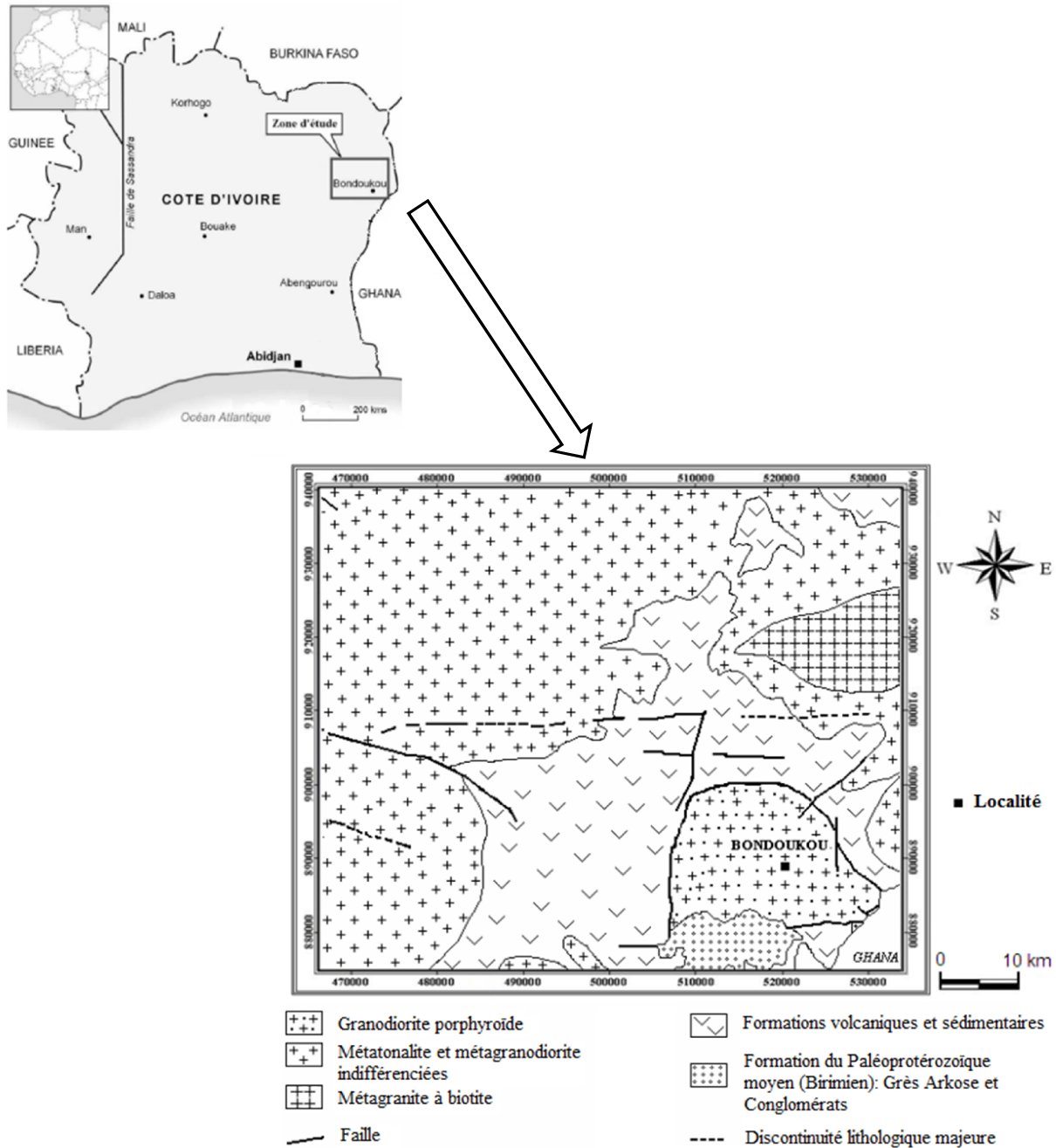


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude et aperçu géologique de la région de Bondoukou

Un ensemble tarkwaien constitué essentiellement de formations détritiques post-tectoniques localisées au sud-est de la zone d'étude et représentées par les Conglomérats (rencontré dans la région de Duakouamé et de Zanzan) et de Cinérite (dans la région de Takoutou et de Siago) [7]. La présence de Grès, d'Arkoses, de Galets de quartz anguleux, de Galets de jaspes et d'Andésites est également signalée par [25]. Un ensemble volcanique et sédimentaire, constitué de plusieurs unités géologiques de nature pétrographique différente. Il s'agit principalement de Schiste, d'Amphibolite et de Métadolérite. Cet ensemble affleure dans les régions du Sud et Centre de la zone d'étude avec des prolongements vers l'Est et le Nord-Est. Les Schistes volcano-sédimentaires indifférenciés sont les plus rencontrés dans cet ensemble et constituent le grand massif à l'intérieur duquel affleure toute une séquence de lentilles hectométriques volcaniques et sédimentaires interdigitées.

L'ensemble intrusif rencontré dans la région de Bondoukou regroupe les granites syntectoniques (granite concordant dit de type Baoulé) et les granites intrusifs post-tectoniques (granite discordant dit type Bondoukou) ([26]). Cet ensemble intrusif est constitué essentiellement granodiorites plus ou moins métamorphosées et secondairement de granites et de tonalites. Au niveau des événements tectoniques, ils s'avèrent complexes et polyphasées générant parfois des distensions responsables de la mise en place des fractures ouvertes à l'instar des autres provinces fracturées de socle de la Côte d'Ivoire ([27], [28], [29]).

Au plan hydrogéologique, le secteur d'étude présente deux types aquifères généralement superposés comme c'est le cas partout en Côte d'Ivoire. Il s'agit des aquifères d'altérites et des aquifères de fissures (fractures) encore appelé aquifères discontinus. Alors que les aquifères d'altérites sont les plus superficiels et ont une fonction capacitive, les aquifères de fractures sont les plus profonds et ont une fonction essentiellement conductrice. Ces derniers ont fait l'objet principal de cette étude.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 MATÉRIEL

La base de données nécessaire à la réalisation de cette étude est constituée d'images satellitaires, de cartes géologiques et les fiches techniques de forages réalisés dans le secteur d'étude. Les données images sont les huit (8) bandes acquises le 02 février 2000 par le capteur ETM+ de Landsat 7. Ces images orthorectifiées apparaissent en générale très claires et nettes. Pour couvrir toute la zone d'étude, il a fallu juxtaposer des quadrants 1 de la scène 195-054 (path 195, row 054) et 3 de la scène 195-055 (path 195, row 055). Diverses cartes géologiques et photogéologiques ont été exploitées pour la validation des résultats obtenus à partir du traitement des images satellitaires. Il s'agit des cartes [30] au 1/200 000, des cartes géologiques établies au 1/200 000 pour les localités d'Agnibilékrou [28], de Bondoukou [29] et de Nassian [27]. Les cartes photogéologiques établies au 1/200 000 pour ces localités [31] ont également été utilisées. Les données de forages concernent les ouvrages réalisés de 1975 à 2006 après une étude géomorphologique lors des programmes nationaux d'équipements hydrauliques financés par le Fond National à l'Hydraulique (F.N.H) et dans le cadre du projet BADEA (Banque Arabe de Développement Economique en Afrique). Ces fiches techniques de forage renseignent sur la profondeur totale forée (Pt), l'épaisseur d'altération (EA), les arrivées d'eau (AE), les niveaux statiques (NS), les niveaux dynamiques (ND), les débits de foration (Q), le débit spécifique (Qsp) et la nature pétrographique du socle.

Le traitement des images satellitaires pour la cartographie des fractures de la région de Bondoukou s'est fait grâce au logiciel ENVI 4.4. Pour l'étude des propriétés hydrodynamiques des aquifères formés par ces fractures, les logiciels Map-InfosTM 8.0 et Excel ont été utilisés. Le logiciel Statistica 6.1 a été utilisé pour effectuer les analyses statistiques. Le traitement des données en vue de la détermination des paramètres régionalisés lors l'analyse géostatistique a nécessité l'utilisation du logiciel VariowinTM [32] et le module Xvalid de Geoeas pour procéder au krigeage.

3.2 MÉTHODES

3.2.1 CARTOGRAPHIE STRUCTURALE DU SOCLE PRÉCAMBRIEN PAR TÉLÉDÉTECTION

Pour rehausser les discontinuités images en vue de leur cartographie, la technique de filtrage directionnelle par fenêtre mobile est appliquée d'une part sur les images brutes ETM+ de Landsat 7 (ETM+5 et ETM+7) et d'autre part sur les nouvelles images fournies par l'analyse en composantes principales sélectives (ACP1567), les combinaisons d'images (ETM+5/ETM+4 et ETM+7/ETM+6). Il s'agit principalement des filtres directionnels de dimension 7x7 de type Sobel et les filtres gradient de [33]. L'application de ces méthodes conduit à l'élaboration de la carte détaillé et la validation des fractures de la région de Bondoukou. Pour plus d'informations sur le principe des méthodes, leur applicabilité et sur la procédure de validation de la carte de fracturation, nous renvoyons les lecteurs aux documents de [34], [2], [35], [4], [7], [8]. Ces fractures sont à l'origine de la formation des aquifères de fissures dont l'analyse des propriétés hydrodynamique fait l'objet principal de cette étude.

3.2.2 ETUDE DE LA PRODUCTIVITÉ DES OUVRAGES DE CAPTAGE EN MILIEU FISSURÉ

L'analyse des relations qui lient les paramètres caractérisant les ouvrages de captage (forages) peut fournir des informations très intéressantes sur leur productivité et leur rentabilité. L'étude de ces relations s'avère donc importante pour toutes les études hydrostructurales, afin d'améliorer la connaissance des aquifères captés. Il s'agira donc dans le cadre de cette étude d'analyser et interpréter les relations entre les profondeurs totales des forages et les débits d'exploitation ; les couche d'altérites et les débits d'exploitation ; les accidents géologiques c'est-à-dire la carte détaillée de fractures mis en

évidence par la télédétection et le positionnement des forages dans le socle ; la direction de cette fracturation et la productivité des ouvrages ; la productivité et la nature pétrographique des roches. La distribution et le comportement des arrivées d'eau (AE) seront également étudiés.

3.3 MODÉLISATION PAR ANALYSE STATISTIQUE ET GÉOSTATISTIQUE DU DÉBIT SPÉCIFIQUE

Le débit spécifique noté Q_{sp} est le débit pompé (Q), rapporté au rabattement (s) pour un temps de pompage donné, dans les conditions d'essai de puits. Dans le cadre de cette étude il faut signaler que le débit spécifique (Q/S) a été calculé pour tous les forages au niveau du troisième palier, après une correction appropriée des différents rabattements.

L'analyse statistique a consisté simplement à la détermination de la loi de distribution qui permet le meilleur ajustement des valeurs du débit spécifique. Une étude géostatistique de ce paramètre hydrodynamique est effectuée pour identifier les paramètres de régionalisation les caractérisant et suivre leur déploiement dans l'espace [3], [7], [36]. L'analyse géostatistique est basée sur la théorie des variables régionalisées. Elle intervient là où se pose le problème de l'analyse de données spatiales. Son outil mathématique est le variogramme expérimental. Le variogramme exprime le demi-accroissement quadratique moyen entre deux points d'appui distants de h . Il permet de décrire la structure spatiale et d'apprécier la corrélation entre les points mesurés en fonction de la distance. Il est défini par la relation (1) :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{var}[Z(x+h) - Z(x)]$$

Avec $\gamma(h)$ est le demi-variogramme, $\text{VAR}[Z(x)]$ est la variance au point x et h , le vecteur de module ($x-x'$). Les paramètres de régionalisation des variogrammes expérimentaux sont déterminés après ajustement à des modèles théoriques (sphérique, exponentiel, gaussien, etc.). Le modèle exponentiel a été retenu dans le cadre de cette étude comme l'ont préconisé [37], [3], [8], dont l'expression générale est donnée par l'équation (2) ci-dessous.

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(\frac{-3h}{a}\right) \right]$$

où C_0 est l'effet de pépite c'est-à-dire la discontinuité à l'origine, $C = C_0 + C_1$ est le palier, a est la portée pratique (distance à partir de laquelle 95% du palier est atteint), et h est la distance entre deux points d'appui. Les valeurs de la transformée logarithmique des débits spécifiques ont été utilisées pour l'analyse géostatistique. En effet, l'usage de la transformée logarithmique permet de minimiser les fluctuations des variogrammes expérimentaux et d'obtenir un variogramme beaucoup plus structuré que la valeur brute. Aussi, le variogramme a-t-il été calculé à partir des valeurs logarithmiques. La technique de krigeage permet ensuite d'effectuer une estimation de la variable spatiale sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette technique prend en compte la structuration spatiale de la variable caractérisée par le variogramme expérimental qui doit auparavant être ajusté par un modèle théorique. Les bases théoriques fondamentales de la géostatistique et celles du krigeage peuvent être consultées dans des ouvrages de référence [38], [37], [39].

4 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

4.1 MISE EN ÉVIDENCE DES STRUCTURES LINÉAMENTAIRES À L'AIDE DES FILTRES SPATIAUX

Les filtres spatiaux utilisés dans le cadre de ce travail, ont été d'un apport considérable dans la vectorisation des discontinuités images même les plus subtiles. Deux fenêtres d'images traitées sont ci-dessous présentées (Figure 2 et 3) pour illustrer le pouvoir discriminant des filtres de types Sobel et gradient. Ainsi plusieurs linéaments ont été cartographiés sur ces images traitées.

Les linéaments parallèles (F1 et F2) de direction NE-SO gouvernant la direction de différents cours d'eau de la région de Bilikié correspondent à des failles parallèles ayant probablement la même histoire géologique. Le faisceau linéamentaire (F3) à l'Ouest de la granodiorite de Bondoukou a une forte tendance structurale. Nous pouvons l'assimiler à une importante zone de cisaillement au contact entre la Granodiorite et les formations Amphibolitiques. Ce faisceau correspond en réalité au couloir passant à proximité de la localité de Sama et de direction N20.

Le filtre gradient de [33] met également en évidence les accidents régionaux affectant la granodiorite porphyroïde de Bondoukou. Majoritairement de direction NO-SE, ces méga fractures jouent un rôle très important dans l'alimentation en eau souterraine des aquifères formés au sein de la granodiorite. Le Barrage de Boda (BB) et le cours d'eau pérenne qu'il engendre, constituent les sites permanents d'infiltration des eaux souterraines. Ainsi, le barrage de Boda alimenterait directement les réverses d'eau souterraine de la ville de Bondoukou et ses environs. Ceci pourrait expliquer les débits

exceptionnels ($Q > 10 \text{ m}^3/\text{h}$) obtenus dans les localités de Bondoukou et de Sama. La carte de la figure 4 présente le résultat final obtenu après l'opération d'extraction des linéaments effectuée sur les images ETM+ traitées de Landsat 7. Ces linéaments ont des tailles et des directions différentes. Leurs interconnexions forment un réseau très dense. Au vu de la densité élevée de la fracturation, on pourrait dire que, la région de Bondoukou aurait subi l'influence de plusieurs phénomènes tectoniques qui ont conduit à la fragmentation prononcée des formations géologiques.

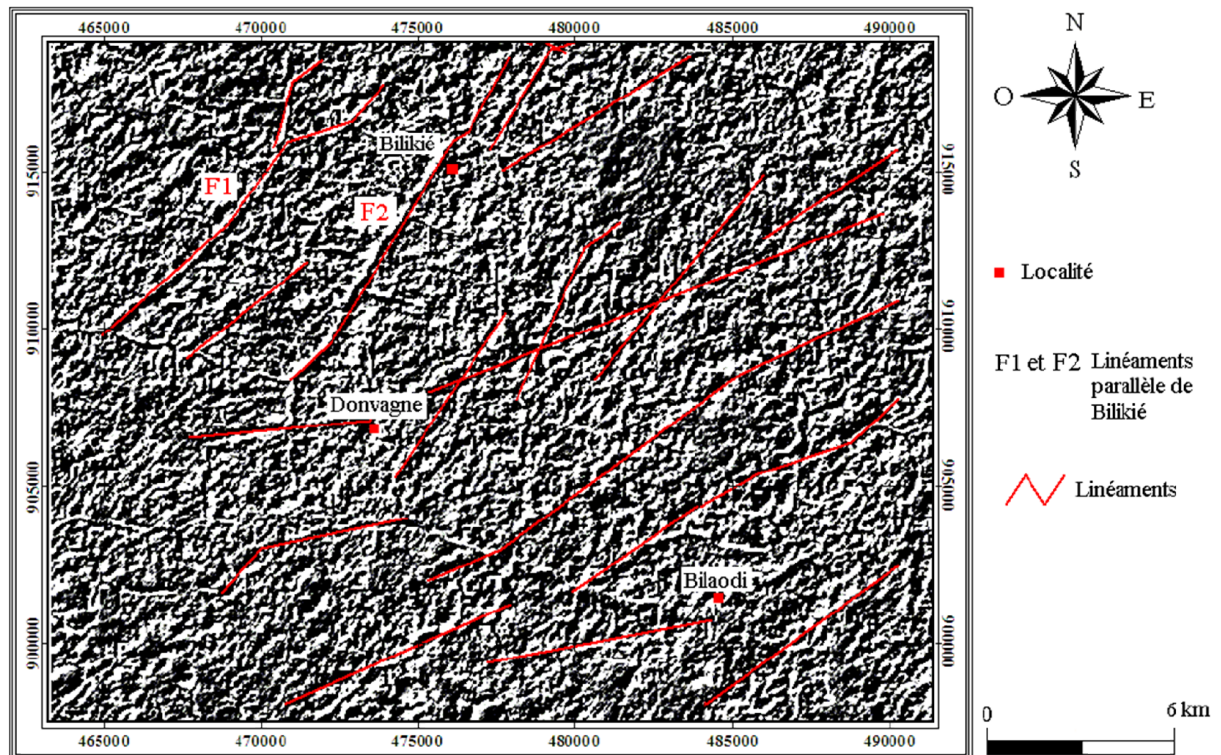


Figure 2 : Filtre Sobel (NO-SE) appliqué à l'indice ETM+5/ETM+4 rehaussant les accidents NE-SO

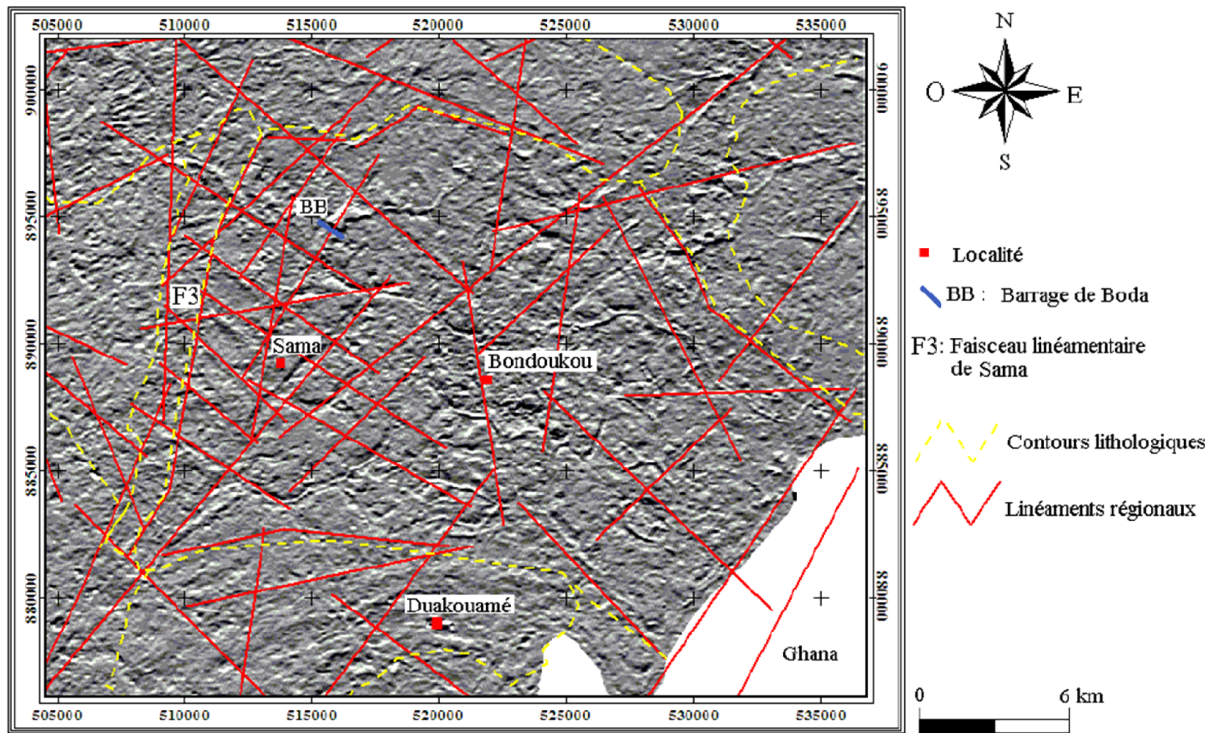


Figure 3 : Filtre gradient de [33] appliqué à ETM+7 rehausse des accidents régionaux affectant la granodiorite porphyroïde de Bondoukou

Cette carte compte environ 5000 linéaments extraits manuellement à partir de l'interprétation des images dérivées. Après une phase de validation à l'aide de la carte photogéologique de la même zone, ces linéaments ont eu valeur de fracturation et peuvent être utilisés pour l'analyse hydrodynamique des aquifères de fissure de la région de Bondoukou.

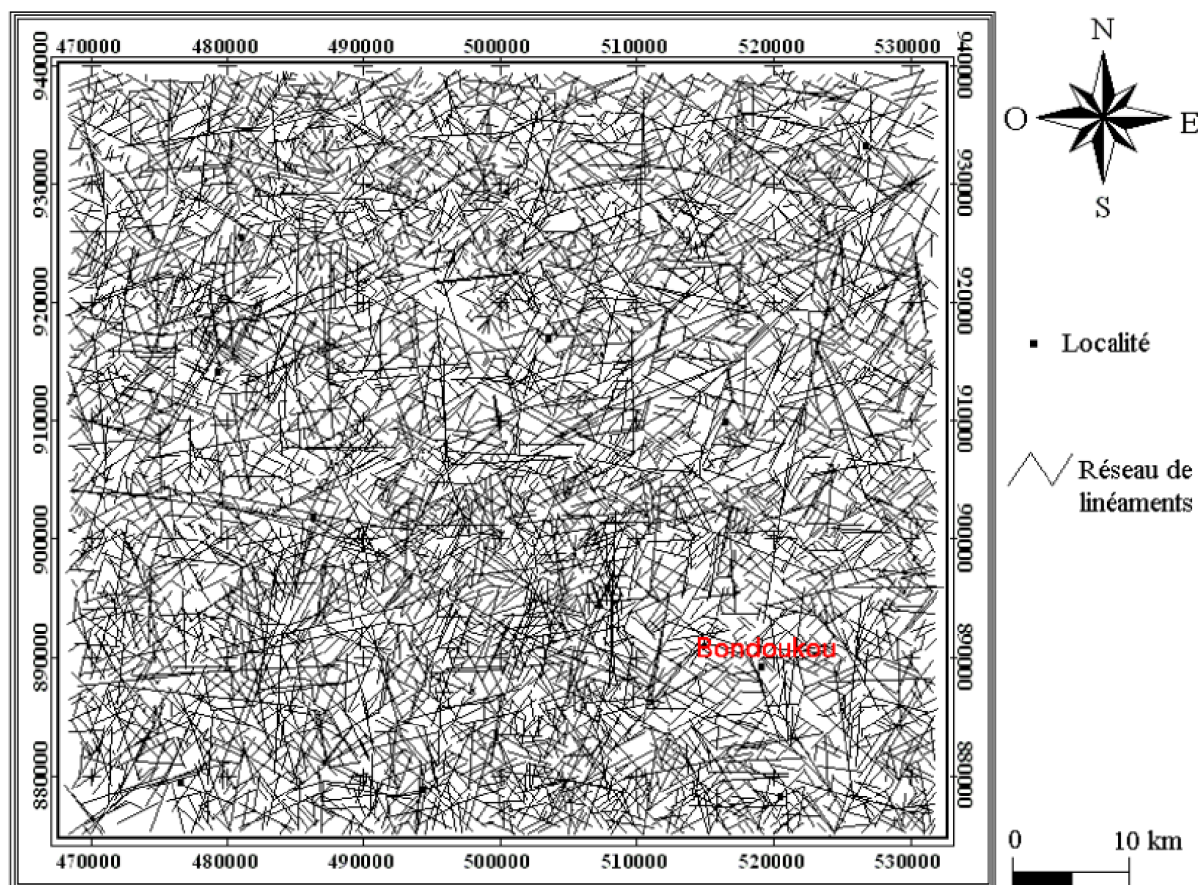


Figure 4 : Carte détaillée de linéaments de la région de Bondoukou établie à partir des images ETM+ de Landsat 7

4.2 ETUDE DE LA PRODUCTIVITÉ DES OUVRAGES DE CAPTAGE

4.2.1 DIRECTION DE FRACTURATION ET PRODUCTIVITÉ DES OUVRAGES DE CAPTAGE

Tout forage de captage implanté dans le socle pour être productif doit nécessairement rencontrer au moins une fracture. Cette dernière influencera le débit des forages si sa connexion dans le réseau global et surtout sa direction le favorisent. Pour ce faire, une des fonctionnalités du SIG qui est la superposition de deux ou plusieurs cartes a été utilisée. La carte de la fracturation tous azimuts et la carte de positionnement des forages ont été superposées. Tous les forages situés directement sur une fracture détiennent leur débit de la productivité de celle-ci. Pour les forages n'étant pas situés sur une fracture, la fracture la plus proche leur est attribuée. Les figures 5, 6, 7 illustrent la répartition des différentes classes de débits dans les classes directionnelles de fracturation. L'analyse de la figure 5 montre qu'en général, toutes les directions de la fracturation sont susceptibles de fournir des faibles débits. Pour l'alimentation d'une petite communauté (ouvrage à faible débit), la recherche des directions de fracturation les plus productives n'est donc pas nécessaire. La difficulté survient lorsque pour l'approvisionnement d'une agglomération ou d'une activité agro-pastorale, on a besoin d'un ouvrage à gros débit (débit moyen et fort débit). L'observation de la figure 6 permet de dire que les classes directionnelles N30, N70-80, N120-130 et N140-150 sont capables d'offrir des débits pouvant parfois atteindre $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Une classe directionnelle de fracturation est dite productive lorsqu'elle permet d'avoir des forages avec des débits supérieurs à $5 \text{ m}^3/\text{h}$. La figure 7 permet de mettre en évidence les classes jugées les plus productives dans la région de Bondoukou. Il s'agit des classes N40 (NE-SO), N80 (EO), N140-150 (NO-SE). Ces classes directionnelles de fracturation concordent bien avec les principales directions de fracturation mises en évidence par l'étude des champs de fractures. Les classes NO-SE et NE-SO sont les plus représentatives. Ces accidents, qui s'associent respectivement aux directions libériennes et éburnéennes fournissent les meilleurs débits dans la région de Bondoukou. Les localités de Guimini et de Bidio dont les forages fournissent des débits respectifs de $8 \text{ m}^3/\text{h}$ et $9 \text{ m}^3/\text{h}$, captent des fractures de direction NE-SO. Au niveau des localités de Laoudi-Ba, Bondoukou et Sama, les forages fournissent des débits de $8,1 \text{ m}^3/\text{h}$, $12 \text{ m}^3/\text{h}$ et $14 \text{ m}^3/\text{h}$ respectivement. Ces forages interceptent tous des fractures de

direction NO-SE. Tous ces résultats montrent que les gros débits sont en relation avec les principales directions de fracturation de la région. Le report des différents débits sur la carte de méga fractures de la région de Bondoukou est présenté à la figure 8. L'analyse de cette dernière permet la mise en évidence et confirme les directions productives de cette région du pays. Il s'agit de la direction N40 (NE-SO) avec des débits allant de 6 à 20 m³/h ; la direction N140-150 (NO-SE) avec des débits supérieurs à 5 m³/h et les directions N170-180 (NS) et N 80-100 (EO) avec des débits variant de 5 à 12 m³/h.

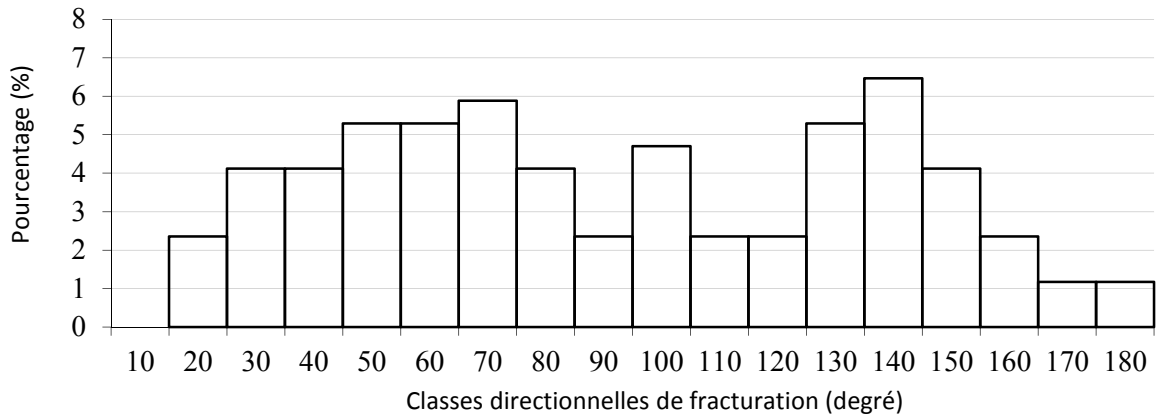


Figure 5 : Répartition des faibles débits (Q < 2,5 m³/h) en fonction des classes directionnelles de fracturation

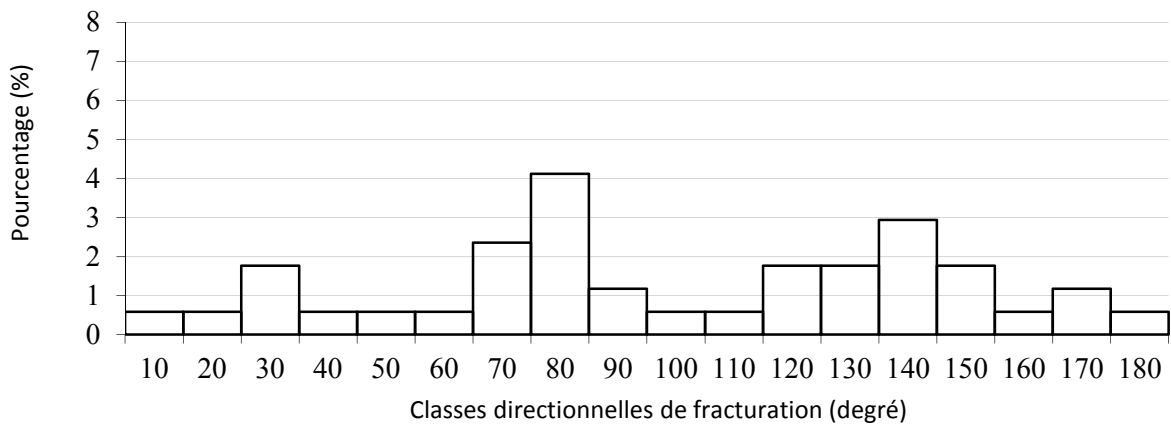


Figure 6 : Répartition des débits moyens (2,5 < Q < 5 m³/h) en fonction des classes directionnelles de fracturation

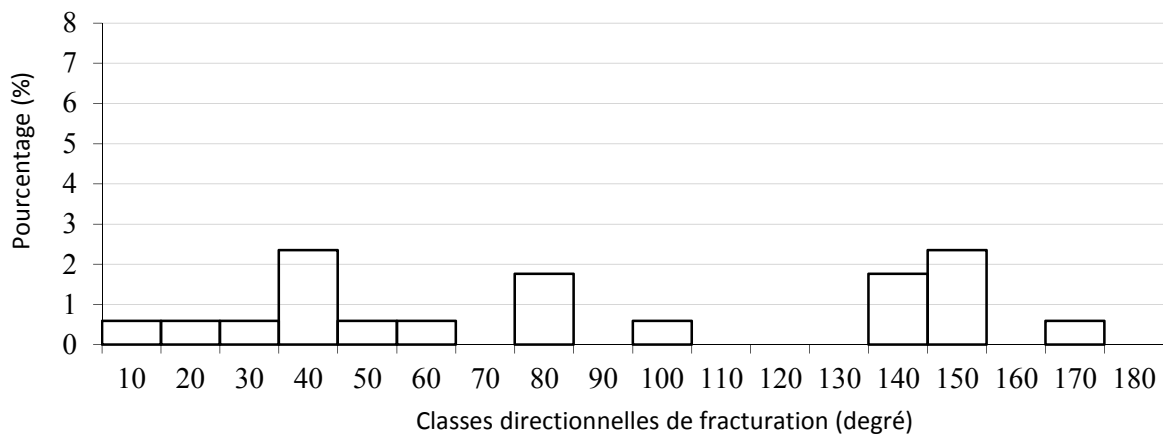


Figure 7 : Répartition des forts débits (Q > 5 m³/h) en fonction des classes directionnelles de fracturation

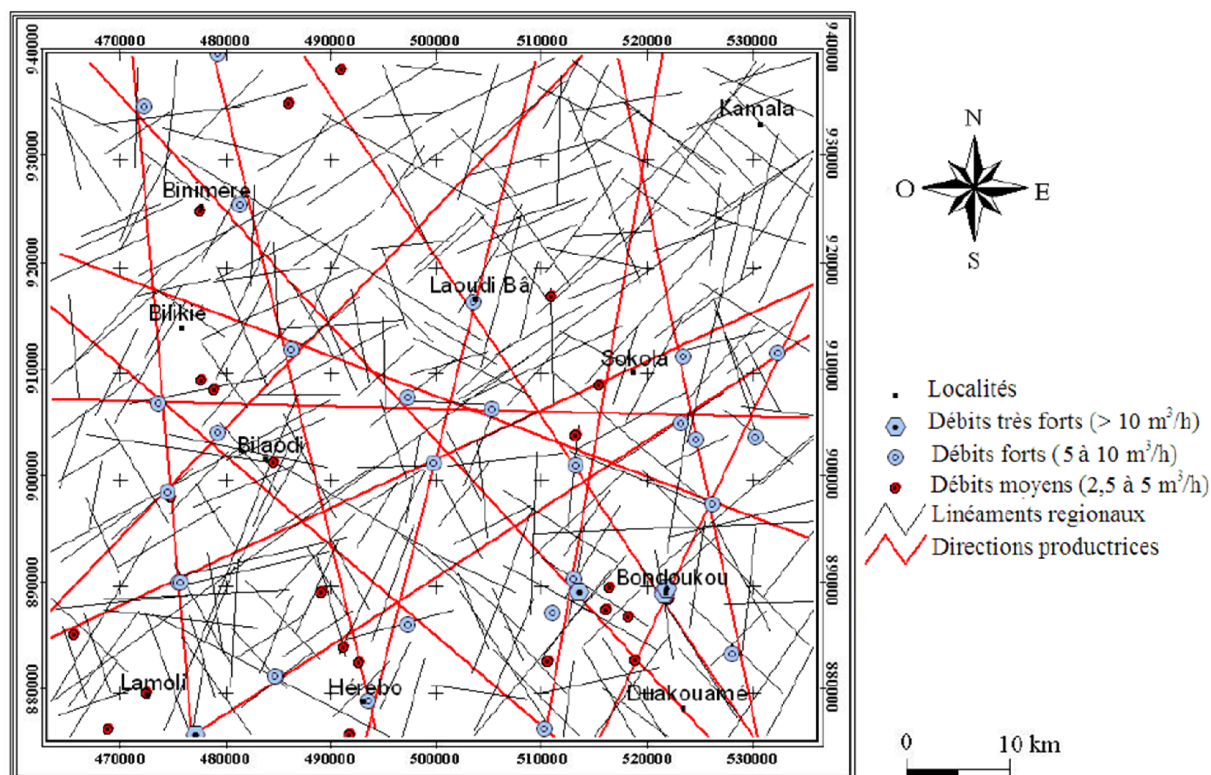


Figure 8 : Carte des directions productives de la région de Bondoukou

4.2.2 PRODUCTIVITÉ ET NATURE PÉTROGRAPHIQUE

Pour mener cette étude, les formations géologiques les plus représentées ont été considérées. Il s'agit des formations granitiques, schisteuses et granodioritiques. Le tableau I présente la répartition des différentes classes de débits considérées en fonction de la nature pétrographique des roches.

Tableau I : Répartition des classes de débits dans les différentes formations géologiques

Formations géologiques	Effectif total	2,5 < Q ≤ 5 m ³ /h		Q > 5 m ³ /h	
		Effectif	Taux %	Effectif	Taux %
Granite	86	15	17	7	8
Schiste	50	12	24	3	6
Granodiorite	26	12	46	9	35

Ce tableau montre que dans la région de Bondoukou, la formation granodioritique semble être la productrice pour l'ensemble des débits supérieurs à 2,5 m³/h. En effet, dans le terrain granodioritique, sur une population de 26 forages, 21 (soit 81%) ont un débit supérieur à 2,5 m³/h. La répartition de ces dernières entre les différentes classes de débit donne 12 forages (soit 46%) pour la classe moyenne (2,5 < Q ≤ 5 m³/h) et 9 forages (soit 35%) qui ont un débit supérieur à 5 m³/h. Tous les six (6) forages qui approvisionnent la ville de Bondoukou en eau potable, ont des débits supérieurs à 13 m³/h et atteignent parfois 20 m³/h. Des débits de 8 m³/h, 9 m³/h et 14 m³/h ont également été signalés au niveau de la granodiorite de Bondoukou respectivement dans les localités rurales de Guimini, Bidio et Sama. Au niveau de la classe des débits moyens, après la granodiorite porphyroïde, les schistes semblent être plus productifs avec 24% de forages contre 17% dans les formations granitiques. Cette tendance s'inverse quand il s'agit de la classe des forts débits où 8% des forages implantés dans les formations granitiques fournissent des débits supérieurs à 5 m³/h contre seulement 6% dans les formations schisteuses.

Les formations schisteuses de la région de Bondoukou, bien que redressées à la verticale, se trouvent en zone à relief élevé (topographiquement haut). Une forte densité de réseau hydrographique tapis sur ces formations est le signe d'une

faible infiltration des eaux pour l'alimentation des nappes souterraines. En plus de ces raisons, l'absence des intercalations calcodolomitiques et des filons de quartz au sein de ces formations pourrait expliquer les faibles débits enregistrés. L'épaisseur d'altération sur les formations granitiques est généralement plus faible que celle des terrains schisteux, ce qui exposerait les niveaux d'eau dans ses aquifères aux fluctuations saisonnières et par conséquent réduirait ainsi la productivité des ouvrages captant ces formations.

En somme dans la région de Bondoukou, la granodiorite porphyroïde semble être la plus productive. On constate donc au vu de ces résultats que, la productivité des ouvrages varie selon la nature pétrographique de la roche avec un effet non moins négligeable du critère géomorphologique. Dans le cas des granodiorites porphyroïdes de Bondoukou, le barrage de Boda aurait certainement contribué à la réalimentation permanente des nappes souterraines de cette région rendant ces formations très productives. En effet, le barrage de Boda est localisé sur cette formation et engendre une rivière pérenne (par la libération du trop-plein d'eau même en saison sèche) qui coule au niveau de la zone à forte tendance structurale. Cette zone serait probablement le lieu de réalimentation permanente de la nappe qui se trouve au sein de cette formation.

4.2.3 ETUDE DES ARRIVÉES D'EAU (AE)

Dans cette étude, seules les arrivées d'eau (AE) enregistrées dans le socle ont été prises en compte. Sur un total de 85 forages où la profondeur des AE a été déterminée, 77 possèdent au plus une seule AE. Seulement 6 forages ont enregistré une deuxième AE et 2 forages, une troisième AE.

Le diagramme ci-dessous (Figure 9) qui présente la fréquence des AE en fonction des classes de profondeur (pas de 10 m) permet de mieux apprécier la distribution des AE dans le socle. Environ 83,41% des AE se situent au niveau des 30 premiers mètres dans le socle, avec une prédominance entre 0 et 10 m de profondeur dans le socle (40,74% des AE) suivie d'une baisse régulière de la fréquence qui atteint 10% aux environs de 30 mètres. Au-delà de cette profondeur les venues d'eau deviennent très rares. Pour appréhender le comportement de ces arrivées d'eau avec la profondeur, le graphe présentant les débits moyens des AE en fonction des classes de profondeur a été construit (Figure 10). On constate sur ce graphe, que le débit moyen des AE augmente avec la profondeur et atteint son maximum (3,7 m³/h) à environ 30 m dans le socle. Au-delà de cette profondeur, le débit moyen des AE décroît rapidement pour atteindre son plus bas niveau (1,2 m³/h) à environ 50 m dans le socle. On constate donc que les meilleurs débits dans la région de Bondoukou se situent au niveau des 30 premiers mètres dans le socle. Cette zone correspond à la zone de nombreuses fractures ouvertes et productives. Aux plus grandes profondeurs, les fractures ont tendance à se refermer vers le bas. Toutefois, de rares méga fractures beaucoup plus profondes peuvent être rencontrées et fournir de gros débits.

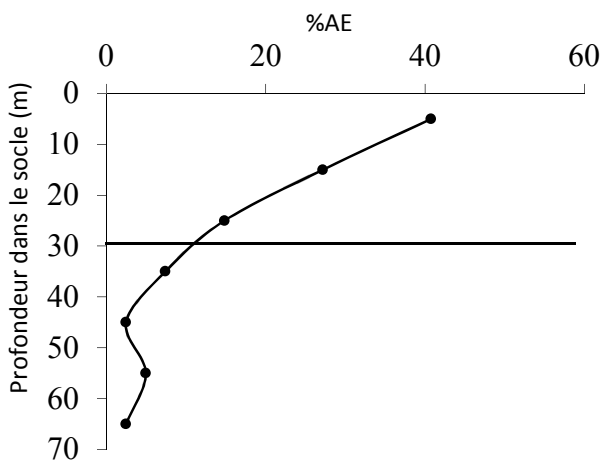


Figure 9 : Relation entre AE et la profondeur dans le socle

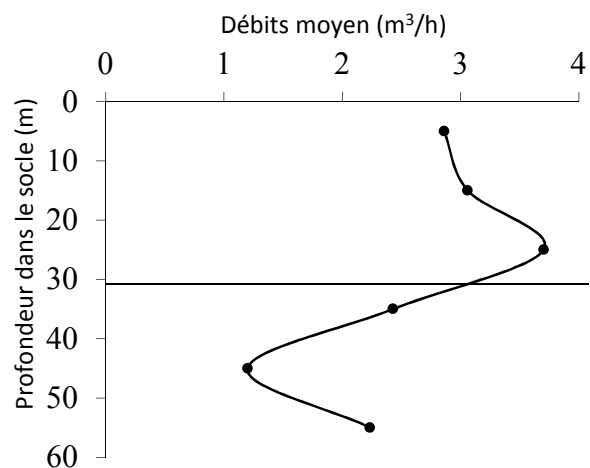


Figure 10 : Relation entre débits moyens des AE et la profondeur dans le socle

4.2.4 RELATION ENTRE PROFONDEURS TOTALES DES FORAGES ET LES DEBITS

Les profondeurs totales des forages exécutés dans la région de Bondoukou sont très variables autour d'une valeur moyenne de 55 m (à Bokoré). La plus faible est rencontrée à Kouassi Nawa avec un forage de 18,8 m. Quant à la plus grande qui atteint 102 m, elle a été rencontrée dans les localités de Boyi, Wolobidi et Zanzan.

L'analyse de la figure 11 révèle la présence possible des faibles débits ($< 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$) à toutes les profondeurs (Kouassi Nawa : $0,7 \text{ m}^3/\text{h}$; Bokoré : $0,7 \text{ m}^3/\text{h}$; Boyi : $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$). Les débits moyens (de $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ à $5 \text{ m}^3/\text{h}$) se rencontrent généralement entre 20 et 80 m. Les profondeurs comprises entre 30 et 60 m sont marquées par des débits les plus importants et pouvant atteindre $18 \text{ m}^3/\text{h}$ rencontrés à Chiagni Sogo. Bien que celles supérieures à 80 m soient caractérisées par les faibles débits, la rencontre inopinée de gros débits (à Laoudi Ba $8,10 \text{ m}^3/\text{h}$ à $81,5 \text{ m}$) indique la présence de quelques rares fractures productives à de grandes profondeurs. S'il est vrai que l'étude du diagramme ne révèle l'existence d'aucune relation mathématique définie entre la profondeur atteinte et le débit optimum des forages, elle permet néanmoins de dire que les fractures les plus productives de la région de Bondoukou se rencontrent entre 30 et 60m de profondeur.

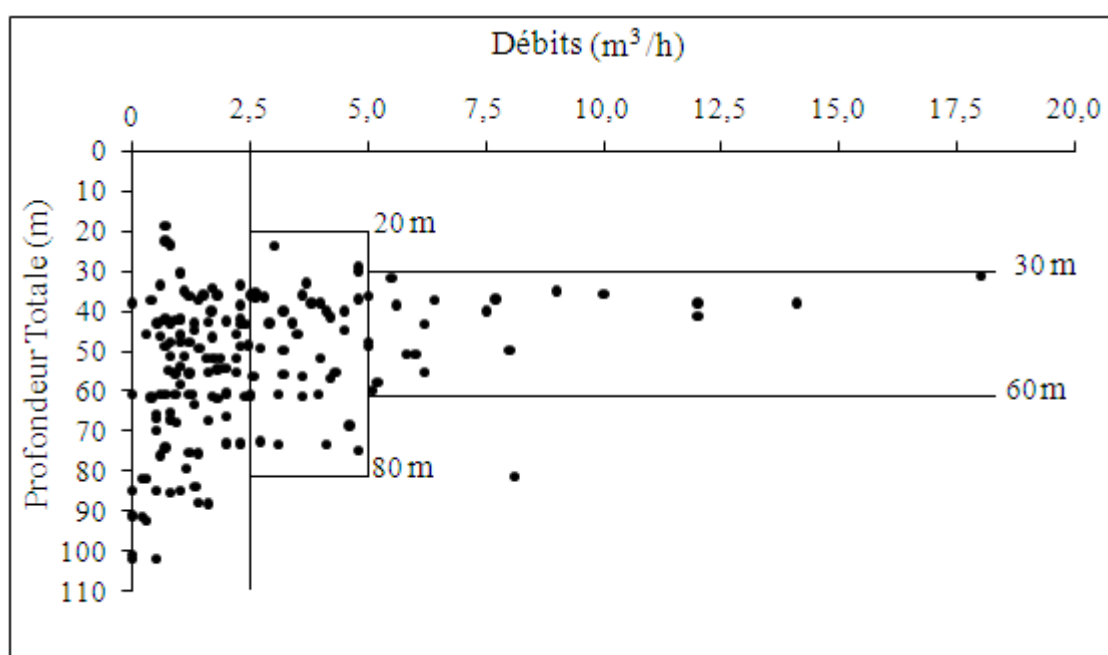


Figure 11 : Relation entre débits et profondeur totale des forages

4.2.5 RELATION ENTRE COUCHE D'ALTÉRITES ET DÉBITS

L'analyse de la figure 12 montre une nette influence des épaisseurs d'altérites sur les débits. En effet, ce diagramme révèle très clairement que dans la région de Bondoukou les forts et très forts débits sont fournis par des épaisseurs d'altérites variant de 15 à 45 m. Les épaisseurs d'altérites inférieures à 15m offrent généralement des débits faibles à moyens ($< 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$) et jamais de débits forts. Cet état de fait est également constaté avec les épaisseurs d'altérites supérieures à 45 m. Le comportement des systèmes hydrogéologiques (milieux poreux altéritique à bonne fonction capacitive) favorise une accumulation des eaux souterraines en provenance des altérites subjacentes dans les aquifères de fissures, grâce au phénomène de drainance. Ce comportement semble expliquer les résultats obtenus dans la région de Bondoukou. Toutefois, il faut signaler qu'au niveau des faibles et très faibles épaisseurs d'altérites, la fonction capacitive est biaisée de même qu'avec les fortes épaisseurs, le phénomène de drainance est obstrué. En effet, les faibles épaisseurs d'altérites ne peuvent emmagasiner qu'une très faible quantité d'eau et exposent la nappe aux fluctuations saisonnières. Les épaisses couches d'altérites, engendrent parfois de forte charge lithostatique tendant à comprimer les fissures lorsque la profondeur augmente.

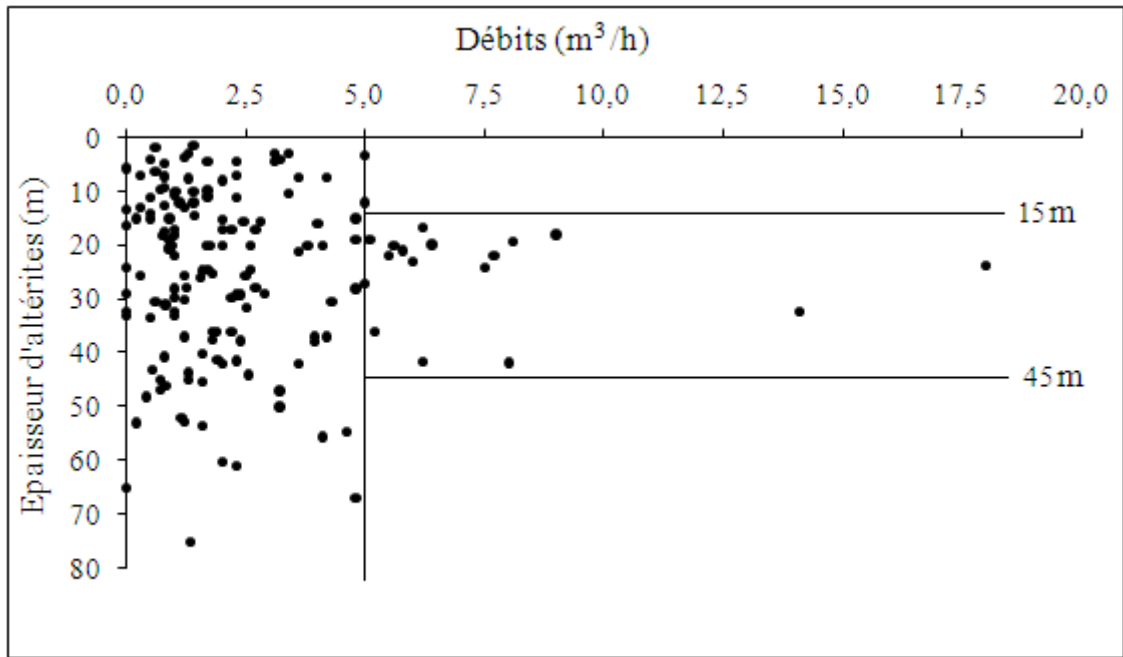


Figure 12 : Relation débits et épaisseurs d'altérites

4.3 ANALYSE GÉOSTATISTIQUE DU DÉBIT SPÉCIFIQUE (QSP)

Le débit spécifique noté Q_{sp} est le débit pompé (Q), rapporté au rabattement (s) pour un temps de pompage donné, dans les conditions d'essai de puits. Le débit spécifique a été calculé au niveau de cinquante-sept (57) forages où les données étaient disponibles. Le tableau II présente les statistiques classiques caractérisant ce paramètre.

Tableau II : Principales caractéristiques du débit spécifique (Q_{sp}) de la région de Bondoukou

	Nombre	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Q_{sp} ($m^3/h/m$)	57	7,198E-03	4,955E-01	1,347E-01	1,105E-01

Une analyse statistique de ces valeurs logarithmiques du débit spécifique permet d'indiquer que leur distribution suit une loi normale (Figure 13).

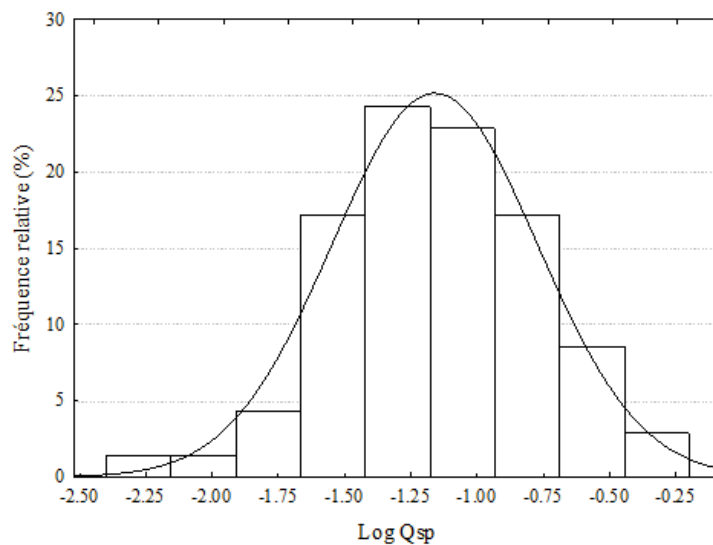


Figure 13 : Distribution de $\log Q_{sp}$: Ajustement à une loi normale

En effet le test de conformité du Khi 2 réalisé au seuil de signification de 10% révèle que l'ajustement d'une distribution normale à log Qsp est acceptable (Tableau III).

Tableau III : Test d'ajustement de la loi normale aux valeurs de log Qsp

Loi de distribution	χ^2 calculé	χ^2 théorique ($\alpha = 10\%$)	Degré de liberté
Normale	0,63	6,25	3

Le variogramme des valeurs logarithmiques (Figure 14) est structuré et présente une discontinuité à l'origine. Cette discontinuité serait due aux erreurs de mesures et à l'existence d'une micro-régionalisation. Le modèle exponentiel fournit les paramètres de régionalisation du débit spécifique (Tableau IV).

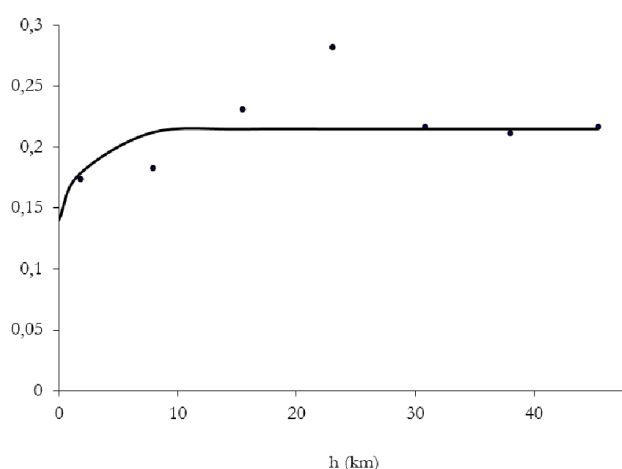


Figure 14 : Variogramme des valeurs logarithmiques du débit spécifique : Ajustement à un modèle exponentiel

Tableau IV : Paramètres de régionalisation de la transformée logarithmique du débit spécifique.

Modèle ajusté	Portée a (km)	Plateau C (km ²)	Plateau-pépité C-C ₀ (km ²)	Effet de pépité C ₀ (m ² /h) ²	Ecart moyen
Exponentiel	7,36	0,25	0,08	0,14	3,15 E-3
Sphérique	8,28	0,22	0,06	0,17	3,73 E-3

Le débit spécifique se comporte donc comme une variable régionalisée. La distance de régionalisation des débits spécifiques dans la région de Bondoukou est de l'ordre de 7,36 km.

Ce modèle fournit l'équation de modélisation suivante :

$$\gamma(h) = 0,14 + 0,08 \times \left(1 - e^{\frac{-3h}{7,36}}\right)$$

Le variogramme présente un effet de pépité témoignant de l'irrégularité locale du paramètre. La structuration spatiale du variogramme du débit spécifique permet d'envisager son estimation par krigéage sur l'ensemble du domaine étudié. Les valeurs du débit spécifique dans la région de Bondoukou présentent de fortes valeurs au niveau des localités du Centre (Laoudi-Ba, Laoudigan et Bakié) du Centre Ouest (Bilaodi et Dinaoudi) et du Nord-Ouest (Nord-Ouest de Brougoudoum). La carte krigée (Figure 15) c'est-à-dire la carte d'estimation des débits spécifiques de la région de Bondoukou, construite à partir du variogramme théorique, fournit par le modèle exponentiel restituée parfaitement aussi bien les fortes que les faibles

valeurs du débit spécifiques. D'une manière générale, les valeurs brutes du débit spécifique sont compatibles aux valeurs estimées par krigeage. Sur cette carte krigée, les zones à fortes valeurs de débits spécifiques s'allongent dans la direction NE-SO et dans un secteur concentrique du Nord-ouest indiquant ainsi un caractère hautement hydraulique des aquifères de ces différentes parties de la zone d'étude.

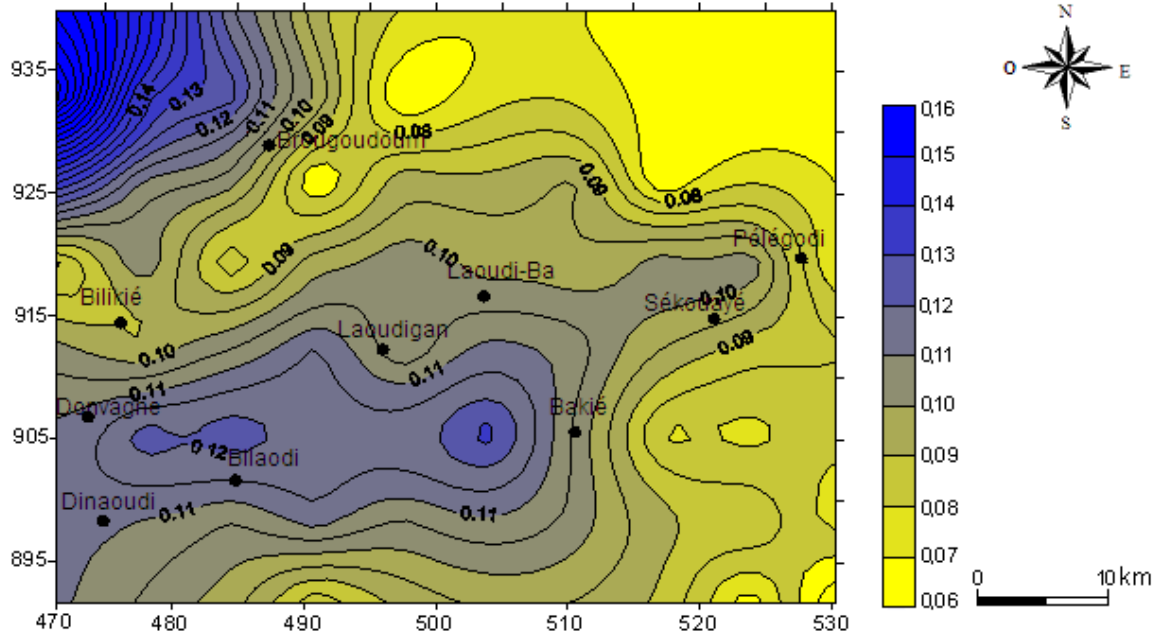


Figure 15 : Carte krigée des valeurs de débits spécifiques : modèle exponentiel

Les résultats de validation fournis par le module X-Valid de Geoeas a permis de construire le graphe des erreurs d'estimation (Figure 16). Ce graphe présente une distribution de forme symétrique avec un mode voisin de 0. La valeur moyenne des erreurs d'estimation du débit spécifique (Me) vaut 0,028 et la variance réduite des erreurs (σ_{RE}^2) est égale à 0,88. Notons que Me et σ_{RE}^2 sont respectivement proche de 0 et de 1 et sont donc en conformité avec les valeurs théoriques. Nous pouvons donc conclure que le modèle du variogramme et les estimations sont valides. L'estimation du débit spécifique par la technique de krigeage est satisfaisante et les valeurs estimées peuvent être retenues pour la connaissance de l'efficacité des futurs forages dans les zones où ils n'ont pas encore été implantés.

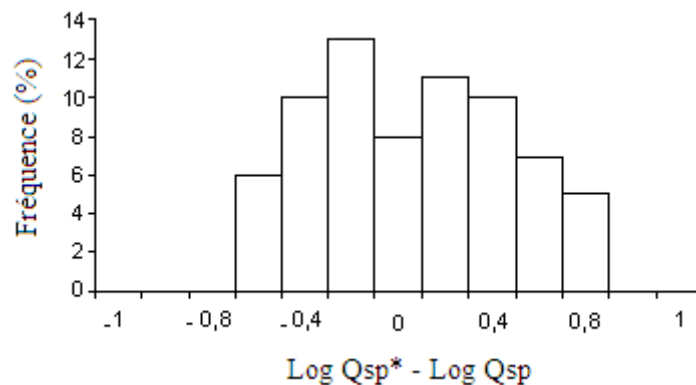


Figure 16 : Distribution des erreurs d'estimation de Qsp. modèle exponentiel

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

5.1 TÉLÉDÉTECTION ET CARTOGRAPHIE DE LA FRACTURATION

Au niveau du socle précambrien et dans des conditions favorables de prise de vue, les images ETM+ de Landsat 7, lorsqu'elles subissent un traitement approprié constituent un support renfermant d'importantes informations d'ordre structurales. En effet, dans la région de Bondoukou, l'intense fracturation du socle paléoprotérozoïque est mise en évidence grâce à l'application des techniques de filtrage par fenêtres mobiles autant sur les images brutes que sur les images issues de l'analyse en composante principale sélective ou de la combinaison d'image (indice calculé). Ces techniques ont donné de très bons résultats en Côte d'Ivoire, dans la région de la Marahoué [2], à Man [40], à Korhogo [4], à Bondoukou [7], [8], [16] et sur le terrain montagneux de l'île de Naxos en Grèce [41]. Les méthodes de télédétection restent, les méthodes les plus adaptées à la cartographie régionale (sur de vastes zones d'étude) des réseaux de fractures pour la prospection hydrogéologique et la recherche d'eau souterraine. En témoignent les travaux de [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [4], [41], [50], [51], [52], [53], [54], [55] ; qui utilisent les techniques de télédétection pour l'étude des ressources en eaux.

5.2 ETUDE DE LA PRODUCTIVITÉ DES OUVRAGES DE CAPTAGE

L'étude de la productivité des forages par l'exploitation et l'analyse des données fournies par les fiches techniques de ces ouvrages de captage permet de mieux comprendre les caractéristiques hydrauliques des aquifères exploités. De nombreuses études similaires ont été menées dans plusieurs régions de la Côte d'Ivoire ces trente dernières années comme en témoignent les travaux de [56], [1], [23], [2], [40], [3], [57], [4], [7].

L'étude de la relation liant la direction de la fracturation à la productivité des ouvrages de captage de la région de Bondoukou indique les classes NO-SE et NE-SO respectivement associées aux directions libériennes et éburnéennes sont jugées les plus productives et fournissent les meilleurs débits de toute la zone d'étude. Des débits atteignant $9 \text{ m}^3/\text{h}$ voire $14 \text{ m}^3/\text{h}$ ont en effet été enregistrés au niveau des forages captant directement des fractures épousant ces directions. Des résultats similaires ont été rencontrés dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire particulièrement dans le bassin de la Marahoué avec des débits avoisinant $14 \text{ m}^3/\text{h}$ relevés sur des fractures de direction libérienne (NO-SE) [47] de même dans le grand Ouest de la Côte d'Ivoire précisément à Glongouin où un débit exceptionnel de $90 \text{ m}^3/\text{h}$ a été obtenu sur cette direction de fracture [3].

Les résultats de cette étude ont montré que dans la région de Bondoukou, la granodiorite porphyroïde semble être la plus productive. Des résultats similaires ont été obtenus par [4] dans la région de Korhogo pour les forts débits ($Q > 5 \text{ m}^3/\text{h}$). Force est de reconnaître que sous certaines conditions (redressées, fracturées, avec des plis ouverts et occupant les zones topographiquement bas) les formations schisteuses deviennent très productrices. [23], [2], [3], [57], [7] sont tous unanimes que les schistes sont les formations géologiques les plus productrices en Côte d'Ivoire.

On dénote dans cette étude que le comportement des arrivées d'eau (AE) reste quasiment inchangé au niveau du socle précambrien de la Côte d'Ivoire. En effet tout comme dans la région de Bondoukou, [3] à Man et [4] à Korhogo ont relevé une augmentation du débit moyen des AE avec la profondeur (au environ de 30 m de profondeur) suivie d'une réduction de ces débits autour de 50 m dans le socle. Ce comportement est également noté au niveau du socle cristallin suédois avec les travaux de [58], [59] est arrivé également à la même conclusion avec ces travaux concernant la quantification des ressources hydrauliques dans les cristallines de l'Afrique de l'Ouest. A des profondeurs élevées ($> 50 \text{ m}$ dans le socle), les AE sont rares, mais souvent productives. Ainsi après étude de la relation entre les profondeurs de forages et les débits, cette étude pourrait recommander de fixer la limite inférieure d'existence de fractures ouvertes dans la région de Bondoukou à 60 m. Ces résultats sont en accord avec les études fixant la limite inférieure d'existence de fissures ouvertes entre 50 et 70 m de profondeur [1], [2], [4], [7].

5.3 DISCUSSION SUR L'ANALYSE GÉOSTATISTIQUE DES PARAMÈTRES HYDRODYNAMIQUES

La structuration spatiale du variogramme (existence d'un palier, d'une portée et d'un effet de pépité) implique que le débit spécifique se comporte comme une variable régionalisée. Cette bonne structuration de ces paramètres dans l'espace permet d'envisager son estimation régulière sur l'ensemble de la zone d'étude. La discontinuité à l'origine signalée, est un phénomène couramment rencontré dans la littérature [60], [61], [62], [3], [63], [4].

La distance de structuration du débit spécifique est de 7,36 km. Des résultats similaires ont été obtenus par [3] qui ont donné 6,16 km dans la région de Man

L'analyse conjointe des cartes krigées (estimation) et des écart-types d'estimation permet de distinguer la qualité de l'estimation. Sur la carte estimée, on peut noter un certain lissage de l'information. La carte krigée demeure malgré tout une estimation, qui bien qu'étant optimale, ne respecte pas strictement l'intégralité de la variabilité spatiale réelle du phénomène analysé. On conçoit aisément qu'une telle différence puisse exister entre le phénomène dans sa réalité et son estimation krigée [37].

Dans les parties de la zone d'étude où les données disponibles sont suffisantes, les écart-types d'estimation sont les plus faibles. Plus on s'éloigne de cette zone, c'est-à-dire vers les limites du domaine, les écart-types d'estimation augmentent progressivement et les estimations deviennent de moins en moins bonnes. Les fortes valeurs des écart-types d'estimation s'expliquent par l'insuffisance et/ou le manque de données disponibles, notamment dans les parties sud-est et nord-est. Les estimations dans ces secteurs sont moins bonnes que celles de la zone centrale. On retiendra que d'une manière générale, les écart-types d'estimation montrent que les estimations du débit spécifique sont cohérentes. Il y a donc compatibilité entre valeurs estimées et valeurs brutes. Partant de ce constat, on peut affirmer que les estimations du débit spécifique sur la totalité du champ d'étude sont cohérentes et peuvent être acceptées. La zone à fortes valeurs de transmissivité s'allongeant dans la direction NE-SO [7], [8] apparaît plus ou moins sur cette carte krigée des valeurs de débits spécifiques (fortes valeurs de débits spécifiques) indiquant ainsi un caractère hautement hydraulique aux aquifères de cette partie de la zone d'étude. Le manque de données complètes n'a permis une bonne estimation de ce paramètre dans les secteurs de Bondoukou et Sama.

6 CONCLUSION

Au terme de cette étude, d'importants résultats ont été obtenus. L'utilisation de la technique des fenêtres mobiles par l'intermédiaire des filtres spatiaux de dimension 7x7 de type Sobel et gradient a permis la cartographie de plusieurs linéaments de la zone d'étude. En effet ces filtres appliqués aussi bien sur les images brutes que les images issues du calcul d'indices ont conduit à l'élaboration de la carte des fractures détaillées comportant environ 5000 fractures après une extraction manuelle suivie d'une validation. Ainsi, cette étude a contribué à l'actualisation de la carte structurale par la mise en évidence de nombreuses fractures régionales jamais signalées dans la région alors que d'autres ont vu leur tracé amélioré. Cette importante fracturation a permis la mise en place au niveau du socle paléoprotérozoïque des aquifères de fissure.

L'analyse hydrodynamique de ces réservoirs discontinus a fourni de nombreuses informations dont les plus importantes sont présentées ici. L'analyse de la productivité des aquifères de la région de Bondoukou révèle que les fractures les plus productives se rencontrent entre 30 et 60 m de profondeur, alors que les forts et très forts débits sont fournis par des épaisseurs d'altérites variant entre 15 et 45 m. Environ 83,41% des AE se situent dans les 30 premiers mètres dans le socle. Les classes directionnelles jugées responsables de cette productivité (donc les plus productives) sont les directions NE-SO, NO-SE et EO. L'analyse de la productivité des principales formations du socle a permis de constater que les granodiorites porphyroïdes seraient les plus productives avec plus de 46% des forages ayant un débit supérieur à 2,5 m³/h contre environ 24% pour les schistes.

L'analyse géostatistique indique que le débit spécifique (la transformée logarithmique), s'identifie à une variable régionalisée. La distance de régionalisation de l'ordre de 7,36 km est importante et témoignerait de la bonne connectivité des réseaux de fractures de la région de Bondoukou. Le krigeage a permis l'estimation du débit spécifique sur l'ensemble du champ d'étude grâce à la connaissance des données en quelques points. Le test de validation indique que l'estimation par krigeage est satisfaisante et les valeurs estimées peuvent être retenues. La géostatistique a permis une meilleure connaissance de ce paramètre hydraulique important sur l'ensemble du domaine étudié.

REMERCIEMENTS

Les auteurs voudraient remercier la Direction de l'hydraulique Rurale et Périurbaine (DHRP), la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique (SODEXAM) et le Centre Universitaire de Recherche et Application en Télédétection (CURAT) pour toute leur aide et la mise à notre disposition les différentes données et matériels. Les auteurs remercient également les différents instructeurs qui ont contribué à l'amélioration de ce présent document à travers leurs critiques, leurs commentaires et suggestions.

REFERENCES

- [1] Faillat J.P. (1986). Aquifères fissurés en zone tropicale humide : structure, hydrodynamique et hydrochimie (Afrique de l'Ouest). Thèse Univ. Languedoc (Montpellier), 534 p
- [2] Biémi J. (1992). Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahariens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest: Hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aires granitiques de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. ès Sc. Nat., Univ. Abidjan, 493 p.
- [3] Lasm T. (2000). Hydrogéologie des réservoirs fracturés de socle: Analyses statistiques et géostatistique de la fracturation et des propriétés hydrauliques. Application à la région des montagnes de Côte d'Ivoire (Domaine Archéen). Thèse unique de doctorat Université de Poitier, 272 p
- [4] Jourda J. P. (2005). Méthodologie d'application des techniques de Télédétection et des systèmes d'information géographique à l'étude des aquifères fissurés d'Afrique de l'Ouest. Concept de l'hydrotechnique spatiale : cas des zones tests de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody, 430 p.
- [5] Saley M. B. (2003). Système d'informations à référence spatiale, discontinuités pseudo-images et cartographies thématiques des ressources en eau de la région semi-montagneuse de Man (Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de doctorat, Université de Cocody, 209 p.
- [6] Kouamé, K.F.; Akaffou, A.G.; Lasm, T.; De Dreuzy, J.R.; Davy, P. & Bour, O. (2005). Simulation des écoulements dans les réservoirs fracturés: application au socle Archéen de Touba (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Actes du Colloque Internationale SITIS 05, Yaoundé (Cameroun), 27 Nov.-1er Déc. 2005: pp.39-46.
- [7] Youan Ta M. (2008). Contribution de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques à la prospection hydrogéologique du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : Cas de la région de Bondoukou (nord-est de la Côte-d'Ivoire), Thèse unique de doctorat, université de Cocody-Abidjan, 237p
- [8] Youan Ta M., Lasm T., Jourda J. P., Kouamé K. F., Razack M. (2008). Cartographie structurale par imagerie satellitaire ETM+ de Landsat-7 et analyse des réseaux de fractures du socle précambrien de la région de Bondoukou (Nord-Est de la Côte-d'Ivoire), Revue télédétection, vol. 8, n° 2, p. 119-135.
- [9] Koita, M. (2010). Caractérisation et modélisation du fonctionnement hydrodynamique d'un aquifère fracturé en zone de socle. Région de Dimbokro-Bongouanou (Centre Est de la Côte d'Ivoire). PhD Thesis. Université Montpellier II, 220 pp.
- [10] Soro, G. (2010). Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraines dans la région des Lacs (centre de la Côte d'Ivoire): Hydrogéologie et Hydrochimie des aquifères discontinus du district de Yamoussoukro et du département de Tiébissou. PhD Thesis, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire 257 pp.
- [11] Kouamé, K.F.; Lasm, T.; De Dreuzy, J.R.; Akaffou, A.G.; Bour, O. & Davy, P. (2010). Contribution d'un modèle hydrogéologique à fractures discrètes à l'étude des aquifères fracturés du socle Archéen de Touba (Nord-Ouest, Côte d'Ivoire). Revue des Sciences de l'Eau, Vol. 22 n° 5: 617-632
- [12] De Lasme O. Z. ; Lasm T., Oga M. S., Youan Ta M., Baka D., Ettien F. B., Kouakou S., Onetie O. Z., Yao T. K., (2012) Analyse des propriétés hydrodynamiques des aquifères fissurés de la région de San-Pedro (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Estudios Geológicos, Vol. 68, n° 2, pp. 217-232.
- [13] Kouassi A.M., Ahoussi K.E., Yao K.A., Ourega W.E.J.A, Yao K.S.B., Biemi J. (2012). Analyse de la productivité des aquifères fissurés de la région du n'zi-comoé (centre-est de la Côte d'Ivoire). Larhyss Journal, n° 10, pp. 57-74
- [14] Ahoussi K. E., Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro G., Soro N., Biémi J. (2013) Fonctionnement hydrodynamique des aquifères discontinus de la région d'Abidjan-Agboville (sud de la Côte d'Ivoire). International Journal of Geography and Geology, Vol. 2, N° 5, pp 52-69
- [15] Gnamba F. ; Oga Y. M. S. ; Gnanagne T. ; Lasm T. ; Biémi J. ; Kouakou Y. K. N. (2014). Analyse de la productivité des aquifères de fissures du socle paléoprotérozoïque de la région de Katiola (centre-nord de la Côte d'Ivoire). European Scientific Journal. Vol. 10, n°5. pp. 79-89.
- [16] Youan Ta M., Kouamé K. F., Koudou A., Adja M. G., Baka D., Lasm T., Lasme D. O., Jourda J. P., Biemi J. (2014) Apport de la Cartographie lithostructurale par imagerie satellitaire landsat 7 à la connaissance des aquifères du socle précambrien de la région de Bondoukou (Nord-Est de la Côte D'Ivoire). International Journal of Innovation and Applied Studies. Vol. 7 n°. 3 Aug. 2014, pp. 892-910
- [17] Oga M.-S. (1998). Ressources en eaux souterraines dans la région du grand Abidjan (Côte d'Ivoire) : Approches hydrochimique et isotopique. Thèse unique. Université de Paris XI Orsay. Paris (France). 240 p.
- [18] Soro, N. (2002). Hydrochimie et géochimie isotopique des eaux souterraines du degré carré de Grand Lahou et ses environs (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Implications hydrologiques et hydrogéologiques. PhD Thesis, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 256 pp.

- [19] 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. PhD Thesis, Université Paris-Sud, Orsay, France, 217 pp.
- [20] Ahoussi, K. E. (2008). Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville, PhD Thesis, Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire, 270 p.
- [21] Ahoussi, K., E. , Oga Y. M. S., Koffi Y. B., Kouassi A. M., Soro N., Biémi J., (2011). Caractérisation hydrogéochimique et microbiologique des ressources en eau du site d'un centre d'enfouissement technique (cet) de Côte d'Ivoire : Cas du cet de kossihouen dans le district d'abidjan (Côte d'Ivoire). International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol. 5 pp 114-2132.
- [22] Ahoussi K. E., Youan Ta M., Loko S., Adja M. G., Lasm T., Jourda J. P. (2012). Étude hydrogéochimique des eaux des aquifères de fractures du socle Paléoprotérozoïque du Nord-Est de la Côte d'Ivoire : Cas de la région de Bondoukou. Afrique SCIENCE Vol. 08 n° 3 pp 51-68.
- [23] Soro N. (1987). Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Sud-Est de la Côte d'Ivoire (bassin versant de la Mé). Thèse de Doct. 3è cycle, Univ. de Grenoble 1, Institut Dolomieu, 239 p.
- [24] Savané I. (1997). Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des aquifères discontinus du socle cristallin d'Odienné (Nord-ouest de la Côte d'Ivoire). Apport de la télédétection et d'un système d'information hydrogéologique à référence spatiale. Thèse d'Etat, Université de Cocody, 396 p.
- [25] Touré S. (2007). Pétrologie et géochronologie du massif granitoïde de Bondoukou. Nord-Est de la Côte d'Ivoire. Évolution magmatique et contexte géodynamique au Protérozoïque inférieur. Relations avec le volcano-détritique du Zanzan, Koun, Tanda attribué au Tarkwaïen du Ghana. Implications paléogéographiques. Thèse de Doctorat Es Nat., Univ. d'Abobo Adjamé 434p.
- [26] Tempier P. (1969). Données récentes sur la géologie de socle de la Côte d'Ivoire. Ann. Univ. Abidjan (Côte d'Ivoire), vol.5, pp. 55-92.
- [27] Delor C., Siméon Y., Vidal M., Zeade Z., Koné Y., Adou M., Dibouahi J., Irié D.B., Ya B. D., N'da D., Pouclet A., Konan G., Diaby I., Chiron J-C., Dommanget A., Kouamelan A., Peucat J.J., Cocherie A. Et Cautru J.P., (1995). Carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, feuille Nassian, Mémoire n°9 de la Direction des Mines et de la Géologie, Abidjan.
- [28] Siméon Y., Delor C., Zeade Z., Koné Y., Yao B., Vidal M., Diaby I., Konan G., Dje B.I., N'da D., Dommanget A., Cautru J.P., Guerrot C. ; Chiron J-C., (1995). Notice explicative de la carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, feuille Agnibilékro, Mémoire de la Direction des Mines et de la Géologie de la Côte d'Ivoire, n°8 Abidjan, Côte d'Ivoire.
- [29] Zeade Z, Delor C, Simeon Y, Yao B D, Vidal M, Sonnendrucker P, Diaby I, Cautru Jp. (1995). Notice explicative de la carte Géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, Feuille Bondoukou, Mémoire de la Direction des Mines et de la Géologie de la Côte d'Ivoire, n°10 Abidjan, Côte d'Ivoire.
- [30] GEOMINES Ltée (1982). Inventaire hydrogéologique appliqué à l'hydraulique villageoise. Ministère des Travaux Publics et des Transports, Direction Centrale de l'Hydraulique, République de Côte d'Ivoire, carte de Bondoukou, Cahier n°14.
- [31] Caldini F. G., Posavec M., Azuelos M. J. (1978). Carte photogéologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, Feuille de Nassian, Commission du Canada, Société pour de Développement Minier de la Côte d'Ivoire (SODEMI).
- [32] Pannatier Y., 1996. Variowin: Software for Spatial Data Analysis in 2D. Springer-Verlag, New York, NY, USA.
- [33] Yesou H., Pion J. C., Besnus Y., Saint Jean R. (1993). Amélioration des données SPOT pour la cartographie structurale en milieu tropical. Exemple de la région des chapeaux de fer de Pagala (Togo). IIIèmes Jour. Scient. Rés. Télédét. UREF, Toulouse, 13-16 novembre. 1990, pp. 143-164. In.:J.M. Dubois, F. Blasco (dir), Outil microinformatique et Télédétection de l'évolution des milieux, PUQ/AUPELF UREF. Ed., 492 p
- [34] Bonn F., Rochon G. (1992). Précis de télédétection: Principe et méthodes. Press. Univ. Queduc. AUPELF-UREF. Vol.1, 485 p
- [35] Lillesand T., Kiefer R. (1993). Remote sensing and image interpretation. 3ème Edition, 750 P.
- [36] Lasm T., Razack M., Youan Ta M. (2008). Geostatistical assessment of the transmissivity of crystalline fissured aquifer in the Bondoukou region, north-eastern Côte d'Ivoire. Applied groundwater Studies in Africa; n°, 13, chapitre 28. pp 473-485
- [37] Razack M. (1984). Application des méthodes numériques à l'identification des réservoirs fissurés carbonatés en hydrogéologie. Thèse Doctorat ès Sci., Univ. Languedoc, 384 p.
- [38] Journel A. G., Huijbregts C. J. (1978) Mining geostatistics. Academic Press, NewYork, 600 p.
- [39] Isaaks E. H., Srivastava M. R. (1989). An introduction to applied geostatics. Oxford University Press, New York, 561p.
- [40] Kouamé K. F. (1999). Hydrogéologie des aquifères discontinus de la région semi-montagneuse de Man-Danané (Ouest de la Côte d'Ivoire). Apport des données des images satellitales et des méthodes statistique et fractale à l'élaboration d'un système d'information hydrogéologique à référence spatiale. Thèse 3ème cycle, Univ. Cocody-Abidjan, (Côte d'Ivoire), 194 p.

- [41] Galanos I., Rokos D. (2006). A statistical approach in investigating the hydrogeological significance of remotely sensed lineaments in the crystalline mountainous terrain of the island of Naxos, Greece. *Hydrogeology journal* vol.14 pp 1569-1581.
- [42] Lointier M. (1995). Gestion intégrée des zones humides en milieu tropical. Apport de la télédétection à la connaissance hydrodynamique. *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [43] Savané I. ; Gozé B. ; Biémi J. (1995). Evaluation des ressources en eau dans le socle par l'étude des fractures à l'aide des données Landsat (Bassin d'Odienné, Côte d'Ivoire). *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [44] Aouni L. (1995). Apport de la télédétection dans la mobilisation des ressources en eaux de surface et la gestion du secteur irrigué. *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [45] Puech C. (1995). Télédétection Et Modélisation Hydrologique : Quelle Vision Quelle Echelle, quels processus ?. *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [46] Traoré K. (1995). La télédétection comme moyen d'appui à la planification des ressources en eau (cas du Sud-Ouest du Burkina Faso). *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [47] Biémi J. ; Jourda J. P. ; Deslandes S. Et Gwyn H. (1995). Positionnement, productivité et gestion des forages en milieu fissuré de Côte d'Ivoire par télédétection et système d'information géographique. *Télédétection et Gestion des ressources en Eau, Colloque FAO, Montpellier, 29 Nov. au 01 Dec. 1995.*
- [48] Savané I. et Biémi J. (1999). Télédétection et S.I.G pour l'étude des aquifères du socle cristallin d'Odienné (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Télédétection, 1999, Vol. 1, N°1 pp.47-64.*
- [49] Drury S.A., Deller A. M. E (2002). Remote sensing and locating new water sources. http://www.unoosa.org/pdf/sap/2002/Ethiopia/presentations/12speaker01_1.pdf. Consulter en novembre 2006
- [50] Jourda J. P., Saley M. B., Djagoua E. V., Kouamé K., J., Biémi J., Et Razack M. (2006). Utilisation des données ETM+ de Landsat et d'un SIG pour l'évaluation du potentiel en eau souterraine dans le milieu fissuré précambrien de la région de de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : approche par analyse multicritère et test de validation. *Revue de Télédétection, vol. 5, n° 4, pp. 339-357.*
- [51] Sarah O., Tweed, Leblanc M., John A., Webb, Maciek W. And Lubczynski (2007). Remote sensing and GIS for mapping groundwater recharge and discharge areas in salinity prone catchments, southeastern Australia. *Hydrogeology journal* vol.15 pp 75-96.
- [52] Hoffmann J. And Sander P. (2007) Remote sensing and GIS in hydrogeology. *Hydrogeology journal* vol.15 pp 1-3.
- [53] Brunner P., Hendricks F. H.-J., Kgotlhang L., Bauer-Gottwein P., Kinzelbach W. (2007). How can remote sensing contribute in groundwater modelling? *Hydrogeology journal* vol.15 pp 5-18.
- [54] Leblanc M., Favreau G. Sarah T., Leduc C., Razack M., Mofo L. (2007). Remote sensing for groundwater modelling in large semiarid areas: Lake Chad Basin, Africa. *Hydrogeology journal* vol.15 pp 97-100.
- [55] Sander P. (2007). Lineaments in groundwater exploration: a review of applications and limitations. *Hydrogeology journal* vol.15 pp 71-74.
- [56] Lenk P.P. (1977). Données nouvelles sur l'hydrogéologie des régions à substratum métamorphique et éruptif. Enseignements tirés de la réalisation de 900 forages en Côte d'Ivoire. C.R. Acad. Sc. Fr. Paris (France), Série D. 299p.
- [57] Dibi B., Inza D., Goula B. T. A., Savane I., Biemi J. (2004). Analyse statistique des paramètres influençant la productivité des forages d'eau en milieu cristallin et cristallophyllien dans la région d'Aboisso (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Sud sciences & technologies* n°13 pp22-31.
- [58] Carlsson A., Olsson T. (1981). Caractéristiques de fracture et propriétés hydrauliques d'une région au sous-sol cristallin en Suède. *Bull. B.R.G.M., Sect. III, n°3, pp. 215-233.*
- [59] Engalenc M. (1980-1981). Elément de quantification des ressources hydrauliques dans les roches cristallines. *Bull. B.R.G.M., Sér. II, Sect. III, n°4, pp. 325-326.*
- [60] Ahmed S, De Marsily G. (1987). Comparison of geostatistical methods for estimating transmissivity using data on transmissivity and specific capacity. *Water Resour Res ; Vol. 23 n° 9 pp 1717-1737.*
- [61] Bracq P., Delay F. (1997). Transmissivity and morphological features in chalk aquifer: a géostatistical approach of thier relationship. *Journal. Hydrol., Vol. 191, pp. 139-160.*
- [62] Fabbri P., (1997). Transmissivity in the geothermal Euganean Basin : A geostatistical analysis. *Ground Water* Vol.35 n° 5. pp 881-887.
- [63] Soro N, Savane I, Ouattara A, Fofana S. (2001) Approche géostatistique de la variabilité spatiale des écoulements souterrains dans les aquifères du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Revue Bioterre; Vol.2 n°1 pp 85-100.*

Scénarisation pédagogique et simulation de l'effet de la force de Coriolis sur une bille en chute libre verticale considérée dans un référentiel terrestre

[Pedagogical scenario and simulation of the Coriolis effect on a falling ball considered in a terrestrial referential]

Karoum Limame¹⁻² and Salaheddine Sayouri²

¹Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation (CRMEF) de Fès, Rue de Kuwait, BP 49, Fès, Morocco

²Laboratoire de Physique Théorique et Appliquée (LPTA), FSDM B.P. 179, Fès, Morocco

Copyright © 2015 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 approach developed in the present work aims to help overcoming the difficulties faced by undergraduate students to understand certain physical concepts and phenomena. Indeed, many physical phenomena, established analytically, remain imperceptible and give rise to doubt in the minds of students. One of these phenomena is the Earth's Coriolis force, which we realized its complexity through a questionnaire to a population consisting of future physics and chemistry teachers in secondary schools (at CRMEF, Fez, Morocco). The misperception of such phenomenon is increased because the lack of laboratory experiments that may show the effect of the Coriolis' force. In this regard, we propose a pedagogical scenario based on one of the manifestations of this force, integrating information and communication technologies (ICT). This scenario is based on a numerical simulation algorithm, which is, from our point of view, may help students to better perceive and understand the complexity of this force. The impact of this investigation was shown to be very constructive. Moreover, to our knowledge, this approach through a simulation process, is the first to be elaborated and proposed.

KEYWORDS: Coriolis's force, Deviation to the east, Simulation, ICT, Pedagogic scenario.

RÉSUMÉ: L'approche développée dans le présent travail a pour ambition de contribuer à aplanir les difficultés rencontrées par les étudiants du cycle Universitaire pour l'assimilation de certains concepts et phénomènes physiques. En effet, de nombreux phénomènes physiques, établis analytiquement, restent imperceptibles et jettent du doute dans l'esprit des étudiants. L'un de ces phénomènes est la force de Coriolis terrestre, dont nous avons pu mesurer la complexité à assimiler son concept, auprès d'un échantillon constitué d'enseignants de physique-chimie du cycle secondaire qualifiant en cours de formation au CRMEF de Fès, au moyen d'un questionnaire. Cette perception est rendue davantage ambiguë sachant des expériences mettant en évidence cette force sont indisponibles dans les laboratoires de travaux pratiques de nos facultés. A cet égard, nous proposons un scénario pédagogique basé sur l'une des manifestations de cette force, intégrant les technologies d'information et de communication (TIC). Ce scénario, repose sur un algorithme numérique de simulation, est, de notre point de vue, de nature à aider les étudiants à mieux percevoir et appréhender la complexité de cette force. Les retombées des résultats de notre scénario-sondage auprès des étudiants se sont révélées, en effet, très constructives. En outre, à notre connaissance, cette approche reposant sur une simulation numérique, est la première à être élaborée et proposée.

MOTS-CLEFS: Force de Coriolis, Déviation vers l'est, simulation, TIC, Scénario pédagogique.

1 INTRODUCTION

L'investigation que nous avons menée sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre, nous a permis de faire le point sur la stratégie d'enseignement et les obstacles rencontrés par les apprenants pour la perception de cette force [1].

Plusieurs travaux de recherche ont montré que l'appropriation, et la bonne gestion des scénarios pédagogiques aident les apprenants à construire leurs savoirs. En outre certains auteurs ont préconisé de mettre à profit un lien entre les conceptions erronées des apprenants et les obstacles épistémologiques auxquels ont été confrontés les scientifiques au cours de l'histoire, afin d'aider les apprenants à corriger leurs conceptions erronées [2-4].

C'est dans cette optique, et dans l'objectif d'améliorer l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre aux apprenants, nous avons élaboré un scénario pédagogique, basé sur l'une des manifestations de cette force qui est la " déviation d'une bille lâchée verticalement sans vitesse initiale, d'une hauteur négligeable par rapport au rayon de la terre ".

L'étude expérimentale de cette manifestation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche [5-8]. Toutefois, la vérification expérimentale et la reproduction de cette expérience dans les laboratoires des sciences physiques reste très délicate, et même inaccessible pour plusieurs raisons ; en effet, en plus de la difficulté de repérer son impact au sol; la déviation de la bille est faible, ce qui la rend très sensible aux différentes perturbations et plus particulièrement celle de l'air.

Pour faire face à cette situation, nous avons pensé à profiter des opportunités qu'offrent les technologies de l'information et des communications (TIC) pour soutenir et améliorer l'apprentissage [9, 10]. A cette fin, nous avons pensé à l'élaboration d'une ressource numérique qui simule cette expérience (simulateur) sous Matlab.

Par cette production, nous ne cherchons pas à remplacer les expériences réelles, mais à montrer la nécessité de compléter l'étude théorique de façon à rendre intelligible l'effet de la force de Coriolis terrestre sur une bille lâchée verticalement sans vitesse initiale, ainsi que l'influence du changement des paramètres du lancement sur les caractéristiques de la trajectoire de la bille. Nous concluons cet article par une évaluation technique et pédagogique de l'outil, en vue d'éclaircir les points faibles à traiter et de les améliorer ultérieurement.

2 METHODOLOGIE

Nous avons adopté la méthodologie suivante

- Investissement des résultats de l'investigation que nous avons menée sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre [1];
- Choix du scénario pédagogique: Le scénario pédagogique adopté est basé sur l'une des manifestations de la force de Coriolis " étude de la chute libre verticale d'une bille, sans vitesse initiale, d'une hauteur négligeable par rapport au rayon de la terre, dans un référentiel terrestre". Le choix de ce thème tient compte de la portée épistémologie du concept de la force de Coriolis pour mettre le sujet d'étude dans son contexte historique, afin de motiver les étudiants et de les aider à corriger leurs perceptions et leurs mauvaises représentations. Le développement de ce scénario nécessite une double compétence, pédagogique et technique;
- Elaboration d'une simulation de l'expérience proposée en scénario pédagogique sous Matlab;
- Elaboration d'un questionnaire (voir annexe);
- Le questionnaire contient 9 questions (Q1- Q9) ; trois (Q1, Q2 et Q8), déjà posées dans le questionnaire de l'étude d'investigation [1], sont relatives au thème étudié, cinq ont trait à l'efficacité et à la qualité de la simulation proposée (Q3-Q7) et la neuvième, Q9, est en rapport avec d'éventuelles questions que pourraient poser les apprenants sur cette force;
- Présentation du scénario;
- Etudiants -cibles du questionnaire;

Le questionnaire a été proposé au même échantillon composé de tous les enseignants (es) stagiaires du cycle secondaire qualifiant de la filière Physique Chimie, du Centre régional des Métiers de l'éducation et de la formation Fès Boulemane, qui a constitué la cible de l'étude menée sur l'investigation de l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis.

Pour évaluer l'efficacité du scénario proposé et son effet sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis, nous avons soumis le questionnaire après la présentation du scénario. Pour préserver l'anonymat, les réponses au questionnaire ont été identifiées par une codification de 1 à 55. L'étudiant réédite le même code figurant sur son premier questionnaire sur le second questionnaire.

- Analyse et interprétation des résultats obtenus.

3 ELABORATION DE LA SIMULATION ET PRESENTATION DE LA RESSOURCE NUMERIQUE

La simulation se présente comme un outil didactique puissant, dont l'enseignement de la physique doit tirer profit. Son usage optimal présente de nombreux avantages pour l'apprenant [11-13]. La simulation repose toujours sur un modèle, c'est pour cela que son modèle sous-jacent doit être suffisamment élaboré pour bien refléter la réalité de l'expérience à simuler.

L'expérience qu'on veut simuler est "la chute verticale sans vitesse initiale d'une bille depuis une hauteur (h) négligeable devant le rayon de la terre, dans un référentiel terrestre".

Cette expérience a été, au fil de l'histoire, réalisée, par plusieurs chercheurs, dans l'hémisphère nord et dans différentes conditions [5-8]. Pour les expériences les plus connues, la hauteur d'où tombe la bille est très petite devant le rayon terrestre; elle ne dépasse pas 160m [5-8].

3.1 MODELE SOUS-JACENT A LA SIMULATION

Le modèle que nous avons adopté est basé sur l'étude théorique, dans le référentiel terrestre, du mouvement d'une bille de masse m lâchée verticalement sans vitesse initiale, depuis une hauteur négligeable, h, devant le rayon de la terre R_T ($h \ll R_T$).

- Définition du système étudié : bille de masse m
- Définition du référentiel par rapport auquel on a étudié le mouvement

Nous nous proposons de faire l'étude du mouvement dans le référentiel terrestre local R' (O, x, y, z), ($\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$) désigne la base associée à R' où \vec{e}_x est orienté vers l'est, \vec{e}_y est orienté vers le nord et \vec{e}_z désigne la verticale ascendante. Nous déterminons ce référentiel à partir du référentiel géocentrique R (T, x_0, y_0, z_0) comme illustré sur la figure1, où $\vec{\Omega}_T$ est le vecteur rotation de la terre autour de son axe Nord -Sud et où λ est la latitude de O. Le référentiel R' est en rotation par rapport à R par $\vec{\Omega}_T \vec{e}_z$.

- Bilan des forces :

La bille est soumise au poids $\vec{P} = m\vec{g}$, la force de Coriolis \vec{F}_c , la force d'entraînement \vec{F}_e et la force de frottement de l'air \vec{F}_f . \vec{g} est le vecteur champ de pesanteur terrestre.

- L'application de la seconde loi de Newton dans R' :

$$\vec{P} + \vec{F}_c + \vec{F}_e + \vec{F}_f = m\vec{a} \quad (\vec{a} \text{ est l'accélération du point matériel dans } R') \quad \text{éq.1}$$

Pour faire l'étude, nous proposons les hypothèses justifiées suivantes

- Hypothèses
 - La bille (de masse m) est assimilée à un point matériel M de masse m;
 - La résistance de l'air est négligée ; en effet h est petit et la bille est de petites dimensions;
 - Le temps, t, de l'expérience qu'on veut simuler est très petit ($t < 10s$), donc, avec une excellente approximation, on peut considérer que le repère géocentrique est galiléen.
 - Comme l'altitude h est très petite devant le rayon terrestre, il est naturel de supposer que le mobile évolue dans un champ gravitationnel uniforme.
 - Nous négligeons la force d'entraînement : en effet la vitesse angulaire de la terre est relativement faible :

$$\vec{a}_e = \vec{a}_{O/R} + \frac{d\vec{\Omega}_T}{dt} \wedge \vec{OM} + \vec{\Omega}_T \wedge (\vec{\Omega}_T \wedge \vec{OM}) = -\Omega_T^2 \cdot R_T \cos \lambda \vec{e}_x + \Omega_T^2 \cdot h \sin \lambda \cos \lambda \vec{e}_y + \Omega_T^2 h \cos^2 \lambda \vec{e}_z$$

or $\Omega_T \approx 7.292.10^{-5} \text{ rad / s}$ et $R_T \approx 6371 \text{ km}$ alors $\Omega_T^2 R_T \cos \lambda \leq 0.035$, $\Omega_T^2 h \cos^2 \lambda \leq 53.14.10^{-10} .h$
 et $\Omega_T^2 h \sin \lambda \cos \lambda \leq 53.14.10^{-10} .h$ avec $\vec{OM} = h\vec{e}_z$

Donc on peut négliger la force d'entraînement, du fait que la bille est de faible masse et est lâchée d'une hauteur négligeable devant le rayon terrestre.

La force d'entraînement étant négligeable, on peut, en première approximation, écrire $\vec{G} \approx \vec{g}$ où \vec{G} est le champ de gravitation produit par tous les astres en M.

Puisque l'expérience que nous voulons simuler est effectuée dans l'hémisphère nord, nous nous plaçons dans l'hémisphère nord, en un lieu de latitude λ avec $0 \leq \lambda \leq \pi/2$. Nous utilisons la boussole pour faciliter la perception de l'orientation géographique (Utilisation de la boussole au scénario). La figure 1 illustre à l'instant initial (t_0), la position de la bille, le vecteur rotation de la terre et le champ de pesanteur dans le référentiel géocentrique R.

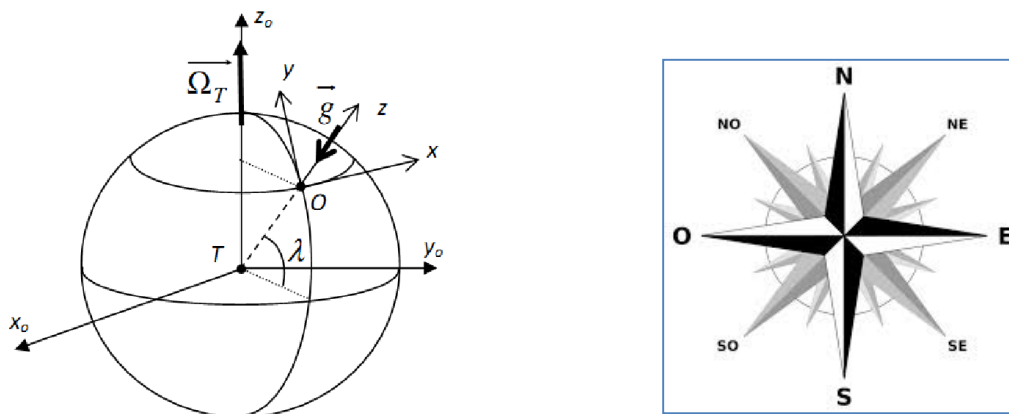


Fig. 1. Position de la bille, vecteur rotation de la terre et le champ \vec{g} dans R à t_0 .

▪ Détermination de la verticale à la surface de la terre

La construction de la base liée au repère terrestre est déduite à partir de celle liée au repère géocentrique par une rotation autour de (OZ_0) , une translation selon \vec{e}_z et une inclinaison par λ (rotation autour de \vec{e}_x) pour atteindre le plan de latitude λ , comme il est illustré sur la figure 2.

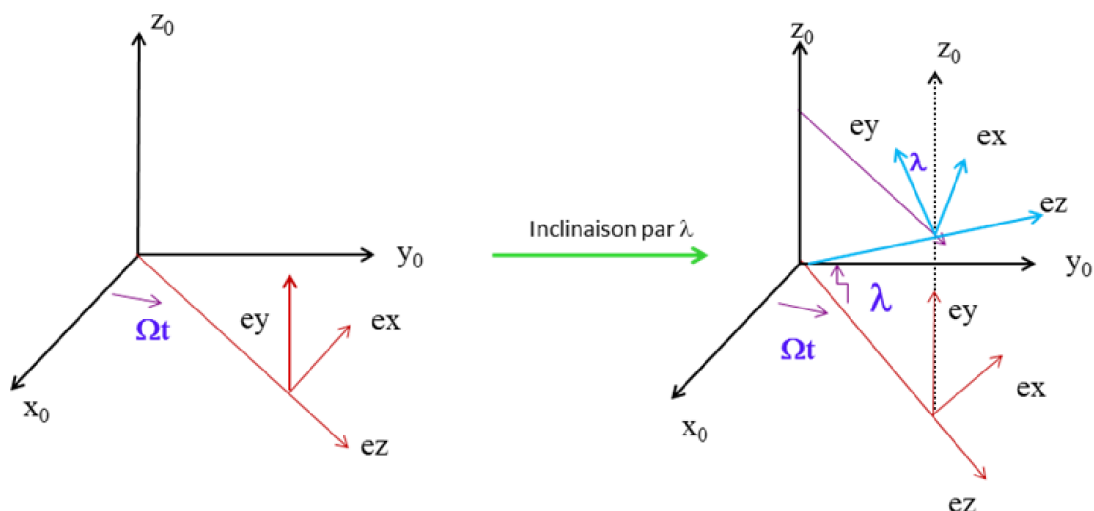
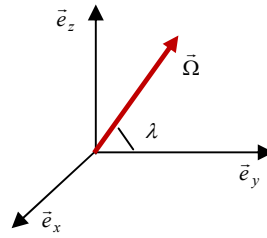


Fig. 2. Référentiel géocentrique et référentiel terrestre.

La vitesse de rotation $\vec{\Omega}_T$ est dans le plan $(O, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$



▪ Détermination des équations horaires

Explicitons l'équation vectorielle précédente (Eq.1) dans la base liée à R', $(\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z})$ sont les coordonnées de l'accélération \vec{a}

$$\vec{P} + \vec{F}_c = m\vec{g} - 2m\vec{\Omega}_T \wedge \vec{V} = m\vec{a} \Leftrightarrow \begin{cases} \ddot{x} = 2\Omega_T (\dot{y} \sin \lambda - \dot{z} \cos \lambda) \\ \ddot{y} = -2\Omega_T \dot{x} \sin \lambda \\ \ddot{z} = -g + 2\Omega_T \dot{x} \cos \lambda = -g(1 - \frac{2\Omega_T \dot{x} \cos \lambda}{g}) \end{cases}$$

Ce système est difficile à résoudre analytiquement, et sa résolution nécessite l'utilisation des méthodes numériques. Dans ce travail, nous optons pour la résolution analytique de ce système en utilisant des approximations justifiées.

Sachant que, dans les conditions usuelles, la vitesse v de la bille est d'environ un à dix mètres par seconde (10m/s) et $\Omega_T = 7.292 \cdot 10^{-5}$ rad/s alors $\frac{2\Omega_T}{g} \dot{x} < 1\%$ lorsque la vitesse $\dot{x} \leq 667$ m/s d'où $\frac{2\Omega_T \dot{x} \cos \lambda}{g} \ll 1$ ($\dot{x} \ll \frac{g}{2\Omega_T}$), ce qui nous permet de négliger le terme en \dot{x} selon \vec{e}_z , le système d'équations ci dessus devient alors

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \ddot{x} = 2\Omega_T (\dot{y} \sin \lambda - \dot{z} \cos \lambda) \\ \ddot{y} = -2\Omega_T \dot{x} \sin \lambda \\ \ddot{z} = -g \end{cases}$$

Après intégration du système d'équations ci-dessus en tenant compte de la condition $\dot{x} \ll \frac{g}{2\Omega_T}$, nous obtenons les équations horaires suivantes

$$\begin{cases} x(t) = \frac{\Omega_T g \cos \lambda}{3} t^3 \\ y(t) = -\frac{\Omega_T^2 g \cos \lambda \sin \lambda}{6} t^4 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + h \end{cases}$$

x et y étant non nuls, il y a une déviation vers le sud-est (Figure 3). L'objet tombe donc en tourbillonnant.

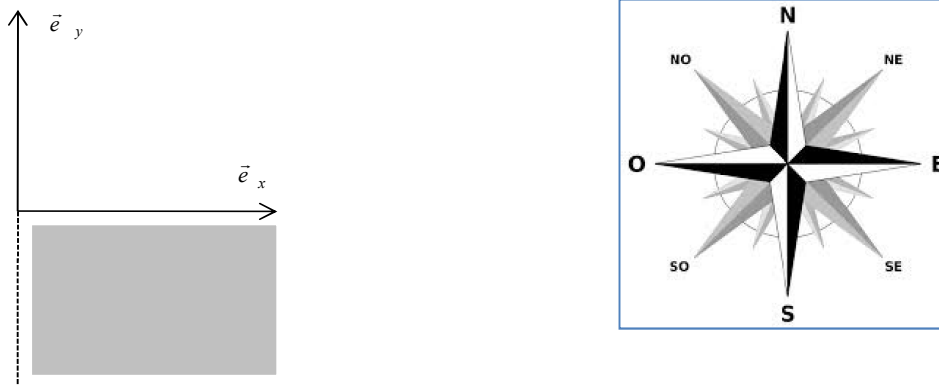


Fig. 3. Région de l'espace où tombe la bille.

De l'équation $z(t)$ on tire le temps $t : t = (2d / g)^{\frac{1}{2}}$, où $d=h-z$ est la distance parcourue. En éliminant t des équations $x(t)$ et $y(t)$, on obtient :

$$\begin{cases} x(t) = \frac{2^{3/2} \Omega_T \cos \lambda}{3g^{1/2}} d^{3/2} \\ y(t) = -\frac{\Omega_T^2 g \cos \lambda \sin \lambda}{3g} d^2 \end{cases}$$

Sachant que $\Omega_T = 7.292 \cdot 10^{-5}$ rad/s, alors $\left| \frac{y}{x} \right| < \Omega_T h^{\frac{1}{2}} \leq 1.5 \cdot 10^{-3}$ si $h < 500$ m, condition respectée dans notre_cas. En effet_ l'expérience que nous voulons simuler a été effectuée pour différentes hauteurs inférieurs à 160 m. Nous pouvons donc négliger la déviation y devant x . Ce résultat est confirmé expérimentalement. En 1831, Reich a fait des expériences de chute libre dans un puits de mine à Freiberg, en Allemagne ($\lambda = 51^\circ$, $g=9,81m.s^{-2}$), la hauteur de la chute étant de 158 m. Il a fait 106 expériences et n'a observé aucune déviation vers le sud. Le calcul pour cette expérience donne $y = 0,0000044$ m et $x = 0,0274$ m [9]. Dans cette expérience la déviation vers le sud est absolument négligeable devant la déviation vers l'est ($y \ll x$).

Enfin l'effet de la force de Coriolis est une déviation de la bille vers l'est d'une quantité

$$x(t) = \frac{\Omega_T g \cos \lambda}{3} t^3$$

Il est très intéressant de noter que la déviation vers l'est a été pressentie par Newton dès 1679, et ne fut véritablement confirmée expérimentalement qu'en 1831 [14, 15]. Laplace, qui fut le premier à proposer une expression théorique pour la déviation; il avait intégré cette force dans son calcul daté de 1803 [14, 15].

Pour $\vec{\Omega}_T = \vec{0}$, le référentiel terrestre est considéré galiléen. Les équations du mouvement de la bille deviennent :

$$\begin{cases} x(t) = 0 \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + h \end{cases}$$

La bille tombe verticalement selon (\vec{e}_z) sans déviation ; elle est alors animée d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré selon (oz).

3.2 ELABORATION DE LA SOURCE NUMERIQUE

3.2.1 CONCEPTION ET REALISATION DE LA RESSOURCE

Le processus de réalisation de cette ressource est décrit selon l'ordre séquentiel suivant :

- Définition des objectifs associés à la ressource;
- Estimation au départ des moyens disponibles (temps, compétences, outils);
- Conception de la ressource;
- Choix de l'outil de réalisation de la ressource;
- Réalisation de la ressource;
- Test et expérimentation de la ressource.

La démarche proposée pour produire cette ressource tient compte de tous les acteurs de l'opération enseignement apprentissage, concernés par le produit, en particulier l'apprenant qui est au centre de l'opération de l'enseignement. La portée didactique a aussi été prise en compte dans la conception de cette ressource.

L'application est réalisée sous MATLAB (Matrix LABORatory), puisque MATLAB est un environnement puissant, complet et facile à utiliser, destiné au calcul scientifique. Il permet, en particulier, la création d'une interface graphique, ce qui facilite l'interaction de son utilisateur et lui permet donc de modifier interactivement les différents paramètres qui régissent le phénomène en étude.

3.2.2 PRESENTATION DE L'OUTIL

Cette application, dénommée "chitelibre.exe", portable et exécutable même sur un PC où MATLAB, n'est pas installé. Elle est constituée d'un code sous Matlab et d'une interface.

L'interface porte l'identification des concepteurs, leurs affiliations et le titre de la simulation, soit "Simulation de la chute libre dans un référentiel terrestre".

▪ Fonctions de l'interface

L'interface est conçue de telle manière à faciliter l'interaction de l'utilisateur avec cette application, en activant les commandes convenables (voir figure 4). Elle permet la saisie des paramètres d'entrée (les paramètres initiaux du mouvement), d'afficher les résultats de sortie (Affichage de la trajectoire, des courbes des équations horaires, et des résultats numériques du temps de la chute et de la déviation de la bille) et d'effacer et de réinitialiser à nouveau les paramètres de la simulation, sans fermer l'application.

Les différentes variables de commande et les fonctionnalités que met cette simulation à la disposition de son utilisateur sont décrites ci-après (voir figure 4).

1. Des variables de commande pour introduire les paramètres initiaux du mouvement (la latitude, la hauteur, la vitesse angulaire de la rotation de la terre, l'intensité du champ de gravitation);
2. Bouton pour afficher la trajectoire de la bille;
3. Bouton pour tracer la courbe représentative de $x(t)$;
4. Bouton pour tracer la courbe représentative de $y(t)$;
5. Bouton pour tracer la courbe représentative de $z(t)$;
6. Bouton pour demander la valeur du temps de la chute;
7. Zone de texte pour afficher la valeur de temps de la chute;
8. Bouton pour demander la valeur déviation vers l'est;
9. Zone de texte pour afficher la valeur de la déviation vers l'est;
10. Bouton pour effacer et de réinitialiser à nouveau les paramètres de la simulation sans fermer l'application.

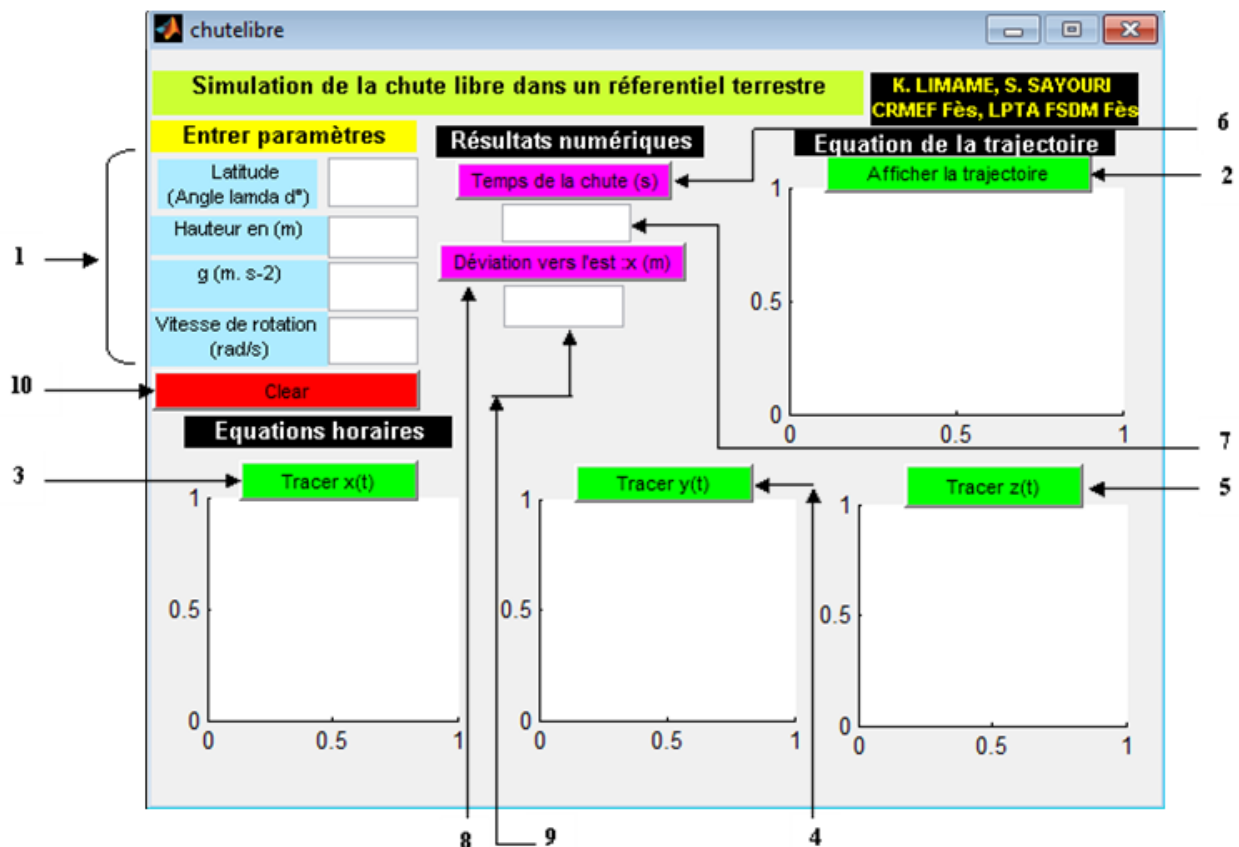


Fig. 4. Fonctions de l'interface de l'application

Pour éviter toute perturbation, les paramètres d'entrée sont notés par des symboles, et exprimés par des unités adoptées dans les manuels d'enseignement. La saisie des paramètres d'entrée se fait par l'intermédiaire d'un clavier et d'une souris, en type numérique, à différents formats (Scientific, Engineering, Decimal...).

La trajectoire de la bille est en 3D, tandis que les courbes des équations horaires sont en 2D. Pour éviter tout éventuel problème d'affichage des courbes en 2D et en 3D, il est recommandé de commencer la simulation par "afficher trajectoire" puis de demander l'information désirée, Sinon, il suffit de cliquer sur la commande "afficher la trajectoire" avant de commencer la simulation, puis entamer la simulation comme souhaité (dans ce cas, on a le choix de demander en premier temps les courbes des équations horaires ou de la trajectoire (voir figure 5)).

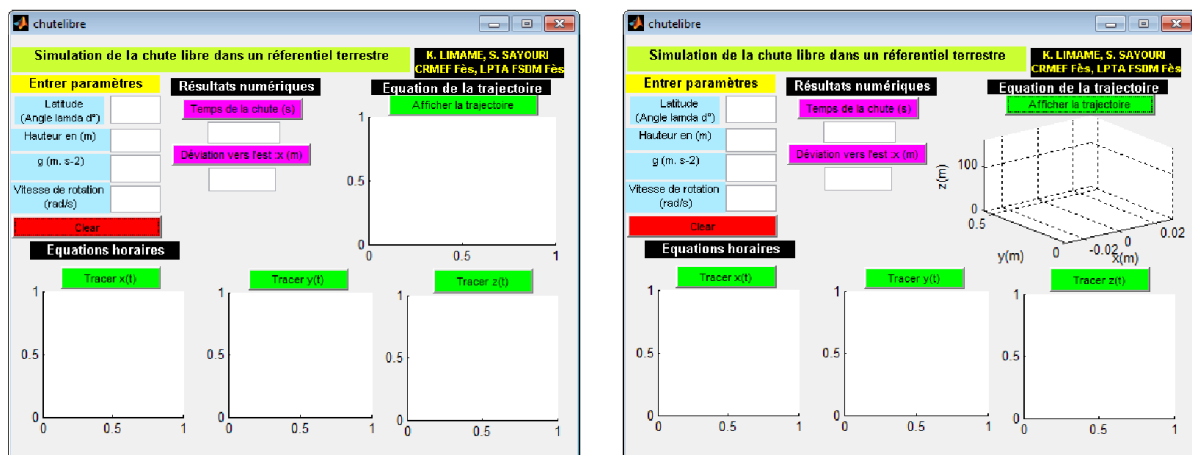


Fig. 5. Etat de l'interface après le clic sur la commande "afficher la trajectoire" avant de commencer la simulation.

4 RESULTATS DE LA SIMULATION ET PERFORMANCE DE L'APPLICATION

En général, cette simulation permet d'étudier l'effet des différents paramètres régissant le mouvement de la bille (latitude, hauteur, rotation de la terre et champ de gravitation) sur sa trajectoire.

Pour exploiter le simulateur dans le cadre auquel il était produit, et atteindre les objectifs énoncés pour lesquels il a été conçu, nous nous limitons à la présentation des résultats des simulations des expériences réelles les plus connues " de la chute verticale d'une bille lâchée verticalement sans vitesse initiale", effectuées dans différentes conditions, par plusieurs chercheurs au fil de l'histoire (Flammarion en 1903, Hallen 1902, Reich en 1831, Benzenberg en 1802, L'abbé Guglielmi en 1790-1791, Dominique Cassini en 1679) [5-8]. Cette simulation offre la possibilité de visualiser plusieurs billes lâchées avec des conditions initiales différentes. Par comparaison, l'apprenant peut percevoir l'effet du changement des paramètres initiaux sur le mouvement de la bille.

Pour mettre en évidence l'effet de la rotation de la terre sur une bille lâchée verticalement (c'est-à-dire l'effet de force de Coriolis terrestre) sans vitesse initiale, nous présentons d'abord, à titre illustratif, les résultats de la simulation de l'expérience effectuée par Ferdinand Reich. Ensuite nous comparons les résultats des simulations avec ceux d'autres expériences.

4.1 SIMULATION DE L'EXPÉRIENCE EFFECTUÉE PAR FERDINAND REICH

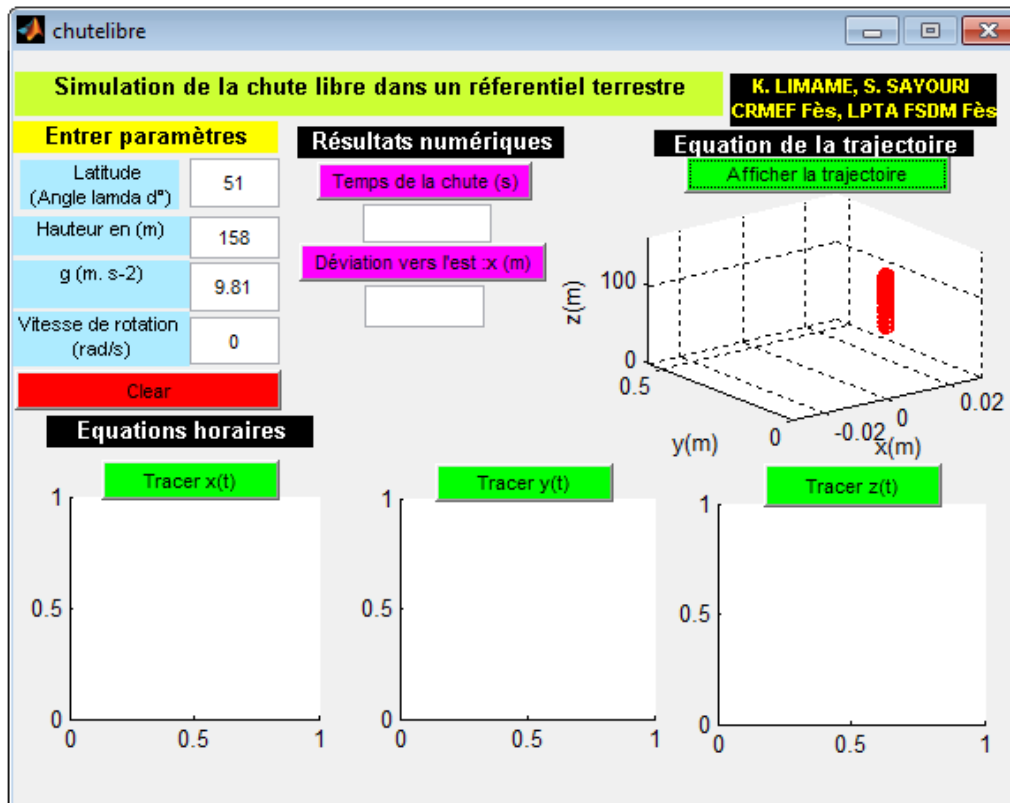
Ferdinand Reich a effectué son expérience en 1831, dans un puits de mine à Freiberg (Saxe), ($\lambda = 51^\circ$ et $g=9.81\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$), sur une profondeur de 158 mètres. Sur un total de 106 expériences, il trouva une déviation moyenne vers l'est de 2,8 cm [6,7].

Pour pouvoir mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis sur une bille lâchée verticalement sans vitesse initiale dans les conditions de Reich; on peut distinguer deux cas.

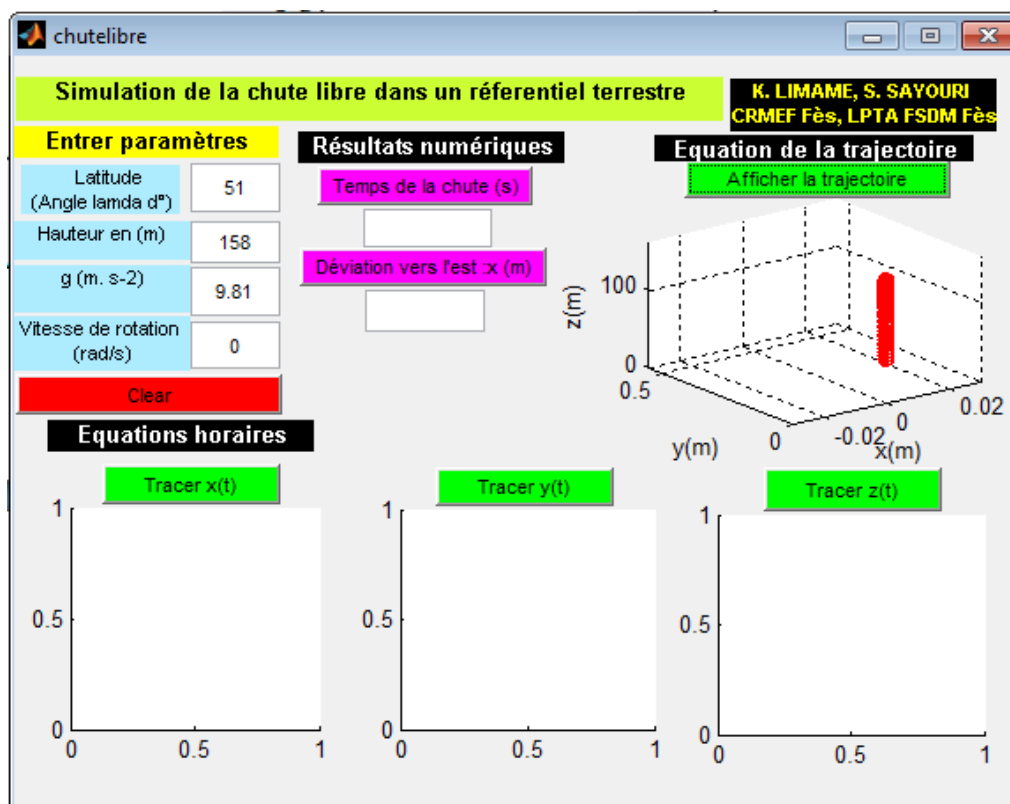
- Absence de la force de Coriolis terrestre. Le repère terrestre est supposé galiléen;
 - Présence de la force de Coriolis terrestre. Le repère terrestre n'est pas galiléen, nous tenons compte de la rotation de la terre autour de son axe (NS) par $\vec{\Omega}_T = \Omega_T \vec{e}_{z_0}$ avec $\Omega_T = 7.292 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$.
- 1^{ier} cas : absence de la force de Coriolis terrestre

Après avoir saisi les paramètres d'entrée dans leurs zones, et pour tracer la trajectoire de la bille, nous cliquons sur la commande "afficher la trajectoire".

La figure 6-c illustre la trajectoire de la bille. Pour montrer l'évolution du mouvement de la bille en fonction du temps, nous avons saisi des courbes de la trajectoire à des temps différents entre l'état initial (lâcher de la bille) et l'état final (l'arrivée de la bille au sol) figures (6-a, 6-b).



(a)



(b)

Quand la bille tombe au sol, nous demandons les informations que nous voulons par un clic sur les commandes convenables.

Par exemple, pour avoir tous les résultats offerts par le simulateur, nous cliquons sur toutes les commandes, l'une après l'autre, sauf la commande "Clear". Le simulateur affiche les résultats demandés, comme illustré sur la figure ci-dessous.

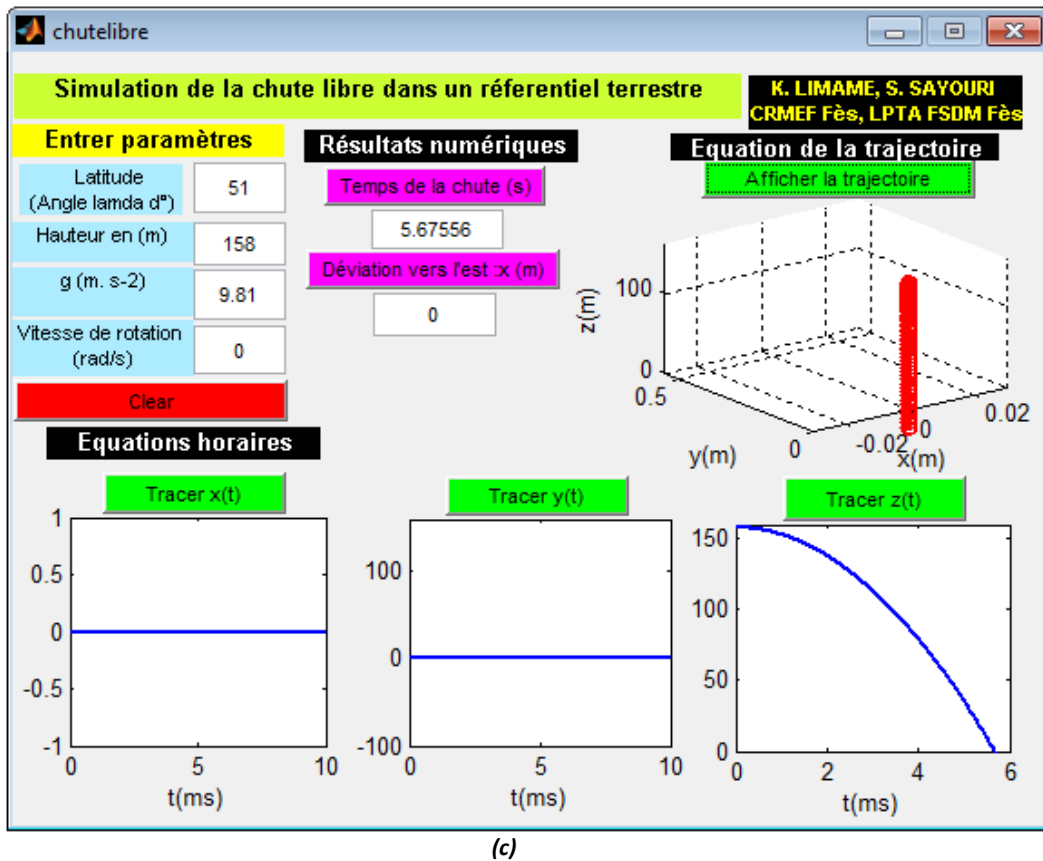


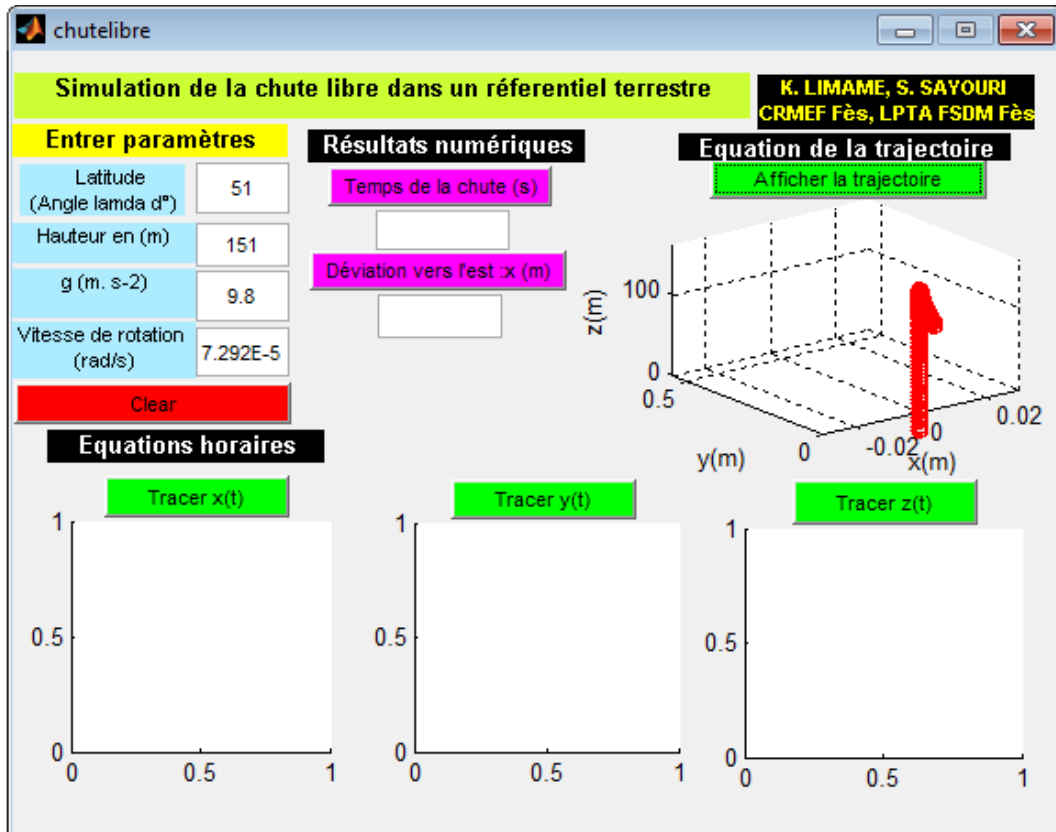
Fig. 6. Résultats de la simulation la chute de la bille en l'absence de la force de Coriolis.

L'allure de la trajectoire montre que la bille tombe verticalement, sans aucune déviation ou perturbation, résultat confirmé par la valeur zéro (0) affichée lorsque on clique sur "la déviation vers l'est". Le mouvement selon (oz) est rectiligne.

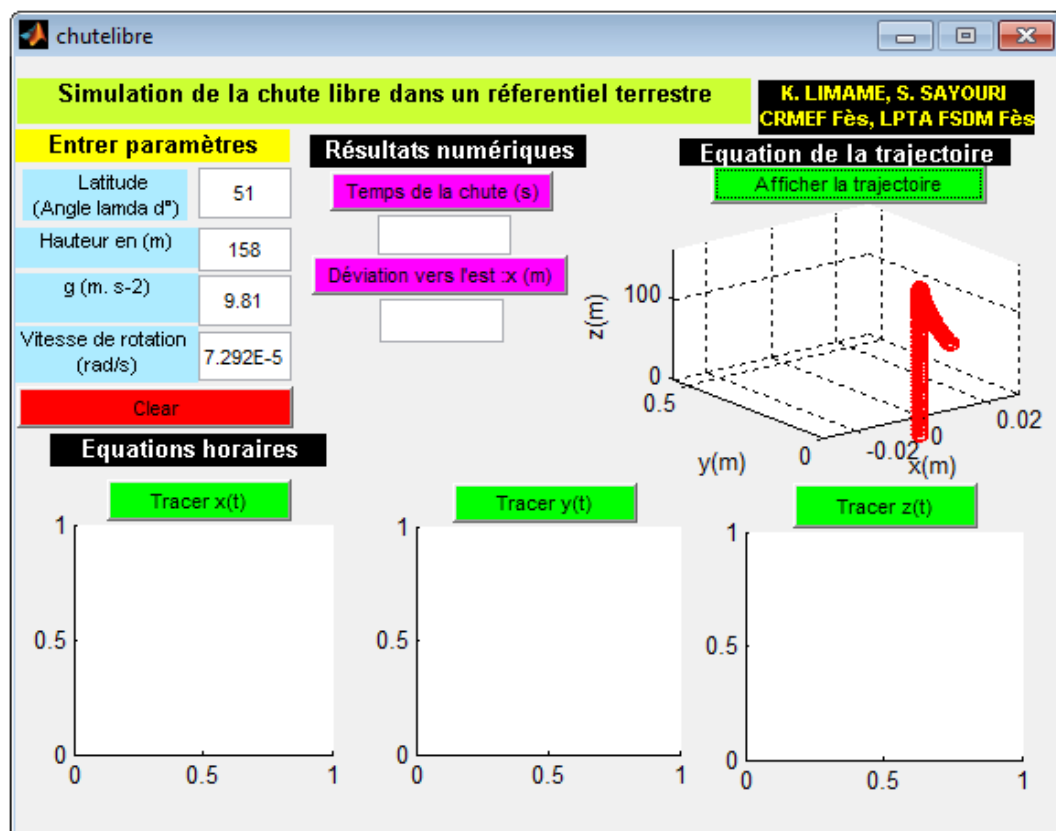
Les figures qui représentent les équations horaires du mouvement sont des droites d'équations $x(t)=0$ et $y(t)=0$ pour $x(t)$ et $y(t)$, et une parabole pour $z(t)$. Le mouvement de la bille a lieu seulement selon (oz).

- 2^{ème} cas : mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis

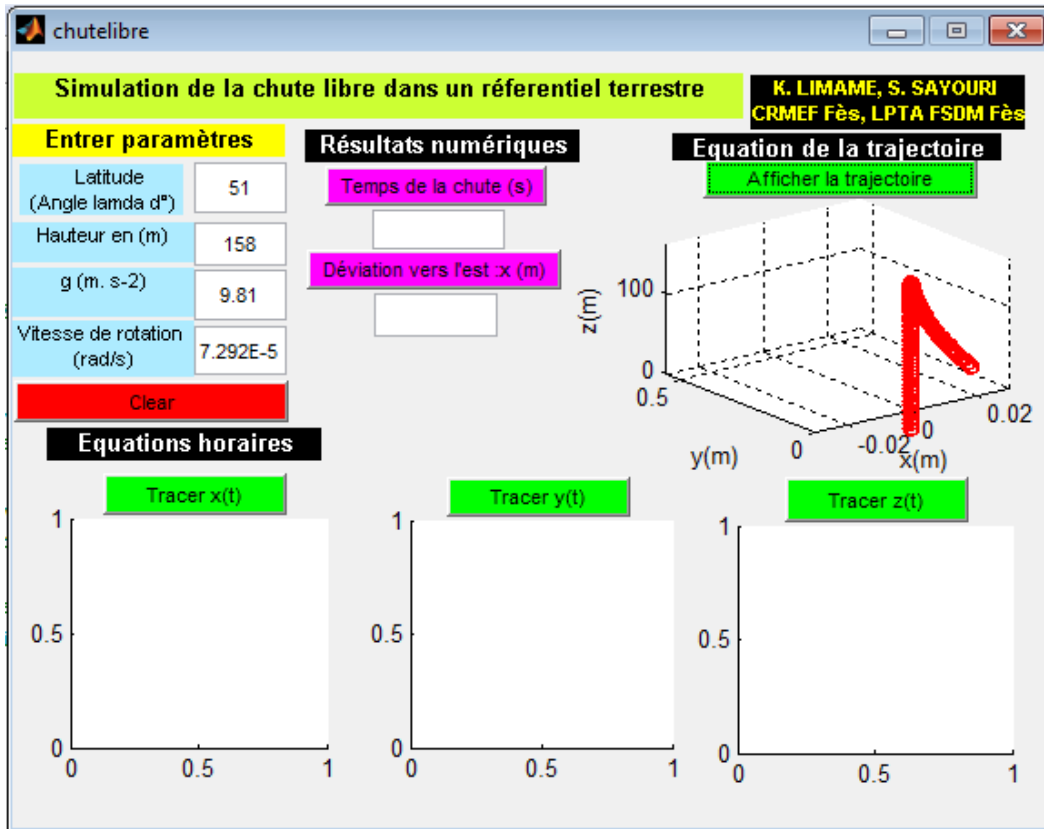
Dans ce cas nous tenons compte de la rotation de la terre. Nous gardons les valeurs de la hauteur, de la latitude et du champ de gravité, que nous avons saisies dans la première simulation, et nous saisissons la valeur $\Omega_T=7.292 \cdot 10^{-5}$ rad/s de la vitesse angulaire de rotation de la terre. Pour afficher la trajectoire de la bille, nous cliquons sur la commande "afficher la trajectoire". La figure (7-d) illustre la trajectoire de la bille. Les figures 7-a, 7-b, 7-c et 7-d illustrent les trajectoires de la bille à des temps différents, entre le temps initial et le temps de l'arrivée de la bille au sol. Ces résultats permettent la visualisation de la trajectoire de la bille en fonction du temps.



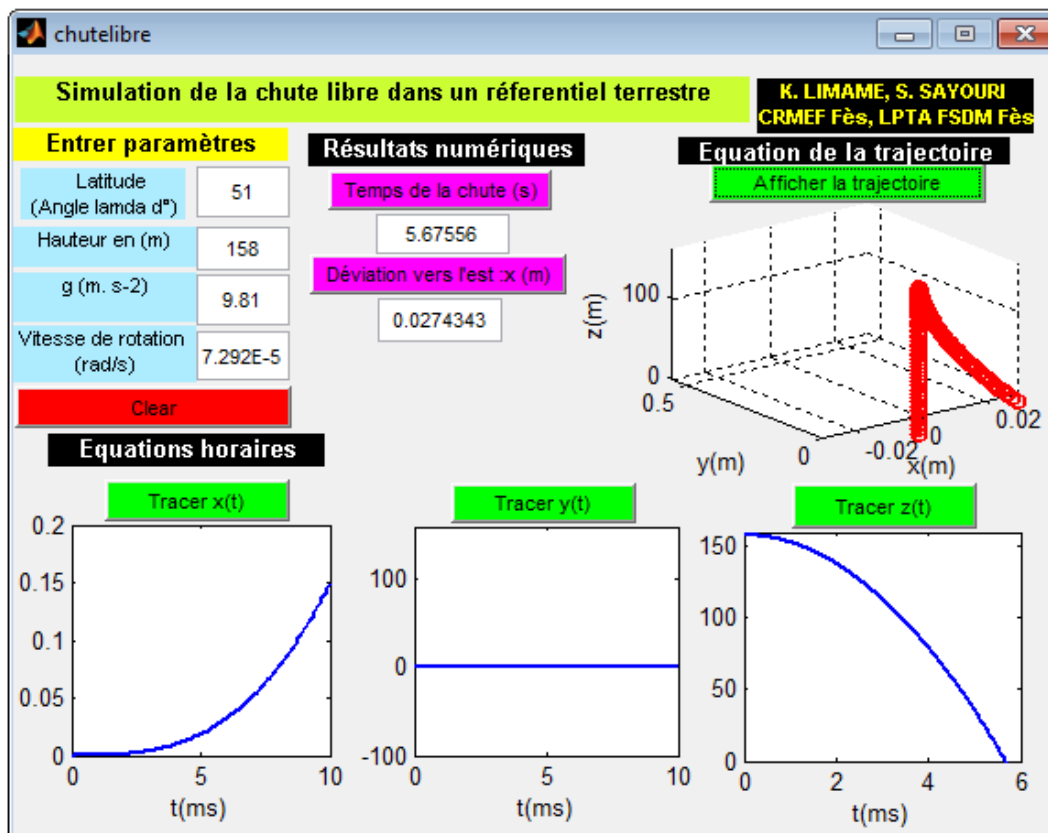
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig .7. Résultats de la simulation de la chute de la bille en la présence de la force de Coriolis terrestre.

L'allure affichée de la trajectoire de la bille montre bien que la bille a subi une déviation vers l'est, c'est-à-dire selon (ox), due à la présence de la force de Coriolis. Pour afficher la valeur en mètre de cette déviation, il suffit de cliquer sur la commande "déviation vers l'est en (m)". Dans ce cas s'affiche la valeur 0.0274343 m. La déviation observée ne commence pas immédiatement après le lâcher de la bille, mais accuse un certain retard contrairement au même effet observé sur la matière molle (figure (7-a)). La courbe correspondante, $x(t)$, change en comparaison avec le premier cas, et s'affiche sous forme d'une parabole. Cependant $z(t)$ reste inchangé par rapport au premier cas.

Théoriquement, nous avons montré que la trajectoire de la bille subit une déviation vers le sud-est, c'est à dire que $y(t)$ est non nulle, et que cette la déviation vers le sud est négligeable devant celle vers l'est. Le simulateur affiche $y(t)=0$, ce qui prouve et confirme l'approximation faite ci-dessus.

4.2 COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DES EXPERIENCES FAITES

Comme mentionné ci-dessus, l'expérience simulée a été effectuée par plusieurs chercheurs dans différentes conditions. Le tableau suivant regroupe les résultats expérimentaux des différentes expériences réalisées, et ceux donnés par ce simulateur dans les même conditions.

Tableau1 : Comparaison des résultats de la simulation et de l'expérience à différentes conditions.

Date – lieu [5]	Conditions de l'expérience [5]		Déviation Δx en m		Erreur $abs(\Delta x_{exp} - \Delta x_{sim})$ en m
	h en m	λ en degrés	Expérimentale Δx_{exp} [5]	Simulation Δx_{sim}	
1790-Bologne	77,96	44,5	0,0189	0.0107822	0,00812
1802-Hambourg	76,4	53,55	0,009	0.0087140	$2,9 \cdot 10^{-4}$
1804-Schelbush	85,1	51,05	0,0115	0.0108381	$6,6 \cdot 10^{-4}$
1831-Freiberg	158	51	0,0283	0.0274343	$8,6 \cdot 10^{-4}$
1902-Harvard	23	39	0,0015	0.0018825	$3,8 \cdot 10^{-4}$
1903-Paris	68	48,51	0,0076	0.0081514	$5,51 \cdot 10^{-4}$

Nous avons pris $g=9.81m.s^{-2}$ pour Paris et Freiberg, et $g= 9.8m.s^{-2}$ pour les autres villes. L'erreur absolue (Tableau 1) est très petite, ce qui montre bien que ce simulateur est fiable et efficient pour simuler de telle expérience.

5 SCÉNARIO PÉDAGOGIQUE

À partir du modèle sous-jacent et du simulateur, nous avons préparé un scénario pédagogique intégrant les TIC. La mise en place de scénarios pédagogiques a été effectuée en 90mn, selon les étapes suivantes

- Présentation, que nous avons voulu interactive, durant une heure, d'un cours sur l'effet de la force de Coriolis, dont le contenu explicite le modèle sous-jacent;
- Présentation et description du simulateur aux apprenants (10mn);
- Utilisation du simulateur pour faire des simulations des expériences mentionnées ci-dessus, pour mettre en évidence l'effet de la force de Coriolis sur une bille lâchée sans vitesse initiale. La durée de la manipulation est de 20 mn.

Le scénario est présenté à un échantillon-cible scindé en deux groupes. Le premier constitué de 27 personnes (de 8H 00mn à 10H00mn), et l'autre comportant 28 personnes. (de 10H10mn à 12H 10mn). Une durée de 25 minutes, après la présentation du scénario, a été accordée aux étudiants pour répondre au questionnaire.

6 RÉSULTATS ET ANALYSE DU QUESTIONNAIRE

Q1-Quelle est l'origine de la force de Coriolis terrestre ?

60% ont répondu correctement à cette question, 34.54% ont donné une fausse réponse et 5.45% n'ont pas répondu à cette question.

Q2-Quel est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un point matériel lâché verticalement sans vitesse initiale ?

Un très fort pourcentage des interrogés (87.27%) ont donné une réponse correcte. 7.27% ont donné une réponse fausse, ceux qui n'ont pas répondu à cette question représentent 5.45%.

Q3-Après comparaison des résultats expérimentaux et calculés, le simulateur reflète-t-il la réalité expérimentale?

Les résultats montrent que 92.72% estiment que ce simulateur reflète la réalité expérimentale et 5.54% estiment le contraire. 1.82% n'ont pas répondu à cette question.

Q4-Les objectifs énoncés par le concepteur de ce logiciel, sont-ils clairement précisés ?, semblent-ils atteints ?

Les résultats montrent qu'un bon pourcentage des interrogés, 81.82% ont déclaré que les objectifs annoncés par le concepteur sont précis, tandis que 18.18% ont exprimé le contraire. Les objectifs semblent atteints pour 77.78% et partiellement atteints pour 22.22%.

Q5- Pensez vous que ce simulateur améliore votre apprentissage sur l'effet de la force de Coriolis sur un point matériel lâché sans vitesse initiale?

Presque la totalité (98.18%) des interrogés ont déclaré que ce simulateur a amélioré leur apprentissage et 1.82% n'ont pas répondu à cette question. 18.51% ont déclaré qu'ils sont très satisfaits, et 68.51% ont déclaré être satisfaits et 12.96% sont passablement satisfaits.

Q6-Quels sont les inconvénients et les avantages que présente ce simulateur?

Les résultats montrent que 25.45% n'ont pas d'opinion, cependant 74.54% ont exprimé leurs points de vue. Parmi ces derniers, 45% estiment que le simulateur présente des avantages, alors que le reste (55%) pensent que ce simulateur possède à la fois des avantages et des inconvénients. Les avantages et les inconvénients sont énumérés ci-dessous.

- Inconvénients
 - Moins de précision (7) ;
 - Interface moins élaborée et n'est pas au niveau de l'étude (4);
 - Interface petite (2);
 - Le simulateur peut créer des représentations négatives chez l'apprenant (1);
 - Programmation sur Matlab (1).
- Avantages
 - Simule bien l'effet de la force de Coriolis (11);
 - Les résultats expérimentaux sont très proches de ceux des expériences réelles (Précision des résultats) (7);
 - Permet la simulation d'une expérience qui n'est pas réalisable en salle de TP (4);
 - Facilite les calculs (4);
 - Présentation des graphiques représentant les équations horaires (4);
 - Reflète la réalité de l'expérience (2) ;
 - Facilite la tâche (2) ;
 - Complète et renforce l'étude théorique (1) ;
 - Permet le tracé de la trajectoire de la bille en 3D (1);
 - Englobe tous les paramètres du mouvement (1) ;
 - Permet le gain du temps d'apprentissage (1) ;
 - Donne une vision claire du mouvement (1) ;
 - Possède un aspect de simplification (1) ;
 - Affiche numériquement la déviation et le temps de la chute (1).

Q7-Avez-vous des suggestions pour améliorer ce simulateur ?

16.36% des interrogés ont proposé des suggestions pour améliorer ce simulateur, 69.90% n'ont aucune suggestion et 12.72% n'ont pas répondu à cette question. Les propositions citées sont :

- Insertion des incertitudes;
- Affichage des équations mathématiques sur l'interface;
- Présentation de la trajectoire dans le système de coordonnées sphériques.

Q8-Quel est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?

52.72% des questionnés ont répondu correctement à cette question, 34.54% ont donné une réponse fausse et 12.74% n'ont pas donné une réponse.

Q9-Avez-vous des questions sur l'effet de la force de Coriolis terrestre?

23.63% qui ont déclaré avoir une ambiguïté portant essentiellement sur la différence entre la force de Coriolis terrestre et d'entraînement.

La totalité des interrogés ont déclaré que ce simulateur a amélioré leur apprentissage de la force de Coriolis terrestre avec des degrés différents de satisfaction : 18.51% sont très satisfaits, 68.51% sont satisfaits et 12.96 % sont passablement satisfaits.

En ce qui concerne le simulateur, 72.72% ont déclaré que les objectifs annoncés par le concepteur sont bien précis. Les objectifs semblent atteints pour 77.78 % et partiellement atteints pour 22.22%. En outre, 92.72% des questionnés estiment que ce simulateur reflète la réalité expérimentale. Un bon pourcentage des interrogés pensent que ce simulateur présente des avantages importants. Toutefois, selon 41% des interrogés, ce simulateur a des inconvénients portant particulièrement sur la forme de l'interface et sur la précision des résultats de la simulation. Nous constatons que peu de suggestions ont été proposées pour l'amélioration de ce simulateur. Pour interagir avec les propositions des apprenants, nous avons facilement pu apporter des modifications de forme à l'interface (design, agrandissement.....). Cependant, malgré que le modèle que nous avons adopté est le plus élaboré des modèles analytiques qui se sont intéressés à l'étude de la bille lâchée verticalement sans vitesse initiale dans un référentiel terrestre, il n'a pas été possible d'amoindrir les résultats de la simulation par rapport à ceux expérimentaux.

La comparaison des réponses aux mêmes questions relatives au contenu de la force de Coriolis (Q1, Q2 et Q8), avant et après la présentation du scénario, montre bien une bonne amélioration des pourcentages de ceux qui ont répondu correctement à ces questions, et une régression du taux de ceux qui ont répondu incorrectement ou non pas donné une réponse (voir figures 8-10).

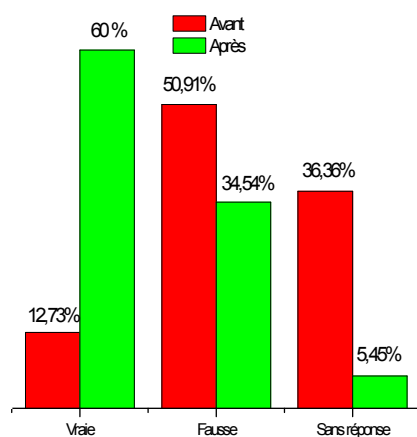


Fig.8. Réponses sur la question " l'origine de la force de Coriolis" avant et après la présentation du scénario

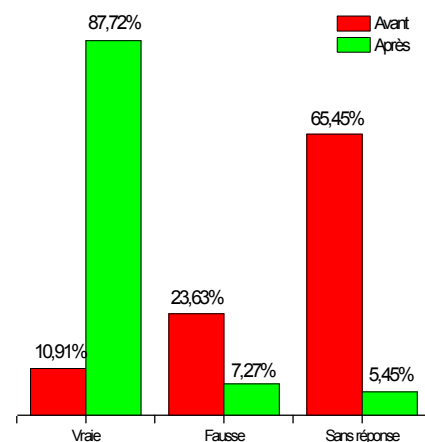


Fig.9. Réponses sur la question " L'effet de la force de Coriolis terrestre sur une particule lâchée verticalement sans vitesse initiale" avant et après la présentation du scénario

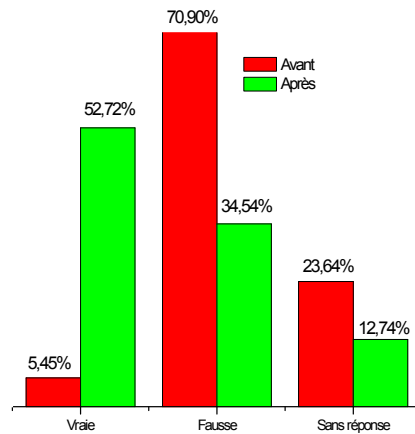


Fig.10. Réponses sur la question " L'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement " avant et après la présentation du scénario

Ces résultats prouvent que le scénario améliore l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre, et motive les étudiants à l'apprentissage de cette force. Les questions exprimées par les apprenants sur la différence entre les forces de Coriolis et d'entraînement peuvent être dues à leur médiocre assimilation de la notion de force d'entraînement qui est aussi une force inertielle nécessitant peut être des éclaircissements.

7 CONCLUSION

La scénarisation que nous avons présentée est basée sur l'une des manifestations de la force de Coriolis qui est " la déviation vers l'est d'une bille lâché verticalement sans vitesse initiale". Cette expérience a été effectuée dans différentes conditions par plusieurs chercheurs. Devant l'incapacité de reproduire cette expérience dans les laboratoires des sciences physiques, nous avons pensé à la simuler.

La simulation, à notre connaissance la première à être élaborée et proposée, a été réalisée sous Matlab selon la démarche de production des ressources numériques pédagogique, communément admise. Elle peut être utilisée dans les séances du cours, les séances des travaux pratiques ou à domicile par les étudiants

Les résultats du questionnaire montrent que le simulateur reflète la réalité expérimentale et a des objectifs bien précis atteignables. L'utilisation de ce simulateur met en clair son apport positif sur l'apprentissage des étudiants.

L'étude que nous avons menée au moyen de questionnaires, auprès de futurs enseignants des sciences physiques de lycée, a montré que le scénario proposé améliore leur apprentissage de la force de Coriolis qui est une force fictive difficile à percevoir. Elle constituerait alors une ébauche d'une ingénierie didactique portant sur la représentation et l'enseignement de la force de Coriolis terrestre.

REFERENCES

- [1] K. limame, s. sayouri, " Investigation sur l'enseignement et l'apprentissage de la force de Coriolis terrestre à l'enseignement supérieur ", soumis pour publication au International Journal of Innovation and Applied Studies.
- [2] J. Rosmorduc, , " L'histoire de la physique peut-elle éclairer les obstacles épistémologiques ? ", ASTER, N° 5, INRP, pp.117-142,1987.
- [3] R. Ladj, M. Oldache, C.E. Khiari and T. Belarbi, "On students' misunderstanding of the basic concept of quantum mechanics: the case of Algerian universities", Lat. Am. Phys. Educ., Vol. 4, N° 2, pp.286-293, 2010.
- [4] D. Raichvarg, " La didactique a-t-elle raison de s'intéresser à l'histoire des sciences ? ", ASTER, N°5, INRP, pp. 3-34, 1987.
- [5] Christian Larcher, Le Perreux sur Marne, " Une question historique : Où tombe une pierre lâchée du haut d'une tour ? Au pied de la tour ? Vers l'ouest ? Vers l'est ? », CC N° 130, pp.31-33, 2010.
- [6] J.G. Hagen, La rotation de la terre, ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles. Tipografia Poliglotta Vaticana, Roma, 1911.
- [7] Blaise Simon, "Mouvement des projectiles dans des trajectoires proches de la verticale", Cahiers Clairaut, pp. 18-21, 2007.
- [8] R. Genty, " À propos de Coriolis", La Météorologie 8^{ème} série, N° 8, pp.36-42, 1994.

- [9] M. Cox, C. Abbott, M. Webb, B. Blakeley, T. Beauchamp et V. Rhodes, A review of the research literature relating to ICT and attainment (rapport de recherche). Londres, British Educational Communications and Technology Agency (Becta), 2004.
- [10] J. Kulik, Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools: What controlled evaluation studies say. Arlington, VA: SRI International, 2003.
- [11] P. Cholmsky, Why GIZMOS Work: Empirical Evidence for the Instructional Effectiveness of Explore Learning's Interactive Content, 2003.
- [12] A. Jimoyiannis, V. Komis, "Computer Simulations in Physics and Learning: A Case Study on Students' Understanding of Trajectory Motion". Computers and Education. 36: pp.183-204, 2001.
- [13] J. Roschelle, R. Pea, C. Hoadley, D. Gordin, et B. Means, "Changing how and what children learn in school with computer-based technologies". The Future of Children, 10(2), pp.76-101, 2000.
- [14] R. GENTY, "L'effet Laplace" Bull. Un. Phys., Vol. 90, N° 782, pp. 155-469, 1996.
- [15] P. S. Laplace, Traité de Mécanique Céleste, Tome 1. Crapelet, Paris, 1798.

ANNEXE

Questionnaire

N.....

- Quelle est l'origine de la force de Coriolis terrestre ?
.....
.....
- Quel est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un point matériel lâché verticalement sans vitesse initiale ?
.....
.....
- Le tableau suivant regroupe les résultats expérimentaux et calculés avec ce simulateur et l'erreur absolue entre ces résultats.

Date - lieu	h en m	λ en degrés	Δx exp en m	Δx_{sim} en m de la simulation	Erreur $abs(\Delta x_{exp} - \Delta x_{sim})$ en m
1790 Bologne	77,96	44,5	0,0189	0.0107822	0,00812
1802 Hambourg	76,4	53,55	0,009	0.0087140	$2,9 \cdot 10^{-4}$
1804 Schelbush	85,1	51,05	0,0115	0.0108381	$6,6 \cdot 10^{-4}$
1831 Freiberg	158	51	0,0283	0.0274343	$8,6 \cdot 10^{-4}$
1902 Harvard	23	39	0,0015	0.0018825	$3,8 \cdot 10^{-4}$
1903 Paris	68	48,51	0,0076	0.0081514	$5,51 \cdot 10^{-4}$

*Après Comparaison des résultats expérimentaux et calculés, le simulateur reflète-t-il la réalité expérimentale?
 Oui Non

- Les objectifs énoncés par le concepteur de ce logiciel,
* Sont-ils clairement précisés ? Oui Non
* Semblent-ils atteints ? Oui Non Partialement
- Pensez vous que ce simulateur améliore votre apprentissage sur l'effet de la force de Coriolis sur un point matériel lâché sans vitesse initiale?
 Oui Non
*Si oui votre degré de satisfaction Très bien Bien Passable
- Quels sont les inconvénients et les avantages que présente ce simulateur?
*Inconvénients.....
.....
*Avantages.....
.....
- Avez-vous des suggestions pour améliorer ce simulateur ?
 Oui Non
*Si oui lesquelles.....
.....
- Quel est l'effet de la force de Coriolis terrestre sur un corps en mouvement ?
.....
.....
- Avez-vous des questions sur l'effet de la force de Coriolis terrestre?
 Oui Non
*Si ouïesquelles.....
.....
.....

Le rôle de la communication interculturelle dans l'intégration des cadres étrangers et dans la réalisation de leurs objectifs professionnels: cas des établissements hôteliers d'AGADIR

[The role of the intercultural communication in the integration of the foreign managers and in the realization of their professional objectives: case of the hotel establishments of AGADIR]

NAOUFAL HIMMOUCHE and Nacer IDRISSE ABDELFAH

Laboratoire doctorale de langues, cultures et communication,
Faculté des lettres, Université Mohamed Premier,
Oujda, Morocco

Copyright © 2015 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: Most of the large companies, today, put forward their diversity and their international dimension. The question of the intercultural communication in summer and house in the center of the concerns of the company directors avid to develop on the international stage. Nevertheless, the nature and the scale of the problem lead to ask differently the question of the intercultural. The data which we were able to collect allowed us to notice that the managers of the investigated companies are sensitive to the question of the intercultural communication. They consider it almost all during their management. In fact, they are forced to adopt it because they are confronted with the element of the expatriation of various countries towards Morocco. Nevertheless, we also observed a negative representation of the cultural difference which is likened to a problem rather than in a competitive advantage for the company of this fact the question of the intercultural communication always stays in his embryonic state in the country of Morocco and can constitute a resource and a solution for a lot of problems in organizations and especially hotelkeepers.

KEYWORDS: Diversity, the culture, the communication, the intercultural communication, the intercultural.

RÉSUMÉ: La plupart des grandes entreprises, aujourd'hui, mettent en avant leur diversité et leur dimension internationale. La question de la communication interculturelle a été et demeure au centre des préoccupations des dirigeants d'entreprises désireux de se développer à l'international. Néanmoins, la nature et l'ampleur du problème conduisent à poser différemment la question de l'interculturel. Les données que nous avons pu recueillir nous ont permis de constater que les managers des entreprises enquêtées sont sensibles à la question de la communication interculturelle. Ils la prennent presque tous en considération lors de leur gestion. En fait, ils sont contraints de l'adopter puisqu'ils sont confrontés à l'élément de l'expatriation de différents pays vers le Maroc. Néanmoins, nous avons également observé une représentation négative de la différence culturelle qui est assimilée à un problème plutôt qu'à un avantage concurrentiel pour l'entreprise de ce fait la question de la communication interculturelle reste toujours dans son état embryonnaire dans le pays du Maroc et peut constituer une ressource et solution pour beaucoup de problèmes dans les organisations et surtout hôtelières.

MOTS-CLEFS: la diversité, la culture, la communication, la communication interculturelle, l'interculturel.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Avec le développement des voyages et des échanges internationaux, des pratiques de production délocalisée, des coopérations et des joint-ventures d'entreprises de plusieurs pays, se posent avec une intensité nouvelle des problèmes que l'on qualifie désormais d' « interculturel ».

Nous sommes aujourd'hui de plus en plus amenés à découvrir d'autres cultures, identités, croyances, face à des interactions qui s'étendent rapidement au-delà des frontières nationales.

Au niveau managérial, le paysage change à une vitesse impressionnante, ce qui présente de réelles opportunités de croissance mais aussi de nouveaux défis pour les dirigeants. En effet, certains marchés se sont « décloisonnés » et sont devenus mondiaux, avec une concurrence de plus en plus forte (luxe, services financiers, compagnies aériennes par exemple). Parallèlement, la formation de zones de commerce, comme l'UE, concourt au développement d'un certain protectionnisme et à la création de grands groupes qui souhaitent dominer ces zones au détriment des entreprises purement nationales. Enfin, on assiste au développement accéléré des *pays* émergents qui sont culturellement difficiles à comprendre pour le gestionnaire soit occidental ou bien oriental : presque la moitié du commerce international sera chinois et dans quelques années, l'essentiel des systèmes productifs des firmes mondiales pourrait être délocalisé en Chine. Pour se développer dans ces nouveaux marchés à forte croissance, une bonne compréhension des zones de marchés et de cultures qui y sont actives, devient donc indispensable. Il en va de même au niveau des relations humaines, où l'information a également changé. En effet, la mobilité des équipes s'est fortement accrue et le mélange des cultures s'accélère. Nos sociétés deviennent ainsi progressivement des organisations multiculturelles facilitées par la circulation des biens et des flux migratoires. De même, les identités culturelles régionales et les groupes religieux s'expriment de manière plus libre. A l'opposé, on assiste à une domination de la culture américaine qui tend à favoriser une certaine homogénéisation des croyances et des valeurs. Autant d'évolution parfois contradictoires qu'il s'agit aujourd'hui de prendre en compte au niveau des entreprises.

Si on admet le principe que ce sont les valeurs et les normes partagées qui favorisent ou non la réalisation d'un projet collectif, on en déduit que l'action visant à orienter les comportements passe par la diffusion de normes et de valeurs parmi les groupes concernés et faire en sorte que ces valeurs soient adoptées et intériorisées par les membres de ces groupes. Cela conduit à considérer que la culture d'entreprise n'est pas toujours spontanée, mais qu'elle peut être délibérée et voulue par le gestionnaire, et donc constituer un instrument de gestion de comportements. D'où l'importance et la complexité d'une notion telle que la communication interculturelle ; importance dans la mesure où cette dernière sert à résoudre les problèmes liés aux différences culturelles et participe à la constitution de compromis pour arriver à une culture d'entreprise partagée par la majeure partie des ressources humaines de l'organisation ; complexité parce que les situations interculturelles sont fortement liées à la culture et à l'être humain, deux composantes dont les variables sont nombreuses et parfois imprévisibles. Néanmoins, un certain nombre de questions nous permettra d'éclaircir la question du management interculturel :

- Que traduit la notion de culture d'entreprise ?
- Dans le cadre des situations interculturelles, y'a-t-il des mesures préventives pour éviter tout conflit culturels ?
- En quoi la communication interculturelle, en tant qu'outil de gestion participe t il au développement et à la pérennité d'une organisation ?
- Enfin, est ce que les managers sont suffisamment avertis de l'importance de communication interculturelle pour agir en conséquence et pour se réaliser ?

NOTRE METHODOLOGIE

Notre réflexion de départ s'est appuyée sur des interrogations autour du thème de la diversité culturelle, de la communication, de la communication interculturelle et du potentiel perdu en raison d'une négligence ou d'une gestion maladroite, inexpérimentée.

Ces interrogations nous ont porté vers une démarche de travail à la fois théorique et de terrain.

Des lectures pour alimenter notre réflexion ce qui nous a d'emblée permis de constater que les analyses sur le sujet n'étaient pas très étendues. En effet, il nous est apparu que les réflexions s'attachaient plus à définir l'interculturel dans son ensemble ou insistaient plus sur le management interculturel que sur l'approche communicationnelle dans un contexte pluriculturel.

Le langage nous a tout d'abord paru constituer une préoccupation déterminante. Puis, en affinant nos recherches et en étayant notre réflexion, il nous est apparu que ce paramètre ne constituait que la partie immergée de l'iceberg. Nous nous sommes ainsi appliqués à comprendre ce que la langue pouvait représenter, et quel était son rôle dans l'identité culturelle.

Au fil de nos lectures et à la confrontation des différentes analyses, nous avons aussi envisagé l'hypothèse de la communication comme vecteur des interactions entre les acteurs de l'organisation.

Dans cette perspective, en quoi le facteur culturel modifie le schéma d'interaction, ou en quoi il le complique ou le simplifie. Nous nous sommes largement attardées sur les thèmes de la diversité, de la communication et les styles de Communication au travail et l'interculturel. Tous ces apports théoriques, nous ont permis de mettre en place une stratégie d'étude empirique.

Un regard concret pour confirmer ou bousculer nos démonstrations. L'établissement du questionnaire et nous avons souhaité effectuer une étude très pratique parce qu'il nous importait d'inscrire notre travail dans une réalité proche de nous. Il était pour cela nécessaire d'obtenir une quantité non négligeable de données quantitatives émanant des acteurs.

Pour mener cette recherche, nous avons adopté un paradigme positiviste, étant donné que l'objectif de ce travail est principalement de nature explicative. Ce paradigme a pour objet d'expliquer la réalité (par contre le paradigme constructiviste a pour but de la construire)¹. En effet, à travers cette recherche, nous allons tenter d'expliquer les facteurs qui influent sur la réalisation des objectifs professionnels des cadres étrangers notamment la communication interculturelle et comment elle peut s'articuler dans un contexte professionnel. Sur le plan méthodologique, nous adopterons la méthode hypothético-déductive. Cette dernière est l'expression courante du positivisme fondé sur l'extériorité du chercheur par rapport à l'objet observé. Dans cette situation, le chercheur préfère avoir une position de neutralité et ne pas pénétrer dans le jeu des acteurs.

Ainsi, la méthode hypothético-déductive consiste à émettre des hypothèses à partir de construits théoriques, de modèles explicatifs, et/ou de données préalablement recueillies. Ces hypothèses seront ensuite testées à l'épreuve des faits. Les méthodologies qui prennent appui sur le raisonnement déductif suivent une démarche visant à mettre en évidence un principe de causalité donc de mettre en relation une ou plusieurs variables et de donner du sens à cette relation. Selon cette méthode, le processus de recherche débute donc avec des analyses théoriques, traduites dans des hypothèses testables, pour ensuite les vérifier sur le terrain à partir d'un échantillon représentatif. Le système comporte une démarche cartésienne qui consiste à partir du général pour arriver au particulier².

De même, cette étude s'inscrit dans une recherche quantitative. En effet, la recherche quantitative se définit par le fait que les données de la recherche sont des mesures numériques qu'il est possible d'analyser de façon statistique. Le but est de traiter la réalité comme le produit d'un ensemble d'éléments décomposables que le chercheur peut isoler pour les étudier. En appliquant des mesures de contrôle rigoureuses, le chercheur peut établir des relations entre deux faits. En général, son but est donc de décrire ou d'expliquer la réalité³. Quant à la démarche que nous adoptons pour tenter de répondre à l'ensemble des questions soulevées allie à la fois l'analyse théorique et l'analyse statistique.

1 UNE APPROCHE DE LA CULTURE : UN CONCEPT FLOU

Il ne s'agit pas d'un concept « mou », à savoir l'apanage de l'homme cultivé qui sait apprécier les arts et les belles-lettres, mais des traits communs aux membres d'une société qui influencent les comportements dans l'entreprise.

Certains chercheurs universitaires pensent qu'il est dangereux d'attribuer systématiquement à un individu provenant d'un groupe culturel des caractéristiques ou des fonctionnements spécifiques sans les avoir à priori validés. Pour d'autres, les termes voulant tout dire et rien dire, sert à justifier une faible productivité par des explications culturelles qui ne résolvent en rien les problèmes à court terme et conduisent à une dévalorisation ou à un rejet du groupe culturel en question.

¹ Perret, V. et Séville M., (2007), « Fondements épistémologiques de la recherche », In : Thiétart, R.-A., et al., *Méthodes de recherche en Management*, Paris :Dunod, pp : 13-33.

² Giordano Y., et Jolibert A., (2008), « Spécifier l'objet de la recherche », In M.-L. Gavard-Perret, *Méthodologie de la recherche : Réussir son mémoire ou sa thèse en sciences de gestion*, Paris :Pearson Education, pp : 47-86

³ Lamoureux A., (1994), *Recherche et méthodologie en sciences humaines*, 2ème édition, Edition Etudes Vivantes.

Toute personne immergée depuis peu dans une culture étrangère peut difficilement se fier à ses perceptions, (différents niveaux culturels), pour interpréter ce qui se passe autour d'elle. La subjectivité de ces perceptions devrait être prise en compte lors de situations interculturelles, mais des processus affectifs ralentissent cette distanciation et par conséquent le malentendu, la frustration sont attribués à l'étranger.

1.1 LES DIFFERENTS NIVEAUX DE CULTURE :

L'anthropologue américain (Edward Hall, la danse de la vie, le seuil, 1984.), distingue trois principaux niveaux de programmes culturels : les règles informelles, les règles formelles et les règles techniques :

- Les règles techniques : sont des règles de fonctionnement explicites comme les lois d'un pays, les instructions techniques d'un mécanisme ou encore le règlement intérieur d'une entreprise.
- Les règles informelles : constituent la partie immergée de l'iceberg ; particulièrement nombreuses et subtiles, elles se situent à un niveau inconscient. Il s'agit par exemple de la distance à laquelle nous nous tenons pour converser, de nos gestes, de la position du corps dans les contextes donnés, des expressions du visage, des mots à utiliser ou à ne pas utiliser dans un contexte précis et face à certains interlocuteurs.
- Les règles formelles : se situent à mi-chemin entre les règles informelles et les règles techniques et sont décodables consciemment. Il peut s'agir des règles morales et des règles de vie en société. C'est dans les années soixante que des études en psychologie sociale menées aux États-Unis montrent que tout individu affilié à un groupe évite d'interagir avec d'autres individus appartenant à d'autres groupes : que ce soit la race, la profession, la classe sociale (problème d'identité).

1.2 LES COMPOSANTES DE L'ENVIRONNEMENT CULTUREL

L'identité s'alimente de plusieurs composantes qui se situent dans l'environnement culturel. Ces différentes composantes de l'environnement culturel peuvent être découpées en fonctions dont chacune contribue à la finalité de la culture qui est d'assurer la permanence du groupe et ce, malgré la durée de vie limitée de ses membres et qui sont :

• Religions et dogmes : fonction du sens

La religion ou les dogmes donnent le plus souvent sens à l'existence au sein de groupe. La religion peut être définie comme la recherche d'une vie selon trois postulats : un idéal, les pratiques pour l'atteindre et une vision du monde associée à une recherche de l'universel.

• Langage : fonction de communication

Le langage constitue le système de communication privilégié. Nous pouvons distinguer le langage verbal et le langage non verbal composé des gestes, des expressions faciales, de la place dans l'espace, et de tous les signes et symboles qui prennent un sens dans la culture. Le langage est le miroir fidèle de la culture. La structure grammaticale reflète les modes de pensées et les structures sociales.

• L'éducation : fonction de formation et de transmission

Le système éducatif a pour fonction initiale de transmettre la culture, l'acquisition de compétences, d'idées et d'attitudes, la formation dans des disciplines spécifiques.

• Système économique : fonction de production et distribution

Le système économique assume la production, la distribution et l'échange des ressources à l'intérieur et à l'extérieur du groupe.

• Système politique : la fonction d'autorité

Le système politique a pour fonction, dans toute organisation, de décider, régler et sanctionner. Nous entendons ici par « pouvoir » l'ensemble des processus et des rôles sociaux par lesquels sont prises et effectuées les décisions qui engagent tout le groupe.

• Système législatif : fonction de régulation

Le système législatif détermine les lois d'une société. Les lois s'intègrent dans un ensemble de règles que l'on appelle le droit. Constitué au fil du temps par une autorité reconnue, il gère les comportements des membres de la société.

• **Création matérielles et technologie : fonction de création**

Toute culture produit des outils, des objets destinés à satisfaire les besoins du groupe. Par extension nous nommerons **HARDWARE**⁴ : la partie qui comporte les machines, les outils, les objets, les bâtiments, etc., toutes les parties physiques de l'environnement culturel. Les sciences, la technologie, les arts, l'esthétique représentent par contre la partie **SOFTWARE** de l'environnement culturel.

C'est ainsi que, la notion de culture se définit comme un tout qui détermine les manières de penser, de sentir, de communiquer, de produire des objets concrets. Elle permet à un groupe d'hommes d'assurer sa survie. La culture est acquise, transmise par des codes, des symboles : langues, gestes, expressions...les fondements de la culture sont constitués de mythes, de croyances et de toutes les valeurs qui leur sont attachées. Delà, nous pouvons en déduire une autre notion qui est la culture organisationnelle.

En interaction avec la société globale et ses institutions, la culture organisationnelle est une dimension majeure qui assure une fonction de socialisation et fournit un système de sens orientant les pratiques ; elle est, en retour, produite par les pratiques des acteurs que structurent les habitus (P. Bourdieu, 1979). La dynamique culturelle ne se laisse pas réduire à quelques valeurs-slogans clamés par l'entreprise, mais s'opère par construction-déconstruction permanentes faisant intervenir plusieurs plans culturels.

1.3 DÉFINITION DE LA CULTURE D'ENTREPRISE

On entend par culture d'entreprise, l'ensemble des manières de penser, de sentir et d'agir qui sont communes aux membres d'une même organisation.

❖ La culture d'entreprise correspond à un cadre de penser, à un système de valeurs et de règles relativement organisé qui sont partagées par l'ensemble des acteurs de l'entreprise (Bournois, 1996). Elle englobe les valeurs, les croyances, les postulats, les attitudes et les normes communes à ceux qui travaillent dans une même organisation. Dans le point ci-dessous nous allons voir les caractéristiques de la culture d'entreprise. Et parmi ses caractéristiques clés :

- La culture d'entreprise est un phénomène collectif⁵, qui associe des individus au sein d'un même groupe social (organisation), en les unissant autour de valeurs et de normes partagées. La culture d'entreprise est donc un univers, où les acteurs de l'entreprise peuvent communiquer et repérer ce qui les unit et percevoir ce qui les distingue des autres groupes d'acteurs.
- La culture d'entreprise procède d'une activité symbolique omniprésente⁶, qui permet aux individus d'un même groupe d'échanger des informations au-delà de règles formelles, à travers un ensemble de représentations plus au moins compréhensibles par des personnes extérieures à l'organisation. La production de symboles peut par exemple prendre la forme de noms, d'un logo, d'emblèmes, de couleurs spécifiques. La production de ces symboles (ou significations) revêt, dans la formation d'une culture d'entreprise, un rôle essentiel pour les salariés, en exerçant une influence sur leur équilibre social et émotionnel (identification sociale, stabilité, sécurité⁷).
- La culture d'entreprise est également associée aux notions d'apprentissage et de transmission par la répétition et l'interaction. C'est en effet, à travers la culture que va s'organiser la continuité du groupe qui va converger vers les mêmes postulats et transmettre ses suppositions aux nouveaux membres. La culture de l'entreprise a ainsi comme particularité de ranimer autour de certaines pratiques le passé en commun et de le transmettre aux nouvelles générations de collaborateurs à travers des rites, des cérémonies et la valorisation de certains mythes⁸.

⁴ *HARDWARE* : Terme emprunté à la science de la cybernétique.

⁵ J.fleury, *culture*, Bréal, 2002.

⁶ *La production symbolique réunit un signifié (ce que l'on veut évoquer), un signifiant (c.à.d. l'élément qui va remplacer le fait ou l'être traité) et une signification (lien recherché entre le signifiant et le signifié. Ex : l'entreprise comme lieu d'intégration).*

⁷ Reitter et al., Reitter et al., *Cultures d'entreprises, étude sur les conditions de réussite du changement*, Vuibert Gestion, 1991.

⁸ *Les rites sont des pratiques qui découlent des valeurs partagées. Les séminaires d'intégration, les réunions de travail, les réceptions sont des exemples de ces pratiques. Le séminaire d'intégration peut par exemple apparaître comme un rite d'initiation, de passage. Les mythes*

Elle est avant tout une construction sociale qui évolue avec le temps qui résulte d'un processus de décisions et de réactions à des événements et actions menées par la firme durant son histoire. La culture d'une entreprise va donc évoluer en fonction des situations rencontrées. Durant son cycle de croissance (réussites/échec, adaptation, réorientation/rupture) et les conséquences qui en ont résulté en termes d'attitudes et de comportement.

Enfin, la culture d'entreprise constitue un « dedans » par rapport à un « dehors », en créant un univers qui permet de fédérer des acteurs autour d'une même structure et de les distinguer des autres salariés. Il n'en reste pas moins que la culture d'entreprise crée un processus d'identification et d'appartenance sociale qui vont conditionner les perceptions et attitudes des valeurs vis-à-vis de l'extérieur.

Selon de nombreux chercheurs et gestionnaires, les valeurs communes sont au cœur de la culture organisationnelle : elles contribuent à transformer des activités routinières en activités importantes et appréciables, relient l'organisation à des valeurs significatives de la société où elle est implantée, et peuvent même lui procurer un avantage concurrentiel notable. Après avoir approché la notion de culture ainsi que ses composantes, dans le point suivant nous allons approcher le contexte culturel ou bien la notion de l'interculturel.

2 L'INTERCULTUREL

Le terme d'« interculturel » traduit la mise en relation de phénomènes culturels, et donc l'échange social. Cet échange peut être qualifié comme une interaction entre deux individus ou plus, ou bien deux cultures nationales différentes ou plus. C'est-à-dire qu'il existe des synergies entre les cultures qui peuvent aboutir à des améliorations sensibles et accroître l'efficacité des équipes.

Il est plausible de considérer les sociétés humaines comme des structures qui entretiennent des relations mutuelles, dans une solidarité de liens, de contacts : « l'interculturel est constitutif du culturel » (Todorov, 1986, p.16). Une culture en son intérieur même se constitue par un travail constant de traduction, de passage de code (transcodage) ou de « transvaluation »⁹ (Northrop Frye). Il n'y a pas que l'enfermement ou le « malinchismo »¹⁰ culturel ; il y a la vérité des compositions relationnelles.

Selon Claude Claret dans sa préface à *Maghreb arabe et Occident Français* d'Edgard Weber (1989) : « qui dit interculturel dit, en donnant tout son sens au préfixe inter, interrelation, interconnaissance, interaction, échange, réciprocité... et en donnant tout son sens au mot culture : reconnaissance des valeurs des représentations symboliques, des modes de vie auxquels se réfèrent les autres (individus, groupes, sociétés), dans leurs relations avec autrui et dans leur appréhension du monde ; reconnaissance des interactions et interrelations qui interviennent entre les multiples registres d'une culture et entre les différentes cultures ».

Dans le champ des cultures, il y a donc un rapport dynamique entre plusieurs entités dans leurs processus de valeurs et de diversité. L'interdépendance des cultures est au sein même de la transmission des savoirs. Mais lorsqu'il y a conflit ou rapport de force, il faut chercher la « cohérence complexe » par le bénéfice pratique de l'emprunt¹¹, par les constructions syncrétiques comme l'analyse bien Carmel Camilleri (1989)¹².

- **La réappropriation** : le trait que l'on croit étranger est déclaré se trouver déjà dans le patrimoine originel, mais on l'avait occulté. On ne sort donc pas de sa culture en l'adoptant.
- **La dissociation aux formes diverses** : par exemple on évite le conflit entre les adhésions à une valeur ancienne et une valeur nouvelle en dissociant leurs cibles : ainsi, critiquer l'antique éducation dispensée par les parents au nom de la science moderne ne nuit en rien au respect traditionnel qu'on leur doit ; car celui-ci porte sur leur personne, tandis que la critique s'adresse à des conduites dont ils n'étaient pas responsables.

sont des légendes, des histoires associées au passé de l'entreprise qui servent à renforcer les valeurs communes. Ils peuvent être liés à des personnalités ou à des situations qui marquent ou qui ont marqué la vie de l'entreprise.

⁹ *Changement de soi pas l'autre, par le truchement de l'autre.*

¹⁰ *Adoption catégorique des valeurs de l'autre*

¹¹ *La maximalisation des avantages des codes adoptés par rapport aux premiers codes de l'identité dite première.*

¹² *Carmel Camilleri, CHOCS DES CULTURES (l'Harmattan, 1989)*

- **L'articulation organique des contraintes** : d'après laquelle non seulement toute nouvelle conduite apparemment antithétique n'est pas opposée à une ancienne représentation, mais elle s'en tire logiquement : on est ainsi amené à tirer le nouveau du traditionnel et inversement. Exemple : c'est pour que la femme réalise encore mieux ses rôles traditionnels d'épouse et de mère qu'il faut l'instruire. On vise à une articulation logique entre les items contraires, qui représente la vraie synthèse.
- **La manipulation de la liaison entre la représentation-valeur à laquelle on déclare adhérer et sa mise en pratique** :

Elles aussi sont diverses. On en distinguera deux grandes formes :

Celles qui aboutissent à surseoir à son application dans les faits. Par exemple on dit accepter le principe de l'égalité des sexes, mais on fait l'état de diverses raisons qui le font juger inapplicable dans l'état actuel des choses.

Celles qui amènent à l'appliquer autrement qu'il ne l'a été dans le passé. par exemple on réaffirmera très largement, chez les jeunes Maghrébins, les valeurs fondamentales de respect des parents, d'honneur familial, de croyance religieuse, mais on prétendra les dégager des anciens préceptes rigides de leur mise en pratique afin d'adopter celle-ci aux temps présents. Ce faisant on estime non seulement ne pas trahir, mais progresser dans la fidélité au système originel, puisqu'on restaure ses valeurs dans leur esprit au lieu de rester emprisonné dans la lettre.

L'interculturel n'est pas donc un objectif mais un état à aménager, à contourner dans un espace de communication. Voici ce qu'en dit Carmel Camilleri¹³ :

L'état de simple coexistence de cultures différentes en un même groupe définit seulement, on le sait, le « pluriculturel »(ou « multiculturel »). Dans pareille situation leurs rapport sont laissés au hasard et à la conjoncture ; elles peuvent se tenir dans l'isolement ou entre en conflit. Pour s'élever à l'interculturel il faut, dépassant, ce stade, viser à construire entre elles une relation convenablement régulée permettant d'accéder à un nouveau plan : celui d'une formation unitaire harmonieuse transcendant leurs différences sans les évacuer. Nous demeurons donc bien dans le sens des analyses que nous venons de présenter : puisque, pour y parvenir, il faut à tout le moins établir entre les porteurs des cultures en présence la communication correcte respectant les conditions que nous avons précisées.

D'où, pour reprendre les formules de (M.Abdallah-Pretceille, 1997) la nécessité, si l'on veut « éduquer au futur », de « socialiser au pluriel ». Car l'avenir nous imposera la gestion de plus en plus complexe de la diversité qui se multiplie, d'une part, et surtout se revendique, de l'autre. Ce ne sera là, d'ailleurs, que le développement d'un mouvement connu : depuis le tournant de l'industrialisation, un nouveau modèle général de socialisation s'est implanté, habituant les individus à prendre en compte la différenciation sociale, devenue spécialement importante, et à s'y adapter. Puis l'évolution des représentations a désigné celles des différences à considérer comme légitimes et à respecter : religieuses, politiques, syndicales, « régionales »...Prendre en compte les différences de culture serait le prochain acquis de cette nouvelle socialisation. L'option en sa faveur peut se présenter comme justifiée par le simple réalisme. Et selon les résultats obtenus lors de notre recherche sur terrain, le Maroc est aussi concerné par le phénomène de l'interculturel comme l'atteste le tableau ci-dessous qui dépeint l'arrivée de certains cadres managers dans le secteur de tourisme depuis l'année 2001 :

Depuis quand est-il installé au Maroc?	Nb. Cit.	Fréq.
Non réponse	10	14,3%
Moins de 2001	10	14,3%
De 2001 à 2002	0	0,0%
De 2002 à 2004	0	0,0%
De 2004 à 2005	10	14,3%
De 2005 à 2006	0	0,0%
De 2006 à 2008	20	28,6%
2008 et plus	20	28,6%
TOTAL OBS.	70	100%

¹³ Carmel Camilleri, *Op. Cit*

Et comme vous le remarquez, un seul enquêté manager est installé au Maroc depuis 2001 avec un pourcentage de 14,3%. La majorité n'est au Maroc que récemment et ce depuis 2004 et plus. Ce qui veut dire que l'intensité avec laquelle ce phénomène de l'interculturel s'instaure est en évolution vu le travail qu'a fait dernièrement le Maroc au niveau des investissements et au terme d'attractivité internationale.

La relation entre groupes culturels distincts présente par conséquent des risques qui peuvent évoluer vers la domination, la normalisation ou vers des conflits graves en cas de résistance active des autres groupes culturels. Il convient par conséquent d'identifier et d'analyser attentivement les mécanismes de base d'une relation interculturelle, afin d'avoir une meilleure maîtrise des risques encourus.

2.1 LES AVANTAGES DE LA DIVERSITE POUR LES ENTREPRISES

S'adapter aux contextes locaux.

La diversité culturelle apporte un éclairage nouveau et ciblé sur les préférences des consommateurs, en fonction du pays et des évolutions de la société. Elle permet ainsi à une entreprise multiculturelle d'avoir une meilleure connaissance et compréhension de ses marchés, en ayant une pratique des habitudes et usages des populations concernés.

Innovier par la confrontation de points de vue.

D'après les travaux de BETLETT¹⁴, l'innovation constitue un des objectifs prioritaires, dont les entreprises multiculturelles peuvent bénéficier en raison des avantages liés à l'exploitation des différences. Les différences entre cultures sont en effet considérées comme un moyen d'élargir la base de connaissance d'un groupe, lui en permettant d'accéder à d'autres croyances, valeurs et normes de conduite. La réalité interculturelle offre par conséquent l'occasion d'une confrontation des idées et des analyses, en faisant émerger de nouvelles hypothèses fondées sur des connaissances spécifiques issues de contextes culturels différents.

Attirer des cadres à haut potentiel

La diversité culturelle peut servir les intérêts de l'entreprise en matière de gestion des ressources humaines. Elle peut en particulier permettre d'attirer les cadres les plus talentueux, en leur offrant des perspectives intéressantes d'évolution de carrière.

Répondre à la complexité de l'environnement.

Elle peut en particulier assouplir certains principes d'organisation, tels que la coordination hiérarchique ou l'unité de commandement qui constituent (très souvent) un frein dans le cas de changements fréquents et rapides. La diversité culturelle permet également d'améliorer la manière de fonctionner de l'entreprise, en favorisant des systèmes d'apprentissages appropriés. La complexité des organisations mondiales impose en effet aux responsables de repenser leur mode de fonctionnement, notamment en matière de responsabilités et de gestion de projet. La diversité culturelle, en instaurant comme critère d'efficacité, la pluralité et d'hétérogénéité, contribue fortement à changer les mentalités et à créer des conditions nouvelles dans la manière de gérer les équipes et d'organiser le travail des salariés.

Dans la pratique, il est beaucoup plus difficile d'exploiter les avantages de la diversité, en particulier au sein des grandes entreprises, et ce pour deux raisons : la première tient au nombre considérable de domaines dans lesquels les différences se manifestent, et la seconde à la nécessité de préserver la cohésion de l'entreprise en même temps que sa diversité. Ce qui montre d'ailleurs que la diversité peut affecter négativement les processus organisationnels et la performance des entreprises.

¹⁴ Bartlett, C. A., and S. Ghoshal. *Managing Across Borders: The Transnational Solution*. Harvard Business School Press, 1989.

2.2 LES RISQUES DE LA DIVERSITE POUR LES ENTREPRISES

Susciter des incompréhensions

Lorsque les membres d'un groupe partagent la même culture nationale, les solutions apportées ont des chances d'être plus rapide et naturelles et de demander moins d'efforts. A l'inverse, la diversité des équipes peut ralentir le processus de réalisation, en suscitant des incompréhensions. Elle peut en effet limiter les flux de communication (entre les membres), en raison de la difficulté à comprendre une langue étrangère. Mais les différences culturelles peuvent également concerner le comportement des acteurs qui peut en fonction de la culture, analyser différemment une situation et agir de façon spécifique. Ces écarts culturels peuvent dès lors rendre intelligibles certains comportements (ou actions) et créer des malentendus au sein des équipes de travail.

Accentuer les dysfonctionnements

Des échanges interculturels fréquents peuvent poser de réels problèmes d'organisation, en raison de la difficulté à comprendre le système de références des personnes de nationalités différentes. En effet, lorsqu'une personne coopère avec une autre, elle n'agit pas seulement en tant qu'individu. Elle va également se comporter et réagir en fonction de son histoire, de sa culture, c'est-à-dire comme membre d'une communauté donnée avec ses spécificités linguistiques, juridiques, sociales, ethniques et religieuses (Amado, faucheur et Laurent, 1990). Les différences de nationalités au sein d'une entreprise donnée peuvent par conséquent entraîner des oppositions au niveau du style et système de management, compte tenu des valeurs privilégiées par chaque culture (KLUCKOHN, STRODTBECK, 1961).

Accélérer le taux de rotation du personnel

La stabilisation du personnel dépend de la capacité de l'entreprise à créer les conditions de sécurité et de stabilité dans le cadre de son organisation du travail. Pour ce faire, l'entreprise a besoin de fédérer des acteurs autour de projets ou d'actions, leur faisant prendre conscience que leurs ressemblances sont supérieures à leurs différences. Dès lors, l'arrivée de nouveaux arrivants de cultures très différentes en nombre important (dans le cadre de recrutement massif ou de politique de fusions-acquisition) peut venir rapidement endiguer ce processus de construction collective, en créant des tensions et des rivalités entre le nouveau et les anciens salariés. L'existence d'un vécu particulier, l'adhésion à des valeurs et des normes distinctives, la mise en avant de compétences spécifiques sont en effet à même de provoquer une compétition entre les groupes culturels. Une telle situation a naturellement des conséquences sur les performances des équipes, le climat social et la stratégie personnelle des acteurs (redistribution des cartes de pouvoirs et de légitimité). Il y a donc un réel risque d'assister au départ des personnes clés de l'organisation (anciennes ou récemment recrutés), selon l'évolution des positions de chacun au sein de la structure et l'intensité des conflits interpersonnels. Une diversité non comprise par les acteurs et mal gérée peut de ce fait accélérer la rotation du personnel et créer une instabilité interne.

Les perceptions sélectives, la peur de la différence, les préjugés, la tendance à la schématisation constituent des filtres et des écrans qui font obstacle à une ouverture sur l'autre et à la reconnaissance des diversités. La relation entre groupes culturels distincts présente par conséquent des risques qui peuvent évoluer vers la domination ou des conflits graves en cas de résistance active des autres groupes culturels.

Générer des conflits

La réalité de la diversité peut se révéler particulièrement délicate à gérer, en raison de facteurs de compétition interne et externe (critères de performances, recherche de solutions ou de gains) et de la dispersion géographique qui caractérise les équipes ou organisations internationales. L'exigence de résultats, la pression temporelle, l'absence de liens de proximité entre les équipes peuvent en effet accentuer les différences culturelles et créer des conflits destructeurs de valeur pour l'entreprise, comme le montre le rapprochement entre Daimler Benz et Chrysler.

2.3 LES MECANISMES DES CONFLITS CULTURELS

La culture devient dès lors un outil d'analyse à travers lequel nous regardons et jugeons l'autre. La tendance naturelle de tout individu consiste généralement à appréhender l'autre par rapport à sa propre culture, en instaurant une forme de hiérarchisation entre les cultures. Cette hiérarchie n'est autre que le fruit d'une comparaison interculturelle qui tend à renforcer la distance culturelle entre les groupes. Le danger réside par conséquent dans la menace des stéréotypes et autres généralisations négatives à l'encontre des autres cultures.

La catégorisation culturelle

La notion de catégorisation relève du principe d'économie cognitive. Dans sa relation à l'autre, l'individu va dès lors chercher à le catégoriser, c'est-à-dire le classer dans différentes classes (groupes), en le jugeant sur un nombre limité de variables qu'il juge distinctives (Tajfel, 1981). Selon le principe de catégorisation cognitive, l'information sur le groupe va dès lors primer sur l'analyse approfondie des spécificités de chaque personne. Cette logique de catégorisation va ainsi permettre à l'individu de mettre de l'ordre dans ce qui l'entoure (Biernat, Vescio, 1993), en lui permettant de s'orienter et d'agir.

Les conséquences cognitives de la catégorisation sont nombreuses. Elles conduisent à percevoir les différences entre les membres de catégories ou groupes différents comme étant plus importantes qu'elles ne le sont en réalité. La catégorisation a donc pour principal effet d'accentuer les similarités intragroupes et les différences intergroupes (Ashforth, Mael, 1989).

2.3.1 LES ERREURS COURANTES À L'ORIGINE DES CONFLITS CULTURELS

De manière générale, l'existence de conflits entre groupe provient de l'utilisation consciente ou inconsciente d'une simplification de la réalité, à travers de stéréotypes, de préjugés ou jugements de valeurs. La confrontation à un autre groupe engendre, en effet, des idées préconçues qui permettent à l'individu de réduire la complexité (simplification cognitive), d'augmenter le sentiment de sécurité (refus de sortir de son cadre de référence) et de renforcer son estime de soi par une dévalorisation de l'autre (subjectivité des perceptions).

Les stéréotypes

Les stéréotypes sont des croyances instantanées que les personnes ou les groupes sociaux portent les uns sur les autres et qui consistent à voir tous les membres sans distinction, à travers des caractéristiques générales (approche prototypique) ou exemplaires (stockées dans la mémoire des individus), simplification, répétitives et donc proches de la caricature (Koomen, Dijker, 1997 ; Bouhris, Leyens, 1994).

Les stéréotypes culturels sont très prégnants notamment dans les relations entre cultures de pays différents. Plus au moins fondées, ces représentations vont généralement servir de points de repères lors de premiers échanges entre individus de nationalités différentes.

Les préjugés

Le mot préjugé signifie « juger avant », c'est-à-dire parvenir à une conclusion au sujet d'une personne (juger) avant même de la connaître (pré). Il renvoie donc à une logique de subjectivité, alors même qu'il est souvent ressenti comme une opinion impersonnelle.

Sans fondement empirique (expérience) ou rationnel (approche analytique), amenant les individus à apprécier une personne en fonction de son appartenance catégorielle. Le préjugé est avant tout une évaluation dont la valence est à dominante négative. Le préjugé et les stéréotypes sont liés au sens où ils supposent le regroupement d'individus au sein d'une même catégorie, unis par des rapports de similarités qui transcendent les spécificités individuelles (Azzi, Klein, 1998).

Les jugements de valeurs

Milton Rokeach (1973) définit la valeur comme « une croyance durable¹⁵ selon laquelle un mode de conduite ou un état final d'existence est personnellement ou socialement préférable à un mode de conduite ou état d'existence opposé ou contraire ». On considère généralement que les valeurs sont organisées en systèmes ; elles sont ordonnées, hiérarchisées par importance relative (échelle de valeurs). Les valeurs ont une charge affective. L'adhésion n'est pas seulement rationnelle. Elle résulte d'un mélange de raisonnement et d'intuition dans lequel l'affectivité joue un rôle important.

On oppose traditionnellement jugements de valeur et jugements de réalité. Dans un jugement de réalité, on se contente de constater la réalité d'un objet ou d'un fait. Un jugement de valeur se veut plus qu'une simple expression de préférence. Il comporte une appréciation fondée sur les caractéristiques de l'objet ou sur des critères qui peuvent être discutables mais

¹⁵ Une valeur peut néanmoins évoluer avec le temps et l'espace et doit être rapportée à une société et à un contexte donnés (époque). Un changement de valeurs est plus souvent une transformation dans la hiérarchie des valeurs qu'une création de nouvelles valeurs. Avec le temps, la hiérarchie des valeurs peut se modifier, certaines valeurs dominantes étant progressivement remplacées par des valeurs variantes.

qu'on cherche à rendre universels. Un jugement de valeur est par conséquent un énoncé normatif affirmant ce qui devrait être ou non ce qui est, était ou sera. Il n'est ni vrai ni faux. Il est toutefois acceptable ou non-acceptable sur la base de l'argumentation qui le justifie. L'acceptabilité d'un jugement de valeur dépend, entre autres choses, de sa cohérence. D'où l'importance d'une nouvelle notion qui n'est que la communication interculturelle.

Et sur le tableau suivant et selon toujours notre étude nous avons constaté que Les différences culturelles entraînent des problèmes du genre :

Les différences culturelles	Nb. cit.	Fréq.
Perception	10	14,3%
Communication	40	57,1%
Motivation	10	14,3%
Autre.....	10	14,3%
TOTAL OBS.	70	

Comme interprétation de ces résultats nous pouvons dire que Les différences culturelles constituent une source de complémentarité pour la majeure partie de nos questionnés et entraîneraient des problèmes de communication (57.1%).

Voilà donc une perception assez négative de la différence culturelle au sein de l'entreprise. L'interculturel n'est pas perçu comme un atout à exploiter pour réaliser les objectifs personnels et professionnels des cadres étrangers, mais comme un problème à régler.

3 LA COMMUNICATION INTERCULTURELLE

Face à des organisations devenues mondiale, la communication interculturelle devient essentielle dans la gestion et le développement des entreprises. Mais avant qu'est-ce qu'entend par la notion de communication ?

3.1 UNE APPROCHE DE LA COMMUNICATION

La communication est un processus complexe se déroulant sur plusieurs niveaux, en particulier verbaux, émotionnels et gestuels. Ce processus ne peut être isolé des contextes de l'interaction, qui doivent être soigneusement étudiés.

3.1.1 LE PROCESSUS DE COMMUNICATION

Le processus de communication peut être décrit comme un processus composé de huit étapes (Kotler, 1997) :

- **L'émetteur**, c'est-à-dire l'individu ou l'organisation qui est à l'origine de la communication.
- **Le codage**, à savoir la façon dont l'émetteur va transférer ses idées en éléments symboliques, images, formes, langage (verbal/non verbal)...le codage concerne par conséquent la manière dont l'émetteur va organiser et structurer son message ;
- **Le message** (et ses supports), c'est-à-dire les informations et productions symboliques transmises par l'émetteur à travers différents moyens de communication ;
- **Le décodage** ou le processus par lequel le récepteur va attribuer une signification et un sens au message diffusé par l'émetteur. Les modes d'évaluation portent à la fois sur le fond (contenu du discours) et sur la forme (expression).
- **Le récepteur de la communication**, c'est-à-dire la personne ou l'ensemble des acteurs à qui le message est destiné ;
- **La réponse** ou l'ensemble des réactions du récepteur après réception du message ;
- **La rétroaction (feedback)** ou la partie de la réponse du récepteur (message, réaction, attitude) qui est communiquée à l'émetteur.
- **La nature du contexte qui peut venir modifier le processus de communication.**

Après cette brève définition de la notion communication, la notion de la communication interculturelle s'impose comme notion à définir et étant une nouvelle notion qui prend de place de plus en plus dans les organisations internationales.

3.2 UNE APPROCHE DE LA COMMUNICATION INTERCULTURELLE

3.2.1 LES ENJEUX DE LA COMMUNICATION INTERCULTURELLE

L'intérêt et les enjeux de la communication interculturelle pour l'entreprise s'intéressent au rôle du dirigeant en matière de communication et aux risques éventuels posés par l'émission et la réception de message dans un contexte multiculturel.

La communication interne et externe

La communication est un aspect fondamental d'une politique organisationnelle, puisqu'elle contribue à son développement et au maintien des relations entre les acteurs de l'entreprise, à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisation. Elle comprend la communication interne chargée de diffuser l'information à l'intérieur de l'organisation (service, unité, département) et la communication externe destinée à promouvoir l'activité de l'entreprise et son image. La communication revêt un caractère stratégique pour les entreprises, dans la mesure où elle doit concilier efficacité et cohérence, en faisant en sorte que l'ensemble des messages puisse s'insérer dans un système, afin qu'ils se renforcent les uns et les autres.

La communication interne a comme objectif de mettre en commun, d'échanger, de partager différentes informations, en vue d'améliorer la compréhension des acteurs et favoriser des relations internes constructives.

La communication interne a donc un rôle essentiel d'intégration, en permettant de conserver les meilleurs éléments (variable fidélité) et d'optimiser le rendement individuel et collectif des collaborateurs (variable productivité). Elle joue un rôle important dans la gestion d'une entreprise. Elle permet d'accroître sa notoriété et de donner une image cohérente et valorisante à l'organisation. La communication externe a de ce fait un rôle essentiel pour assurer un fort pouvoir d'attraction vis-à-vis des différentes parties prenantes de l'entreprise (variable attractivité). La communication interne et externe dans un contexte interculturel constitue un défi important pour tout responsable devant faire face à des individus de profils différents.

La communication entre deux cultures différentes tend à stimuler l'imagerie mentale des individus, en les focalisant sur les aspects culturels et symboliques de la communication (éléments de contexte, modalité relationnelle, dimension visuelles...), plutôt sur les caractéristiques même du message.

3.2.2 LES CARACTÉRISTIQUES

En matière de communication interculturelle, un des premiers objectifs est de prendre le contrôle de l'espace symbolique, et notamment du langage, en communiquant sur une ambition qui puisse interpeller le destinataire du message. Il doit pour cela établir une congruence thématique entre l'émetteur et sa cible, en vue de bâtir la relation autour de fondements communs. Une fois l'action réalisée, il importe dans le cas de relations interculturelles que la connexion établie puisse avoir un caractère positif et maîtrisé. Il faut en effet éviter que le message renvoie à des interprétations stéréotypées, critiques ou négatives. Les responsables doivent également veiller à communiquer une cohérence interne et externe, en montrant à différentes parties prenantes que la diversité culturelle est au cœur de la stratégie et constitue un des atouts clés de l'entreprise.

L'engagement du dirigeant

La communication se présente par conséquent comme un des moyens à la disposition du dirigeant pour exercer une influence sur l'image que les collaborateurs se font d'eux même et sur la perception qu'ils ont de leur organisation (Westphalen, 2001). Elle doit permettre d'instaurer la confiance entre le dirigeant et les autres acteurs de l'entreprise (salariés, clients, fournisseurs...). Dans ce type de situation, il s'agit de privilégier une communication de type « interactionniste » pour promouvoir une forme de communication adaptée au contexte de la diversité qui mise sur la confiance et l'interaction.

Le dirigeant doit pour cela être capable de définir une vision claire et des objectifs partagés et de les diffuser à l'ensemble de son environnement, en évitant certains dérivés. Le dirigeant a par conséquent une fonction essentielle dans la mise en place d'une politique de communication efficace à destination d'un large public aux caractéristiques, attentes et motivations variées. Il est proposé, à partir de la typologie développée par (H. Mintzberg, 1984), d'analyser sa contribution au niveau des rôles interpersonnels (rôles de symbole, de leader et d'agent de liaison) et des rôles d'information (rôles d'observateur, de

diffuseur, de porte-parole). Alors le tableau ci-dessous nous montre quels sont les facteurs qui peuvent altérer négativement la cohésion des équipes interculturelles :

la cohésion des équipes	Nb. cit.	Fréq.
Absence de communication interculturelle	50	71,4%
Uniformisation des pratiques managériales	10	14,3%
Non-respect des différences culturelles	60	85,7%
Méconnaissance des membres des équipes les uns des autres	10	14,3%
Autre.....	0	0,0%

C'est ainsi que, 85.7% de nos enquêtés affirment que le facteur le plus important qui peut altérer négativement la cohésion des équipes interculturelles est le non respect des différences culturelles. Le deuxième facteur par ordre d'importance est l'absence de communication interculturelle entre le personnel. Le troisième élément et respectivement est de 14.3% est qui est l'uniformisation des pratiques managériales et méconnaissance des membres des équipes les uns des autres ce qui veut dire que les différences culturelles constituent une source de complémentarité pour la majeure partie de nos questionnés (85.7%). Ici aussi, le recours à plusieurs réponses à la fois à fait que le cumul des réponses dépasse les 100%.

DISCUSSION

Les données que nous avons recueillies après avoir administré le questionnaire nous ont permis d'aboutir aux constats suivants.

D'abord, les managers des entreprises enquêtées sont sensibles à la question de la communication interculturelle. Ils la prennent presque tous en considération lors de leur gestion. En fait, ils sont contraints de l'adopter puisqu'ils ont en fait l'élément de l'expatriation de différents pays vers le Maroc.

Cependant, nous avons noté que ces managers ne prennent pas au sérieux le phénomène de l'interculturel. En effet, ils n'ont pas prévu de formation pour leur personnel en la matière, croyant que leur expérience et leur savoir-faire peuvent seuls leur permettre de régler des conflits d'ordre culturel.

Nous avons également observé une représentation négative de la différence culturelle qui est assimilée à un problème plutôt qu'à un avantage concurrentiel pour l'entreprise. Elle ne sert aucunement à motiver le personnel selon nos enquêtés du coup elle ne permet pas encore à réaliser les objectifs professionnels de nos enquêtés.

Pour ce qui est du style de management, les données recueillies n'ont pas permis d'identifier des pratiques managériales communes en matière d'interculturel pour nos questionnés. Il n'en demeure pas moins vrai que la majeure partie d'entre eux adoptent un style de management plutôt directif où c'est le manager qui règle les problèmes, prend les décisions et fait appliquer les règles et conventions. Lequel style appartient en toute logique à l'école européenne surtout française connue par un style directif et une certaine lourdeur administrative.

Les hypothèses que nous avons émises concernant la corrélation entre la réalisation des objectifs professionnels à la question de la communication interculturelle n'ont pas été validées. En effet, les données recueillies ne permettent pas de mettre en lumière cette corrélation.

CONCLUSION

La plupart des grandes entreprises, aujourd'hui, mettent en avant leur diversité et leur dimension internationale. Cette communication sur l'ouverture s'accompagne souvent d'une politique de ressources humaines a priori favorable à une intégration d'effectifs issus de différentes cultures, profils et nationalités susceptibles d'enrichir la savoir-faire du groupe et d'apporter de nouvelles idées pour pénétrer les différents marchés cibles. Il est pourtant surprenant de constater à quel point (en dépit de certains efforts) le discours diffère encore de la réalité. Au niveau de l'étude proprement dite, nous avons

voulu aborder la question des différences culturelles de manière ouverte, en évitant toute démarche normative. C'est pourquoi, tout au long de notre travail, nous avons essayé de donner un éventail représentatif des différentes tendances et options actuellement en cours dans le domaine de la communication interculturelle.

De plus, il a semblé important de faire le point sur les enjeux de la communication interculturelle. En effet, la question de la communication interculturelle à été et demeure au centre des préoccupations des dirigeants d'entreprises désireux de se développer à l'international. Néanmoins, la nature et l'ampleur du problème conduisent à poser différemment la question de l'interculturel. Historiquement, cette question a été posée au regard des différences nationales, dans un contexte où l'Etat nation gardait toute sa souveraineté et où les frontières entre pays étaient clairement définies. La question de l'interculturel tend aujourd'hui à se poser différemment, afin d'être en accord avec les évolutions politiques, économiques et sociales qui en l'espace de dix ans ont considérablement modifié le cours des échanges internationaux.

D'expérience, l'interculturel fait souvent l'objet de clichés portant sur les cultures nationales : les français sont arrogants, les Allemands rigoureux....que ces clichés soient vrais ou faux, peu importe. Le management ne peut pas s'arrêter à une vision aussi grossière des choses.

Dans le cadre de cette nouvelle tendance, il apparaît aujourd'hui opportun d'aborder la question culturelle sous deux angles : sous un angle macroéconomique en mettant en lumière de nouvelles formations au profit de nos futurs cadres, qui deviendront progressivement les acteurs économiques et politiques de ce monde en pleine reconstruction (modèle nord-américain, modèle asiatique, modèle européen...), et sous un angle plus régionale en tenant compte de zones à forte identité régionale. Ainsi, de la communication interculturelle doit désormais s'opérer à deux niveaux, pour avoir une vision réaliste et précise des comportements et pratiques des entreprises.

Dans ce sens, notre recherche sur terrain nous a permis d'identifier le souci de la question interculturelle chez un certain nombre des managers étranger sur Agadir, mais ce souci ne s'est pas développé au point de constituer pour notre population une priorité dans la gestion de leurs entreprises. En effet, aucune action formalisée n'est faite pour prévoir ou sensibiliser au phénomène (formation, séminaire, échanges avec d'autres entreprises...).

C'est pourquoi nous pensons qu'il est temps pour ces entreprises et pour toutes les entreprises de s'atteler à la tâche. La communication interculturelle n'est plus un luxe pour l'organisation, c'est plutôt la condition sine qua non de sa survie dans un monde qui se rétrécit de plus en plus, et où l'on a besoin de toutes formes de compétences, interculturelle en l'occurrence.

C'est ainsi donc, que le profil du professionnel de notre temps actuel doit maîtriser parfaitement les langues et surtout la langue universelle (l'anglais) ; doit savoir communiquer efficacement dans une culture autre que la sienne et pouvoir gérer l'interaction des différents univers culturels. Réussir à transformer les blocages et à en tirer les avantages devient une preuve d'intelligence. Telle est la clé de la réussite dans un monde globalisé.

Notre recherche n'est que le premier pas vers une analyse plus poussée des phénomènes interculturels et les interactions qui surviennent dans les différentes situations interculturelles au sein d'une organisation. En effet, nous sommes contents d'étudier le point de vue du manager étranger, et ce pour des raisons d'échéances et de moyens également.

Le thème de la communication interculturelle n'est donc pas prêt de se réduire et demande une attention particulière. Dans notre société poste moderne, où les revendications individuelles se renforcent, où la prise en compte de l'altérité devient essentielle, se profilent d'autres thèmes connexes, notamment le management de la diversité. La diversité et son management s'avéreront être les compétences clés des modèles de leadership et de management du 21^{ème} siècle. Prendre en compte l'interculturel est sans doute le premier pas dans la bonne direction pour s'y préparer.

REFERENCES

- [1] Atamer (F.) et Calori (F), Diagnostic et décisions stratégiques, édition DUNOD, (1999).
- [2] Bessyre des Horts (CH.), Segalla (M.): « La GRH en Europe: une diversité des pratiques », in Revue française de gestion, janvier-février 2004.
- [3] Boyer (I.) et Equibey (N.), Organisation: théories, applications, Ed. D'Organisation, Paris, 1999.
- [4] Calliau (H.), l'esprit des religions: connaître les religions pour mieux comprendre les hommes, Ed. Milan, Toulouse, 2003.
- [5] Camilleri (C.), CHOCS DES CULTURES, édition l'Harmattan, 1989.
- [6] Barmeyer (C.), Management interculturel et styles d'apprentissages, 2007.
- [7] Chevrier (S.): « Le management des équipes interculturelles », Paris, Puf. 2000
- [8] Tanugi (C.), Le droit sans l'État, Paris, Puf, 1985.
- [9] COVA (B.), PRAS (B.), Que peut-on apprendre du management asiatique ?, 1995.

- [10] Dayan (A.), Manuel de gestion, Ed. Ellipses, Paris, 1999.
- [11] Deval (P.): « Le choc des cultures, management des cultures et gestion des ressources humaines », Paris, Eska. 1993
- [12] Dupriez (P.) et Vanderlinden (B.), Balises pour le management interculturel, ICN, Université Nancy II, 2002.
- [13] Weber (E.), Maghreb arabe et Occident français jalons pour une reconnaissance interculturelle, édition P.U.Mirail, 1989.
- [14] Etounga (M.), (D.), L'Afrique a-t-elle besoin d'un programme d'ajustement culturel, Éditions Nouvelles du Sud, 1991.
- [15] Hall (E.T.), la danse de la vie, le seuil, 1984.
- [16] Hall (E.T.), La dimension cachée, Ed. Seuil. Paris, 1973.
- [17] FAYOL (H.), Administration Industrielle et Générale, édition Paris, 1917.
- [18] Hofstede (G.), Différences culturelles dans le management, Ed. D'Organisation, Paris, 1987.
- [19] Hofstede (G.): « Vivre dans un monde multiculturel ». Paris. Editions d'organisation, 1994.
- [20] Pierre (P.): « Mobilité internationale et identité des cadres », Fontenay-sous-Bois, Sides, 2003.
- [21] Trompenaars (F.): « L'entreprise multiculturelle », édition Maxima. Paris, 1993.
- [22] Todorov (T.), « Le croisement des cultures », Communications, n° 43,1986.

Géochimie des eaux du barrage Bezirk dans le Cap Bon, Tunisie

[Geochemistry of waters of the Bezirk reservoir in the Cap Bon, Tunisia]

Samira Melki and Moncef Gueddari

UR. Géochimie et Géologie de l'Environnement, Département de Géologie, F.S.T,
Université Tunis El Manar, Campus Universitaire, 2092, Tunis El Manar, Tunisie

Copyright © 2015 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 Tunisia, irrigation in the arid and semi-arid areas is often accompanied by sodicity and alkalization of soils, leading to soil degradation and decreased crop yields. In this context, this study aims to analyze the spatio-temporal variation, and depending on depth of the water quality of the dam of Bezirk. Monitoring of physico-chemical parameters, concentrations of nutrients and major elements was performed to identify the factors and phenomena that govern their variations. Compilation and interpretation of all results show the main origin of the major elements is the chemical weathering of rocks exposed in the watershed and nutrients originate soil leaching and degradation of organic matter. The variation of the contents of dissolved inorganic nitrogen and phosphorus is linked to the level of dissolved oxygen, to the photosynthesis-respiration balance and to the degree of degradation of organic matter. The concentrations of the major elements are mainly controlled by dilution - evaporation balance, ion complexation and biologic activity. The values of conductivity, alkalinity and SAR show that waters of Bezirk dam are of good quality for irrigation and can be used without risk, particularly for moderately salt tolerant plants.

KEYWORDS: Bezirk dam, Tunisia, irrigation water, nutrients, major elements, SAR, alkalinity.

RESUME: En Tunisie, l'irrigation dans les régions arides ou semi-arides s'accompagne souvent de processus de salinisation, de sodicité et d'alcalinisation des sols, ce qui conduit à la diminution du rendement des cultures. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail qui a pour principal objectif d'étudier la variation spatio-temporelle et en fonction de la profondeur de la qualité des eaux du barrage Bezirk. Un suivi des paramètres physico-chimiques, des éléments nutritifs et des éléments majeurs a été effectué afin d'identifier les facteurs et les phénomènes qui régissent leurs variations. La compilation et l'interprétation de l'ensemble des résultats obtenus ont permis de déterminer l'origine des solutés et d'analyser leurs comportements géochimiques. On montre, en particulier, que les éléments majeurs proviennent de l'altération chimique des roches qui affleurent dans le bassin versant et que les éléments nutritifs ont pour origine le lessivage des sols et la dégradation, in situ, de la matière organique. La variation des teneurs des composés de l'azote et du phosphore est liée au taux d'oxygène dissous, au bilan photosynthèse-respiration et au degré de dégradation de la matière organique. Les concentrations des éléments majeurs sont contrôlées principalement par le bilan dilution – évaporation, par le phénomène de complexation ionique et par l'activité biologique. Les valeurs de la conductivité, du SAR et de l'alcalinité montrent que les eaux du barrage Bézirk, qui sont destinées à l'irrigation, sont de bonne qualité et peuvent être utilisées sans risque, en particulier pour les plantes moyennement tolérantes aux sels.

MOTS-CLEFS: Barrage Bezirk, Tunisie, eau d'irrigation, éléments nutritifs, éléments majeurs, SAR, alcalinité.

1 INTRODUCTION

En Tunisie, les contraintes climatiques, avec un apport pluviométrique modeste, inégalement reparté dans l'espace et très irrégulier dans le temps, et un pouvoir évaporant très fort, font que les ressources en eau sont limitées.

Pour faire face à ces facteurs physiques de rareté de l'eau en Tunisie, une stratégie nationale a été mise en place pour une gestion raisonnée de la ressource, surtout pour l'irrigation qui consomme plus de 80% des ressources totales mobilisées. Par ailleurs, la pollution hydrique liée à l'intensification de l'exploitation des ressources en eau, à l'accroissement des zones urbaines et industrielles et à l'intensification agricole prend de l'ampleur et menace de plus en plus la qualité et la quantité de la ressource. L'évaluation et le contrôle périodique de la qualité de l'eau d'irrigation sont donc nécessaires.

2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le bassin versant d'oued Bezirk est situé sur le flanc nord-ouest du Cap Bon, au Nord-Est de la Tunisie.

L'oued Bézirk résulte de la confluence de trois affluents (oued Houaz, oued Lella Mlouka, et oued Defla) et débouche dans le Golf de Tunis, près de la ville de Soliman (Fig.1).

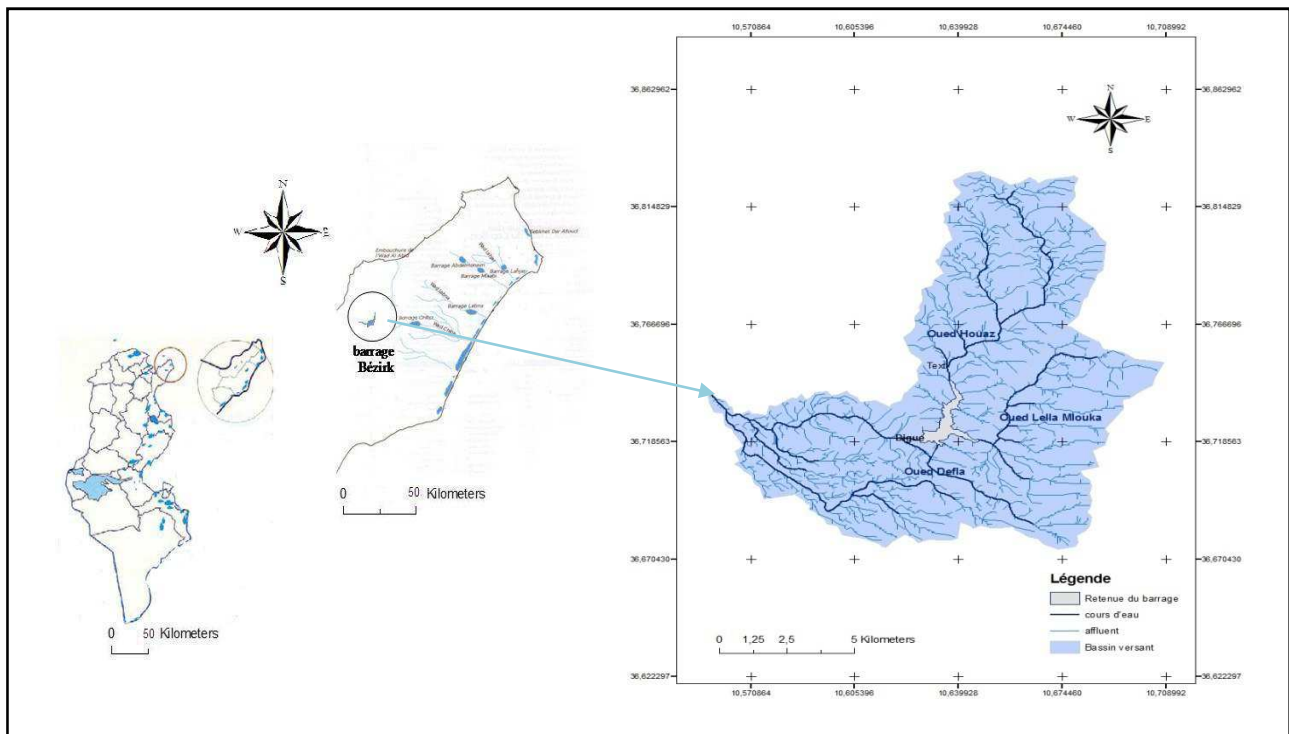


Fig.1. Localisation du bassin versant de l'oued Bezirk

Le bassin versant de la retenue du barrage Bézirk appartient à l'étage bioclimatique semi-aride supérieur. Le bilan précipitation-évaporation est déficitaire pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre, alors qu'il est légèrement excédentaire durant le reste de l'année.

Les formations géologiques qui affleurent dans le bassin versant de l'oued Bézirk les principaux sont les suivantes :

- Le Quaternaire récent: il est représenté par des sables à débris de gastéropodes terrestres, et couvre la plaine de Menzel Bouzelfa.
- Le Quaternaire ancien: il est formé par des sables lacustres à Helicidés, et affleure dans le bassin versant de l'oued Defla.-Le Vindobonien: il est constitué par des alternances de grés et de marnes, affleurant dans la majeure partie du bassin versant. C'est sur cette série que repose la digue du barrage [2].

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude géochimique des eaux du barrage Bézirk a été entreprise en effectuant deux campagnes d'échantillonnage, en avril et en juillet 2012, qui ont concerné la colonne d'eau au niveau de la tour de prise (un échantillon tous les deux mètres) et une campagne en juillet 2012, pour le prélèvement des eaux de surface dans l'ensemble de la retenue (Fig.2). Au total Vingt six échantillons ont été prélevés.

Les échantillons prélevés ont fait l'objet de mesures in-situ des paramètres physicochimiques (pH, T, O₂ dissous, Conductivité) et d'analyses au laboratoire des éléments nutritifs (nitrates, nitrites, azote ammoniacal, orthophosphates) et des éléments majeurs (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Cl⁻, SO₄²⁻ et HCO₃⁻).

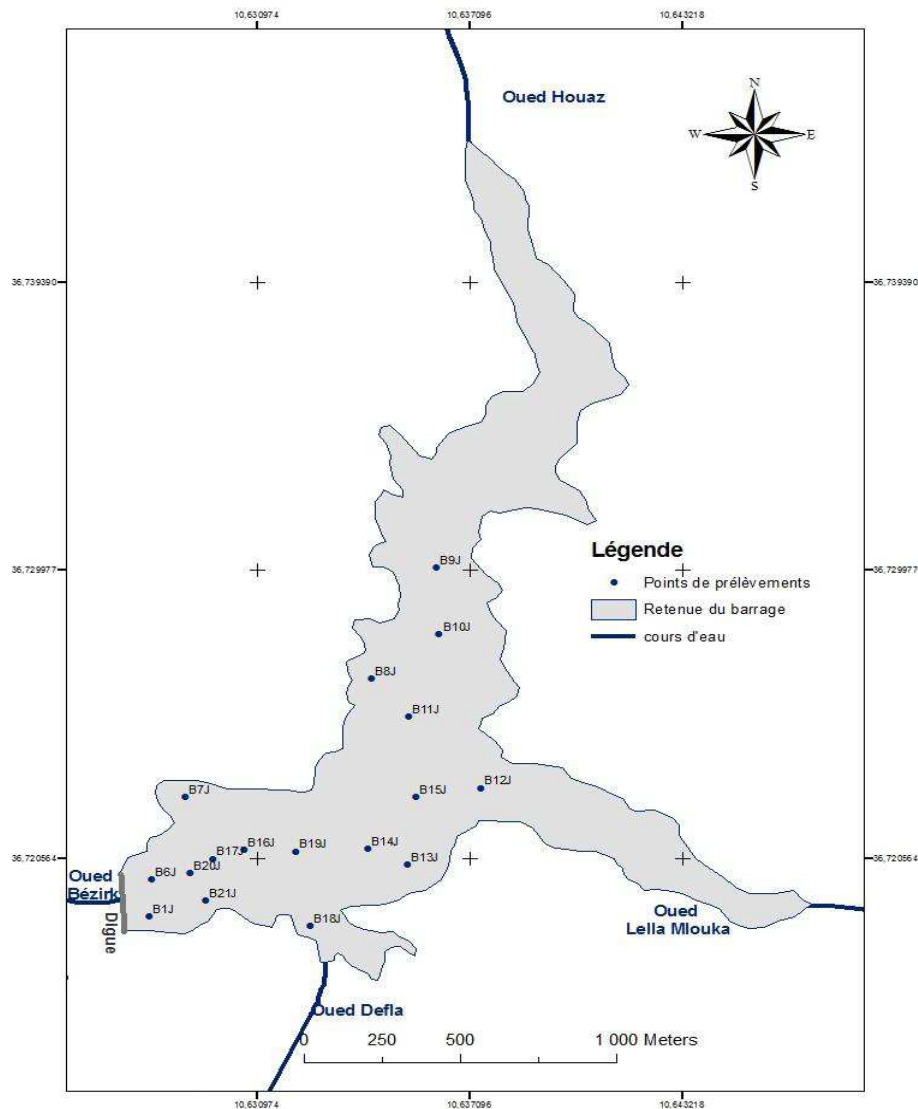


Fig.2. Carte de localisation des stations de prélèvements des eaux du barrage Bézirk

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 LES PARAMÈTRES PHYCICO-CHIMIQUES

Les profils thermiques des eaux prélevées en profondeur au niveau de la tour de prise du barrage ne montrent pas une variation notable le long de la colonne d'eau, pour les deux campagnes d'échantillonnages, avec des valeurs variant de 16 à

16,5°C en Avril et de 15,7 à 16,5°C pendant le mois de Juillet (Fig.3.a). Cette faible variation verticale de la température qui caractérise les eaux de la retenue est liée au brassage des masses d'eau et à la faible profondeur de la tranche d'eau. La température des eaux de surface varient de 14,5 à 16,5 °C (Fig.4.a).

Le pH des eaux prélevées à différents profondeurs, varie de 7,53 à 7,68 en avril et de 7,33 à 7,99, en juillet. Ces valeurs indiquent que les eaux du barrage Bézirk sont légèrement neutres à alcalines. Le suivi dans le temps de ce paramètre montre une variation assez significative en profondeur (Fig.3.b). En effet, le long de la colonne d'eau, on observe une diminution du pH quand la profondeur augmente, en particulier pendant le mois de Juillet. Cette diminution, serait en rapport essentiellement avec le bilan photosynthèse(P)-respiration(R) et avec l'augmentation de la pression partielle du CO₂. La variation du pH dans les eaux de surface est faible (Fig.4.b). En effet, les valeurs de ce paramètre sont comprises entre 7,52 et 8,26. Cette faible variation est en rapport essentiellement avec la faible variation de la température des eaux de surface, et du taux de CO₂ dissous.

La conductivité des eaux de la retenue Bezirk est relativement faible. Elle varie, en fonction de la profondeur, de 431 à 438 µs/cm pendant le mois d'avril et de 466 à 487 µs/cm, en juillet (Fig.3.c). La variation de la conductivité le long de la colonne d'eau montre, en général, une diminution lorsque la profondeur augmente. La comparaison des deux profils de la conductivité, pour les deux campagnes d'échantillonnage, montre que les eaux les plus chargées en sels dissous sont celles prélevées pendant le mois de Juillet. Cette variation est sous l'effet de l'évaporation ou de la dilution et de l'homogénéisation des eaux.

La teneur en oxygène dissous des eaux du barrage Bézirk varie, en fonction de la profondeur de 7 à 9,1 mg/l, en avril et de 2,7 à 7,5 en juillet (Fig.3.d). Pour les deux campagnes de prélèvement, la concentration en oxygène dissous diminue avec la profondeur. Cette diminution au fond de la retenue serait liée à la consommation de ce gaz dissous par les bactéries aérobiques qui décomposent la matière organique et à la diminution de l'activité photosynthétique. L'écart des valeurs entre avril et juillet serait lié à la variation de la température. Dans les eaux de surface de l'ensemble de la retenue, la teneur en O₂ dissous varie entre 6,9 et 8 mg/l. La carte de répartition de ces teneurs montre que les eaux les plus chargées en oxygène sont celles prélevées dans les zones où la tranche d'eau est faible, où l'eau stagnante, avec une tapis algaire. Ces zones sont localisées près des bordures de la retenue et dans les parties aval des oueds (Fig.4.c). Les taux élevés d'O₂ dissous sont liées à la diffusion de l'oxygène de l'air et au brassage des masses d'eau.

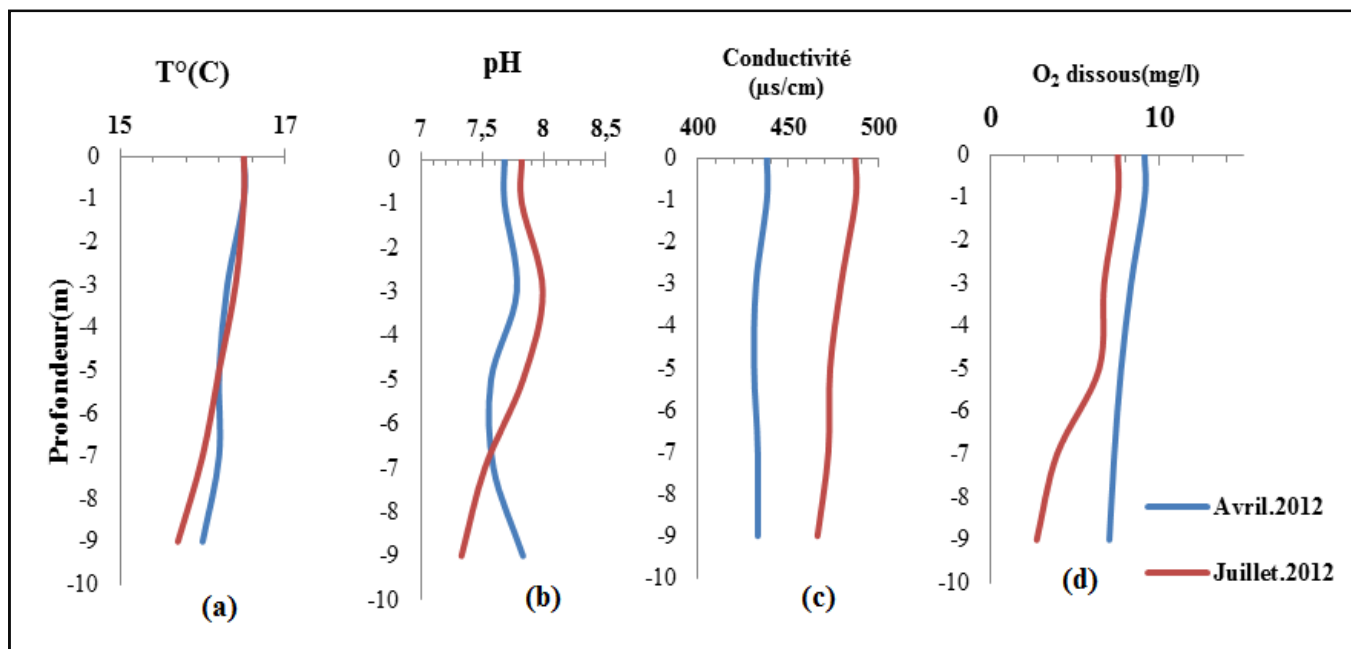


Fig.3. Variation en fonction de la profondeur de température (a), du pH (b), de la conductivité (c) et de la teneur en O₂ dissous dans les eaux du barrage Bezirk

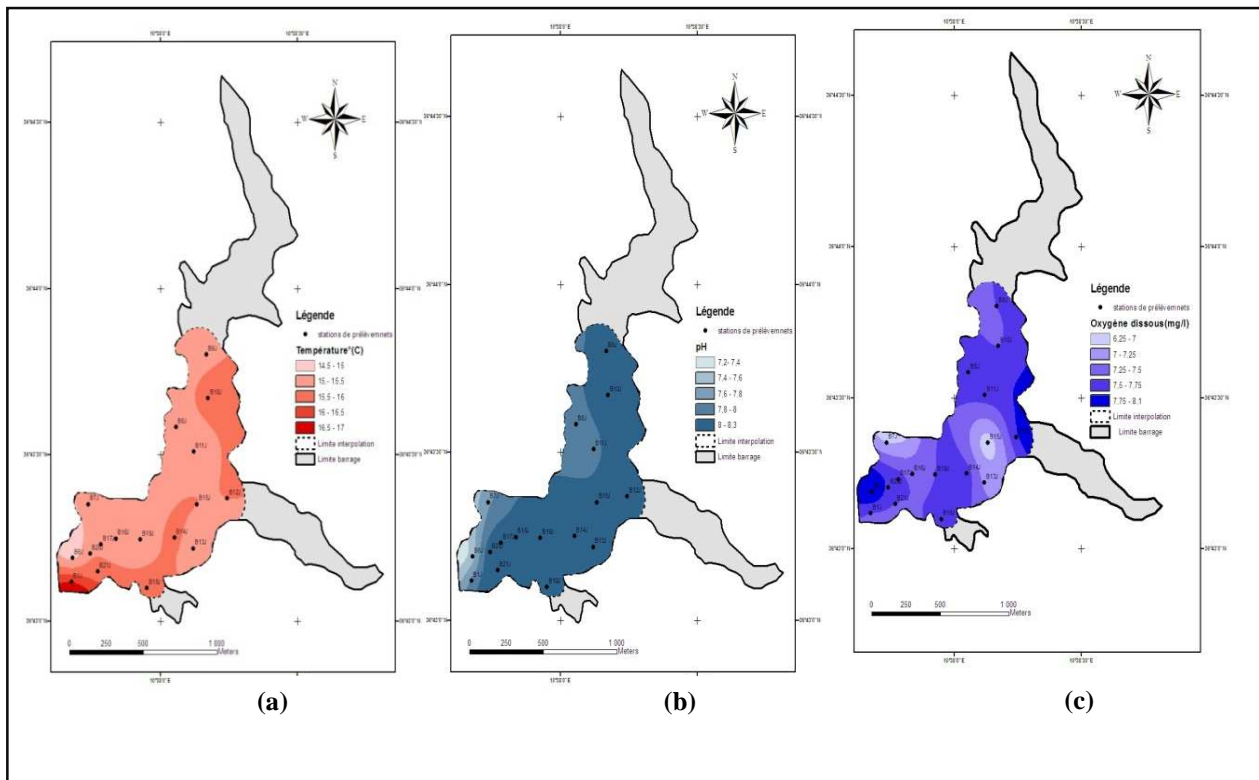


Fig.4. Cartes de répartition de la température (a), du pH (b) et des teneurs en oxygène dissous(c) des eaux de surface du barrage Bézirk,

4.2 LES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Les teneurs en ion ammonium (NH_4^+), enregistrées à différentes profondeurs, sont comprises entre 0,015 et 0,081 mg/l, en avril et entre 0,08 et 0,33 mg/l, en juillet (Fig.5.a). Cette variation, pour les deux campagnes d'échantillonnage, montre une augmentation près du fond, qui serait due aux réactions d'ammonification et de relargage à partir des sédiments du fond de la retenue [3]. L'augmentation des teneurs en juillet par rapport à celles mesurées en avril serait liée à celle de la température et à la diminution de la concentration en oxygène dissous. L'ion ammonium est présent dans la retenue avec des faibles teneurs (Fig.6.a), ce qui confirme le caractère transitoire de cette forme d'azote qui n'est stable que dans les eaux des écosystèmes aquatiques mésotrophes à eutrophes[4].

Les teneurs des nitrites mesurées en profondeur, sont comprises entre 0,11 et 0,14 mg/l, en avril, et entre 0,27 et 0,38 mg/l, en juillet (Fig.5.b), avec une augmentation près du fond de la retenue, où les eaux sont moins oxygénées. La carte de répartition spatiale des teneurs en nitrites des eaux de surfaces est similaire à celle des concentrations en NH_4^+ (Fig.6.b). Ceci explique que les teneurs de ces deux formes de l'azote inorganique dissous sont contrôlées par les mêmes facteurs et phénomènes.

Les nitrates sont les formes dominantes de l'azote inorganique dissous dans les eaux de la retenue de barrage Bézirk, aussi bien en surface qu'en profondeur. Les teneurs enregistrées varient, en fonction de la profondeur, de 1,2 à 1,8 mg/l, en Avril et de 3,62 à 9,13 mg/l en Juillet (Fig.5.c). Les profils verticaux des concentrations en NO_3^- , pour les deux campagnes de prélèvement, montrent une augmentation avec la profondeur, en particulier en Juillet. Dans les eaux de surface, les concentrations en NO_3^- s'échelonnent entre 1,98 et 6,45 mg/l (Fig.6.c).

L'augmentation des teneurs en NO_3^- de la surface vers le fond de la retenue serait liée à la diminution de l'intensité de l'activité photosynthétique et à l'oxydation, en profondeur, de la matière organique provoquant une diminution de la teneur en oxygène dissous. Les eaux prélevées en surface pendant le mois de juillet sont dans l'ensemble bien oxygénées, ce qui est en faveur de la stabilité de l'azote sous forme de nitrates. Une assez bonne corrélation positive est observée entre la teneur de NO_3^- et le taux de O_2 dissous (Fig.7). Par ailleurs, on note que la concentration de NO_3^- a tendance à augmenter quand celle de NO_2^- diminue (Fig.8). Ceci explique qu'une proportion non négligeable des nitrates provient de la transformation des nitrites.

Les orthophosphates sont présents essentiellement sous forme d'ion HPO_4^{2-} , qui est la plus stable dans un intervalle de pH compris entre 7,2 et 10,3. Leurs concentrations dans les eaux de la retenue du barrage Bézirk, mesurées à différentes profondeurs, sont comprises entre 0,011 et 0,09 mg/l, en avril, et entre 1,86 et 1,94 mg/l, en juillet (Fig.5.d). La distribution spatiale de ces teneurs montre que les plus fortes valeurs caractérisent les eaux prélevées dans la partie Sud-Ouest de la retenue et sur la rive Nord-Est (entre oued Houaz et oued Lella Mlouka) (Fig.9). Les concentrations les plus faibles sont enregistrées dans les eaux prélevées au niveau de la partie aval d'oued Defla et celle d'oued Houaz.

La variation de teneurs en orthophosphates en fonction de celles de l'azote inorganique total dissous (NID) ne montre pas une corrélation évidente, ce qui explique que les orthophosphates auraient, en plus de l'origine in situ, en relation avec la dégradation de la matière organique, une source anthropique, en particulier les eaux de lessivage des terres agricoles (Fig.10).

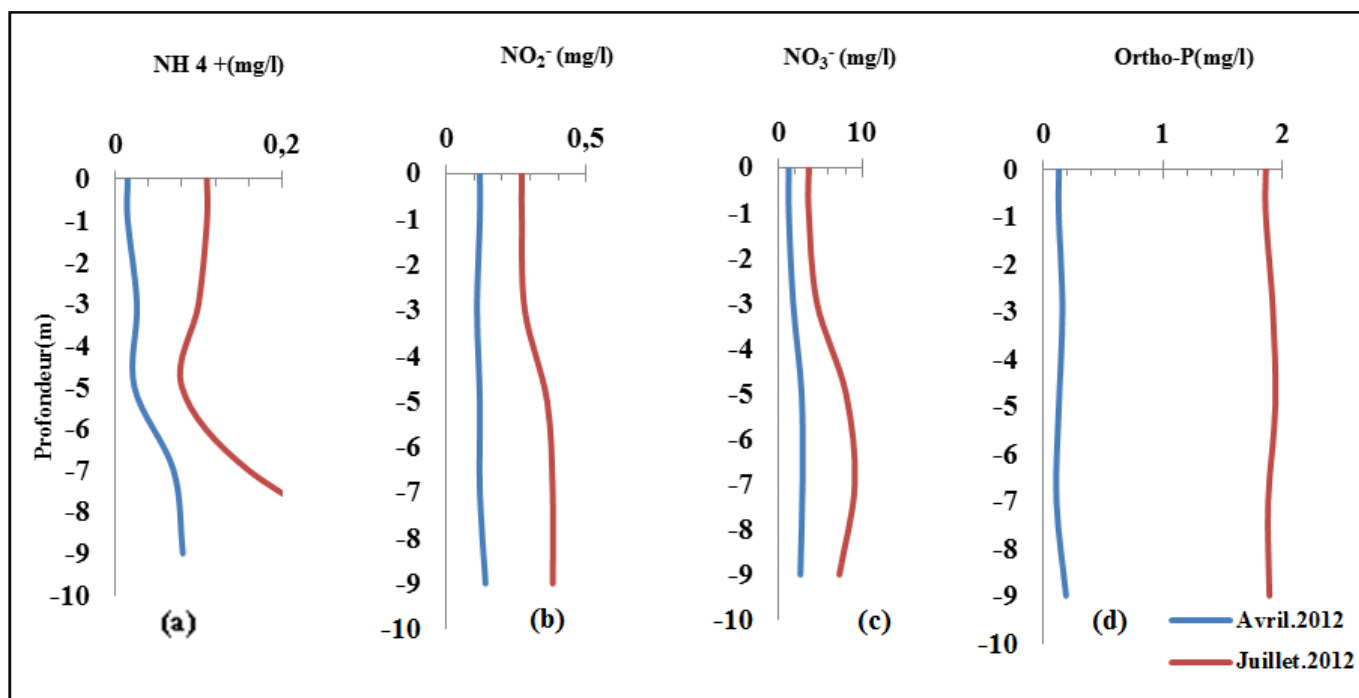


Fig.5. Variation en fonction de la profondeur des teneurs en NH_4^+ (a), en NO_2^- (b), en NO_3^- (c) et en Ortho-P (d) dans les eaux du barrage Bezirk

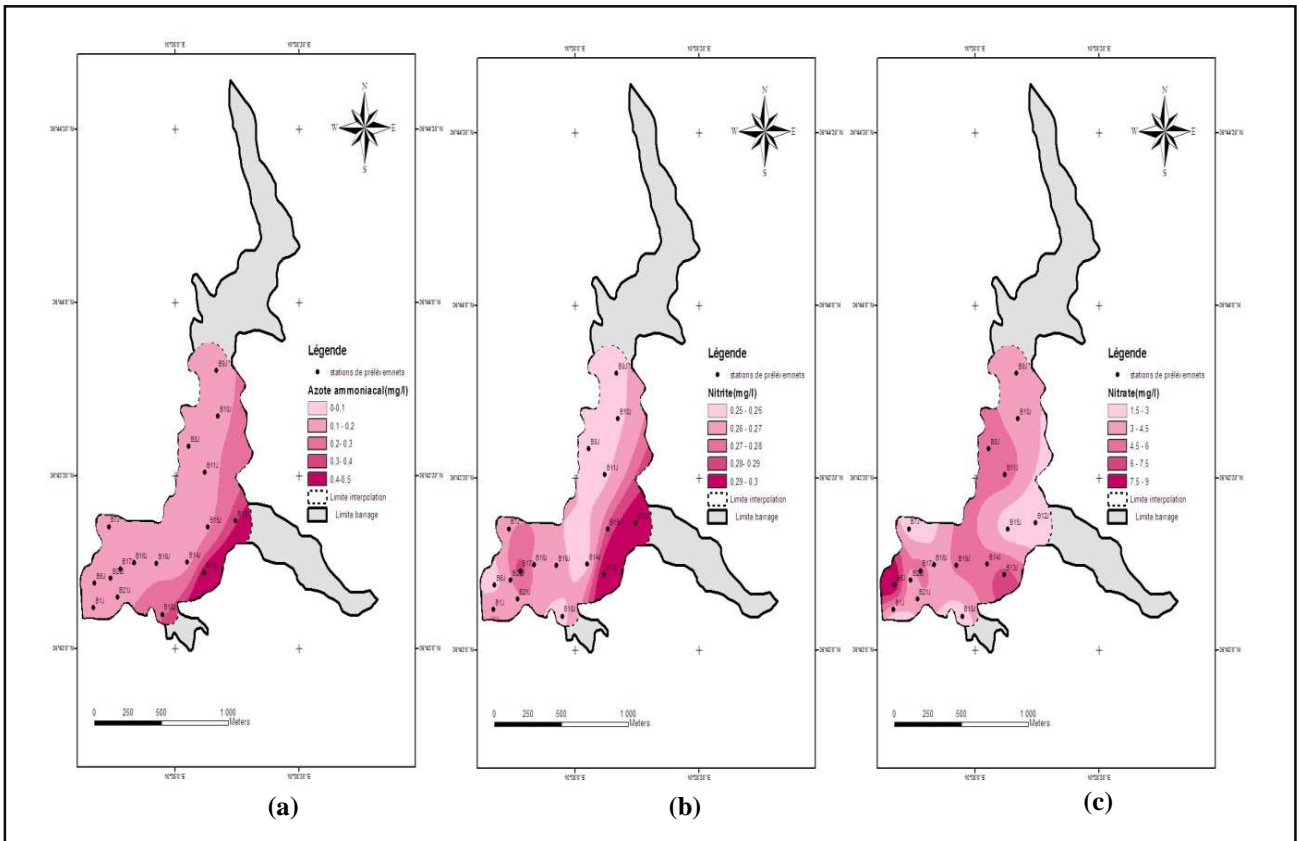


Fig.6. Cartes de répartition des teneurs en NH_4^+ (a), en NO_2^- (b) et en NO_3^- (c) des eaux de surface du barrage Bezirk, prélevées en Juillet 2012.

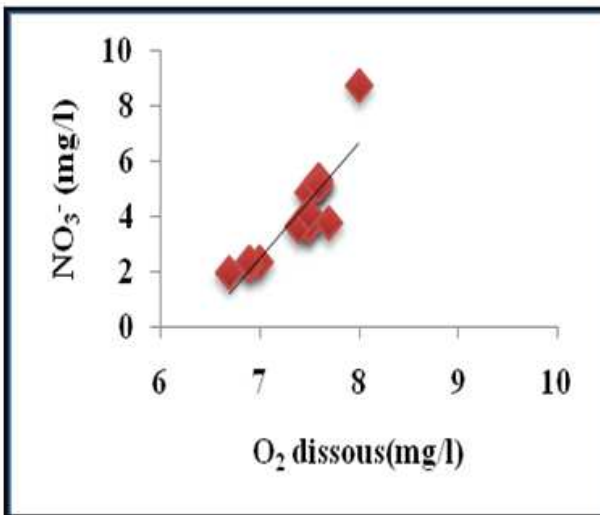


Fig.7. Corrélation entre les concentrations des ions nitrates et de celles de l'oxygène dissous des eaux de surface du barrage Bezirk

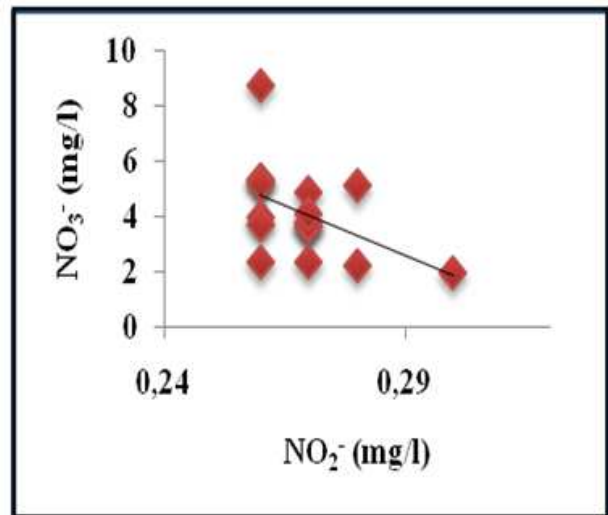


Fig.8. Corrélation entre les concentrations des ions NO_3^- et NO_2^- des eaux de surface du barrage Bezirk

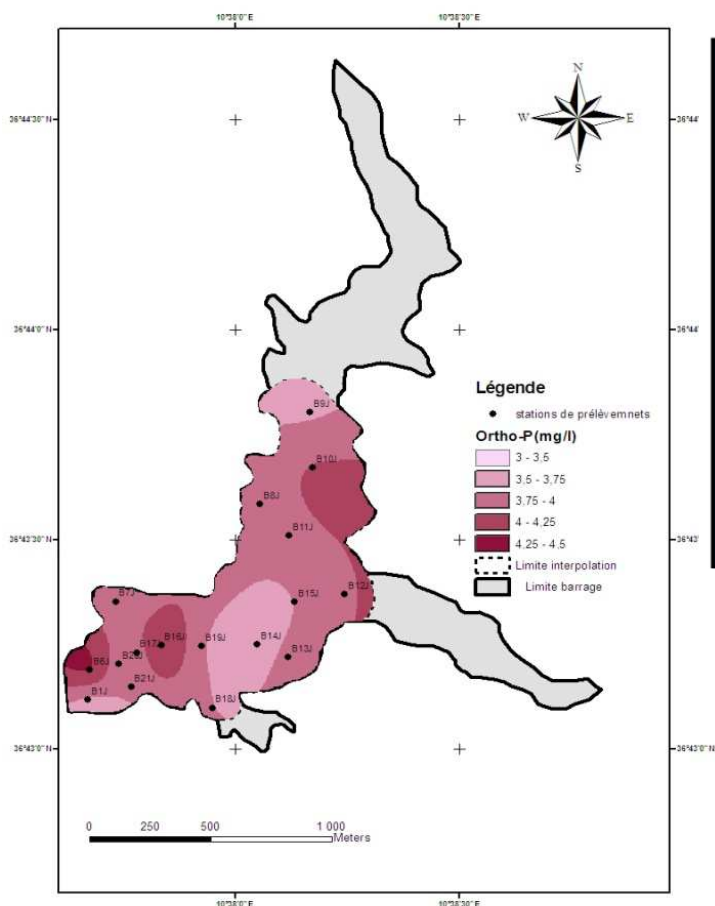


Fig.9. Carte de répartition des teneurs en orthophosphates des eaux de surface du barrage Bezirk

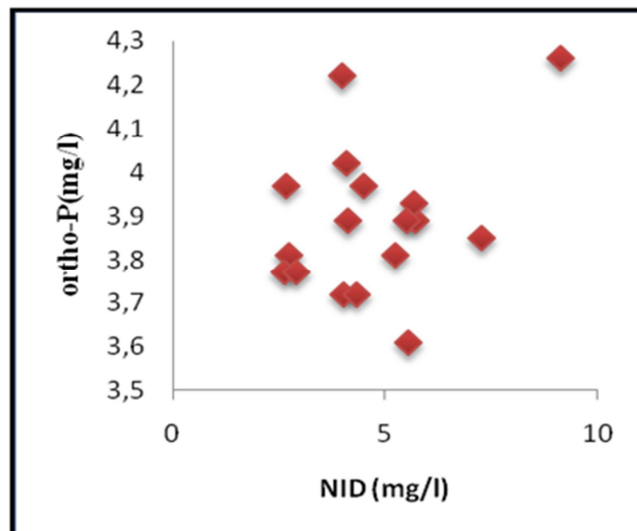
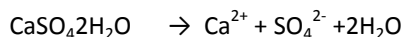


Fig.10. Corrélation entre les teneurs en azote inorganique dissous total ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$) et celles des orthophosphates des eaux du barrage Bezirk

4.3 LES ÉLÉMENTS MAJEURS

Les concentrations de Na^+ et de Cl^- sont très bien corrélées positivement, avec un coefficient de détermination de l'ordre de 0,89 (Fig.11). Ceci montre que ces deux ions, qui sont très solubles, ont un comportement géochimique similaire. Leurs concentrations augmentent ou diminuent sous l'effet de l'évaporation ou la dilution. Le rapport molaire $\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Cl}^-) = 0,5$ pour tous les échantillons analysés, est en faveur d'une origine commune de Na^+ et de Cl^- , qui est la dissolution de la halite.

La relation entre les concentrations de Ca^{2+} et de SO_4^{2-} , exprimées en mmol/l, est caractérisée par une bonne corrélation positive, avec un coefficient de détermination de l'ordre de 0,98 (Fig.12). Les points représentatifs des eaux, prélevées en surface et à différentes profondeurs, dans le diagramme Ca-SO_4 , se trouvent au dessus de la droite de pente 1, relative à la dissolution du gypse selon la réaction :



L'excès de Ca^{++} par rapport à SO_4^{2-} , indique que le calcium n'a pas pour seule origine la dissolution du gypse, et provient, en plus, de l'altération chimique des calcaires qui affleurent dans le bassin versant du barrage.

Les teneurs en magnésium sont faibles par rapport à celles du calcium. Ces faibles concentrations seraient liées à la rareté des minéraux magnésiens dans les formations affleurant dans le bassin versant drainé par les eaux d'apport à la retenue. La variation des teneurs en magnésium en fonction de celles en calcium montre une bonne corrélation positive (Fig.13). Ceci indique une origine commune de ces deux éléments qui est l'altération chimique des roches calcaires et le lessivage des sols calci-magnésiques.

Les teneurs en ion K^+ des eaux de la retenue du barrage Bézirk varient, en fonction de la profondeur, de 14,73 à 15,74 mg/l en avril et de 16,74 à 17,36 mg/l en juillet. Dans les eaux de surface de l'ensemble de la retenue, les concentrations de K^+ sont comprises entre 17,01 et 17,33 mg/l. Ces faibles teneurs en ion K^+ dans les eaux de la retenue du barrage seraient liées à la pauvreté des formations géologiques et des sols du bassin versant en minéraux potassiques.

L'alcalinité des eaux du barrage Bézirk est représentée principalement par HCO_3^- , qui est la forme dominante du carbone inorganique dissous dans l'intervalle du pH compris entre 6,4 et 10,3.

La variation de la concentration de calcium en fonction de celle des bicarbonates, montre une très bonne corrélation positive, avec un coefficient de détermination de l'ordre de 0,95 (figure.14). Ces résultats montrent que le calcium et les bicarbonates proviennent, en grande partie, de la dissolution de la calcite.

La représentation de la composition chimique des toutes les eaux prélevées dans le barrage Bezirk dans le diagramme de piper (Fig.15), montre un faciès chloruré sulfaté calci-sodique, avec l'ordre de prédominance décroissant suivant :

- pour les cations : $Ca^{++} > Na^+ > Mg^{++} > K^+$;
- pour les anions : $SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$.

Ce type de faciès est sous l'influence de la composition des eaux de ruissellement du bassin versant de la retenue du barrage.

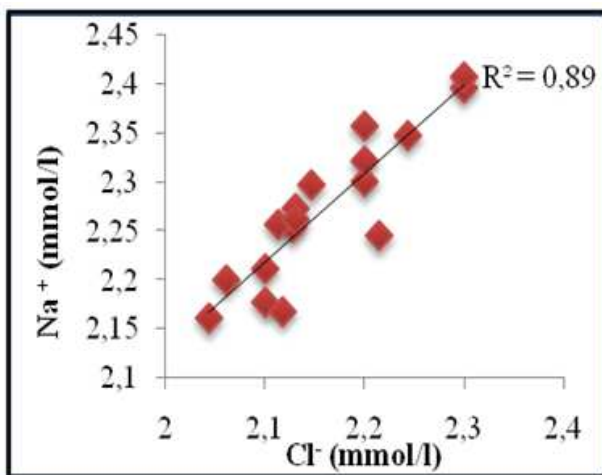


Fig.11. Variation des concentrations de Na^+ en fonction de celles de Cl^- dans les eaux de surface du barrage Bezirk.

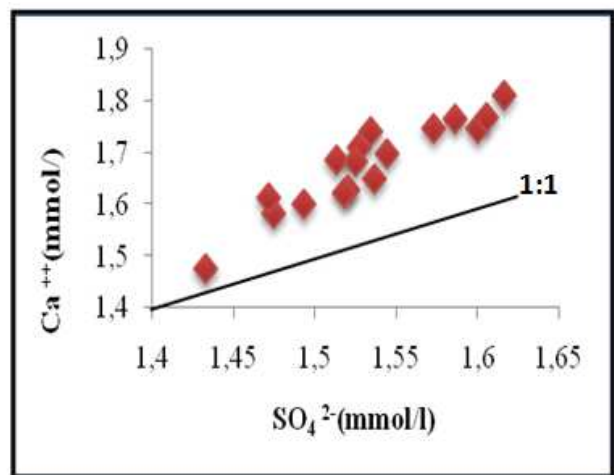


Fig.12. Variation des concentrations de Ca^{++} en fonction de celles de SO_4^{2-} dans les eaux de surface du barrage Bezirk

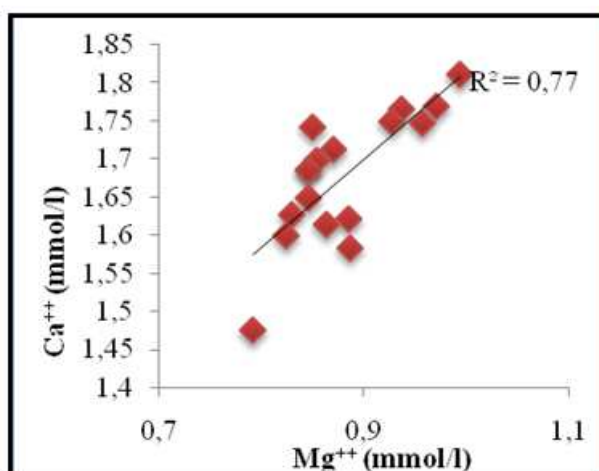


Fig.13. Variation de la teneur en Ca^{2+} en fonction de celle en Mg^{2+} dans les eaux de surface du barrage Bezirk

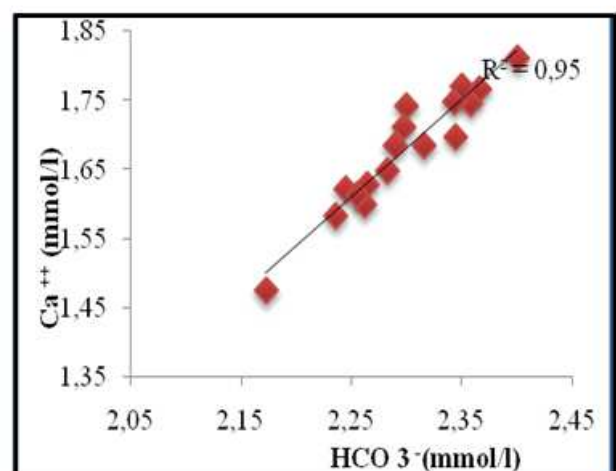


Fig.14. Variation des teneurs en Ca^{2+} en fonction de celle en HCO_3^- dans les eaux de profondeur de la retenue du barrage Bezirk

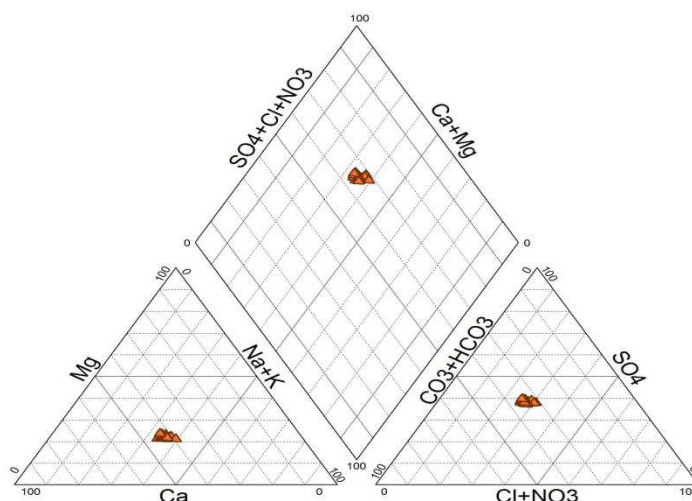


Fig.15. Représentation des compositions chimiques des eaux du barrage Bézirk dans le diagramme de Piper

4.4 L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX DU BARRAGE BEZIRK POUR L'IRRIGATION

Les principaux paramètres qui servent à évaluer la qualité des eaux qui sont destinées à l'irrigation sont: la conductivité, le SAR et l'alcalinité [5].

4.4.1 LA CONDUCTIVITÉ

Un surplus de sels dissous, dont le taux peut être apprécié par la conductivité, augmente la pression osmotique de l'eau du sol, ce qui provoque des conditions qui empêchent les racines d'absorber l'eau [6]. Des conductivités élevées au niveau du substrat du sol rendent l'assimilation des substances nutritives, par les plantes, très difficile et augmentent le risque d'imperméabilisation des sols, qui est estimé par comparaison avec des normes.

Dans l'ensemble, la conductivité des eaux de la retenue du barrage Bézirk ne dépasse pas 500µs/cm. Ces eaux répondent donc aux normes de qualité des eaux d'irrigation vis-à-vis de la conductivité (Tab. 1).

Tableau .1. Normes de qualité pour l'eau d'irrigation [7]

Problème potentiels en irrigation	Sévérité		
	aucune	légère	élevée
Conductivité	<750	750- 3000	≥ 3000
SAR	<3	3-9	≥ 9

4.4.2 TAUX D'ABSORPTION DU SODIUM (SAR)

Une forte concentration en sodium entraîne l'augmentation de la mobilité des argiles sodiques et le sol devient dur et cohérent, ce qui provoque la diminution de la perméabilité du sol et la mobilité de l'eau et sa disponibilité pour les racines.

L'effet du sodium de l'eau d'irrigation sur le sol est estimé par la capacité d'absorption du sodium(SAR) [8].

Le SAR détermine la quantité de sodium en excès par rapport aux ions Ca²⁺ et Mg²⁺ et indique le risque de sodicité du sol.

Il est déterminé par la relation suivante:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

Na^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} sont exprimées en méq/l.

Le risque de sodicité du sol est apprécié par les valeurs du SAR (Tab.1)

- SAR < 3 : pas de restriction pour l'utilisation
- 3 < SAR < 9: une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles
- SAR > 9: Dommage sévère

Les valeurs du SAR pour les eaux du barrage Bézirk sont inférieures à 3, ce qui indique que ces eaux peuvent être utilisées pour l'irrigation sans aucun risque de sodicité du sol.

4.4.3 L'ALCALINITÉ

L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. Le pouvoir neutralisant de l'eau est liée principalement à la présence des ions HCO_3^- et CO_3^{2-} .

De ce fait, l'alcalinité a pour expression :

$$\begin{aligned} \text{Alc}(\text{méq/l}) &= 2(\text{CO}_3^{2-}) + (\text{HCO}_3^-) - (\text{H}^+) + (\text{OH}^-) \\ &= 2(\text{Ca}^{++}) + 2(\text{Mg}^{++}) + (\text{K}^+) + (\text{Na}^+) - 2(\text{SO}_4^{--}) - (\text{Cl}^-) \end{aligned}$$

Après la précipitation des carbonates alcalino-terreux, l'alcalinité résiduelle a l'expression suivante [9]. :

$$\text{Alc}_{\text{RES}} = 2(\text{CO}_3^{2-}) + (\text{HCO}_3^-) - 2(\text{Ca}^{++}) - 2(\text{Mg}^{++})$$

Si la valeur de l'alcalinité résiduelle est positive, il y a enrichissement des carbonates et appauvrissement en éléments alcalino-terreux (Ca^{2+} et Mg^{2+}) et donc les sols irrigués deviennent menacés du risque d'alcalinisation. Si elle est négative, l'eau du sol suit la voie saline neutre.

L'alcalinité résiduelle des eaux de la retenue de Bézirk est négative, ce qui indique que l'utilisation de ces eaux pour l'irrigation ne pose aucun problème d'alcalinisation des sols.

4.4.4 DIAGRAMME CONDUCTIVITE-SAR

La classification des eaux destinées à l'irrigation est établie par une combinaison entre la conductivité de l'eau et la capacité d'absorption du sodium (SAR), en utilisant le diagramme de Wilcox [10] (Fig.16).

L'utilisation de ce diagramme montre que les eaux du barrage appartiennent à la classe C_2S_1 , indiquant que ces eaux sont de bonne qualité et peuvent être utilisées sans risque, pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, mais avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers).

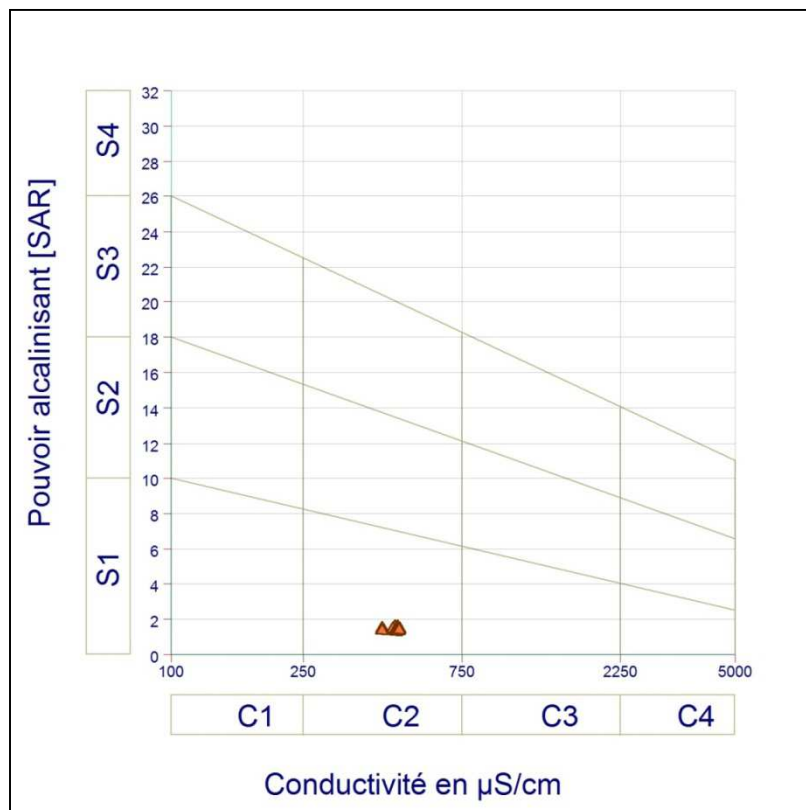


Fig.16. Le diagramme de Wilcox pour les eaux du barrage Bézirk

Tableau.2 Conductivité, alcalinité résiduelle et SAR des eaux du barrage Bézirk

Stations	Conductivité($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Alcalinité résiduelle	SAR(méq/l)
B1A	438	-2,699785334	1,37
B2A	432	-2,330666431	1,37
B3A	431	-2,147191156	1,37
B4A	433	-2,090818019	1,48
B5A	433	-2,283652938	1,39
B1J	487	-2,309265432	1,43
B2J	479	-2,144269547	1,45
B3J	473	-2,236091412	1,54
B4J	472	-2,466951427	1,59
B5J	466	-1,987927815	1,47
B6J	477	-2,258526783	1,51
B7J	480	-2,107080078	1,60
B8J	481	-2,234686939	1,39
B9J	480	-2,413040646	1,44
B10J	481	-2,817331276	1,37
B11J	482	-2,54537543	1,37
B12J	483	-2,131257539	1,37
B13J	485	-2,268645787	1,40
B14J	487	-2,285889327	1,48
B15J	486	-2,435552284	1,38
B16J	483	-2,190469406	1,48
B17J	478	-2,476365344	1,32
B18J	483	-2,295275383	1,42
B19J	481	-2,253567766	1,43
B20J	480	-2,091274236	1,45
B21J	476	-2,675276901	1,33

5 CONCLUSION

Ce travail avait pour principaux objectifs d'identifier les principales origines des solutés présents dans les eaux du barrage Bezirk, et d'expliquer la variation spatiale, et en fonction de la profondeur, des paramètres physico-chimiques et des teneurs en éléments majeurs et en éléments nutritifs, eu égard aux facteurs et aux phénomènes qui contrôlent ces concentrations.

Les teneurs en éléments majeurs sont contrôlées par le bilan évaporation-dilution, par la complexation ionique et par l'activité biologique. La charge saline des eaux est contrôlée essentiellement par les teneurs des ions Na^+ et Cl^- .

Les teneurs des formes inorganiques dissoutes de l'azote varient en fonction de la teneur en oxygène dissous et du bilan photosynthèse-respiration.

L'absence de corrélation entre les teneurs de l'azote minéral dissous et celles des ortho-phosphates indique que l'azote et le phosphore, ne proviennent pas seulement de l'oxydation de la matière organique et auraient aussi une origine externe liée aux apports par les cours d'eau, après lessivages des terres agricoles.

Le faciès hydrochimique des eaux du barrage Bezirk est de type Ca-Na-SO₄-Cl, ce qui indique que la minéralisation est liée à l'altération des roches de surface et au lessivage des sols du bassin versant.

Les valeurs de la conductivité, du SAR et de l'alcalinité montrent que les eaux du barrage Bézirk sont de bonne qualité et peuvent être utilisées sans risque, pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, mais avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles.

REFERENCES

- [1] N.Ben Ayed, Evolution tectonique de l'avant pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'Actuel. Thèse doc. Etat, Uni. ParisXI, 327p, 1986.
- [2] L.Hellali, Contribution à l'étude du problème des ressources en eau du Cap Bon. Mém .DEA. Fac. Sci. Tunis. 85p, 1988.
- [3] B.Alfaidy, E.Fahol et J. Devaux, " Contribution à l'étude du phénomène d'eutrophisation d'une retenue située sous climat semi-aride ", Cahiers Sécheresse, Vol. 10, N°3, pp 213-220,1999.
- [4] G.Copin-Montegut, Chimie de l'eau de mer. Ed ; de l'institut océanographique, Paris, 319p, 1995.
- [5] I.Couture "Principaux critères pour évaluer la qualité de l'eau en micro-irrigation, l'eau" Colloque sur l'irrigation, l'eau, source de qualité et de rendement, Hôtel Mortagne, Boucherville, CRAAQ, 15p, 2006.
- [6] A.Laraque, Comportements hydrochimiques des aqudes des Nordeste brésilien semi-aride. Evolution et prévision pour un usage en irrigarion. Thèse.Uni.Montpellier II, 315p, 1991.
- [7] D.N.Maunard et G.J.Hochmuth, Knott's handbook for vegetable growers, 582p, 1997.
- [8] J .Person, Irrigation et drainage en Tunisie problème posé par la salinité des sols et des eaux. Bull. BRGM (2ème série) section III, n°2, pp 143- 151, 1978.
- [9] A. Droubi, Géochimie des sels et des solutions concentrées par évaporation. Modèle thermodynamique de simulation. Application aux sols salés du Tchad. Thèse Doc. Ing. Strasbourg et Mém. Sci. Géol., 46, 177 p, 1976.
- [10] L. V. Wilcox, Classification and use of irrigation waters: U.S. Dept. Agriculture, Circ. 969, 19 p, 1955.

حوار الهرمنيوتيقا والتفكيك

[Dialogue of Hermeneutics and Deconstruction]

Serir Ahmed Benmoussa

Department of Social Sciences,
Ain Temouchent University,
Institute of Letters and Languages, Algeria

Copyright © 2015 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 search treats the philosophical subject dialogue between two philosophical destinations which they have made the philosophical contemporary thinking, and it belongs at two different cultural contexts (French and German), so it's the deconstruction and the hermeneutic, and we define the French philosophy's moment since the second half of the 20th century like an original's moment about then a strong presence of German philosophy and many German philosophers with their discussing ideas.

The dialogue between the Deconstruction and the hermeneutic is an example of this French-German philosophical meeting, this dialogue that appears like a deaf dialogue, as soon as the difference of philosophical conceptions of the two project deconstruction and the hermeneutic; especially their reflections which are on the language and ontological dimensions; but the same in these incunstances, who's concluded that the dialogue between Jacques Derrida (Deconstruction) and Hans George Gadamer (Hermeneutic) was a successful Dialogue. It's the real value of this dialogue and it's not defined by a consensus, but by the act of thinking to gether and recognition each other, a differently from their, it saws the gains resulted of this dialogue (concepts revising and mutual recognition).

KEYWORDS: dialogue, deconstruction, hermeneutic, french philosophy, german philosophy, Derrida, Gadamer.

ملخص: يتناول البحث موضوع الحوار الفلسفي بين اتجاهين فلسفيين ميزا الفكر الفلسفي المعاصر، وينتميان لسياقين ثقافيين مختلفين- فرنسي وألماني- هما: التفكيك والهرمنيوتيقا، وقد بيّنا من خلاله لحظة الفلسفة الفرنسية للنصف الثاني من القرن العشرين كحظة نوعية متميزة بالحضور القوي للفلسفة الألمانية ومناقشة آراء الفلاسفة الألمان، مركزين على الحوار بين التفكيك والهرمنيوتيقا كنموذج لالتقاء الفضاء الفلسفي الفرنسي بالفضاء الفلسفي الألماني، هذا الحوار الذي يبدو في ظاهره حواراً فاشلاً (حوار طرشان) بالنظر إلى الأسس الفلسفية المتباينة للمشروعين التفكيكي والهرمنيوتيقا من منطلق اختلافهما حول فهم طبيعة اللغة وانعكاسات ذلك على المستوى الأنطولوجي، لكن رغم ذلك انتهينا إلى أنّ الحوار بينهما -التفكيك والهرمنيوتيقا- بين جاك دريدا وغادامر كان حواراً ناجحاً بكلّ المقاييس، مادامت قيمة الحوار لا تلتصم في تحقيق التوافق، بل في التحوار وإشراك الآخر المخالف في العملية الفكرية وذلك بالنظر إلى ما ترتّب عن هذا الحوار من تعديل ومراجعة للمفاهيم والتصورات واعتراف متبادل.

كلمات دلالية: حوار، التفكيك، الهرمنيوتيقا، الفلسفة الفرنسية، الفلسفة الألمانية، دريدا، غادامر.

مقدمة:

في ظل التحولات العالمية، نحن اليوم في حاجة أكثر من أي وقت مضى إلى ترسيخ قواعد التفكير النقدي والحوار العقلاني بإحلال منطق التسامح والتعايش وحق الاختلاف، ليصبح الحوار بذلك المنطق الأساسي لشرعنة ثقافة الاختلاف والاعتراف بالآخر، ضمن تعددية تخرج الذات من دوغماتيتها وتمركزها حول ذاتها وإدعائها امتلاك الحقيقة المطلقة. لقد كان ولا يزال الحوار الأسلوب الأمثل لكل خطاب فلسفي يتشد الحقيقة، ونظراً لقيمة هذا المفهوم وتأسيسه للعديد من المفاهيم مثل الاختلاف والتسامح، إضافة إلى امتداداته داخل حقول معرفية متباينة، فإنه شكل موضوع مقاربات متعددة (فلسفية، منطقية وتداولية). لكن ما هو الحوار؟

للحوار في اصطلاح علماء اللغة والتفسير معان كثيرة وإن استوت في الإجمال على سياق واحد، حاوره محاوره وحواراً، فالمحاوره هي المجاوبة أو مراجعة النطق والكلام.^[1]

فالحوار بهذا المعنى يقتضي وجود طرفين: متكلم ومخاطب يتبادلان الدور بين الإرسال والتلقي، أما في اللغة الفرنسية كلمة **Dialogue** مشتقة من الكلمة اليونانية **Dialogos** المكونة من شطرين **Dia** وتعني بين، و **Logos** وتعني الكلمة، الخطاب، فالحوار خطاب قائم بين عدة أشخاص.^[2] أما من الناحية الفلسفية، فالحوار هو نمط من أنماط عرض وتبادل الأفكار الفلسفية، ضمن رؤية حجاجية، إنه يشكل ماهية الخطاب الفلسفي. ويعرف أيضاً من الناحية المنطقية على أنه شكل من أشكال الخطاب، كل تلفظ فيه محدد في بنيته الدلالية، بواسطة توحيد المعنى والقيمة المرجعية، وفي تسلسله بواسطة قواعد تداولية تضمن خاصية التقارب.^[3]

الحوار إذن، بناء مشترك للدلالة بين الأنا والآخر، وهو ما يستدعي تخطي المسافة **"Dia"** التي تفصل بين المتحاورين، لكن تخطي المسافة والنزوع نحو التوافق أي تجربة حوارية لا يقوم دليلاً على طمس الاختلاف، لأن التوافق لا يرادف أحادية الرأي، بل هو نتاج علاقة حوارية يشترك المتحاورون على نحو تفاعلي في نسجها، فالاختلاف وعدم التجانس في الرأي هما واقعان تقبل بهما الذات، وحين تقصد هذه الذات استئصالهما، فإنها تؤول إلى التطابق ولا تنتج إلا صيغاً من المنولوجات **"Monologues"**، التي تناجي فيها الذات ذاتيتها المنغلقة على هويتها. إن الحوار يدخل في صميم الذات، وفي علاقتها بالآخر، ويمتد في نفس الوقت إلى علاقة الذات بالوجود، فالعلاقة بهذا الوجود وبمختلف تجلياته لا تتأتى للذات إلا عبر اللغة، أي من خلال الحوار، فكل ما يمكن أن يكون ماثلاً أمام ذات معينة من ذات أخرى، أو من وقائع ونصوص، لا تستقيم العلاقة به إلا عبر أفق من آفاق الحوار، فالعلاقة بنص من النصوص مثلاً، أوسع وأعمق من أن تختزل إلى علاقة ذات عارفة بموضوع مجرد، إنها علاقة ذات بأخرى، النص ذات ناطقة، قادرة ليس فقط على التحدث عن نفسها، بل قادرة كذلك على أن تتكلم وتتجاوز مع غيرها من الذات، ولعل هذا ما يشير إليه مصطلح **"Intertextualité"** الذي وضعته الباحثة البلغارية جوليا كرسنيف، بعد اطلاعها على أعمال الروسي ميخائيل باختين، حيث استفادت من أصداء المصطلح الباختييني **"الحوارية" Dialogisme**، الذي كان إيماء متخفياً للتناص، وهو ترحال للنصوص وتداخل نصي، ففي فضاء نص معين تتقاطع ملفوظات عديدة مقطوفة من نصوص أخرى.

لقد عبرت الفلسفة الفرنسية للنصف الثاني من القرن العشرين عن هذا التداخل النصي، إذ انفتحت على نصوص الفلسفة الألمانية (هيجل، ماركس، نيتشه، فرويد، هيدغر)، ففرنسا ما بعد الحرب لم تعد بلد الفهم، بل بلد ملكة بناء وتفكيك البنات (البنوية وما بعد البنوية)، وذلك بدعم من قراءة الفلاسفة الألمان، إذ نسجل لحظات أساسية في الانفتاح على الإرث الفلسفي الألماني، كحظة مناظرة كوجيف حول هيجل في الثلاثينات والتي تتبعها لكان وأثر بقوة على لفي شتراوس، ثم تلتها مرحلة اكتشاف الفينومينولوجيا في الأربعينيات، عبر قراءة هوسرل وهيدغر، كما نسجل الحضور القوي لفلسفة نيتشه لدى فوكو ودولوز وتأويل دريدا للفكر الألماني، كما عرفت سنوات 1965-1970 من عرج جديد في الفكر الفلسفي الفرنسي، إذ يتدرج الفلاسفة الوجوديين أو الإنسانيين، نيتشه يزيع هيجل كنموذج تفكير، ويصبح مصدر إلهام للجيل الجديد. من هنا يمكن الحديث عن مشهد جديد للفلسفة الفرنسية المعاصرة، اقترن خارجياً بقراءة التراث الألماني، وداخلياً باكتساح البنوية للمجال الفلسفي بعد أن كانت محصورة في مجال اللسانيات والأنثروبولوجيا.^[4]

ضمن هذا المشهد الفلسفي لواقع الفلسفة الفرنسية المعاصرة، الذي يبدو فيه النقاش والحوار والتفاعل مع الفلاسفة الألمان حاضراً بقوة، نسجل لقاء التفكيك بالهرمونيوتيقا، لقاء "جاك دريدا" ب"هانز جورج غادامر" بمعهد قوت بباريس سنة 1981.

لقد اعتبر غادامر الحوار ركيزة الفهم، بينما رأى دريدا، أن كل حوار هو شكل من أشكال فعل امتلاك الآخر، وإذا كان غادامر أبدى خلال لقائه مع دريدا إرادة للحوار، في الوقت الذي التزم دريدا الصمت، فهل معنى ذلك التسليم بفشل الحوار بينهما (التفكيك والهرمونيوتيقا)؟ هل مثل لقاء الفكر الفلسفي الفرنسي الألماني في طبعته التفكيكية الهرمونيوتيقية مثلاً للحوار الفلسفي الأصيل؟

1: الحوار الفلسفي وأخلاقياته:

إذا كان الاحتكام إلى الحوار الفلسفي كآلية منهجية داخل الخطاب الفلسفي لا يطرح أية صعوبة، فإن الاشتغال على هذا المفهوم-الحوار الفلسفي- داخل الفكر الفلسفي بصفة عامة، والفكر الفلسفي الغربي المعاصر الفرنسي والألماني خاصة، يثير أكثر من تساؤل. ليس من باب الصدفة أن الفلسفة لم تطرح نفسها في الغرب إلا مع أفلاطون^[5]، أي في شكل كتابي للحوار، من خلال الحوار الأفلاطوني، يظهر الحوار الحي الذي كان يقوده سقراط مع محاوريه الأثينيين، قصد إعادة النظر فيما هو مألوف والإحالة على الأصل الأنطولوجي (أيها الإنسان أعرف نفسك بنفسك)، من هنا تقصص البنية الحوارية للفلسفة لحظة ميلادها عن مضمونها الميتافيزيقي. وفي القرون الوسطى تحول الحوار-الحوار السكولائي- إلى لعبة منطقية تنحل إلى حجاج دائم، إنه الشكل البلاغي للدوغمائية الفكرية، ونفس الشيء يقال على حوارات القرن 17م و18م، مع مالبرانش، باركلي، رسائل ديكارت، ليبنتز وسبينوزا، إذ لم تتمثل الحوار كعلاقة بين طرفين بل مجرد أداة. وعلى الرغم من المجهودات المبذولة من طرف المتصوفة، في تناولهم لحوار الروح مع الله، إلا أنهم لم يتجاوزوا الرؤية اللاهوتية للعلاقة الحوارية، وكان يجب انتظار القرن 20م ليروز فلسفة متناصفة للحوار، تتجاوز التعامل معه كأداة إلى تمثله كموضوع تأمل.

لقد ركز "مارتن بيار" في كتابه "الأنا والأنت" **(Le je et le tu) (Ich und du)**، على العلاقة الحوارية مع المطلق كوجه لوجه (Face a face)، فأصبحت العلاقة مع الله لقاء وليست حدثاً خارجياً أو تجريبياً مفروضاً على الشعور^[6]، كل شيء يبدأ باللغة، بكلمات: أنا-هذا تشيبي للأخر، أنا-أنت هو اكتشافه في العلاقة، ومن هنا سيصبح الأخر الشرط الوجودي للأنا، العلاقة الحقيقية هي تبادلية (Réciproque).

إن من أكثر فتوحات الفلسفة الوجودية مشكلة الأخر، إنها تتصور الغيرية انطلاقاً من الأنا، فالأخر آخر الأنا على حد العبارة الشهيرة لفرانسيس جاك، ومقاربة الذات لم تعد تقاربه انطلاقاً من الفكر، كما هي في التصور الديكارتي، بل انطلاقاً من التواصل، لذلك يعتبر "فرانسيس جاك" تخطي المسافة **(Dia)**، وإقامة العلاقة الخطابية المتبادلة شرط قيام علاقة حوارية، فزرع العلاقة في قلب مسار الدلالة هو وحده ما يعطي التلفظ بنية حوارية، فالكلمات لها دلالة لأنها تنتمي إلى وظيفة بينخطابية **(inter discursive)**، فالأخر يتقاسم مع الأنا مبادرة المعنى، والتحوار يعني تقاطع صوتين لإنتاج دلالة مشتركة **(cosignifiance)**، فعندما توجه الكلمة، المعنى ليس فقط للأخر بل بالآخر.^[7]

إذا كان الحوار يستجيب لمقتضيات الخطاب العقلي **(dia-logos)**، ويهدم التمرکز حول الذات، بالدعوة للانفتاح على الآخر المشارك في إنتاج الدلالة، فإن واقع العلاقات الإنسانية داخل المجتمعات المعاصرة يكشف قنور العلاقات البينية وقيامها على العنف والإقصاء والتسلط، نتيجة هيمنة العقل الآداتي، وهو ما جعل الفلسفة الغربية المعاصرة تولي أهمية خاصة للحوار والتواصل^[8]، ومن هنا العمل على ضبط الشروط الأخلاقية للحوار الفلسفي الأصيل، والتي يمكن إجمالها فيما يلي: الانفتاح، التواضع والاحترام والتعاون، يقول هابرماس: "بدلاً من أن يتم فرض قولة على الجميع أريدها أن تكون قانوناً عالمياً، فمن الواجب عليّ إخضاع قولتي هذه أمام الجميع، وذلك بهدف تفحص ادعائها العالمية بواسطة النقاش (الحوار)، هكذا يجري احتمال انسحاب: أن مركز الجاذبية لم يعد يكمن في ما يتمنى كل واحد تحقيقه قيمياً من غير أن يعترض عليه، كما لو أنه قانوناً كونياً، وإنما - يكمن - في ما يستطيع الجميع الاعتراف إجماعاً به باعتباره معياراً كونياً"^[9]، كما يتطلب الحوار القبول والتعمق والأصالة، بتوفير مناخ ثقة متبادل وضمن مسافة موضوعية محايدة.

2: الفلسفة الفرنسية والفلسفة الألمانية:

إن الحوار الفلسفي تحكمه مجموعة مبادئ وأخلاقيات، تصب في اتجاه الانفتاح والتفاعل مع الآخر، فالحوار ممارسة بين ذاتية تقضي إلى بناء أشكال من التفاهم ضمن أفق التحقق الذاتي، إنه أفق وجودي رحب يندرج فيه المتحاورون، ذواتنا كانوا أو جماعات أو ثقافات، وينشدون إلى بعضهم بعلاقات قوامها الاعتدال في مواجهة العنف، والانفتاح في مواجهة الانغلاق، والحوارية في مواجهة الدوغمانية^[10]، وربط الحوار بسيرورة حدوثه يحيلنا على واقع التفاعل الفلسفي داخل الفلسفة الغربية المعاصرة، يبين الفلسفة الفرنسية والفلسفة الألمانية، هذا الواقع الحوارية النموذج يدفعنا إلى التساؤل: ما هو مشروع الفلسفة الفرنسية المعاصرة؟ وهل هو مجرد امتداد للموروث الفلسفي الألماني أم لحظة إبداعية نوعية أفرزها حوار منتج؟

مع مطلع القرن 20م عرفت الفلسفة الفرنسية تيارين مختلفين: تيار فلسفة الحياة (برغسون)، وتيار فلسفة المفهوم (برانشفيك)، فشكل بذلك موضوع الذات محور النقاش بين التيارين، لأن الذات جسد حي ومبدع للمفاهيم في نفس الوقت، ومن معالم هذا النقاش نجد: التوسير يقترح تأويلها بنوييا للماركسية، يصبح معه التاريخ سيرورة بدون ذات، معتبرا الذات مقولة إيدولوجية، دريدا في تأويله لهيدغر يعتبر الذات المقولة الأساسية للميتافيزيقا، لا كان يبدع مفهوما أصيلا عن الذات، يظهر إذن أن الفلسفة الفرنسية المعاصرة، هي لحظة نقاش مفهومي حول مسألة الذات^[11]، كما أن الفلسفة الفرنسية للنصف الثاني من القرن 20م هي مناقشة للإرث الفلسفي الألماني (الانفتاح على الفكر الهيجلي، واكتشاف الفينومينولوجيا عبر قراءة هوسرل وهيدغر والتأثير الواضح لنيتشه على فوكو ودولوز، وذلك قصد البحث عن علاقة جديدة بين المفهوم والوجود، لأن سؤال المفهوم والحياة كان سؤال الفلسفة الفرنسية مع بداية القرن^[12]). إننا لا نعتقد أن الفلسفة الفرنسية اكتفت بمجرد استيراد الفلسفة الألمانية، وكررت موضوعاتها تكرارا مبتذلا دون أن تعيد بناءها لإنتاج فكر جديد، بل عمل الفرنسيون على تكييف الأفكار الألمانية لغاياتهم الخاصة، وبأدواتهم الخاصة، فالفكر الألماني قام بإحصاب الفكر الفرنسي، فالتوسير مثلا، يقدم قراءة جديدة للماركسية من وجهة نظر البنيوية الفرنسية، ودريدا ليس مجموعة مركبة من هوسرل وهيدغر وفرويد، بل إن هيدغر ألمانيا ليس هو هيدغر فرنسا، إذ حصل ما يسمى **Heideggerianisation a la française**، إذ يصرح دريدا قائلا: "حتى في ألمانيا لم يكن هناك إحصاب، هيدغر في فرنسا، هو نتاج معدّل جينيا بشكل فريد"^[13]. يمكن القول إذن أن الفلسفة الفرنسية ما بعد الحرب العالمية الثانية فتحت صفحة جديدة، وحاولت تجديد نفسها انطلاقا مما انتهت إليه الفلسفة الألمانية، نحن هنا أمام لعبة انقطاع وتواصل التاريخ.

3: التفكير والهرمنيوتيقا:

شهد الفكر الفلسفي الغربي المعاصر اكتساح المشروعين، التفكير والتفكيكي والهرمنيوتيقا، التفكير في فرنسا والهرمنيوتيقا في ألمانيا، فما هي الخطوط العريضة للمشروعين؟

1.3- استراتيجيّة التفكير عند دريدا:

ليس من السهل ولوج "عالم" جاك دريدا، ليس فقط لأن لغته متميّزة وجذّ معقّدة بل وأيضا لأنّ عالمه هو عالم التّيه والمغامرة، ولكن مع ذلك فهو ذو متعة خاصة، إنه المفكر الذي أعاد النّظر في أسس الفكر الغربي من خلال مشروع نقد مركزية العقل الغربي. والحديث عن الإستراتيجية يعني الحديث عن صراع ومواجهة باستخدام بعض الوسائل قصد تحقيق غاية محدّدة، وقد رسم دريدا إستراتيجيته في "علم الكتابة" **de la grammatologie**، حيث قدّم عمله باعتباره: "خلخلة وتفكيكا لكلّ المعاني التي تستمدّ منشأها من اللّوغوس، وبالخصوص معنى الحقيقة"^[14]. إنّ التفكير يسعى إلى تحليل "جسم" بارجاعه إلى عناصره، وهذا يشبه إلى حدّ ما تفكيك الآلة، أما إستراتيجية دريدا فتقوم على التّفكيك وراء السطح دون التّفكيك، عمّا يختفي من طبقات تحتية، من هنا ليس من البديهي التّمييز بين المحسوس والمعقول لأنّه "لا يمكن الإبقاء على التّعارض بين الدّال والمدلول، بدون أن نجلب نحو الذات كلّ جنورها الميتافيزيقية اللاهوتية"^[15]، إنّ جراءة دريدا تكمن في كون لا أحد قبله قام بهذا العمل ولا حتّى هيدغر ذاته، لأنّه هو الآخر ينتمي إلى نزعة مركزية العقل أو بالأحرى التّمرکز حول العقل **« logocentrisme »**، "فكّر هيدغر "محفوظ" هكذا في فلسفة الحضور هاته أي في الفلسفة"^[16]، فالحضور هو المستهدف من وراء التفكير والخلخلة بتفجيرها من الدّاخل، "إنّ نزعة مركزية العقل متضامنة مع الوجود الموجود كحضور"^[17] وبأنّ هذا الحضور الزمني يتحدّد كأكثر أو ذروة اللّحظة أو الآن، لأنّ كلّ شيء يقوم على الصّوت، على امتياز الصّوت، أي التّمرکز حول الصّوت **« phonocentrisme »**، على نسق يقتضي "أن يكون الصّوت مسموعا للتّو من طرف ذلك الذي يسمعه"^[18]، ذلك أنّ نظام اللّوغوس قائم على امتياز الصّوت **« phone »**، ومن هنا فإنّ التّمرکز حول العقل يعني التّمرکز حول الصّوت، تقارب مطلق بين الصّوت والوجود، بين الصّوت ومعنى الوجود، بين الصّوت ومثالية المعنى^[19]، إنّ نقد دريدا يقوم على "الاعتراض على امتياز الآن - الحاضر **maintenant-présent**، امتياز يحدّد مبدأ الفكر الفلسفي ذاته بين الفلسفة التي تعتبر دوما فلسفة الحضور وفكر عدم الحضور الذي ليس بالضرورية نقيضها"^[20].

عمل دريدا على إبراز العلاقة الموجودة بين الحضور أو الوعي والصوت، هذه العلاقة التي لم يتفطن إليها هوسرل، فامتياز الوعي هو وليس سوى "إمكانية الصوت الحي"، فحينما أتكلّم سيكون من خاصية الجوهر الفينومينولوجي لهاته العملية أنني أسمع نفسي في الوقت الذي أتكلّم فيه.^[21] هذا الإنصات إلى كلام الذات، يعني تعارض بين داخل ما وخارج ما، مع تفوق الداخلي على الخارجي، مما يعني أن الإنسان روح، معنى، حقيقة، خاصية مثالية، وهي مجموع القيم التي تكون نسق الميتافيزيقا، وهنا يتساءل دريدا: لماذا هذه الروحانية؟ لأن الصوت يسمع ذاته هو الوعي- في أقرب نقطة من ذاته، كإنمحاء مطلق للدال^[22]، لأن الدال سيصبح شفافا على الوجه الأكمل لقربه المطلق من المدلول. ويترتب عن ذلك نسيان الدال **Signifiant**، واحتقار المادة، وانحطاط الكتابة، فمن منطلق الوجود كحضور، تنتظم مفاهيم: معنى، هوية، حقيقة، حدس، إدراك، تعبير، لتشكل نسقا تتطابق فيه الهوية مع الذات تطابقا مطلقا، ومن نتائج ذلك "اعتبار الكتابة وظيفة ثانوية وألية، بحيث تترجم حديث أصلي يفتلت من التّأويل"^[23]، واحتقار الكتابة متأصل في الفلسفة الغربية من سقراط إلى كلود ليفي شتراوس مروراً بروسو ودي سوسير.

إن التفكير ليس مجرد عملية آلية متبوعة بإعادة البناء، لأنه لو كان كذلك لخرج التقليد المتمركز حول اللوغوس وحول الصوت **Logo phonocentrisme** منتصرا من هاته العملية، غير أن التفكير كما يمارسه دريدا يحدث خلخلة وتصدعا بطيئا داخل التقليد وتصعب مقاومته، وذلك ينطبق حتى على أولئك الذين يدعون تجاوزه باسم المعيش، لأن التفكير يظهر أن لفظة "تجربة كانت تعني دائما العلاقة بحضور، سواء أخذت هذه العلاقة شكل الوعي أو لم تأخذ"^[24].

إن الحضور أمام الذات في نظر دريدا لم يتحقق بإطلاق، بل تم حلمه فقط فمثلا أن الحلم يشبع الرغبة رمزياً، أي يعوض اللاإشباع الحقيقي للرغبة، كذلك الميتافيزيقا تعوض رغبة الحضور، رغبة يستحيل إشباعها، لكن يجب الاعتراف لهذا الحلم بقوة المخادعة، فداخل الصوت يبدو الدال شفافا لكي يترك المفهوم يقدم نفسه، فخارجية الدال تبدو مقلصة، وهي خدعة انتظمت من أجل ضرورتها بنية بأكملها أو عصر بأكملها. وتجاوز الحلم يتطلب اللجوء إلى درجة قصوى من العنف، لأن حلم الحضور أمام الذات لم يتحقق أبداً، لكن لماذا لم يتحقق الحضور؟ لأنه "بدون الانقطاع - بين الحروف، الكلمات، الجمال والكتب- لا يمكن لأية دلالة أن تستيقظ"^[25]، لأن الاختلاف بين وحدتين صوتيتين غير مسموع، وهو أي الاختلاف وحده يسمح لهما بأن يوجد، هذا الاختلاف بين الوحدات الصوتية يوسم في الكتابة بواسطة فسخة. ومن هنا تصبح الغراماتولوجيا هي "علم الكتابة قبل الكلام وداخل الكلام" إنها الدرجة القصوى للكتابة **Archi-écriture**، الأثر الخالص، والأثر **La trace** هو الأصل المطلق للمعنى، الأثر هو الاختلاف الذي يفتح الظهور والدلالة، ولأن المعنى اللغوي للأثر لا يكاد يخرج عن الشاهد الدال على بقاء الشيء الغائب وشروعه بالإنمحاء، فإن بنية العلامة تتوقف في نظر دريدا على أثر ذلك الآخر الذي هو غائب، وبالطبع لا يمكن الحصول على هذا الآخر في وجود تام.

إن الحضور مستحيل، إنه مجرد حلم، حلم الحضور أمام الذات هذا ما يوضحه من خلال قراءته لحلم روسو، حيث يقول: "التمتع هل صنع هذا المصير من أجل الإنسان؟ أه، لو كنت قد نذقت ولو مرة واحدة في حياتي كل متع الحب في امتلائها، فأنا لا أتصور أن وجودي الضعيف سيكون قادراً على الاكتفاء بها، إذ سأكون قد مت على الفور"^[26]. ويمكن إجمال مجموع مفاهيم جاك دريدا والتي يصعب تقريرها، إنها مفاهيم ضد مفاهيم، وهي لا تشكل مجتمعة نسقا فلسفيا شاملا لأن التفكيك أو التفكيكات كما يفضل دريدا تسميتها لا يمثل نسقا أو فلسفة بقدر ما هو إستراتيجية لخلخلة التمرکز^[27]، هذه المفاهيم هي :

- أثر أو كتابة : **trace ou gramme** : بنية تحيل إلى الأخر عموماً، غير شيء، آخر ليس حاضراً أمام إدراك، ولا يوصل إلى أي حضور بعيداً فقط عن اختلاف ما، يحول ويعمّن التصور الكلاسيكي للكتابة، فالصوت والكلام هما أيضاً نسيج من آثار، من كتابات، من فوارق تفضلية (فسحة)، من علاقات بالآخر.

- إختلاف (ت)لاف : **différance** : يحيل إلى عملية التأجيل (التأخير) والتمييز والفصل، هذه العملية تتدخل ليس فقط في مجال العلامة (دال ومدلول) ، بل أيضاً في حقل للكتابة أو للأثر بدون حدود، اختلاف بين المكان (فسحة) والزمان (تأجيل) اختلاف بدون تعارض ينتج تبعثراً بدون حدود .

- إضافة : **supplément** : تضاف قصد تكملة نقص، ترسمه أنياً وتتركه مفتوحاً، والإضافة كإسراف ليست ملائمة أبداً، هذا الزائد وهذا الناقص لا يتعدان أبداً، ووظيفتهما تصدع كل تعارض بين السلبي والإيجابي .

- فارماكون : **pharmakon** : هو دواء وسم (خير وشر، زائد وناقص...) يسم كل تعارض ثنائي للدلالات أو القيم رغم تكاملهما وتضائفيهما.

- **hymen** : (غشاء البكارة ، الزواج) : هو الإخفاء والانكشاف، البعد والقرب، الداخل والخارج، إنه يفسد كل تعارض ثنائي، مثلما يفسد كل تصالح ديبالكتيكي والكتابة هي مصدره .

- تشتت : **dissémination**^[28] : ينظم علاقة إشكالية المعنى بإشكالية التوالد، يحيل إلى تبعثر المعنى وتشتته، فهو يبذل بدون احتياط الكنز الذي راكمه تعدد المعاني، حيث ينتج النص كبدور مزيداً من الحصاد الدلالي، فيتعدد المركز، ويتبدد التأويل، وتتكاثر القراءات، ويغدو النص ذلك الواحد المتعدد.

2.3- غادامر وعالمية الفكر الهرمونيوتيقي.

المشكل الجوهرى الذي شغل "هانز جورج غادامر" 1900-2002 هو الفهم الذاتى الذى تمارسه العلوم الإنسانية فى مقابل النموذج العلمى الذى تتمتع به العلوم الدقيقة .

لقد ظل " غادامر" وفيما للمنحى الانطولوجى الذى رسمه هيدغر، و المتمثل خصوصاً فى مسألة اللغة و التناهى الذاتى الذى تكشف عنه التجربة التاريخية و هرمونيوتيقا الفهم و فهم الذات و هو ما سماه هيدغر ب"المنعطف الانطولوجى الحاسم"^[29] فى تجربة الفهم الذاتى .

عوض الطرح التاريخى و الابستمولوجى للعلوم الإنسانية (فيلهلم دلناي) يركز هيدغر على فكرة التناهى و بنية الأحكام المسبقة كقاعدة ايجابية للفهم بمعنى : وجودنا المتموضع و المتجزئ فى الزمانية و المتناهى يكشف إمكانيات و كمونات الكائن فى العالم أو "الدازايين" ، فالهرمونيوتيقا لا تهدف إلى تأسيس قاعدة شاملة لكل مستويات الفهم و إنما إلى تشكيل وعي نقدي لتناهى " الذازيين" إزاء الإمكانيات الانطولوجية التى تكشف عن وضعيته الخاصة و الملموسة ، يقول فى مقدمة الحقيقة و المنهج :

"أعتقد أن التحليل الزمانى للوجود الإنسانى عند هيدغر ، قد برهن بوضوح أن الفهم ليس موقفاً للذات الإنسانية من بين غيره من المواقف ، و إنما الفهم هو طريقة وجود الذازيين نفسه ، و إنما بهذا المعنى قد قمت باستخدام مصطلح هرمونيوتيقا هنا (فى الحقيقة و المنهج)، انه يشير إلى الحركة الأساسية للوجود الإنسانى و التى تتألف من تناهيه و تاريخيته و تستغرق بالتالى كل خبرته بالعالم ، إن حركة الفهم شاملة و عالمية".

1.2.3-هرمونيوتيقا غير وضعية للعلوم الإنسانية.

ينتقد غادامر التصور الوضعية الذى تنتهجه العلوم الإنسانية اقتداء بالعلوم الطبيعية و يؤكد على أن العلوم الإنسانية ترتبط بالرفقة و الدقة و فن الممارسة الذاتية أكثر منه بمناهج مطبقة و قواعد صارمة ، يقول: "لكن المشكلة البادية للعبان، تلك التى تطرحها العلوم الإنسانية على بساط البحث، هى أن المرء لا يدرك بشكل صحيح طبيعتها إذا قاسها بمقياس معرفة متقدمة على نحو منتظم ولا يمكن لتجربة العالم التاريخى الاجتماعى أن ترقى إلى مرتبة علم عن طريق الإجراء الاستقرائى للعلوم الطبيعية"^[30] و يمكن التماس ذلك فى الإحالة التى يقدمها كتابه (الحقيقة و المنهج) بشأن عصر الأنوار "aufklarung" و النزعة الإنسية التى انتشرت فيها مفاهيم الذوق و الحكم الجمالى و الفن و التى تعكس الطابع "الجوانى" فى إدراك الأشياء ، النزعة الإنسانية للمعرفة لا تقصد نتائج موضوعية و قابلة للقياس كما فى العلوم المنهجية للطبيعة، بل تأمل المساهمة فى تكوين و تربية الأفراد بتنمية قدراتهم على الحكم فى هذا المجال للتكوين ، أين يتكون معنى مشترك ، معنى مشترك للكل ، و معنى لما هو مشترك و صحيح، يتكون ارتقاء للعالمى ، و لكن ليس ذلك الخاص بالقانون العلمى انه يتطابق بالأحرى مع نوع من التجاوز لخصوصيتنا و التى تفتحنا على آفاق أخرى و التى تعلمنا الاعتراف المتواضع بتناهينا الخالص .ألا يوجد هنا "نمط من المعرفة" يقم الفرد و يمكن أن يصلح نموذجاً للعلوم الإنسانية ؟ إذا كان هذا النموذج قد فقد قوته فذلك لأن النزعة الوضعية فرضت نموذجاً وحيداً للمعرفة ذلك المتعلق بالمعرفة المنهجية المستقلة عن المؤول إن غادامر لا يعترض على النموذج العلمى المنهجى و يقر له بالشرعية، لكنه يعتبر فرضه كنموذج وحيد للمعرفة يجعلنا نقضى أنماط أخرى من المعرفة، لذا يجب التفكير فى إنصاف الحقيقة فى العلوم الإنسانية بواسطة الهرمونيوتيقا و التى ليست بالضرورة منهجية.

2 2.3 -نموذج الفن :حدث الفهم :

يعتبر غادامر أن تجربة الفن ليست مجرد متعة جمالية بل هى أولاً لقاء الحقيقة، ذلك أن اختزال المنتج الفنى إلى مسألة استثنائية Esthétique خالصة يعنى ربط الحقيقة الفنية بالمنهج على الطريقة الوضعية، لذا يجب الاعتراف بأن للإنتاج الفنى حقيقته.

يقترح هنا غادامر الانطلاق من مفهوم "اللعبة"، يقول: "فنحن عندما نتناول اللعب من جهة علاقته بتجربة الفن، فهذا لا يعنى أننا ننصرف إلى توجه مبدع العمل الفنى، أو إلى أولئك الذين يستمعون به، ولا إلى حالاتهم الذهنية... إنما نحن نقصر حديثنا على نمط وجود العمل الفنى نفسه"^[31] فهم إنتاج فنى يعنى أن نشارك فى اللعبة التى تقودنا إلى المشاركة فى حقيقة سامية. اللعب ليس له طابع ذاتى خالص فمن يشارك فى اللعبة يخضع لنظام استقلالية اللعبة، لاعب التنس يستجيب للكرة التى تقذف باتجاهه و الرافض يتبع ريثم الموسيقى، الذاتية هنا متورطة و مقحمة لكن حول ما تفرضه عليها الموضوعية، الذات إذن تجد نفسها مقحمة فى لقاء جولها و يغيرها. إذ يتعلق الأمر بنموذج فنى ، اللعبة تركز حول شكل ، منتوج بأسرنى و يكشف لى عن شيء مهم بخصوص ما هو كائن و أيضاً بخصوص ذاتى أنا أيضاً ، فلوحة (dos de mayo) ل(Francisco Goya) التى تظهر القتل الجماعى للمزارعين الأسبانيين من قبل الجنود الفرنسيين ، تكشف لى ما هو واقع احتلال نابليون لفرنسا ، هذا اللقاء مع الحقيقة يتضمن فى نفس الوقت لقاء مع الذات ، هنا حقيقة "أشارك" فيها ، ومن هنا يوجد اختلاف فى تأويل المنتجات الفنية ، و الفكرة القوية لغادامر هى أن هذا الاختلاف و التغيير أساسى للمعنى ذاته ، تجربة الحقيقة لا تستمد من منظوري أنا فقط ، بل تستمد قبل كل شيء من الإنتاج ذاته الذى يفتح عينى على ما هو موجود . باختصار المنتج الفنى يقول لى " يجب أن تغير حياتك " .

هذا النموذج للإنتاج الفني هو الذي يطبقه غادامر على العلوم الإنسانية فحقيقة العلوم الإنسانية ترتبط أكثر بـ " الحدث " (الذي يأخذنا و يجعلنا نكتشف واقع الشيء (الحقيقة) أكثر من ارتباطها بالمنهج. [32]

2.3.3 - الأحكام المسبقة ، شروط الفهم : إعادة تأهيل التراث :

الطرح التقليدي لتحقيق عملية العلوم الإنسانية يتجه نحو إقصاء " الأحكام المسبقة " لبلوغ الموضوعية ، بينما غادامر يعتبرها " شروط الفهم " هنا يأخذ بتحليل هيدغر للبنية الاستباقية للفهم، " ولكننا على أية حال نستطيع أن نبحث في النتائج المترتبة عن استنتاج بنية الفهم الدائرية من زمانية الدازاين "Dasein" بالنسبة لتأويلية العلوم الإنسانية [33] الذي يبين أن قذف "projection" المعنى ليس عرضي بل مكون أساسي لكل فهم.

من هنا فهو يرفض المثالية المنحدرة عن الأنوار (ديكارت) الداعية إلى ضرورة التخلص من كل حكم مسبق ، إذن فالقابل بين العقلي و التراثي لا معنى له لأن هناك أحكام مسبقة مشروعة، "إن الوعي الذاتي للفرد هو مجرد ومضة خاطفة في حلقات الحياة التاريخية المغلفة. وذلك هو السبب في أن أحكام الفرد المسبقة تشكل حقيقة وجوده التاريخي، أكثر مما تشكلها أحكامه العادية" [34].

يتساءل غادامر: هل هناك حقيقة لا تدين إطلاقاً بأي شيء للتراث و التي تكون و بالتالي مفصلة تماماً عن اللغة ؟ غادامر هنا لا يقصد تراثاً معيناً فيكون تراثي ، انه يقصد "عمل التاريخ" الذي يلتحم حميمياً بالفهم ، التراث يمثل كل ما ليس " موضوعياً" في فهم ما . الفهم يبدأ انطقاً من رؤى و انتظارات يرثها من ماضيه ومن حاضره و التي لا يمكن أن توضع على مسافة و من هنا فمثالية التخلص من الأحكام المسبقة لا تستجيب لتاريخانية (historicité) الفهم. ويقترح غادامر أن التاريخانية تسمح بحل المسألة النقدية للهرمنوطيقا، كيف يمكن التمييز بين الأحكام المسبقة المشروعة التي تجعل الفهم ممكناً عن تلك الغير مشروعة و التي يجب على العقل النقدي تجاوزها ؟ المسافة الزمنية هي التي تسمح بإقامة هذا التمييز بين الأحكام المسبقة المشروعة والغير مشروعة ، نلمس ذلك في الفن المعاصر و في الفلسفة أيضاً [35].

2.3.4 - انصهار الأفاق و تطبيقه :

يرى غادامر أن فهم الماضي ليس هو الخروج من أفق الحاضر و من أحكامه المسبقة من أجل الانتقال لأفق الماضي ، بل بالأحرى ترجمة الماضي في لغة الحاضر أين تنصهر أفاق الماضي و الحاضر ، الانصهار ناجح إلى درجة عدم التفرقة بين ما هو مستمد من الماضي و بين ما يستمد من الحاضر ، لكن هذا الانصهار بين الحاضر و الماضي هو أيضاً بالأساس بين المؤول و ما يفهمه .

كما أوضحت تجربة الفن فإن الفهم تجربة انصهارية (اتحاد) إذ لا تستطيع التمييز بين ما يستمد من الذات التي تفهم و ما يستمد من الموضوع . و إذا كان هناك ارتباط بالحاضر فمعنى ذلك أن الفهم يحتوي دائماً على جانب تطبيقي ، أن نؤول معناه الارتباط بعصرنا ، بلغتنا و بتساؤلنا . الفهم إذن "تطبيق" معنى في الحاضر مثال : الترجمة.

2.3.5 - اللغة ، موضوع و عنصر للاكتمال الهرمنوطيقي :

الفهم هو تجربة لمعنى أو القدرة على ترجمته ، غادامر يستنتج أن مسار الفهم و موضوعه هما بالأساس لغويين ، توجد هنا أطروحتين :

الأطروحة الأولى : الفهم هو دائماً مسار " لغوي " ، بمعنى لا وجود لفهم غير مطروح على نحو ما في لغة هي دائماً و بالضرورة لغتنا ، هنا يوجد اتحاد (انصهار) بين مسار الفهم و وضعه اللغوي . اللغة ليست الترجمة الثانية لمسار فكري يسبقها و الذي يمكن أن يتسلسل بدون لغة ، بل كل تفكير هو بداية بحث عن اللغة ، لا فكر بدون لغة هذه بداية أعفها الفكر الغربي منذ أفلاطون . غادامر يتحدث هنا عن نسيان اللغة ، امتد عبر التراث الغربي باستثناء فكرة أوجستين عن "هوية ماهية" "identité d'essence" أساسية بين الفكر (اللوغوس) و مظهره اللغوي (تجسده) . لغة الفهم هذه يمكن أن تحتضن كل كائن قابل أن يفهم و غير محدودة بمنظوره الخاص (تلك الخاصة بلغة أو جماعة خاصة) " الشرط اللغوي لتجربتنا في العالم لا تعني المنظورية التي تستبعد منظورات أخرى" [36]

التركيز إذن لا يخص حدود المنظورية التي يدخلها الطابع اللغوي لفهمها ، و لكن بالعكس على الانفتاح الذي يتضمنه : اللغة التي تفهم انطلاقاً من الحوار ، يمكن أن تنتفتح على كل ما يمكن أن تفهم و على أفاق لغوية أخرى توسع لغتنا . الترجمة و الحوار ممكنين دائماً من حيث المبدأ ، هذا لا يعني أن لغتنا ليست لها حدود ، و لكن حدود اللغة هي أيضاً حدود فهمها ، كل نقد لحدود اللغة لا يمكن القيام به إلا داخل اللغة ، اللغة إذن تستوعب كل الاعتراضات التي يمكن أن ترفع ضد كفاءتها و قدرتها . من هنا عالمية اللغة تسير جنباً مع عالمية العقل . إذا كنا نستطيع الحديث عن عالمية و عن معقولة حوارية للغة ، لتحديد انفتاحها على كل معنى يمكن أن يفهم ، فلأن اللغة هي نور الوجود ذاته و من هنا :

الأطروحة الثانية : ليس تحقيق الفهم هو لغة ، و لكن موضوع الفهم هو ذاته لغوي ، هذا معنى العبارة الشهيرة لغادامر : " الوجود الممكن فهمه و إدراكه هو اللغة " [37] ، فالعالم لا يتقدم إلي إلا عبر اللغة ، هذا الجدار هذا الطبيب ، هذا القنوط لا تقدم نفسها أمامي كوقائع مادية أولاً ثم الصق لها بعد ذلك تعيينات ، ما أراه هو : جدار ، بيت ، كل ما يمكن أن يفهم هو وجود يتم فصل في اللغة . عندما أبحث عن فهم هذا الشيء ، فأنا أبحث عن وجود هو مسبقاً لغة و يمكن بالتالي أن يفهم . غادامر هنا يتجاوز بل ويدين التصور الأداتي و الاسمي للغة ، الذي يجعل منها أداة في يد الذات ، و يضيء على اللغة بعدا انطولوجيا .

إذن : عالمية اللغة ، المعنى ، الوجود ، الفهم كلها تدعو إلى تأسيس هرمنوطيقا تميل نحو العالمية ، فالهرمنوطيقا تتجاوز أفق التفكير حول العلوم الإنسانية لتصبح تفكير و تأمل فلسفي عالمي حول الطابع اللغوي لتجربتنا للعالم و العالم ذاته .

4: حوار التفكيك و الهرمنوطيقا:

يمثل لقاء الهرمنوطيقا و التفكيك، لقاء فلسفي حقيقي بين الفلسفة الألمانية و الفلسفة الفرنسية، كل الظروف كانت تبدو ملائمة لنجاح هذا اللقاء، فالفلسفتين تنطلقان من هرمنوطيقا هيدغر [38]، إذ يجدر دريدا فعل الهدم الذي أصبح معه تفكيكا للبنى الميتافيزيقية للفكر الغربي من أفلاطون إلى هيجل، بينما يعمم غادامر العمل الهرمنوطيقي وحدث الفهم، رغم أنه يستمد أكثر من هيدغر الثاني بعد المنعرج، بالتركيز على عمل التاريخ و اللغة. بالإضافة إلى هذا الأساس المشترك، فإن الهرمنوطيقا و التفكيك يعالجان موضوعات مشتركة كذلك المتعلقة بالتأويل و الحقيقة، بالكتابة و الأدب، بالتراث و النصية Textualité، بالفينومولوجيا و الميتافيزيقا، وهو ما يوحي لأول وهلة بإمكانية قيام حوار متميز بين الهرمنوطيقا و التفكيك في لقاء باريس سنة 1981م. تشير إلى أن هذا اللقاء حدث سنوات قليلة بعد رحيل هيدغر (1976م)، و سنة بعد رحيل جون بول سارتر (1980م)، أي بعد مرحلة رواج أعلام الفلسفة الوجودية، رغم تصدي كل من مدرسة فرانكفورت بألمانيا و البنيوية في فرنسا ابتداء من نهاية سنوات الستينات، فبعد هيدغر و سارتر خرج التفكيك و الهرمنوطيقا من الظلام و اكتسحا الفلسفة الأوروبية [39]. هاتين الفلسفتين هما اللتان سوف تلقتان و تندخلان أخيراً في حوار. قدم غادامر محاضراته حول "التحدي الهرمنوطيقي" [40] Le défi herméneutique، وكان يقصد من وراء ذلك، التحدي الذي ترفعه هرمنوطيقته، وأيضا التحدي الذي يمثلته اللقاء مع دريدا، و يوضح غادامر أسباب ودواعي هذا التحدي مع لقاء الفضاء الفرنسي، في كون أن دريدا رغم اعتماده لفكرة "الهدم" Destruction الهيدغيرية، إلا أنه يهيم غادامر بنزعة التمرکز حول اللوغوس Logocentrisme، لأنه يواصل طرح مسألة

المعنى أو حقيقة الوجود بتصور المعنى معطى يمكن القبض عليه، ومن هنا يكون نيتشه أقرب لدريدا من هيدغر [41] بفكرته حول أن التأويل ليس اكتشافاً للمعنى، بل امتثالاً للعبة المنظورات والأقنعة، وفي هذا السياق تنتقد القراءة الهيدغرية لنيتشه في فرنسا [42]. لقد تمكن نيتشه في نظر دريدا من تجاوز الميتافيزيقا حين أكد على اللعبة الأمتناهيّة للتأويلات، أما غادامر فأعلن مساندته للهدم الهيدغري، إن هيدغر في نظره يتجاوز نيتشه، والهدم عنده هو هدم المفردات المتصلبة للفكر، ذلك الفكر الذي ابتعد عن "الحوار الحي" الذي يتبعه كل لغة حقيقية لأن ماهية اللغة تكمن في الحوار. التجربة الهرمونيوتيقية للحوار المستمدة من تجربة الفن وتاريخ الفلسفة تقوم على دخول المؤول في حوار مع الفن والإنصات إليه وبالتالي فهمه [43]، ولكن ليس بدون أن يخرج المؤول متحولاً، غير أن ما يقال لنا في منتج فني ما لا يمكن أن يستنفذ مفهوماً أبداً، لأن عدم استنفاد تجربة المعنى هو جزء من التناهي الإنساني، ولعل غادامر هنا يقصد إظهار التوافق مع فكرة دريدا حول إرجاء لانهاية للمعنى، وإذا كان غادامر يعترف بحدود كل تأويل للمعنى، فإن الهرمونيوتيقا مدعوة للانفتاح على الآخر، "فقبل أن يأخذ الكلمة للرد، يساعدنا بمجرد حضوره، على اكتشاف حدود أحكامنا المسبقة، وتفجيرها" [44]، ويشهد هذا الانفتاح على الآخر، على رغبة غادامر واستعداده لمحاوره دريدا، في الوقت الذي لم يبدي فيه دريدا أية قابلية للحوار، فبعد المحاضرة التي ألقاها غادامر، تقدّم دريدا بمدخلته حول: "التوقيع عند هيدغر ونيتشه" دون أدنى إشارة إلى غادامر. وقصد بعث الحوار بينهما طلب المنظّمون في اليوم الموالي من دريدا طرح بعض التساؤلات على غادامر، فكان أن طرح دريدا ثلاثة أسئلة هي:

السؤال الأول :

يتعلّق بالاعتراض على الإرادة الحسنة واستحضار الإرادة الحسنة والإنقاع الكامل بالرغبة في الاتفاق، هذه البداية التي يضعها دريدا موضع تساؤل، بحيث يتساءل: هذه الأولية للأمشروطة - المطلقة، ألا تفترض أن الإرادة تبقى صورة هذه الأمشروطية والملاذ المطلق والتصميم المعول عليه في نهاية المطاف؟ ما الإرادة كما يقول كانط- إذا لم يكن ثمة شيء حسن مطلق سوى الإرادة الحسنة؟ ألا ينتمي هذا التصميم المعول عليه إلى ما يسميه هيدغر بموقف وجود الموجود كإرادة أو الذاتية الإرادية؟ ألا ينتمي هذا الخطاب في ضرورته ذاتها إلى عصر ميتافيزيقا الإرادة؟

السؤال الثاني :

يتعلّق أيضاً بالإرادة الحسنة، ماذا نصنع بالإرادة باعتبارها شرط الاتفاق- وأيضاً الخلاف- عندما نريد إدماج هرمونيوتيقا التحليل النفسي؟ هل يكفي، كما يذهب غادامر، مجرد توسيع السياق التأويلي؟ أو بالعكس، وهو ما أذهب إليه، قطعية أو إعادة تركيب عام للسياق ولمفهوم السياق نفسه؟ لا أعمد هنا على أي مذهب في التحليل النفسي، وإنما أسند إلى مسألة تعرب عنها إمكانية التحليل النفسي وإلى تأويل يشغل عليه هذا التحليل. هذا التأويل هو أقرب إلى التأويل النيتشوي منه إلى التراث الهرمونيوتيق مع كل الاختلافات الداخلية الممكن تحديدها والإشارة إليها كما كان الحال مساء أمس من شلايرماخر إلى غادامر.

السؤال الثالث :

يتناول موضوع "الفهم" ولكن دائما في سياق بديهية الإرادة الحسنة، ويتساءل دريدا: هل أفهم الآخر حينما أفهمه؟ إننا نتساءل: إذا كان شرط ال **Verstehen** -الفهم- بعيدا عن كونه استمرارية العلاقة كما قيل مساء أمس، ليس انقطاع العلاقة وعلاقة الانقطاع وتأجيل كل وساطة؟ وهنا يشخص دريدا الفهم كشكل من العنف المفروض على الآخر [45]. إن الفهم في نظر غادامر ممكن، بينما هو بالنسبة لدريدا غير ممكن، وإمكانية الفهم لدى غادامر لا تعني استحالة إشباع إرادة الفهم، إذ قد يكون عدم إشباع -عدم تحقق المعنى- مجهود الفهم هو محرّك البحث عن الحقيقة، الانتقال على معنى، لكنّه معنى مرجأ- مؤجل- بلغة دريدا، وهذا الاخ(ت)لاف هو الذي جعل دريدا يرفض إرادة الفهم، فهل يصل الفهم حقاً للآخر؟ ألا يبقى أسير أنسفة، وبنيات وعلامات، تمثّل شاشة لما هو خفي وراء العلامات ولا يمكن أن يقال؟ أليس الخطاب دعوا للقول مثلما أن الفهم عدو للمعنى المراد سماعه؟

وقع أمام هذه الأسئلة في واحدة من حالات سوء الفهم، لكن ربّما كانت هذه الاعتراضات هي ما حفّزه على مضاعفة المجهودات بعد لقاء 1981م وذلك لأنها مسّت جوهر وعصب المسألة الهرمونيوتيقية-الفهم-، وقد عبّر غادامر عن إرادته في الحوار [46] بأن خصّص لهذا النقاش مع دريدا العديد من النصوص، فهناك على الأقلّ سنة نصوص [47] نشرها غادامر، سبعة إذا أخذنا بعين الاعتبار محاضرة "الهرمونيوتيقا والتفكيك" التي ألقاها بباريس أثناء لقائه مع دريدا سنة 1993م، وقد عبّر البروفسور جون قراندان «Jean-Grondin» عن هذا الاهتمام الأحادي بقوله أن دريدا يمثل أحد المحاورين المفضلين للأعمال الأخيرة لغادامر [48]. لكن مقابل هذا الاهتمام الغاداميري وإرادة الحوار، لم يبدي دريدا أي استعداد للحوار إذ لم يصف شيئا إلى أسئلته الثلاثة التي وجهها لغادامر، على الأقلّ خلال حياة غادامر. إن اهتمام غادامر بالنقاش مع التفكيك وخاصة فيما يتعلّق بإرادة الفهم، يدلّ على أن هذا اللقاء مع الفضاء الفلسفي الفرنسي كانت له تبعات ونتائج على بعض الأطروحات الأساسية لهرمونيوتيقته، أمّا من جهته دريدا ناحت مصطلح الاخ(ت)لاف **La Différance**، أجل، و"أرجا" الحوار إلى ما بعد وفاة غادامر، ربّما لأنه يفضل فكر الغياب على الحضور، وهذا يعني أن اللقاء كانت له تبعات فلسفية على الطرفين فما هي هذه التبعات؟

5 : التبعات الفلسفية للحوار

اللقاء الحقيقي والفعلي يحوّل ويغيّر دوما المتخاطبين والمتحاورين، والحوار الحقيقي لا يقاس بتحقيق الاتفاق، فسوء التفاهم ليس نفيًا للحوار بل هو محرّك الحوار. إن هدف الحوار هو التحوّل واعتبار الآخر، الآخر المخالف طرفا مشاركا في العملية الفكرية، وبهذا المعنى يكون الحوار ناجحا متى أفضى إلى إعادة النظر في أفكارنا ومواقفنا بفضل القدرة على الإنصات للآخر المخالف، وإذا كان لقاء التفكيك والهرمونيوتيقا خلّف ردود أفعال على الأقلّ بالنسبة لغادامر في مرحلة أولى تلتها بعد ذلك تصريحات دريدا، فإن الحوار بينهما لم يكن عقيما، ويمكن قراءة نتاجه وأثاره الإيجابية على الشكل التالي: لقد ساهم نقد دريدا لميتافيزيقا الإرادة في تهذيب الطابع "الإمتلاكي" لمفهوم الفهم المطروح في "الحقيقة والمنهج"، إذ بيّن "جون قراندان" **Jean Grondin**، أن الفهم عند غادامر يظهر فعلا كشكل تطبيقي وإمتلاكي، ففهم معنى أجنبي يعني امتلاكه بواسطة نوع من التطبيق أو بترجمته إلى لغتنا، وهنا يتساءل قراندان: هل أفهم المعنى الأجنبي في خصوصيته عندما أطبقه على وضعيتي، خصوصا أنني أفهم استنادا إلى أحكام مسبقه؟ [49] يبدو واضحا أن نقد دريدا ساهم بشكل كبير في مراجعة مفهوم الفهم عند غادامر، ونجد الدليل على ذلك في إضافة صغيرة أضافها غادامر سنة 1986 لفصل المسافة الزمنية في كتاب "الحقيقة والمنهج" حيث يقول: "ينشأ هنا على التوام خطر أن يقوم شخص ب "تملك" شخص آخر بحسب فهمه الخاص، فيخفق بذلك في تمييز أحيته" [50] هذا النص القصير هو بمثابة نقد ذاتي «Autocritique» إن غادامر لا يعيد النظر في مسألة احتواء الفهم على جانب تطبيقي، لكنّه يظهر حذره من خطر فهم يمتلك الآخر ويمارس العنف على غيريته، هنا غادامر لم يفصح عن مصدر معنى الغيرية، ومع ذلك يمكن افتراض أن مصدره هو التأثير الصامت لدريدا، وإذا سلّمنا بمشروعية هذا الافتراض فإن لقاء الهرمونيوتيقا والتفكيك لم يكن عقيما مثلما يعتقد، ويوجد تأكيد آخر لهذا التحوّل، في تعريف غادامر الأخير للهرمونيوتيقا باعتبار أن روحها -روح الهرمونيوتيقا- تتطلب الاعتراف أنه " يمكن أن يكون الآخر على حق" فالهرمونيوتيقا تعني هنا إمكانية أن يكون الآخر على صواب. الفهم إذن لا يبدو امتلاكا بقدر ما هو انفتاح على الآخر، كما أن غادامر لم يتحدث كثيرا في كتاباته الأخيرة عن شمولية اللغة مقارنة بحدود اللغة أمام كل ما يمكن أن يقال، يقول محمد شوقي الزين في القسم الثاني من الإزاحة والاحتمال المعنون ب: تفكيكات (التفكيك والتأويل) «امتلاك المعنى في لحظة العبارة هو المغامرة المحفوفة بالمخاطر والمهالك التي تنتبه فيها الذات لأنه باستحواذها على سياق العبارة أو دخولها في أرضية اللغة فإنها تجابه مولنا ليس مولنا، بل هو المساحة المحايدة لكل ذات ناطقة. فلا يمكنها هكذا استفاد ما تريد قوله والتدليل عليه، لأنه ثمة فترات من الانقطاع والغرابية والنسيان والفراغ والمعاناة التي تسحب عن الذات مزاعمها في الامتلاء والارتواء» [51]. وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار هذه المراجعات الجديدة لهرمونيوتيقا غادامر حول الانفتاح على غيرية الآخر، وحول حدود اللغة، بمثابة ثمرة اللقاء بين الهرمونيوتيقا والتفكيك، ثمرة لقاء الفلسفة الألمانية مع الفضاء الفرنسي. يظهر ممّا سبق، أن لقاء الهرمونيوتيقا بالتفكيك وإن بدا لأول وهلة وفي ظاهره حوار طرشان، إلا أنه يكشف أن بين الهرمونيوتيقا والتفكيك توجد

تصوّرات ومفاهيم وروى مشتركة يعمد صاحبها إلى حببها وإخفائها معلنا خياره الاستراتيجي، إذ لا ينفك التفكير الدريدي عن الممارسة الهرمنيوتيقية في السبر والقراءة، ولا ينقطع التّأويل الغاداميري عن الاستنطاق والتفكيك، وبهذا المعنى تزرع التفكيكية بذور هرمنيوتيقية في حقول قراءاتها وتحصد الهرمنيوتيقا آثارها في القلب وثمارها في العزل والتفكيك، لكن أين يتجلى الوجه المشترك بين التفكير والهرمنيوتيقا؟

غالباً ما تقسو التفكيكية على الهرمنيوتيقا بارجاعها إلى مجرد كلياتية في الوجود والحقيقة بتوزيع شامل للمعنى ومشكلات الفهم والحوار، كما تقسو الهرمنيوتيقا على التفكيكية باستبعادها لإرادة الحوار والتّفاهم. والحقيقة أنّ هذه القسوة لم تصب هدفها ولنمس ذلك لدى غادامر كما لدى دريدا .

1.5- غادامر: إعادة النظر في حدث الفهم.

قام غادامر في العشرينين الأخيرتين من حياته بمراجعة حاسمة وجريئة لتصوّراته حول المعنى واللغة والحقيقة، ليخلص بذلك إلى نفس النتيجة الصّادرة عن ترجمة التفكير بأنّه " أكثر من لغة " ^[52] **plus d'une langue** ، هذا ما بيّنه جون قراندين في دراسته حول: تعريف دريدا للتفكيك: محاولة في التّقريب بين الهرمنيوتيقا والتفكيك، ذلك أنّ من بين الدلالات الرّمزية لعبارة "أكثر من لغة" نجد معنى الإنصات والإصغاء الذاتي لكل ما يحدث داخل اللغة⁵³، لأنّ الكلمة تقول دوماً شيئاً آخر إضافة إلى ما تقوله، ما يعبر عنه يختزن دوماً إمكانات لم يعبر عنها ويمكن اشتقاقها بالقراءة والتّأويل أو الاستنطاق والتفكيك. ومعنى ذلك أنّ اللغة لا تستنفذ التّعبير لأنّ ثمة إرادة في التّعبير لا تقف عند حدّ ويستحيل أن تقول كلّ ما أردت قوله⁵⁴. بهذا المعنى تتقارب الهرمنيوتيقا مع التفكير لأنّ الفهم كما يعقله غادامر يتجاوز امتلاك المعنى ومحاصرة الحقيقة، إنّ إرادة في الإصغاء تقصد ما وراء اللغة في بدايتها ومنطقها، الفهم لا يحتكر المعنى المقصود بل يحزّره ويوسّعه، فكيف يتحوّل تحرير المعنى إلى احتكار الحقيقة؟ إنّها تقنيات غريبة عن الهرمنيوتيقا. ثمّ إنّ مقولة غادامر "الهرمنيوتيقا هي إمكانية أن يكون الآخر على حقّ" تفتح المجال لحوار بين الهرمنيوتيقا والتفكيك.

2.5- دريدا: الاعتراف بالحوار.

غالباً ما يعتقد أنّ غادامر واصل حوارها الداخلي مع التفكير بمفرده ودون استجابة من دريدا، لكنّ محاضرة دريدا سنة 2003 بمناسبة الذكرى الأولى لوفاة غادامر والتي ألقاها بجامعة هيلبرغ تحت عنوان: حملان: الحوار غير المنقطع بين سمردين اثنين: الشعر - منشورات غاليلي 2003 -، جاءت لتضع حدّاً لهذا الزعم، إذ كتب إنّ القرن العشرين هو قرن غادامر حيث تجلّت في كتاباته كلّ الفلسفة الألمانية منذ ثلاثة قرون -الأدب والفلسفة والتّاريخ والفن-، وغادامر هو في ذاته "مدرسة فكرية" أنارت القرن العشرين بقراءة نقدية جادة وأفكار معرفية خارقة وطلعت على الفكر المعاصر بمنهج تتقاطع فيه الفلسفة والأدب والقانون والأهوت، وهو المنهج التّأويلي أو الهرمنيوتيقا^[55]. هذه العبارات هي اعتراف بمكانة غادامر وعرفان بمساره الفلسفي، فعنوان المحاضرة يسترجع مفهوم مركزي عند غادامر، الحوار Dialogue فقد انقطع الحوار دون أن ينقطع، يقول: "سميت هذا الحوار انقطاعاً". الانقطاع لا يعني فشل الحوار، وإنّما هو شرط الفهم والتّفاهم^[56]. الحوار يتعدّى المفهوم البسيط حول شخصين يستفهم أحدهما الآخر، الحوار يعني أيضاً الجدل بين النصوص أو السّياقات أو التّفاهات. إنّ الصّمت الذي يخفي وراءه ما لا يقال -فالقول يوجد فيما يقال وفيما لا يقال، أي ما تسكت عنه اللغة-، والصّمت الذي دام بين دريدا وغادامر هو حوار ضمني كانت له تجلّيات في الكتابات والمواقف، لكنّه لم ينقطع أبداً، إنّ حوار حكم على دريدا أن يواصله لوحده لكن مع حمله للأخر في ذاته، وكأنّ دريدا أراد بذلك أن يستجيب لفكرة "حوار حي" طرحها غادامر سنة 1981، فما دام النصّ ينادينا بقوّته المفهومية أو البلاغية رغم موت المؤلف فإنّ الحوار لا ينقطع، لأنّ العلاقة مع النصّ هي علاقة إصغاء وإنصات ودريدا مفتون بالإنصات أو الأذن، ودلّ على ذلك بمفرده **Otologie** -علم الأذنية-^[57].

لقد حمل دريدا فعلاً غادامر لذلك جاء عنوان محاضرتيه حملان، حمله في ذاكرته وقلبه بل واحتمله وهو ما يجعل التفكير يحتمل التّأويل. لقد أقرّ دريدا حملانه وصادقته لغادامر في نصّ آخر بعد وفاة غادامر ببعض الأسابيع، تحت عنوان: "كم كان على صواب! مرشدي، هانز جورج غادامر" **Comme il avait** **raison !mon Cicéron, Hans George Gadamer**، حيث يقول: "لا أعتقد في موت غادامر، لا أستطيع، لقد تعودت، إذا تجرّأت القول، الاعتقاد أنّ غادامر لا يموت أبداً، أنّه لم يكن إنساناً للموت ، منذ 1981، تاريخ لقائنا الأوّل... كلّ ما كان يأتيني منه، كان يعطيني التّراما، بحيث يبدو لي أنّ غادامر نفسه، بمدّتي بها، بواسطة نوع من الإشعاع الفلسفي ... لقد كنت مقتنعا أنّ غادامر يستحقّ ألا يموت، لأننا كنّا بحاجة إلى هذا الشّاهد المطلق، لذلك الذي يحضر ويساهم في كلّ النقاشات الفلسفية للقرن^[58]". ولأنّ غادامر لا يستحقّ أن يموت، فإنّ دريدا أجل وأرجأ وفق استراتيجيته التفكيكية الحوار مع فكره إلى ما لانهاية، غير أنّ الموت المفاجئ لدريدا في 09 أكتوبر سنة 2004 جاء ليقطع الحوار الذي يبقى مفتوحاً بين لامتناهيين الهرمنيوتيقا والتفكيك.

الخاتمة:

الحوار تفاعل وانفتاح تصغي فيه الأطراف إلى بعضها البعض، وتتعرّف من خلاله الذات على ذاتها وعلى الآخر ضمن علاقة بينذاتية خالية من أي شكل من أشكال الاحتواء والسيطرة، وعدم انتهاء تجربة حوارية إلى التوافق لا يقوم دليلاً على فشل الحوار، لأنّ قيمة الحوار تكمن في احترام الآخر المختلف في خصوصيته ضمن علاقة حوارية تنتجها الذات المتحوّلة، وإذا كان الحوار الشكل المفضّل للخطاب الفلسفي، فإنّه بقي مجرد أداة تفكير ولم يتحوّل إلى موضوع للتّفكير والتأمّل إلا مع مطلع القرن 20، مع تنامي فلسفة التّواصل، فأصبح إنتاج الدلالة ضمن علاقة بينخطابية هو ما يعطي التّلطف بنية حوارية بحكم مقاسمة الآخر لأننا مبادرة المعنى ضمن شروط أخلاقية. والخطاب الفلسفي خطاب يجمع بين الوحدة والتّعدد، فهو واحد من حيث كونه خطاب عقلي موجّه للجميع، لكنّه في نفس الوقت يتمظهر عبر لحظات نوعية متميزة، كالحظة إبداع الفلسفة اليونانية، ولحظة المثالية الألمانية، ولحظة الفلسفة الفرنسية للنّصف الثّاني من القرن 20 المتميّزة بالحضور القوي للفلسفة الألمانية ومناقشة آراء الفلاسفة الألمان خاصة - هيغل، ماركس، نيتشه، وهايدغر -، لكن الفرنسيين لم يكتفوا باستقبال الفلاسفة الألمان بل حاوروا آراءهم ومواقفهم استجابة لرغبة إثبات الهوية، فكانت فلسفتهم حقاً لحظة نوعية متميزة، تجلّت بالخصوص مع حركة ما بعد النيوية أو النيوية الجديدة، التي غيرت مسار الفكر من المركز نحو الهامش، ومن نماذج التّفاهم الفناء الفناء الفلسفي الفرنسي بالفناء الفكري الألماني، الحوار بين التفكير والهرمنيوتيقا - بين دريدا وغادامر - والذي يبدو في ظاهره حوار فاشل بالنظر إلى الأسس الفلسفية المتباينة للمشروعين، واختلافهما في فهم طبيعة اللغة، فإذا كان غادامر يتصوّر اللغة كصورة - أبقونة - ويلغي المسافة بين الكلمة والشّيء، وبين الصّوت والدلالة مؤكداً على وحدتهما الروحية ومستبعداً بذلك أن تكون الكلمة مجرد علامة -الكلمة صورة تساهم في وجود الشّيء، إنّها إضافة للوجود - فاللغة تقول كلّ شيء والقدرة على القول تسير بالتّوازي مع كونه العقل، فإنّ دريدا يتصوّر اللغة ككتابة معمّمة، كآثر (ت) لاف، لأنّها - اللغة - من طبيعة اصطلاحية وعهد العلامة في نظره هو عهد ميتافيزيقا الحضور، عهد نزعة العقل المركزية ونزعة الصّوت المركزية، والكلمة ليست لا صورة ولا رمز بل كتابة، كتابة معمّمة لذلك توجد مسافة بين الدال والمدلول، وبين الكلمة والشّيء، فسحة، وهي شرط كلّ معنى وشرط الشّيء ذاته. من هنا تكون اللغة عاجزة عن التّعبير عن كلّ شيء أو قول كلّ شيء. هذا على المستوى الاستمولوجي أمّا على المستوى الأنطولوجي، فإنّ غادامر يعتبر الفنّ المجال الخصب للتّجربة الهرمنيوتيقية للحقيقة، إذ تستدعي أنطولوجيا العمل الفنّي انتزاعه -الفن- من الطّابع الذاتي وإقامة صلته بالحقيقة - حدث الحقيقة - حسب نموذج "اللغة"، فالعمل الفنّي يكشف عن حقيقة الوجود، إنّ عرض تمّ نقله إلى صورة لحقيقة الوجود بوصفه حدثاً، إذ الصّورة بخلاف الرّمز والعلامة تساهم في وجود الشّيء، إنّها تقيض عن الأصل الذي لا يصير بذلك أقلّ، ومن هنا تكون الحقيقة عند غادامر هي: العرض الذاتي للمعنى، هذا العرض الذاتي يتطوّر حسب أنطولوجيا الصّورة حيث الحقيقة اكتشاف ولا تحجب **Aletheia** فالجميل يعرض ذاته، والحقيقة تدرك كحدث للوجود، إذ يتفوق للوجود على الذات-الذاتين- والتّراث على الوعي. مقابل ذلك نجد دريدا يؤكد على غياب الأصل وبالتالي غياب الحقيقة، غياب الإحالة إذ لا توجد سوى إحالة لانهاية بدون مدلول، ما يبقى ليس إلا البنية الاختلافية للمحاكاة - اختلاف بدون إحالة -، تمثيلية بدون محاكاة، بدون الأصلي وبدون الحقيقة، فالمعنى يأتي من الظلّ.

إنَّ التَّباين بين القراءة الهرمونيوتيقية والتفكيكية يعكس التَّباين بين توجُّه الفلسفة الألمانية ذات الطَّابع المثالي، والفلسفة الفرنسية ذات التَّوجُّه الاستمولوجي، المنهجي، لكن رغم ذلك فإنَّ الحوار بينهما - الهرمونيوتيقا والتفكيك - كان حوارا ناجحا بكلِّ المقاييس، مادامت قيمة الحوار لا تلتزم في تحقيق التوافق، بل في التحاور وإشراك الآخر المخالف في العملية الفكرية ذلك أنَّ ما ترتب عن هذا الحوار من مراجعة وإعادة نظر في بعض المفاهيم والتصورات- الفهم، الهرمونيوتيقا- نتيجة النقاش لسنوات طويلة، يدلُّ على مدى أصالته ونجاحه، وهو ما يسمح لنا أن نقول بأنَّ التفكيك يحمل في طياته القراءة الهرمونيوتيقية والهرمونيوتيقا لا تتوقَّف عن الاستنطاق والتفكيك.

المراجع العربية:

- [1]- ابن منظور، لسان العرب المحيط، الجزء 11، دار إحياء التراث العربي، بيروت، لبنان، الطبعة الأولى-مادة حوار.
- [4]- أندلسي محمد، بانوراما الفلسفة الفرنسية، مجلة مدارات فلسفية، المغرب، العدد 15، 2007.
- [5]- جل كتابات أفلاطون محاورات، وذلك جزء من تصور أفلاطون للفلسفة، لأنَّ الفلسفة في جوهرها نوع من الكلمة (اللُّغوس)، والاستعمال المعقول للكلمات في التفكير يقتضي إخضاعها لنقد الآخرين، واختبارها، وهذا يتطلَّب الحوار. وتقسَّم حوارات أفلاطون إلى ثلاثة أقسام: أ-حوارات الشباب كتبت مباشرة بعد وفاة سقراط (ليبياس، لشاس، لسيس، بروتاغوراس، جورجياس). ب- حوارات النضج (فادر، فيدو، بونكي). ج- حوارات الشيخوخة (براميد، تيتات، السوفسطائي، فيلاب، كريتياس).
- [8]- يورغن هابرماس، إتيقا المناقشة، ترجمة عمر مهيبيل، الدار العربية للعلوم، لبنان، الطبعة الأولى، 2009، ص 25.
- [9]- أبو النور حمدي أبو النور حسن، يورجن هابرماس، منشورات الاختلاف، الجزائر، الطبعة الأولى، 2006، ص 255.
- [10]- الحيرش محمد، الحوارية أفقا للتفكير، مجلة فكر ونقد، المغرب، العدد 63، 2004
- [11]- أندلسي محمد، بانوراما الفلسفة الفرنسية، مجلة مدارات فلسفية، العدد 15، 2007
- [20]- جاك دريدا، الصوت والظاهرة، ترجمة فتحي انفزو. المركز الثقافي العربي. المغرب. الطبعة 1. 2008. ص 41.
- [21]- جاك دريدا، الصوت والظاهرة، ترجمة فتحي انفزو. المركز الثقافي العربي. المغرب. الطبعة 1. 2008. ص 125.
- [27]- الواقع أنَّ الشُّكوك التي تصاحب المشروع التفكيكي وليدة المرجعية الدينية اليهودية التي يخفي وراءها جاك دريدا ولا يخلو مصطلح في استراتيجيات التفكيك من هيمنة المحمول اليهودي ذي التراث القبلي، فالتفكيك وإن كان يوقِّض أنساق المناهج فإنَّه يؤسِّس أنساقا بدائل توقعه في فخِّ التَّوغمانية والمطلقية، فإشاعة مصطلحات معادية للفكر المركزي مثل: الشك، الغياب، الاختلاف، الانتشار، الأرجاء، لإنهائية المعنى.. إلخ تعني تأسيس ميتافيزيقا للأعقل، الاختلاف، الغياب، ويمكن أن توصل بعض المصطلحات بالمرجعية اليهودية: التشتيت رمز تشتت اليهود الانتشار رمز الهجرة الأبدية لليهودي، الاختلاف رمز تعدد مفاهيم اليهودي.../عبد الغني بارة، الهرمونيوتيقا والفلسفة منشورات الاختلاف. الطبعة 1. 2008. ص 48.
- [28]- Dissémination: تنتمي هذه المفردة إلى كلمات القرن 18م، وترتدُّ من حيث اشتقاقها إلى الفعل **Semer** الدال على البذر والزرع، بل إلى الفعل اللاتيني **Disseminare** الذي يعني **semence** بكل ما تحمل الكلمة من محمول إنتاجي (بذور زراعية، أو بذور منوية)، وقد تعددت ترجمات هذا المصطلح إلى العربية إذ نجد: الانتثار، البعثرة، التبديد، النَّثر، توزُّع المعنى، الانتشار.
- [29]- المنعطف الانطولوجي الحاسم: يعبر عن التحول في فكر هيدغر بعد " الوجود والزمان.
- [30]- هانز جورج غادامر الحقيقة والمنهج، ترجمة د حسن ناظم-علي حاكم صالح دار أوبا 2007. ص 51.
- [31]- هانز جورج غادامر، الحقيقة والمنهج. ص 171.
- [32]- أراد غادامر أن يعطي لكتاب "الحقيقة والمنهج" عنوان: الفهم والحدث، إذ أراد أن يبيِّن إلى أننا قد نصل متأخرين عندما نريد أن نفرِّض على هذه التجربة للحقيقة منهجية تضمن الموضوعية وهنا يتساءل: ألا نستسلم هنا لمثال منهجي للمعرفة؟ وقد غيَّر غادامر العنوان بنصيحة من الناشر.
- [33]- هانز جورج غادامر، الحقيقة والمنهج. ص 368.
- [34]- هانز جورج غادامر، الحقيقة والمنهج. ص 382.
- [37]- هانز جورج غادامر، الحقيقة والمنهج. ص 584.
- [38]- نَميَّز في هرمونيوتيقا هيدغر بين ثلاثة تصورات: هرمونيوتيقا الواقعية، وترتبط بالحدس الهرمونيوتيقا الذي يوقظ الدازاين من سباته واغترابه وهنا يتحدَّث هيدغر عن الهدم، هدم الواقعية حينما تبتعد عن ذاتها، هذا الهدم الذي يوظِّفه دريدا في تفكيك الميتافيزيقا. وهرمونيوتيقا الدازاين في "الوجود والزمان" وهي امتداد لهرمونيوتيقا الواقعية لكن تختلف عنها من حيث أنها لم تهتم بالدازاين الفردي قصد تحقيق يقظة أمام الذات مثلما هو في هرمونيوتيقا الواقعية، بل بالدازاين في صورة شاملة أكثر وجودية. ثم هرمونيوتيقا تاريخ الميتافيزيقا وفيها يطرح هيدغر منطلقات الفهم الميتافيزيقا للوجود-نسيان الوجود-وهي تعبِّر عن منعرج في فكر هيدغر-هيدغر الثاني-، وقد استمدَّ غادامر أكثر من فكر هيدغر الثاني وإن رفض فكرة بداية جديدة للتفكير المطروحة من طرف هيدغر.
- [40]- تشير إلى أنَّ نصَّ غادامر المنشور من قبل المجلة العالمية للفلسفة-Rip- سنة 1984 لم يتضمَّن إلاَّ ثماني صفحات بينما يحتوي على صفحة في النشرة الألمانية، التي أصبح عنوان المداخلة النصِّ والتأويل.
- [41]- يقول غادامر في قسم -التفكيك والتأويل- من كتاب -فلسفة التأويل- "...بالإضافة إلى ذلك لم يساعدنا الفنُّ اللُّغوي لنييتشه على إيجاد أرضية وفاق بيننا وهذاان الشئنا عن قراءتنا المختلفة لنييتشه يرى البعض في ذلك مهزلة في محاولات ومساع يؤولونها لنهاية ليس فقط للميتافيزيقا وإنما أيضا للفلسفة باختصار. من هنا، كلُّ المحاولات الأخرى تهدف إلى فهم نييتشه بطريقة أحادية تفقد كلَّ أساس وعليه، ينكر دريدا المحاولة التي يمثِّلها التأويل الهيدغري لنييتشه، فهو يتهم كلَّ تأويل أحادي لأنَّ نييتشه على أنه أسير العقل المركزي للميتافيزيقا لم يسلم هيدغر هو الآخر من حلقة الميتافيزيقا... يبدو لي التأويل الهيدغري في التماسك بين-إرادة القوة-و-العود الأبدية- تأويلا مقنعا وقاطعا. إنني هيدغر بلا منازع عندما أرى في نييتشه الانحلال الذاتي للميتافيزيقا وفي فكر هيدغر محاولة الوصول إلى لغة وفكر جديدين. غادامر/فلسفة التأويل/ترجمة محمد شوقي الزين منشورات الاختلاف الطبعة 2006. ص 193-194.
- [43]- د. سعيد توفيق. مقالات في ماهية اللغة وفلسفة التأويل. دار الثقافة للنشر والتوزيع. القاهرة 2002. ص 110.
- 45- هانز جورج غادامر، فلسفة التأويل، الأصول، المبادئ، الأهداف، ترجمة محمد شوقي الزين، منشورات الاختلاف الطبعة الثانية 2006. ص 184-186.
- [46]- إلى جانب الحوار مع دريدا كانت لغادامر حوارات أخرى مثل الحوار مع هابرماس والذي يعدُّ من أثمر الحوارات التي عرفتها الفلسفة الألمانية المعاصرة نظرا للأهمية القصوى الكامنة في مشروعيهما: العقلانية الهرمونيوتيقية والعقلانية التواصلية، وقد انتقد هابرماس فكرة توافق المعنى أو الفهم عند غادامر معتبرا أنه قد يكون مشوها دون دراية تحت تأثير الإيديولوجيا مما يعيق بلوغ الحقيقة. /عمر مهيبيل من النسق إلى الات. منشورات الاختلاف. الطبعة 1. 2007. ص 170.
- [47]- نصوص غادامر المخصَّصة للقاء مع دريدا هي: 1- التحدِّي الهرمونيوتيقا -1981- 2- ومع ذلك: فوَّة الإرادة الحسنة(ردَّ على دريدا)-1981- 3- هدم وتفكيك- 1985-، 4- التفكيك والهرمونيوتيقا -1985- 5- الهرمونيوتيقا ومركزية اللُّغوس- 1987-، 6- الهرمونيوتيقا حول الأثر-1994- 7- الهرمونيوتيقا والتفكيك -1993-.

- [50]- هانز جورج غادامر ، **الحقيقة والمنهج** . ص 409 .
- [51]- محمّد شوقي الزّين ، **الإزاحة والاحتمال .صفائح نقدية في الفلسفة الغربية** . منشورات الاختلاف، الجزائر . الطّبعة الأولى 2008 . ص 142-143 .
- [52]- جاك دريدا ، **أحادية الآخر اللّغوية** ، ترجمة وتقديم . عمر مهيبيل . منشورات الاختلاف . الطّبعة الأولى . 2008 . ص 16 .
- [53]- أكثر من لغة عبارة تحتل من وجهة نظر ألسنية وفلسفية ثلاث إمكانات دلالية هي :1- أنّ لغة واحدة لا تكفي للتعبير عن وجود الشّيء، فلا بدّ من لغات متعدّدة سواء كانت لغات ثقافية ولسانية أو لغات مفهومية ومعرفية-لغة العلم، لغة السياسة، لغة الفلسفة...-2- تعني أكثر من مجرد لغة أي شيء آخر غير اللّغة وبالتالي هنا يجب الحذر من اللّغة والاهتمام بما ليس لغة . 3- تعني أنّ اللّغة تقول أكثر ممّا تدّعي قوله لذا يجب أن ننصت إلى ما يحدث داخل اللّغة .
- [55]- محمّد شوقي الزّين ، **دريدا قارنا لغادامر، الإزاحة و الاحتمال** . منشورات الاختلاف. 2008 . ص 313 .
- [57]- محمّد شوقي الزّين ، **دريدا قارنا لغادامر ضمن الإزاحة و الاحتمال** . منشورات الاختلاف. 2008 الجزائر . ص 314 .

RÉFÉRENCES

- [2] jacqueline Russ , **philosophie dictionnaire**, bordas ,vuef,2002
- [3] jacques Francis , **dialogiques. Recherches logiques sur le dialogue**.1^{er} edition ,puf,1979.p.152.
- [6] <http://www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/bubere.pdf>.
kalman yaron , **martin Buber** ,revue trimestrielle d'éducation comparée paris Unesco bureau internationale d'éducation vol.xx/// ,nM1-2,1993
- [7] jacques Francis , **dialogiques. Recherches logiques sur le dialogue**.1^{er} édition ,puf,1979.p12.
- [12] Jacques Derrida. entretiens du 1^{er} juillet et du 22 novembre 1999
jean Luc evarad .(**France Allemagne**).archives de philosophie. Tome 65.2/2002.p.269a286.
- [13] Jacques Derrida.entretiens du 1^{er} juillet et du 22 novembre 1999.in.Dominique janicaud. Heidegger en France. Tome 2, Albin Michel 2001.p.109.
- [14] jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967 . p .21.
- [15] jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967.p.24 16- jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967. p.23-24.
- [17] jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967 . p.23 .
- [18] jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967.p .23.
- [19] jacques Derrida. **de la grammatologie** . édition minuit .1967.p .23.
- [22] jacques Derrida. **de la grammatologie** .p.33.
- [23] jacques Derrida. **de la grammatologie** .p.18-17
- [24] jacques Derrida. **de la grammatologie** .p.223.
- [25] jacques Derrida. **L'écriture et la différence**. édition du seuil.1967.p.108.
- [26] jacques Derrida. **de la grammatologie** .p.223.
- [35] jean grondin .**l'herméneutique**. que sais je.2em édition .puf .paris.2008. p.0 5.
- [36] jean grondin .**l'herméneutique**. que sais je.2em édition. .puf .paris.2008. p.59.
- [39] jean grondin.**la rencontre de la déconstruction et de l'herméneutique** parus dans .f.j. mattei(dir) philosophe en francais.puf.paris.2001.p.235-246.
- [42] jean grondin .**l'herméneutique** .que sais je ? .paris.2em édition.puf 2008. P.99.
- [44] jean grondin .**l'herméneutique** .que sais je ? .paris .puf.2em édition. 2008. P.100.
- [48] jean grondin.**la rencontre de la déconstruction et de l'herméneutique** parus dans .f.j. mattei(dir) philosophe en francais.puf.paris.2001.p.235-246.
- [49] jean grondin .**l'herméneutique** .que sais je ? .paris .puf.2em édition 2008. P.105.
- [54] jean grondin.**la définition derridienne de la déconstruction. Contribution au rapprochement de l'herméneutique et de la déconstruction**. Archives de philosophie 62.1999.p.5-16.
- [56] jean grondin .**l'herméneutique** .que sais je ? .paris .puf.2em édition 2008. P.107.
- [58] jean grondin .**l'herméneutique** .que sais je ? .paris .puf.2em édition 2008. P.108.

DETERMINANTS DE L'INSUFFISANCE DE SOINS INFIRMIERS DE QUALITE EN HOSPITALISATION

[DETERMINING FAILURE OF NURSING QUALITY IN HOSPITAL]

Omer Ndjekembo Tanunga and B. Mukuna Nyembo

Institut Supérieur des Sciences de santé de la Croix Rouge,
Section des Sciences infirmières, BP. 12.1494 ISSS/CR, Kinhsasa RD Congo

Copyright © 2015 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 study conducted from 02 March to 2 May 2013 in Kinshasa, particularly in Kinshasa Provincial General Hospital, identified the determinants of quality nursing shortage. The poor reception of patients; the late arrival of nurses in the service; non-compliance with aseptic technique and the care coinage are determining the basis of insufficient quality nursing care.

KEYWORDS: Nursing Quality; Lack of quality care.

RESUME: L'insuffisance de la qualité des soins infirmiers chez les enfants de 0-12 ans dans les hôpitaux de l'Etat, reste un problème sérieux qui nécessite l'approfondissement des facteurs identifiés dans cette étude. L'insuffisance des subsides de l'Etat dans les hôpitaux, les salaires modiques alloués aux agents, le manque de matériel des soins adéquats, le niveau de la pauvreté des parents des enfants, la mauvaise gestion... sont aujourd'hui à la base des soins infirmiers de mauvaise qualité dans nos hôpitaux.

Cette étude menée du 02 Mars au 02 Mai 2013 à Kinshasa particulièrement à l'Hôpital Provincial Général de Kinshasa, a permis d'identifier les déterminants de l'insuffisance de soins infirmiers de qualité.

Le mauvais accueil des patients ; l'arrivée tardive des infirmiers dans le service ; le non-respect des règles d'asepsie et, le monnayage de soins, sont des déterminants à la base de l'insuffisance des soins infirmiers de qualité.

MOTS-CLEFS: Qualité des soins infirmiers ; Insuffisance de la qualité de soins.

1 INTRODUCTION

Il y a plus de deux décennies, que la santé de la population est devenue un facteur essentiel du développement économique et social. Elle figure parmi les objectifs du millénaire pour le développement formulés par l'Organisation des Nations Unies (ONU); objectifs qui sont au cœur du programme de travail de l'Organisation Mondiale de la Santé [1].

De plus, la santé est à la fois un but en soi, et une composante essentielle du développement pour la réalisation d'autres objectifs, tels que la réduction de la pauvreté, les inégalités, les discriminations, etc...[2]. Qu'il est souhaitable que la santé soit enfin considérée non plus comme une bénédiction que l'on espère ; mais comme un droit de l'homme pour lequel on se bat [2].

Par ailleurs, la mission des soins infirmiers en milieu hospitalier est d'aider les individus, les familles et les groupes à déterminer et réaliser leur plein potentiel physique, mental et social et à y parvenir dans le contexte de l'environnement dans lequel ils vivent et travaillent, en respectant un code de déontologie très strict [3]. Ceci exige que les infirmiers (es)

apprennent et assurent des fonctions ayant trait au maintien et à la promotion de la santé aussi bien qu'à la prévention des maladies. Ces soins infirmiers englobent également la planification et la mise sur pieds des soins curatifs et des réadaptations, qui concernent les aspects physiques, mentaux et sociaux de la vie en ce qu'ils affectent la santé, la maladie, les handicaps et la mort [3].

Ce travail vise à identifier les déterminants de l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers dans les hôpitaux de l'Etat particulièrement dans le service de pédiatrie. Il s'agit spécifiquement de :

- Identifier les prestataires des soins (infirmiers et infirmières) à l'Hôpital Provincial Général de Référence de Kinshasa ;
- Observer le mode de prestation des soins par ces infirmiers (es) ;
- déterminer les facteurs favorisant l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers en pédiatrie.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU ET MATERIEL

Cette étude est réalisée dans le service de pédiatrie à l'Hôpital Provincial Général de Référence Kinshasa, de la même ville en République Démocratique du Congo.

Les infirmiers (es) enquêtés (es) dans cette étude ont été rencontrés durant l'exercice de leur fonction. La taille de l'échantillon était de 123 personnes.

2.2 METHODES

La technique d'observation participante complétée par l'interview structurée a été utilisée durant la collecte de données. Le questionnaire de collecte des informations était préétabli conformément aux objectifs poursuivis. Ce questionnaire comprenait les informations relatives au niveau d'études de l'infirmier ; ainsi que les informations ayant traités aux prestations des soins infirmiers.

Les informations obtenues ont été compilées sur les logiciels Excel pour présenter les résultats sur les graphiques et Epi-Info6 afin d'identifier les déterminants de l'insuffisance de soins infirmiers de qualité.

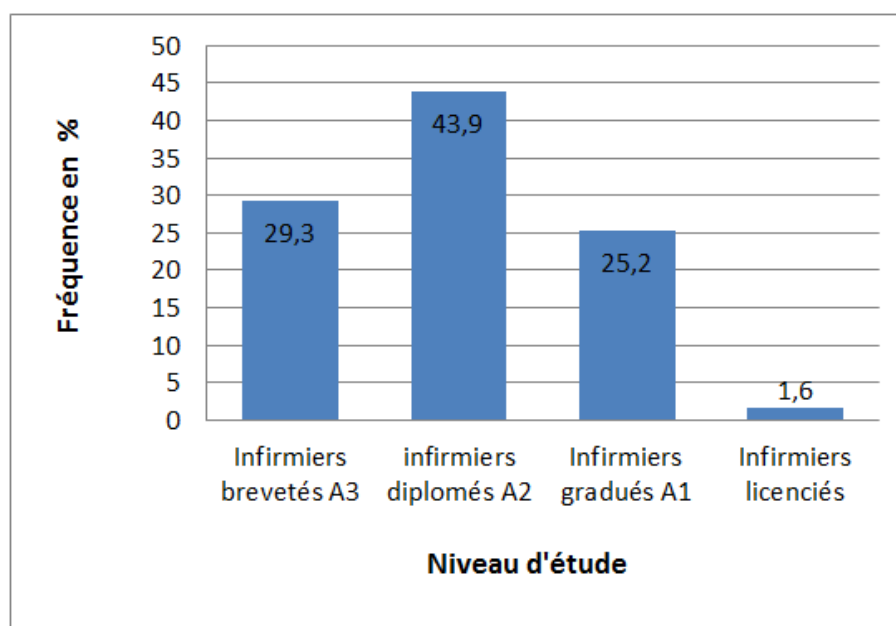
3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

Les déterminants de l'insuffisance de la qualité de soins infirmiers ont été présentés sous forme des histogrammes. L'analyse statistique au Khi-carré a été appliquée pour rechercher le degré de signification des facteurs incriminés dans l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers, l'indice épidémiologique de Odds Ratio à fait l'objet d'étude de risque d'exposition des patients aux soins de mauvaise qualité.

3.1.1 NIVEAU D'ÉTUDE DES ENQUÊTÉS

La classification des prestataires des soins enquêtés selon le niveau d'études révèle une large majorité des infirmiers diplômés du niveau secondaire (43,9 %) ; suivi des infirmiers auxiliaires (29,3 %) ; les infirmiers gradués (25,2 %) et enfin les licenciés (1,6 %). Le graphique n° 1 regroupe les infirmiers enquêtés par niveau d'études.



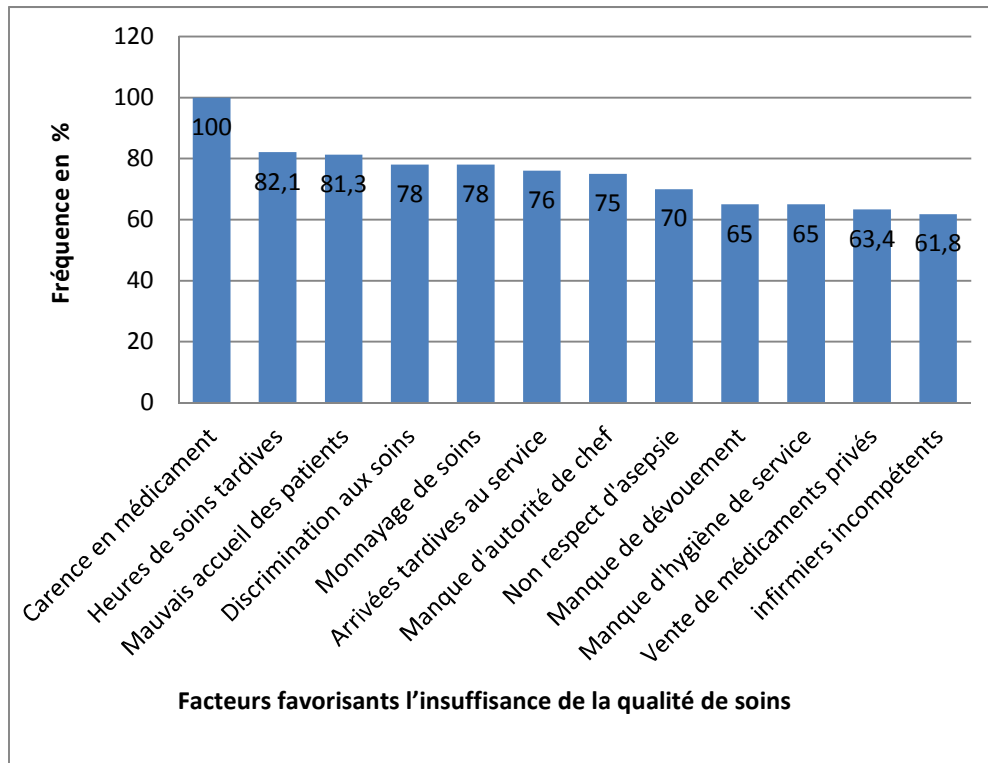
Graphique 1 : Niveau d'études des enquêtés.

Il ressort de ce graphique une très faible proportion des infirmiers licenciés (1,6%) dans cette étude. Cette situation serait justifiée par le fait qu'après leur cycle de licence ces infirmiers sont difficilement réintégrés à l'hôpital par les autorités qui, le plus souvent sont sous qualifiés avec crainte de revendication de grade supérieur au poste de commandement par ces derniers.

Par ailleurs, le taux élevé des infirmiers axillaires (29,3 %) actuellement dans certains services nécessite une attention particulière sur la qualité des soins infirmiers. Au regard du nombre important des écoles infirmières publiques et privées que regorge la ville de Kinshasa, cette catégorie devrait être recyclée à un niveau supérieur pour le renforcement de la qualité des soins infirmiers. De même la présence des ressources humaines qualifiées dans une institution hospitalière, favorise les soins de qualité [4].

3.1.2 FACTEURS FAVORISANT L'INSUFFISANCE DE LA QUALITÉ DE SOINS INFIRMIERS

Les facteurs les plus déterminants de l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers sont les suivants : Manque des produits de première nécessité décrié (100 %), le non respect des heures des soins (82,1%), le mauvais accueil des patients (81,3%), le monnayage des soins et la discrimination des malades (78%), l'arrivée tardive au service (76%), le manque d'autorité du chef de service (75%), le non respect des règles d'asepsie (70%), enfin le manque d'hygiène dans le service (65%). Le graphique n° 2 présente les différents facteurs de l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers par ordre décroissant.



3.2 DISCUSSION

L'analyse statistique des données de l'enquête a révélé quatre variables déterminants de l'insuffisance de la qualité de soins :

a) Les heures d'arrivée au service

Bien que le respect des heures au service soit indispensable pour l'avancement du travail, ce facteur n'a pas révélé une relation significative en ce qui concerne l'insuffisance de la qualité des soins ($\chi^2 = 0,00$; $p = 0,97$). Qu'à cela ne tienne, le risque de décès est une fois plus élevé dans les unités pédiatriques où les infirmiers ne respectent pas les heures d'arrivées (OR=1,08).

La qualité des soins infirmiers consiste à faire ce qu'il faut, à le faire correctement à la première fois et le faire mieux... à la satisfaction de la communauté [5]. De ce fait, l'irrégularité au service en ce qui concerne la qualité des soins est mise en cause.

b) Le mauvais accueil

Les résultats révèlent que le mauvais accueil des patients contribue largement à l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers, ($\chi^2 = 20$, $p = 0,00$). Toutes fois, le risque d'exposition aux soins de mauvaise qualité ne discrimine pas les patients (OR=0,16).

Nos résultats corroborent à l'idée de XAVIER PERRISSE que le professionnel de santé doit maîtriser les techniques du bon accueil au profit des malades. Ce savoir être constitue le gage de la qualité des soins infirmiers et représente 50 % des soins à réserver aux patients ainsi que le titre garant de la guérison. De même l'auteur précise qu'un bon accueil peut commencer à soulager à plus de 25 % le mal d'une personne qui souffre [6].

c) Le non respect des règles d'asepsie

Le respect de l'asepsie est un facteur important pour le bien être du patient pendant les soins ; car, elle réduit les risques de contamination et le prolongement du séjour du patient à l'hôpital ($\chi^2 = 21$, $p = 0,00$). Le risque de contamination des infections nosocomiales est six fois plus élevé chez les patients qui bénéficient les soins de mains des infirmiers qui ne respectent pas l'asepsie (OR=6,32).

Les résultats de cette étude ne s'écartent pas de l'affirmation de l'OMS qui stipule que le manque d'asepsie pendant les soins, véhicule à 80 % les germes pathogènes à l'origine des infections nosocomiales [1].

d) Le monnayage des soins dans le service

L'insuffisance de la qualité des soins infirmiers est largement manifestée chez les infirmiers qui pratiquent le *monnayage des soins dans le service*. (OR=6,29, $\chi^2= 20$, p= 0,00). Le monnayage des soins est donc un facteur à l'encontre des valeurs éthiques sur lequel est fondé toute qualité des soins à savoir l'équité et la justice [7].

La qualité des soins infirmiers implique les neuf dimensions de la qualité qu'on trouve dans les soins fournis aux patients. Ce sont la performance technique, l'accès aux soins de santé, l'efficacité des soins, l'efficience de la prestation des services, les relations interpersonnelles, la continuité des soins, la qualité des infrastructures et confort ou agrément et le choix de service [8].

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'insuffisance de la qualité des soins infirmiers en hospitalisation reste un problème important qui nécessite l'analyse des facteurs incriminés. A l'instar de l'Hôpital Provincial Général de Référence de Kinshasa, cette étude s'est focalisée non seulement sur les déterminants de l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers ; mais, également sur les risques d'exposition des malades aux soins de mauvaise qualité. Les facteurs ci-après déterminent l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers en hospitalisation :

- Mauvais accueil des patients ;
- Arrivée tardive des infirmiers dans le service ;
- Non respect des règles d'asepsie ;
- Monnayage de soins.

Nous affirmons dans cette étude que l'insuffisance de la qualité des soins infirmiers dans les hôpitaux de l'Etat à l'instar de l'Hôpital provincial Général de Référence de Kinshasa, constitue une question importante sur laquelle le Gouvernement devait baser ses stratégies, si l'on veut réellement atteindre le niveau d'assurance qualité dans les institutions des soins de santé.

Ainsi, nous recommandons :

- Recycler les infirmiers des hôpitaux de l'Etat sur l'accueil du patient ;
- Renforcer le système de prestation des soins dans les hôpitaux par le contrôle des heures d'arrivées ;
- Améliorer la qualité des soins infirmiers dans les services par le respect des règles d'asepsie ;
- Lutter contre les antivaleurs chez les prestataires de soin tel que le monnayage de soins.

REFERENCES

- [1] OMS, 2003. Façonner l'avenir, rapport sur la santé dans le monde.
- [2] BRUNDTLAND G. 2002. Déclaration sur la santé et les droits humains, OMS/Genève.
- [3] MASSENGO M. (1988) Comment peut-on vivre libre et digne en Afrique ? éd. Michel de Maule, Paris.
- [4] OMANYONDO OHAMBE (2004) Evaluation de la qualité de soins, Cours inédit 2^{ème} licence ISTM Kinshasa
- [5] NAWAJ (2011) Le secret de la qualité des soins de santé : Mobiliser les énergies pour l'amélioration de la qualité des soins de santé, Institut de qualité hospitalière, 1^{ère} partie IQH, asbl.
- [6] XAVIER PERRISSE (2012), «Table ronde - Communication et qualité des soins», Communication et organisation [En ligne], HS N°1 | 1994, mis en ligne le 27 mars 2012, consulté le 18 janvier 2013.
URL : <http://communicationorganisation.revues.org/3009>
- [7] LUC BEGIN, (2003) L'éthique par consensus, dans Marie-Hélène Parizeau, Hôpital et éthique, Québec, Les Presses de l'Université Laval, 183
- [8] MILER (2002) Accès aux soins et qualité : résultats d'une étude empirique menée à Bamako (Mali), in M. Audibert, J. Mathonnat, E. de Roodenbeke (eds), le financement de la Santé dans les pays d'Afrique et d'Asie à faible Revenu, 41-58p.

Pratiques sylvicoles des pasteurs transhumants dans les agroforêts sèches du Nord Cameroun (Afrique centrale)

[Silvicultural practices transhumant pastoralists in dry agroforests of North Cameroon (Central Africa)]

Jules BALNA¹, Bernard GONNE², OUMAROU PALOU Madi¹, and TEWECHÉ Abel²

¹Section Forêt, Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Maroua, Cameroun

²Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure, Université de Maroua, Cameroun

Copyright © 2015 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 study explores the silvicultural practices of transhumant herders in North-Cameroon dry agroforests, where trees are annually pruned. In fact, in front of an insufficiency of fodder, especially nitrogen in the dry season, it becomes increasingly difficult for these farmers to implement their pastoral activity. This is the reason why they will develop rigorous silvicultural techniques with a view to sustain their farming system. In order to appreciate these practices, forest inventory and an agroforestry surveys were conducted in both forage areas, Mozogo and Tolkomari previously circumscribed for this purpose. So, the frequency, the intensity of pruning as well as the pruning part of the crown were evaluated. Dendrometric measures of height and branches diameter of low scales, medium and high scales of the trees' crown were made. Their analysis reveals that 95% of individuals are harvested annually with an intensity varying between 75 to 100% of the cut crown. This pruning is partly oriented on 50% of fodder trees. The average height of cut trees is 8, 1 more or less 2, 76 meters. More than 88% of the trees, all species are exploited as from 5 meters. About their diameter, the cut branches are usually between 1, 5 and 6, 66 centimeters. This selection reflects sound management of tree resources with a view to perpetuate a pastoral system centered on the border transhumance.

KEYWORDS: Parklands, Pruning, Mobile livestock, Fodder, North-Cameroon.

RESUME: La présente étude explore les pratiques sylvicoles des pasteurs transhumants dans les agroforêts sèches du Nord Cameroun où les arbres sont annuellement émondés. En effet face à l'insuffisance du fourrage, surtout azoté en saison sèche, il devient de plus en plus difficile pour ces éleveurs d'exercer leur activité pastorale. C'est pourquoi, ils vont développer des techniques sylvicoles rationnelles dans l'optique de pérenniser leur système d'élevage. Pour appréhender ces pratiques, un inventaire forestier et des enquêtes agroforestières ont été effectués dans deux zones fourragères, Mozogo et Tolkomari, préalablement délimitées à cet effet. Ainsi, la fréquence, l'intensité de l'émondage et la partie du houppier à émonder ont été appréciées. Des mesures dendrométriques dont la hauteur et les diamètres des branches aux échelles basse, moyenne et haute du houppier ont été faites. Leur analyse révèle que 95% d'individus sont exploités annuellement avec une intensité comprise entre 75 à 100% du houppier coupé. Cet émondage est partiel orienté sur 50% des arbres fourragers. La moyenne des hauteurs des arbres coupés est de 8,1 plus ou moins 2,76 mètres. Plus de 88% des arbres, toutes espèces confondues, sont exploités à partir de 5 mètres. Quant à leur diamètre, les branches coupées sont situées entre 1,5 et 6,66 centimètres. Cette sélection traduit une gestion rationnelle de la ressource arborée dans l'optique de pérenniser un système pastoral centré sur la transhumance transfrontalière.

MOTS-CLEFS: Parcs arborés, Emondage, Elevage mobile, Fourrage, Nord-Cameroun.

1 INTRODUCTION

Dans les formations agroforestières sèches du Cameroun en particulier, et celles d'Afrique au Sud du Sahara en général, la manière de couper l'arbre par les éleveurs a toujours été remise en cause par les forestiers. Au contraire, cette étude vise à montrer que l'émondage des pasteurs, une pratique sylvicole rationnelle, est devenu courant dans les systèmes pastoraux ou agropastoraux. Il est sans doute l'une des réponses pour faire face à un déficit fourrager en saison sèche. Pendant cette période de l'année, la recherche de l'aliment vert traduit la faim de l'azote des ruminants. Ces derniers, surtout pour les éleveurs mbororo *Uuda'en*, très exigeants dans la sélection du fourrage, s'alimentent difficilement ; car le fourrage devient de plus en plus insuffisant pourtant indispensable pour les animaux. Ces fourrages ligneux constituent jusqu'à 30% du régime alimentaire des bovins, 50% pour les ovins et 80% pour les caprins [1]. Cette valeur bromatologique a d'ailleurs été documentée [2], [3] et déjà bien connue dans les analyses [4], [5]. Face à cette difficulté d'affouragement du bétail, les éleveurs mobiles en général, et mbororo *Uuda'en* en particulier, vont développer des pratiques sylvicoles rationnelles pour la durabilité des habitats ligneux. En quoi consistent-elles et pour quelle signification?

L'usage des pâturages naturels dont la valeur nutritive est médiocre pendant la saison sèche (09 mois), ne permet pas de soutenir une croissance intensive des animaux. En plus, les pâturages herbacés deviennent de plus en plus insuffisants. Ils subissent la concurrence de l'agriculture et connaissent une diminution considérable (7 millions ha en 1974 contre 3.5 millions ha actuellement) [6].

Au début de la saison sèche, les animaux sont alimentés par les sous-produits agricoles qui tarissent au fur et à mesure que la saison avance. Ces résidus, produits essentiellement par les agriculteurs, sont désormais stockés par ces derniers et sont parfois âprement disputés par les éleveurs locaux et les transhumants. Leur valeur nutritive est insuffisante pour soutenir une croissance rapide surtout pour les emboucheurs. Puis, survient la période de crises alimentaires (mars à mai) durant laquelle il y a une baisse considérable de croissance compensatrice [7]. Au cours de l'année, la gestion de la biomasse végétale cultivée échappe aux agroéleveurs. En dehors des quantités stockées par les producteurs pour un usage personnel ou celles directement prélevées par le bétail sur les parcelles récoltées, le reste de la biomasse produite est brûlé dans le cadre des pratiques traditionnelles de gestion des espaces [8].

Il apparaît ainsi clairement que dans les circonstances actuelles d'affouragement du bétail, maintes techniques pastorales traditionnelles, non seulement ne permettent plus aux éleveurs de satisfaire leurs besoins en fourrages, mais aussi contribuent à la dégradation des pâturages et des terres boisées. En dépit des tentatives de promotion des cultures fourragères par le développement rural, on a pensé que la contribution du fourrage ligneux serait négligeable dans l'alimentation du bétail [9]. Mais, il en est rien, car la pénurie en fourrage vert en saison sèche est très préoccupante pour les éleveurs de la zone sahélienne du Cameroun en particulier et de toute l'Afrique savanicole en général. Vu les contraintes d'accès aux ressources alimentaires décrites ci-haut, les arbres fourragers ont leur place dans le système alimentaire du bétail. C'est la raison pour laquelle les éleveurs vont rationnellement les gérer. C'est donc dans ce contexte que s'insère cette étude pour davantage mettre en évidence les connaissances endogènes que possèdent les pasteurs nomades ou sédentaires dans la gestion des ressources naturelles.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette sous-section décrit et explique la démarche ayant abouti aux résultats. Il s'agit d'abord de présenter les sites d'étude. Ce qui permet ensuite de définir l'échantillonnage ayant conduit à collecter les données. Ces données analysées ont débouché sur des résultats présentés dans ce texte.

2.1 TERRAIN D'ÉTUDE

Les pratiques sylvicoles ont été appréciées dans les formations agroforestières de l'Extrême-Nord du Cameroun précisément dans les départements de Mayo-Sava et de Mayo-Tsanaga qui sont les plaines maraîchères de Mozogo et de Tolkomari situées entre les 10° 8' et 11° 12' Nord et les 13° 81' et 14° 05' Est [figure 1]. Ces plaines ont respectivement une superficie de 1891 et 2021 hectares (Balna et Gonné, 2015). Dans la part des tous les espaces ligneux évalués à 2,824 millions d'hectares dans la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun, les "agroforêts" où les espaces de culture occupent 15% et les mosaïques de savanes, les cultures et les jachères concentrent 8,4% [10]. Concernant le cadre humain, il est favorable à l'implantation des campements, car y cohabitent plusieurs groupes ethniques notamment les mafa, les kanuri et les mandara. L'agriculture maraîchère occupe une place essentielle dans l'économie rurale de ces ethnies.

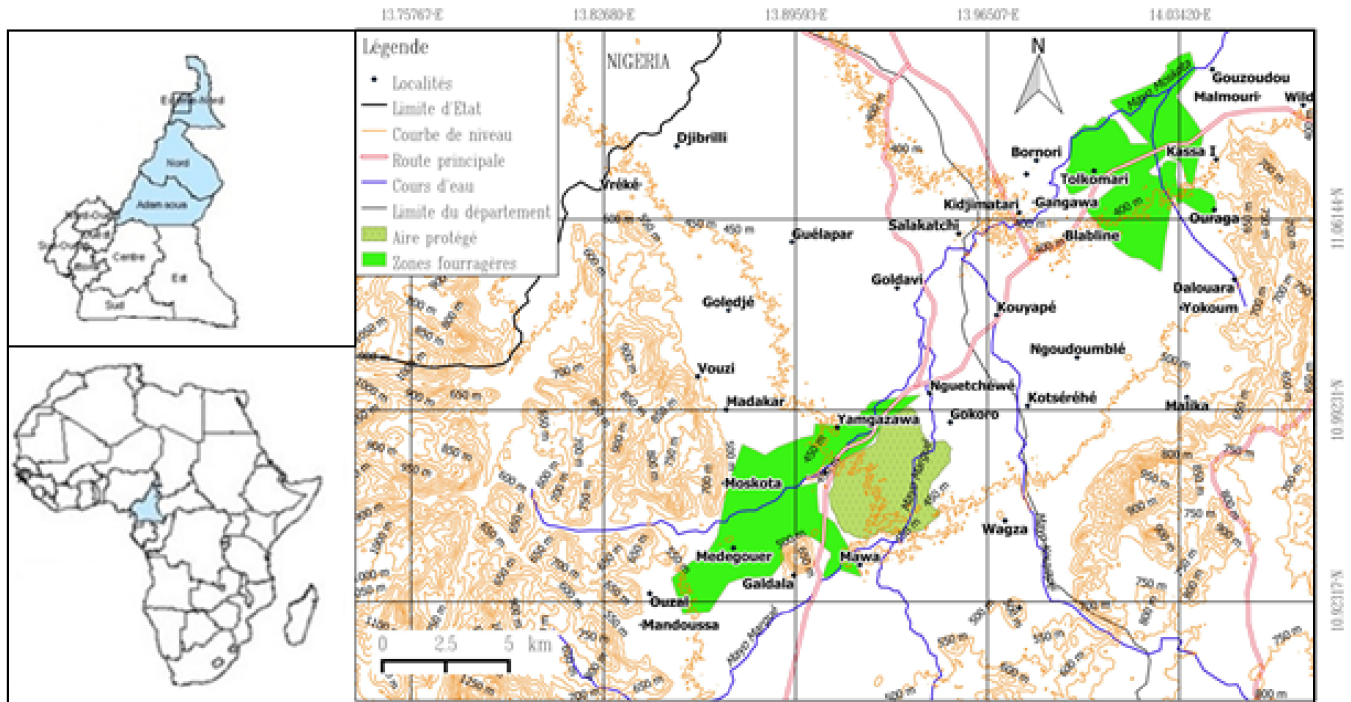
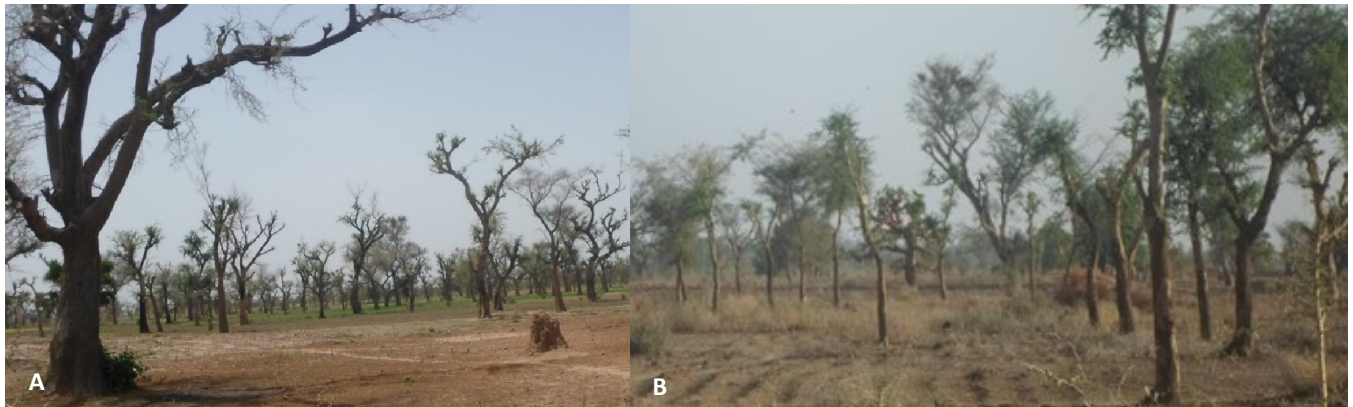


Fig. 1. Localisation des sites d'étude au Nord-Cameroun

Source : [11] et image SRTM (2013)

Dans l'espace agricole où s'est effectuée la présente étude, prédomine le *Faidherbia albida* [planche 1]. Cette espèce ligneuse a fortement contribué à la construction de ces parcs arborés plus attrayants le long des cours d'eau [12].



Cliché : Balna (mai 2014)

Planche 1. Des formations agroforestières à dominance *Faidherbia albida* en zone sèche du Cameroun

Cette planche photographique met en relief les formations agroforestières dans les sites étudiés. La photo A est un ancien parc arboré dans le site de Mozogo. Quant à B, elle visualise un jeune parc dans le site de Talkomari. Ces paysages constituent des pâturages aériens en saison sèche où l'accès aux fourrages pour alimenter les ruminants domestiques se pose avec acuité dans cette partie sèche du Nord-Cameroun.

2.2 ECHANTILLONNAGE

Pour appréhender ces détails sylvicoles afin de repérer l'idée d'une gestion technique rationnelle des arbres fourragers, cette étude a nécessairement tenu compte de la fréquence de coupe, de l'intensité de l'émondage et de la partie du houppier coupée d'une part, et de la sélection des hauteurs et des diamètres multi-échelles des arbres d'autre part. A cet effet, un inventaire forestier et des enquêtes agroforestières ont été effectués. L'inventaire a consisté à prendre un échantillon de 0,5% sur 3912 hectares, soit sensiblement égale à 20 hectares. Ce taux est statistiquement acceptable pour un inventaire local [13] surtout que le terrain d'étude est situé dans un parc agroforestier. Au total, les mesures ont été effectuées sur 215 arbres, soit 100 à Tolkomari et 115 à Mozogo justifié par le fait que dans le site de Mozogo, les espèces ligneuses fourragères soient plus diversifiées que dans le site de Tolkomari. Cet inventaire est complété par des enquêtes agroforestières auprès de 72 éleveurs transhumants rigoureusement choisis sur la base du sexe, du type d'acteur, de la taille et de la composition du troupeau.

2.3 METHODES DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNEES

Pour collecter les données, nous avons recours à un inventaire forestier et aux enquêtes agroforestières. L'inventaire a porté sur l'identification des espèces ligneuses, la fréquence, l'intensité et le type d'émondage (partiel orienté ou partiel désordonné), les mesures des hauteurs et des diamètres des branches. Pour ce dernier paramètre, trois échelles du houppier ont été retenues : basse, médiane et haute. A chaque échelle, deux branches prises au hasard ont été mesurées. Quant aux enquêtes, elles ont consisté à ressortir les déterminants pouvant expliquer le choix du type d'émondage selon qu'il soit orienté ou désordonné, la sélection des hauteurs des arbres et surtout celle du diamètre des branches émondées à des échelles différentes.

L'analyse des données a consisté à définir d'abord un dictionnaire des variables constitué de la fréquence et de l'intensité de coupe, de la partie du houppier et de la sélection des hauteurs et des branches à émonder. Ensuite les données collectées ont été analysées à l'aide des outils de la statistique descriptive tels que la fréquence, le minimum, le maximum, la moyenne, l'écart type et la variance. Enfin, les résultats sont présentés sous formes des tableaux, des histogrammes et des nuages des points. Par ailleurs, l'analyse du contenu a permis de décrypter les idées représentationnelles des nomades *Uda'en* sur les pratiques sylvicoles.

3 RÉSULTATS

Les résultats obtenus sont bâtis autour de quatre principaux points. Il s'agit d'abord de déterminer la fréquence et l'intensité de la coupe des arbres fourragers. Est ensuite ressortie la partie du houppier à émonder. Enfin, les derniers points mettent l'accent sur la sélection des hauteurs et des branches à émonder.

3.1 DE LA FRÉQUENCE ET DE L'INTENSITÉ DE COUPE DES ARBRES FOURRAGERS

La fréquence et l'intensité de la coupe des arbres fourragers dans les « agroforêts » sèches du Cameroun varient d'une espèce ligneuse à une autre. Ces deux paramètres sylvicoles sont déterminants pour comprendre comment les pasteurs impriment leur marque dans les paysages agraires. En effet, ils permettent d'appréhender l'idée d'une gestion technique rationnelle des ligneux fourragers.

Concernant la fréquence de la coupe, il est en général annuel pour certaines espèces et après chaque deux ans pour d'autres [figure 2].

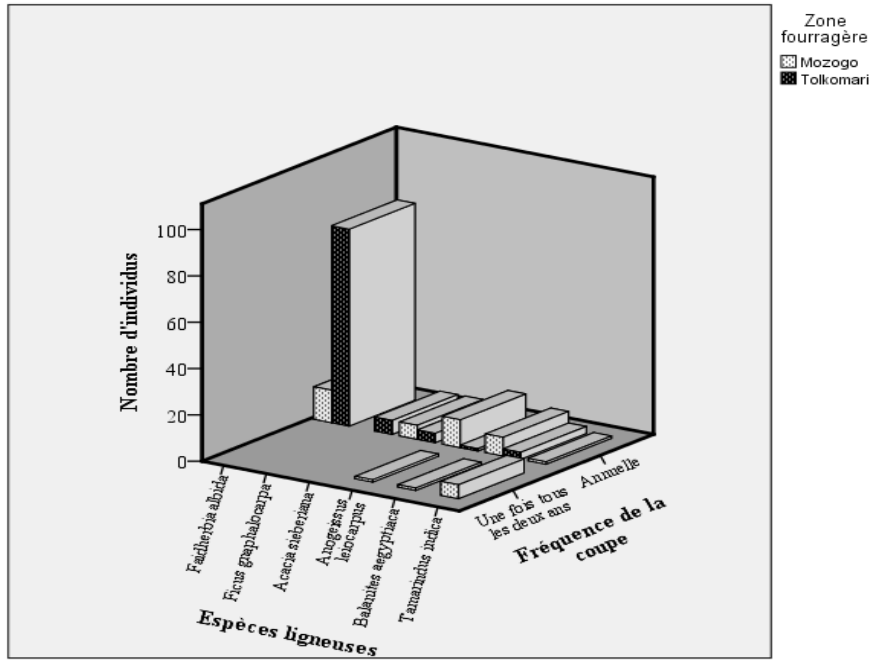


Fig. 2. Répartition de la fréquence de l'émondage

Il ressort de cette figure que 95% des individus soient coupés chaque année, soit 64% dans le site de Tolkomari et 31% dans celui de Mozogo. Seulement 5% des individus sont exploités tous les deux ans. Qu'elle soit annuelle ou après chaque deux ans, cette fréquence dépend de l'espèce et de la disponibilité quantitative des arbres fourragers. Les espèces ligneuses coupées annuellement concernent par exemple *Faidherbia albida*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Anogeissus leiocarpus* et *Acacia sieberiana*. Celles qui sont émondées tous les deux ans portent sur *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*.

S'agissant de l'intensité de la coupe des arbres fourragers, on observe des variations selon les espèces ligneuses. Elle peut être forte sur des espèces ayant une bonne capacité à refaire leur houppier [figure 3].

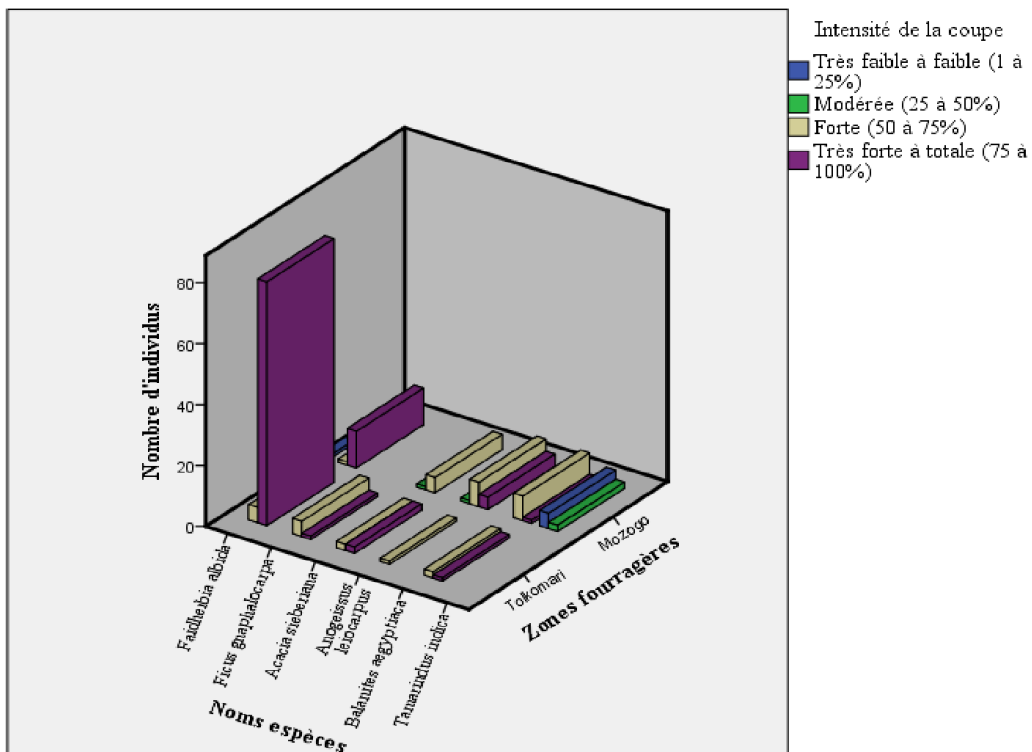


Fig. 3. Distribution de l'intensité de l'émondage selon les principales espèces ligneuses

De cette figure 3, il faut davantage préciser que l'émondage est plus fort sur des espèces ligneuses très appréciées par le bétail à l'instar de *Faidherbia albida*, *Stereospermum kunthianum*, *Acacia sieberiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Khaya senegalensis*. Il ressort de cette figure que la majorité d'arbres aient un houppier coupé entre 75 à presque 100% [planche 2] dominé par *Faidherbia albida*. Ceci est expliqué par le fait qu'elle soit l'espèce dominante dans les parcs et a l'aptitude à reconstituer facilement son houppier par rapport aux autres espèces telles que *Balanites aegyptiaca* où il faut deux ans pour que son houppier se refasse. Des espèces telles que *Tamarindus indica* et *Ficus gnaphalocarpa* ont un houppier exploité entre 0 et 25% à cause de la présence de leurs feuilles à l'échelle basse du houppier n'étant pas appréciées par le bétail.



Cliché : Balna (mai 2014)

Planche 2. Variation de l'intensité de l'émondage selon les espèces ligneuses

La planche photographique ci-dessus met en évidence la variation de l'intensité de l'émondage en fonction des espèces ligneuses. De ces photos, il ressort que l'émondage peut être faible (A), moyen (B), assez fort (C) et fort (D). Plus l'émondage est fort, plus la production foliaire est stimulée. Cela est plus observé sur le *Faidherbia albida*.

3.2 DU CHOIX DE LA PARTIE DU HOUPPIER À ÉMONDER

Le berger nomade, pour produire son fourrage aérien, choisira la partie du houppier à émonder. Ainsi, deux types y sont observés : partiel orienté et partiel désordonné [figure 4].

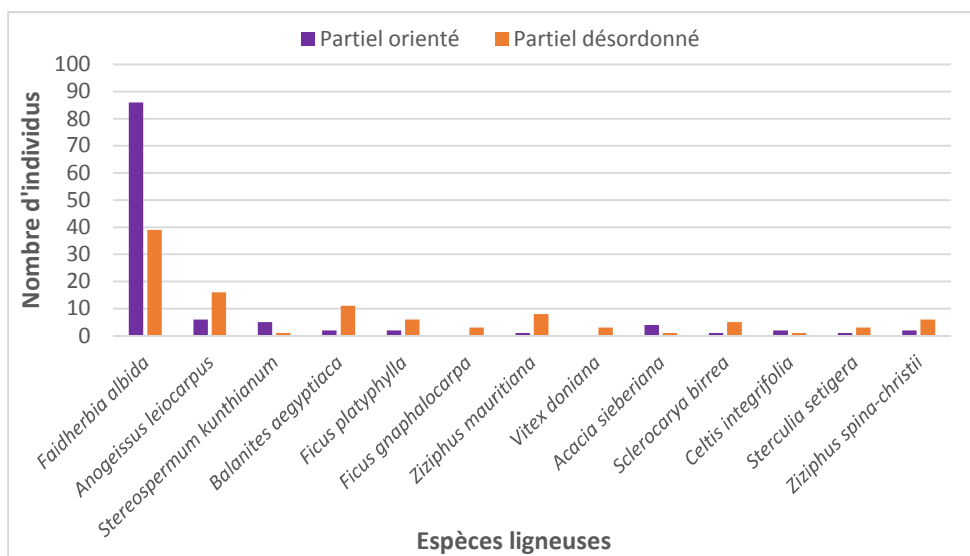


Fig. 4. Type d'émondage

Il ressort que les espèces ligneuses où on observe cette partialité orientée sur 50% des branches concernent le *Faidherbia albida* et *Acacia sieberiana*. A l'exception de *Ficus gnaphalocarpa* et *Tamarindus indica* où l'émondage est non orienté, toutes les espèces y sont concernées par ces deux formes d'émondage.

Il n'existe pas de différence significative entre les deux zones fourragères étudiées. Cela s'explique par l'importance accordé à chaque espèce par le berger et selon la facilité que trouvera ce dernier sur un arbre pour l'émonder. Il a été observé que l'émondage effectué sur *Tamarindus indica* soit appliqué sur les branches où les feuilles sont encore très jeunes

[planche 3C], d'où cette partialité désordonnée. Alors que sur *Faidherbia albida*, l'émondage est orienté allant de la partie basse du houppier à sa partie haute [planche 3A et B]. Les résultats des enquêtes agroforestières révèlent que le berger, non seulement qu'il attache une importance à l'arbre, mais il a aussi le souci de le gérer avec beaucoup de rationalité puisque cette ressource est totalement intégrée dans son système d'élevage.



Cliché : Balna (A et C en mai 2014, B en mai 2015)

Planche 3. Emondage partiel orienté (A et B) et non orienté (C)

Ces photos ressortent deux types d'émondage : partiel orienté (A et B) et non orienté (C). Sur les photos A et B, une partie du houppier n'est pas émondée. Elle fera l'objet de coupe l'année suivante. Sur la photo c, le berger sélectionne les branches portant des jeunes feuilles de *Tamarindus indica* appréciées par les ovins

3.3 DE LA SÉLECTION RIGOREUSE DES HAUTEURS DES ARBRES

La hauteur des arbres à couper dans ces parcs agroforestiers varie d'une espèce à une autre ou d'un berger à un autre. Ainsi, des variations sont observées [tableaux 1 et 2].

Tableau 1. Mesures statistiques des hauteurs des arbres

Zones fourragères	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type	Variance
Mozogo	115	5	15	7,283	2,806	7,873
Tolkomari	100	5	15	9,04	2,3897	5,711
Total	215	5	15	8,1	2,7583	7,608

Tableau 2. Hauteur des tiges exploitées lors de l'émondage

Zones fourragères	Classes des hauteurs				Total
	[0-5[[5-10[[10-15[[15-20[
Mozogo	23	73	17	2	115
Tolkomari	2	56	40	2	100
Total	25	129	57	4	215

Ces tableaux mettent en relief les hauteurs des arbres émondés. Il se dégage que leur moyenne soit de $8,1 \pm 2,7583$ m, soit $9,04 \pm 2,3897$ m à Tolkomari et $7,283 \pm 2,806$ m à Mozogo avec un minimum de 5 et un maximum de 15 m. La distribution par classe de hauteur de tiges émondées laisse croire que les arbres fourragers dans les deux zones fourragères soient plus émondés entre 5 et 15 m avec des différences significatives, puisque Mozogo concentre 60% des tiges pour la classe des hauteurs située entre 5 et 10 mètres. Or pour la classe allant de 10 à 15 m, la zone de Tolkomari (84%) concentre l'essentiel des tiges émondées. Il est signalé que peu (7%) des tiges soient exploitées à moins de 5 m. Globalement, 88% des arbres sont émondés à une hauteur d'au moins 5 m dont 60% des arbres coupés entre 5 et 10 m.

Il n'existe donc pas une différence très significative en termes de la hauteur des arbres émondés dans les deux zones fourragères. Pris dans sa globalité, la zone de Tolkomari possède des hautes tiges par rapport à celle de Mozogo. Cette différence est expliquée par la domination des tiges à *Faidherbia albida*. En plus, les paramètres physiques pourraient en expliquer puisque le type du substrat rocheux est différent.

3.4 DE LA SÉLECTION RIGOREUSE DES BRANCHES À ÉMONDER

La stratégie de survie par la conservation de l'arbre à travers une sélection des branches à émonder vient en appui à la sélection des hauteurs des tiges pour justifier la rationalité observée dans les pratiques sylvicoles. Les diamètres des branches émondées aux échelles basse, médiane ou haute du houppier varient d'un arbre à une autre [tableau 3].

Tableau 3. Mesures statistiques des diamètres basse, moyenne et haute du houppier

Zones fourragères	Diamètre à l'échelle basse du houppier (cm)				
	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Mozogo	115	1,5	6	2,702	0,886
Tolkomari	100	1,5	5	2,74	0,619
Diamètre à l'échelle moyenne du houppier (cm)					
Mozogo	115	1,5	6	2,223	0,783
Tolkomari	100	1,5	7	2,426	0,725
Diamètre à l'échelle haute du houppier (cm)					
Mozogo	115	1,5	7	2,041	0,933
Tolkomari	100	1,5	6	2,029	0,689

Selon les distributions statistiques contenues dans le tableau ci-dessus, il ressort qu'à l'échelle basse du houppier des arbres, le diamètre des branches émondées soit situé entre 1,5 et 6 cm à Mozogo et 1,5 et 5 cm à Tolkomari. Leur moyenne est de $2,702 \pm 0,886$ cm dans le site de Mozogo et de $2,74 \pm 0,619$ cm dans celui de Tolkomari. A l'échelle médiane du houppier, cette moyenne est de $2,223 \pm 0,783$ cm à Mozogo et $2,426 \pm 0,725$ cm à Tolkomari. Mais à Mozogo, les branches émondées à l'échelle haute du houppier ont un diamètre compris entre 1,5 et 7 cm à Mozogo et 1,5 et 6 cm à Tolkomari avec une moyenne respectivement de $2,041 \pm 0,933$ cm et $2,029 \pm 0,689$ cm.

En réalisant le nuage des points [figures 4, 5 et 6] selon la structure verticale des ligneux, il se dégage que dans l'agroforêt de Mozogo par rapport à celle de Tolkomari, il existe une forte concentration des points des diamètres des branches émondées compris entre 1,5 et 4 cm pour les hauteurs des arbres situées entre 5 et 14 m. Quelques branches sont seulement émondées à un diamètre supérieur à 4 cm. Ce comportement des nuages est similaire à ceux de la zone de Tolkomari à la seule différence qu'à une hauteur de plus de 14 m, les branches soient coupées à un diamètre compris entre 3,5 et 4,5 cm. Dans la zone de Mozogo, il a été observé la coupe des branches à un diamètre de plus de 5 cm ; ce qui n'est pas le cas à Tolkomari. A l'échelle moyenne du houppier, ces nuages se comportent différemment à ceux à l'échelle basse ou haute. Dans la zone de Tolkomari, il a été constaté que les nuages soient concentrés entre 1,5 et 4 cm de diamètre excepté un point isolé des autres. A l'échelle haute du houppier, deux foyers de concentration sont observés à Mozogo compris entre 1,5 et 3 cm de diamètre et un seul foyer à Tolkomari entre cette même classe de diamètre.

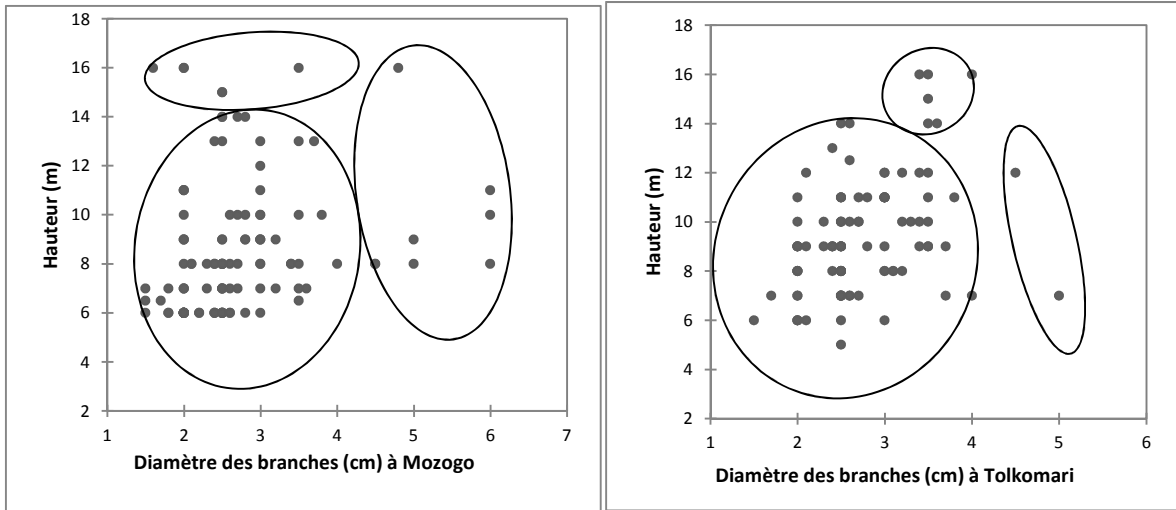


Fig. 5. Nuage des points des branches émondées à l'échelle basse du houppier

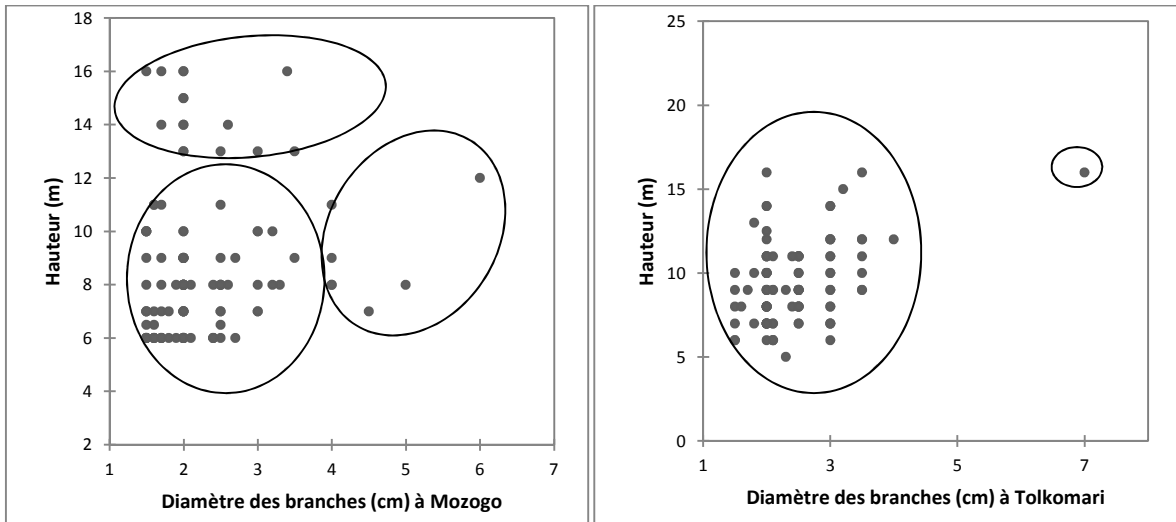


Fig. 6. Nuage des points des branches émondées à l'échelle moyenne du houppier

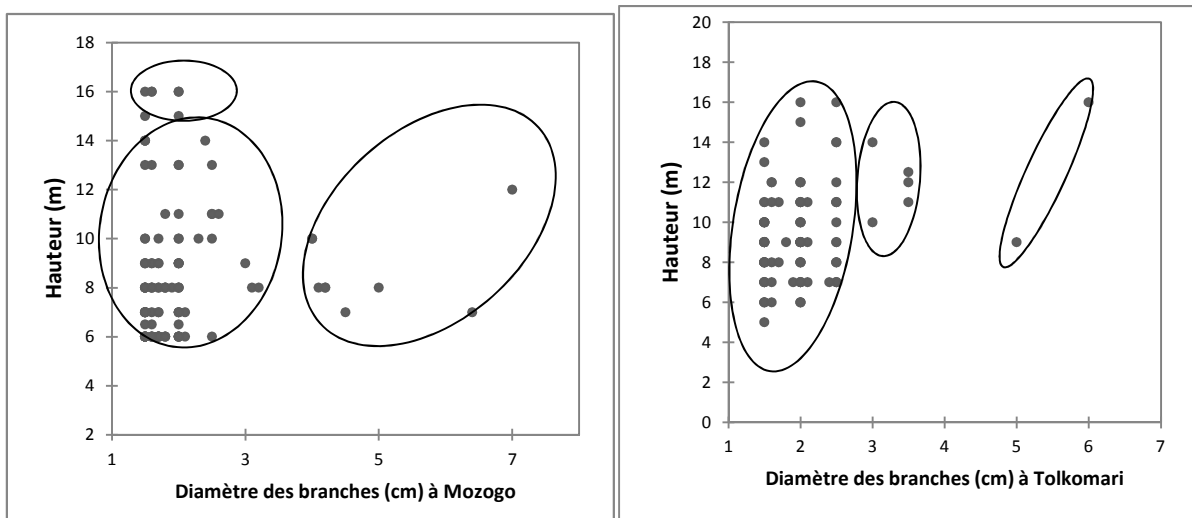


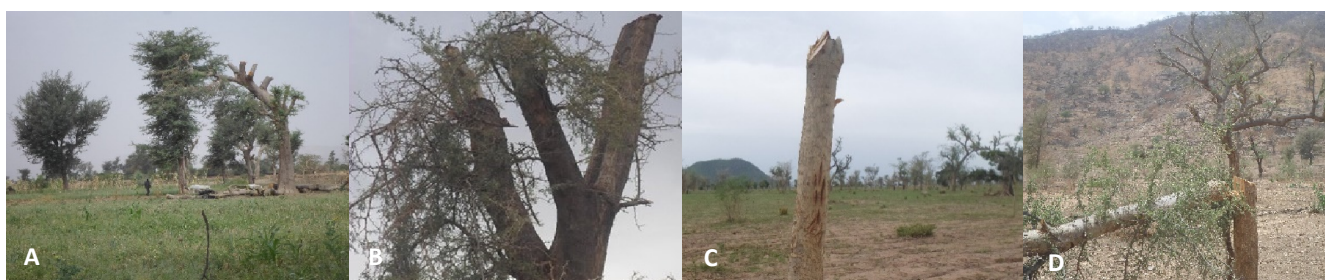
Fig. 7. Nuage des points des branches émondées à l'échelle haute du houppier



Cliché : Balna (mai 2014)

Planche 4. Emondage rationnel par les nomades transhumants

La planche 4 indique l'émondage rationnel pratiqué par les éleveurs transhumants. Pendant la production du fourrage aérien, le berger s'évertue à sélectionner les branches secondaires. Cela traduit ainsi la rationalité dans cette pratique sylvicole.



Cliché : Balna (mai 2014)

Planche 5. Pratiques sylvicoles irrationnelles par les agriculteurs locaux

Contrairement à la planche 4, celle 5 indique l'émondage irrationnel observé, non seulement chez les éleveurs nomades, mais aussi et surtout chez les sédentaires. Au pâturage aérien, le berger coupe des branches maîtresses. Ce qui compromet le renouvellement de la ressource arborée.

Pour comprendre les variations de ces nuages, il faut d'abord tenir compte de la structure verticale des ligneux. Oscillant entre 5 et 15 m dans les deux zones, la hauteur influence sur le diamètre des branches émondées en ce sens que ce dernier diminue au fur et à mesure que la hauteur augmente pour la plus part des branches coupées. En effet, ils traduisent les branches coupées à des diamètres parfois supérieurs à 4 cm sans tenir compte de l'échelle du houppier de l'arbre appliqué sur des espèces telles que *Ficus platyphylla*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Faidherbia albida*, *Stereospermum kunthianum* et *Celtis integrifolia*.

En plus, ces variations s'expliquent aussi par le fait qu'à Mozogo, le nombre d'espèces ligneuses fourragères (12 espèces) faisant l'objet d'émondage soit supérieur à celui de Tolkomari (10 espèces) (Balna et Gonné, 2015). En plus, des espèces ligneuses telles que *Anogeissus leiocarpus*, *Stereospermum kunthianum*, *Vitex doniana*, *Celtis integrifolia* font plus l'objet d'émondage à Mozogo qu'à Tolkomari et sont plus présentes dans la première zone que la seconde. Il faut aussi tenir compte du nombre des tiges de *Faidherbia albida* étant plus nombreuses à Mozogo (56%) qu'à Tolkomari (54%).

4 DISCUSSION

Au regard des résultats obtenus par cette étude sur les pratiques sylvicoles des pasteurs *Uda'en*, ces derniers traduisent l'idée d'une conservation de la ressource arborée et partant du pâturage aérien. Certes, dans le discours des forestiers, des environnementalistes, des administrateurs voire des populations sédentaires, il est mentionné que les nomades soient responsables de la destruction des arbres. Ce point de vue est profondément appuyé par Arthur Young, cité par [14]. Il y a dans l'idée de cet auteur un inconvénient dans la pratique de l'émondage. Pourtant pour les pasteurs, le choix des parties du houppier à émonder, le pourcentage du houppier à émonder et même la fréquence de l'émondage sur quelques espèces ligneuses ne relèvent pas du hasard et ne sont pas toujours négatifs de leur point de vue. La déclaration faite par un émondeur du type « nous connaissons nos arbres, car ils représentent la vie » confirme les connaissances empiriques qu'ont ces éleveurs sur la nature. Au plan environnemental, ces résultats traduisent d'une part, le souci qu'on les nomades de

protéger les arbres du parc, et d'autre part, l'intention est d'aller au-delà des préoccupations environnementales pour pérenniser des savoirs endogènes basés sur l'empirisme du milieu.

Les nuages des points que constituent les diamètres des branches émondées à plusieurs échelles mettent en évidence la gestion rationnelle qui tendrait vers la durabilité de la ressource arborée. La durabilité envisagée par les nomades constituent une forme de résilience forte dans la mesure où la mobilité, quel que soit les conditions écologiques dans lesquelles se trouvent ces pasteurs, sont amenés à réinventer de nouvelles équations afin de perpétuer un système d'élevage orienté sur la mobilité.

Les questions posées à l'émondeur vont dans le sens de savoir si les pratiques sylvicoles appliquées sont durables pour l'arbre ou non. Il ressort des entretiens avec les bergers que l'arbre pour la communauté mbororo en général, et *Uuda'en* en particulier, représente la vie et partant sa conservation est une nécessité. Un berger, *gaynako*, déclare que « *lekki man fudan* » pour dire que « ça ne peut pas finir ». Cela voudrait par conséquent insinuer que l'arbre se régénère naturellement, quel qu'en soit le degré de prélèvement effectué sur ce dernier. Par ailleurs pour le nomade, le fait qu'il n'émonde pas totalement le houppier connote ce souci de préservation.

Les pratiques sylvicoles ont été aussi appréhendées dans d'autres espaces pastoraux ou agropastoraux du Nord-Cameroun le cas des nomades *Uuda'en* dans la plaine du Diamaré ou les agroéleveurs sédentarisés de la région de Mindif (plaine du Diamaré) ou encore celle de Mafa Kilda dans la vallée de la Bénoué [9] et à l'Ouest du Burkina Faso [15]. Aux termes de leur analyse, les résultats obtenus ne sont pas très différents de ceux évoqués dans la présente étude. En effet, des savoirs-faire adaptés sont identifiés quoique les techniques sylvicoles soient encore dans l'œuf. Il a été signalé que l'arbre fait l'objet d'une démarche particulière à l'échelle du parcours [9]. Pris globalement, les branches sont émondées entre 1,5 et 6,66 cm avec une moyenne de $2,357 \pm 0,787$ cm. Les résultats sur la moyenne des diamètres des branches émondées sont similaires à ceux trouvés par Bonnérat à Mindif qui est de 3 cm dans la plaine du Diamaré ou de Mafa Kilda étant de 5 cm dans la vallée de la Bénoué [9]. A l'Ouest du Burkina Faso, les résultats de Petit ont révélé que les pasteurs peuls émondent les arbres dont leur diamètre est compris entre 2 et 3 cm [15].

La sélection de petites branches, qu'elle soit dans le parc arboré de Mozogo ou celui de Tolkomari, à Mindif, à Mafa Kilda ou dans les terroirs de Barani, Kourouma et Ouangolodougou à l'Ouest du Burkina Faso est effectuée dans l'optique d'éviter l'impact que la coupe de grosses branches pourraient avoir sur l'arbre. Il est admis dans ces milieux pastoraux qu'il y a eu en aucun cas l'intention de détruire l'arbre. Les émondeurs s'accordent d'ailleurs pour décrypter les pratiques rationnelles de celles irrationnelles. La gestion sylvicole des ligneux fourragers dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun en particulier, et dans celle de l'Afrique en général, obéit à une logique technique dans le sens de Mauss (1973) [16]. L'obstacle principal n'est pas d'ordre technique, mais plutôt psycho-sociologique. Ces auteurs réalisent qu'il n'est pas rare qu'un arbre soit émondé plusieurs fois au cours d'une même saison, jusqu'à trois fois dans le cas de *Afzelia africana* et *Khaya senegalensis*. Toutefois, ces résultats et ceux de cette étude diffèrent au niveau des espèces ligneuses.

Cependant, il faut signaler des comportements irrationnels affichés par certains éleveurs au sujet des formes de gestion technique des arbres fourragers. Il s'agit de l'abattage des arbres et l'émondage observé sur les grosses branches des arbres. Ces pratiques sont reconnues destructives de l'environnement. Depuis une quinzaine d'années, la façon de tailler les arbres dans de nombreuses régions de plaine (région du Mayo Louti, plaine de Minglia) et dans les piémonts a radicalement transformé leur port [17]. Les *Uuda'en* font l'objet de l'accusation de désertifier les savanes. Pourtant, il en est rien. L'émondage régulier des espèces ligneuses comme *Faidherbia albida* stimule la production foliaire [18].

L'appropriation d'un bien implique sa gestion durable. Dans le contexte de cette étude, les nomades ont le monopole sur l'usage des arbres fourragers dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun. C'est pourquoi, ces derniers ont pensé à leur exploitation rationnelle. En effet, l'émondage pratiqué par les nomades est orienté vers une gestion durable de l'arbre. En sélectionnant les tiges à couper, les branches à émonder ou la partie du houppier à émonder, le berger nomade a le souci de conserver la ressource arborée. D'une manière ou d'une autre, les pasteurs nomades contribuent à la reproduction et au renouvellement des ressources naturelles en particulier celles ligneuses.

5 CONCLUSION

Au terme de cette analyse dont l'objectif était de ressortir les pratiques sylvicoles des pasteurs transhumants dans les formations agroforestières sèches du Cameroun, il apparaît en définitive que ces pratiques s'opèrent dans le sens de la gestion d'une ressource qui subit à la fois les effets des contraintes hydriques et d'une forte pression anthropique. Ces pratiques sont appréhendées par la détermination de la fréquence, de l'intensité et de la partie du houppier à émonder, par des mesures dendrométriques sur quelques arbres complétées par des enquêtes agroforestières auprès des nomades. Elles

concernent la sélection de la partie du houppier, de la hauteur des tiges ou des branches à couper. Les détails sylvicoles développés par la présente étude s'appuient sur des savoirs empiriques qu'ont les éleveurs *Uuda'en* sur le milieu naturel. Ces savoirs sont transmis, communs à tous, et conservés pour davantage résister aux agressions climatiques.

Du point de vue méthodologique, l'originalité de cette étude réside dans les mesures dendrométriques faites à trois échelles du houppier. Certes, ces mesures ont été déjà effectuées, cependant les auteurs ayant abordé ces pratiques sylvicoles ne sont pas entrées dans les détails contrairement à cette étude qui s'est intéressée à plusieurs échelles du houppier pour apprécier les diamètres des branches émondées. Ce détail sylvicole, pratiqué par un groupe pastoral contraint de maintenir son système d'élevage transhumant, s'inscrit dans une perspective de gestion rationnelle des ressources naturelles dans un environnement naturel marqué par des crises climatiques.

REFERENCES

- [1] Guérin et al., *Le régime alimentaire des ruminants domestiques sur les pâturages naturels sahéliens et soudano-sahéliens*, 1989. [Online] disponible : www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH9a8c/...dir/doc.pdf (03 mars, 2012).
- [2] Le Houérou, *Les fourragers ligneux en Afrique : Etat actuel des connaissances*, Addis Abeba (Ethiopie). CIPEA, 1980.
- [3] Guérin, *Base de données du programme : valeurs alimentaires des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest*, Allemagne, Université de Hohenheim ; Belgique, CRA de Gembloux ; Burkina Faso, IDR ; Cameroun, IRZV ; Côte d'Ivoire, IDESSA. France, CIRAD-EMVT et INRA-SRNH. Mali, IER ; Sénégal, ISRA ; Tchad, LRVT, CCE-DGXII-ST2, 1994.
- [4] Lamprey, H.F., Herlocker D.J. et Field C.R., 1980, *Les fourrages ligneux en Afrique de l'Est*, in : H.N. Le Houérou (Ed), *Les fourrages ligneux en Afrique : Etat actuel des connaissances*, Addis Abeba, Ethiopie, CIPEA, pp. 33-55, 1980.
- [5] Toutain, B., *Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudanaises de l'Afrique de l'Ouest*, in : H.N. Le Houérou (Ed), *Les fourrages ligneux en Afrique : Etat actuel des connaissances*, Addis Abeba, Ethiopie, CIPEA, pp. 105-110, 1980.
- [6] MINEP, *Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD)*, PNUD, UNOPS, 2007.
- [7] R. Ziébé, E. Thys et R. De Deken, "Analyse de systèmes de production animale à l'échelle d'un canton : cas de Boboyo dans l'Extrême-Nord Cameroun," *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 58 (3), pp. 159-165, 2005.
- [8] Dongmo J-L, *Territoires, troupeaux et biomasses : enjeux de gestion pour un usage durable des ressources au Nord-Cameroun*, Thèse de Doctorat (ph D), Spécialité : Agronomie et Zootechnie, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 2009.
- [9] Bonnérat A., *Pratique de gestion de l'arbre chez les éleveurs du Nord-Cameroun. Etude des modes d'utilisation des arbres et des pratiques d'émondage dans trois situations d'élevage*, mémoire du Diplôme d'Ingénieur Forestier, Montpellier, ENGREF-IRAD-CIRAD, 2002.
- [10] MINFOF, *Stratégie de modernisation de la chaîne de valeur bois-énergie dans la région de l'Extrême-Nord*, Cameroun, GIZ, 2013.
- [11] Seignobos C. Faidherbia Abida, *Elément décrypteur d'agrosystèmes : l'exemple du Nord-Cameroun*. in : *Les parcs à Faidherbia*. Montpellier : CIRAD-Forêt, 1996, (12), p. 153-171. (Cahiers Scientifiques ; 12). [Online] disponible : www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010010382 (24 mai 2015).
- [12] Balna J. et Gonné B., *Vers une fonction pastorale des formations agroforestières de la zone sèche de l'Extrême-Nord du Cameroun : cas des plaines maraîchères* In : B. Gonne et C. Bring (Eds), *Climat et ruralité en zones sèches d'Afrique centrale*, 2015, "In press".
- [13] Lecomte et Rondeux, *Les inventaires forestières nationaux en Europe : tentative de synthèses*, Ca For Gbx N° 5, 1992.
- [14] Petit et Watkins, *Pratiques paysannes oubliées. L'étêtage et l'émondage des arbres en Grande-Bretagne (1600-1900)*, 2004, [Online] disponible : EtudesRurales.etudesrurales.revues.org/2995 (18 septembre, 2013).
- [15] Petit, *Fourrage ligneux et parcours des troupeaux des pasteurs peuls de l'Ouest burkinabé*, 2000, [Online] disponible : bft.cirad.fr/cd/BFT_265_77-80.pdf (18 septembre, 2013).
- [16] Petit et Mallet, *L'émondage d'arbres fourragers : détail d'une pratique pastorale*, 2001, [Online] disponible : bft.cirad.fr/cd/BFT_270_35-45.pdf (18 septembre, 2013).
- [17] Seignobos, C., *Changer l'identité du bétail ? Modifier ou enrichir les pâturages? Le nouveau dilemme des éleveurs Mbororos, Cameroun, RCA et Tchad*, in : L.B. Seiny et (Eds), *Savanes africaines en développement : innover pour durer*, 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djaména, Tchad ; Cirad, 2010. [Online] disponible : <https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00472094/document> (31 mai 2015).
- [18] Depommier, D. et Guerin, H., *Emondage traditionnel de Faidherbia albida : production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et Watinoma (Burkina Faso)*, in Peltier (Ed), *Les parcs à Faidherbia*, les Cahiers Scientifiques N°12, CIRAD-Forêt, pp. 55-84, 1996.

Study on Batch Fermentation Kinetics of L-Lysine by *C. glutamicum* immobilized on complex carriers of Alginate and Bacterial Cellulose and investigate its reused ability for further fermentative cycle

Tran Thi Minh Tam, Nguyen Thi Huong Giang, and Nguyen Thuy Huong

Department of Biotechnology,
Ho Chi Minh City University of Technology,
Ho Chi Minh, Vietnam

Copyright © 2015 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: L-Lysine fermentation by *Corynebacterium glutamicum* obtained productivity improvements from D-glucose. Immobile *Corynebacterium glutamicum* on carrier brings many significant advantages for lysine production such as high reused ability, saving seed preparation stage and high adaptation ability of immobile cells to the fermentation environment. Simultaneously, immobile cells have a long phase for lysine excretion. L-Lysine fermentation kinetics by immobile cells is studied in the basic way to solve problems related to cell physiology. Thereby, optimization techniques are carried out more easily to determine the most suitable nutrient medium as well as fermentation conditions and result in obtaining highest yield L-Lysine. L-lysine concentration was improved to the level of 28.767 ± 0.231 gram per liter and lysine production yield was 92.6% obtained under operating conditions of fermentation time 40 hours by immobile *Corynebacterium glutamicum* cells. In the fermentation process of lysine production by immobilized *Corynebacterium glutamicum* on complex carrier of A-BC, the reused ability of immobilized product was 11 fermentation cycles and total fermentation time is 440 hours and total L-Lysine production yield is 0.711 ± 0.009 gram per liter per hour.

KEYWORDS: Batch kinetics, L-Lysine, *C. glutamicum*, alginate, bacterial cellulose, reusing finished immobile cells.

1 INTRODUCTION

L-Lysine is one of the most important amino acids necessary for constructing the many types of protein in the human body and animal. L-Lysine is indispensable, however it cannot be synthesized endogenously for satisfy the metabolic need. Therefore, it is required for nutrition of animals as well as humans and the only way to have enough L-Lysine for protein synthesis is to obtain it in the diet or take supplements. L-Lysine is present used in the pharmaceutical, food, feed milling and cosmetic industry. The intensive research on the L-Lysine biosynthetic pathways and their regulation and the search for microorganisms capable of over-producing this amino acid were carried out to apply for industrial production. The steadily increasing L-Lysine market demand also stimulated the improvement of established fermentation process.

In practice, L-Lysine was produced by batch fermentation because of its convenience and easy performance for producing amino acid. Fermentation is generally modeled by kinetic equations giving the time evolutions for biomass, substrate, and product concentrations [1]. Information on fermentation process kinetics is potentially valuable for the improvement of batch process performance; it is essential for fed-batch or continuous process designs [2]. In fermentation processes, conversion yield from the carbon source and productivity are the most important factors. The metabolism depends on the characteristics of the strain used in the fermentation. On the other hand, the growth rate of a strain, the rate of sugar utilization or the culture conditions are also significant factors that affect productivity strongly. Kinetics study shows a set of results for the cell growth, glucose consumption, and product formation for L-Lysine fermentation process using *Corynebacterium glutamicum*. Kinetic parameters were determined by Rubina Nelofer showed that the L-Lysine synthesis by free cells *C. glutamicum* depends on both the growth rate and biomass concentration [3].

It is very promising to produce L-Lysine by using immobilized *C. glutamicum* cells. The advantages of this production process is that time, effort and expense are minimized during breed preparation period and thus results in improving efficiency of the L-Lysine fermentation. Many methods namely adsorption, covalent bonding, cross linking, entrapment and encapsulation are widely used for immobilization. Presently, the simple, common and efficient immobilization technique is entrapment on alginate and adsorption – incubation onto bacterial cellulose. To improve the quality and performance of immobilized cell biocatalysts, various combinations of natural gel with other carrier have been studied. A complex of alginate and bacterial cellulose (A-BC) was used as a combined carrier to immobilize *C. glutamicum* for L-Lysine fermentation. The A-BC carrier helps immobilized products to withstand the conditions of agitation during fermentation and keeps the locked cells in gel structure without diffusing into the fermentation medium. In addition, A-BC carrier also helps immobilized cell maintaining physiological state at which they are ready to excrete L-Lysine into fermentation medium [4].

Fermentation process by immobilized *C. glutamicum* has many meaningful advantages that help the L-lysine productivity is kept stable after several reused cycle. Using alginate as a carrier, immobilized product of *C. glutamicum* had ability to reuse 4 times and L-lysine production yield reaches 0.56 ± 0.10 gram per liter per hour. The immobilized *C. glutamicum* into BC carrier had 8 reused cycles and L-lysine production yield reached 0.62 ± 0.10 gram per liter per hour. Therefore, L-lysine production using immobilized *C. glutamicum* cells on complex carrier of alginate and bacterial cellulose in fermentation process seems to be very promising. This immobilization technique is able to overcome the mechanical and chemical drawback of alginate carriers and enhance the advantages of bacterial cellulose carriers [4, 5].

This study is carried in order to clarify kinetics of L-Lysine production by batch culture using *C. glutamicum* immobilized on A-BC which can be used as a promising carrier in modern fermentation industry. Kinetic parameters such as biomass, substrate concentration, L-Lysine, specific growth rate were estimated in order to give a fuller and more efficient exploitation of L-Lysine fermentation process.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 THE MATERIALS AND CULTURAL MEDIUM

The micro-organism species: *C. glutamicum* is provided by the Vietnam Type Culture Collection

The carrier: The utilized alginate is provided by the producer Sigma – Aldrich. Alginate is powdery, light brown and its moisture content is below 15%. The 1% alginate solution is prepared and kept at 25°C. Its viscosity is 5-40 Cps and pH is from 5 to 8. Bacterial Cellulose is obtained by the fermentation process of *Acetobacter xylinum*. Bacterial Cellulose is shaped square blocks with $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$, white and its moisture content is approximately 6%.

The cultural medium: *C. glutamicum* grows in the minimal medium with glucose (20g/L), peptone (10g/L), yeast extract (5g/L), NaCl (5g/L), agar (15g/L), pH ~ 7,2, the temperature at 30°C, the agitation rate of 150 rpm.

The fermentation medium and conditions: They are optimized for Lysine fermentation by *C. glutamicum*, in particular, glucose (50 g/L), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (46,8 g/L), KH_2PO_4 (1,8 g/L), biotin (20 µg/L), thiamin (150 µg/L), tween 20 (5 mL/L), corn solution liquid (100 mL/L), the initial culture rate is reached 13.2 million colony-forming units, at $30 \pm 2^\circ\text{C}$, the initial pH in fermentation medium is 7 ± 0.2 , the agitation rate is 150 ± 5 rpm.

2.2 EXPERIMENT DESIGNS

2.2.1 THE IMMOBILE PROCESS ON COMPLEX CARRIERS OF ALGINATE AND BACTERIAL CELLULOSE

The *C. glutamicum* immobilization process is a combination between entrapment method of alginate and "adsorption – incubation" method of BC. The immobilized procedure is carried out by 3 stages. First, bacteria were attached onto the BC surface and the adsorbed inside BC structure due to its porous properties. Second, alginate was used to enclose the immobilized product of BC and *C. glutamicum*. Finally, the complex carrier was incubated to increase the density of cells inside BC's space [4, 5]. *C. glutamicum* was immobilized onto complex carrier of A-BC according to optimized process which its immobilized productivity reached 90% and cell density a gram finished product is 49.9 ± 0.1 million cells.

2.2.2 BATCH FERMENTATION KINETICS OF L-LYSINE BY *C. GLUTAMICUM* ON COMPLEX CARRIERS OF ALGINATE AND BACTERIAL CELLULOSE

Immobilized *C. glutamicum* cells were used to study the L-Lysine fermentation process. The working volume of the reactor is 1000 mL. The samples were collected during fermentation time in order to determine targets such as the cell

density outside and inside carriers, residual sugar and L-Lysine concentration in the fermentative solution. And then kinetics parameters such as growth rate, substrate metabolize ability and L-Lysine productivity were analyzed.

Expected results: The average growth rate, the maximum specific growth rate and substrate utilization rate were determined after finishing batch fermentation of L-Lysine production by *C. glutamicum* on complex carriers of alginate and bacterial cellulose.

2.2.3 INVESTIGATE REUSED ABILITY OF *C. GLUTAMICUM* IMMOBILIZED ON COMPLEX CARRIERS OF ALGINATE AND BACTERIAL CELLULOSE FOR FURTHER FERMENTATION CYCLE

The finished products were used for L-Lysine production through many fermentation cycles. Samples were collected to determine parameters such as density of remaining cells, L-Lysine concentration of each cycle. And then, escaped cell rate, total fermentation time, total L-Lysine productivity and average yield of finished products were analyzed.

Expected results: reuse frequency of finished products and average L-Lysine production yield were determined through fermentative cycles.

2.3 ANALYZED METHODS

Analyzing the cell density of immobilized finished products: the finished products were mechanically broken and totally released micro-organisms. After diluting the cell suspension, inoculums were spread over surface of culture medium, and then the colonies were counted after 24 hours brewing.

Total cell density: sum of cell density in fermentative fluid and cell density in finished products.

Density of free cell: the cell density in fermentative fluid.

Residual sugar was determined as glucose in the fermentative fluid by the colorimetric DNS (3, 5-dinitrosalicylic acid) method of Miller [6].

Quantitative estimation of L-Lysine in the fermentative fluid was made by Acidic ninhydrin method of Chinard and by HPLC method [7].

Glucose utilization concentration constant K_s ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$): $K_s = \frac{S_i - S_r}{\tau}$. Where, S_i (g/L) is the original biomass concentration, S_r (g/L) is the biomass concentration after the time interval τ , τ (hours) is the fermentation time

L-Lysine production yield H ($\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$): $Y\left(\frac{P}{S}\right) = \frac{180}{146} * \frac{P_i - P_o}{S_u} * 100\%$. Where, P_i (g/L): L-Lysine concentration in fermentative fluid after the time interval τ and S_u (g/L): Concentration of utilized glucose after the time interval τ .

The proportion of washed cells outside the carriers (R , %): $R_i = \frac{X_o - X_i}{X_o} * 100\%$. Where, X_o : the number of colony-forming units in carriers which are used adding as initial inculum in bioreactor; X_i : the number of colony-forming units in carriers which are checked after fermentation cycle ending.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 BATCH FERMENTATION KINETICS OF L-LYSINE BY *C. GLUTAMICUM* ON COMPLEX CARRIERS OF ALGINATE AND BACTERIAL CELLULOSE

Batch culture is a close system in which all necessary medium components and the inoculum are added at the beginning and not during period of fermentation. In batch fermentation, there are 4 following phases: lag phase, log phase exponential phase, stationary phase and death phase [8]. Kinetic parameters such as residual substrate concentration, consumed substrate concentration, specific growth rate, L-Lysine productivity and L-Lysine yield were estimated to study the physiology of *C. glutamicum* immobilized on complex carriers of alginate and bacterial cellulose during batch fermentation of L-Lysine production.

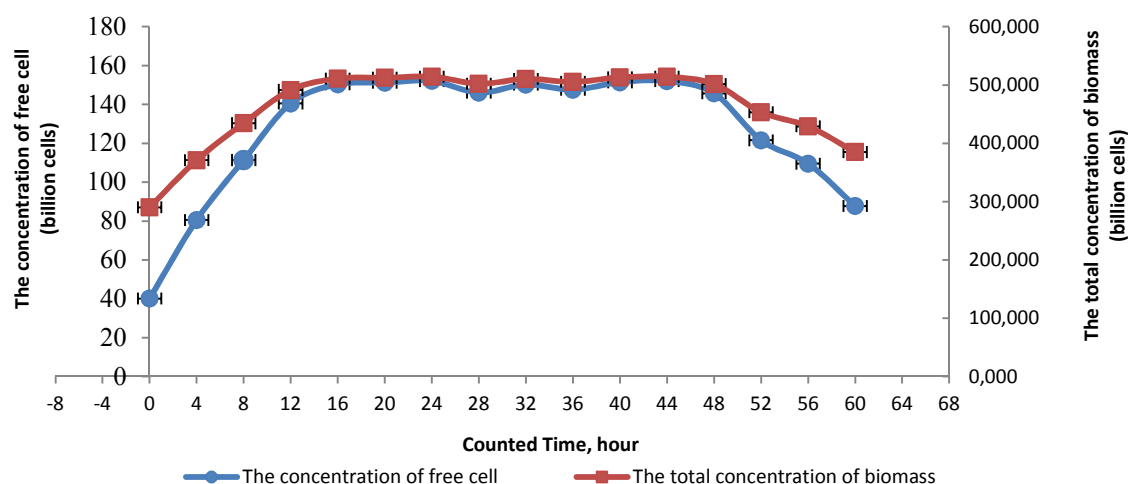


Fig. 1. The change about the concentration of cells during fermentation time

Figure 1 shows the change of biomass concentration during fermentation time. The total cell density was determined by summing of the cell density of free cells in fermentation fluid and the immobilized cells in the carrier. Initial concentration of free cells was 40 billion cells per liter, but it quickly grew up and almost increased 3.75 fold in log phase. Whereas, the biomass concentration of immobilized cells just increases about 1.6 fold. This suggests that the proliferation of free cell was stronger than that of immobilized cells because it has ability to contact directly with the nutrient medium. In addition, a part of the immobilized cells were washed out of the carrier and that was also a reason for the increase of free cells concentration. On the surface of carrier, biomass is increased and degraded more rapidly than that inside carrier. Because the optimal nutrient medium for the cell growth process has ability to contact directly with the microorganism located in the surface of carriers. Contrary, there is a contacting limitation between substrate as well as other components in the fermentation medium and microorganism which were clocked inside the structure of carrier [9]. Immobilized *C. glutamicum* cells onto the A-BC carriers have no lag phase or very short lag phase, results in increasing the biomass quickly in the first 8 hours and maintaining cell density stably during the residual time of fermentation process, prolong 36 hours.

Immobilized *C. glutamicum* cells are able to absorb and use substrate equivalently to free cells. Figure 2 shows the relationship between L-Lysine concentration and consumed substrate during the fermentation process. Fermentation of L-Lysine by the immobilized cells was carried out for 60 hours. Maximum L-Lysine concentration was produced in 8 to 40 hours and L-Lysine production constant (K_p) reached 0.98. L-Lysine fermentation was completed in two different time phases; first, physiologic state of growth and second, L-Lysine production phase. Because the lag phase was very short, most of the carbon source was consumed in the L-Lysine producing phase. Therefore, the substrate utilization rate was high in 8 to 32 hours and the substrate utilization constant (K_s) is 1.38. After first 40 hours, residual sugar in culture medium was 12 gram per liter. L-Lysine production yield is high at 92.6% and L-Lysine concentration in fermentative fluid reached 28.8 gram per liter. Comparing with the study of Nelofer, maximum L-Lysine concentration produced by free cells is lower than that of immobilized cells by 6.71 gram per liter. Further time of fermentation, L-Lysine production yield was decreased and L-Lysine productivity was not significantly increased ($p > 0.05$ compared with the time at 40th hour). In terms of substrate utilization rate, the highest rate was reached at 1.1 gram per liter per hour after 32 hours and L-Lysine production yield is 91%. At this time, *C. glutamicum* used substrate for cell survival, cell growth and L-Lysine biosynthesis. Substrate utilization rate and production yield of free cells are 0.38 gram per liter per hour and 54.5%, respectively [3]. Obviously, substrate utilization rate and lysine production yield had greater values for the immobilized cells than the free cells, which means that batch culture by immobilized cells used more substrate as compared to the batch culture by free cells.

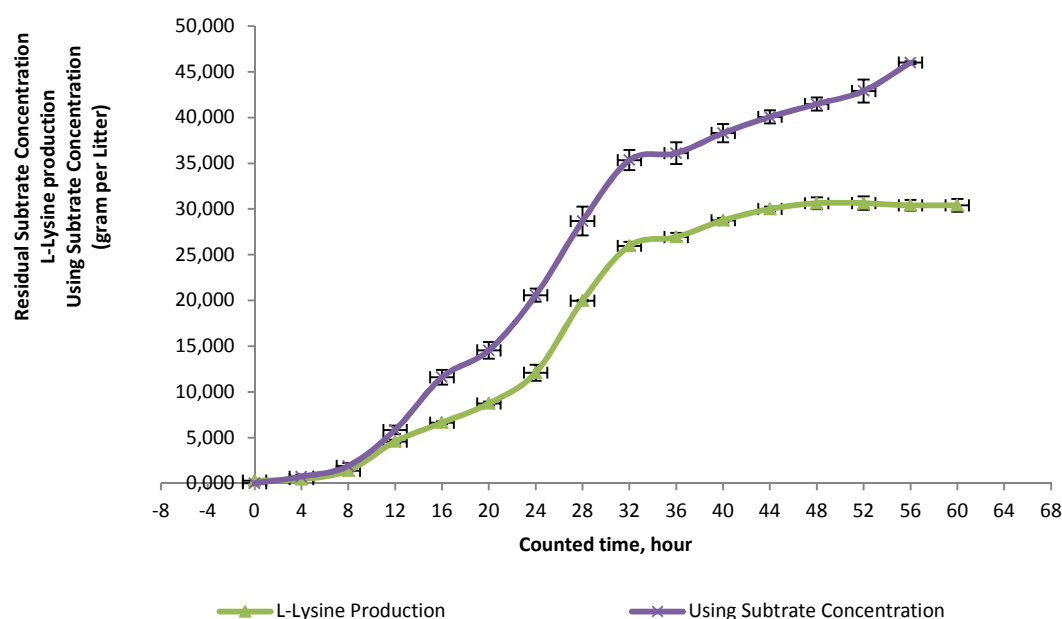


Fig. 2. Relationship between substrate concentration and L-Lysine

We are interested in the physiology of immobilized *C. glutamicum*. In the first 12 hours, the free cells grew strongly and its specific growth rate is 0.102. Meanwhile, the immobilized cells are limited by the narrow space of the carrier, contact of substrate and oxygen. Therefore, the average growth rate is just 0.04. Comparing with the kinetics analysis of batch fermentation of L-Lysine production by Rubina Nelofer (2007), we conclude that immobilized *C. glutamicum* has change in cell physiology [10]. Fermentation time of immobilized *C. glutamicum* cells (40 hours) is shorter than that of free cells (60 hours). *C. glutamicum* cells immobilized into the A-BC carrier have shorter fermentation time (40 hours) compared with *C. glutamicum* cells immobilized alginate-glutaraldehyde (72 hours) [5].

Based on the kinetics analysis of batch fermentation of L-Lysine production by immobilized *C. glutamicum* into A-BC carrier, we conclude that immobilized *C. glutamicum* has change in cell physiology. In addition, lag phase, fermentative cycle, fermentation time of immobilized cells are shorter than that of free cells. However, the L-Lysine productivity is not significant different between immobilized cells and free cells. These are meaningful advantages of the immobilized cells in fermentation process.

In conclusion, fermentation time is 40 hours, L-Lysine production yield is 92.6% and L-Lysine concentration in culture medium is 28.767 ± 0.231 gram per liter.

3.2 INVESTIGATE RESUSED ABILITY OF *C. GLUTAMICUM* IMMOBILIZED ON COMPLEX CARRIERS OF ALGINATE AND BACTERIAL CELLULOSE FOR FURTHER FERMENTATION CYCLE

The immobilized products were used for L-Lysine fermentation process through many cycles. At the time of begin and finish of each fermentation cycle, sample was collected to analyze following targets: density of residual cells inside carrier, L-Lysine concentration.

Thereby, the escaped cell rate, fermentation time, total L-Lysine productivity and average yield of immobilized product were determined at the end of each fermentation cycle.

Table 1. The proportion of escaped cells after each fermentation cycle

The number of fermentation cycle	The proportion of escaped cells	The number of fermentation cycle	The proportion of escaped cells	The number of fermentation cycle	The proportion of escaped cells
1	11.60 ± 1.44 ^a	5	33.20 ± 0.61 ^d	9	41.73 ± 1.39 ^f
2	18.27 ± 4.09 ^b	6	34.53 ± 0.93 ^d	10	45.20 ± 1.89 ^e
3	25.87 ± 2.20 ^c	7	36.13 ± 1.16 ^e	11	49.20 ± 1.67 ^h
4	31.87 ± 0.35 ^d	8	38.00 ± 1.15 ^e	12	51.33 ± 1.09 ^h

The different letters in the table were significant in meanings ($p < 0,05$)

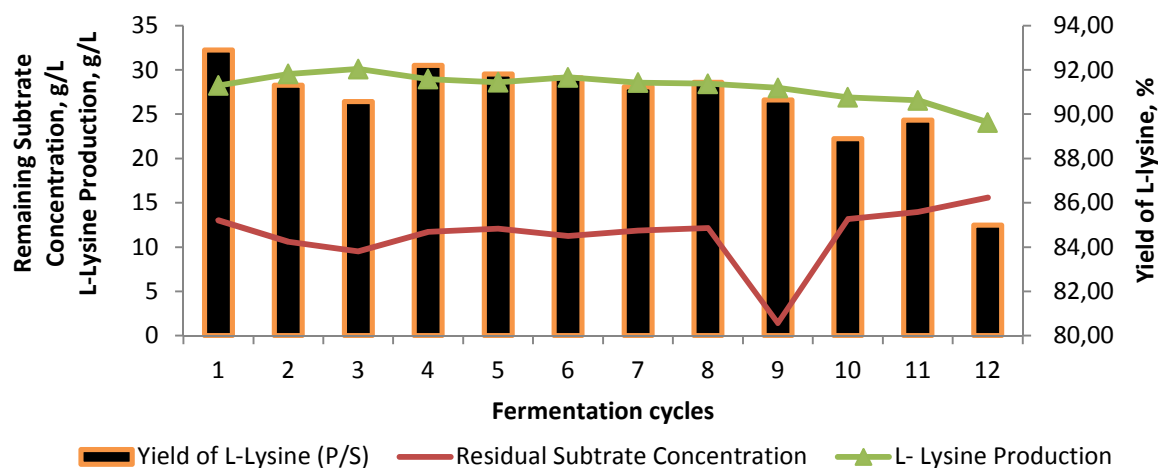


Fig. 3. Relationship between substrate concentration and L-Lysine after each fermentation cycle

The escaped cell rate after 4 fermentation cycles reduced steadily by 6-8% compared with the previous cycle. From 5th cycle to 11th cycle, the escaped cell rate is lightly reduced by 1-3% compared with the previous cycle. From the 12th cycle, the escaped cell rate is decreased by 7% compared with the previous cycle and the structure of some immobilized products was broken. Obviously, in the first cycles, the escaped cell rate is high because cells attaching on the outer surface of carrier were washed out and then a part of cells inside carrier also were released into culture medium. When the cell proliferation occurs, there are the competition free hole inside the carrier structure and results in releasing cells into culture medium [11]. Although the cell density is reduced through the reused cycles, substrate utilization rate is kept constant (the residual sugar fluctuated from 12 ± 1 gram per liter after each cycle). This is explained as follows: a part of cells cannot contact directly with substrate or just contact with low amount of nutrient medium that is just enough for cells survive without synthesizing L-Lysine, so that utilized sugar concentration is not high. After each cycle, a part of cells were washed away, result in increasing free space inside the carrier and thus creating opportunity for contacting between cells and substrate. Therefore, cells can survive growth and synthesize L-Lysine. In sum, the residual sugar concentration is not significantly changed after each cycle. From the 12th cycle, the residual sugar concentration in the fermentation fluid is increased. Because of reducing density of *C. glutamicum* inside carrier, the sugar is not used totally by cells in bioreactor. In the first 11 cycles, L-Lysine concentration is in range of 27-30 gram per liter, equivalent to fermentation by free cells. From 12th cycle, L-Lysine concentration is reduced. L-Lysine production yield in the first 11 cycles is about 90%, and then it decreased in next cycle.

By comparison with the same cells that were immobilized onto simple carrier, such as, alginate, bacterial cellulose. The reused ability of these immobilized cells onto alginate, bacterial cellulose were 4, 8 fermentation cycles, respectively. Total fermenting time of immobilized product on alginate was lowest and just was 288 hours. Whereas, the immobilized product onto BC and A-BC showed higher total fermenting time and were 384 and 440 hours, respectively. Lysine production yield of immobilized cells onto Alginate, BC and A-BC were 0.56, 0.62 and 0.71 gram per liter per hour, respectively. Obviously, the application of immobilized *C. glutamicum* onto A-BC for lysine fermentation showed highest result because this finished products are able to overcome some drawback of alginate and have all the advantage of BC carrier [4, 5].

In the fermentation process of L-Lysine production by immobilized *C. glutamicum* into complex carrier of A-BC, reused ability of immobilized product is 11 fermentation cycles and total fermentation time is 440 hours and L-Lysine production yield is 0.711 ± 0.009 gram per liter per hour.

4 CONCLUSION

L-lysine concentration was improved to the level of 28.767 ± 0.231 gram per liter and lysine production yield was 92.6% obtained under operating conditions of fermentation time 40 hours by immobile *C. glutamicum* cells on complex carriers of alginate and bacterial cellulose. And 40th hour of fermentation process is the most suitable time to end running of each cycle in the survey period. In the fermentation process of lysine production by immobilized *C. glutamicum* on complex carrier of A-BC, the reused ability of immobilized product was 11 fermentation cycles and total fermentation time is 440 hours and total L-Lysine production yield is 0.711 ± 0.009 gram per liter per hour. The results obtained here indicate that L-lysine can be produced more efficiently by immobilized *C. glutamicum* by comparison with the previous results obtained with free cells. Specific growth rate was 0.102 and log phase is extremely short. These kinetic parameters show the change of cell physiology of immobilized *C. glutamicum* compared with free cells. L-lysine will be produced by immobile *C. glutamicum* cells promises to bring many benefits in industrial scale.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is the part of the post-graduated thesis of Tran Thi Minh Tam and Nguyen Thi Huong Giang. We are students of Department of Biotechnology of University of Ho Chi Minh City in Vietnam. We thank the school's administrators and the lectures have been helped us to study.

REFERENCES

- [1] Bouville, M., Fermentation kinetics including product and substrate inhibitions plus biomass death: a mathematical analysis. *Biotechnology letters*, 2007. 29(5): p. 737-741.
- [2] Gaden, E.L., Fermentation process kinetics. *Biotechnology and bioengineering*, 2000. 67(6): p. 629-635.
- [3] Nelofer, R., et al., L-lysine production by the homoserine auxotrophic mutant of *Corynebacterium glutamicum* in stirrer fermenter. *PAKISTAN JOURNAL OF ZOOLOGY*, 2007. 39(3): p. 159.
- [4] Trần Thị Minh Tâm, N.T.H., Optimization of *Corynebacterium glutamicum* immobilization process on bacterial cellulose carrier and its application for lysine fermentation. *IOSR Journal of Engineering* 2014. 04 (07): p. 33 -38.
- [5] Tam, T.T.M. and N.T.H. , Optimization of *Corynebacterium glutamicum* Immobilization on Alginate and Investigation into its Storage Conditions. *International Journal Of Modern Engineering Research (IJMER)*, 2014. 4(7): p. 66-71.
- [6] Myara, I., C. Charpentier, and A. Lemonnier, Optimal conditions for prolidase assay by proline colorimetric determination: application to iminodipeptiduria. *Clinica Chimica Acta*, 1982. 125(2): p. 193-205.
- [7] Gimba, C.E., et al., *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2014, 6 (8): 39-43. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2014. 6(8): p. 39-43.
- [8] Todaro, C.M. and H.C. Vogel, *Fermentation and biochemical engineering handbook*. 2014: William Andrew.
- [9] Chibata, I. and L.B. Wingard, *Immobilized microbial cells: applied biochemistry and bioengineering*. Vol. 4. 2014: Elsevier.
- [10] Nelofer, R., Q.B. Syed, Shahjahan , and M. Nadeem, L-lysine production by the homoserine auxotrophic mutant of *Corynebacterium glutamicum* in stirrer fermenter. *Pakistan Journal of Zoology*, 2007. 39(3): p. 159.
- [11] Guisan, J.M., *Immobilization of enzymes and cells*. Vol. 22. 2006: Springer.

DETERMINATION THE OPTIMUM FERMENTATION IN OBTAINING NATTOKINASE BY *BACILLUS SUBTILIS* NATTO

Nguyen Anh Tuan, Dinh Thi Hai Thuan, Tran Thi Minh Tam, and Nguyen Thuy Huong

Department of Biotechnology,
Ho Chi Minh City University of Technology,
Vietnam

Copyright © 2015 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: Nattokinase is able to hydrolyze fibri oriented fibers, reducing blood pressure to the arteries and heart valves. People use nattokinase enzyme through ingestion by natto food or functional food to dissolve blood clots. In fermentation by *Bacillus subtilis* natto, the bacterium can generate this enzyme. The optimized culture medium has 6 factors such as glucose, soybean peptone, K_2HPO_4 , $MgSO_4$, NaCl, $CaCl_2$ and the rate of these in medium is identified by response surface methodology (RSM) and central composite design (CCD). The highest nattokinase yield was 69.3 ± 0.2 FU/mL of substrate in optimized medium after 20 hours of fermentation in $37^\circ C$ and pH 7.5.

KEYWORDS: extracellular proteases, Nattokinase activity, optimized experiments, Plackett – Burman, response surface methodology, central composite design.

1 INTRODUCTION

Nattokinase is an essential enzyme dissolving blood clots, due to the ability to hydrolyze fibri oriented fibers, reducing blood pressure to the arteries and heart valves. Therefore, the heart rhythm is improved and the phenomenon stroke and stroke are prevented. Nattokinase containing products mainly derived from the fermentation of *Bacillus subtilis* natto bacteria on semi-solid medium with ripe soybean. Its fermentation creates some byproducts that they are capable of helping the metabolism and absorption of the stomach. Furthermore, Vitamin K in soybean involved in the clotting process and improved the calcium absorption. As the result, people use whole products from the fermentation on semi-solid medium like food. On the other hand, nattokinase enzyme is used in specific treatment, the important requirements are the highest purity. The clarity enzyme production is easier from liquid medium than that is from semi-solid culture [1-3].

The fermented medium factors are D-glucose, soybean peptone, K_2HPO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, NaCl, $CaCl_2$. Most bacteria need carbon source to build the cell structure, they can use many different soures such as D-glucose, sucrose, maltose, fructose, dextrin, enthanol, acid acetic D-glucose is the most important carbon source in which. *Bacillus subtilis* use D-glucose for building the cell formation and take part in the metabolism of substances. The nitrogen source which the bacteria use easily is organic nitrogen sources. The studied bacterium needs soybean peptone to improve the nattokinase enzyme metabolism. Moreover, $CaCl_2$ is the aroused factor in nattokinase enzyme metabolism of *Bacillus subtilis* natto. The other factors involve the biochemical reactions in cell of bacteria. The influence of these factors depends on their concentration in the cultural medium. If they are too high or too low, they become inhibitors the development of cell and enzyme biosynthesis. We must to optimize the appropriate concentration of them to increase performance for the enzyme production [4-6].

A bacterium that was isolated from Vietnamese natto food, is named *Bacillus subtilis* natto. The bacterium that was employed to study had the initial nattokinase yield of 23.583 ± 1.539 FU/mL of substrate in NB medium. Various culture-independent methods have been developed; in particular, methods using the variable and conserved regions of the 16S rRNA have proved successful in characterizing the gut microbiota. Sequencing of 16S rRNA genes has revealed that microbial diversity in the gut is far more extensive than previously described from studies of cultured microorganisms alone [7].

The relationship between the factors which in fermented medium and nattokinase activity which in broth is identified by the optimized experiments. As well as the paper is claimed that the most suitable values of each factors which in fermented medium to be obtained the highest nattokinase activity.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 MATERIALS AND CULTURAL MEDIUM

The micro-organism specie: *Bacillus subtilis* was isolated from Vietnamese natto-food

The cultural medium: *Bacillus subtilis* natto grows in the nutrition broth (NB), pH 7.5, the temperature at 37°C, the agitation rate of 150 rpm. After 20 fermentation hours, the cell rate in the broth was 50 billion colony-forming units.

The fermentation medium (g/L): glucose (1.25 – 10.00), soybean peptone (5 -15), K₂HPO₄ (1.25 – 3.00), MgSO₄·7H₂O (0.25 – 1.50), NaCl (2.5 – 7.5) and CaCl₂ (0.05 – 0.40) were employed in the range studied.

The fermentation condition: temperature 37°C, initial pH in medium 7.5 ± 0.3, adjusted by NaOH 1N solution.

2.2 EXPERIMENT DESIGNS

2.2.1 SCREENING THE FERMENTATION MEDIUM FOR PRODUCTION OF NATTOKINASE ENZYME BY *BACILLUS SUBTILIS* NATTO

Bacillus subtilis natto was incubated in NB medium. After 20 inoculum-hours, the number of the cells was checked and counted as well as added approximately 5 billion colony-forming units per milliliter of fermentation medium.

Six variables were examined in the Plackett-Burman matrix with different 12-runs. We determined the Nattokinase activity for each validation formula and analyzed the factors that affect the Nattokinase activity by *Bacillus subtilis* natto. The main factors in experiments had p-value < 0.05. The chosen factors were designed to determine the relative between those and the response.

2.2.2 OPTIMIZING THE FERMENTATION MEDIUM FOR PRODUCTION OF NATTOKINASE ENZYME BY *BACILLUS SUBTILIS* NATTO

With the selected factors from the screening experiments, we carried out the initial experiments with the original values (+1, -1). Based on "Lack-of-fit" test, we determine the relationship between the chosen factors and response. After analyzing the initial experiments, we determined whether the factors having great impacts on the high regression equation suitably or not. If the regression is the linear function, we design the steepest experiments to identify the suitable range of factors.

Based on that, we conducted the experiments for response surface methodology having the central composite designs (RSM-CCD) and determined function of the polynomial regression accurately to describe relations between the enzyme activity in broth and medium factors.

The results of response optimizer that were simulated by software were measured by experiments to determine the highest actual nattokinase activity in broth.

2.3 THE ANALYZING METHOD

ANALYZING NATTOKINASE ACTIVITY IN BROTH

Nattokinase activity was determined by the ability to hydrolyze fibrin fibers. *Bacillus subtilis* natto was stopped the fermentation after 20 hours and broth was centrifuged at 13 000 rpm for 20 minutes and obtained the supernatant to determine nattokinase activity.

Tris-HCl (50 mM, pH 7.5) of 1.3 mL and 0.4 mL of 0.72% (w/v) fibrinogen solution were taken in vials and kept in water bath (37°C) for 5 minutes. Then 0.1 mL thrombin (20 U/mL) was added and kept in water bath (37°C) for 10 minutes. To this clot, 0.1 mL of enzyme was added. After incubation (37°C, 60 minutes), 2 mL of 0.2 M trichloroacetic acid (TCA) was added. Vials were kept 20 minutes and centrifuged at 3000 x g for 5 minutes. One unit enzyme activity is defined as the amount enzyme required to produce an increase in absorbance equal to 0.01 in 60 minutes at 280 nm [4].

Analyzing data and identifying the regression were used by Minitab 17.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SCREENING MAIN EFFECTIVE FACTORS OF THE NATTOKINASE ENZYME PRODUCTION BY *BACILLUS SUBTILIS*

Bacillus subtilis natto grows and produces nattokinase enzyme on cultural medium that contained by D-glucose, soybean peptone and amount of multi-minerals and micronutrients such as KH_2PO_4 , MgSO_4 , NaCl and CaCl_2 .

In the range of these factors in cultural medium, there were two factors that had a significant effect to biomass production like soybean peptone and CaCl_2 , however, CaCl_2 hadnot been a significant effect ($p > 0.05$). In those ranges of factors in cultural medium that used to produce nattokinase enzyme, there were 5 factors that had a significant effect to the process including glucose (x_1), soybean peptone (x_2), K_2HPO_4 , MgSO_4 and NaCl.

Table 1. The runs in Plackett-Burman matrix of screening experiment

Run	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Response, (Y, FU/mL)
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	6.32
2	+1	+1	-1	+1	+1	-1	17.58
3	-1	+1	+1	+1	-1	+1	30.18
4	+1	-1	+1	-1	-1	-1	39.05
5	+1	+1	+1	-1	+1	+1	37.81
6	-1	-1	+1	+1	+1	-1	7.92
7	-1	+1	-1	-1	-1	+1	35.62
8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	25.71
9	+1	-1	+1	+1	-1	+1	32.14
10	+1	-1	-1	-1	+1	+1	18.09
11	-1	+1	+1	-1	+1	-1	21.35
12	+1	+1	-1	+1	-1	-1	37.07

Table 2. The factors in Plackett-Burman matrix and its effects on nattokinase enzyme production by *Bacillus subtilis* natto

No.	Name of factors (g/L)	Symbols	The range of factors			The effect of factors	F-value	p-value	T-value
			Below (-1)	Centre (0)	Above (+1)				
1	Glucose	X_1	1.250	5.625	10.000	1.041	26.720	0.004	5.170
2	Soybean peptone	X_2	5.000	10.000	15.000	+0.840	22.720	0.005	4.770
3	K_2HPO_4	X_3	1.250	2.125	3.000	+2.670	7.050	0.045	2.650
4	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	X_4	0.250	0.875	1.500	-6.190	19.280	0.007	-4.390
5	NaCl	X_5	2.500	5.000	7.500	-3.023	73.620	0.000	-8.580
6	CaCl_2	X_6	0.050	2.025	0.400	+5.470	1.180	0.327	1.090
DF = 6			R-sq = 96.79%						

Regression Equation in screening experiments:

$$\text{Response, Y (FU/mL)} = 25.11 + 1.041 X_1 + 0.840 X_2 + 2.67 X_3 - 6.19 X_4 - 3.023 X_5 + 5.47 X_6$$

In the above equation, y (g/L) symbols for nattokinase activity (FU/mL), x_1 (g/L) symbols for glucose, x_2 (g/L) symbols for added soybean peptone, x_3 (g/L) symbols for K_2HPO_4 , x_4 (g/L) symbols for MgSO_4 and x_5 (g/L) symbols for sodium chloride.

In the tested screening experiments, there were 5 factors such as glucose (x_1), soybean peptone (x_2), K_2HPO_4 (x_3), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (x_4) and sodium chloride (x_5) in the fermented medium that had led to the nattokinase activity. In *Bacillus subtilis* natto which we studied, it was different from concentration of cultural medium factors between the fermentation process in biomass production and nattokinase enzyme production [7].

3.2 OPTIMIZING FERMENTATION MEDIUM FOR NATTOKINASE ENZYME PRODUCTION BY *BACILLUS SUBTILIS* NATTO

3.2.1 INITIAL EXPERIMENTS

We went on conducting 13 experiments, 8 of them are (-1,1) ones and 5 are the central ones. ANOVA was carried out to statistically analyze the correlation of nattokinase activity to the five selected factors. The p-value of Lack-of-fit test was lower than 0.005 (p = 0.014) and R-sq was 97.92%.

Table 3. The runs in initial experiment and the responses (nattokinase activity)

Run	CenterPt	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Response, (Y, FU/mL)	
1	0	0	0	0	0	0	57.65	
2	1	-1	-1	1	1	-1	29.97	
3	1	1	-1	-1	-1	-1	51.43	
4	0	0	0	0	0	0	55.82	
5	0	0	0	0	0	0	56.18	
6	1	-1	-1	-1	1	1	15.32	
7	1	1	1	-1	1	-1	20.02	
8	1	-1	1	-1	-1	1	20.95	
9	1	1	1	1	1	1	23.85	
10	0	0	0	0	0	0	54.91	
11	0	0	0	0	0	0	55.65	
12	1	1	-1	1	-1	1	40.61	
13	1	-1	1	1	-1	-1	41.2	
Rsqr = 97.92%		p-value of "Lack-of-Fit" is 0.004						

Regression Equation in initial experiments:

$$\text{Response, Y (FU/mL)} = 47.050 + 0.813 X_1 - 0.783 X_2 + 3.990 X_3 - 13.010 X_4 - 2.095 X_5$$

In the above equation, y (g/L) nattokins activity (FU/mL), x₁ (g/L) glucose, x₂ (g/L) added soybean peptone, x₃ (g/L) K₂HPO₄, x₄ (g/L) MgSO₄ and x₅ (g/L) sodium chlorua.

3.2.2 RSM-CCDESIGNS

This means that the arrangement of the five significant effect factors is near the extreme of the aimed function and the polynomial regression between five selected factors and response could be given in the function of the poly-nominal regression. At this, the highest yield of all experiments was obtained. To establish the right relationship between the factors, we analyzed the 33 RMS-CCD experiments (shown in Table 4). It was given shown in the table that nattokinase activity (FU/mL) in the broth ranged from 10.21 to 57.65.

Regression Equation of Response:

$$\text{Response, Y} \left(\frac{\text{FU}}{\text{mL}} \right) = 27.6 + 19.9x_1 - 4.3x_2 - 35.6x_3 - 4.3x_4 + 10.5x_5 - 1.1x_1^2 + 11.48x_3^2 - 2.5x_4^2 - 1.5x_5^2 - 1.7x_1x_3 + 3.15x_3x_4$$

In the above equation, y (g/L) nattokins activity (FU/mL), x₁ (g/L) glucose, x₂ (g/L) added soybean peptone, x₃ (g/L) K₂HPO₄, x₄ (g/L) MgSO₄ and x₅ (g/L) sodium chlorua.

The response (nattokinase activity) is achieved at the bottom value when glucose (x₁) and sodium chlorua are increased while soybean peptone and K₂HPO₄ as well as MgSO₄ are dropped. KH₂PO₄ is the largest effect of all factors (with constant is - 35.6), the second highest effect is glucose (with constant is +19.9), following sodium chlorua (with constant is + 10.5). In the interactive effect between the factors, KH₂PO₄ and MgSO₄ have the largest relationship of whole factors.

Table 4. The runs in CCD-RSM experiments and the responses (nattokinase activity)

RunOrder	PtType	X1	X2	X3	X4	X5	Response, (Y, FU/mL)
1	1	-1	1	-1	-1	-1	23.15
2	0	0	0	0	0	0	57.65
3	1	1	1	1	1	1	23.85
4	1	-1	-1	-1	1	-1	15.94
5	-1	1	0	0	0	0	28.22
6	1	1	1	-1	1	-1	20.02
7	1	1	1	1	-1	-1	22.54
8	0	0	0	0	0	0	55.82
9	1	-1	-1	-1	-1	1	10.21
10	1	-1	1	-1	1	1	20.15
11	-1	0	0	0	-1	0	41.87
12	0	0	0	0	0	0	56.18
13	-1	0	1	0	0	0	49.26
14	1	1	-1	1	1	-1	43.54
15	1	1	-1	1	-1	1	42.98
16	1	-1	-1	1	-1	-1	43.07
17	-1	-1	0	0	0	0	11.21
18	1	1	-1	-1	1	1	31.27
19	-1	0	0	0	0	1	23.15
20	1	-1	-1	1	1	1	31.52
21	-1	0	0	0	1	0	36.25
22	-1	0	0	0	0	-1	38.75
23	-1	0	0	1	0	0	48.77
24	-1	0	-1	0	0	0	41.74
25	-1	0	0	-1	0	0	48.86
26	1	-1	1	1	-1	1	43.57
27	1	-1	1	1	1	-1	41.2
28	0	0	0	0	0	0	54.91
29	0	0	0	0	0	0	55.65
30	0	0	0	0	0	0	56.042
31	1	1	-1	-1	-1	-1	55.55
32	1	1	1	-1	-1	1	38.09
Rsq= 89.98%							

In this response, we used the Minitab to identify the extreme values of nattokinase activity. Multiple response is predicted is 70.5 FU/mL when x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 are 6.1; 5.0; 3.0; 0.25 and 4.27 respectively. The fact value of response is 69.3 ± 0.2 FU/mL. The result is given that is twice as nattokinase activity as the initial test [7].

Chemoheterotrophic bacteria use a few central metabolic pathways for carbon catabolism and energy production as well as for the generation of the main precursors for anabolic reactions. Bacteria use all sources of carbon like energy resources in central pathways. In *Bacillus subtilis*, the presence of glucose is analyzed the role of the pleiotropic transcriptional regulator CcpA. In contrast, induction by glucose seems to be mediated by a variety of different mechanisms. In the presence of glucose, the genes encoding glycolytic enzymes are induced. Moreover, the genes responsible for the production of acetate from pyruvate with a concomitant substrate-level phosphorylation are induced by glucose. In contrast, the genes required for the complete oxidation of the sugar (Krebs cycle, respiration) are repressed if excess glucose is available for the bacteria. In the absence of glucose, the genes of the Krebs cycle as well as gluconeogenic genes are derepressed. The genes encoding enzymes of the pentose phosphate pathway are expressed both in the presence and the absence of glucose, as suggested by the central role of this pathway in generating anabolic precursors [8, 9].

The appearance of calcium and magnesium ions in culture medium is important with regards to cell viability. Calcium ions takes part in synergistic interactions with enzymes responsible for anchoring surface proteins to the cell wall, thereby affecting the bacterium's adhesion ability [10]. Magnesium ions play a role in peptidoglycan synthesis, cell wall strength, and

the prevention of cell lysis. Previous studies on the metal binding behavior of *Bacillus subtilis* have focused on the metal binding capacity and affinity calcium and magnesium ions are both important biologically active metal ions that are some of the most abundant divalent cations in nature. We find that electrostatic effects are responsible for a strong binding between metal ions. Those could lead to the change in density, weight of *Bacillus subtilis* as well as the level of nattokinase in broth would be increased. The work has not enough data to prove the hypothesis but the data should be able to explain how the nattokinase yield and biomass production increase [7, 11].

4 CONCLUSION

Nattokinase is an essential enzyme which is added by food or functional food to dissolve blood clots. It is obtained by the *Bacillus subtilis* fermentation on glucose and soybean peptone. The maximum nattokinase enzyme yield was 69.3 ± 0.2 FU/mL in optimized medium composed of (g/L): glucose (6.10); soybean peptone (5.00), K_2HPO_4 (3.00); $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.25); NaCl (4.27); $CaCl_2$ (0.05) which was higher than the initial medium by 50%.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to fully appreciate the help of the teachers/professors in the Chemistry Faculty of Ho Chi Minh City University of Technology in this study. This research is funded by Technology University of Ho Chi Minh under grant number T-KTHH-2015-71.

REFERENCES

- [1] Haritha Meruvu , M.V., *Nattokinase :A Review on Fibrinolytic Enzyme*. International Journal of Chemical, Environmental and Pharmaceutical Research, 2011. **2**(1): p. 61-66.
- [2] Berenjian, A., et al., *Nattokinase production: Medium components and feeding strategy studies*. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 2014(00): p. 37-37.
- [3] Dabbagh, F., et al., *Nattokinase: production and application*. Applied microbiology and biotechnology, 2014: p. 1-8.
- [4] Cho Y. H., S.J.Y., Kim K.M., Lee I.Y., Kim S.B., Kim H.S., Han N.S., Lee B.H., Kim B.S., *Production of nattokinase by batch and fed-batch culture of Bacillus subtilis*. New Biotechnology, 2010. **27**(4): p. 341 - 346.
- [5] Kwon, E.-Y., et al., *Production of nattokinase by high cell density fed-batch culture of Bacillus subtilis*. Bioprocess and biosystems engineering, 2011. **34**(7): p. 789-793.
- [6] Hu, Y., et al., *Characterization of fermented black soybean natto inoculated with Bacillus natto during fermentation*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010. **90**(7): p. 1194-1202.
- [7] Tuan, N.A. and N.T. Huong, *Optimization of the Fermentation Medium to Receive The Highest Biomass Yield By Bacillus Subtilis Natto And The Initial Test Of Nattokinase Yield*. Optimization, 2014. **4**(12).
- [8] Deepak, V., et al., *Optimization of media composition for Nattokinase production by Bacillus subtilis using response surface methodology*. Bioresource Technology, 2008. **99**(17): p. 8170-8174.
- [9] Blencke, H.-M., et al., *Transcriptional profiling of gene expression in response to glucose in Bacillus subtilis: regulation of the central metabolic pathways*. Metabolic engineering, 2003. **5**(2): p. 133-149.
- [10] Thomas III, K.J. and C.V. Rice, *Revised model of calcium and magnesium binding to the bacterial cell wall*. BioMetals, 2014: p. 1-10.
- [11] Allagheny, N., et al., *Control of ammonia formation during Bacillus subtilis fermentation of legumes*. International journal of food microbiology, 1996. **29**(2): p. 321-333.

LANGUAGE AND CULTURE AMONG THE YORUBA: A STUDY OF ARGOT, CANT, JARGONS AND SLANG AS FORERUNNERS OF NEW IDIOMS AND IDIOMATIC EXPRESSIONS IN THE 21ST CENTURY

Dayo Akanmu¹ and Ajetunmobi Rasheed O.²

¹School of Languages,
Adeniran Ogunsanya College of Education,
Otto/Ijanikin, P.M.B 007, Festac Town, Lagos, Nigeria

²History Department,
Tai Solarin University of Education,
Ogun State, Nigeria

Copyright © 2015 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: Argot, cant, jargons and slang are phenomenal forerunners of new idioms and idiomatic expressions in Yoruba. They are universal phenomenon and aspects of social language that cannot be underestimated in every sense of functional human society where language and culture are seen as natural, divine and systematic in the 21st century. This paper attempts to discuss the historical evolution, definition, denotative and connotative meanings of this sociolect especially in relation to the existence and emergence of new idioms and idiomatic expressions in Yoruba with a view to highlighting their similarities and *differencia specifica*.

KEYWORDS: social language, Yoruba, language and culture, idiomatic expressions, new idioms.

INTRODUCTION

This paper is another effort to bring to the fore in a fresh and concrete term, the historical perspective that is in tandem with the definitions, meanings (denotative and connotative), similarities, '*differencia specifica*' and vitality of certain aspects of language which have not been given due prominence by linguists in this 21st century. It should not be under-stressed that, outside the borders of what is referred to as standard usage in every conversation and other domains, lie other forms of expressions. For instance, there are special examples of jargon of various trades, sports and occupations; there are also the rich vocabulary of imprecation and of ribaldry as well as argot, cant and new idioms, all full of vitality and interesting area of study. It is against this background that the paper focuses on the historical antecedent of this sociolect and how the items discussed serve as forerunners for what is called 'new Yoruba idioms and idiomatic expressions'.

LANGUAGE AND CULTURE AMONG THE YORUBA

The relationship between language and culture cannot be ignored in the history of the Yoruba. Language, a divine benevolence to man, is tied to the effective existence of man in society; any meaningful discussion of man must begin with it. The purpose of language is to enhance communication. If culture is seen as the sum total of man, then language is the tool for the expression of culture, the depository of culture and crucial mode of culture transmission. Therefore, it can be deduced that existence and development of the Yoruba race depends largely on the existence and development of language communication. Language is not just significantly fundamental to the existence of the Yoruba, but it also encapsulates every aspect of their lives, hence the interest of several scholars from different disciplines to this phenomenon. Sapir (1939:7)

defines language as “a purely human and non-instinctive method of communicating ideas, emotions and desires by means of a system of voluntarily produced speech sounds”. In other words, language is an instrument by which humans communicate and refine their world. All human knowledge, the mysteries of science and man’s ability for interpersonal and community relationships are predicated on language. In this regard, one of the most sustained uses of language is in invented words or expressions like argot, cant, jargon, slang and the new idioms and idiomatic expressions in Yoruba which are the focus of this paper.

Culture, according to Ajayi (2005:2) is a relatively specific lifestyle and acquired experience that people employ to interpret occurrences which eventually engender communal behavior. Culture, in a clear and simple term, is a way of life of a people and cannot be separated from language. It is also not possible to teach language without recourse to its cultural substance as a result of their inseparable interconnectivity. One universal aspect of culture which is reflected in language is taboo. It is concerned with behavior which is believed to be supernaturally forbidden or regarded as immoral or improper. It deals with irrational manners or behavior which are prohibited in the culture. In language, taboo is associated with things which are not said, or, in particular, with words and expressions which are not used. The types of words or expressions which constitute taboo in a particular language are a reflection of, at least, part of the values and beliefs of the society in question. Among the Yoruba, for instance, traditional idioms that are considered as taboo expressions include those of the left hand, death and sex. It is forbidden in Yoruba culture to refer to the left hand as ‘*q̄wọ̀ òsì*’ because the word ‘*òsì*’ (left) is associated with ‘bad luck’ or ‘bad men’ rather ‘*q̄wọ̀ alaafia*’ (hand of peace) is favored. Also there are several euphemisms for death, as illustrated below.

‘*wọ̀ àjà*’ (enter the roof, for; death of a king)

Pa ipo dà (change position, for die)

Similar examples that can be found in idiomatic expressions include:

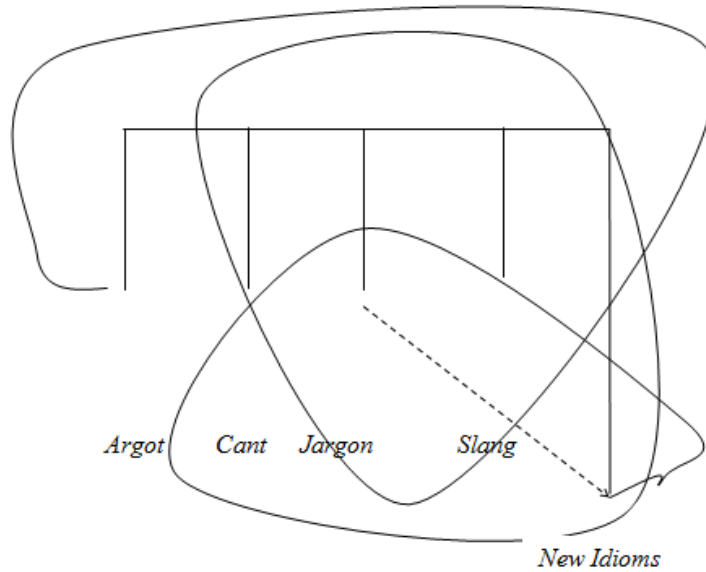
Èbu (local refinery/power, for; inferior/fake item)

Ètùtù (atonement, for; bribery)

Finally, the point here is that language is culture-specific and ordinary linguistic knowledge is not enough to give the actual meanings of the examples given above. Therefore, knowledge of Yoruba culture is imperative in this study as most of the examples of sociolect discussed in this paper are culture based. As culture is reflected in language and society, social change can produce a corresponding linguistic change. The changes in the Yoruba society in the recent past (due to globalisation), just like the changes in the social culture of any other society around the world,, are what brought about the new idioms and idiomatic expressions which is the offshoot of other forms of expressions discussed in this paper.

HISTORICAL ANTECEDENTS OF ARGOT, CANT, SLANG NEW IDIOM AND THEIR INTER-RELATIONSHIPS

The way people speak may provide clues on the regional accent or dialect of an individual. Two people growing up in the same geographical area at the same time may speak differently because of several reasons. This social aspect of language may not be overlooked because, in many ways, speech is a form of social identity and is used consciously or unconsciously to indicate membership of different social groups or different speech communities. The chart shown below represents the inter-relationship among argot, cant, slang, jargon and new idioms.



Adapted from Oḷábòdé (1981)

ARGOT

According to Russell (1993), argot is the specialized vocabulary of some disreputable or underworld subcultures. It is the sublanguage of pickpockets, murderers, drug dealers and prostitutes. The term was first applied to the language of beggars and wrongdoers, who are said to have created a secret language of their own in order to avoid being understood by honest people. Argot words are sometimes of unknown origin and, in most cases, are words which have been given special meanings other than their original meanings. Examples are given below:

<i>Askari:</i>	for 'police'
<i>Ọjà:</i>	(market) for 'marijuana'
<i>Já:</i>	(tear) for 'run for dear life/ escape'
<i>Ẹja:</i>	(fish) for 'ìgbó' (marijuana)
<i>Ọpá:</i>	(stick) for cigarette
<i>Tajútajú:</i>	(peppery item) for 'alcohol'
<i>Sùbì:</i>	for 'a thief'
<i>Túálè:</i>	(greeting style) for 'with respect'
<i>Bùgá:</i>	for 'proud'

Argot expressions, often described as 'criminal argot', are a form of speech device and are mostly unintelligible to non-initiates or nonmembers of the particular group that uses them. Today, with the impact of globalisation in music, art and entertainment, some argot expressions are increasing in number and filtering into the language of ordinary discourse as new idioms. An example is the word (argot) '*dẹmu lẹgbẹẹ*'. The difference between argots and new idioms and idiomatic expressions is that argots are not so popular as the new idioms because they relate more to criminal activities and other antisocial basic drives, such as sex and greed, which society abhors.

CANT

Devito (1998), asserts that cant is a specialized sublanguage of touts or social miscreants. The use of cant is also common, not only among members of driving professional groups, but also among members of such groups as peddlers and tramps. This is because drivers, peddlers and tramps share some basic characteristics, especially in their behaviours as drug addicts, alcoholics and as social miscreants. As is the case with argot, cant will ideally not be understood by non-members because of

its restricted use. Cant is also sometimes defined as false or insincere language (Eble 1998: 67, Metiello 2008: 102). Also like argot, it refers to the language used by destitutes and miscreants. In short, cant and argot overlap greatly. Below are examples of words in this category:

<i>Túálè</i>	-	your Highness
<i>Séńpé/Séńpé</i>	-	relax, calm
<i>Òpá</i>	-	Cigarette
<i>Ojà</i>	-	weed
<i>Pilot</i>	-	driver
<i>36 kinnihún</i>	-	notorious/pick-pocket group of 36 in Lagos Island
<i>Jamblan/jambla</i>	-	nonsensical utterances
<i>Lala skibò</i>	-	consummate
<i>Ìṣa/ẹbu</i>	-	fake, not original, of low quality and value
<i>Gbà síbẹ̀</i>	-	let's shake hands

Globalisation and changing social circumstances may also stimulate the spread of cant and its interconnectivity with new idioms as some examples of argot are now visible in the new idioms. Prominent among these examples are *ẹbu* (fake/inferior), *séńpé* (relax), *túálè* (your highness/with respect) and *gbà síbẹ̀* (lets shake hands). The use of cant as a form of expression is also restricted as a sub-culture language, it is not meant for the general populace, unlike new idioms and idiomatic expressions which have become an acceptable speech form used in both routine and literary communication.

JARGON

The term jargon is described by Russell (1993) as specialist vocabulary items associated with occupations that people engage in, either as a mode of employment or as a leisure pursuit or for some other purposes. In other words, jargon is a technical vocabulary associated with a special activity of group of people and which is difficult for others to understand. In social terms, jargons are connectors between “insiders” and exclusion for “outsiders”. Every social group, profession or occupation has access to a number of jargon, which could be passively understood to members and used more or less ‘actively’ as a consequence of the routine of daily life they engage in. Their daily work, whether in paid employment in the home, government or with a voluntary agency engenders its own vocabulary (Folsom 2005: 91). Generally, people’s leisure time, and interests, whether sports or hobbies or religious observance or some other activities, have their own jargon. Hence, there are forms of journalistic jargon, political jargon, medical jargon, which are peculiar to or characteristic of the language of journalism, politics and medicine, respectively, and so on. The jargons below are from various professional groups

Sports (football)

<i>'Tàribò lọmọ'</i>	the child is Taribo (a skilful defender)
<i>'Ròńádò lọmọ'</i>	the child is Ronaldo (a skilful striker)

The above are examples of jargon among football fans in the southwest region of Nigeria. *Tàribò* is an ex-Nigerian international footballer whose position in the team was defense (back), while *Ronaldo* is a Portuguese international footballer whose attacking prowess is unrivalled in the whole world. Based on the positions of the above mentioned players (back player and forward/attacking player), idioms are made of them through semantic extensions. For example, a beautiful lady with big buttocks is admirably described or tagged 'Taribo', while a lady with attractive boobs is described idiomatically as *Ròńádò*.

Kegite's Club

<i>Sòńgítò</i>	-	singer
<i>Kàpítò</i>	-	cap
<i>Zoo</i>	-	non-initiates
<i>Sambalidate</i>	-	give/tell

The above examples of jargon are peculiar to members of the Kegite Club found on the campuses of most of Nigerian higher institutions, like the polytechnics, colleges of education and universities.

Other examples of jargon, especially those found among artistes and some other professionals are the following:

<i>Gbàbèskin</i> (drivers)	- Take/belief it
419 (legal profession)	- Fraudsters
<i>Skin bòbò</i> (musicians)	- light skin
<i>Sáńkó</i> (drivers/musicians)	- (<i>Kékeré</i>) small/shriveled

One can conclude that there is a marked difference between jargon and new idiom. As reflected in the chart, jargon is the only form of expression that has no link with new idiom. While jargon is used as a technical term by professionals or members of a particular group; new idioms and idiomatic expressions have universal appeal and application.

SLANG

Slang is a colloquial departure from standard usage. It is often imaginative, vivid and ingenious in its construction so much so that it has been called the plain man's poetry. (Crystal, 1997). It especially attracts those who, for reasons of personality or social identity wish to be linguistically different, such as the kegites members of palm-wine drinkers' social club), actors, footballers, area boys (social miscreants), prisoners, musicians, students, gays or pop singers.

From the foregoing, we can deduce that slang is borne out of the desire by people to be linguistically different in their interactions. However, in the attempt to be linguistically different, they coin expressions which give them identity that have group or professional peculiarities. Language variety of this type is 'slang' and is drawn from the language of everyday usage.

Slang is the most general sublanguage consisting of vocabulary items derived particularly from cant and argot that are understood by most persons but are not necessarily used in 'polite society' or in formal written communications (Crystal 2008:56, Coleman 1978:34). Slang is usually short-lived. Some are rarely used in contemporary time; and when they are used, they conjure up an image of an antiquated, out-of-touch-with-reality type of person. However, some slang terms have been around for decades and remain classified as slang. *New Webster's Dictionary* notes that "slang is currently widely used and understood language consisting of new meanings attributed to existing words or wholly new words generally accepted as lying outside standard polite usage". In spite of its characteristics, slang is the only form of expression that has some degree of semblances with the new idioms. This explains why a lot of slang filter into everyday language use and thus become new idioms. Some examples are given below:

<i>Ikú Ijo'</i>	- for a versatile or skillful dancer
<i>Igi Ìwe'</i>	- for an extremely/ brilliant student/person
<i>Orin Lomọ</i>	- for a talented or accomplished singer/musician
<i>Ẹwà Lomọ</i>	- for an extremely beautiful lady.
<i>Ọpákà</i>	- young man
<i>Ọpékè</i>	- young lady
<i>Bùgá</i>	- proud
<i>Túálè</i>	- your highness or with respect
<i>Sonbí</i>	- police
<i>Igbó</i>	- bush/ marijuana, for criminal implication
<i>Àgbékọ</i>	- carry-over of paper in exam
<i>Ọpá</i>	- cigarette
<i>Ọjà</i>	- weed or marijuana
<i>Chacha</i>	- new car
<i>Olúayé</i>	- popular Yorùbá deity-god of small pox, for a person that is 'known worldwide

From the examples cited above, it is clear that there is no clear-cut distinction between the various language forms, as the line of demarcation between the users and contexts of usage is very tenuous. Cant, argot jargon and slang are so important in this paper especially as the forerunners of new idioms and idiomatic expressions, which are primarily from the aforementioned sociolect and other sources and have crystallized to become part of the Yorùbá vocabulary, thus expanding the Yorùbá lexicon.

NEW IDIOMS AND IDIOMATIC EXPRESSIONS

New idioms and idiomatic expressions, which are part of the focus of this study, constitute another distinctive and vital aspect of language use. The term *new idiom* is a modern stock expression, formed in response to the needs of the moment arising as a result of the linguistic constraints of the users which consequently necessitates creation of new words and expressions. New idioms and idiomatic expressions are so called not only because of their complexity which necessitate the overlapping tendencies of their semantic realizations, but also because of their distinctive difference from old, traditional idioms. As a matter of fact, they straddle metaphor and euphemism and also serve as replication of the established Yorùbá idioms both in form and meaning. They are in spoken and written forms, and mainly operate at the lexical and phrasal levels. They are also multi-functional because of their semantic unity. They may equally function as nouns, verbs and adjectives.

New idioms and idiomatic expressions are created by members of the society or language community either through coining, (creating and recreating of new words and expressions) or by investing old words and expressions with new meanings. New idioms are new, strange, fresh and creative by nature. They are not vague expressions and their origins are also known to the users who are always dazzled whenever they come across them in any context unlike slang, argot and cant whose origins or identities disappeared after creeping into the language as new idioms.

Unlike argot, cant, jargon and slang, whose formations are borne out of the desire by the people to be linguistically different in their interactions, new idioms are used in literary discourse and in daily conversation by a sizeable number of people, especially youths, and by extension, elderly ones who always hear them on radio, television, home video and on buses. New idioms and idiomatic expressions don't fade out or change meaning with time and to resurface with new meaning like slang, argot and cant. It may suffice now to give a list of some of the new idioms and idiomatic expressions collected and which constitute the data for this study. The list, however, is in-exhaustive:

<i>Kárí m̀òní</i>	carry passenger
<i>Ọ̀bẹ̀ Ọ̀mọ</i>	a well fed/beautiful/fresh lady
<i>Lẹ̀pa</i>	slim person
<i>Kò sí ẹ̀rì</i>	no qualms
<i>Ẹ̀gúnjẹ</i>	bribe
<i>Sọ̀lọ̀ M̀ákindé</i>	gossip
<i>Ẹ̀wà Ọ̀mọ</i>	a paragon of beauty)
<i>Palẹ̀mọ</i>	consummate
<i>Yàúyàúú</i>	(internet fraud)
<i>Múgùn</i>	stupid/rustic person
<i>Na gere</i>	to be stupid/idiotic
<i>Ẹ̀jẹ̀ mi</i>	my bosom friend/blood relation
<i>Jẹ̀ Ọ̀/kari go</i>	move on
<i>Fẹ̀jẹ̀ sí i</i>	do it with strength
<i>Fàyà gbé e</i>	dance with breast
<i>O wé</i>	you are not strong enough)
<i>Wà wọn</i>	lie to them
<i>Pátá ńlá</i>	big nylon
<i>Má fọ̀şẹ̀ yími</i>	don't embarrass me
<i>Làkàsòrò</i>	corrupt coinage of a soft drink called lacasera' now used as no comment
<i>Şérékòdé</i>	uncivilized person
<i>Kò halẹ̀</i>	not catchy
<i>Ayérayé ilé</i>	solid mansion
<i>Já wọn sí i</i>	keep them informed
<i>Rẹ̀ wọn sí i</i>	inform them
<i>Jùrù b́éńbélé</i>	dance with your buttock
<i>Sùfútù</i>	trouble
<i>Oşòdì Ọ̀kè</i>	busty lady
<i>Jẹ̀un sá̀pò</i>	collect money/rich/embezzle money
<i>Kéré sí nọ̀mbà</i>	inferior
<i>Tùrayà Ọ̀mọ</i>	sophisticated person
<i>GSM Ọ̀mọ</i>	resourceful person

<i>Tẹ mi sí i</i>	inform me.
<i>Irin tútù</i>	gun
<i>Gbaju e</i>	dupe/defraud him
<i>Àfikè Qlà</i>	cocaine/heroin
<i>Ègúnjẹ</i>	bribe
<i>Àgbàlágbi</i>	corrupt coinage of 'àgbàlágbi', an elderly person now used to mean 'an influential person'

THE PLACE OF NEW IDIOMS AND IDIOMATIC EXPRESSIONS AMONG THE YORÙBÁ

Among the Yorùbá people, outside the borders of what is referred to as standard language used in every conversation and other domains, there are other forms of expressions. For instance, there are special forms of jargon of various trades, sports and occupations; there are also the rich vocabulary of slang of imprecation and of ribaldry as well as the new idioms under study. The use of new idioms and idiomatic expressions is fast becoming a popular phenomenon among Yorùbá people, especially youths, artisans and politicians, who are fond of communicating their thoughts, ideas experiences emanating from globalisation.

New idioms and idiomatic expressions are contemporaneous and part of modern communication employed to instruct, persuade, exhort, abuse, extol and entertain in practically all areas of the life of the Yorùbá people. For example, new idioms and idiomatic expressions are used by radio and television presenters, who anchor different Yorùbá programmes on radio and television, journalists in Yorùbá newspapers, musicians, politicians, commercial bus conductors, films practitioners, artisans, students and literary artistes. Sometimes, their expressive powers pave way for their accommodation into the lexicon of the Yoruba language.

Unlike the traditional idioms, many of the new idioms and idiomatic expressions are from the youths, artisans, musicians, politicians and other users of the language who are versatile and conversant with the latest developments in technology, science, engineering, politics, trade and commerce, which invariably manifest in several spheres of life. The youths are the engine room and hope of any country in terms of growth and development; through them, other members of the Yorùbá community get used to the new idioms.

CONCLUSION

This paper has established with concrete examples, the true nature of evolution and inter-relationship of the sociolect under study in this 21st century as well as given explanation on how they are culture specific. It has also emphasized that, even though, it is new, new idioms and idiomatic expressions in Yoruba can be seen to be an offshoot of argot, cant, jargon and slang whose main goal, according to their users is to be different linguistically from the other members of society. It has been reiterated that new idioms and idiomatic expressions in Yoruba are created and employed not only by some section of the Yoruba community but by all and sundry as a result of certain changes or latest developments in technology, science, politics, education and engineering which manifest in all sphere of the society to communicate any form of ideas like the language of ordinary usage. Finally, this study is very important especially in this 21st century as it exposes us to the fact that other forms of expressions that can help to solve a lot of linguistic problems are in existence.

REFERENCES

- [1] Ajayi, S.A. 2005. *African culture and civilisation*. Ibadan: Atlantic Books
- [2] Coleman, J. 1978. *A history of cant and slang Dictionaries*. Oxford: Oxford UP.
- [3] Crystal, D. 1997. *The Cambridge encyclopedia of language, 2nd edition*. Cambridge University Press
- [4] Crystal, D. 2008. *Language and the Internet*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [5] Eble, C. 1998. *Slang and sociability: In-group language among College students* : Chapel Hill and London: University of North Carolina Press.
- [6] Folsom, W.D. 2005. *Understanding American business jargon*: Greenwood Press.
- [7] Devito, J.A. 1997. *Interpersonal communication book, 4th edition*. New York: Addison Wesley Educational Publisher.
- [8] Matiello, E. 2008. *An introduction to English slang: A description of its morphology, semantics and sociology*. Momza: Polimetrica.
- [9] Olabode, A. 1981. *The semantic basis of metaphor and related tropes in Yoruba*. Diss., Linguistics, Arts, University of Ibadan.
- [10] Russell, C. 1993. *Interpersonal is between consideration and application of interpersonal communication*, U.S.A.: Bugress Publishers.
- [11] Sapir, E. 1974. *'Language in grip bunt (ed) Language, culture and society*, Cambridge: Winthrop

Prevalence of *toxoplasma gondii* in Tuberculosis patients in Sudan

Habab M. Yassin

Faculty of Science, Alneelain university, Khartoum, Sudan

Copyright © 2015 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: Toxoplasmosis is a zoonotic disease, recognized as a serious public health problem worldwide due to the ravaging HIV/AIDS pandemic. WHO (2003) has reported that tuberculosis (TB) remains the leading cause of morbidity and mortality due to any one infectious agent worldwide. Few publications exist regarding Toxoplasma and tuberculosis co-infection. This study was carried out in Khartoum Sudan to assess *T. gondii* infection in Tuberculosis patients.

Modified latex agglutination test was used for screen of anti-toxoplasma antibodies. Antibodies to *T. gondii* were detected in 11 (17.2%) of the 64 individuals studied.

Toxoplasmosis was higher in males (71.4%) than the females (28.6) and the infection observed in all age groups and was not associated with certain age group. Most of toxoplasmosis infected individuals (72.7%) were consuming meat frequently.

Our finding showed that patients presenting active TB have significantly higher susceptibility to toxoplasmosis infection (25%) compared to active Tb free individuals (11%).

KEYWORDS: Toxoplasma, gondii, tuberculosis, Sudan.

1 INTRODUCTION

Toxoplasmosis is a universal zoonotic disease; approximately 30-50% of the individuals throughout the world have antibodies to toxoplasma gondii. Human infections are acquired through direct or indirect contact with cat feces. Thus, consumption of unwashed vegetables, undercooked meat and unpasteurized milk from infected animals are sources of the infection (1). Human-to-human transfer does not occur except from the primarily infected pregnant woman to her fetus.

In Sudan, toxoplasmosis was reported for the first time in 1966, with different prevalence rates according to the regions and the people's habits (2). Around 65% of Sudanese domestic animals were infected with toxoplasmosis (3). Basic data is important to develop an appropriate control strategy for prevention and treatment of toxoplasmosis. Such data is sparse in Sudanese population.

1.1 OBJECTIVE

This study aimed to evaluate the prevalence of toxoplasmosis among Tuberculosis patients.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY DESIGN

This is a hospital based case control study, conducted at Alshaab and Abo Anja hospitals, After a verbal consent, demographic data and other socioeconomic data were collected into a pre-designed questionnaire.

2.2 SUBJECTS AND SAMPLES

Sixty four subjects were enrolled in this study. Twenty eight of them were untreated confirmed TB patients and 36 were age and sex matched healthy individuals (included as controls).

Three ml of venous blood were withdrawn in disposable syringes under sterile aseptic technique and centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes and serum was collected in a new containers and stored at -20C. Serum was tested for T.gondii specific antibodies using toxoplasmosis latex test kits.

2.3 LATEX AGGLUTINATION KIT

Anti- toxoplasma antibodies was screened using latex test kit (Plasmatec laboratory products, UKA positive result of the first dilution indicates a level of infection greater than 4 IU/ml. Positive and negative controls provided were also tested by the same method to ensure the validity of the kit.

2.4 STATISTICAL ANALYSIS

Data was entered and analysed using SPSS (statistical packaged for social science) computer program

3 RESULTS

In this study sixty four individuals were screened for anti-toxoplasma antibodies. The male: female ratio was 3:1 (Fig. 1), their mean age was (42.3± 17.3) (ranged from 20 to 72 years. The prevalence of toxoplasmosis was found to be 17.2%. (11 out of 64) their titre was > 4 IU. Male was more infected than female, and the infection observed in all age groups and was not associated with certain age group.

The statistically significant differences between meat and liver consumers and non consumers (p. value= 0.01), most of toxoplasmosis infected individuals (72.7%) were consuming meat frequently (Fig. 2). Also high proportion of them was used to drink milk (85.7%) (Fig. 3).

When we classified the studied population into two categories: those with active tuberculosis (Tb) and healthy individuals (age and sex matched controls) we found that there was a high prevalence of toxoplasmosis among Tb patients (25%) compared to the healthy individuals (11%) (Table 1). Those patients (7 in number) aged more than 25 years and 5 of them were males and most of them (6 out of 7) presenting fever and lymph node swelling.

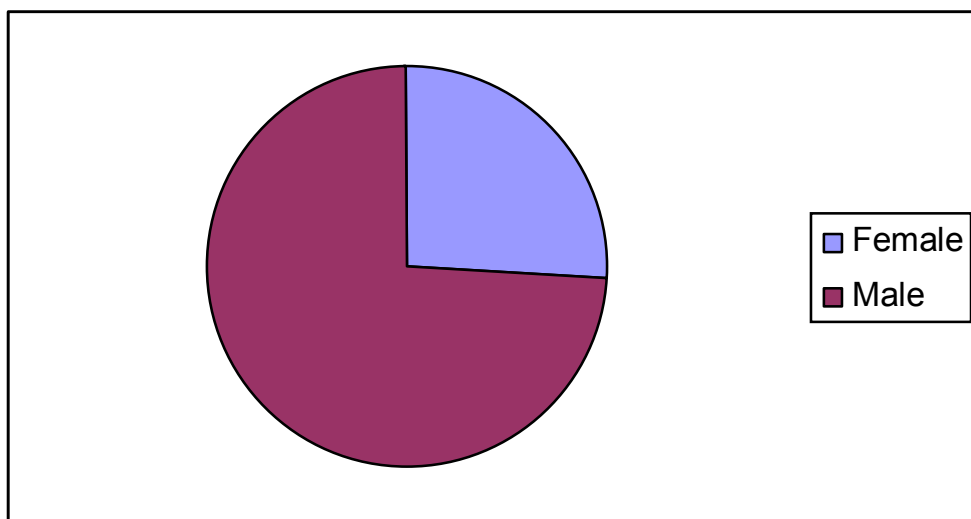


Fig. 1: Sex distribution of the studied patients

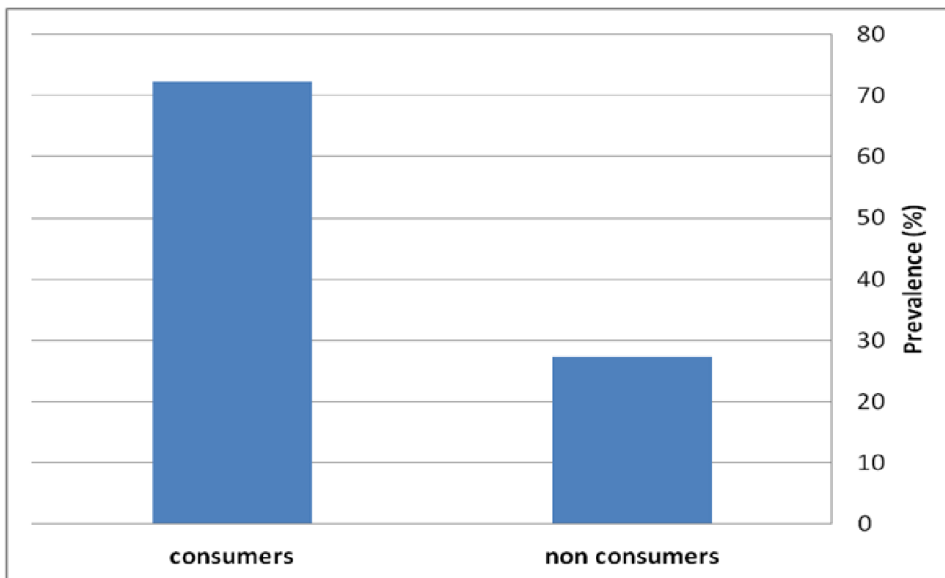


Fig. 2: prevalence of meat and liver consumption in Toxoplasmosis patients

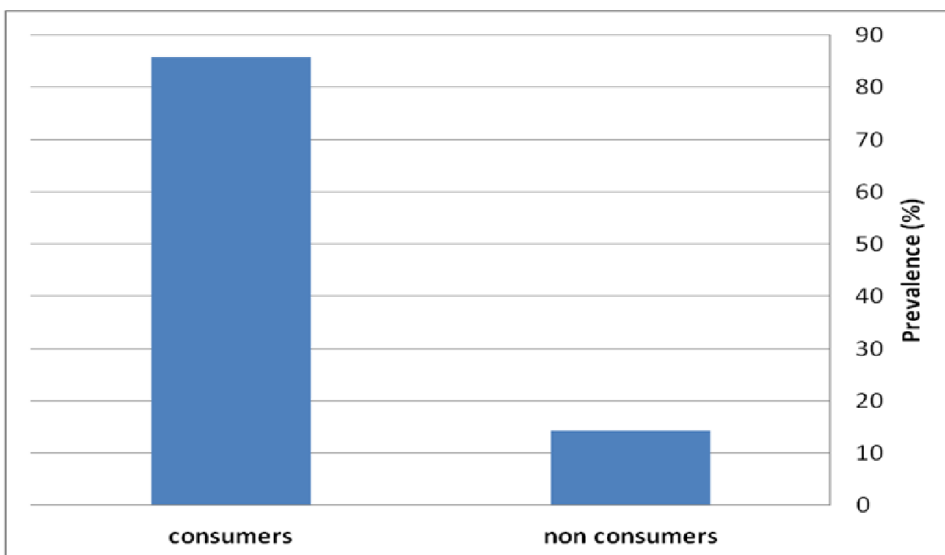


Fig. 3: prevalence of milk consumption in Toxoplasmosis patients

Table 1: Prevalence of toxoplasmosis in Tb patients and healthy volunteers

	Cases	
	NO.	%
Tb patients	7	25
Healthy individuals	4	11

4 DISCUSSION

This study aimed to determine the prevalence of anti-toxoplasma antibodies in TB patients using latex agglutination test. Zhang and Wei (4) reported that Latex Agglutination Test (LAT) could alternatively be used for the diagnosis of toxoplasmosis. Toxoplasmosis antibodies were observed among different age groups since humans may become infected with toxoplasma at any time during life (5). While other previous studies in Nigeria (6) and Congo (7) which found higher seroprevalence rates in

age group (≤ 30 years), and they explained this to an increased exposure of this age group with pet animals (such as cats), poor sanitary habits and probably low level of hygiene during food preparation as a result of low level of awareness of toxoplasmosis.

The result of this study demonstrated a wide evidence of human exposure to *T. gondii* in Sudan. Other studies reported higher anti-toxoplasma antibodies sero-positive rate (34.1%) in pregnant women (8).

T. gondii prevalence was higher amongst males than females this is matched to previous study which indicate that men are more prone to *T. gondii* infection than women (9).

Our finding also show that there was high prevalence of toxoplasmosis in meat and milk consumers, other study show that *T. gondii* infects humans through many different routes, such as ingesting undercooked meat, contaminated food, contaminated water or drinking unpasteurized milk (10). Tenter and his colleagues reported that seroprevalence rates are much higher in populations where ingestion of uncooked meat is common (5). Also this finding is supported by the previous studies in the Sudan, where high rates of toxoplasmosis were related to consumption of raw or partially cooked liver, viscera and undercooked meat (11) (3).

Our finding showed that patients presenting active TB have significantly higher susceptibility to toxoplasmosis infection compared to active Tb free individuals. Cases of *Toxoplasma gondii* and *Tuberculosis* co-infection have been reported in a 4 years old child in Sri Lanka(12).

REFERENCES

- [1] Buxton, D. (1990). Toxoplasmosis. *Practitioner*; 234: 42-44.
- [2] Carter, F. S. & Fleck, D. G. (1966). The incidence of toxoplasma antibodies in Sudanese. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 60: 539-543.
- [3] El-Amin, E. A., Elias, S., Dauschies, A., Rommel, M. (1992). Prevalence of toxoplasma gondii antibodies in Pastrol camels, "CAMELLUS DROMEDARIUS" in the Butana plains, Mid-Eastern Sudan. *Vet Parasitol.* 43: 171-175.
- [4] Zhang and Wei (2001) Zhang, S.Y.; Wei, M.X., (2001). Quantitative and qualitative comparison of three agglutination tests for detecting Toxoplasma gondii antibodies. *Zhonggu Ji Sheng Chong Xue Yu Ji Sheng Chong Bing Za Zhi.* 18(1): 46-48.
- [5] Tenter, A. M., A. R. Heckerroth & L. M. Weis, 2000. Toxoplasma gondii: From animals to humans. *International Journal of Parasitology*, 30, 1217–1258.
- [6] Osiyemi, T.I., Synge, E.M., Agbonlahor, D.E. & Agbavwe, R. (1985) The prevalence of Toxoplasma gondii antibodies in man in Plateau State and meat animals in Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med.Hyg.* 79, 21-3.
- [7] Candolfi, E., Berg, M. & Kien, T. (1993) Prevalence of Toxoplasmosis in Pointe –Noire in Congo: study of the sampling of 310 subjects. *Bulletin de la Société de pathologie exotique et de ses filiales* 86, 358-62.
- [8] Elnahas, A., Gerais, A. S., Elbashir, M. I. Eldien, E. S. Adam, E. (2003). Toxoplasmosis in pregnant Sudanese women. *Saudi Med J.* 24 (7): 868-870
- [9] Uneke, C. J., Duhlińska, D. D., Ngwu, B. A. & Njoku, M. O. (2007) Seroprevalence of Toxoplasma gondii infection in Kwal, a rural distraction of Plateau-Nigeria. *Afr. J. Med. Sci.* 36: 109-13.
- [10] Roberts, L.S. & Schmidt G.D. (2000). Phylum Apicomplexa: gregarines, coccidia, and related organisms. In: Roberts L. S., Janovy J. Jr., editors. *Gerald D. Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology.* 6th ed. New York: McGraw-Hill Companies.
- [11] Abdel-Humeed, A. A. (1991). Sero-epidemiology of human toxoplasmosis In Gezira, Sudan. *J Trop Med Hyg.*94: 329-332.
- [12] Guneratne, R., Mendis, D., Bandara, T. & Fernando, S. D. (2011). Toxoplasma, Toxocara and Tuberculosis co-infection in a four year old child. *BMC Pediatr.* 11: 44.

Etude comparative des indices d'activité antioxydante des essais du Cérium et du DPPH: Application sur trois plantes médicinales locales

[Comparative study of antioxidant activity index by the tests of cerium and DPPH: Application on three local medicinal plants]

Asmaa Noureddine¹, Boubakeur Saidat¹, Boulanouar Bakchiche², and Mohamed Maatallah³

¹Faculté des Sciences,
Université Amar Telidji de Laghouat, Algérie

²Faculté de Technologie,
Université Amar Telidji de Laghouat, Algérie

³Faculté des Sciences Semlalia,
University Cadi Ayyad, Av. My Abdellah, BP 2390, Marrakech, Maroc

Copyright © 2015 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 is to check the new index of antioxidant activity (AAI and AAU) by using test DPPH and to introduce a new method, simple, inexpensive, significant, which is the test of cerium. We evaluated the capacity antioxidant by the both methods (DPPH, cerium test). The values of IC₅₀ (µg/ml) of each standard vary according to the concentration of the DPPH or the cerium (IV) whereas AAI and AAU do not have any significant difference. The coefficient of variation not exceeding the 3% for the two standards of gallic acid and the trolox in the case of the DPPH and 2.5% for the three standards tested by the cerium (IV). The calibration curves of selected antioxidants (trolox, ascorbic acid, and gallic acid), are linear for the three concentrations of Ce (IV) (99.87, 75.159, 60.127 µg/ml). The coefficients of correlation are close to unit. The two tests were applied to the study of the antioxidant activity of three local plants: *Artemisia campestris*, *Juniperus phoenicea*, and *Thymus algeriensis*. The proportioning of total polyphenols and the flavonoids by the method of Folin-Ciocalteu and the method of AlCl₃ respectively revealed that *Artemisia* presents a content of (13.655 ± 0.101 mg EAG/g) polyphenols and that *Génivrier* contains (05.338 ± 0.619 mg ER/g) in flavonoids. A weak correlation (R² = 0.646) and (R² = 0.559) is obtained for the two tests of DPPH and cerium, between the content of polyphenols and the antioxidant activity. A good correlation (R² = 0.994) was obtained between the two methods and thus the two tests are comparable. A good correlation (R² = 0.994) obtained between the two methods and thus the two tests are comparable. The expression of the results of the antioxidant activity showed that the extracts of *Thymus* were more active, like antioxidant agents.

KEYWORDS: Antioxidant activity, DPPH, Ce (IV), AAI, AAU, Polyphenols, Flavonoids.

RÉSUMÉ: Le présent travail a pour objectif de vérifier des nouveaux indices d'activité antioxydante (AAI et AAU) en utilisant le test DPPH et d'introduire une nouvelle méthode, simple, peu coûteuse, sensible, qui est le test du cérium. Nous avons tout d'abord évalué la capacité antioxydante par la méthode de DPPH et par la méthode du cérium. Les valeurs de IC₅₀ (µg/ml) de chaque standard varient en fonction de la concentration du DPPH ou du cérium (IV) alors que celles des indices AAI et AAU n'ont aucune différence significative. Nous avons obtenu des valeurs du coefficient de variation ne dépassant pas les 3% pour les deux étalons d'acide gallique et le trolox dans le cas du DPPH et 2.5% pour les trois standards testés par le cérium (IV). Les courbes d'étalonnage des antioxydants choisis (c.-à-d., trolox, acide ascorbique, acide gallique), présentent des domaines de linéarité acceptables pour les trois concentrations de Ce (IV) (99.87, 75.159, 60.127 µg/ml). Les

coefficients de corrélation sont proches d'unité. Les deux tests ont été appliqués à l'étude de l'activité antioxydante de trois plantes locales : l'*Artemisia campestris*, le *Juniperus phoenicea*, et le *Thymus algeriensis*. Le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes par la méthode de Folin-Ciocalteu et par la méthode d' AlCl_3 respectivement ont révélé que l'*Artemisia* présente une teneur de $(13.655 \pm 0.101 \text{ mg EAG/g})$ en polyphénols et que le *Génivrier* contient $(05.338 \pm 0.619 \text{ mg ER/g})$ en flavonoïdes. Une faible corrélation ($R^2=0.646$) et ($R^2=0.559$) est obtenue pour les deux tests de DPPH et de cérium, entre la teneur en polyphénols des extraits et l'activité antioxydante. Une bonne corrélation ($R^2 = 0.994$) entre les deux méthodes est obtenue et donc les deux essais sont comparables. L'expression des résultats de l'activité antioxydante a montré que les extraits du *Thymus* étaient plus actifs, comme agents antioxydants.

MOTS-CLEFS: Activité Anti-oxydante, DPPH, Ce(IV), AAI, AAU, Polyphénols, Flavonoïde.

1 INTRODUCTION

L'activité antioxydante définit la capacité d'un organisme de se protéger contre les radicaux libres. La détermination de l'activité antioxydante et l'une des méthodes pour évaluer la qualité biologique et nutritionnelle d'un aliment [1]. Nous avons besoin ainsi des méthodes commodes pour la quantification rapide et simple de la capacité antioxydante. Les méthodes les plus utilisées généralement pour déterminer la capacité antioxydante sont divisées en deux groupes importants: Des analyses basées sur une réaction de transfert d'atome d'hydrogène, où l'antioxydant et le substrat sont en concurrence pour fixer des radicaux libres tel que l'essai du DPPH, ABTS etc. et des analyses basées sur une réaction de transfert d'électron, surveillée par un changement de couleur quand l'oxydant est réduit tel que le FRAP, CUPRAC et récemment introduit l'essai du Cérium. Dans la première catégorie l'essai le plus couramment utilisé est l'essai de DPPH. Le DPPH est connu comme un radical libre stable, mais est sensible à la lumière, à l'oxygène, au pH et au type de solvant utilisé [2]. En dépit de l'utilisation importante de la méthode de DPPH, le manque de l'étalonnage des résultats le rend difficile de comparer la force antioxydante de différents extraits de plante et des composés purs [3]. Récemment certains travaux ont évoqué les problèmes de normalisation des essais ou de standardisation des méthodes [4]. En effet, des investigations ont été réalisées sur ce sujet et certains auteurs ont suggérés de revoir les conditions expérimentales de l'essai, d'autre ont introduit un nouveau indice AAI pour éliminer surtout l'effet du choix de la concentration initiale du réactif [3]. Tout récemment un autre indice a été introduit AAU basée sur des faits théoriques et appliquée avec succès pour les composés purs connus puisqu'il faut connaître la masse molaires de ces derniers [4]. Dans le présent travail, nous avons apporté une amélioration sur la détermination de l'indice AAI par la méthode du test DPPH et nous l'avons déterminé pour la première fois par la méthode du test du cérium (IV). Les résultats des deux tests sont comparés et appliqués aux trois plantes médicinales locales.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 RÉACTIFS ET STANDARDS

La vitamine E, le 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH), le sulfate de Ce (IV) et la Rutine ont été achetée de Sigma-Aldrich, le Trolox (acide 6-hydroxy-2, 5, 7,8-tetramethylchroman-2-carboxylique), a été achetée de Fluka. L'acide gallique, la vitamine C, Foline-Ciocalteu, Le méthanol et tous autres solvants étaient catégorie analytique et ont été achetée de Biochem Chemopharma (France). L'eau bi-distillée a été employée dans toutes les expériences. Les mesures spectrophotométrique sont effectués par le spectrophotomètre (UV-Vis SHIMADZU Modèle 1240).

2.2 CHOIX DES PLANTES D'APPLICATION

Trois plantes de l'Algérie dans la région de Laghouat (récolte Avril 2010) sont étudiées pour évaluer leurs teneurs en composés phénoliques puis mesurer leurs capacités antioxydantes par les méthodes de DPPH et du cérium. Ces plantes sont l'*Artemisia campestris*, le *Juniperus phoenicea*, et le *Thymus algeriensis*.

2.3 EXTRACTION DES POLYPHÉNOLS

Nous avons utilisé la même méthodologie d'extraction et de purification d'écrite par Amiot 1989 [5], une quantité de 1g des poudres fines des plantes choisies sont macérées, pendant une nuit à température ambiante, dans un mélange hydro-alcoolique méthanol-eau (8:2 V/V). Après filtration et évaporation du méthanol, la phase aqueuse obtenue est lavée par

l'hexane pour l'élimination des pigments chlorophylliens et tous les produits apolaires. L'extraction des polyphénols est réalisée par l'acétate d'éthyle. Après évaporation sous vide du solvant, le résidu est repris dans 10mL de méthanol pur, qui sera stocké à 4°C pour être utilisé par la suite pour les analyses.

2.4 DOSAGE DES POLYPHÉNOLS

Le dosage des phénols totaux a été effectué par la méthode adaptée de Singleton et Ross (1965) avec le réactif de Folin-Ciocalteu [6]. Pour ce faire, 250µl de chaque extrait est mélangé à 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu 10 fois dilué dans l'eau bi-distillée. Après agitation du mélange, 1ml de la solution de carbonate de sodium Na_2CO_3 (20%) est ajoutée. Le mélange est incubé pendant 30 minutes dans l'obscurité à la température ambiante. L'absorbance de tous les extraits est mesurée par spectrophotométrie UV-Visible à 760 nm. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage, établie avec le standard étalon l'acide gallique (0.1-0.01)mg/ml et exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

2.5 DOSAGE DES FLAVONOÏDES

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans nos extraits, en utilisant comme standard la rutine, les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en milligrammes d'équivalents de la rutine par gramme de matière sèche (mg ER/g). 1ml de chaque extrait ou du standard avec les dilutions convenables est ajouté à un volume égal de la solution d' AlCl_3 (2%). Le mélange est vigoureusement agité et l'absorbance à 430 nm est mesurée après 15 minutes d'incubation [7].

2.6 DÉTERMINATIONS D'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Le pouvoir antioxydant des différentes solutions standard et des extraits phénoliques sont déterminé selon la méthode de DPPH d'une part et la nouvelle méthode de cérium d'autre part. Les mesures spectrophotométriques sont alors effectuées.

2.6.1 TEST AU DPPH

Ce test permet de mettre en évidence le pouvoir antiradicalaire d'un antioxydant pur ou d'un extrait antioxydant, la solution d'alcool de DPPH est de couleurs mauve-foncé caractérisé par son spectre UV avec un maximum d'absorbance à 517nm. Sous l'action d'un antioxydant AOH qui le réduit en DPPHH, cette absorbance diminue jusqu'à atteindre un palier (Figure.1). La cinétique de la réaction variant selon l'antioxydant utilisé [8,9].

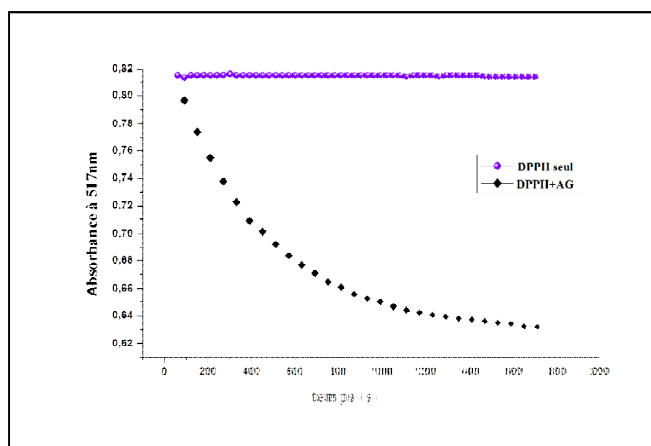


Fig. 1. Courbe représentant la variation de l'absorbance en fonction du temps dans le test DPPH.

Deux solutions standards d'acides galliques et de Trolox sont utilisées pour vérifier la méthode des nouveaux indices d'activités antioxydantes puis appliquer sur les trois extraits phénoliques de nos plantes. Des dilutions différentes sont préparées pour chaque standard ou extraits de plante.

Selon la loi de Beer Lambert, la gamme identifiable de l'absorbance optimale d'un spectrophotomètre est fixée entre 0.221 et 0.798, qui correspondent à des concentrations de DPPH entre 25 et 90 µM [10]. Trois solutions de DPPH sont alors

examinées : 60 ,70 et 80 μ M. 100 μ l des dilutions préparées de chaque échantillon sont incubées avec 3.9 ml de solution de DPPH. Après une période d'incubation de 30 minutes, à la température ambiante et dans l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 517 nm contre un blanc contenant la solution de DPPH et du solvant. La valeur de l'absorbance du blanc est prise comme étant le temps du début de la réaction.

2.6.2 TEST AU CÉRIUM

Le test de cérium est basé sur l'oxydation des composés antioxydants avec du sulfate de cérium (IV) à la température ambiante dans des conditions bien déterminées de concentration en réactif et de pH. Le Ce(IV) se réduit en Ce(III) lors de la réaction des sels de cérium (IV) avec des espèces réductrices [11,12].

Nous avons déterminé la longueur d'onde maximale d'absorption du Ce (IV) par le spectre (UV-Vis) avec une solution diluée de Ce(IV). Le spectre obtenu est illustré dans la figure.2 (courbe a). Le maximum d'absorption est à 318nm. Ceci est en accord avec la bibliographie [11].

Afin de vérifier une possible interférence entre le Ce (IV) et les deux molécules standard de l'acide gallique et l'acide ascorbique, nous avons déterminés les spectres d'absorbance de la réaction entre le cérium et ces derniers. Pour ce faire, 1.9 ml de Ce(IV) dilué est ajouté à 100 μ l de l'acide gallique (ou acide ascorbique). Après 10 mn d'incubation les spectres à différentes concentrations en acide gallique (ou acide ascorbique) sont enregistrés successivement entre 250 et 500nm (figure.2 courbes b, c et d).

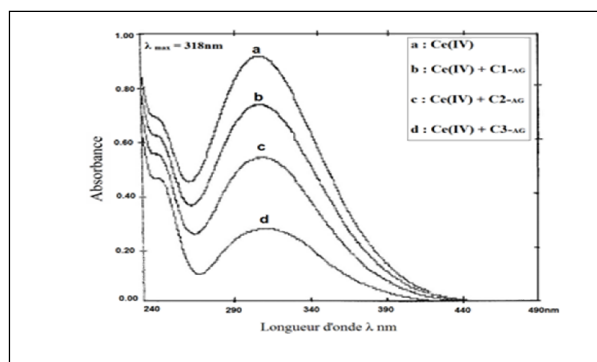


Fig. 2. Spectre d'absorption de Ce(IV), de l'acide gallique et la solution binaire (Ce(IV) + Acide gallique)

Avant d'entreprendre les expériences effectuées dans ce test pour l'évaluation de la capacité antioxydante, nous avons examiné la stabilité du cérium seul et en présence de l'acide gallique à différentes concentrations. Comme le montre la figure.3, la solution du Ce (IV) présente un large domaine de stabilité qui dépasse les 60 min.

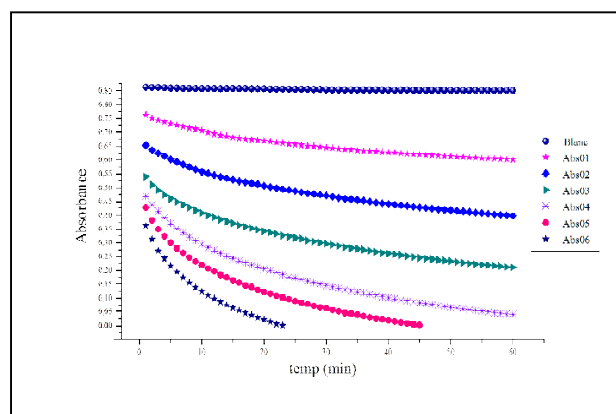


Fig. 3. Suivi cinétique de la réaction de cérium(IV) avec l'acide gallique à différentes concentrations

Le protocole expérimental adapté est décrit en deux étapes

Etape 01 : Choix d'un temps de la réaction :

Nous avons choisis trois composés standard pour l'optimisation, pour chaque standard (acide gallique, acide ascorbique, ou le Trolox), une gamme de concentrations est préparée puis une solution diluée de Ce(IV) est ajoutée, la variation de l'absorbance à 318 nm est alors mesurée immédiatement, à chaque minute durant une heure. L'ensemble des mesures permet de tracer pour chacun, la cinétique de la réaction (Figure.4) À partir de ces courbes, la quantité de Ce(IV) restante est déterminée pour chaque concentration lorsqu'un palier est atteint. D'après ces courbes nous avons choisis 40 minutes comme temps d'incubation de la réaction.

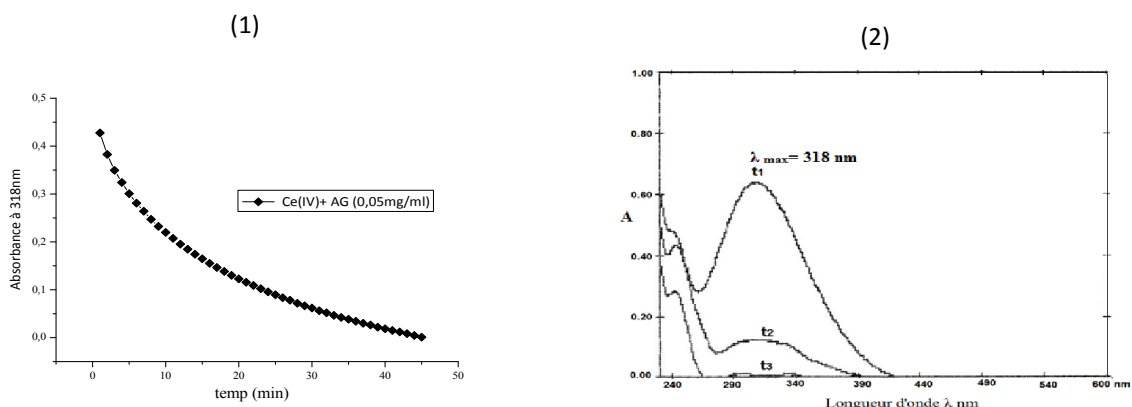


Fig. 4. (01): Suivi cinétique de la réaction de (Cérium+ AG (0.05mg/ml)). (02) : Disparition de cérium (IV) et l'apparition de cérium (III) après : ($t_1 = 5$ min), ($t_2=15$ min), et (t_3 après 40min)

Etape 02 : Mesure de l'activité antioxydante :

Pour déterminer la valeur d'IC50 avec le test de cérium et examiner les différents indices d'activité antioxydant, trois concentrations de Ce (IV) sont choisies 99.87, 75.159, 60.127 $\mu\text{g/ml}$. L'addition d'un antioxydant dans une solution de Ce(IV) conduit à une décoloration de ce dernier qui est directement proportionnelle à la capacité antioxydante du produit ajouté. Cette décoloration peut être suivie par spectrophotométrie en mesurant la diminution de l'absorbance à 318 nm. Des solutions de Ce(IV) sont incubées pendant 40 minutes en absence (du contrôle) ou en présence de concentrations décroissantes des antioxydants, Acide gallique 0.1 mg/l, Acide ascorbique (0.24 mg/ml) et le Trolox (0.044 mg/ml) et les extraits de l'*Artemisia Campestris*, le *Juniperus Phoenicea* et le *Thymus Algeriensis*

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les teneurs en phénols totaux ainsi que les teneurs en flavonoïdes des extraits phénoliques de l'*Artemisia Campestris*, le *Juniperus Phoenicea*, et le *Thymus Algeriensis* sont présentés dans le tableau 01.

Tableau 1. Teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes

Extrait	Teneur en polyphénole mg EAG/g	Teneur en flavonoïde mg ER/g
<i>A. campestris</i>	13.655 ± 0.101	3.893 ± 0.348
<i>J. phoenicea</i> ,	9.445 ± 0.403	5.338 ± 0.619
<i>T. algeriensis</i>	10.646 ± 0.234	4.859 ± 0.206

3.1 ACTIVITÉ ANTI-OXYDANTE

3.1.1 TEST DPPH

Les résultats de l'analyse par le test de DPPH ou de cérium sont exprimés par la valeur de l'IC50. L'activité est définie par l'indice de la réduction de l'activité anti-radicalaire en pourcentage I% ou RSA% (Radical Scavenger Activity) déterminé par la relation suivante : [4,13].

$$I\% = [(Abs_0 - Abs_1) / (Abs_0)] \times 100$$

Où (Abs₀) est l'absorbance du blanc et (Abs₁) est l'absorbance en présence de l'antioxydant à différentes concentrations.

La valeur de l'IC50 varie en fonction de la nature de l'échantillon et de la concentration finale résiduelle du DPPH [13]. Récemment deux grandeurs ont été introduites pour uniformiser le test du DPPH et pour pouvoir comparer l'activité antioxydante entre deux composés différents. En effet, ces grandeurs, appelées indices, sont indépendantes de la concentration initiale du DPPH. Ces indices sont définis comme :

- **Indice d'activité antioxydante AAI déterminé par la relation suivante** [3] :

$$AAI = (\text{Concentration finale de DPPH } (\mu\text{g.ml}^{-1})) / (IC_{50} (\mu\text{g.ml}^{-1}))$$

L'indice AAI varie proportionnellement avec la capacité antioxydante de l'antioxydant

- **Unité d'activité antioxydante AAU déterminé par la relation** [4]:

$$AAU = 394.32 \times (R) / (B \times C \times Mr)$$

Où : (R) est le rapport volumique de l'échantillon au volume de solution de DPPH pour chaque réaction. (B) : est la pente de la courbe d'étalonnage de l'inhibition de l'acide gallique ou du Trolox. (C) : est la concentration initiale de la solution du DPPH (g.ml⁻¹). (Mr) : est le poids moléculaire de l'échantillon.

Cet indice est spécialement utilisé pour des composés purs, il est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante de l'antioxydant.

Les courbes corrélatives d'AAU des échantillons sont tracées en fonction de la concentration de l'échantillon contre le pourcentage de l'inhibition. Nous avons déterminé les valeurs IC50 graphiquement (Figure.5). Par la suite les indices AAU et AAI de l'activité antioxydant correspondant à chaque concentration de DPPH ou de Ce(IV) sont déterminés. Les valeurs moyennes des trois concentrations différentes sont présentées dans les tableaux.2 (A et B).

L'activité antioxydante par le test du cérium qui est exprimée par « indice d'activité antioxydante » (AAI) ou « unité d'activité antioxydant » (AAU) sont calculés de la même façon comme dans le test du DPPH.

Comme le montre le tableau (2) ; la variation des indices AAI et AAU en fonction de la concentration initiale du DPPH est faible. En effet, ces indices sont indépendants des concentrations choisies. Nous avons obtenu des coefficients de variations inférieurs à 3%. La détermination de ces indices a une grande importance dans la comparaison de l'activité antioxydante entre les substances à analyser. D'après ce test l'extrait de l'Artemisia (AAI) a la capacité antioxydante la plus faible par rapport aux deux autres extraits de *Juniperus* et *Thymus* (AAI).

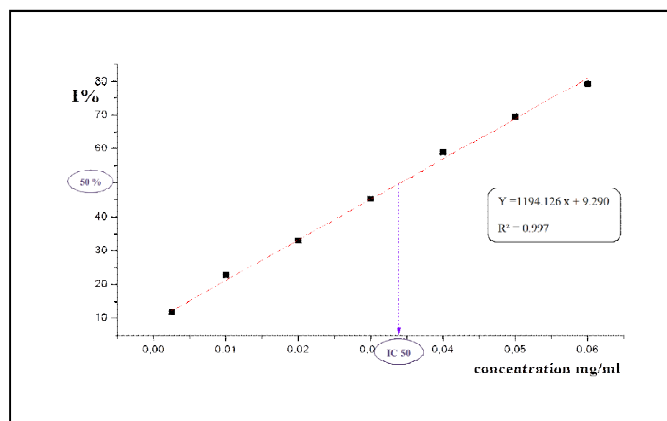


Fig. 5. Détermination graphique de la valeur IC50 %.

3.1.2 TEST AU CÉRIUM

En présence d'un antioxydant la force d'absorption de la solution de cérium est diminuée en présence d'un antioxydant standard ou des extraits des plantes utilisés. Le pourcentage d'inhibition, les indices AAI et AAU sont calculé de la même manière comme dans le test du DPPH. Les courbes corrélatives d'AAU des échantillons ont été tracées en fonction de la concentration de l'échantillon en fonction du pourcentage de l'inhibition. Les indices AAU et AAI de l'activité antioxydante correspondant à chaque concentration de Ce(IV) sont déterminés. Les valeurs moyennes des trois concentrations différentes sont présentées dans le tableau 2.

La méthode spectrophotométrie développée de la capacité antioxydante totale due aux antioxydants est basée sur la réaction redox entre les antioxydants et le sulfate de cérium (Ce (IV)) à la température ambiante, la concentration du Ce(IV) restante est mesurée. Le choix d'une longueur d'onde maximale pour le Ce (IV) est important, et l'acidité de la solution devrait être correctement ajustée. Les solutions de cérium(IV) est remarquablement stable dans l'acide sulfurique pendant une longue période elles n'ont pas besoin d'être protégées de la lumière [4].

Les courbes d'étalonnage des antioxydants choisis (c.-à-d., Trolox, acide ascorbique, acide gallique), sont tracées. Ces courbes présentent des domaines de linéarité acceptable pour les trois concentrations de Ce(IV) (99.87, 75.159, 60.127 µg/ml). Les valeurs de l'IC50% ont été déterminées graphiquement pour chaque composé et les indices AAI et AAU correspondants sont calculé et représentés dans le tableau 02B.

Dans ce test le Trolox à la capacité d'antioxydant la plus forte avec des valeurs moyennes respectives de AAI et AAU égales à 5,2, 5,29, 5,22 et à 0,330, 0,339, 0,327 avec un écart type relatif (a RSD%) de 0,902%, et 1,801% respectivement. Les valeurs IC50 pour les trois concentrations différentes de la solution de Ce(IV) (99.87, 75.159, 60.127 µg/ml) ont des valeurs différentes avec un écart type relatif (a RSD%) de 25,67%. La même constatation est observée pour l'acide ascorbique et l'acide gallique. L'Artemisia présente la capacité antioxydante la plus faible par rapport aux standards et aux autres extraits de *Juniperus* et de *Thymus*. Ces résultats indiquent que ces indices AAU et AAI sont constant à différentes concentrations du cérium. Donc ils sont plus adéquats que le IC50% pour la comparaison de la force antioxydante entre deux composés différents.

Tableau 2. Les valeurs des (AAI) (AAU) et leurs comparaisons à celles d'IC50 à différentes concentrations finales de DPPH et de Ce(IV)

A Composés	DPPH ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	Valeurs moyennes					
		IC ₅₀	AAI	AAU	Coefficient de variation		
					RSD _{IC50} %	RSD _{AAI} %	RSD _{AAU} %
Acide gallique	23.65	50.31	0.4709	2.54	4.648	4.608	4.82
	27.6	56.05	0.4925	2.43	1.888	1.873	2.098
	31.54	61.983	0.497	2.373	3.10	3.20	4.67
	^a RSD%	8.492	2.340	2.831			
Trolox	23.65	120.153	0.1981	4.136	0.992	0.995	0.301
	27.6	147.233	0.1874	4.386	2.700	3.737	1.955
	31.54	169.68	0.1858	4.45	0.916	0.922	1.388
	^a RSD%	13.898	2.867	3.133			
Artemisia	23.65	112.22	0.280	-	0.212	0.168	-
	27.6	100.83	0.2736	-	2.923	3.010	-
	31.54	89.434	0.2654	-	2.735	2.382	-
	^a RSD%	9.226	2.188				
Juniperus	23.65	97.12	0.3246	-	0.15	0.123	-
	27.6	78.456	0.347	-	2.889	2.593	-
	31.54	74.83	0.317	-	3.60	3.66	-
	^a RSD%	9.765	3.864				
Thymus	23.65	89.95	0.350	-	0.387	0.356	-
	27.6	84.383	0.3315	-	2.279	0.150	-
	31.54	77.153	0.306	-	3.656	3.575	-
	^a RSD%	6.249	2.71				

B Composés	Ce(IV) ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	Valeurs moyennes					
		IC ₅₀	AAI	AAU	Coefficient de variation		
					RSD _{IC50} %	RSD _{AAI} %	RSD _{AAU} %
Acide gallique	60.127	20.38	2.95	0.87	0.427	0.439	5.925
	75.159	25.04	2.996	0.868	1.415	1.500	1.551
	99.87	34.11	2.928	0.874	1.831	1.826	2.081
	^a RSD%	26,3373	1,1730	0,3508			
Acide ascorbique	60.127	40.35	1.426	2.023	5.306	5.56	3.432
	75.159	52.66	1.49	1.732	3.441	3.634	3.121
	99.87	68.586	1.456	1.82	1.413	1.395	2.941
	^a RSD%	18,5760	1,6321	3,5036			
Trolox	60.127	11.56	5.2	0.330	5.91	0.611	0.147
	75.159	14.12	5.29	0.327	0.283	0.756	5.62
	99.87	19.10	5.22	0.339	0.340	0.383	1.21
	^a RSD%	25,6766	0,9024	1,8018			
Artemisia	60.127	60.36	0.996	-	0.924	0.0262	-
	75.159	75.66	0.994	-	3.4366	0.0469	-
	99.87	104.2	0.999	-	4.384	0.0393	-
	^a RSD%	27,7822	0,2525				

<i>Juniperus</i>	60.127	26.14	2.3	-	0.704	2.41	
	75.159	31.62	2.376	-	1.598	0.1189	-
	99.87	41.92	2.38	-	2.878	0.159	-
	^a RSD%	24,1089	1,8548				
<i>Thymus</i>	60.127	24.54	2.45	-	0.065	0.065	-
	75.159	28.08	2.56	-	1.088	0.077	-
	99.87	43.14	2.31	-	0.145	0.01	-
	^a RSD%	30,9396	5,1352				

IC50:µg/ml. ^aRSD% : est le coefficient de variation dévient des essais des trois concentration (23.65, 27.6, 31.54 µg/ml) de DPPH ou les trois concentration(60.127,

75.159, 99.87 µg/ml) de Ce(IV) étudiés. .RSD% est le coefficient de variation dévient des trois essais effectués pour chaque concentration de DPPH ou de Ce(IV)

4 CONCLUSION

L'activité antioxydante d'un nombre importants des extractions des composés naturels ont été largement étudié par différentes méthodes (DPPH, ABTS ...). Néanmoins de nouvelles méthodes, techniques et de nouveaux réactifs sont actuellement introduits dans la valorisation des plantes médicinales.

L'objectif de ce travail est de comparer une nouvelle méthode d'activité anti-oxydante, essai du Cérium avec celle du test DPPH. Deux nouveaux indices d'activité antioxydants AAI et AAU ont été vérifiés sur quelques standards l'acide gallique, l'acide ascorbique et le trolox puis appliqués aux extraits méthanoliques de trois plantes l'Artemisia, le Juniperus, et le Thymus.

En premier lieu, l'évaluation de la capacité antioxydant par la méthode de DPPH et par la méthode du cérium a été réalisé par la détermination du IC50 et des indice AAI et AAU. Les résultats obtenu ont révélé que les valeurs IC50 (µg/ml) de chaque standard varient en fonction de la concentration du DPPH ou du cérium (IV) alors que celles des indices AAI et AAU n'ont aucune différence significative. Nous avons obtenu une valeur du coefficient de variation ne dépassant pas les 3% pour les deux étalons d'acide gallique et le trolox dans le cas du DPPH et 2.5% pour les trois standards. Comparer à la solution du DPPH, la stabilité, de la solution du Ce(IV) utilisée pour la détermination de l'activité est remarquablement stable dans l'acide sulfurique pendant une longue période. Les courbes d'étalonnage des antioxydants choisis (Trolox, Acide ascorbique, Acide gallique), présentent des domaines de linéarité acceptables pour les trois concentrations de Ce(IV) (99.87, 75.159, 60.127µg/ml). Les coefficients de corrélation sont proches d'unité. Le dosage quantitatif des polyphénols totaux, par le réactif de Folin-Ciocalteu a révélé que l'Artemisia est plus riche en polyphénols que le Juniperus et le Thymus. Le dosage quantitatif des flavonoïdes par la méthode d'AlCl₃ a révélé que le Juniperus est plus riche en flavonoïdes que le l'Artemisia et le Thymus. Les résultats du test de DPPH et de cérium ont montré le même classement des extraits dans leur activité inhibitrice. L'Artemisia présente une activité antioxydante la plus faible par rapport aux extraits de Juniperus et le Thymus qui prestent des valeurs comparables. Une bonne corrélation ($R^2 = 0.994$) est obtenue entre les deux méthodes et donc les deux essais sont comparables.

REFERENCES

- [1] Jiri S, Marketa R, Olga K, Petr S, Jaromir H, Vojtech A, Libuse T, Ladislav H, Miroslava B, Josef Z, Ivo Pand Rene K, "Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages", *Journal of Molecules*, 15, pp. 8618-8640, 2010.
- [2] Ozcelik, O., Lee, J. H., & Min, D. B, "Effects of light, oxygen and pH on the Absorbance of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl", *Journal of Food Science*, 68, pp. 487-490, 2003.
- [3] Rodrigo S, and Helena T.G, Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Journal of Food Chemistry*, 112, pp. 654-658, 2009.
- [4] Jing D, WangyuanCh, Guangzhong Y, "A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay", *Journal of Food Chemistry*, 125, pp. 1430-1435, 2011.
- [5] Marie-Josèphe Amiot, Annie Fleuriet, and Jean- Jacques Macheix, "Importance and évolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation", *Journal of Agric. Food chem*, 34, pp.823-826, 1986.

- [6] C.P. Singleton, J.A. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents", *Am. J. Enol. Vitic.* 16, pp144, 1965.
- [7] Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds", *Journal of Food Chem* 97, pp. 654-660, 2006.
- [8] Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T., & Tatematsu, M, "Studies on antioxidants: Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis", *Journal of Food Chemistry and Toxicology*, 24, pp. 1099-1102, 1986.
- [9] Blois M.S, "Antioxidant determinations by the use of stable free radical", *Journal of Nature*, 181, pp. 1199-1200. 1958
- [10] Sharma, O. P., & Bhat, T. K. DPPH antioxidant assay revisited, *Journal of Food Chemistry*, 113, pp.1202-1205, 2009.
- [11] Dilek O, Birsen, Resat A, "Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce (IV) reducing capacity measurement" , *Journal of Talanta*, 71, pp.1155-1165, 2007.
- [12] Mendham, Denney, Barnes, Thomas, *Analyse chimique quantitative de Vogel, Ed de Boeck université* ,2006.
- [13] Molyneux P., "The use of stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity", *Journal of Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26 (2), pp.211-219, 2004.

Contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour un système de production

[Contribution to the conception of a system of remote monitoring for a production's system]

Mohamed Ramadany and Driss Amegouz

Laboratoire de Productique, des Energie et du Développement Durable (LPEDD),
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Ecole supérieure de Technologies de Fès,
Fès, Maroc

Copyright © 2015 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 major vocation of the industrial monitoring is to increase the availability of the industrial machines which are part of the systems of production in order to reduce the costs generated by maintenance which penalize the performances of the company. Methodologies of monitoring can be divided into two main categories: on the one hand, methodologies which are based on the existence of a formal model of the equipment to supervise, and on the other hand, methodologies for which the absence of a model requires the recourse to the tools of the artificial intelligence. This article is devoted initially to the presentation of methodologies of the monitoring using the tools of the artificial intelligence like to the state of art of the application of the artificial intelligence to the monitoring, and in the second time with a contribution to the design of a system of remote monitoring for the systems of production according to a functional approach.

KEYWORDS: Monitoring, Detection, Diagnosis, Methodologies, Artificial Intelligence, Remote monitoring system.

RESUME: Les La vocation majeure de la surveillance industrielle est d'augmenter la disponibilité des machines industrielles qui font partie des systèmes de production afin de réduire les coûts engendrés par la maintenance qui pénalisent les performances de l'entreprise. Les méthodologies de surveillance peuvent être divisées en deux grandes catégories: d'une part, les méthodologies qui se basent sur l'existence d'un modèle formel de l'équipement à surveiller, et d'autre part, les méthodologies pour lesquelles l'absence d'un modèle nécessite le recours aux outils de l'intelligence artificielle. Cet article est consacré dans un premier temps à la présentation des méthodologies de la surveillance utilisant les outils de l'intelligence artificielle ainsi qu'à l'état d'art de l'application de l'intelligence artificielle à la surveillance, et dans un second temps à une contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour les systèmes de production selon une approche fonctionnelle.

MOTS-CLEFS: Surveillance, Détection, Diagnostic, Méthodologies, Intelligence Artificielle, Système de télésurveillance.

1 INTRODUCTION

L'approche moderne de la maintenance vise à remplacer les politiques de maintenance corrective par des politiques de maintenance préventive, à titre d'exemple, l'objectif de la maintenance conditionnelle qui est une forme de la maintenance préventive est de suivre l'état de l'outil de production lors de son fonctionnement, afin de n'intervenir que lorsque le suivi de certains paramètres l'indique.

La migration vers des stratégies de maintenance préventive fait appel à des moyens technologiques, et des outils d'aide à la prise de décision adéquats. En effet, cette mutation d'une situation où on « subit la panne » à une situation où on « maîtrise la panne », nécessite quelques moyens technologiques, ainsi que la connaissance des techniques d'analyses appropriées [1]. C'est dans ce contexte que la surveillance intervient avec ses deux fonctions principales : la détection et le diagnostic.

D'une part, la détection de défauts a une importance capitale pour la prise de décision dans la mesure où il permet de prévoir une intervention dans les meilleurs délais avant que l'état devienne critique et d'autre part, l'objectif de la fonction diagnostic est de rechercher les causes et de localiser les organes responsables de la dérive de fonctionnement. L'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle donne la possibilité de surveiller le système de production dans un environnement dynamique en l'absence d'un modèle du système ce qui présente un intérêt majeur pour l'industrie. Ces techniques sont qualifiées de haut niveau et orientées vers la communication avec l'expert dans le but de faciliter la prise de décision en matière d'intervention de la maintenance. De plus, l'essor et l'émergence des nouvelles technologies d'information et de communication ces dernières années, a fait instaurer et privilégier la surveillance à distance définie par la télésurveillance. Cette télésurveillance s'effectue via un réseau de télécommunication, en faisant appel à des réseaux filaires (Fibre optique, Téléphone,...) ou non filaires (Infrarouge, Bluetooth, Wifi,...).

Cet article s'organise de la manière suivante : dans un premier temps nous allons présenter les méthodologies de surveillance basées sur les outils de l'intelligence artificielle pour la surveillance des machines de production, par la suite, nous ferons un état d'art de l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle pour la surveillance. En dernier lieu, nous allons mettre en œuvre notre contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour la maintenance préventive, en présentant l'architecture du système selon une approche fonctionnelle.

2 LA SURVEILLANCE

2.1 LA SURVEILLANCE ET SES FONCTIONS PRINCIPALES

La surveillance est un dispositif passif, informationnel, qui analyse l'état du système, et fournit des indicateurs. Elle consiste notamment à détecter et classer les défaillances en observant l'évolution du système [2]. Cette phase est suivie par l'opération de diagnostic, qui vise à localiser et à remonter à l'origine des défaillances des organes du système surveillé. Ainsi, la surveillance est constituée par deux fonctions principales et complémentaires, qui sont la détection et le diagnostic.

La détection des défaillances du système passe par une classification des modes observés de fonctionnement du système. La finalité est de distinguer les modes normales et les modes anormales du système. Quant au diagnostic, étant donné un ensemble de manifestations observées, il s'agit d'expliquer leur présence, de remonter aux causes, en utilisant un savoir sur le système de production considéré. Ainsi, la fonction de diagnostic comporte deux sous fonctions, à savoir : la localisation des organes défaillants et, l'identification des causes qui ont contribué à ce mode anormal.

2.2 LES METHODOLOGIES DE SURVEILLANCE BASEES SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE LANGUE

Ces méthodes sont orientées vers la communication avec l'opérateur et se basent sur l'extraction d'une information exploitable à partir d'un package d'information. Elles sont donc utilisées pour l'interprétation des alarmes et l'aide à la décision [3]. En effet, l'information la plus complète possible est extraite à partir des signaux délivrés par les capteurs sous forme d'indicateurs. Cette information est traitée ensuite pour la rendre plus robuste et plus pertinente, l'ensemble d'indicateurs pertinents est utilisé par la suite comme vecteur d'entrée aux classifieurs permettant d'assigner les différentes instances et observations aux modes de fonctionnement [4].

Ainsi, la fonction surveillance par les outils de l'intelligence artificielle est considérée comme une application de reconnaissance de formes. Celles-ci constituent le vecteur d'entrée représenté par les données fournies par les capteurs installés sur la machine, ainsi que les classes qui définissent les modes de fonctionnement.

Par conséquent, l'ensemble des états est homologué à un ensemble de classes et le vecteur forme est le vecteur des composantes des paramètres observés sur le système [5].

L'intérêt de l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle, réside dans le fait, qu'ils permettent de traiter une grande quantité d'informations, de présenter une approche unifiée en ayant la capacité de traiter les données numériques et symboliques, et de faire des extrapolations à partir de données parfois incomplètes.

L'approche de surveillance par reconnaissance des formes permet d'associer un ensemble de mesures (continues ou discrètes) effectuées sur le système à des états de fonctionnement connus. Cette fonction permet d'avoir une relation d'un espace caractéristique vers un espace de décision [1].

Afin d'appréhender cet approche de surveillance, plusieurs outils sont à la disposition des chercheurs, on retrouve notamment, les outils statistiques de reconnaissance de formes, les réseaux de neurones, la logique floue, et les systèmes expert. Ces outils mettent l'accent sur deux notions principales, à savoir : l'apprentissage et la reconnaissance.

2.2.1 LES OUTILS STATISTIQUES DE RECONNAISSANCE DE FORMES

La finalité de ces outils est de pouvoir décider de l'appartenance, de tout vecteur d'entrée (vecteur de forme) à un monde fermé, dans le cas des classes connues ; où à une classe de rejet dans le cas où toutes les classes ne sont pas identifiées par l'utilisateur, c'est la notion de monde ouvert.

Cette technique peut se montrer insuffisante, dans la mesure où elle suppose une connaissance préalable (une connaissance a priori) de tous les états de fonctionnement, sans prendre en compte l'évolution du système [6], pour dégager la totalité des classes possibles.

2.2.2 LES RÉSEAUX DE NEURONES POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

Les réseaux de neurones sont des techniques puissantes de traitement non linéaires de données, qui ont fait leurs preuves dans de nombreux domaines. Ils sont utilisés essentiellement à résoudre les problèmes de classification, de reconnaissance de formes, d'association, et d'extraction de caractéristiques d'identification [7].

En fait, l'exploitation par le personnel de la maintenance d'un système de surveillance, repose sur le principe de comparer les signaux collectés via les capteurs, avec des signaux de référence, et d'associer aux changements de formes des signaux collectés, l'existence d'une éventuelle défaillance.

La multitude d'indicateurs à surveiller et à croiser, la difficulté d'interprétation d'une forme, d'une valeur, rendent délicates les opérations de suivi, d'où la nécessité de mettre en œuvre un système d'analyse automatique des mesures fournies par les capteurs installés sur le système.

C'est dans ce cadre que les réseaux de neurones apportent un grand intérêt, en analysant les signaux délivrés par les capteurs dans le réseau de neurone, et en recherchant selon des critères préétablies, la présence d'une défaillance ou une indication sur sa gravité. L'utilisation des réseaux de neurones permet de garantir une capacité d'apprentissage, ainsi qu'une capacité de généralisation, de plus, elle offre un traitement rapide grâce au parallélisme dans le traitement.

2.2.3 LA LOGIQUE FLOUE POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

La logique floue offre la possibilité de formaliser la représentation et le traitement des connaissances imprécises ou approximatives à cause de la présence du facteur humain.

En effet, l'incapacité de l'homme face à la reconnaissance des langages, la compréhension des intentions et la prise de décision dans l'incertain. Cette incapacité provient de l'aptitude humaine à penser et à raisonner en termes imprécis, non qualitatifs « flous ». C'est une méthodologie de contrôle qui simule des pensées humaines par l'intégration des imprécisions propre à chaque système physique.

Dans le cadre de la surveillance, l'expert humain exprime des connaissances ou des données dans un langage naturel fondamentalement imprécis. La logique floue permet donc d'une part, de prendre en compte les imprécisions inhérentes aux données, et d'autre part de rendre compte de l'expression des règles qui permettent de formaliser un diagnostic.

2.2.4 LE SYSTEME EXPERT POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

Un système expert est un système informatique destiné à résoudre un problème précis, à partir d'une analyse et d'une représentation des connaissances et du raisonnement d'un ou plusieurs spécialistes [8].

Dans un système expert, on retrouve trois éléments principaux à savoir :

- Une base de connaissance avec une base de faits, qui englobe toutes les observations faites sur le système à surveiller, et une base de règles qui modélise la connaissance du système.

- Un moteur d'inférence qui représente un outil informatique, développé dans le but de raisonner et de faire des déductions.
- Des interfaces utilisateurs qui offrent une consultation souple du système expert et qui permettent de faire la vérification et la mise à jour des bases de connaissance.

Une règle est de la forme « si tel fait est attesté alors effectuer telle action ». Une action peut être l'ajout d'un fait, le retrait d'un fait ou la modification d'un fait existant dans la mémoire de travail.

Développer un système expert ne consiste pas à développer un mécanisme d'inférence, mais à représenter les connaissances. La première difficulté est de récupérer la connaissance auprès des experts humains, la deuxième de la représenter sous forme de règles.

3 ETAT D'ART DE LA SURVEILLANCE PAR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les applications de l'intelligence artificielle touchent pratiquement tous les domaines, en particulier les industries militaires et aéronautiques, les industries pétrolières, chimiques, pharmaceutiques, le transport, les télécommunications, le domaine médical ainsi que la sécurité des biens et des citoyens.

Le premier système expert, appelé DENDRAL, fut créé en 1969, pour la tâche spécialisée, qui consiste à déterminer la structure moléculaire d'une molécule, à partir de sa formule et les résultats de sa spectrométrie de masse. Après le succès de DENDRAL, d'autres systèmes experts furent créés, notamment le système MYCIN, qui réalisait l'une des fonctions de la surveillance qui est le diagnostic des infections sanguines, MYCIN réussissait à diagnostiquer à un niveau proche des experts humains.

Au début des années 80, l'entreprise DEC commença à utiliser un système expert d'aide à la configuration des systèmes informatiques, ce qui leur permit d'économiser des dizaines de millions de dollars. C'était le déclic pour beaucoup de grandes entreprises qui commencèrent à s'intéresser à l'intelligence artificielle et à former leurs propres équipes de recherche. Le programme européen de recherche INDECT, lancé en 2009, par la commission européenne, qui a chargé le consortium INDECT, de mettre en place un système intelligent d'information permettant l'observation, la recherche et la détection, en vue d'assurer la sécurité des citoyens dans un environnement urbain. Le but est en fait, la détection automatique des menaces, des comportements anormaux ou de violences. Mieux qu'INDECT, deux sociétés privées américaines, ont conçu en 2014 deux systèmes permettant la détection automatique des comportements suspects à partir des images de caméra de surveillance grâce à l'intelligence artificielle. Il s'agit des deux firmes TrapWire et BRS labs. Le programme AISight élaboré par BRS labs, se base sur des algorithmes complexes, et utilise une véritable "intelligence artificielle" via un "réseau de neurones artificiels" qui voit, apprend, et devient plus intelligente avec le temps, affinant les alertes, et la détection de comportements suspects de plus il aurait "la capacité d'apprendre à partir de ce qu'il observe, et de s'améliorer, sans interaction manuelle.

Dans le domaine médical, [9] ont proposé le prototype d'un système intelligent de surveillance d'agitation chez les personnes atteintes de démence (malades d'Alzheimer) à l'hôpital. L'objectif était de démontrer qu'il est possible de détecter certaines pathologies cliniques à l'aide d'un réseau de capteurs environnementaux à faible coût, tels que des capteurs acoustiques, de pression ou ultrason, ces derniers jouant le rôle de détecteurs de mouvement. En mesurant l'intensité et la durée du mouvement par rapport à l'ensemble des mouvements corporels, le système arrive dans un premier temps à distinguer 59% des cas d'agitation à l'aide uniquement des capteurs ultrasons, puis dans un second temps, 73% en tenant compte des détecteurs de pression. Ce taux peut atteindre, par la fusion de tous les capteurs, 94% d'efficacité.

De même en 2010, Link Care Services (LCS) a proposé un système de surveillance intelligent au service des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer et des aidants qui les accompagnent. Il s'agit d'un dispositif capable de détecter les mouvements anormaux, des situations critiques dans lesquelles sont mis ces personnes fragiles, et d'envoyer l'alerte. De plus ce système autonome permet aux aidants de bénéficier quotidiennement de moments de répit, et ce en toute sécurité et en toute sérénité. En effet, l'aidant déclenche et éteint le système quand il le souhaite. Le patient n'intervient pas. Il n'a rien à faire, rien à déclencher, et ne se rend souvent pas compte de la présence du dispositif.

On trouve aussi dans la littérature plusieurs applications, dont on se limite de citer que les applications proposées dans le domaine de détection et de diagnostic de défauts.

La référence [10] utilise les réseaux de neurones à fonction radiale (RBF) pour la séparation de deux modes « normal et anormal » dans un système de distillation continu de méthyl cyclohexane à partir d'un mélange binaire toluène\ méthyl cyclohexane en utilisant les réseaux de neurones de type RBF (Radial Basis Function) pour la détection et le diagnostic de quatre défauts de fonctionnement dans une colonne de distillation.

La référence [11] présente une technique de diagnostic de défaut dans les moteurs à combustion interne. La technique proposée est basé sur l'analyse de WPT (Wavelet Packet Transform) combiné avec les réseaux de neurones artificielle (ANN) pour détecter et classifier les défauts de fonctionnement dans un moteur à combustion interne dans divers régimes.

En 2011, dans le cadre du projet R& Surfer de surveillance en temps réel de la maintenance des trains, le groupe Bombardier a élaboré un système qui permet d'anticiper les pannes et de réduire les coûts de maintenance avec un système d'alerte intelligent, indiquant les réparations nécessaires.

La référence [12] utilise les méthodes k-ppv, les réseaux RBF et SVM pour la détection et le diagnostic de défauts d'usure des galets du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques. L'exécution de ces méthodes de classification donne des résultats très satisfaisants en particulier le classifieurs SVM. Il montre une grande robustesse et une bonne capacité de généralisation avec une base d'apprentissage de dimension faible.

Dans le domaine de la maintenance des installations électriques, [13] a mis un système d'aide à la maintenance préventive par la détection précoce et le diagnostic des défauts du tableau électrique, qui se base sur le système d'acquisition de données déjà existant dans la division des services de Schneider-Electric. Ce système comprend les capteurs de température sans fil et les éléments communicants de mesure du courant. Deux méthodes ont été testées. La première est la comparaison du comportement thermique de l'armoire par rapport à un modèle physique du tableau supposé sain. La deuxième utilise la capacité d'apprentissage des réseaux de neurones pour reconnaître les cas de défaillances.

La référence [14] présente un dispositif embarqué sur un disjoncteur moyenne tension MT qui permet de surveiller les conditions de son fonctionnement, et proposons un schéma d'organisation du transfert et du traitement des données, en utilisant les techniques et technologies de l'intelligence artificielle.

D'autre part, les applications dans la maintenance préventive par analyse vibratoire sont nombreuses. Ces applications se traduisent par le suivi des roulements à billes d'un moteur électrique, la surveillance de boîte à vitesse d'hélicoptères, et le diagnostic de défauts combinés sur les machines tournantes.

La référence [15] présente une approche qui se base sur l'extraction d'un vecteur de paramètres, appelé vecteur forme (VF), sur chacune des mesures effectuées sur la machine. Leurs travaux portent sur la sélection d'un nombre réduit de paramètres pertinents pour représenter les signatures vibratoires des défauts d'une boîte de vitesse CH-46 d'un hélicoptère de la marine américaine.

Dans le domaine naval, [16] traite le diagnostic à distance de l'huile de lubrification marine à l'aide de système de capteurs intelligents en développant un logiciel pour un appareil de traitement basé sur des capteurs pour surveiller en continu le système de lubrification d'un navire. Le système surveillera les propriétés principales de l'huile de lubrification : viscosité, eau dans l'huile, indice d'alcalinité et impuretés, ainsi que sa dégradation. Il permet une compréhension plus précise de l'état et de l'usure du moteur élément principal dans Le système de propulsion d'un navire.

4 CONTRIBUTION À LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

La mise en œuvre d'une stratégie de maintenance prévisionnelle nécessite :

- de réaliser des mesures périodiques ou continues de paramètres observables et significatifs de l'état de dégradation du système de production avec l'usage d'un appareillage approprié.
- De valider ces données, d'analyser leur évolution et d'établir un diagnostic en cas d'anomalie.
- De planifier des interventions de maintenance en fonction de la prévision du franchissement des seuils, [17].

Sur la base de ces préconisations, et en faisant une projection sur un système de télésurveillance, qui fait appel à la notion de surveillance à distance et en temps réel, de système doit remplir certaines fonctions. Il s'agit des fonctions : surveiller à distance, diagnostiquer à distance et réaliser un pronostic de l'état du système de production, sujet de la télésurveillance, ainsi que le paramétrage à distance. Ceci dans le but, d'anticiper les défaillances par la mise en œuvre d'un plan de maintenance, dans le cadre d'une fonction d'aide à la décision.

Ainsi, la télésurveillance des systèmes de production, est un ensemble d'actes et de processus, utilisant la transmission à distance de données provenant des capteurs installés sur ces systèmes, ainsi que les nouvelles technologies de l'information et de communication. Ceci, dans le but de permettre à un professionnel de maintenance de prendre une décision au niveau des actions de la maintenance, suite au traitement et analyse de ces données par des moyens et outils spécifiques.

L'avancée des technologies des télécommunications et de l'électronique a permis d'offrir des perspectives intéressantes dans l'utilisation de système de la télésurveillance des systèmes de production. Un tel système doit être conçu, dans le but de répondre aux exigences d'une politique de maintenance préventive prévisionnelle.

4.1 ANALYSE FONCTIONNELLE D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

L'analyse fonctionnelle, est un outil générique d'aide à la conception d'un système de télésurveillance, dans la mesure où elle permet de synthétiser les besoins auxquels répond un tel système. Ainsi, la phase préliminaire, consiste à définir les principaux éléments de l'environnement, en interaction avec le système de télésurveillance.

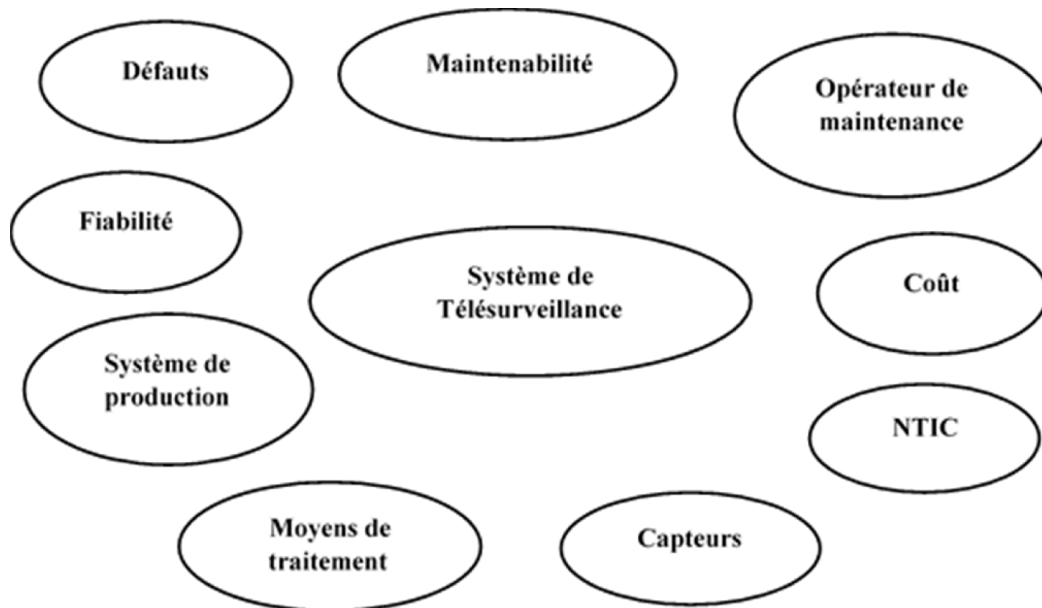


Fig.1. Éléments environnementaux d'un système de télésurveillance

Le système de télésurveillance doit prendre en compte la spécificité du système de production à surveiller, avec ses éventuels défauts, les technologies des capteurs classiques ou intelligents, les exigences de coût, de fiabilité, et de maintenabilité, de plus il doit garantir le confort d'interprétation pour l'opérateur de maintenance, en tenant compte de sa mobilité, tout en exploitant les NTIC.

Afin de contribuer à la conception d'un système de télésurveillance, une démarche rigoureuse est nécessaire, afin de préciser les relations qui existent entre les éléments de l'environnement du système. Pour ce faire, nous allons définir les fonctions de service, dissociées en fonctions principales FP, et en fonctions contraintes FC. Ainsi, le diagramme pieuvre d'un système de télésurveillance est le suivant :

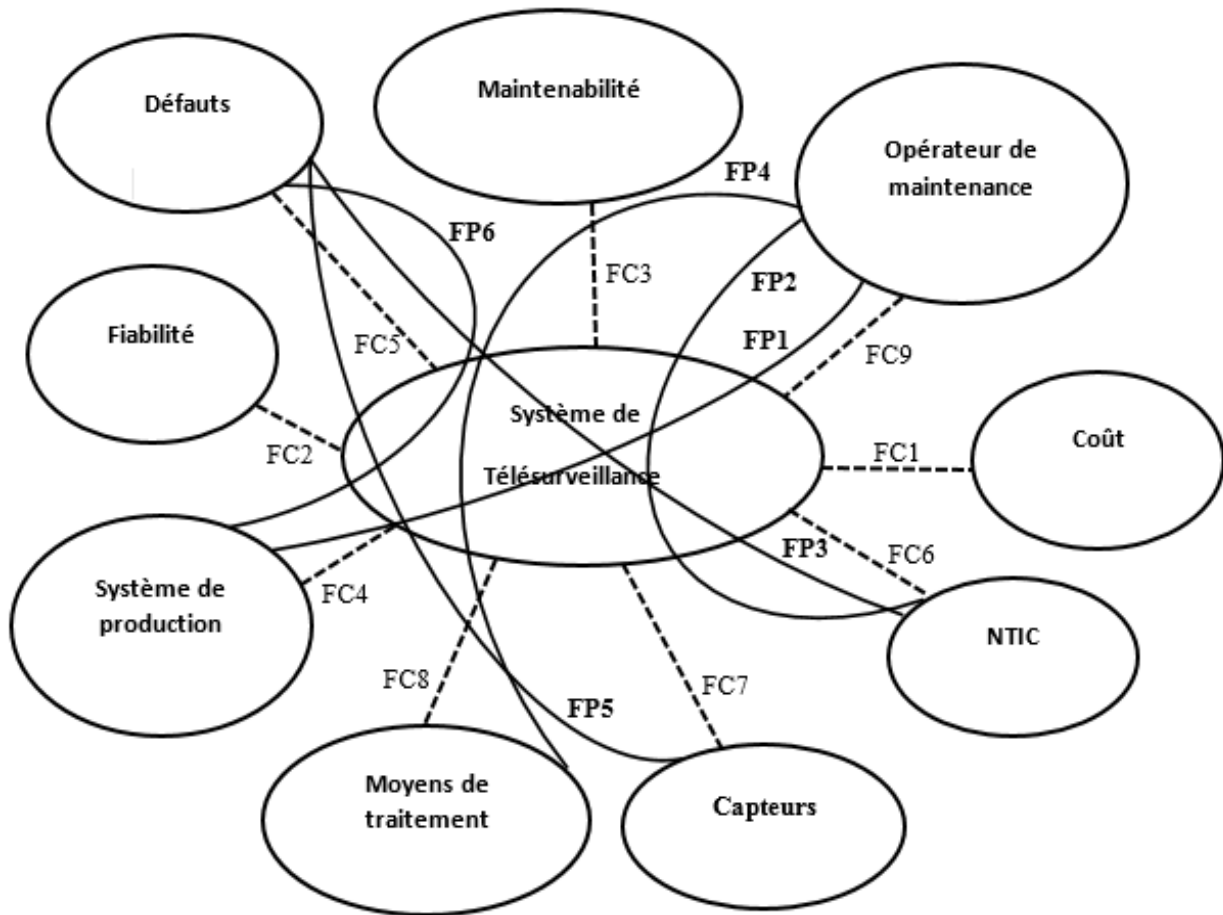


Fig.2. Diagramme pieuvre d'un système de télésurveillance

Les fonctions principales ainsi que les fonctions contraintes sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau1. Fonctions principales et contraintes d'un système de télésurveillance

Fonction principale 1	Permettre à l'opérateur de maintenance de surveiller facilement l'évolution du système de production
Fonction principale 2	Informar à distance et faciliter la prise de décision à l'aide des NTIC
Fonction principale 3	Assurer la traçabilité et l'archivage des données sur les défauts, pour constituer la base d'apprentissage
Fonction principale 4	Définir les moyens de traitements nécessaires et suffisants au diagnostic par l'opérateur de maintenance
Fonction principale 5	Définir les capteurs de mesures selon la nature de défauts possibles
Fonction principale 6	Identifier une base de données de défauts à surveiller sur le système de production.
Fonction contrainte 1	Elaborer un système de télésurveillance, le moins onéreux possible
Fonction contrainte 2	Permettre d'avoir une grande fiabilité
Fonction contrainte 3	Garantir une maintenabilité des composants du système
Fonction contrainte 4	Tenir compte des caractéristiques et paramètres des constituants du système de production
Fonction contrainte 5	Etre reconfigurable, suite à l'apparition de nouveaux défauts sur le système.
Fonction contrainte 6	Faciliter l'intégration et l'exploitation des NTIC
Fonction contrainte 7	Etre capable d'intégrer facilement les technologies de capteurs
Fonction contrainte 8	Permettre la mise à jour des moyens de traitement
Fonction contrainte 9	Prendre en considération les exigences et les limitations de l'opérateur de maintenance

Suite à cette analyse fonctionnelle, un système de télésurveillance doit respecter certaines exigences :

- Facilité d'utilisation : le système doit être simple et ergonomique via des interfaces simples.
- Faible coût de déploiement : le matériel utilisé dans le cadre de la télésurveillance doit être indépendant de l'environnement de l'opérateur de maintenance, ainsi la technologie sans fil s'impose.
- Mobilité des opérateurs de maintenance : le système de télésurveillance doit tenir compte de cette contrainte, par la mise à leur disposition de dispositifs technologiques (tablettes, smartphones) afin d'être informés en continu et d'avoir en permanence la possibilité d'y accéder partout.
- Paramétrage et la reconfiguration : le système de télésurveillance doit permettre le paramétrage à distance, et la reconfiguration grâce à la technologie des capteurs intelligents. En fait, le développement, de la microélectronique a permis d'intégrer de nouvelles technologies, au sein des capteurs, celles de l'intelligence embarquée. Grâce au numérique, de nouvelles fonctionnalités sont disponibles : correction des erreurs, auto ajustage, reconfiguration et communication numérique, [18].

Les notions de paramétrage et de reconfiguration rendent le système plus intelligent, dans la mesure où, il serait capable de se reconfigurer, selon les compétences de l'opérateur de maintenance, et les reconfigurations du système de production. De même, les notions d'extension et de mise à jour traduisent aussi l'aspect de paramétrage et reconfiguration : le système doit offrir la possibilité d'extension et de mise à jour du système à surveiller, par exemple l'ajout d'une nouvelle machine au système, ou des capteurs supplémentaires à installer ou à retirer à la chaîne de mesure.

4.2 ARCHITECTURE RÉSEAU D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

Cette architecture réseau est basée sur la mise en place de deux serveurs (local et distant). Le choix d'une architecture distribuée est justifié par la nécessité de sécuriser et d'enregistrer les données capteurs installés sur le système de production, sur un serveur distant hébergé (centralisation et traitement de calcul). Ce qui permet également de gérer plusieurs machines à partir d'un seul serveur de calcul et de traitement. L'utilisation de capteurs intelligents permet d'envoyer grâce à une communication sans fil les données au serveur local de données. Le serveur local (serveur de données) est connecté au réseau internet. Cette connexion permet d'avoir la possibilité de l'envoi des données recueillies vers le serveur de calcul et de traitement (serveur distant). Ainsi, les opérateurs de maintenance peuvent consulter les informations hébergées sur ce serveur en permanence.

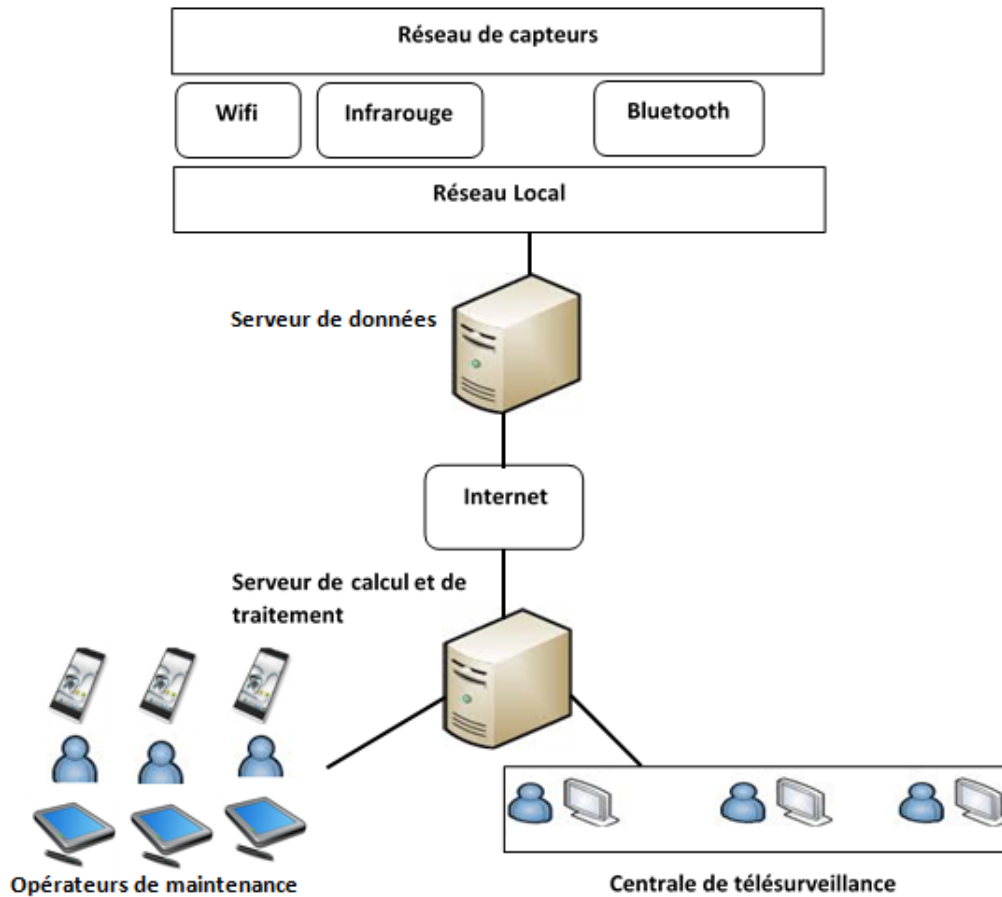


Fig.3. Architecture réseau d'un système de télésurveillance

4.3 DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION

La conception d'un tel système, doit commencer par l'identification des cas d'utilisations.

Nous pouvons identifier plusieurs profils à savoir :

- Staff Technique : c'est un utilisateur qui fait les opérations sur le système
- Manager : Son rôle est de l'ordre organisationnel. Il planifie surtout les interventions
- Utilisateur simple : On peut lui déléguer les tâches d'un membre du staff, ou du manager selon le besoin.

Ainsi, nous présentons le diagramme des cas d'utilisations suivant :

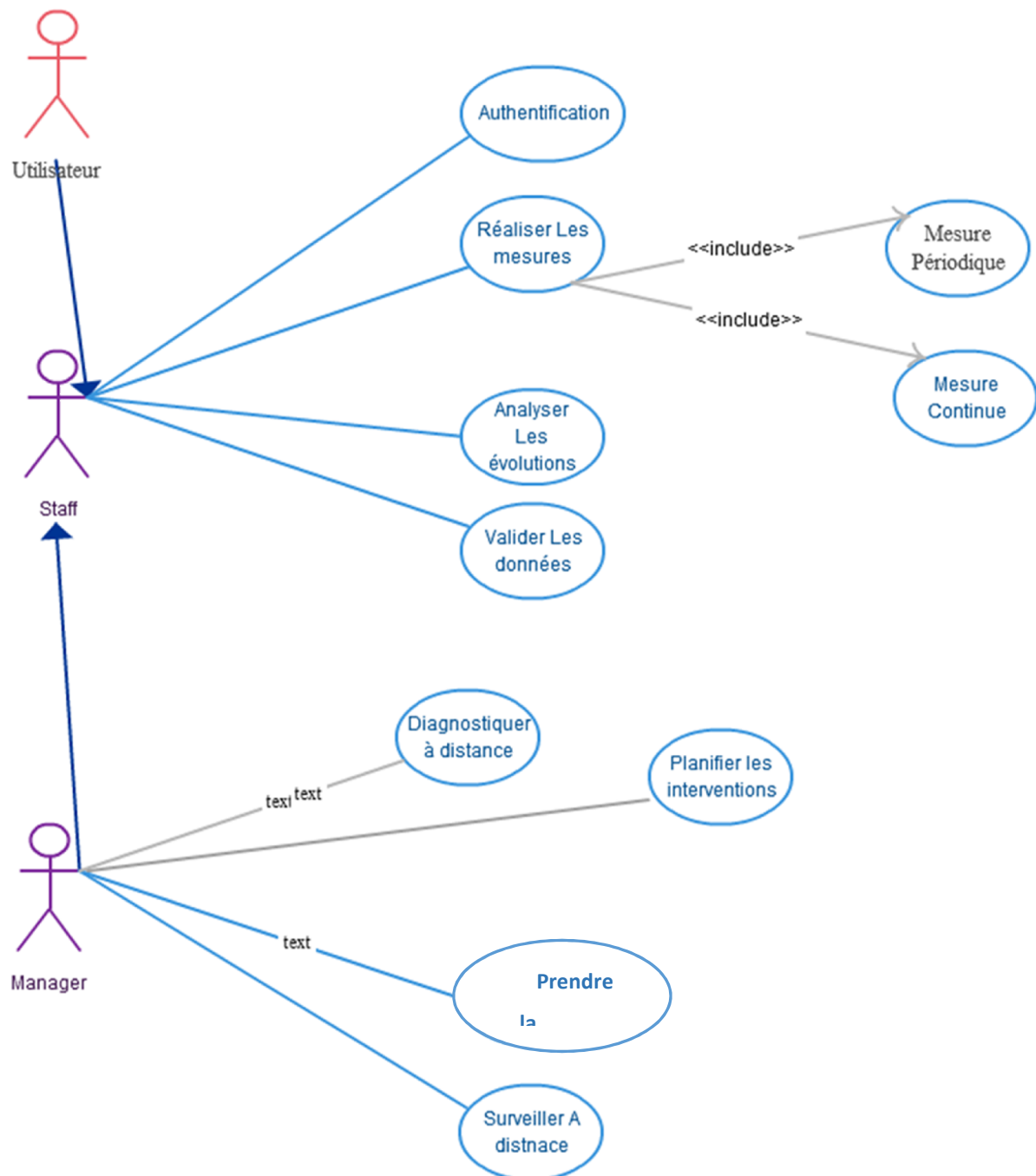


Fig.3. diagramme des cas d'utilisation d'un système de télésurveillance

Ce système doit avoir la capacité d'être multi support. De ce fait, nous devons donner à l'utilisateur le choix entre les applications mobiles pour suivre les indicateurs, des applications web, ou carrément de planifier et configurer à travers une application installée sur un poste fixe (Windows). Comme indiqué sur la figure ci-dessous, les données seront envoyées d'une façon cryptée sur un système hautement sécurisé en termes d'accès.

Un système de duplication de base de données sera mis en œuvre à fin d'avoir une base toujours accessible, si un serveur tombe momentanément en panne. Le serveur d'application (App server) sera aussi hautement disponible à travers un système de balance, qui permet d'équilibrer les charges.

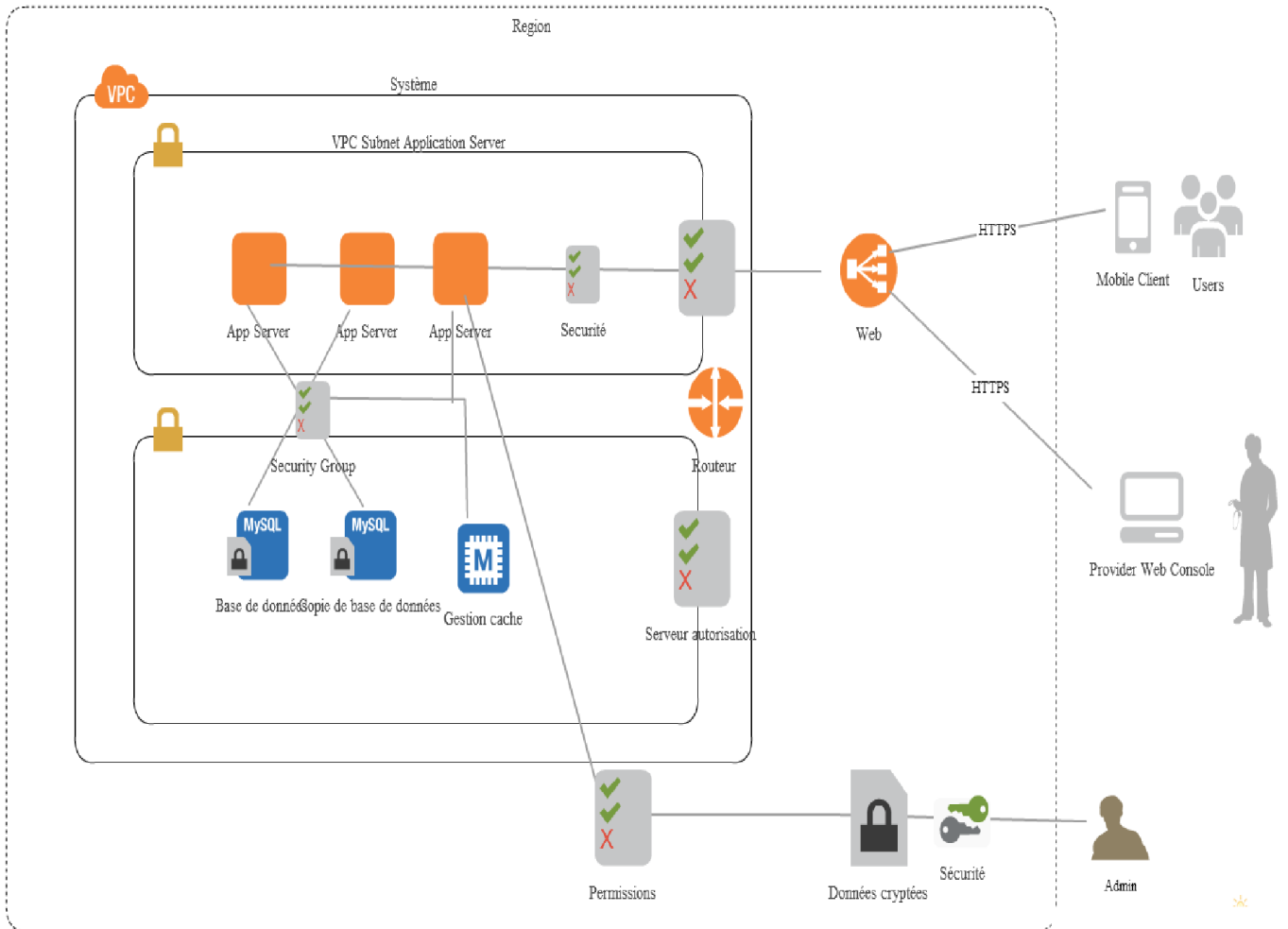


Fig. 4. architecture système de télésurveillance

Conceptuellement, le système doit être conçu sur plusieurs couches, afin d'être évolutif, ainsi les couches qui s'imposent sont :

- Une interface web qui permet de récupérer les valeurs, les valider côté interface, ou de les afficher.
- Une couche de contrôle qui permet de Contrôler la requête reçue, à travers une authentification, puis de l'envoyer vers la couche la plus basse, ou vers l'interface utilisateur.
- Une couche de façade, qui va faire appel au service adéquat, et faire le traitement nécessaire, puis appeler la couche accès aux données.
- Couche accès aux données : Permet de lire à partir de la base, ou d'écrire.

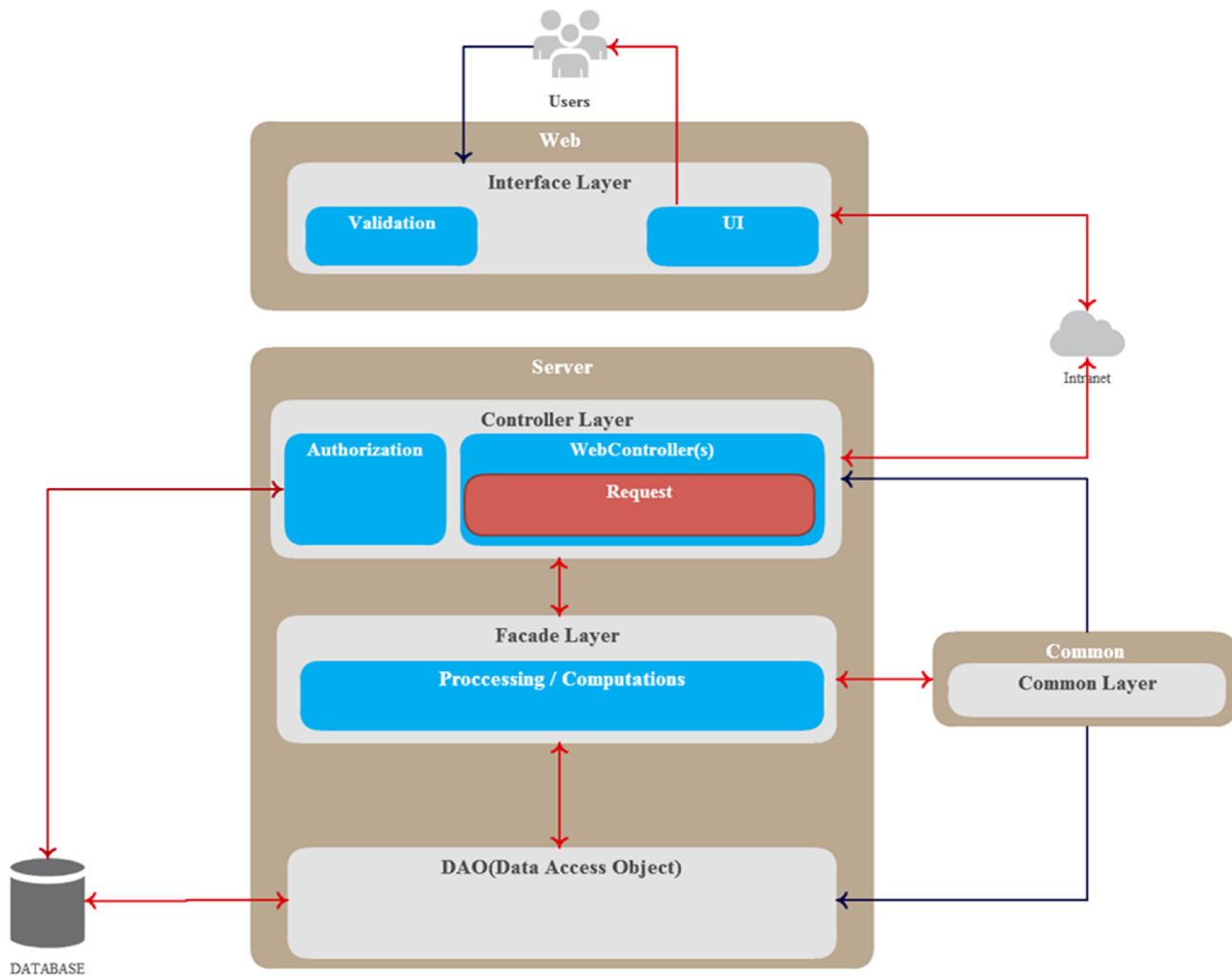


Fig.4. différents couches d'un système de télésurveillance

5 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté les différentes méthodologies de la surveillance des systèmes de production, par la suite nous avons fait un état d'art de l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle en surveillance dans les différents domaines. Ainsi, l'intelligence artificielle offre des outils totalement découplés de la structure du système, ne nécessitant pas sa modélisation préalable, et permet un suivi en temps réel de son évolution. Ceci dans le but de faciliter et apporter de l'aide à la maintenance prévisionnelle. Nous avons aussi présenté une contribution à la conception d'un système de télésurveillance selon une approche fonctionnelle. Cependant, pour rassembler toutes les informations nécessaires pour la prise de décision, on fera appel à d'autres informations que les valeurs qualitatives fournies par les capteurs, comme les capacités sensorielles (odorat, toucher, ouïe, vision...), ainsi que les connaissances préalablement acquises avec d'autres systèmes traduites par le retour d'expérience. Par conséquent, la question qui s'impose est ce que l'intégration des capteurs intelligents dans la surveillance pourrait garantir une automatisation complète, sans présence de l'expert humain ?

De plus, un système de télésurveillance robuste, doit tenir compte des incertitudes et des imprécisions lors de l'acquisition des informations, des capacités de reconfiguration et d'évolution avec le système, et nécessite une confrontation avec un retour d'expérience.

RÉFÉRENCES

- [1] Zemmouri R., Contribution à la surveillance des systèmes de production à l'aide des réseaux de neurones dynamiques : Application à la e-maintenance, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 28 Novembre 2003.
- [2] Racoceanu D., Contribution à la surveillance des Systèmes de Production en utilisant les Techniques de l'Intelligence Artificielle, Rapport de recherche, 2007.
- [3] Baseville M., Cordier M., Surveillance et diagnostic de systèmes dynamiques: approche complémentaire du traitement de signal et de l'intelligence Artificielle, Rapport INRIA, n° 2861, 1996.
- [4] Khelef I., Diagnostic des machines tournantes par les techniques de l'intelligence artificielle, Thèse de doctorat, Université Badj Mokhtar - Annaba, 2013.
- [5] Dubuisson B., Boutleux E., Dague P., Denoeux T., E. Didelet, Y. Gandvalet., Masson M., « Diagnostic, Intelligence Artificielle et reconnaissance de formes », Ed. Hermès, 2001.
- [6] Denoeux T., Masson M., Dubuisson B., « Advanced pattern recognition techniques for system monitoring and diagnosis: a survey », *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, p.1509-1539,1998.
- [7] Weinfeldi M., "Réseaux de neurones", Techniques de l'ingénieur, traité informatique H1990., 1990.
- [8] Zwingelstein G., « Diagnostic des défaillances: Théorie et pratique pour les systèmes industriels », Ed. Hermès, 1995.
- [9] Biswas J., Jayachandran M., Shue L., Xiao W., Yap P., "An extensible system for sleep activity pattern monitoring, in Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information", 3rd International Conference on ISSNIP, p. 561–565, 2007.
- [10] Manssouri I., Chetouani Y., El Kihel B., "Using neural networks for fault detection in a distillation column", *Int. J. Computer Applications in Technology*, Vol. 32, n° 3, p.181-186, 2008.
- [11] Wu, J.D., Liu, C.H., "An expert system for fault diagnosis in internal combustion engines using wavelet packet transform and neural network". *Expert Systems with Applications*, In Press, Corrected Proof, 2008.
- [12] Mamar, Z., Chainais P., Aussem. A., "Diagnostic de l'usure des galets du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques". Journées d'Etudes Reconnaissance des Formes : « Quelles méthodes pour quelles applications », ENSTA Paris, France, 2006.
- [13] N'Guessan K., Méthodes et outils d'aide au diagnostic et à la maintenance des tableaux électriques généraux par le suivi des grandeurs physiques caractéristiques et de leur fonctionnement, Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Grenoble, 7 Décembre 2007.
- [14] Nouvellon M., Billet A., Guise L., Ianeselli JC., Système de surveillance embarqué sur un disjoncteur MT., Schneider Electric Industries SAS - France, 2003.
- [15] Fedala S., Felkaoui A, Zegadi R et Ziani R., « Optimisation des paramètres du vecteur formé : application au diagnostic vibratoire automatisé des défauts d'une boîte de vitesse d'un hélicoptère », *Revue de Matériaux Techniques*, 19 Juin, 2009.
- [16] Baglee D., « Diagnostic à distance de l'huile de lubrification marine à l'aide de systèmes de capteurs intelligents », *Magazine of Marine Maintenance Technology International*, Octobre 2014.
- [17] Norme AFNOR NF X 60-000, « *Maintenance Industrielle: Fonction Maintenance* », Ed. Afnor, Paris, Mai 2002.
- [18] Brissaud F., Charpentier D., « Capteurs intelligents : Nouvelles technologies et nouvelles problématiques pour la sûreté de fonctionnement ». *16ème congrès de Maitrise des Risques et de sûreté de fonctionnement*. Avignon, Octobre 2008.

Marketing Territorial de Casablanca : Etude de l'Image de Marque

[Place Marketing: The Brand image of Casablanca]

Ezzohra Belkadi

Département Economie-Gestion,
Université Hassan II de Casablanca,
Faculté des Sciences Economiques, Juridiques et Sociales Ain Sebaâ,
Casablanca, Maroc

Copyright © 2015 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 proposes a study of the image of Casablanca. Once the place marketing concept and its application domain have been explained, we presented the results of survey of 144 residents about their perception of their city. The objective of the survey was to identify the characteristics of Casablanca city through which it can communicate. Our results revealed that the personality of Casablanca is recognized as being warm, civilized, welcoming, generous and pleasant. The study highlighted sunshine as an undeniable asset. However, greenspace, cleanliness and quietness have been listed as negative points which are big expectations of Casablanca resident.

KEYWORDS: Place marketing, brand image, brand identity, brand personality.

RESUME: Cet article propose une étude de l'image de la ville de Casablanca. Ainsi, après avoir présenté le concept du marketing territorial et son domaine d'application, nous avons présenté les résultats d'une enquête auprès de 144 casablancais sur leurs perceptions de leur ville. L'objectif de ce travail est de relever les caractéristiques de Casablanca sur lesquelles elle peut communiquer. Nos résultats nous amènent à dire que la personnalité de Casablanca est reconnue comme étant conviviale, chaleureuse, civilisée, accueillante, généreuse et agréable. L'étude a également fait ressortir le soleil comme un atout indéniable de cette ville. La verdure, la propreté et le calme ont été mis en exergue en tant que aspects négatifs de l'image de Casablanca qu'on peut qualifier de grandes aspirations des habitants de la ville.

MOTS-CLEFS: Marketing territorial, image de marque, identité et personnalité de la marque.

1 INTRODUCTION

Depuis les années 90, le Maroc s'est engagé dans un processus de décentralisation. Ce processus débouche sur un rôle de plus en plus important des collectivités territoriales. Elles deviennent acteurs de premier plan de leurs développement et performances. Dans ce schéma, le territoire doit s'inscrire dans une logique de compétitivité nationale et internationale. La compétitivité nationale est la résultante de la compétition entre les collectivités territoriales à l'échelle nationale. La compétitivité internationale concerne, quant à elle, certains territoires nationaux qui possèdent des atouts leur permettant de se lancer dans une compétition mondiale avec certains territoires de renommée internationale.

Au Maroc, la ville de Casablanca occupe une place de premier plan d'où la volonté nationale de l'intégrer dans le marché mondial de compétition entre territoires. Ceci exige la nécessité d'intégrer une démarche de marketing territorial approprié. Cette nécessité est une exigence pour le développement et le rayonnement de la collectivité mais également une exigence forte des usagers et habitants qui attendent plus de transparence et des décisions mieux adaptées¹.

Le développement de la ville de Casablanca nécessite un marketing stratégique approprié. Il s'agit de chercher un positionnement pour la ville sur un marché à dimension mondiale. Le marketing territorial est la rencontre entre les valeurs et identité patrimoniale d'un territoire avec les attentes d'une demande en quête de sens et de sincérité². On assiste aujourd'hui, à une compétition féroce entre les territoires pour mettre en place des facteurs clés de succès leur permettant d'attirer les investissements, les touristes, les compétences rares, les retraités des pays occidentaux cherchant un lieu pour vivre une retraite tranquille. Les enjeux de la ville de Casablanca sont de mieux comprendre les attentes des habitants, des investisseurs étrangers, des touristes et les retraités occidentaux afin de développer une offre compétitive. La ville doit également travailler son image et essayer par la suite d'utiliser les moyens adaptés afin de la promouvoir auprès de ces publics. L'attractivité de Casablanca passe par une image forte et un recours à des actions de communication. Pour cela, une réflexion profonde doit être menée sur l'identité de la ville pour construire une image de marque reposant sur des vraies valeurs, l'histoire, l'identité, les traditions de la ville.

Cet article se propose d'étudier l'image de la ville de Casablanca. L'image est le fondement même de toute démarche marketing. Sans image de marque forte, un territoire ne peut pas être compétitif. L'objectif est d'essayer de dégager des caractéristiques de Casablanca sur lesquelles elle peut communiquer. Il s'agit de rechercher ce qui accroît l'attractivité de Casablanca en tant que ville où il ferait bon vivre et investir. Il faudrait savoir en quoi Casablanca est-elle meilleure et excellente. Cette question est le fondement d'une réflexion sur l'avantage concurrentiel de Casablanca. Cette question est délicate pour une ville rebelle, comme aiment l'appeler certains, une ville à deux vitesses, avec des quartiers de banlieue entassés de populations défavorisées et beaucoup de problèmes

Ainsi, dans un premier temps, nous allons présenter la revue de la littérature du marketing territorial en mettant l'accent sur le concept de la marque territoriale. Et puis dans une seconde partie, nous allons présenter la méthodologie et les résultats d'une enquête exploratoire sur l'image de Casablanca.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

Le marketing territorial connaît un essor sans précédent ces dix dernières années. L'application du marketing aux principes de la recherche sur les territoires s'est faite sans que l'on parle du marketing territorial dans un premier temps. Plusieurs dénominations existent comme le marketing territorial, le marketing urbain, le marketing des services publics ou le marketing de ville. Le point commun entre toutes ces recherches est l'application des principes du marketing à la sphère publique³. Le but du marketing territorial est de promouvoir un projet de développement territorial (élaboration d'un projet de ville, aménagement d'un centre-ville, construction d'un tramway etc....)⁴. Le marketing territorial peut être défini comme une manière de penser et de mettre en œuvre une politique territoriale de développement dans des contextes de marchés qui doit reposer structurellement sur des partenariats d'acteurs, en faisant converger logiques publiques et privées (Noisette et Vallerugo 1996). Selon Gayet (2008) le marketing territorial est la rencontre entre les valeurs et l'identité patrimoniale avec les attentes d'une demande en quête de sens et de sincérité.

Le point de départ du marketing territorial est le suivant : puisque les individus, les capitaux et les savoirs sont de plus en plus mobiles, le développement des territoires en marque permet d'attirer de nouvelles activités et les publics clés tels que les touristes, investisseurs et personnes hautement qualifiées⁵. Dans le cas de concurrence forte, l'administré est un client

¹ M. Barabel, S. Mayol and O. Meier, «Les médias sociaux au service du marketing territorial: une approche exploratoire», *Management et Avenir*, Vol 2-n°32, page 233 à 253, 2010

² J. Gayet, «Le nouveau marketing touristiques est né», *Revue Espace* n°262 p7, 2008.

³ C. Chammard, J.C Liquet, «Evaluer l'image des régions françaises: le modèle bidimensionnel des représentations appliqué au marketing territorial » *Cahiers de recherche du CREG, IAE de Pau-Bayonne* 2006

⁴ V ; Giard, "Le marketing territorial" *Actes du congrès de l'association française du marketing*, Toulouse, 1997.

⁵ R.M. Konecnik and L. DeChernatony, «Developing and applying a place brand identity model: de case Slovenia», *Journal of Business Research*, 66, 45-5, 2012 .

c'est-à-dire un désir. (...). Le citoyen est un sujet de pouvoir⁶. Les enjeux du marketing territorial sont à la fois économiques, sociaux et politiques. Sur le plan économique, le territoire doit construire une offre permettant d'attirer les investisseurs étrangers. Sur le plan social, la collectivité doit connaître les besoins et aspirations des habitants et mettre en place des plans d'action pour les satisfaire. Sur le plan politique, le territoire doit faire preuve d'une bonne gestion en matière de création et de captation des richesses pour obtenir plus de soutien et d'aide des pouvoirs publics.

On assiste aujourd'hui à la montée en puissance de la concurrence entre territoires qui porte sur la recherche d'une différenciation et la recherche d'un avantage compétitif. Dans ce contexte, le territoire devient un produit qu'il faut vendre, à partir de la création d'une image de marque, de l'élaboration d'une stratégie de communication et d'un plan de promotion. Le territoire devient une offre de valeurs fondée sur les spécificités du territoire : patrimoine, histoire, culture, etc. La notion de territoire est définie différemment en marketing territorial. Changeur⁷ définit le territoire de marque comme l'agrégation des perceptions individuelles des consommateurs (ou segments de consommateurs) sur la marque. D'autres auteurs définissent le territoire comme un produit, support du mix marketing. Et dans la suite de ce travail, nous privilégions cette deuxième acception. L'élaboration d'une marque territoire passe par la mise en place d'une stratégie marketing appropriée permettant aux territoires de se différencier de la concurrence à travers un positionnement approprié de leur ressources/compétences de nature économique, sociale, politique ou culturelle⁸.

Les caractéristiques spécifiques du territoire comme méga produit rendent difficile la transposition de tous les moyens et outils du marketing classique aux territoires. Le marketing territorial se heurte à une difficulté de maîtrise de l'offre. Le territoire est multidimensionnel et investi par des intervenants aux intérêts variés et parfois même divergents. Le territoire ne maîtrise pas l'intégralité de son offre qui résulte de l'intervention d'une multitude d'acteurs privés et publics. La notion de temps n'est pas aussi la même dans l'agencement de l'offre des entreprises et celle du territoire. La modification des caractéristiques de l'offre d'un territoire peut exiger parfois plusieurs années pour atteindre les résultats escomptés. Ces particularités rendent très difficile la transposition «clés en main» des outils marketing à la gestion des territoires. Ce constat on le retrouve dans la formulation du mix territorial qui est adapté à la spécificité de l'offre territoriale. Girard Millet⁹ propose, dans le tableau suivant, une conceptualisation du mix territorial qui tient compte des spécificités citées plus haut.

Tableau 1: Le mix territorial (Girard Millet, 1995)

Composantes	Variables
Composante Organique	<p>Histoire du territoire : origine du peuplement, rôle joué par le territoire dans l'histoire du pays.....</p> <p>Culture du territoire : tradition progressiste, passéiste, rites ancestraux, coutumes, religion, population urbaine/rurale....</p> <p>Organisation du territoire : poids du territoire dans la région, le département, les villes voisines, localisation des services publics....</p>
Composante Economique	<p>Etude historique des activités économiques dominantes</p> <p>Diagnostic économique actuel</p>
Composante Géographique	<p>Impact de la géographie (relief, climat, ..) sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'identité des habitants - la localisation des activités économiques
Composante symbolique	<p>Identité visuelle du territoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paysages : forêt, montagnes, parcs en centre ville - Architectures ancienne et nouvelles : châteaux, églises, usines, grands ensembles

⁶ Romain. Lauffer , Management public : gestion et légitimité, Paris, Dalloz, 1980.

⁷S.Changeur S, « Le territoire de marque : définition et conceptualisation », in actes des 13^{ème} journées nationales des IAE, Cahier de recherche n°513, CEROG-IAE Aix-en-Provence, 1998.

⁸M.Kaplan, O.Yurt, B.Guneri and K. Kurtulus, «Branding places : applying brand personality concept to cities», European Journal of Marketing 44, 9-18, 2010.

⁹ V.G. Millet , «Identité territoriale et marketing territorial : application du concept du Corporate Mix », Les Cahiers Lyonnais de recherche en Gestion, 16, 148-172, 1995.

Selon Michel Barabel et al¹⁰ le territoire devient davantage une communauté composée d'individus participant à son développement que par des hectares de zones d'activités aménagés. Ceci implique une démarche marketing participative, dans laquelle les habitants sont concertés pour des décisions stratégiques telles que code et nom de marque, logo et identité de la marque. La région de Bretagne en France a opté pour une approche microsociologique pour la conception de son image de marque. La région a opté pour une démarche impliquante qui consiste à mobiliser tous les bretons et parmi eux les acteurs clés du développement pour construire collectivement une marque. La collectivité a fait appel à une agence spécialisée en marketing qui a reconstruit les traits de caractère de la Bretagne qui la différencient des autres régions françaises. Par la suite une étude invitant la population Bretonne à donner son avis sur sa région est lancée à travers la mise en place d'un blog intitulé « Bretagne qui es-tu?».

Le marketing territorial doit prendre en considération les aspirations des différents groupes de publics qui ont des besoins parfois divergents. L'offre du territoire ne doit pas faire privilégier les attentes d'un public au détriment des autres. Les responsables territoriaux ne doivent pas exclure les attentes d'un public car l'offre ainsi élaborée ne pourra pas satisfaire tout le monde et les valeurs ainsi mises en exergue ne seront pas partagées par toutes les cibles. Ce travail est délicat car le territoire est souvent composé de publics différents avec des identités différentes.

La multiplicité des acteurs constitue une des spécificités du marketing territorial. Ce dernier doit intégrer les préoccupations des différents acteurs tels qu'habitants, entrepreneurs locaux, classe créative, les responsables territoriaux etc. Une réflexion marketing qui n'est pas appropriée et acceptée par ces groupes d'acteurs conduirait à une situation dans laquelle le positionnement reçu par les habitants serait différent du positionnement voulu et conçu par la collectivité. Ces différents groupes d'acteurs constituent pour la collectivité une clientèle interne par analogie pour les salariés au niveau du marketing classique.

Créer, Capter, attirer tels sont les principaux enjeux du marketing territorial. Créer les richesses, Capter de nouvelles richesses et attirer les publics clés. La revue de littérature montre que les variables les plus saillantes du marketing territorial sont l'image et l'attractivité. Ces deux variables représentent les variables clés à la disposition des responsables territoriaux pour la conception d'une offre compétitive qui doit garantir une image positive et un niveau d'attractivité élevé. Ceci ne peut être atteint qu'en choisissant un positionnement permettant aux collectivités de se différencier tant sur le plan national qu'international.

La marque territoriale représente un outil majeur du marketing territorial. Le management de la marque territoriale reste un terrain en cours de développement. Elle joue un rôle d'authentification et de différenciation des territoires. La création d'une marque territoriale s'inscrit aussi dans la démarche d'un marketing complet et non pas juste un marketing opérationnel. Plusieurs territoires ont compris l'importance du marketing pour leur développement et se sont empressés à lancer des campagnes de communication pour promouvoir leurs régions, villes ou pays. La création d'une marque territoriale correspond à une démarche de marketing stratégique appliqué aux territoires. La marque territoriale représente l'ensemble des perceptions associées à un lieu (son identité, sa culture, ses institutions, son histoire, ses produits et ses services, ses lieux touristiques) et au peuple qui le constitue (ses icônes, ses leaders, ses talents, ses sportifs, ses artistes) Buitrago¹¹. Aker (1996)¹² définit les conditions à réunir pour arriver à une marque territoriale forte : un positionnement pertinent et une identité claire et une personnalité définie. La création d'une marque territoriale répond à une volonté d'agir sur les représentations associées à un territoire, à un moment où celle-ci agissaient comme des répulsifs sur les consommateurs potentiels, engendrant des conséquences sur le plan économique¹³. La création d'une marque territoriale permet de maîtriser cette image en essayant d'orienter les perceptions des publics cible sur le territoire.

Le concept d'identité est défini à partir d'un ensemble de valeurs et de caractéristiques culturelles partagés par une communauté. Elle découle d'un ensemble de variables comme l'histoire, la culture, la langue. L'identité de la marque peut être, selon Jean Noel Kapferer¹⁴ représentée à partir d'un prisme à six facettes : le physique, la personnalité, la culture, la

¹⁰ M. Barabel and al, « Les médias sociaux au service du marketing territorial : une approche exploratoire », Management Prospective Edition, Management et Avenir, n°32, P233-253, 2010.

¹¹ E. Broclan, «Tango : enjeux d'une stratégie de promotion territoriale fondée sur la réappropriation d'un patrimoine musical » Questions de communication, n° 22, 123-140, 2012.

¹² D.A. Aker, "Building Strong Brands", New York; Free Press, 1996.

¹³ E. Broclan, option citée.

¹⁴ J.N. Kapferer, «Réinventer la marque?», Revue française de gestion 2003.

relation, le reflet et la mentalité. Le concept de personnalité de la marque est beaucoup plus évocateur dans le marketing territorial que dans le cadre du marketing classique. Car il est plus facile d'imaginer un territoire comme une personne qu'un produit industriel comme une personne. C'est l'ensemble de traits de personnalité humaine associés à une marque (Ambroise et Alii, 2003). Aker (1997) présente une échelle de la personnalité d'une marque en 5 dimensions : sincérité, dynamisme, compétence, sophistication et rudesse. On assiste à une multiplication de recherches sur l'attractivité et l'image des territoires dans lesquelles on a recours au concept de la personnalité de la marque. Ce dernier permet de tenir compte des spécificités immatérielles de la marque territoriale. La personnalité de la marque est utilisée pour évaluer les marques de villes, région ou pays. La personnalité de la marque est souvent liée au concept d'identité de la marque et l'image de marque. Ainsi, Aaker et Joachimsthaler (2000) identifient les éléments de l'identité de la marque à partir de 4 perspectives : la marque comme produit, la marque comme organisation, la marque comme une personne et la marque comme un symbole. La personnalité a trait aux aspects émotionnels de l'image.

3 MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

Pour analyser l'image, nous avons réalisé une étude exploratoire. Nous avons commencé par la réalisation de 10 entretiens dans lesquels les individus devaient indiquer 5 mots ou expressions qui leur viennent à l'esprit lorsqu'on leur parle de la ville de Casablanca. Une analyse thématique des associations a permis de retenir 11 caractéristiques recouvrant 90% du corpus recueilli. Par la suite, nous avons réalisé une enquête dans laquelle nous avons demandé aux personnes interviewées de donner leur degré d'accord sur les onze caractéristiques de Casablanca. L'échelle utilisée est celle de Likert à 5 degrés. L'administration du questionnaire a été par méthode de face à face. Ce travail permettrait de connaître la perception de la ville de Casablanca. L'étude devrait conduire à faire ressortir les traits forts de la ville sur lesquelles elle peut communiquer. Elle permettrait également de mettre en exergue les traits négatifs qui sont les symptômes et résultats de réels problèmes de la ville.

Casablanca est une ville ayant plusieurs spécificités qui doivent être prises en considération dans la réflexion marketing. Par rapports aux grandes métropoles qui se sont investis dans le marketing territorial, la ville souffre d'un ensemble de problèmes qui enfrennent la politique de la ville. C'est la ville de contraste par excellence, ce qui requiert une grande prudence et beaucoup de créativité dans la démarche marketing. Avec 4,2 millions d'habitants et 19,12%¹⁵, la ville joue le rôle de locomotive économique du Maroc. Elle occupe la première place en matière d'attrait des investissements dans le pays avec 31% des unités industrielle et 38% des emplois dans l'industrie¹⁶. Cette place de premier plan au niveau économique cache plusieurs disparités sur le plan humain et social. 12% des habitants de la ville habitent des logements représentant 0,6% de la surface totale. En effet, la ville abrite 72000 ménages dans des logements de misère dans les bidonvilles. La ville a beaucoup de défis à relever en matière d'infrastructure également. 23% des habitations sont encore non alimentées en eau potable et le taux d'épuration des eaux usées atteint à peine 45%.

Au niveau des classements internationaux, la ville est classée, au niveau de l'index qualité de vie, 122/233 villes dans le classement Mercer. Elle est classé 57/148 en matière de compétitivité globale par le Worl Economic Forum. Une question se pose : peut-on parler de marketing territorial pour cette ville à deux vitesses? Notre réponse est oui, car c'est une démarche permettant aux responsables territoriaux de s'inscrire dans une autocritique. Elle met en exergue les atouts et les faiblesses d'un territoire et conçoit une offre territoriale adaptée dont la mise en place passe nécessairement par la résolution des problèmes.

Le questionnaire a été administré auprès de 144 personnes. Après analyse des réponses de l'étude, il s'est avéré que seulement 116 réponses étaient valables et utilisables dans le cadre de notre étude. Cet échantillon de convenance est composé à 55% des hommes et 45% de femmes. 84% des personnes interrogées ont entre 20 et 40 ans et 16% ont plus de 40 ans. Les répondants exercent par ailleurs des professions variées. 26% sont des employés, 14% ont des professions libérales. 12% des fonctionnaires, 24% des étudiants et 24% des chômeurs.

Une analyse en composante principale nous permettra de dresser une carte perceptuelle de l'image de la ville de Casablanca. Il s'agit d'identifier les dimensions communes aux variables décrivant l'image de la ville. Les statistiques

¹⁵ Haut commissariat au plan

¹⁶ Haut commissariat au plane

descriptives montrent que les variables accueillante et ensoleillée représentent les variables qui ont la moyenne la plus élevée. A l'opposé, des variables comme verte, propre et le calme ont les scores les plus faibles.

Statistiques descriptives

	Moyenne	Ecart-type	n analyse
est ce que casa est accueillante?	2,98	,919	110
est ce que casa est agréable?	2,52	,984	110
est ce que casa est verte?	1,58	,783	110
est ce que casa est attrayante?	2,15	1,305	110
est ce que casa est calme?	1,44	,773	110
est ce que casa est chaleureuse?	2,38	1,117	110
est ce que casa est civilisée?	2,38	1,292	110
est ce que casa est conviviale?	2,05	1,305	110
est ce que casa est ensoleillée?	2,79	1,093	110
est ce que casa est généreuse?	2,49	1,194	110
est ce que casa est propre?	1,40	,680	110

L'analyse de la matrice de corrélation révèle que les 11 variables sont modérément corrélées, mais ces corrélations sont toutes significatives au niveau $p < 0,05$. Pour disposer de l'ensemble des informations sur l'ensemble des composantes, nous allons extraire le maximum de composantes à extraire à savoir 11 composantes.

Le tableau variance totale expliquée donne un résumé du pouvoir explicatif des 11 composantes. L'observation du tableau montre que les trois premières composantes expliquent 52% de la variance totale. Ces trois premières composantes sont le meilleur résumé de l'espace-variable initial de 11 variables.

La qualité de l'échantillonnage est jugée suffisante puisque l'indice KMO est égale à 0,66 est jugée satisfaisant et signifie que le choix des variables est pertinent.

Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,663
	Khi-deux approximé	237,919
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	55
	Signification de Bartlett	,000

Matrice de corrélation

		Accueillante	agréable	verte	attrayante	calme	chaleureuse	civilisée	conviviale	enseignée	généreuse	propre
Corrélation	accueillante	1,000	,427	,142	,025	,076	,275	,392	,376	,216	,477	,100
	agréable	,427	1,000	,141	,191	,038	,353	,312	,271	,127	,367	,085
	verte	,142	,141	1,000	,042	,289	,142	,232	,103	,068	,094	,421
	attrayante	,025	,191	,042	1,000	-,091	,251	,271	,243	,086	,224	-,118
	calme	,076	,038	,289	-,091	1,000	,145	,181	,349	-,043	,153	,224
	chaleureuse	,275	,353	,142	,251	,145	1,000	,267	,319	,299	,347	,075
	civilisée	,392	,312	,232	,271	,181	,267	1,000	,357	,090	,412	,023
	conviviale	,376	,271	,103	,243	,349	,319	,357	1,000	,130	,195	,068
	enseignée	,216	,127	,068	,086	-,043	,299	,090	,130	1,000	,072	-,146
	généreuse	,477	,367	,094	,224	,153	,347	,412	,195	,072	1,000	-,075
	propre	,100	,085	,421	-,118	,224	,075	,023	,068	-,146	-,075	1,000
Signification (unilatérale)	accueillante		,000	,069	,397	,215	,002	,000	,000	,012	,000	,150
	agréable		,000	,071	,023	,348	,000	,000	,002	,093	,000	,189
	verte		,069	,071	,331	,001	,069	,007	,141	,239	,164	,000
	attrayante		,397	,023	,331	,173	,004	,002	,005	,186	,009	,110
	calme		,215	,348	,001	,173	,065	,029	,000	,328	,055	,009
	chaleureuse		,002	,000	,069	,004	,065	,002	,000	,001	,000	,218
	civilisée		,000	,000	,007	,002	,029	,002	,000	,176	,000	,406
	conviviale		,000	,002	,141	,005	,000	,000	,000	,087	,021	,239
	enseignée		,012	,093	,239	,186	,328	,001	,176	,087	,226	,064
	généreuse		,000	,000	,164	,009	,055	,000	,000	,021	,226	,219
propre		,150	,189	,000	,110	,009	,218	,406	,239	,064	,219	

Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	3,079	27,989	27,989	3,079	27,989	27,989
2	1,624	14,761	42,749	1,624	14,761	42,749
3	1,036	9,422	52,171	1,036	9,422	52,171
4	1,013	9,207	61,378	1,013	9,207	61,378
5	,963	8,753	70,131	,963	8,753	70,131
6	,769	6,989	77,120	,769	6,989	77,120
7	,719	6,534	83,654	,719	6,534	83,654
8	,562	5,109	88,763	,562	5,109	88,763
9	,513	4,659	93,422	,513	4,659	93,422
10	,419	3,808	97,230	,419	3,808	97,230
11	,305	2,770	100,000	,305	2,770	100,000

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

La matrice des composantes détaille les corrélations de chaque variable sur chaque composante. L'étude de la saturation des variables sur les trois premières composantes montre que la première composante représente assez bien l'accueil, la convivialité, la générosité, le côté chaleureux, agréable et civilisé. Cette composante représente la dimension positive de l'image de la ville de Casablanca. La deuxième composante représente la verdure, la propreté et le calme. Elle représente les

aspects négatifs de l'image de Casablanca qu'on peut qualifier comme aspirations des habitants de la ville. La troisième composante représente le soleil qui représente dimension exotique de l'image de la ville. Les autres saturations sont moins importantes.

Matrice des composantes^a

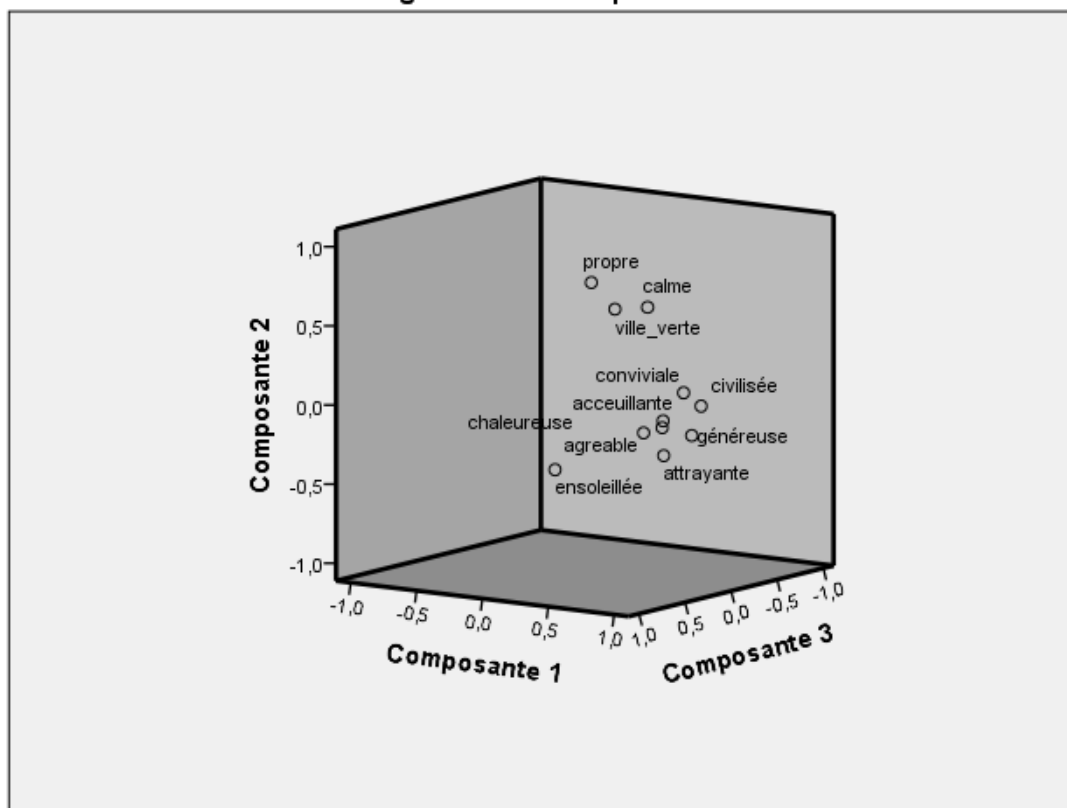
	Composante										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
accueillante	,689	-,059	,135	-,473	-,168	-,037	,258	,208	,195	-,086	,308
agréable	,639	-,116	,074	-,302	,217	-,359	-,051	-,541	-,061	,079	-,020
verte	,367	,623	,198	,115	,359	,367	,081	-,166	,113	-,337	-,031
attrayante	,373	-,377	-,322	,511	,487	-,032	,065	,033	,263	,127	,156
calme	,339	,575	-,196	,259	-,498	,113	-,267	-,202	,080	,186	,187
chaleureuse	,636	-,121	,272	,248	,060	-,203	-,481	,227	-,272	-,193	,086
civilisée	,680	-,029	-,290	-,019	,052	,342	,280	,044	-,484	,133	-,003
conviviale	,627	,067	-,175	,323	-,375	-,354	,320	,049	,084	-,173	-,244
ensoleillée	,303	-,318	,756	,269	-,161	,223	,135	-,051	,075	,236	-,078
généreuse	,657	-,207	-,221	-,330	-,010	,285	-,368	,130	,247	,066	-,262
propre	,155	,763	,151	-,087	,318	-,276	,043	,285	,013	,309	-,086

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales.

a. 11 composantes extraites.

Il résulte de l'analyse que les trois axes ont une signification assez précise et renvoient à des dimensions spécifiques. Une variable n'intervient pas : il s'agit de l'attractivité de la ville. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où les dimensions négatives de l'image, l'attractivité de la ville s'en trouve par conséquent affectée.

Diagramme de composantes



Les résultats de cette étude exploratoire font ressortir des traits de personnalité assez forts de la ville qui peuvent être exploités pour la construction d'une marque Casablanca. La chaleur, la convivialité, la générosité, le civisme et le côté agréable sont toutes des points forts de Casablanca sur lesquels les responsables de la ville peuvent axer leur politique de

communication. L'analyse de ces traits de personnalité démontre qu'il s'agit des caractéristiques des habitants de Casablanca et du Maroc de façon générale. Cette constatation nous amène à penser que la ville peut travailler cette personnalité en construisant des axes qui vont venir enrichir cette personnalité. On entend par exemple parler de Casablanca comme moderne ou avant-gardiste. Néanmoins, cette référence n'existe pas dans le positionnement perçu des casablançais. La ville doit encore renforcer cette dimension pour qu'elle soit perçue comme telle. La ville a connu une rupture ou une sorte de refondation d'origine coloniale. La ville a été constituée sous le nom d'Anfa la capitale du royaume hérétique des berbères Berghawa au Moyen-âge, a été détruite mainte fois et reconstruite par le sultan Mohammed Ben Abdellah vers 1780¹⁷. Cette réalité a dénué la ville de la dimension impériale qu'on retrouve dans les autres villes telles que Fès, Marrakech ou Meknès. Dans ces conditions, la ville doit travailler son identité et par la suite proposer une offre territoriale qui correspond aux axes identitaires ainsi choisis.

Le deuxième axe concerne les aspects négatifs de l'image de Casablanca. Les répondants ont tous manifesté leur insatisfaction par rapport à la propreté de la ville et le manque d'espaces verts. Ils ont également regretté le caractère brouillant de la ville et surtout de certains quartiers. Ces aspects constituent les faiblesses de la ville qui peuvent compromettre tout travail de promotion. Ces problèmes doivent être résorbés avant toute démarche marketing territorial. La ville doit commencer par résorber tous ces problèmes pour améliorer en premier la vie des habitants. Ces derniers sont les premiers concernés par l'image de la ville et sans leur adhésion, les responsables ne peuvent pas construire une offre territoriale valable et compétitive.

Le dernier axe a trait aux atouts climatiques de la ville représentés par le soleil. La ville, comme tout le royaume, bénéficie d'un climat agréable et d'un nombre de jours ensoleillés/an assez conséquent. D'ailleurs, la politique marketing, doit intégrer cet atout dans ses politiques de communication. Cet atout à lui seul est insuffisant pour promouvoir Casablanca. Il faut construire un avantage concurrentiel permettant de la différencier par rapport aux autres métropoles.

Pour conclure, on peut dire que l'identité de la marque Casablanca est caractérisée par une personnalité reconnue en tant que conviviale, chaleureuse, civilisée, accueillante, généreuse et agréable. Ce sont les aspects émotionnels de la marque Casablanca. En ce qui concerne, le produit Casablanca, l'étude de l'image a démontré qu'il a des aspects négatifs qui affectent négativement son image. Les problèmes de gestion de déchets et d'entretien de propreté de la ville constituent un handicap pour une grande ville comme Casablanca. La résolution de ces problèmes est préalable à la construction d'une offre compétitive. Le manque ou insuffisance des espaces verts est une contrainte qui pèse lourd sur la compétitivité de la ville. Les statistiques montrent que la ville offre moins d'un mètre carré d'espaces verts par habitant. Cet indicateur démontre que la politique de la ville est le tout béton qu'on retrouvait en Europe dans les années 60/70. Cette politique a été abandonnée dans les villes européennes pour laisser place à plus de nature et pour répondre à une demande sociale en matière d'espaces verts. La ville de Limoge en France, par exemple, offre 52 mètre carré d'espaces verts par habitant. La ville de Toulouse, quant à elle, offre 20 mètres carré d'espaces verts. Ces benchmarks montrent que la tâche est difficile et que les responsables territoriaux ont beaucoup de travail dans ce sens. Le caractère brouillant de la ville est en partie du aux manque des espaces verts et à une grande densité de cette capitale économique.

4 CONCLUSION

La concurrence entre les territoires n'est plus exclusivement l'affaire des métropoles des pays les plus développés. Les pays en voie de développement ont également intégré la course et ont de grandes ambitions pour leurs territoires. Le Maroc a lancé un grand chantier de développement de sa capitale économique Casablanca afin de la promouvoir au niveau des grandes métropoles internationales. La question du marketing territorial de cette ville s'impose. Les responsables territoriaux doivent créer une marque Casablanca fondée sur une identité et une image forte. Ce travail exige au préalable, la connaissance des axes de la personnalité de la ville.

L'objectif de ce travail est la réalisation d'une étude exploratoire sur la personnalité de la ville de Casablanca. L'étude de l'image permet de guider la conception d'une offre territoriale adaptée. La marque et l'attractivité constituent les variables les plus importantes du marketing territorial. L'étude a permis la mise en évidence d'un ensemble de traits de la personnalité de la ville. Les traits forts et distinctifs constituent les leviers sur lesquelles la ville peut communiquer. Les traits négatifs

¹⁷ R. Cattedra, «Casablanca : la réconciliation patrimoniale comme enjeux de l'identité urbaine», Rives Méditerranéennes 16, 2003.

constituent des défis à relever car qui ils sont soit le résultat de problèmes dont souffre la population ou des aspirations non satisfaites des habitants.

L'étude exploratoire a porté sur la perception de la ville de Casablanca. L'étude a fait ressortir une personnalité de Casablanca axée autour de trois dimensions. La première a trait aux caractéristiques émotionnelles de l'image de la ville. L'étude a montré que Casablanca est reconnue comme étant conviviale, chaleureuse, civilisée, accueillante, généreuse et agréable. La deuxième concerne les aspirations des habitants : verte, propre et calme. La troisième composante de l'ACP est d'ailleurs, constituée par le soleil qui constitue l'atout climatique de cette ville. La première et la troisième composante constituent d'ailleurs les caractéristiques classique d'une ville méditerranéenne : accueil, convivialité générosité et soleil.

Les responsables territoriaux devront travailler cette image par le choix d'un positionnement clair et défini dans la tête des habitants, touristes et investisseurs étrangers. Ce travail doit se faire en concertation avec les habitants. La ville a d'ailleurs déjà mis en place des sites web pour favoriser l'implication des casablançais dans le développement de leur ville. Un cluster e-madina a également été créé pour accompagner le développement de Casablanca et promouvoir le projet de la ville en tant que Smart City (ville intelligente). Une enveloppe budgétaire de 33 milliards de dirhams a été consacrée pour aider la ville à relever tous ses défis. Mais comme toute offre territoriale, les projets requièrent plusieurs années avant de déboucher sur des résultats concrets.

REFERENCES

- [1] L. Ambroise, F.F Valette, J.M. Ferrandi and Merunka D, «La construction d'un baromètre de la personnalité de la marque adapté au contexte français» Actes du congrès de l'association française de marketing Tunis, 2003.
- [2] C.E. Houllier Guilber, «De la communication publique vers le marketing des territoires : approche microsociologique de la fabrication de l'image de marque », Gestion et Management public, volume 1/n°2, p.35-49, 2012.
- [3] M. Barabel, S.Mayol and O.Meier, «Les médias sociaux au service du marketing territorial : une approche exploratoire », Management Prospective Ed.I, Management et avenir, n°32, 2012.
- [4] J. Gayet, «Le nouveau marketing touristiques est né», Revue Espace n°262 p7, 2008.
- [5] C.Chammard, J.C Liquet, «Evaluer l'image des régions françaises: le modèle bidimensionnel des représentations appliqué au marketing territorial » Cahiers de recherche du CREG, IAE de Pau-Bayonne 2006
- [6] V; Giard, "Le marketing territorial" Actes du congrès de l'association française du marketing, Toulouse, 1997.
- [7] R.M. Konecnik and L. DeChernatony, «Developing and applying a place brand identity model: de case Slovenia», Journal of Business Research, 66, 45-5, 2012.
- [8] Romain. Lauffer , Management public : gestion et légitimité, Paris, Dalloz, 1980
- [9] S.Changeur S, « Le territoire de marque : définition et conceptualisation », in actes des 13^{ème} journées nationales des IAE, Cahier de recherche n°513, CEROG-IAE Aix-en-Provence, 1998.
- [10] M.Kaplan, O.Yurt, B.Guneri and K. Kurtulus, «Branding places : applying brand personality concept to cities», European Journal of Marketing 44, 9-18, 2010.
- [11] V.G. Millet, «Identité territoriale et marketing territorial : application du concept du Corporate Mix », Les Cahiers Lyonnais de recherche en Gestion, 16, 148-172, 1995.
- [12] M. Barabel and al, « Les médias sociaux au service du marketing territorial : une approche exploratoire », Management Prospective Edition, Management et Avenir, n°32, P233-253, 2010.
- [13] E. Broclan, «Tango : enjeux d'une stratégie de promotion territoriale fondée sur la réappropriation d'un patrimoine musical » Questions de communication, n° 22, 123-140, 2012.
- [14] D.A.Aker, "Building Strong Brands", New York; Free Press, 1996.
- [15] J.N. Kapfererl, «Réinventer la marque?», Revue française de gestion 2003.
- [16] R. Cattedra, «Casablanca : la réconciliation patrimoniale comme enjeux de l'identité urbaine», Rives Méditerranéennes 16, 2003.
- [17] C. Ashley and S. Noble, «It's closing time: territorial behaviors from customers in response to front line employees», Journal of Retailing 90(1), 2014.
- [18] C.E Houllier-Guilbert, «De la communication publique vers le marketing des territoires: approche microsociologique de la fabrication de l'image de marque », Gestion et Management Public, -Volume 1/n°2, 2012.
- [19] J. Baray, «Marketing territorial: appréciation du rayonnement international des villes et des régions du monde par le nombre de leurs références sur les moteurs de recherche web», Revue des Sciences de Gestion, n°234, p 27-35, 2006.
- [20] H. Cardy, «Le discours identitaire dans les politiques de communication territoriale, la place des palmarès et de leur médiatisation», Mots. Les langages du politique 97, 2011.
- [21] H. Mainet, «Les petites villes françaises en quête d'identité. Ambiguïté du positionnement ou image tactiquement combinée?, Mots. Les langages du politique 97, 2011.

- [22] C.E. Houillier-Guilbert, «La communication du territoire rennais : jeux d'acteurs et cohérence territoriale», *Communication et Organisation* 35, 2009.
- [23] C. Le Bart and T. Procureur, «Quand les côtes du Nord sont devenues les côtes d'Armor. Le département entre identité et attractivité», *Mots. Les langages du politique* 97, 2011.
- [24] A.M. Kaplan and Haenlein, «The increasing importance of public marketing: explanations, applications and limits of marketing within public administration», *European Management Journal*, n° 27, 197-212, 2009.
- [25] C.A Suarez Carrasquillo, "Gated communities and city marketing: recent trends in Guaynabo, Puerto Rico", *Cities*, n° 28, 444-451, 2011.
- [26] S. Charters and N. Spielmann, "Characteristics of strong territorial brands: the case of champagne", *Journal of Business Research* 76, 1461-1467, 2014.
- [27] J. Bon, "Les spécificités du marketing des services publics » *Politique et Management Public* 7,4,25-32, 1989.
- [28] D.A Aaker, "Dimensions of brand personality", *Journal of Marketing Research* 1997.
- [29] J.P Flipo and L. Texier, «Marketing territorial: de la pratique à la théorie» *Revue française de marketing* n°136, 41-52, 199
- [30] Noisette and Vallerugo, *Le Marketing des villes*, Paris édition d'Organisation 1996.

Essai d'une nouvelle analyse de l'assurance-vie en Droit musulman et son évaluation à l'assurance-vie conventionnelle

Abdelmoumene BOUNAAMA

Institut de l'Ouest : Droit et Europe,
UMR CNRS 6262,
Université de Rennes 1,
Rennes, France

Copyright © 2015 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 focuses on doctrinal and comparative research between positive law and Muslim law relating to life insurance. In a conventional system, life insurance is based on uncertainty, which is prohibited for Muslims who wish to take out a life insurance while the concept of the Islamic law in insurance is the basis of mutual aid. This article also describes the incompatibility of conventional life insurance with the precepts of Islamic law and whose jurisconsults will resort to legal theories in search of compatible solution with Islamic law precepts life takaful insurance.

KEYWORDS: life insurance, life takaful, al riba, al maysir, al gharar, ta'awun.

RÉSUMÉ: L'étude porte sur une recherche doctrinale et comparative entre le Droit positif et le Droit musulman en matière d'assurance-vie. Cette dernière, dans un système conventionnel, est basée sur l'incertitude, un élément qui relève de l'illicéité pour les musulmans qui souhaiteraient contracter une assurance-vie alors que le concept même de l'assurance en droit musulman est le fondement de l'aide mutuelle. Il sera étayé dans cet article de l'incompatibilité de l'assurance-vie conventionnelle avec les préceptes du droit musulman et dont les jurisconsultes en assimileront une licéité jurisprudentielle en vue d'une alternative assurantielle comme substitut.

MOTS-CLEFS: assurance-vie, takaful-vie, al-riba, al maysir, al gharar, ta'awun.

1 INTRODUCTION

L'inconnu, ce mystère dont l'attrait semble céder du terrain devant la peur de l'incertain. Face aux nouveaux risques, le principe de précaution, dont l'incertitude juridique est grandissante, étend son empire, remarque Dominique LECOURT [1].

Contre le catastrophisme ambiant, chaque individu doit assumer sa vie, pour lui-même et pour les autres. Toute vie est liée à l'incertain et qui paraît plus évident pour l'individu. Le futur, la préoccupation du temps est un élément essentiel de notre vie caractérisée par le sentiment d'incertitude.

Entre souffrance et angoisse, l'incertitude « *comme condition de notre existence, comme de notre pensée, que sans autre choix nous devons assumer* » souligne Guy BOURGEOULT [2]. L'incertitude a donc, pris place dans notre foi et qui n'existerait même plus sans incertitude.

Pouvons-nous jusqu'à imposer l'incertitude comme certitude ? Pourtant reconnue comme constitutive de l'existence et dont la prise en compte s'avère nécessaire pour l'efficacité de l'action prise.

Voire que l'incertitude est elle-même incertaine. Demain est incertain. Demain peut détruire l'acquis d'aujourd'hui. Demain est la porte ouverte au coup du sort. Demain est la traduction de deux maux que l'homme n'a cessé de tenter de

combattre sans jamais parvenir à les vaincre. Véronique NICOLAS le définit explicitement « ... complémentaires et pourtant dissemblables, ils incarnent la peur existentielle de l'individu : l'incertitude de l'avenir proche et du devenir éternel. Contre le second, il est une issue : la religion. Contre le premier, un palliatif : l'assurance. » [3].

L'homme pouvant être atteint dans son patrimoine à l'occasion de certains sinistres ou dans sa personne en cas d'accident ou de décès, recherche tout naturellement le moyen de supporter la charge du dommage subi ou de la responsabilité encourue. Le besoin de sécurité est ressenti, plus au moins par tout individu : sur la pyramide des besoins de Maslow il constitue un besoin primaire.

Exposé aux conséquences de l'adversité il ne peut assumer seul le fardeau, aussi se tourne-t-il, en toute circonstance, vers la collectivité qui prend en charge le dommage résultant pour lui d'une éventualité qu'il redoute. La notion d'assurance est née de cette nécessité et est considérée pour cette raison comme application spéciale de l'instinct d'association.

Creuset de certaines espérances, remède contre la peur quotidienne, l'utilité de l'assurance vie n'est plus à démontrer. Au centre de toutes ces préoccupations : la vie et sa protection. « *Entre l'enfer et le ciel, il n'y a que la vie qui est la chose la plus fragile* » tel que l'extrapole Jean BIGOT [4], et assurément la plus précieuse.

Notre recherche s'articulera sur les voies qu'ont suivies les juristes en présentant un modèle assurance vie, *takaful-vie*, comme modèle alternatif en Droit musulman. Que sous la poussée des nécessités pratiques de nouvelles règles font naître des conceptions modernes.

2 LA NOTION DE L'ASSURANCE-VIE CONVENTIONNELLE ET SON AMBIGÜITE JURIDIQUE

Bastiat évoque par une fable, la genèse de la convention d'assurance mutuelle : « *Des hommes ont chacun une maison. L'une vient à brûler, et voilà le propriétaire ruiné. Aussitôt, l'alarme se répand chez tous les autres. Chacun se dit : « autant pourrait m'arriver ».* Il n'y a donc rien de surprenant à ce que tous les propriétaires se réunissent, répartissent autant que possible les mauvaises chances en fondant une assurance mutuelle contre l'incendie. Leur convention est très simple. En voici la formule de Frédéric BASTIAT [5] : « *Si la maison de l'un de nous brûle, les autres se cotiseront pour venir en aide à l'incendié. Par là chaque propriétaire acquiert une double certitude : d'abord qu'il prendra une petite part à tous les sinistres de cette espèce ; ensuite, qu'il n'aura jamais à essuyer le malheur tout entier (...)* Voilà l'association ». »

2.1 LE PRINCIPE D'ASSOCIATION

C'est bien, poussées par la rudesse de l'environnement que les familles sont conduites à s'associer. Quel peut être le contenu de ce pacte d'association ? Il s'agit de se défendre, tous ensemble, contre un danger extérieur, et d'agir de concert. Rousseau [6] résume le problème « *Trouver une forme d'association qui défende et protège de toute la force commune la personne et les biens de chaque associé, et par laquelle chacun, s'unissant à tous n'obéisse pourtant qu'à lui-même et reste aussi libre qu'auparavant.* » Tel est le problème fondamental dont le contrat social donne la solution.

Au milieu du siècle, Bastiat et Proudhon ont bien aperçu et signalé les phénomènes de solidarité « *qui se croisent* » dans toutes les associations humaines. Mais aucune théorie d'ensemble ne s'est dégagée de ces observations ; le mot, en tout cas, ne fit pas fortune, et Littré, en 1877 [7], ne donne encore de ce terme, en dehors des acceptions juridique et physiologique, qu'une définition « *de langage courant* », c'est-à-dire sans précision et sans portée « *c'est, dit-il seulement, la responsabilité mutuelle qui s'établit entre deux ou plusieurs personnes* ».

2.2 LA NOTION DE MUTUALITÉ

D'après LAPALICE, l'assurance est le contraire du jeu [8]. Elle tend à combattre l'aléa puisque l'assuré, par cet acte de prévoyance se met à l'abri du risque qu'il redoute et que l'assureur cherche à réduire l'effet du hasard en regroupant toutes les personnes désirant faire face à ce même risque. C'est ce qu'exprimait CHAUFTON dans la formule « *la compensation des effets du hasard sur le patrimoine de l'homme par la mutualité organisée suivant les lois de la statistique* ».

En diluant le risque, la mutualité élimine le hasard et crée une certaine sécurité. La mutualité permettra d'autant mieux de réguler les effets du hasard par la compensation des risques subis en son sein qu'elle sera plus nombreuse. Elle les protège contre les risques du hasard qui les menace dans leur personne comme dans leurs biens et leur donne ainsi confiance dans l'avenir. Dans ces contrats, la réalisation du risque qui fait l'objet de la garantie prévue doit être la conséquence du hasard et non la volonté de l'Assuré.

Tout repose une idée vieille, c'est-à-dire sur le regroupement d'un certain nombre d'individus soumis au même risque, afin de répartir entre eux les mêmes charges des sinistres qui ne frapperont que quelques membres du groupe et de cette manière, les victimes ne seront épargnées d'une quelconque infortune. Tous paient pour un et chacun y participe modérément.

2.2.1 LA NAISSANCE DE LA SOCIÉTÉ D'ASSURANCE

Restait à gérer cette mutualité, à l'administrer et donc à formuler les bons calculs afin d'assurer un équilibre financier nécessaire. En un mot : une organisation économique devait être créée : la société d'assurance. Une association volontaire de personnes, à but non lucratif, dont la base de fonctionnement est la solidarité par laquelle les membres expriment la volonté de prendre en main eux-mêmes leurs problèmes. Or, chaque adhérent contracte seul avec la société ce qui lui fait valoir son engagement contractuel, une entente séparée avec l'assureur en prévention des risques circonstanciels. Ce qui masque la réalité juridique et humaine de la société d'assurance par sa personnalité morale.

De même que la doctrine renvoie à la complémentarité de la société d'assurance et du contrat d'assurance. Toutefois, leur objectif les distingue : la société d'assurance gère financièrement une organisation collective alors que l'assuré cherche une protection contre les conséquences du hasard.

L'entreprise d'assurance doit ensuite rassembler les risques aussi dispersés et homogènes pour qu'elle fonctionne dans « *les conditions identiques à celles qui ont présidés à l'élaboration des statistiques* » selon FAIVRE [10]. C'est « *une technique du maintien de l'équilibre afin d'éviter que les assurés normaux doivent payer pour des risques différents des leurs* » souligne ainsi le Professeur FAGNART [11].

On est en présence d'un contrat d'adhésion qui a une existence autonome. L'entreprise d'assurance cherche à ne pas être déficitaire, ce qui donne une existence juridique propre à ces contrats. Pourtant, l'équilibre financier des entreprises n'est point mentionné ni même pris en considération dans la définition la définition des contrats de vente.

L'entreprise d'assurance cherche à parvenir à une situation économique bénéficiaire et ce, risque par risque de sorte à ne pas subir de perte avec ses contrats et ce, secteur par secteur. Le bénéfice recherché ne sera pas globalisé à l'ensemble de son activité. L'assureur peut toujours couvrir un risque. Mais, en fonction de la probabilité de réalisation du risque, le montant de la prime sollicitée sera plus ou moins élevé. Ainsi que l'écrit CHIAPPORI, « *c'est une condition de survie, qui commande aux entreprises d'assurance de différencier leurs tarifs en fonction du niveau du risque des assurés.* » [12]. Nous remarquons que le contrat d'assurance peut se définir sans référence à la situation financière de l'une des ses parties. Le contrat d'assurance et la société d'assurance renvoient alors à deux notions juridiques distinctes.

2.2.2 LA NATURE JURIDIQUE DES CONTRATS D'ASSURANCE-VIE

Il est certain que les difficultés que rencontre la société d'assurance à ce jour ne remettent pas en cause son entité juridique. Alors que pour le contrat d'assurance aucune tentative n'a été effectuée pour le définir communément d'où l'absence d'une unanimité à donner un sens à cette notion. Fontaine précise qu' « *actuellement encore, l'accord ne s'est pas fait sur les éléments essentiels du contrat d'assurance. Bien que cela n'empêche pas l'assurance d'assumer un rôle éminent dans la vie économique et sociale contemporaine, les juristes ne s'entendent pas sur certains aspects fondamentaux de la notion même du contrat d'assurance* » [13].

Conscients de la nécessité de procéder à des aménagements de la matière, les législateurs ont procédé à des retouches successives en veillant à peaufiner le régime applicable aux différents contrats d'assurance sans se consacrer à une réflexion d'ensemble. Cela se justifie par le progrès technique et le développement scientifique qui n'ont faits que croître le besoin de sécurité des individus. Adapter les contrats d'assurances à ces nouvelles attentes des individus était inéluctable.

Face à une mutation permanente, les contrats d'assurance ont reconsidérés certains points de leurs contenus afin de répondre à de nouvelles situations de risques. Le droit des assurances est entaché d'imprécisions terminologiques où une pratique laxiste du langage y est influente ce qui rend préjudiciable à la compréhension de la matière.

Un souci pour les pouvoirs publics dont la volonté est de ne pas nuire au besoin d'une connaissance rigoureuse de ce qu'est le contrat d'assurance. Une adaptation de ce dernier est plus que nécessaire selon COURTIEU, « *le contrat d'assurance est l'un des contrats qui fait l'objet de l'attention de la Commission des clauses abusives, et de la jurisprudence* » [14].

Certes, une notion de contrat d'assurance précise et exacte devient plus que fondamentale. En effet, pour pallier les carences des politiques publiques de la protection sociale, l'assurance-vie semble avoir été désignée comme voie parallèle en réponse aux limites naturelles de la protection légale et pour compléter les régimes obligatoires.

3 LES FONDEMENTS DE L'ASSURANCE-VIE

Une assurance-vie qui diverge sur deux conceptions : une assurance dite de capitalisation prévue et organisée sur un plan financier par l'individu lui-même et une assurance gérée en répartition où le malheur des uns est pris en charge par les autres.

Contrairement à la doctrine qui y voit un contrat épargne, la loi considère l'assurance-vie comme un simple contrat d'assurance. Les assurances de personnes se distinguent des assurances de dommages en raison de leur caractère forfaitaire. Et pourtant, certaines assurances de personnes ont été considérées comme ayant une fonction indemnitaire par les tribunaux français de même que le législateur belge qui met en évidence la réalité pratique.

Avec le développement de nouvelles formes d'assurances-vie, les frontières entre assurance traditionnelle, gestion d'actifs et banque d'investissement se sont estompées. Les opérations qui y sont effectuées et les services qui y sont proposés échappent à un fondement juridique identique. Trompé par les apparences, le juriste rencontre une ambiguïté sur la nature juridique des opérations. Ce qui rend indispensable de qualifier à nouveau les notions fondamentales d'assurance.

De ces éléments susrelatés, auquel s'ajoute aujourd'hui l'engouement pour les nouvelles formes d'assurances-vie (plan d'épargne populaires, livret de développement durable, plan d'épargne en actions, nous nous interrogeons sur leurs absence en pays d'islam.

4 L'INCOMPATIBILITE DE L'ASSURANCE-VIE CONVENTIONNELLE AVEC LES PRINCIPES DU DROIT MUSULMAN

Le contrat d'assurance-vie, tel qu'il est défini, souffre, selon la jurisprudence islamique de défauts qui le rendent illicite et son absence dans les pays musulmans pourrait s'expliquer par :

4.1 UNE RAISON PUREMENT ÉCONOMIQUE

« *le faible niveau des ressources de certaines populations, auquel s'ajoutait une inexistence d'offre...* » tel que l'apporte BEN JEMIA [15].

4.2 UNE RAISON SOCIOLOGIQUE

« *l'esprit solidaire qui unit les populations musulmanes, que ce soit au sein de la famille ou dans la sphère communautaire* » [15]. En effet dans les sociétés musulmanes traditionnelles caractérisées par une égalité juridique de principe, règne l'esprit de coopération et, en cas de besoin, le recours à l'assistance.

Nous devons ainsi admettre que, de par leur structure et moyennant le respect de règles simples, les sociétés musulmanes génèrent un grand degré de protection. En effet, tous ses membres partagent les mêmes périls et ne manquent pas de se prêter alternativement assistance, selon que tel ou tel se voit frappé par un coup de sort.

L'islam est décrit comme la civilisation du don comme le précise BENABDELALI [16] au sens « *d'institution ... (qui) n'est pas temporaire et incidente. Mais, permanente et structurelle* ». Le don qui constitue le quatrième des cinq piliers de l'islam, sous la forme de l'aumône légale s'impose à tous, aux riches comme aux moins pourvus, et constitue bien une manifestation communautaire.

De surcroît, nous concevons sans peine que le recours à l'assurance caractérisée comme un système de compensation à base conditionnelle où l'individu n'a droit à l'indemnité que s'il s'est préalablement acquitté du paiement d'une prime, sujet à un formalisme étiqué, ne puisse gagner l'adhésion de tous croyant, viscéralement incapable d'associer l'idée d'assurance-vie aux concepts de gratuité et de don. Un déni qui constitue autant de signes d'attachement à une culture.

4.3 UNE RAISON THÉOLOGIQUE

Qui trouve défaut dans ces contrats d'assurance dite spéculative. Il n'est peut-être pas vain de penser que le dédain des musulmans vis-à-vis de l'assurance-vie s'inscrit fort logiquement dans un ensemble complexe. En effet, la vie quotidienne des musulmans s'inscrit dans un droit dont les sources et leur interprétation sont incompatibles avec l'assurance-vie conventionnelle et dont les difficultés que rencontrent les assureurs leur sont insurmontables.

Le droit musulman trouve principalement ses sources dans le Coran et la Sunna. Sous la forme d'un « *chaos en 114 chapitres ou sourates...[le coran] n'est rien moins qu'un code* » tel le décrit CAHRLES [17]. Ainsi « *... les obligations juridiques*

incluses dans ce pêle-mêle de règles souvent à peine esquissées répondaient-elles non à des fins spécifiques, mais à un impératif d'éthique auquel elles restent subordonnées, et les sanctions normatives – quand elles existeront – ne seront qu'incidemment pénales : c'est l'enfer et non le gendarme qui guette le fidèle qui a enfreint la prohibition du prêt à intérêt, du jeu de hasard,... » [17].

Quant à la Sunna, un ensemble de recueils de traditions ou « *hadiths* » venues parfaire la pensée du prophète, comble les lacunes, notamment au plan juridique du texte sacré. Tout acte en général et de toute obligation en particulier est subordonnée à sa conformité pour être valide.

5 LES INTERDITS CONTRACTUELS

De nos jours, les principes moraux qui en résultent peuvent se révéler très gênants. Il en va ainsi d'« *al ribā* », pratique prohibée par le Coran, qui consiste à prévoir l'intérêt d'un prêt et peut refléter la notion d'usure. Dans sa conception « *la doctrine, se conformant à des hadiths, ne permet que l'échange de deux quantités de valeur égale, et l'échange doit se faire sur le champ et non à terme* » explique GAUDEFROY-DEMOMBYNES [18]. On conçoit que le respect d'un principe présenté de manière aussi absolue, qui générerait considérablement l'activité économique et conduirait même à la fermeture des institutions bancaires, ait fait l'objet de controverses à ce jour.

Aussi, « *al gharar* » une autre pratique souvent citée, qui relève du concept d'aléa et qui entraîne, en matière contractuelle, le devoir de s'abstenir de souscrire à toute obligation laissant place à l'incertitude. MILLIOT relate que « *Sa prohibition est fondée sur l'immoralité du gain que ne justifie pas le travail, sur les risques que court le joueur lui-même et la nécessité de l'en protéger...* » [19].

Enfin, « *al maysir* » est un cas extrême d'« *al gharar* » et comprend toute forme d'acquisition de richesse qui dépend purement de la chance. Il comprend également la réception d'argent, d'avantage ou d'usufruit qui est au détriment de l'autre partie dans une transaction d'échange. « *al maysir* » est par conséquent un échange contractuel avec une structure de jeu à somme nulle qui conduit à un transfert pur et simple de la richesse sans contre-valeur.

Etymologiquement, il désigne un jeu de hasard. Dans son pendant économique, cette notion se manifeste lorsque l'objet d'un contrat dépend d'un événement aléatoire ou dépendant d'événements futurs non maîtrisables. C'est tenter de prévoir le résultat futur d'un événement. Elle peut porter aussi bien sur l'existence même de la prestation, comme c'est le cas des assurances accident, que sur l'étendue de la prestation, que l'on constate dans l'assurance-vie. Ainsi, sont contraires à la morale musulmane les contrats dont les contenus de la prestation dépendent d'un événement susceptible de se produire pendant la durée du contrat.

En effet, cette situation génère une ignorance « *jahl* » quant aux gains et aux pertes des deux cocontractants, susceptible de causer un préjudice à l'un ou à l'autre car on ne peut savoir, à l'origine, si le contrat est équilibré. Or, un contrat ne doit léser aucune partie. Pour GUERANGER, ce « *... déséquilibre se retrouve si le contrat est complexe car il risque alors de favoriser l'exploitation du moins instruit par le plus instruit* » [20].

5.1 LA JUSTIFICATION JURISPRUDENTIELLE

Face à cet ensemble de préceptes rigoureux et d'interdits, les praticiens et les jurisconsultes musulmans ont ressenti le besoin d'éclaircir le sens de certaines formules puis d'interpréter des principes et des règles que nul n'envisagera de contester le caractère sacré en tenant compte du contexte dans lequel pour BERQUE « *les feux croisés du licite et de l'interdit se disputent les mêmes démarches* » [21].

L'assurance-vie serait-elle donc assimilable au jeu de hasard ? Certains y répondent par l'affirmative, en relevant, que tout comme le jeu, l'opération d'assurance revêt un caractère d'aléa ou « *gharar* ». À savoir, qu'il faut bien distinguer les intentions des protagonistes, car pour ABU SALIEH « *le jeu de hasard sert à tromper autrui, alors que l'assurance ... (vie)... sert à créer un lien de solidarité...* » [22]. Ensuite, considérée sous l'angle technique, l'opération d'assurance perd son caractère aléatoire par le recours à une statistique rationnelle, au respect de la loi de compensation des risques, et à la solidarité ainsi générée entre les membres de la mutualité.

Mais d'autres jurisconsultes, affectionnent le raisonnement du type par défaut s'appuyant sur le fait que le contrat d'assurance ne figure pas dans la liste des contrats mentionnés par les sources traditionnelles, et que, ne pouvant donc être assimilé à certains de ceux-ci, il doit être banni.

5.2 DE L'ILLICITE A UNE ASSIMILATION LICITE

Alors, que certains juristes ont estimé pouvoir pratiquer certaines assimilations qui reviendraient à légitimer l'assurance-vie.

C'est assimiler à un raisonnement par défaut le syllogisme selon lequel, n'étant écrit nulle part que la licéité d'un type de contrat est conditionnée par sa mention dans la loi, il s'en suit que cette absence vaut validité pour tout contrat innommé, surtout s'il correspond à la satisfaction d'un besoin nouveau. C'est l'opinion qui s'inscrit dans le courant actuel, une pensée moderniste, opposée à un attachement aveugle à l'orthodoxie et basé sur l'idée maîtresse que l'islam est à même de s'adapter à toute situation qui se présente, indépendamment du caractère de nouveauté de celle-ci.

Toutefois, le débat sur la licéité de l'assurance au regard de la *charia* portera sur les trois principales prohibitions du droit musulman : « *al-riba* », qui vise l'enrichissement sans cause, « *al gharar* » qui poursuit l'incertitude et le « *maysir* » qui interdit l'enrichissement aux dépens d'autrui, et donc le jeu (*hasard*).

6 CONCLUSION

Le contrat d'assurance sera étudié dans la première conférence internationale de l'économie islamique en 1976, avec la participation de plus de 200 juristes, et qui jugeront que l'assurance commerciale est prohibée par la *charia* et que l'assurance *coopérative* constitue son substitut. Deux ans plus tard, le Comité de la Doctrine Islamique de la Ligue Islamique Mondiale, dans sa session de 1978, déclarera la prohibition de l'assurance commerciale dans toutes ses formes et considérant que l'assurance coopérative constitue un substitut de l'opération prohibée ; cette décision était unanime, Sauf l'objection d'AZZARKA le plus grand partisan de la licéité de l'assurance commerciale.

Une assurance que sera constituée, par un groupe de personnes qui travaillent dans le même secteur, d'un fonds commun mutuel destiné à indemniser tout participant qui doit faire face à des pertes spécifiques pour des raisons inattendues.

Cette formule démarque sensiblement l'assurance islamique de l'activité exercée par les compagnies d'assurances conventionnelles pour un certain nombre de raisons :

- d'abord, les règles en sont fixées par le droit musulman peu susceptible de modification sur l'initiative des hommes, ce qui lui donne une certaine stabilité et donc une certaine crédibilité ;
- le contrat d'assurance de droit musulman n'est pas un contrat d'achat à un tiers de protection contre une rémunération étant donné l'accent mis sur la solidarité du groupe ;
- les primes font obligatoirement l'objet d'investissements licites sous le contrôle même des assurés ;
- l'absence de profits par cette formule car, lors de la dissolution du fonds, le solde est rétrocédé aux participants au prorata de leur participation ou bien donné charitablement ;
- le gestionnaire, agent des participants, pour son activité sera rémunéré par une commission et ne perçoit donc pas le surplus apparaissant, le cas échéant, entre les primes et les sinistres, qui revient à une société commerciale sous forme de bénéfice technique, ce qui évite le conflit d'intérêt entre le gestionnaire et les assurés ;
- la *zakat* est payée par la société d'assurance coopérative comme impôt religieux.

En principe, ce fonctionnement, où l'on ne trouve aucun élément de jeu ou d'enrichissement injustifié, ne génère pas d'avantage indu au bénéfice de tiers.

Nous remarquons que le Droit musulman autorise une assurance alternative qui revêt une forme de garantie mutuelle surnommée *al takaful* ou *al ta'awun*, une coopération mutuelle dont les caractéristiques susmentionnées nous rappellent ceux de l'assurance conventionnelle.

REFERENCES

- [1] Dominique LECOURT, « *Contre la peur* », Collection Quadrige, 3^{ème} édition.
- [2] Guy BOURGEOULT, « *Éloge de l'incertitude* », Éditions Bellarmin, 1999, page 12.
- [3] Véronique NICOLAS, « *Essai d'une nouvelle analyse du contrat d'assurance* », Thèse, Paris, L.G.D.J.-E.J.A. 1996, p. 11.
- [4] Jean. Bigot, in *Préface*, J-A Chabannes et N. Eymard-Gauclin, « *Le manuel de l'assurance vie* », L'Argus Editions, 3^e éd. 2004, p. 8.
- [5] Frédéric BASTIAT, « *Harmonies économiques* », chapitre 14, Oeuvres complètes, tome 6, Guillaumin, 1850.
- [6] Jean-Jacques ROUSSEAU, « *Du Contrat social* », L. I, Chapitre VI : Du pacte social.

- [7] Dictionnaire de la langue française d'Emile Littré 1863-1877.
- [8] Serge COURVILLE, « *Entre ville et campagne* », Les Presses de l'Université de Laval, 1990, p. 75.
- [9] Albert CHAUFTON, « *Les assurances* », 1884, I, p 347.
- [10] Yvonne LAMBERT FAIVRE, « *Droit des assurances* », 11^{ème} édition, paris, Dalloz 2001, p.42, n°39 et 40.
- [11] J-L. FAGNART, « *Droit privé des assurances terrestres* », in *Traité pratique de droit commercial*, Tome 3, Diegem, Kluwer / E. Story-scientia, 1998, p.46, n°48.
- [12] Pierre André CHAPPORI, « *Risque et assurance* », Flammarion, Dominos, 1997, p.70.
- [13] M. FONTAINE, « *La loi Belge du 25 juin 1992 sur le contrat d'assurance terrestre* », R.G.A.T 1993, n°4, p 279.
- [14] Guy COURTIEU, « *Clauses abusives : l'épée de Damoclès ?* », *Resp. civ. et ass.*, janvier 1996, n°1, pp.- et 7 .
- [15] Toufik BEN JEMIA, « *L'assurance automobile en droit tunisien par comparaison au droit français* », Thèse Paris, 1985, p. 2.
- [16] Naïma. BENABDELALI, « *Le don et l'antiéconomique dans la société arabo-musulmane* », Eddif, Casablanca, 1999, p. 47.
- [17] Raymond CHARLES, « *Le droit musulman* », PUF, 1956, p.13.
- [18] Maurice GAUDEFROY-DEMOMBYNES, « *L'islam* », Paris Alcan, 1927, p.195.
- [19] Louis MILLIOT, « *Introduction à l'étude du droit musulman*, Sirey, 1953, p.647.
- [20] François GUERANGER, « *Finance islamique : une illustration de la finance éthique* », Dunod, Paris 2009, p. 36.
- [21] Jacques BERQUE, « *L'ambiguïté dans le fiqh* », Opéra Minora I, Ed. Beauchene, 2001, p. 514.
- [22] S.A. ALDEEB ABU SALIEH, « *Les musulmans face aux droits de l'homme* », Winkler Bochum, 1994, p. 232.

Understanding Core Competency of Small and Medium-sized Enterprises: A comparative Study in Tanzania and China

Adilu M. Salim

Research Scholar,
School of Industrial Management,
Department of Human Resource Development,
Korea University of Technology and Education, Republic of Korea

Copyright © 2015 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 study has been to identify Core Competency in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Tanzania with reference to China. The study also involves an observation of the existing association among SMEs in Tanzania and China in terms of their activities and commitments in keeping the core competencies as a strategy for SMEs to remain competitive. This practical investigation involved an inquiry research approach for evaluating core competencies to SMEs through management, technical and capability perspectives as variables. The study therefore, employed survey questionnaires to individuals and proprietors in local and urban SMEs operating in Tanzania enacted in the observed SMEs from China. The results generally revealed that SMEs in China have developed a relatively high core competencies in their operation compared to its referred part, Tanzanian SMEs. The technological environment has greatly supported the development of core competence in China SMEs and weak technological infrastructure, low level of managerial skills and lack of effective marketing are amongst the factors which were identified to result to low level of core competencies in Tanzania SMEs. Most of the capability skills found in Chinese SMEs (5.42%) then in Tanzania SMEs that seem to be (2.82%). This signifies the importance technology incorporation in the course of the SMEs' operation, customer service, the level of business training and effectiveness in marketing. This also helps to explore how the business managers can integrate managerial, technical and competency skills effectively, taking advantage of their available resources and through understanding of core competence.

KEYWORDS: Competency, Capability, Enterprises, Technology, Tanzania, China.

1 INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

Value creation enhancement in Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) has recently been spilled on the current wave of strategic business management--getting a head and stay ahead. Firms in this business setting are really struggling to cope up and in this way they are integrating the management, expertise, capability, competition and other factors into the whole running process. Businesses and enterprises are striving to have and maintain something that customers uniquely value. However, in general small-firm point of view, one core challenge facing them has been not only developing the customer desired competence but identifying the core competency within the firm itself in terms of quantity and extent of provision of business and viable creation of value. Thull, J. (2007) expressed new core competency for growth-minded firms as value creation and that, firms must make value creation everyone's job because if they are competing on price will never achieve maximum profitability and effectiveness. Accordingly core competence is the significant influence to help firms to develop, maintain and actually create the lasting competitive advantage. It is the most basic tool that firms of any size can utilize to obtain the utmost advantage of sustainable development.

Core competencies represent special strengths relative to other enterprises in the industry which offer the fundamental foundation for the provision of an added value. Core competencies are the shared learning in enterprises, and involve how to organize diverse production skills and incorporate multiple streams of technologies. It is communication, participation and a deep commitment to functioning across enterprise boundaries. A small number of enterprises are probable to build world leadership in over five or six fundamental competencies (Prahalad, & Hamel, 1990). Core competencies was originally introduced by Prahalad and Hamel (Prahalad, Hamel, 1990), who recommended, that core competencies must be the combined learning in the organization, particularly how to coordinate diverse production skills and integrate various streams of technologies. They argued that a company's core competencies are the groundwork from which competitive improvement can be built in the market. If a firm does not know its own competencies, it is very difficult to identify strategies and goals for prospect activities. Competencies represent the combined know-how of the firm in commencing or responding to revolutionize, through managerial processes, schemes and procedures, all integrated into manners of deeds, interior networks and interpersonal relations.

The importance of distinctive core competencies has highly increased in recent years, since it is an important tool to any firm's success and growth. The significance falls on arising value creation from capabilities and competencies rather than value appropriation which is more of market requirement. SMEs are facing the devastating competitive phenomenon and the ideas of identifying yet defining a successful core competence has therefore become a big challenge. Regardless of having abundance of natural resources in the country, the Small and Medium Enterprises (SMEs) in Tanzania are not capable to meet the challenges of presented by globalization largely due to lack of facilities and information (Aikaeli, J. 2006). This has been a challenge to the SMEs as they don't get to understand and know the core competencies that are required to competitively survive in the industry. For instance, the high cost of Internet accessibility, deficient of awareness on products, quality, technology and competition (Market) assisted by the high cost of procurement of reliable information have resulted into almost a 'Digital Divide' flanked by those who have access to the information and those who don't have.

According to ILO (2005), Tanzanian defines SMEs according to subdivision, size of employment, and investment of assets. With this division, SMEs are put into micro, small, and medium-size. The Tanzanian government aims to promote the proliferation of SMEs. Various schemes and programs have been established both by the government and nongovernmental organizations such as SIDA in to encourage and support SMEs establishment and development. One such like program is the SME training fund provided by the government. The SME training fund seeks to provide training grant to SMEs in Tanzania to offer the relevant training on their business operations. The program's objective is to enhance the human resources activities and procedures in SMEs and to enhance SMEs' capabilities and competitiveness. The country as a developing country has realized the importance os SMEs for its economic development and growth. The Tanzanians' SMEs constitutes 90% of the total number of enterprises in Tanzania. However these SMEs can neither meet challenges that they face in this world of today, nor successfully identify them in the global perspective. Moreover, these SMEs fail to adequately identify and define their core competencies and as a result, the young professionals are remaining struggling to incubate their own business techniques in less innovative situation.

According to the Chinese Economic and Trade Commission (CETC) 2003, SMEs in China refer to business enterprises that compose of number of employees below 2,000 with total revenue below RMB 300 million per year, and a total asset of less than RMB 400 million. In China there is an increasing significance of SMEs in its economy. Experts guess that SMEs are at the present responsible for around 60% of China's industrial productivity and employ roughly 75% of the workers in China's cities and towns. In national industry and commerce registration enterprise, SMEs account for 99%, These SMEs create the most new urban jobs, plus they are the major destination for employees laid-off from state-owned organizations.

China is characterized by many private small businesses created on personal strive and too contribute to the rural collective economy (Liang, 2009, Liu, Hu, & Tian, (2012)). Consequently, in the process of the SMEs' development China also face challenges and difficulties such intense market competition, weaken demand, the cost fluctuation, polivy environment mismatch and lack of core competence mainly due to lack of core values systems (Liu, Hu, & Tian, 2012).

1.2 PURPOSE AND SIGNIFICANCE

This study searches to identify the Core Competence in Small and Medium Enterprises in Tanzania referring to the People's Republic of China (the world's most populous country, world's top exporters with attracting records of foreign investments and a country with 80% of jobs from SMEs, BBC News Asia, 2nd October, 2014). It will look to establish the current situation on the core competence of the SMEs and to identify the core competence that these SMEs strive to achieve in order to remain competitive in the local market and in the international market. It will also establish the ways by which the SMEs put in place to achieve the desired competence and then increase understanding of how the core competency in SMEs is currently developing in Tanzania.

The key significance of the study revolves around the fact that, small and medium-sized enterprises (SMEs) represent nearly ninety percent (90%) of Tanzania's total number of enterprises, with most classified as group or family businesses. The research is significant since the SMEs constitute essential part of the country's economy. Additionally, it is imperative to compare the core competence in Tanzanian SMEs in order to identify the countries' position, relative to the world, in general and China in particular. Also valuing the identification of loop-holes and their remedies in the core competence of Tanzania SMEs will contribute recommendations to improve the processes. Moreover, this study is intended to add on existing literature and efforts for enhancing, controlling, and managing SMEs from Tanzania's responsible body; current perceptions of SME core competence and need for renovation. Ultimately, the study findings will help educate readers in the basics of SMEs' competence with a goal toward benefitting both Tanzanians and Chinese.

1.3 LITERATURE OUTLOOK

In his article "Building growth on core competence – a practical approach" Nigel Petts (1997) describes "core competence" as a unique combination of technologies, knowledge and skills that are possessed by one company in a market. He found that, core competence has various attributes such as: *complexity* (possessed by a group of individuals using diverse technologies); *invisibility* (not easy to identify); *inimitability* (not easy of being copied); *durability* (lasts longer than mere products); *appropriability* (advantages are granted solely upon the owner); *non-substitutability* (cannot be replaced by an alternative competence); and *superiority* (clearly better than similar competences owned by others) Nigel Petts (p.552, 1997).

SMEs development appears as a key instrument in poverty eradication efforts. Trade liberalization and globalization have brought up new opportunities plus challenges for SMEs. Currently, only small portion of the SME sector is capable of identifying and exploiting these opportunities and also deal with the challenges. Most of SMEs in developing and transition countries like Tanzania, nevertheless, has been unable or less able to exploit the advantages of globalization and further they are often under pressure on the local or domestic markets brought up by the cheaper imports and competition from foreign.

Issack & Rutashobya, (2006) observed that, a chief objective of work to encourage the development of the SMEs sector is thus to change the balance among these two groups of SMEs and to provide SMEs to better deal with the challenges of globalization and to profit from its opportunities. There is no objection that, the rate of SME development is affected by the competitive environment. Lettice, Issack & Jaenson, (2001) explained that, the SMEs face intense competition from the large enterprises and to be able to cope with the challenging nature of the business environment, the SMEs are increasingly incorporating diverse survival strategies. As a result, these firms are witnessing rampant growth.

According to Ghobadian & Gallear (1996), SMEs are increasingly being renowned as 'lifeblood of contemporary economics'. As a result, various parties such as learning institutions, Chambers of Commerce and Industry are increasingly appreciating the SME sector. For example, the Tanzanian government has recognized that SMEs are too significant to national and local economic development since they have the potential to grow into big enterprises (Tanzania Chamber of Commerce Industry and Agriculture, 2009, para.3). This means that the sector has a high potential of creating more job opportunities. As a result, the government is formulating various policies aimed at minimizing its direct involvement various productive activities. This is giving a chance to private investors to venture into these sectors through establishment of SMEs.

1.3.1 THE THEORY OF STRATEGY IN SMEs

Currently, the theory of strategy is gaining more importance within Small and Medium Enterprises (SMEs). The theory deals with effective planning of business operations to ensure that attains a high competitive advantage. The theory also entails effective selection and identification of business or industry in which to operate. As a result, the firms' management teams are able to develop strategies relevant to the industry. From this definition, it is evident that the theory centers around developing a solid business structure whose goals are attained through a combined effort of all the parties involved. Brown and Eisenhardt, (1998) thought that, in considering the challenging nature of business environment, the success and survival of SMEs depends on how well they integrate the concept of strategic management. They further discovered that, the major discontinuities are experiencing with technology advances, time density and complex global interdependencies. In the situation of fast and random changes, SMEs have to compete on the edge of disorder where success and value makings are based on the implementation of continuous reinvention. Prahalad, (1998) also came up with the idea that, SMEs should consider that discontinuities might quickly change some core competencies into core rigidities and need to be developed rapidly to take advantage of new opportunities.

According to Richard (2003), there are five tasks that the management teams should integrate in their strategic management process. These include development of the strategic vision and mission, setting objectives, formulating

strategies to attain the set objectives, strategy implementation and execution. During the vision and mission formulation phase, management teams of SME's should think strategically about the firm's future. This means that the vision should consider the firms' future operation for a period of approximately 5 to 10 years. On the other hand, the mission should spell out what the firm intends to deliver to the customers and other stakeholders. The vision and mission formulated should be communicated to the employees to ensure that all their operations are focused at attaining the set objectives. Upon undertaking the aforementioned tasks, the management teams should consider undertaking continuous evaluation of the firms' performance. This will serve in ensuring that possible deviations are corrected.

Richard (2003) asserts that the strategy should contribute towards the firm's growth, ability to respond to changing market conditions, satisfy the customers, capitalize on emerging opportunities and attain its financial objectives. One of the ways through which this can be attained is by integrating the concept of innovation. According to Liang (2009, p.4) innovation refers to the process through which a firm introduces new products, services or operational concepts. Tremblay (2004, p.3) asserts that the success of SMEs is determined by the efficiency with which the management teams develops strategies based on innovation. For example, through innovation, a firm is able to venture into new market segments through development of new products. This is achieved through effective environment scanning to identify feasible investment opportunities.

1.3.2 THEORY OF CORE COMPETENCY IN SMEs

Hamel & Prahalad, (1990), state the theory of core competency stipulates that the firm's management team should first consider its strengths in the process of formulating its strategies. Hamel & Prahalad (1990) also define core competency as the specific factor possessed by a firm and is central to how the firm or its employees operate. For a factor to be classified as core competency, it must benefit the consumers and result into a high level of satisfaction. . This means that the core competence should be relevant to the customer so as to influence his or her decision to select the firm's product. The ultimate effect is that the firm's competitive position is enhanced. The factor should not be easily mimicked by the firm's competitors.

Core competencies enable a firm to develop a certain degree of uniqueness in the market compared to its competitors since their core competencies cannot be easily copied by other competing firms. By developing core competencies, a firm is able to survive in long term as a star. In addition; the core competency should have the capacity of being leveraged in different markets and many products. This means that the core competence should have a wide market potential (Vanhaverbeke, 2001, p.120). Hamel and Prahalad (2009, Para, 4) assert that if a firm's core competence can only be opened up to a limited and small niche markets, its success will not have the capacity of maintaining significant growth.

The theory of core competence also states that a firm's competitiveness in the long run is derived from the firm's ability to develop its core competence more speedily and at a relatively low cost compared to its competitors. In addition, a firm's core competence is influenced by the ability of the management to consolidate the firm's skills and technologies into competences. These competencies should be easy for the firm to adapt in its effort to cope with the changing business environment. According to Hamel and Prahalad (1990), a firm's core competence can consist of diverse combination of specific, integrated, inherent or applied skills, attitude and knowledge. Hamel and Prahalad (1990) asserts that a firm's core competencies are attained through continuous enhancement and improvement. In addition, core competencies should be focused at the firm's corporate strategies. This contributes towards the firm attaining a leadership position in designing and developing its products and services.

1.3.3 SUCCESS INDICATORS IN SMEs

In the operation of SMEs, it is important for the management teams to review the success of their firms. This plays a significant role in determining the probability of the firm succeeding in the future. There are a number of success indicators that the firm's management team can use in measuring the firm's success. One of the indicators that the firm should consider is evaluating the relationship developed between the firm and the customers. Customer relationship can be established by measuring the relationship index. To evaluate customer relationship, the firm's management team should consider a number of elements. For instance, the management should evaluate their payment trend; determine the ease of working with them and whether the firm generates enough revenue from them. By considering these factors, it will be possible to determine whether the firm has the right customer category. Alternatively, firm's management teams should also consider evaluating supplier relationships. For instance, the management teams should evaluate whether the suppliers are responsive to the firm's needs, the quality of the products supplied or whether they add value to the products they supply which is then passed on to its customers.

According to Anderson (2009), a firm can also use brand image as a success indicator. Brand image refers to the perception developed within the society regarding the organization and its products. By evaluating the firm’s brand image, it would be possible to determine the probability of the firm’s future success. This arises from the fact that the management can be able to identify the trend in the firm’s brand image.

SMEs can also use customer frustration as a success indicator. Anderson (2009,) asserts that it is the objective of every business entity to ensure that the customer receive a beneficial and consistent experience from the firm. This plays a significant role towards developing customer loyalty. As a result, the firms’ management teams should consider measuring the degree of aggravations, negative surprise and frustrations that their customers experience in the course of conducting business with the firm. If the degree of frustration is high, the firm faces a risk of the customers shifting to the competitors in search of pleasant seller experience.

The firms’ management teams can also determine the degree of trust developed in the course the firm’s operation as a success indicator. If the degree management trust is low, there is a high probability of the employees and the general public erecting barriers aimed at slowing down implementation of various management programs. The degree of trust developed upon the management can be determined by evaluating the level of integrity and honesty amongst the employees and the general public.

In their operation, SMEs undertake various projects aimed at developing their competitive strength. As a result, these firms have incorporated project management concepts. The efficiency with which the project objectives are achieved can be used as a success indicator. In relation to project management, the firm’s management teams should also consider the efficiency with which the projects are completed according to the stipulated schedule, project budget and cost, quality and degree of innovation (Bendera, 1997, p.7).

The firm’s management teams can also evaluate the level of employees’ satisfaction and the degree of competence. Employees play a significant role in developing customer loyalty in course of serving the customers. If employees are happy, they will serve the customers effectively which contributes to them becoming happy with the firm’s service delivery. The management of the firm can determine whether the employees are satisfied by evaluating the rate of absenteeism, turnover and complaints. In addition, the management team can evaluate employee competencies by developing a competency matrix. The matrix should define the skills required and the skill level. All the firm’s employees current skill level should be measured as percentage. The gaps identified from the matrix should form the basis for conducting further employee training (Anderson, 2009).

2 MATERIALS AND METHODS

This is a qualitative investigation associated with inductive approach for evaluating core competencies in relation to SMEs. The inquiry research framework is integrated in this study. This is also incorporated with high degree of critical thinking and theorizing in evaluating the idea of core competence of SMEs. The research variables considered include the *form of ownership* and the *extent of core competency* attained. In the core competency identification three perspectives were included in the model building. These are *management, technical* and *capability perspectives* as in table 1

Table 1: Variables summary and Descriptions

Type of Variable	Name	Description
Predictor Variable (Independent variable)	Extent of core competency attained	Factor with three levels : -Management perspective -Technical perspective -Capability perspective
	Forms of Ownership	Factor with four levels: -Type of business (family, partnership, private) -Participant’s gender -Participant’s age -Participant’s educational level -Participant’s knowledge of business
Response Variable (Dependent variable)	Core competency	The outcome (response) variable of our interest to be explained (predicted) by the predictor variable. It is a single factor variable.

In addition, this model contributed towards ensuring that the resources used in conducting the study were appropriate. As a result, sufficient evidence was gathered to support the deductions. The model also ensured that the decisions made based on the study will serve in extending further learning in the future. The following draw visualizes the variable sharing in the model.

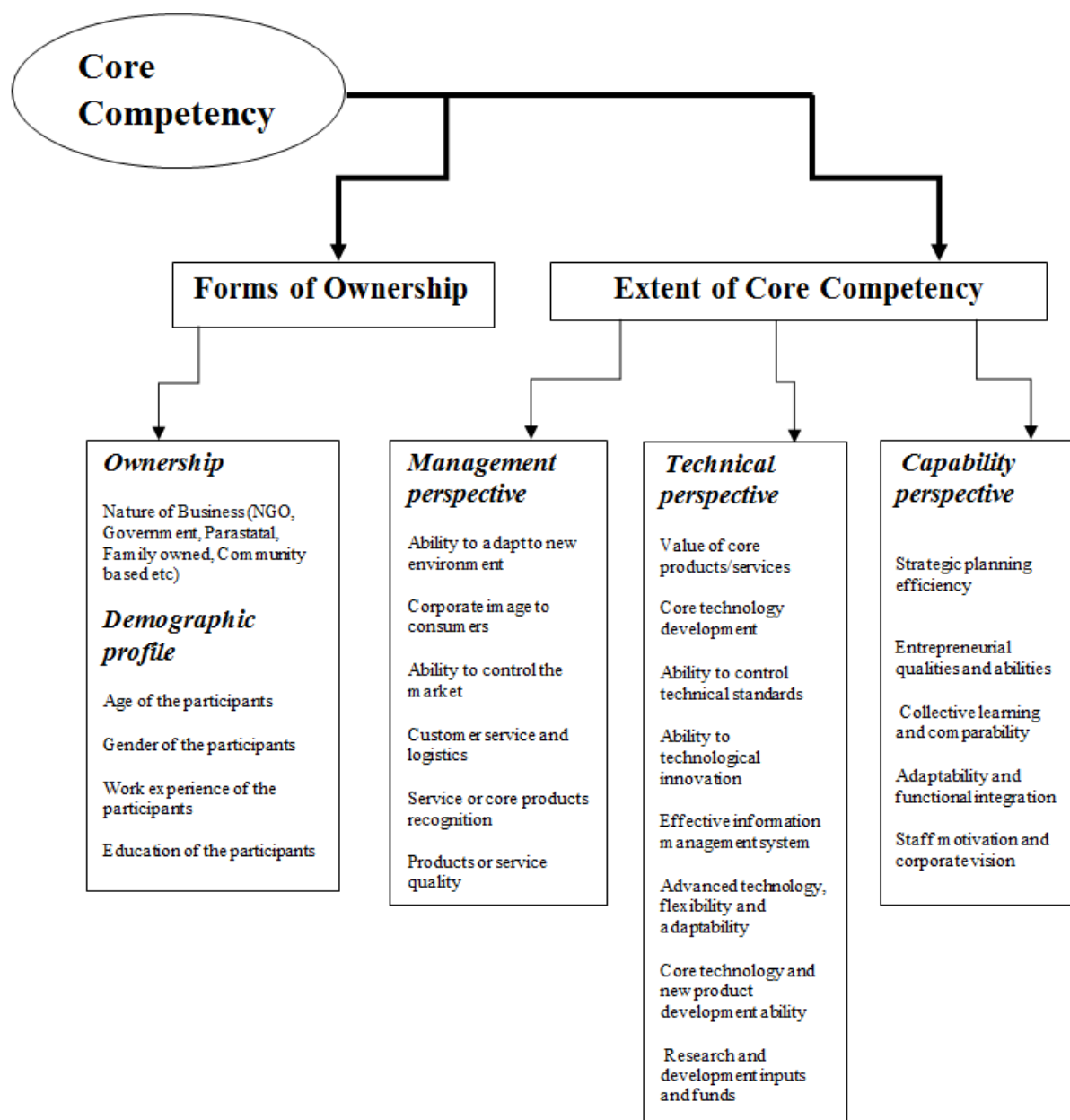


Figure 1: Variable sharing in the model

Source: Researcher's own elaboration on core competency

The inquiry process entailed preparing the research through identification, exploring and inquiring the core competencies in relation to SMEs in Tanzania. To identify the core competences, the sample was located, selected and information gathered from the identified respondents. This contributed towards enhancing the analysis, evaluation, testing, sorting and synthesize of the data collected. All the possible errors were revised to ensure that the findings presented were accurate.

In consideration of research problem and purpose, a number of research questions were formulated. These are: What are core competencies in the efficient performance of SMEs in Tanzania?; Which are the most core competencies in relation to

Tanzanian SMEs?; What are the impacts of these competencies on the efficient performance of the SMEs in Tanzania?; Are there any significant differences between core competencies in various Tanzanian SMEs and those SMEs from China?; What is the present situation of the core competencies in the SMEs in Tanzania and China?. In testing core competencies in SMEs, both null (H_0) and alternative (H_A) hypothesis were considered.

H_0 = SMEs in Tanzania have effectively developed core competencies in their operation with reference to SMEs in China

H_A = SMEs in Tanzania have not effectively developed core competencies in their operation with reference to SMEs in China.

Random sampling from target group of SMEs in Tanzania was conducted and consisted of individuals who operate SMEs. The SMEs studied were sampled into two categories. These included proprietors in the local or rural SMEs and the Urban SMEs. A total of **95** mail questionnaires sent, **73** of them (**76.8%**) marked as sent and received by respondents (they have arrived to their mail accounts) while **22** of them (**23.1%**) indicated failure delivery to the respondents. Eventually, among the **73** sent and received questionnaires, only **45** responded and received by the researcher. These represent overall response rate of **61.6%**. **Analysis therefore is limited** to these **45** completed SMEs (approx. **0.06%** of the total SMEs population in Tanzania) and was considered as sample size from the entire population. The average number of employees in these firms was **57**. Among the 45 SMEs, 33(73%) are providing business products, 9(0.2%) providing services and 3(0.067%) are providing both products and services. The urban SMEs sampled from the entire population included those located in major Tanzanian cities. The cities considered in the sample included Dar es Salaam, Arusha and Zanzibar. The sample group also included associated parties such as the government through the Department of Commerce. In addition, other stakeholders such as the SME clients and the employees were also considered in the sampling process.

The analysis involved the use of statistical software packages SPSS and Excel and both qualitative and quantitative tools of data analysis were used. Qualitative analysis enabled the researcher to explore the core competencies in relation to SMEs which are non-numerical in nature. On the other hand, the quantitative data analysis method was used in evaluating the extent to which firms in Tanzania have developed core competence in their operation. From the interview questionnaires, it was revealed that the SMEs have adopted different forms of business structure. The different forms of ownership identified included family business, partnerships and private limited company. Also the Participant's gender, age, educational level and knowledge of business were included in the form.

Considering the fact that there are many SMEs in Tanzania, it would be difficult to consider all the firms due to time and resource constraints. Through random sampling, it was possible to obtain a sample which was representative of all SMEs in the entire market.

By considering a sample size of 45 SME companies, it was expected that it would cover all the areas needed to be studied in the research. The sample size integrated both urban and rural SMEs. By selecting the research sample through random sampling, the estimates obtained were not biased. As a result, the probability of the data collected being correct was increased. In addition, selecting a study population through random sampling is easy. The cities considered in selecting the sample are located in different geographical regions. The decision to consider different cities in the study was arrived so as to ensure that the study was representative of all urban SMEs in Tanzania.

Due to financial, language and time constraint, the researcher was not able to conduct a primary research on SMEs in China. As a result, data collected in relation to SMEs in China was mainly from secondary sources and previously published studies and literatures. This limitation might not represent all Chinese SMEs in general. Another constraint is that, straight dimensions of the competency skills are not easily accessible and therefore more strong methods like structural equation modeling could make more particular and precise results of the same study. Also increased use of secondary sources of data results into a decline in the degree of reliability. This is due to the fact that there is a probability of the data being manipulated. In addition, the study was also limited by inadequate financial resource. Moreover, all of the responses from the questionnaires were filled by managers particularly and there may be loss of some important information due to the managers' delegation and official absence from the office.

3 RESULTS AND ANALYSIS

The table below shows the mean ownership forms and the extent of core competency with comparison of the mean ownership of SMEs in Tanzania and China for business types.

Table 2: Mean ownership of SMEs in Tanzania and China for business type

Form of ownership	Mean (%) -Tanzania	Mean (%) -China
Family owned	45	25
Partnership business	20	35
Private limited company	35	40

The Univariate Analysis of Variance for the distribution of the responses in the predictor variables and their levels are shown in the table below

Table 3: Distribution of the responses for the extent of core competency variable

Variable	Measure	Management	Technical	Capability
Extent of Core competency	N (valid)	42	32	38
	Missing	11	21	15
	Mean	2.16	1.68	2.82
	Median	1.80	1.45	2.08
	Mode	5	2	2
	Std Deviation	1.25	1.04	0.81

In the management perspective, the core competency shown to have higher responses, thus basing on this data it indicates that the SMEs drive in their business success regarding customer service and logistics and also strive for working behind corporate image to customers (Reputation)

In addition, the firms are showing that, they have not received any relevant or technical training before start operating their business. However, they believe in growth and development and they need it.

Table 4: Distribution of the responses for the forms of ownership variable

Variable	Measure	Gender	Age	Education	Knowledge of Business
Forms of ownership	N (valid)	45	44	44	38
	Missing	8	9	9	15
	Mean	0.76	5.16	3.18	2.70
	Median	1.00	6.00	3.00	2.73
	Mode	1	6	3	3
	Std Deviation	0.44	1.58	0.84	0.28

In examining the Tanzanian SMEs and Chinese ones in terms of management, technical and competitive capability as indicated in the figure below, it is clear that the differences among the skills is highlighted for the core competency skills. Most of the capability skills found in Chinese SMEs (5.42%) then in Tanzania SMES that seem to be (2.82%). The other differences in competencies can also be observed.

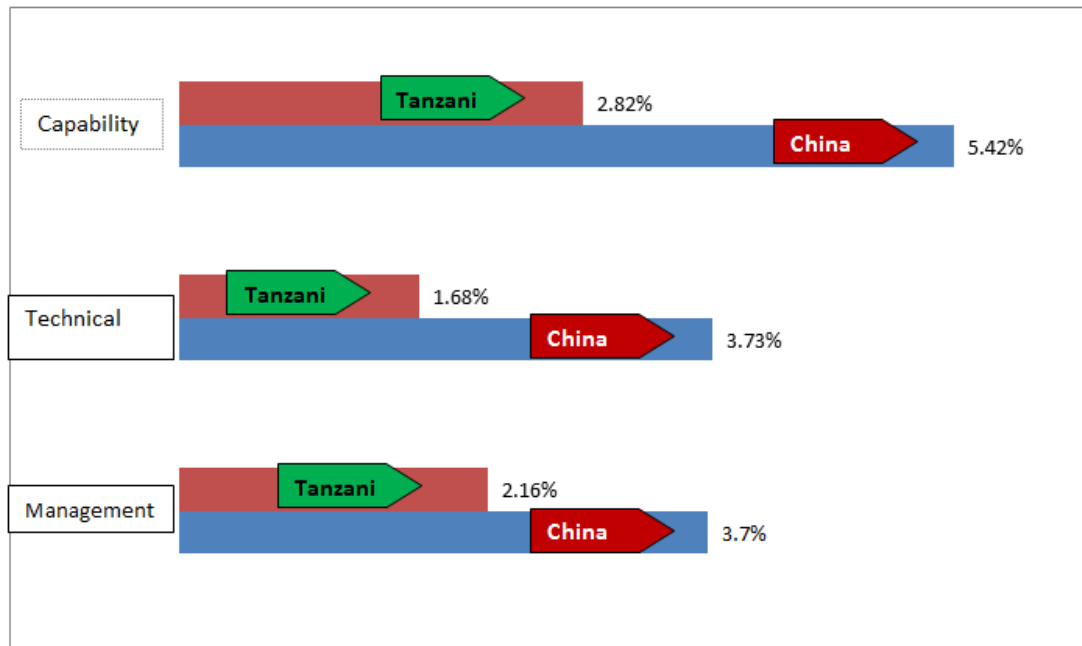


Figure 2: Percentage of the studied Tanzanian SMEs with reference to China SMEs.

A number of core competencies were identified in relation to SMEs. These include the extent to which technology has been incorporated in the operation of SMEs, firm’s management strengths, access to international market and the degree of customer service. In comparing SMEs in Tanzania and China, the identified core competencies were evaluated by rating them in comparison to each country. Rating was considered necessary due to the qualitative nature of the research findings.

The firm’s management strength was determined by evaluating the efficiency and effectiveness with which strategies aimed at developing the firm’s core competencies are formulated and implemented. In addition, the evaluation criteria also considered the control mechanism put in place to ensure that possible deviations are identified and eliminated. The firm’s access to international market was evaluated through consideration of the extent to which the SMEs have integrated the concept of internationalization in their operation. According to Solberg, Kristiansen and Slatterbrekk (2002, p. 2), internationalization enables a firm to venture into the international market by incorporating various strategies such as through foreign direct investment, exportation or use of agents.

In evaluating technology as a core competence, the extent to which firms have incorporated the current technology in their operation was analyzed. This included consideration of the various economic sectors in which the firms operate. For instance, the current manufacturing technology was used as a determinant of core competency for firms in the manufacturing industry. Considering the fact that all the firms undertake marketing processes, the study evaluated how the extent to which the SMEs utilize diverse electronic commerce technologies in undertaking their marketing process. Consideration of electronic commerce also enabled the determination of how the efficiency with which the SMEs conduct customer service. The table below illustrates a rating of the core competencies identified in Tanzanian and China SMEs.

Table5: Comparison of core competencies observed between China and Tanzania

Core competency	Rating	
	China	Tanzania
Level of technology incorporated	5	1
Management strength	5	2
Scale of market coverage	4	3
Effectiveness in customer service	4	2
Degree of collaboration	4	1

Rating: 1= weak, 2= moderately weak, 3= moderately strong, 4= strong 5=very strong

From the above table, it is evident that the SMEs in China have developed a relatively high core competencies in their operation compared to its counterpart, Tanzanian SMEs. However, understand the concept of core competency and being able to pinpoint it help these SMEs to realize what they really do better than anyone else and if what they already have in hand have really some unique competences.

4 DISCUSSION AND IMPLICATION

According to a study by International Trade Centre (ITC) (2007, p. 1), Tanzania is characterized by a poor technological infrastructure. This has also revealed the poor technological innovation in SMEs. Poor technological infrastructure is enhanced by existence of weak industrial support institutions which operate in isolation. These firms do not focus on the key requirements of the Tanzanian SME sector. In addition, the technologies available in the country have not been sufficiently disseminated to the SMEs while at the same time they cannot afford the technological services provided by the large institutions. This has limited the development of core competencies amongst the SMEs. As a result, the rate of invention and innovation amongst the SMEs has been hindered ('International Trade Center', 2007, p. 1). In addition, the country's low quality technological infrastructure has resulted into the SMEs producing low quality goods. The ultimate effect is that the products developed in the Tanzanian SME sector are not able to compete effectively in the international market. In addition, the county is characterized by poor a communication network.

Most of the respondents revealed that Tanzania does not have a well established internet and telephone infrastructure. This limits the firms' ability to conduct effective customer relationship management ('International Trade Center', 2007, p. 2). Lack of good infrastructure in Tanzania has limited the efficiency with which SMEs undertake their marketing processes. This is compounded by the fact that the country does not have well developed technological infrastructure for the success of electronic commerce. The resultant effect is that the country's SMEs are not able to compete sufficiently in the international market.

Tanzanian SMEs have also integrated the concept of collaboration through formation of partnerships and subcontracting. However the, degree of collaboration established between the large enterprises and the SMEs in Tanzania is very weak. This has resulted into insufficient development of core competence. In addition, Tanzania does not have sufficient entrepreneurs due to lack of proper training. This has resulted into the country's SMEs being characterized by poor marketing capabilities (Rutashobya & Olomi, 1999, Para. 5)

With its counterpart, China, the findings of this research revealed that the high rate of economic growth in China has contributed towards more SMEs being established.

Currently, there are 42 million SMEs in China which represents 99% of all business in the country. The SME sector accounts for 68% of the total country's exports. As a result, the sector contributes approximately 60% of the country's Gross Domestic Product (GDP). The study revealed that 80% of the firms have managed to develop new products in the course of their operation (Liang, 2009, p. 3). Through innovation, the SMEs in China have managed to develop a high brand image globally. Brand image refers to the general public perception regarding a firm's products. SMEs in China have managed to attain a high brand image since the firm's products are able to meet the market demand culminating into a high level of customer satisfaction. In addition, the SMEs brand image is enhanced by effective product packaging and adoption of good marketing skills through incorporation of electronic commerce. In the production process, SMEs in China have incorporated the concept of specialization which ensures that the products produced are of high quality and are produced cost effectively.

The management teams of SMEs in China have realized that the customer is the most important asset in the success of every business enterprise. As a result, they have developed a culture of ensuring a high level of customer service. This has been attained through effective integration of Customer Relationship Management (CRM). Most of the SMEs in China have incorporated the CRM software which has enabled them to receive market feedback cost effectively.

Liang (2009, p. 3) asserts that integration of a high degree of core competences by SMEs has greatly contributed towards the country's economic growth. SMEs in China have developed relatively high level of core competences from the accession of the country into WTO in 1978.

The success of SMEs in China is associated with the fact that most of the firms in this sector have integrated the concept of invention and innovation in developing their core competence. Liang d (2009, p. 3) asserts that innovation has been a vital driving force for SMEs in China for the past two decades. The findings of the study revealed that the technological environment has greatly supported the development of core competence in Chinas SMEs. For instance, a considerable number of SMEs have been able to conduct successful research and development resulting into invention of new products. This has contributed towards most of the SMEs being strategically positioned in the market by being different. According to

Guo, Wang, Shen and Res (1999, p. 1), the innovation undertaken by these firms is mainly based on technology. In their operation, it is paramount for SMEs to integrate effective strategy formulation and implementation. The strategies developed act as a roadmap which guides business operations. The strategy should be in line with the firm's goals and objectives. To ensure that the strategy developed contributes towards the intended success, business managers should conduct continuous evaluation of the set strategies. Through evaluation, it is possible for the management to identify possible deviations and control them. A firm's strategic activities should contribute towards enhancing the firm's competitive advantage.

The findings of the study revealed that different forms of SME ownership had an influence on the core competence developed in the firms. Private limited companies had found developed a relatively high core competencies compared to the family owned and partnership forms of SMEs.

5 CONCLUSION

The development of core competence in China and Tanzania is that found related in a number of ways. In both countries' technology is considered as a key determinant in the success of SMEs. This is due to the fact that it enables the SMEs to compete effectively with the large enterprises. This is attained through incorporation of effective product invention and innovation. Invention and innovation enables the SMEs to venture into new market segments.

From the study, it is evident that development of core competencies plays a significant role in the success of SMEs. Core competences contribute towards the long term survival of SMEs in an environment characterized by a high rate of dynamism. This means that attainment of core competences is consistent with the theories of strategy, theory of core competencies. This is due to the fact that the SMEs are able to develop a high level of core competences. A firm's core competences are influenced by both internal and external factors. Some of the external factors identified include political factors, economic factors, technological factors and economic factors. Findings of the study have revealed that there are a number of key competences which contribute towards the success of SMEs. Some of the core competencies in SMEs identified in the study in relation to Tanzania and China includes incorporation of technology in the course of the firm's operation, customer service, the level of business training, effectiveness in marketing etc. The study revealed that SMEs in China had a relatively high level of core competencies compared to those in Tanzania. Poor technological infrastructure, low level of managerial skills and lack of effective marketing are amongst the factors which were identified to result to low level of core competencies in Tanzania SMEs.

For SMEs in Tanzania to develop their core competencies, it is paramount for the relevant parties such as SME operators and the government to basically understand the importance of developing core competence in SMEs. The government should develop the technological infrastructure in the country to ensure that the SMEs develop their competitive strength. More research should be conducted to determine the factors contributing to the low level of core competences in SMEs which especially the family owned which form a large percentage of Tanzania SMEs. Investigating how the Tanzanian SMEs respond to the competitive business situation and broaden competition approaches could be a future research area. Also to explore how the business managers can integrate managerial, technical and competency skills effectively, taking advantage of their available resources and through understanding of core competence.

REFERENCES

- [1] Jeff Thull., "Value Creation: The New Core Competency for Growth-Minded Companies", *Medical Devices eBulletin.Vol.1/Issue1*, 2007
- [2] Prahalad, C.K. and Hamel, G., "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review. Vol.68, Issue 3.pp. 79-91.* , 1990
- [3] Aikaeli, J., "*Improving Competitiveness for SMEs to Harness Available Trade and Investment Opportunities: The Case of Tanzania*". University of Dar es Salaam, 2006
[online] Available: SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1021214>, (August, 2014)
- [4] Liang, F., "The Chinese Innovative SMEs and Entrepreneurship in Global Context". *Administration Center of Innovation Fund for Technology-based SMEs*: Ministry of Science and Technology of China, 2009.
[online] Available: www.annualmeeting2005.insme.org/.../14.4.../presentation_liang.ppt (August, 2014)
- [5] Liu, Bin., Hu, Jie., & Tian, Meilu, "Research on the Core Competence and Sustainable Development of Small and Medium-sized Enterprises". *2nd International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM 2012). IPCSIT vol. 49 (2012) © (2012) IACSIT Press, Singapore. DOI: 10.7763/PCISIT.2012.V49.42*
- [6] Petts, N., "Building Growth on Core Competences-a Practical Approach", Vol. No. 4, pp. 551 to 561, 1997

- [7] Lettice, R., Issack, A. & Jaenson, J., "SME and networks governance structure in Tanzania": *17th IMP Conference, Oslo, 2001. Faculty of Commerce and Management, University of Dar es salaam, Umea University school of Business Administration and Economics, Sweden*
- [8] Allan, Issack & Rutashobya, L., "Networking Activities and Performance of Enterprises": Some Empirical Findings from Tanzanian Manufacturing SMEs, IMP, September, 2006, Milan
- [9] Ghobadian, A. & Gallear, D., "Total Quality Management in SMEs", *Journal of Omega*, Vol. 24 No.1, pp. 83-1060, 1996. New York: Publilook Publishers
- [10] Gonic, L. & Smith, W., "The carbon guide to statistics". New York: Harper Perennial, 1993
- [11] Prahalad, C., *Managing Discontinuities: The Emerging Challenges*, Research Technology Management, 14-22. 1998, May-June
- [12] Richard, D., *Perspectives on Strategic Planning in the Public Sector*. University of South Carolina, Institute for Public Service and Policy Research, 2003
- [13] Tremblay, D., *Innovation, strategic management and economics: how does economic theory explain innovation within enterprises?* Tele-universite": University of Quebec, 2004
- [14] Vanhaverbeke, W. Realizing New Regional Core Competence: Establishing a Customer - Oriented SME Network. *Journal of Entrepreneurship & Regional Development* Vol.13, Issue 2, p 97-116, 2001
- [15] Anderson, C., *Ten Leading Indicators For Measuring Organizational Success*. 2009. [Online] Available: <http://www.bizmanualz.com/blog/ten-leading-indicators-of-organizational-success.html> (July 10, 2014)
- [16] Bendera, O.M., "Micro and Small Enterprises Potential for Development: General Considerations. A paper presented at a National Workshop on Micro and Small Enterprises Research", *Economic Research Foundation (ESRF). Easton, V & Mc Coll's, J. (n.d). Sampling*. 1997
- [17] Liang, F. "The Chinese Innovative SMEs and Entrepreneurship in Global Context", *Administration Center of Innovation Fund for Technology-based SMEs*: Ministry of Science and Technology of China, 2009
- [18] Guo, Q., Wang, B., Shen, Y., and Res, S., "Development of technological innovation in China: core competences based innovation portfolio". Portland, 1999. OR: IEER explore.
- [19] International Labor Organization (2005). *Support for SME development in Tanzania: Support for Growth-oriented Women Entrepreneurs in Tanzania*
- [20] International Trade Organization, "Bringing down barriers: charting a dynamic export development agenda". Montreux, Switzerland: World Export Development Forum. 2007
- [21] Solberg, A., Kristiansen, B. & Slattebrekk, K., *Internationalization strategies and globalization: a test of nine strategic windows framework among Norwegian exporting firms*. Sandvika, Norway: Norwegian School of Management. 2002

Linear Decoding of QO-STBC under Imperfect Channel Estimation Conditions

Bhupinder Singh and Amit Kumar Kohli

Electronics and Communication Engineering Department,
Thapar University,
Patiala, Punjab, India

Copyright © 2015 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 presents a comparison between Eigen value decomposition (EVD) method and Givens rotation (GR) method for the quasi-orthogonal space-time block coded (QO-STBC) wireless communication systems, working under the multipath Rayleigh fading channels, under the condition of imperfect channel state information (CSI) at the receiver side, and also presents the multi-input and multi-output (MIMO) extension of both the QO-STBC methods. The matrix manipulation in both schemes leads to the removal of interference terms in the detection matrix, which in turn results in reduced computational complexity as compared to the conventional linear decoding technique using maximum likelihood criterion. Under realistic conditions the channel estimator cannot provide perfect/ideal channel state information (CSI). In this correspondence, we describe the impact of imperfect channel state information on the diversity gain. The simulation results are presented to demonstrate the adverse effects of imperfect channel state information (CSI) on the bit error rate performance of QO-STBC systems.

KEYWORDS: Space-time block code, channel state information (CSI), Eigen value decomposition (EVD), Givens rotation (GR), signal-to-noise ratio (SNR).

1 INTRODUCTION

In the field of wireless communication, the multipath fading is one of the major factors that affect the performance of wireless communication systems in terms of capacity of the system and the quality of received signal.

Telatar [2] proved that the capacity of a wireless communication system grows at least linearly with the number of transmit antennas under the condition that the number of receiver antennas must be less than or equal to the number of transmit antennas. Now, to achieve an increase in capacity and to overcome the fading impact, new coding schemes and new signals are considered, which are respectively known as space-time codes and space-time signals.

To design a space-time code, two important design criteria are given as (i) It should achieve full diversity. (ii) Decoding should be fast and simple.

First space-time code was given by Alamouti [1] in 1998, for two transmit antennas and one receiver antenna and this code was developed using orthogonal design criterion and known as orthogonal space-time block code (O-STBC). It achieves full diversity order and rate one transmission with simple linear decoding at receiver. This scheme is quite similar to the receiver diversity scheme known as maximal ratio receiver combining (MRRCC) in terms of the bit error rate performance.

For more than two transmit antennas, an orthogonal space-time block coding scheme was given by Tarokh, Jafarkhani, Calderbank [3]. It achieves full diversity order, and the decoding of transmitted symbols can be done separately not jointly, means decoding complexity increases linearly with space-time code size. But, these orthogonal space-time block codes for more than two transmit antennas lack in the transmission rate i.e., maximum transmission rate of these codes for complex signals is $3/4$ for four transmit antennas and $1/2$ for more than four transmit antennas.

To achieve rate one transmission, space-time block code was given by Jafarkhni [4] using quasi-orthogonal design criterion i.e., orthogonal condition was relaxed to achieve rate one transmission for communication systems with more than two transmit antennas. Such schemes achieve rate one transmission, but due to quasi-orthogonal characteristics, the decoding complexity get increased at receiver side i.e., maximum likelihood (ML) decoder works with a pair of transmitted symbols instead of single symbol and this degrades the performance of QO-STBC codes.

U. Park [8] and Xiao Li-ping [9], proposed new QO-STBC schemes, which achieves rate one transmission and simple linear decoding i.e., ML decoder works with a single symbol at a time, known as Givens rotation QO-STBC (GR-QO-STBC) and Eigen value QO-STBC (EVD-QO-STBC) respectively. These new QO-STBC schemes were proposed by using some manipulations on the QO-STBC scheme discussed earlier.

GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes discussed above have been analyzed for perfect channel state information (CSI) at the receiver side [8, 9]. In this paper, we analyze both these schemes under the condition of imperfect channel state information (CSI) at the receiver side. Simulation results show that it degrades the performance of both the QO-STBC schemes. We analyze the performance for the Rayleigh fading channel at 25 dB signal-to-noise ratio (SNR).

In the last section of this paper, we present the multi-input and multi-output (MIMO) representation of both GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes.

In section II, we briefly discuss conventional QO-STBC (C-QO-STBC) as well as GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes along with system model. In section III, we next analyze GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC under imperfect channel state information (CSI) at the receiver side. Section IV introduces the MIMO extension for GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes. Section V presents the simulation results for section II, section III and section IV. In section VI, we give the conclusion of this paper.

2 QO-STBC SCHEMES AND SYSTEM MODEL

Consider a multi-input and single-output (MISO) wireless communication system under quasi-static Rayleigh flat fading channel condition i.e., channel remains constant during the transmission of a code word. In this paper, we are going to consider 4x1 and 3x1 MISO systems.

After the transmission of symbols, received signal at the receiver is given as

$$\mathbf{R} = \mathbf{H}\mathbf{X} + \mathbf{N} \tag{1}$$

where \mathbf{R} is the vector of received signals, \mathbf{H} is the channel coefficient matrix, \mathbf{X} represents the vector of transmitted symbols i.e., encoding matrix, and \mathbf{N} is the noise vector of complex white Gaussian noise coefficients with zero mean and unit variance.

Now, equation (1) can be written as

$$\mathbf{R} = [\mathbf{r}_1 \quad \mathbf{r}_2^* \quad \mathbf{r}_3 \quad \mathbf{r}_4^*]^T = \mathbf{H} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2^* \\ n_3 \\ n_4^* \end{bmatrix} \tag{2}$$

In C-QO-STBC scheme as discussed in [4], the channel matrix \mathbf{H} and the encoding matrix \mathbf{X} used for four and three transmit antennas are given as

$$\mathbf{H}_4 = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & h_4 \\ h_2^* & -h_1^* & h_4^* & -h_3^* \\ h_3 & h_4 & h_1 & h_2 \\ h_4^* & -h_3^* & h_2^* & -h_1^* \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$\mathbf{H}_3 = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & 0 \\ h_2^* & -h_1^* & 0 & -h_3^* \\ h_3 & 0 & h_1 & h_2 \\ 0 & -h_3^* & h_2^* & -h_1^* \end{bmatrix}$$

and

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{12} & \mathbf{X}_{34} \\ \mathbf{X}_{34} & \mathbf{X}_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2^* & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \\ x_3 & x_4 & x_1 & x_2 \\ -x_4^* & -x_3^* & -x_2^* & x_1^* \end{bmatrix}$$

In GR-QO-STBC (Givens rotation-QO-STBC) [8], the channel matrix \mathbf{H} and the encoding matrix \mathbf{X} for four and three transmit antenna systems are given as

$$\mathbf{H}_4 = \begin{bmatrix} h_1 - h_3 & h_2 - h_4 & h_1 + h_3 & h_2 + h_4 \\ h_2^* - h_4^* & h_3^* - h_1^* & h_2^* + h_4^* & -h_1^* - h_3^* \\ h_3 - h_1 & h_4 - h_2 & h_3 + h_1 & h_2 + h_4 \\ h_4^* - h_2^* & h_1^* - h_3^* & h_4^* + h_2^* & -h_1^* - h_3^* \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{H}_3 = \begin{bmatrix} h_1 - h_3 & h_2 & h_1 + h_3 & h_2 \\ h_2^* & h_3^* - h_1^* & h_2^* & -h_1^* - h_3^* \\ h_3 - h_1 & -h_2 & h_3 + h_1 & h_2 \\ -h_2^* & h_1^* - h_3^* & h_2^* & -h_1^* - h_3^* \end{bmatrix}$$

and

$$\mathbf{X}_4 = \begin{bmatrix} x_1 + x_3 & x_2 + x_4 & x_3 - x_1 & x_4 - x_2 \\ -x_2^* - x_4^* & x_1^* + x_3^* & x_2^* - x_4^* & x_3^* - x_1^* \\ x_3 - x_1 & x_4 - x_2 & x_3 + x_1 & x_2 + x_4 \\ x_2^* - x_4^* & x_3^* - x_1^* & -x_2^* - x_4^* & x_1^* + x_3^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X}_3 = \begin{bmatrix} x_1 + x_3 & x_2 + x_4 & x_3 - x_1 \\ -x_2^* - x_4^* & x_1^* + x_3^* & x_2^* - x_4^* \\ x_3 - x_1 & x_4 - x_2 & x_3 + x_1 \\ x_2^* - x_4^* & x_3^* - x_1^* & -x_2^* - x_4^* \end{bmatrix}$$

In EVD-QO-STBC (Eigen value decomposition QO-STBC) [9], the channel matrix \mathbf{H} and the encoding matrix \mathbf{X} used for four and three transmit antenna systems are given as

$$\mathbf{H}_4 = \begin{bmatrix} \mathbf{G}_1 & \mathbf{W}_1 \\ \mathbf{C}_1 & \mathbf{K}_1 \end{bmatrix}$$

where

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_1 &= \begin{bmatrix} h_1 + h_2 + h_3 + h_4 & h_1 - h_2 + h_3 - h_4 \\ h_2^* - h_1^* + h_4^* - h_3^* & h_2^* + h_1^* + h_4^* + h_3^* \end{bmatrix} \\ \mathbf{W}_1 &= \begin{bmatrix} h_1 + h_2 - h_3 - h_4 & h_1 - h_2 - h_3 + h_4 \\ h_2^* - h_1^* - h_4^* + h_3^* & h_2^* + h_1^* - h_4^* - h_3^* \end{bmatrix} \\ \mathbf{C}_1 &= \begin{bmatrix} h_1 + h_2 + h_3 + h_4 & h_1 - h_2 + h_3 - h_4 \\ h_4^* - h_3^* + h_2^* - h_1^* & h_4^* + h_3^* + h_2^* + h_1^* \end{bmatrix} \\ \mathbf{K}_1 &= \begin{bmatrix} -h_1 - h_2 + h_3 + h_4 & h_1 - h_2 + h_3 - h_4 \\ h_4^* - h_3^* - h_2^* + h_1^* & h_4^* + h_3^* - h_2^* - h_1^* \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\mathbf{H}_3 = \begin{bmatrix} \mathbf{G}_2 & \mathbf{W}_2 \\ \mathbf{C}_2 & \mathbf{K}_2 \end{bmatrix}$$

where

$$\mathbf{G}_2 = \begin{bmatrix} h_1 + h_2 + h_3 & h_1 - h_2 + h_3 \\ h_2^* - h_1^* - h_3^* & h_2^* + h_1^* + h_3^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} h_1 + h_2 - h_3 & h_1 - h_2 - h_3 \\ h_2^* - h_1^* + h_3^* & h_2^* + h_1^* - h_3^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{C}_2 = \begin{bmatrix} h_1 + h_2 + h_3 & h_1 - h_2 + h_3 \\ h_3^* + h_2^* - h_1^* & h_3^* + h_2^* + h_1^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{K}_2 = \begin{bmatrix} -h_1 - h_2 + h_3 & h_1 - h_2 + h_3 \\ h_3^* - h_2^* + h_1^* & h_3^* - h_2^* - h_1^* \end{bmatrix}$$

and

$$\mathbf{X}_4 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_1 & \mathbf{F}_1 \\ \mathbf{F}_1 & \mathbf{E}_1 \end{bmatrix}$$

where

$$\mathbf{E}_1 = \begin{bmatrix} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 & x_1 - x_2 + x_3 - x_4 \\ x_2^* - x_1^* + x_3^* + x_4^* & x_2^* + x_1^* + x_3^* + x_4^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_1 = \begin{bmatrix} x_1 + x_2 - x_3 - x_4 & x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \\ x_2^* - x_1^* + x_3^* - x_4^* & x_2^* + x_1^* - x_3^* - x_4^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X}_3 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_1 & \mathbf{F}_2 \\ \mathbf{F}_1 & \mathbf{E}_2 \end{bmatrix}$$

where

$$\mathbf{E}_2 = \begin{bmatrix} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \\ x_2^* - x_1^* - x_3^* + x_4^* \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{F}_2 = \begin{bmatrix} x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \\ x_2^* - x_1^* + x_3^* - x_4^* \end{bmatrix}$$

\mathbf{H}_4 and \mathbf{H}_3 represents the channel coefficient matrices for four and three transmit antennas and similarly, \mathbf{X}_4 and \mathbf{X}_3 represents the encoding matrices for four and three transmit antennas.

As we discussed above about the QO-STBC schemes with their channel and encoding matrices, at the receiver side, for all these schemes, detection of the transmitted symbols are given as

$$\hat{\mathbf{X}} = \mathbf{H}^H \mathbf{R} = \mathbf{H}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{H}^H \mathbf{N} \tag{6}$$

where $\hat{\mathbf{X}}$ represents the vector of detected transmitted symbols.

Simulation results for all these QO-STBC schemes are discussed in section 5 by using the equation (6).

3 ANALYSIS OF GR-QO-STBC AND EVD-QO-STBC UNDER IMPERFECT CHANNEL STATE INFORMATION (CSI) CONDITION

In this section, we are going to analyze the performance of GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes under the condition that the channel is not perfectly known at the receiver side i.e., we are assuming imperfect channel condition at the receiver side. Mathematically, received signal at the receiver is given as

$$\mathbf{R} = \mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{N}$$

where \mathbf{R} is the received signal vector, \mathbf{X} is the transmitted signal vector and \mathbf{N} is the vector of complex Gaussian noise coefficients with zero mean and unit variance.

Under the perfect channel condition, i.e., when the receiver has perfect knowledge of the channel state information (CSI), transmitted symbols are detected as

$$\hat{\mathbf{X}} = \mathbf{H}^H \mathbf{R} = \mathbf{H}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{H}^H \mathbf{N} \tag{7}$$

But in the case of imperfect channel condition at the receiver side, i.e., when the receiver does not have perfect channel state information (CSI) then the channel matrix \mathbf{H} , which is known to the receiver, is given as

$$\hat{\mathbf{H}} = \mathbf{H} + \delta \mathbf{h} \tag{8}$$

where $\hat{\mathbf{H}}$ represents the channel matrix estimated by receiver and \mathbf{H} is the original channel matrix and $\delta \mathbf{h}$ is the channel coefficient error matrix which represents the errors made by the receiver during the estimation of channel coefficients.

Each element of $\delta \mathbf{h}$ matrix is complex Gaussian random variable with zero mean, such that

$$\delta h_k = i_k + j q_k, k = 1, 2, \dots, n$$

where n represents the total number of channel coefficients.

Now, the detection of transmitted symbols under imperfect channel state information at the receiver will be given as

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{X}} &= \hat{\mathbf{H}}^H \mathbf{R} = \hat{\mathbf{H}}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \hat{\mathbf{H}}^H \mathbf{N} \\ &= (\mathbf{H} + \delta \mathbf{h})^H \mathbf{R} = (\mathbf{H} + \delta \mathbf{h})^H \mathbf{H} \mathbf{X} + (\mathbf{H} + \delta \mathbf{h})^H \mathbf{N} \\ &= \mathbf{H}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \delta \mathbf{h}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{H}^H \mathbf{N} + \delta \mathbf{h}^H \mathbf{N} \\ &= \mathbf{H}^H \mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{H}^H \mathbf{N} + (\mathbf{H} \mathbf{X} + \mathbf{N}) \delta \mathbf{h}^H \end{aligned} \tag{9}$$

where $\delta \mathbf{h}$ represents the channel coefficient error matrix during the estimation of channel coefficients at the receiver side as given in equation (8); and from equation (9), it is quite clear that the channel estimation error acts as an additive noise along with AWGN noise during the detection of the transmitted symbols and this additional noise impacts the performance of both the QO-STBC schemes.

Simulation results for both the QO-STBC schemes under imperfect CSI at the receiver side are shown in section 5 using the equation (9).

4 MIMO EXTENSION OF GR-QO-STBC AND EVD-QO-STBC SCHEMES

In this section, we are going to extend GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes from multi-input and single-output (MISO) systems to multi-input and multi-output (MIMO) systems.

Suppose there are N_R receiver antennas at the receiver side and the received signal at the receiver side can be given as

$$\bar{\mathbf{R}} = \bar{\mathbf{H}} \mathbf{X} + \bar{\mathbf{N}} \tag{10}$$

where

$$\bar{\mathbf{R}} = \begin{bmatrix} \bar{r}_1 \\ \bar{r}_2 \\ \bar{r}_3 \\ \vdots \\ \bar{r}_{N_R} \end{bmatrix}, \bar{r}_p = \begin{bmatrix} r_{1p} \\ r_{2p} \\ r_{3p} \\ r_{4p} \end{bmatrix}, p = 1, 2, \dots, N_R$$

r_{ip} represents the signal received at p^{th} antenna at i^{th} time slot and $i = 1, 2, 3, 4$ and $p = 1, 2, \dots, N_R$.

$\bar{\mathbf{H}}$ is the channel matrix and it is given as –

$$\bar{\mathbf{H}} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{H}_{N_R} \end{bmatrix}$$

where \mathbf{H}_p represents the channel matrix between the p^{th} receiver antenna and all the transmit antennas, in which $p = 1, 2, \dots, N_R$.

\mathbf{X} and $\bar{\mathbf{N}}$ are the encoding and noise matrices respectively, as discussed in earlier sections.

Simulation results for the QO-STBC schemes for MIMO system are shown in the section 5 using the equation (10).

5 SIMULATION RESULTS

In this section, first, we present the simulation results for the QO-STBC schemes discussed in section II using the equation (6) in the Fig. 1.

For the simulation results, modulation scheme used is 4-PSK and the channel under consideration is Rayleigh flat fading channel; which is assumed to be quasi-static.

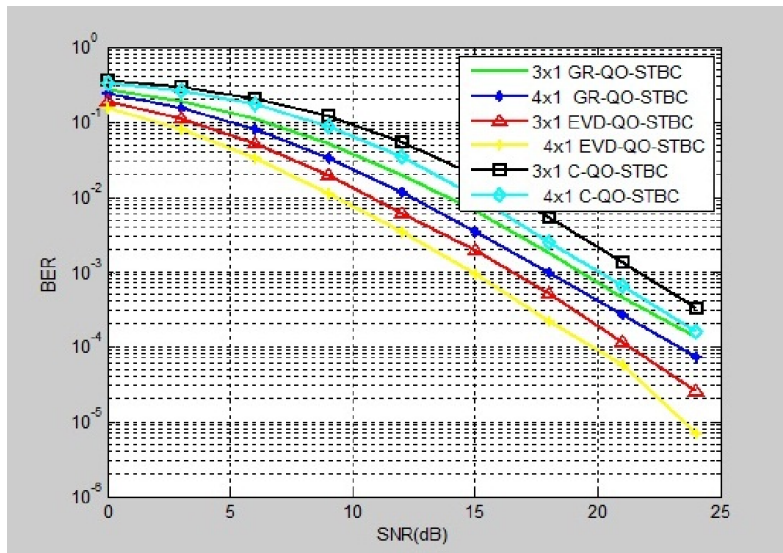


Fig.1. BER performance of C-QO-STBC, GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes for four and three transmit antennas under the perfect CSI at the receiver.

Fig. 2 presents the simulation results for the GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes under imperfect channel state information (CSI) at the receiver side. In this analysis, modulation scheme used is 4-PSK and the channel is Rayleigh flat fading quasi-static channel. Signal-to-noise ratio (SNR) assumed to be at 25 dB and we vary the channel estimation error from -100 dB to -10 dB.

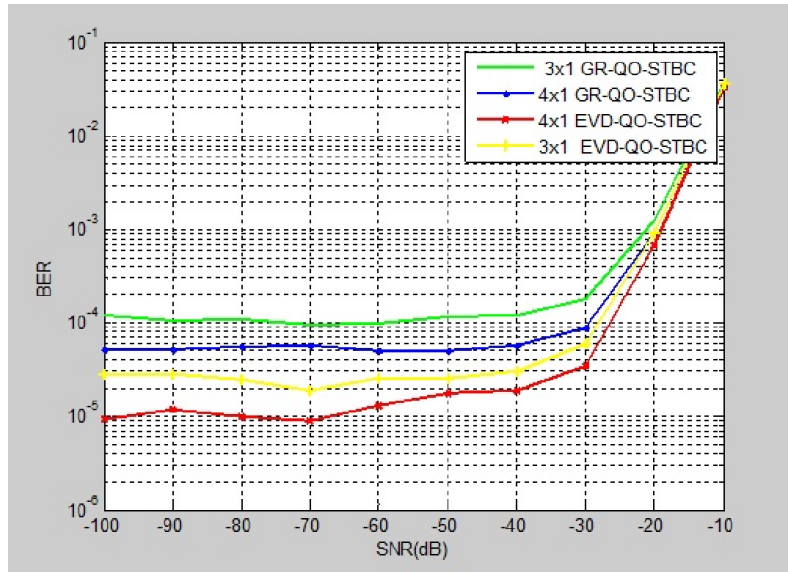


Fig.2. BER performance of GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes under imperfect channel state information (CSI) at the receiver for three and four transmit antennas.

From section 4, simulation results for MIMO systems under the EVD-QO-STBC and GR-QO-STBC schemes are given below in Fig. 3. Modulation used here is 4-PSK and the channel is Rayleigh flat fading quasi-static.

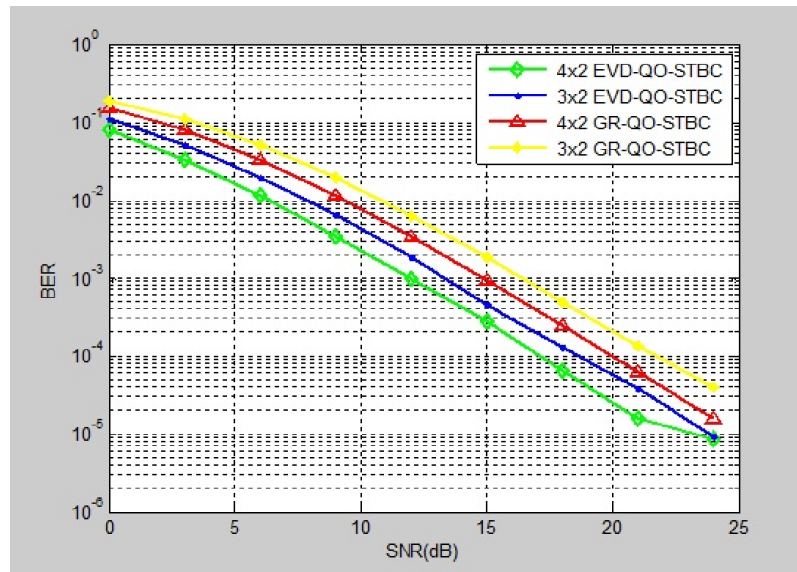


Fig. 3. BER performance of GR-QO-STBC and EVD-QO-STBC schemes under MIMO systems.

6 CONCLUSION

After analyzing the simulation results in section V, we conclude that EVD-QO-STBC scheme performs better than GR-QO-STBC scheme under the conditions of perfect channel state information (CSI) and imperfect channel state information (CSI) at the receiver side. In the case of imperfect CSI at the receiver side, EVD-QO-STBC scheme dominates the performance of GR-QO-STBC scheme in error regime from -100 dB to -40 dB i.e., the performance of EVD-QO-STBC is less affected by the channel estimation error as compared to the GR-QO-STBC scheme in lower error regime. But in case of higher estimation error

regime near about -30 dB, performance of both the QO-STBC schemes degrades sharply and either of the QO-STBC schemes can be used based on the complexity level.

In section V, we also presented the simulation results for MIMO systems under both the QO-STBC schemes. Under MIMO systems, both the QO-STBC schemes achieve the diversity gain of 3-4 dB as compared to MISO systems i.e., both the schemes achieve better performance using MIMO systems.

REFERENCES

- [1] S.M. Alamouti, "A simple transmitter diversity scheme for wireless communications," *IEEE J.Select. Areas Commun.*, vol. 16, pp. 1451-1458, Oct. 1998.
- [2] I.E. Telatar, "Capacity of multi-antenna Gaussian Channels," *AT&T Bell Labs.*, Tech. Rep., 1995.
- [3] V. Tarokh and H. Jafarkhani, "Space-time block codes from orthogonal designs," *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 45, pp. 1456-1467, Jul. 1999.
- [4] H. Jafarkhani, "A quasi-orthogonal space-time block code," *IEEE Trans Commun.*, vol. 49, pp. 1-4, Jan. 2001.
- [5] Peng A Y and Kim I, "Low-complexity sphere decoding algorithm for quasi-orthogonal space-time block codes," *IEEE Trans Commun.*, vol. 54, pp. 377-382, 2006.
- [6] Leuschner J and Yousefi S, "ML decoding of quasi-orthogonal space-time block codes via sphere decoding and exhaustive search," *IEEE Trans Commun.*, vol. 7, pp. 4088-4093, 2008.
- [7] Le M and Pham V, "Low-complexity maximum-likelihood decoder for four-transmit-antenna quasi-orthogonal space-time block code," *IEEE Trans Commun.*, vol. 53, pp. 1817-1821, 2005.
- [8] U. Park and Sooyoung Kim, "A Novel QO-STBC Scheme with Linear Decoding for Three and Four Transmit Antennas," *IEEE Trans Commun.*, vol. 12, pp. 868-870, Dec. 2008.
- [9] Xiao Li-ping, "A Novel QO-STBC scheme with linear decoding," *ScienceDirect*, vol. 18, pp. 53-57, Oct. 2011.

