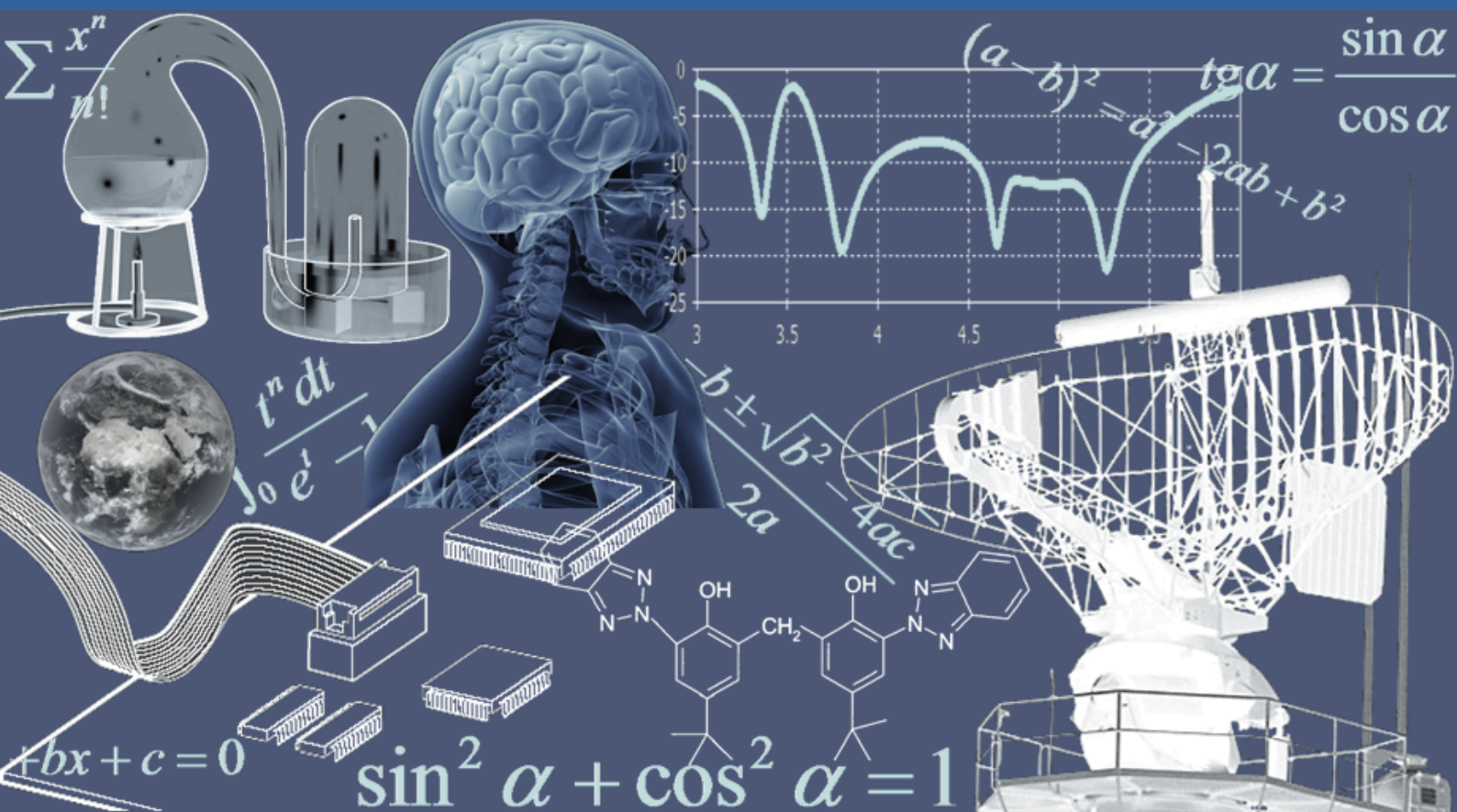


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 27 N. 3 October 2019



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.

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Islamic Azad University, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
Fabio De Felice, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Giovanni Leonardi, Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy
Siham El Gouzi, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, Spain
Mohamed KOSSAÏ, European Business School EBS Paris, France
Mustafa Batuhan AYHAN, Marmara University, Turkey
Andrzej Klimczuk, Warsaw School of Economics, Poland
Corinthias P. M. Sianipar, Tokyo University of Science, Japan
Irfan Jamil, Sinohydro Engineering, China
Sukumar Senthilkumar, Chonbuk National University, South Korea
Bratu (Simionescu) Mihaela, Bucharest University of Economic Studies, Romania
Mirela Maria Codescu, National Institute for R&D in Electrical Engineering ICPE-CA, Romania
Milen Zamfirov, St. Kliment Ohridski Sofia University, Bulgaria
Svetoslava Saeva, Neofit Rilski South-West University, Bulgaria
Dimitris Kavroudakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin Julia, National University of Malaysia, Malaysia
Mahdi Moharrampour, Islamic Azad University, Buin zahra Branch, Iran
Ricardo Rodriguez, Technological University of Ciudad Juarez, Mexico
Yuniel E. Proenza Arias, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
Elizabeth Bissell Miller, University of Missouri, Columbia
Bertin Désiré SOH FOTSING, University of Dschang, Cameroon
Antonella Petrillo, University of Cassino and Southern Lazio, Italy
Hong Zhao, The Pennsylvania State University, USA
Jianjun Chen, The University of Chicago, USA
Shaju George, Royal University for Women, Kingdom of Bahrain
Chandrasekaran Subramaniam, Kumaraguru College of Technology, India
Ilango Velchamy, New Horizon College of Engineering, India
M. Kumaresan, M.P.N.M.J. Engineering College, India
Mohammad Valipour, University of Tehran, Iran
Mohameden Sidi El Vally, King Khalid University, KSA
Mona Hedayat, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA
Suresh Kumar Alla, Advanced Medical Technologies, BD Technologies, USA
Ahmed Hashim Mohaisen Al-Yasari, Babylon University, Iraq
Aziz Ibrahim Abdulla, Tikrit University, Iraq
Khalid Mohammed Shaheen, Technical College of Mosul, Iraq
Baskaran Kasi, Kuala Lumpur Infrastructure University College, Malaysia
Nurul Fadly Habidin, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Adnan Riaz, Allama Iqbal Open University, Pakistan
Syed Noor Ul Abideen, KPK Agricultural University, Pakistan
Arab Karim, M'Hammed Bougara University of Boumerdes, Algeria
Zoubir Dahmani, UMAB University of Mostaganem, Algeria
Mohsen Brahmi, Sfax University, Tunisia
Mongi Besbes, University of Carthage, Tunisia
Mai S. Mabrouk, Misr University for Science and Technology, Egypt
Olfat A Diab Kandil, Misr University for Science and Technology, Egypt
Munir Ahmed G. Timol, Veer Narmad South Gujarat University, India
Saravanan Vasudevan, Arunai Engineering College, India

Table of Contents

Use of messaging patterns in applications that receive massive transactions seen from the teaching process <i>Jimmy Sornoza Moreira, Christopher Crespo León, Gary Reyes Zambrano, and Roberto José Zurita-Del Pozo</i>	762-772
Effects of mixed bacterial biofertilizer on beans and maize plants <i>Ajisafe Victor A., Ambati Madhavi, and Sujana K.</i>	773-782
Le concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre au Maroc : Analyse des résultats et des programmes de préparation en vigueur <i>El Mostafa AMIRI, Mustapha EL ALAOUI, Rachid Janati-Idrissi, Rajae Zerhane, Mourad Madrane, and Mohamed Laafou</i>	783-792
Ovarian Carcinosarcoma : A case report and review of literature <i>F. ABDEDDINE, J. Meddah, Mounia El Youssfi, M.A. BENYAHIA, and Samir Bargach</i>	793-796
Investigating the Role of Kahoot in the Enhancement of English Vocabulary among Moroccan University Students : English Department as a Case Study <i>Fouad Boulaid and Mohammed Moubtassime</i>	797-808
Concept de la vitesse de recombinaison surfacique appliqué à la détermination de l'épaisseur optimum de la base de la photopile au silicium avec effet du taux de dopage <i>Masse Samba DIOP, Hamet Yoro BA, Ibrahima Diatta, Youssou TRAORE, Marcel Sitor DIOUF, El Hadji SOW, Oulymata MBALLO, and Grégoire SISSOKO</i>	809-817
Facteurs environnementaux dégradants des cours d'eaux urbains : Cas de la rivière N'djili à Kinshasa (RDC) <i>Joseph M. Kakundika, Dieudonné E. Musibono, Yvonne I. Saila, and Thierry T. Tangou</i>	818-830
Réflexions sur la dégradation de l'écoquartier Lumbi par l'érosion accélérée dans la ville de Kikwit (République démocratique du Congo) <i>René MPURU MAZEMBE BIAS, Théotime MUTUNGU KULETA, Francis LELO NZUZI, and Modeste KISANGALA MUKE</i>	831-838
Déterminants de la malnutrition de la femme enceinte dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo <i>M. Ngoma Thuadi, K.V. Balua, and N.B. Mukuna</i>	839-847
Caractérisation des phénomènes de transfert thermique à travers une résistance thermique de contact à l'interface interne d'un mur entre une dalle plane en béton et un panneau de paille de riz <i>Ablaye Fame, Mamadou Babacar NDIAYE, Youssou TRAORE, Seydou Faye, Dame Diao, Pape Touty Traore, Imam Katim Toure, and Gregoire Sissoko</i>	848-853
Facteurs Socio-démographiques favorisant les accouchements dystociques, prédisposant au décès maternel : Une expérience des Cliniques Universitaires de Kinshasa <i>V. Balua Kumona, V. Esamboyi, and N.B. Mukuna</i>	854-860
L'OCTROI DU CREDIT DE LA « COOPERATIVE D'EPARGNE ET DE CREDIT (COOPEC- NYAWERA) » DANS LA LUTTE CONTRE LA PAUVRETE RURALE DANS LA ZONE DE KATANA <i>MUNGUACIZA KABUNGA Benjamin, MUSHAGALUSA MUDEKEREZA George, CIREGEREZA RUGARABURA Olivier, SIFA RUGARABURA, and BULONZA MUGALIHYA</i>	861-872
LA PARTICIPATION A LA CONSERVATION DU PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA PAR LES PYGMES <i>MUNGUACIZA KABUNGA Benjamin, MUSHAGALUSA MUDEKEREZA George, CIREGEREZA RUGARABURA Olivier, SIFA RUGARABURA, and BULONZA MUGALIHYA</i>	873-878
Croissance comparée de <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) grossi en bassins et en cages flottantes à base d'aliment commercial <i>O. G. EDEA, L. C. HINVI, Y. ABOU, A. B. GBANGBOCHE, and P. LALEYE</i>	879-884
Evaluation du niveau de transfert de métaux lourds (cadmium, cuivre, plomb et zinc) dans <i>Lactuca sativa</i> L. co-cultivée avec <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf <i>Issaka SENOU, Mamadou NIMI, Hassan Bismarck NACRO, and Antoine N. SOME</i>	885-895

Use of messaging patterns in applications that receive massive transactions seen from the teaching process

Jimmy Sornoza Moreira, Christopher Crespo León, Gary Reyes Zambrano, and Roberto José Zurita-Del Pozo

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2019 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: Transaction processing systems (SPT) are the union of software, network equipment, servers, among others, that are used to work with large volumes of data. The inadequate design of an SPT in one of its processes or the malfunction in one of its components or elements, it can directly impact the performance of an application and the company operation environment or product depending on the system objective, it could cause waste of time in process responses, it could have an impact on the total failure of the service. Failure to provide this service properly could cause economic losses in a company or organization.

KEYWORDS: Hardware, software, generators, volumes, transactions, consumer, patterns, pattern, messaging, processing.

1 INTRODUCTION

The workflows in operations that a company manages can be long or short in its execution, it depends on the company activity and the correlation that is activated by means of messages between one element and another in a process, or when resuming a stage in which an entry data is expected. (Microsoft, 2017)

It is not the same workflow of recharges of massive balances in a telecommunications company than a workflow of balances recharge in electronic games, the workflow varies according to: The activity of the company, the objective of the product or service and the number of transactions that will be handled in it.

Software Developers usually evolve with the application of good practices, the acquisition of new knowledge based on research or many times with implementation "in house" to solve a specific problem; decades ago they have been based on the reuse of codes, orienting their programming to: Objects, creation of classes, functions, procedures, etc.; but there is something in particular, the different developers worldwide go through the same problems, even seen from different perspectives are often similar, that is, they go through recurring problems and that's how the "Design Patterns" are born. (It-business, 2017)

A design pattern is the idea of how to solve a problem within a project; that is, it is a design solution to a recurring problem in a particular context, so every pattern has a name. (Leiva)

A pattern must have a good name, an intention -goals and objectives to be achieved- to solve a motivation -problem within a project-; Whenever this is applicable, three sections turn out to be the problem to be addressed.

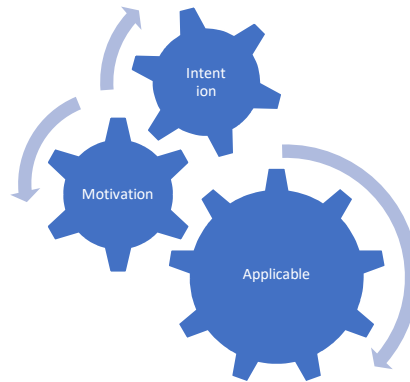


Fig. 1. Sections that make up a pattern

The proposed solution is given by a structure that includes participants, collaborations, an implementation that considers possible variations, code that demonstrates how it is used, related patterns, consequences.

A development team can make use of "n" design patterns to deal with different specific problems found in any part of a system; that is, through the use of patterns we can save time to design or improve a project done "in house", this fact allows to use that time in other tasks or actions that contribute to development, such as increasing standards of quality in the task performed.

This use of patterns should be applied according to the size of the problem, making an analogy with real life, it is not the same to walk to the store that is 5 homes away than go by motorcycle to the same store, the amount of time that it takes to turn on this vehicle can be the same that consumes going on foot and without consuming resources such as fuel, tires, etc.

MESSAGING PATTERNS

The fact of applying messaging patterns requires an infrastructure that supports the flexibility of its components, which allows to increase the scalability of a process that is part of the software and that makes possible the connection of these components.

Asynchronous messaging is effective at the time of application, likewise, this type of messaging demands that messages be interpreted, classified and that their priorities be verified.

Message patterns resemble service-oriented patterns, there is a difference in the way we think about them. Service-oriented models can be consumed by many customers. A message-oriented model focuses on the data that flows through the system and the set of actions applied to these data under a producer-to-consumer stance. (Microsoft, 2017)

The following table details different messaging patterns that can be applied to a specific problem.

Table 1. Messaging Patterns

Pattern	Summary
Competing Consumers	The pattern can be applied, allowing that n consumers can simultaneously process the messages received within the same messaging channel.
Pipes and Filters	A complete processing is broken down or distributed into n independent processes or elements that can be reused in another process.
Priority Queue	The requests sent to the different services are ordered by priority, the objective is that the higher priority has a greater preference for processing than the one with low priority.
Queue-Based Load Leveling	Implements a queue that receives transactions or tasks, which can be dispatched to a service allowing thus balancing heavy and intermittent loads.
Scheduler Agent Supervisor	Coordinates a set of "n" actions in a set of services that are distributed.

COMPETING CONSUMERS PATTERN

Also known as competition consumers, this pattern allows several transactions or messages to be processed simultaneously, without affecting the performance of a system or process, gaining scalability according to the dynamism of the business. (Redhat, 2018)

An application can trigger several transactions or messages, these can be treated synchronously and asynchronously, the described pattern works effectively asynchronously and thus prevents that transactions be blocked while they are processed. (Microsoft, 2017)

The number of requests or transactions triggered by an application or process, may vary depending on the dynamics of the business or schedule in which they are executed; likewise, these requests can come from different triggers and not necessarily from the same system.

As an example, you can describe a problem regarding the different types of users that generate transactions in a telecommunications company, there a customer can report a theft of their cell phone by calling the call center, this will generate a transaction that will block this equipment and simcard on different platforms.

That same transaction could be triggered by another client who reports the theft of their equipment from a customer service center, this could also be through the different channels provided by the company, that is, the number of messages generated by a transaction type is inversely proportional to the number of reports for theft generated and according to the number of subscribers that the company owns.

The proposed solution allows to distribute or balance the load according to the number of messages produced by an instance of the application, these messages go to a queue where they are provisioned or processed.

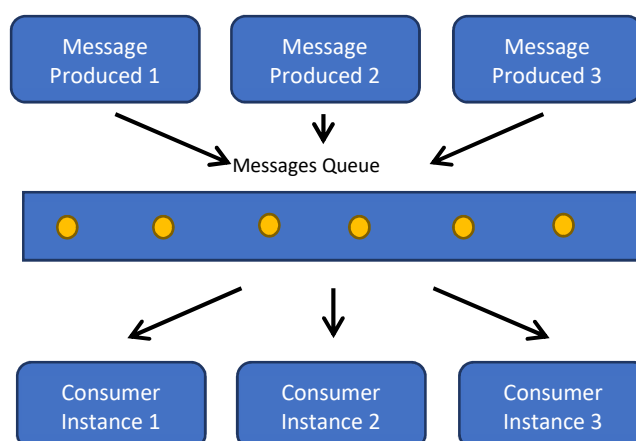


Fig. 2. Competing Consumers Pattern

In this way the reliability is improved, since the message produced by a service or application is not sent directly to a consumer, if this were the case, it would be necessary to monitor the consumer to confirm the operation and to prevent messages from being lost.

With the use of this pattern, if there is a problem in a consumer instance, the requests or messages will continue queuing without affecting the application or process that generates the message.

PIPES & FILTERS PATTERN

In this pattern, a complete process is broken down or distributed into n independent processes or elements that can be reused in another process.

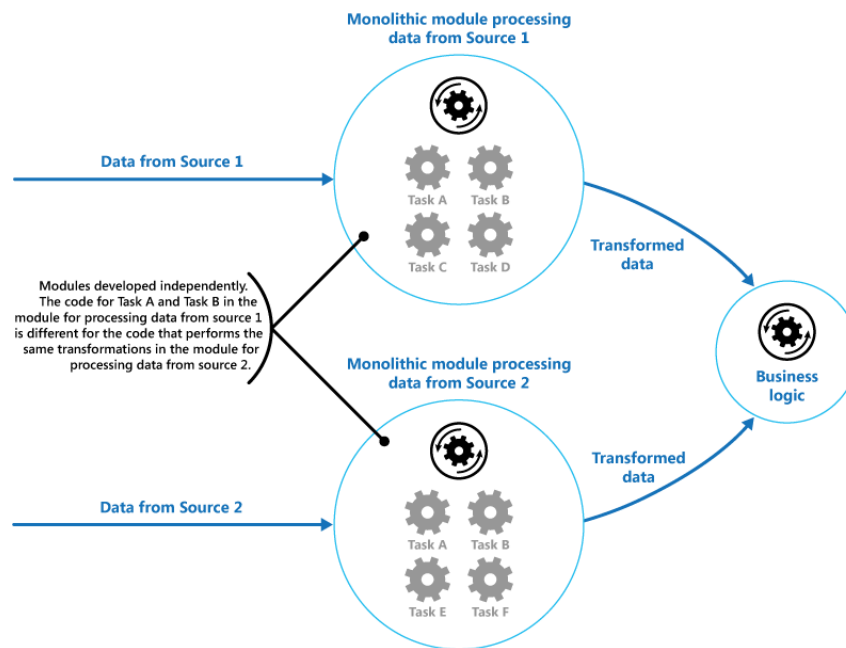


Fig. 3. Pipes & filters Pattern

Figure 3 shows by means of a monolithic approach, how problems in data processing are managed. In this case the data is received and processed from two sources, an independent module processes the data of each source and performs a transformation of them, before the result reaches the business logic of application.

Monolithic modules perform functionally similar tasks but the design of modules is done separately, the code is coupled in a very small way in a module and is developed considering its reuse or scalability slightly.

Tasks performed in each module or requirements to implement each task, can have a change from the update of business requirements.

Probably there are intensive process tasks that benefit if they are executed with high power hardware, while others do not need such high resources but in the future they may require additional processing or order changes in the task. (Iteratrlearning, 2016) (Microsoft, 2017)

PRIORITY QUEUE PATTERN

Requests sent to different services are ordered by priority, the objective is higher priority has a higher processing preference than lower priority. (Oscarblancarteblog, 2014)

This pattern can be explained by making an analogy with a telecommunications company in which a customer owns a television service that must pay monthly and that customer falls into default for non-payment, then the company executes a process to suspend the service, to once the customer makes the payment online and two transactions fall in line to be processed, should the priority between both transactions be the same?

The priorities are defined by the business according to their specific needs, the pattern in question orders these priorities and allows them to be processed accordingly.

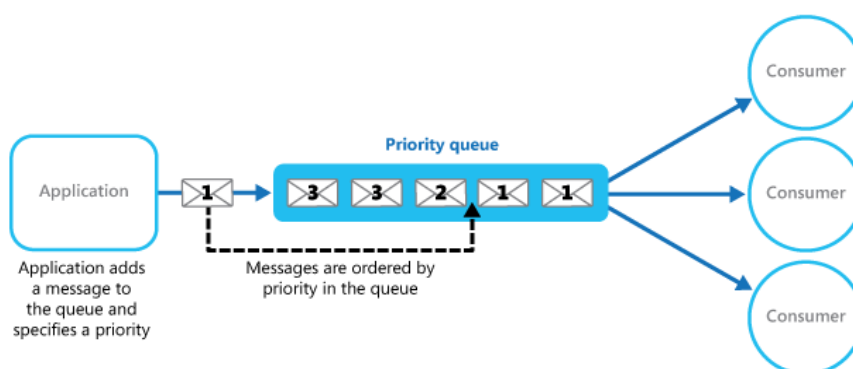


Fig. 4. Priority Queue

In case that transactions do not handle priorities, alternatives such as creating multiple queues can be used so that each one processes a type of transaction; taking as an example a company that makes massive promotions and that action should be taken on each promotion according to the action that a client made, that is, the messages would be queued according to the action that client made.

Use of the mechanism described above provides the following advantages:

- Transactions are prioritized according to needs of the business.
- Operating costs of a process can be reduced with use of a queue, if different queues are used the number of consumers can be reduced and more control in processing of each one can be had.
- The handling of different queues can help improve processing time, maximizing performance and scalability of application according to the dynamism that a company presents in relation to its products. (Microsoft, 2017)

QUEUE-BASED LOAD LEVELING PATTERN

This pattern implements a queue that receives transactions or tasks, which can be dispatched to a service allowing balancing heavy and intermittent loads. (Microsoft, 2017)

Queue to be created must work asynchronously, that is, messages or transactions that pass must be previously deposited to be eliminated after transaction be processed.

The queue may receive several messages or transactions from different media, which produce "n" transactions, which means that many producers and consumers will be able to work with it, but each message in the queue is attended only by one process. (Amazon, 2018).

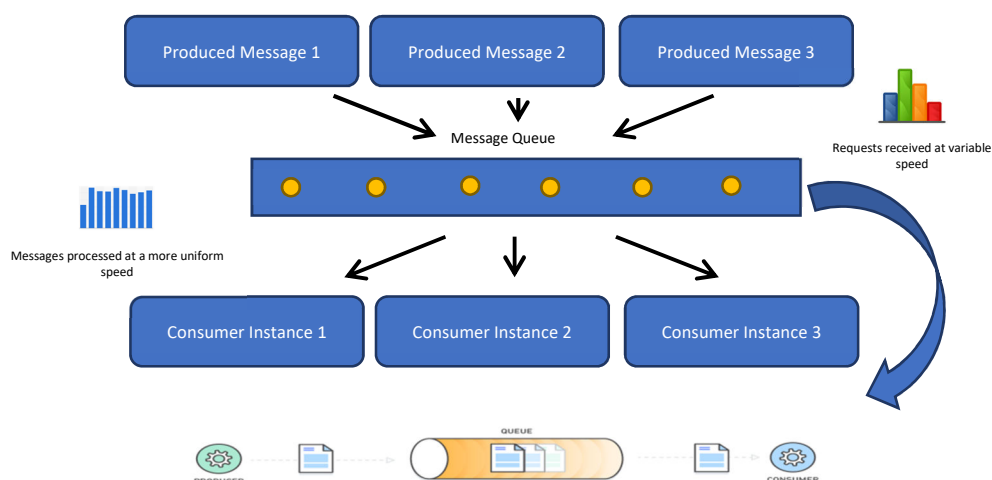


Fig. 5. Message queue with load leveling

This model is useful for any type of service that handles large volumes of information, if application or process has a minimum response latency, it would not be possible to use this pattern

This model provides the following advantages:

- It increases availability of system, since processing time of different services does not directly affect application; Likewise, if there is a problem with consumer, messages triggered from an application or process can continue to be stored in queue until affected service be restored.
- According to demand, structure of the model can be easily adapted to process this transactions, therefore its scalability is greater according to the growth of the company.
- You can manage thresholds to define the level of load for each service instance.

According to the example previously stated on the generation of transactions for cellular theft in a telecommunications company, these messages would be triggered by different channels and then wait for the storage service, it could happen that the system is used up and end Wait time for a message therefore the message is lost.

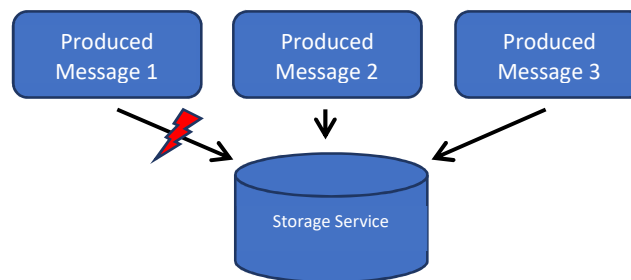


Fig. 6. Messages lost due to waiting time

This pattern is used to solve this problem, since it allows to queue transactions, then process them and dispatch in a balanced way to storage service.

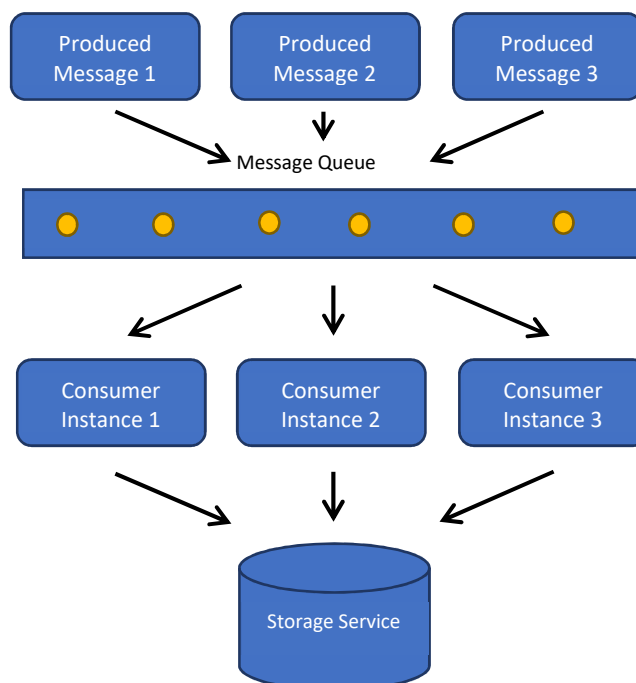


Fig. 7. Asynchronous queue with messages from different producers

SCHEDULER AGENT SUPERVISOR PATTERN

It coordinates different tasks in a distributed manner as a single operation, if an error occurs in one of the tasks, it manages the error in a transparent manner as if it were a single process, that is, it manages the error in an integral manner, it tries to restore the operation autonomously, if not achieved, repeat the whole operation. (Vasters, 2010)

If its application generates a workflow involving remote connections, service consumption, etc., there may be problems caused in several ways (network failure, unstable remote service, or inactive service) if the application detects that it is a permanent error, which is constant or can not be easily recovered, must be able to restore the system in a consistent state and ensure the integrity of the entire operation.

The Scheduler Agent Supervisor pattern defines actors that intervene in the solution of the problem:

- The Scheduler component organizes a task in steps and organizes its operation, the component is responsible for ensuring that each of these steps are executed in an orderly manner ensuring that it does so correctly. As each step of the task is executed, the scheduler component marks each execution with a status, that state generates three values ("step not yet started", "step in execution" or "step completed") likewise, there is an execution time for all the task that will be called "time of validity". If a step requires access to a remote resource or service, Scheduler component invokes the appropriate Agent component and transmits work details it must perform.
- Agent component contains a logic that encapsulates a call to a remote service or access to a remote resource to which a specific step of a task refers.
- Supervisor, is in charge of verifying each state of the component scheduler, if one of them has delays in the execution or in the response, calls the Agent component so that it directs the delayed step, this may involve the modification of a state of the affected step (Microsoft, 2017)

Logical components (Scheduler, Agent, supervisor) can be implemented physically but depend on the technology that is being used.

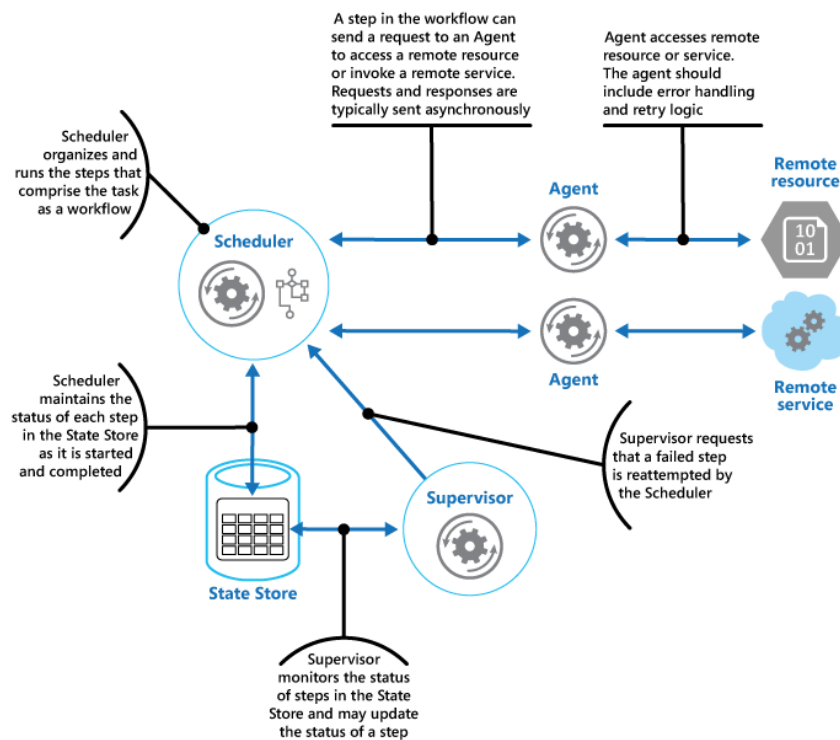


Fig. 8. Logic components of Scheduler Agent Supervisor Pattern

This pattern is used when a process runs distributedly, since it handles operational or communication problems, this pattern may not be suitable for tasks that do not invoke or access remote services.

2 DISCUSSION

A solution was developed with JAVA programming language and Oracle as a data repository. The messaging patterns described below were applied: Competing Consumers, Pipes & filters, Priority Queue, Queue-Based Load Leveling.

The solution was applied to a service suspension process due to non-payment, transactions or messages were triggered by Collection Management module (MGC) as mentioned above.

Messages are triggered by the MGC make blockages inside the application to avoid that some other type of transaction be made and at the same time they are shot to other platforms that block the service that is provided to the client.

Next, an analysis will be made regarding time and development of an application to visualize the differences when applying the aforementioned patterns.

Before applying the patterns it was established to shoot an Universe of 106483 messages / transactions that would block services and states in different platforms.

Table 2. Average time in dispatching transactions without patterns.

DISPATCHERS/DEMONS	AMOUNT OF TRANSACTIONS	SECONDS	MINUTES	HOURS
1	106483	85186,40	1419,77	23,66

According to Table 2, the processing of a universe of 106,483 service blocking transactions on different platforms took 24 hours.

To improve processing time in the same type of transaction, messaging patterns were implemented, previously creating a queue in which different messages or transactions that block the different platforms will be deposited; The structure of queue contains a transaction code or service number, date of the transaction, priority, status and changes made.

[illegible]

Fig. 9. Queue Structure

Transactions that arrive at message queue are prioritized according to the policies established by the business, priorities are dealt with according to transaction code, the higher the priority the less the time to be dispatched.

```
tx taken=max(priority)
```

Once queue was implemented and according to the priority assigned to each transaction, it was verified that the same number of transactions that arrived at said queue with the use of the established pattern be the same as that arrived without the application of messaging pattern, it was verified that a universe of 106,483 transactions has arrived in total.

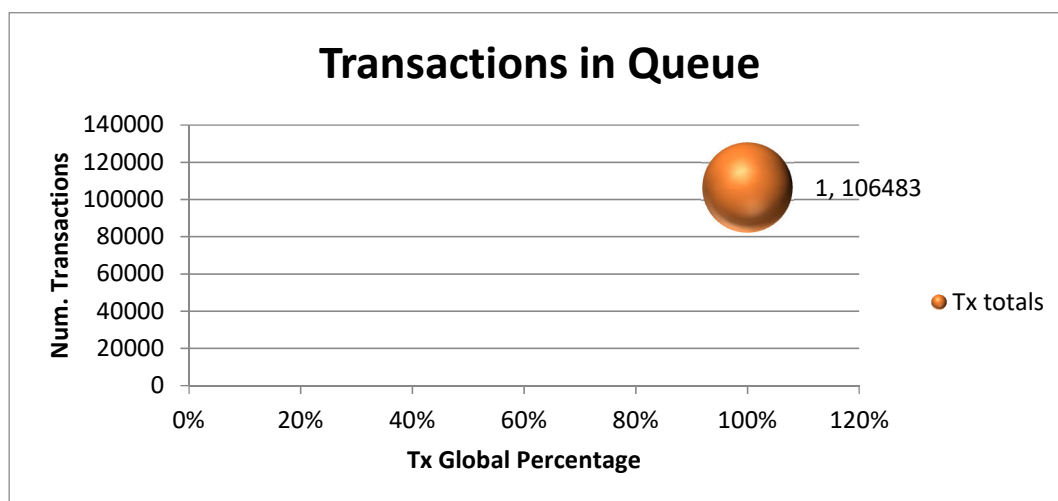


Fig. 10. Universe of transactions for service suspension

Once the transactions were deposited in the queue, the attention process managed transactions with an average of 10,500 messages per daemon, that is, 10 threads were created according to the threshold that was set at most to meet requirements, these transactions were deposited by different producers.

For this practical case of service blocking due to lack of payment, each thread verified the chain and which flag should be lit on different platforms.

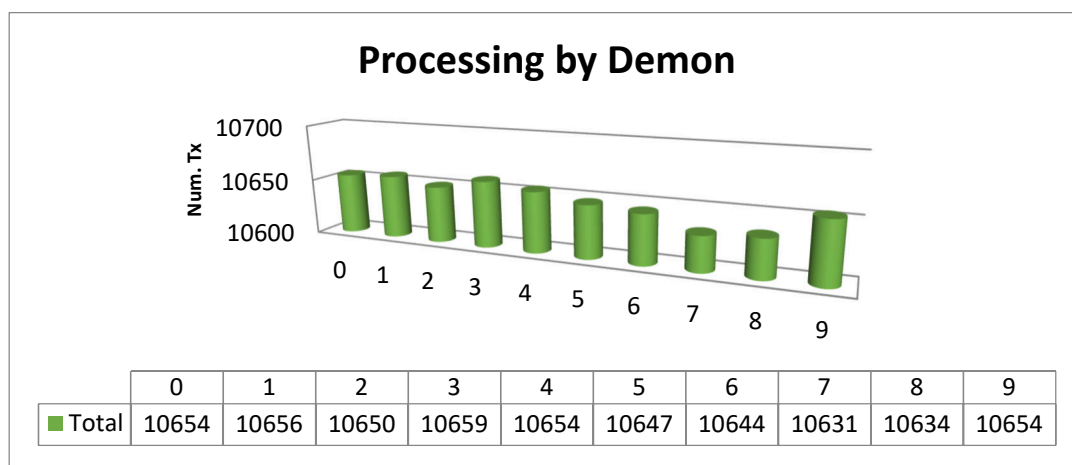


Fig. 11. Processing by thread

Different producers triggered different messages or transactions to the queue in the course of 00:00 am to 06:00 am, having a duration of 6 hours, the messages were deposited to the queue asynchronously.

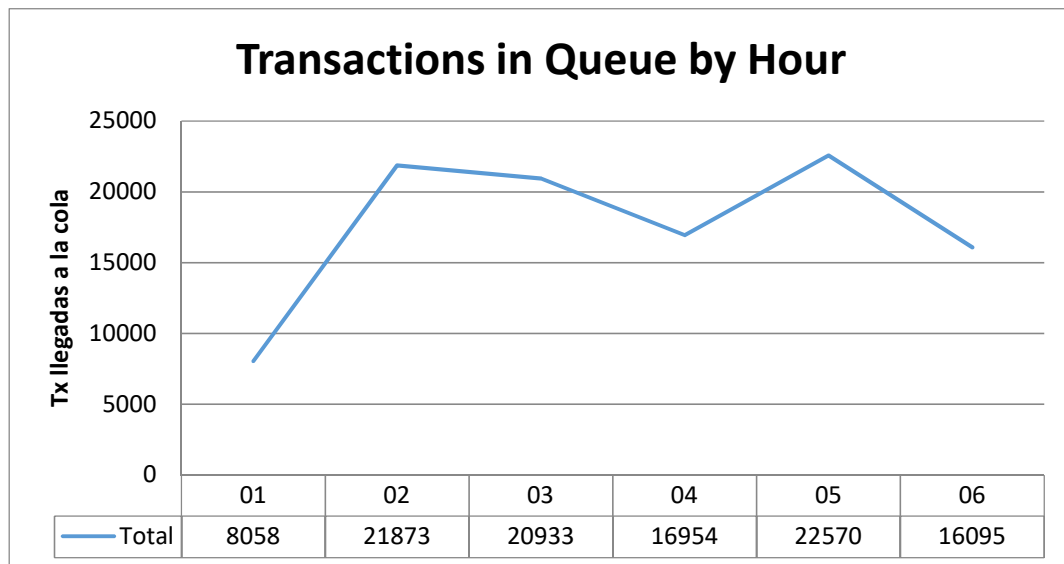


Fig. 12. *Arrival of message / transactions per hour to queue*

Processing of the queue, had an average duration of 2.37 hours as shown in table 3 according to the number of transactions that were deposited in queue for different consumers can take the transaction and proceed to block the service on different platforms.

Table 3. *Average time in dispatching transactions using queue*

DISPATCHERS / DEMONS	AMOUNT OF TRANSACTIONS	SECONDS	MINUTES	HOURS
0	10654	8523,20	142,05	2,37
1	10656	8524,80	142,08	2,37
2	10650	8520,00	142,00	2,37
3	10659	8527,20	142,12	2,37
4	10654	8523,20	142,05	2,37
5	10647	8517,60	141,96	2,37
6	10644	8515,20	141,92	2,37
7	10631	8504,80	141,75	2,36
8	10634	8507,20	141,79	2,36
9	10654	8523,20	142,05	2,37
AVERAGE TIME		8518,64	141,98	2,37

3 CONCLUSION

In the case of Study presented previously with reference to the blocking of services where the producer (collection module), triggers transactions to different platforms to cut the service due to non-payment, it was possible to identify that 100% of transactions took almost 23.66 hours to complete the process before implementation of the messaging pattern.

By implementing the messaging patterns, it was possible to identify that the processing of transactions mentioned above was done in 2.37 hours; that is, the processing times fell by 89.98% with reference to the blocking of services.

This means that the availability of processing services is increased by 89.98% and due to this there are greater opportunities to monitor the different services involved in the pattern.

Because it can measure the time which takes a producer to shot, processing time and consumption time, it can measure the efficiency of each member in the pattern and take some action in case of having some inconvenience in one of the actors.

In view of the fact that request times and response times can be measured, a more direct approach to a network element that can fail to handle large amounts of transactions can be made.

The case study discussed above focused on a type of transaction that has a great impact on a company -even economic-, as well as on the management of the different messages that are processed in it; this case could also be extended, for example there could be transactions that are directed to the same network elements or platforms with which we worked previously and a study could be carried out to analyze if those transactions can reach the queue according to their structure and determine whether or not it is necessary to design a new development that modifies the service provided by the different elements of the network.

REFERENCES

- [1] Amazon. (2018). *Amazon*. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de Amazon: <https://aws.amazon.com/es/message-queue/>
- [2] It-empresarial. (05 de 12 de 2017). *It-empresarial*. Recuperado el 30 de 05 de 2018, de It-empresarial: <http://www.it-empresarial.com/index.php/noticias/119-que-son-los-patrones-de-diseno-y-para-que-son-utiles>
- [3] Iteratrlearning. (26 de 12 de 2016). *Iteratrlearning*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de Iteratrlearning: <http://iteratrlearning.com/java/2016/12/26/pipes-and-filters-actors-akka-java.html>
- [4] Leiva, A. (s.f.). *devexperto*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de devexperto: <https://devexperto.com/patrones-de-diseno-software/>
- [5] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Microsoft - Priority Queue*. Recuperado el 05 de 06 de 2018, de Microsoft - Priority Queue: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/priority-queue>
- [6] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Microsoft*. Recuperado el 25 de 05 de 2018, de Microsoft: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/category/messaging>
- [7] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Microsoft*. Recuperado el 05 de 06 de 2018, de Microsoft: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/scheduler-agent-supervisor>
- [8] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Microsoft*. Recuperado el 30 de 04 de 2018, de Microsoft: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/patterns/pipes-and-filters>
- [9] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Msdn.microsoft.com*. Recuperado el 31 de 05 de 2018, de Msdn.microsoft.com: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/competing-consumers>
- [10] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Patrón Queue-Based Load Leveling*. Recuperado el 25 de 05 de 2018, de Patrón Queue-Based Load Leveling: <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/priority-queue>
- [11] Microsoft. (23 de 06 de 2017). *Patrones de mensajería*. Recuperado el 22 de 05 de 2018, de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/patterns/category/messaging>
- [12] Oscarblancarteblog. (01 de 08 de 2014). *Oscarblancarteblog*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de Oscarblancarteblog: <https://www.oscarblancarteblog.com/2014/08/01/estructura-de-datos-queue-cola/>
- [13] Redhat. (05 de 06 de 2018). *Redhat*. Obtenido de Redhat: https://access.redhat.com/documentation/en-US/Fuse_ESB_Enterprise/7.1/html/Implementing_Enterprise_Integration_Patterns/files/MsgEnd-Competing.html
- [14] Vasters, C. (27 de 09 de 2010). *AIRPLANES. CLOUD COMPUTING. AND ALIEN ABDUCTIONS*. Recuperado el 05 de 06 de 2018, de AIRPLANES. CLOUD COMPUTING. AND ALIEN ABDUCTIONS: <http://vasters.com/archive/Cloud-Architecture-The-Scheduler-Agent-Supervisor-Pattern.html>

Effects of mixed bacterial biofertilizer on beans and maize plants

Ajisafe Victor A.¹, Ambati Madhavi², and Sujana K.³

¹Department of Biotechnology, University College of Science, Saifabad, Osmania University. Hyderabad, Telangana, India

²Department of Biotechnology, D.N.R. College and Research Centre, Andhra University, Bhimavaram, West Godavari, Andhra Pradesh, India

³Prof G.M. Research Foundation, Swaroup Nagar, Uppal, Hyderabad, Telangana, India

Copyright © 2019 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 effect of mixed bacterial biofertilizers containing nitrogen fixers, phosphate solubilizers and potassium solubilizers was investigated against individual applications. One strain each of *Rhizobium*, *Azotobacter* and two strains each of phosphate and potassium solubilizers were isolated, prepared and applied individually while a consortium of the inoculum was prepared by mixing each strain with the carrier. Each preparation was applied as seed treatment to study their effects on beans and corn plants. The shoot length, pod size, flowering, stalk formation, yield and other growth parameters were monitored. The mixture of bacterial preparations enhanced the plants' health, growth parameters and yield of beans and maize plants significantly at a significant value of $p < 0.05$, when compared to the single bacterial applications and control. The results proved that the mixed biofertilizers increased the growth, and yield in addition to shorter crop cycle compared to the control and individual bacterial biofertilizers.

KEYWORDS: Bacteria, biofertilizer, nitrogen fixers, phosphate solubilizers, potassium solubilizers, beans, corn, Leguminous and non-leguminous plants.

INTRODUCTION

Biofertilizers are living organisms that improve soil fertility and make nutrients available to plants. They possess the ability to convert nutrients that are unavailable for plant uptake into readily available form when they are applied to the seed or soil (Rokhzadi *et al.*, 2008). Soil erosion remains the major way by which soil loses its nutrients coupled with the use of chemical fertilizers that inhibit the growth of naturally occurring microorganisms in the soil. Soil erosion in India has negatively impacted the soil fertility which is gradually diminishing in nutrients, accumulates toxic elements, water logging and unbalanced nutrient compensation (Ritika and Utpal, 2014). In contrast, the potential biological fertilizers would play key role in productivity and sustainability of soil and also protect the environment as ecofriendly and cost-effective inputs for the farmers (Khosro Mohammadi and Yousef Sohrabi, 2012).

Major nutrients required by the plants are nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). Nitrogen is required in large amount due to its role as a component of the DNA. It is available in abundance in the atmosphere but not readily available for plant uptake. Nitrogen fixing bacteria play major role in the conversion of atmospheric nitrogen into organic nitrogen by nitrogen fixation (Fischer *et al.*, 2007) which is carried out by two major groups of organisms; *Rhizobium* and *Azotobacter* using nitrogenase enzyme.

Rhizobium is a soil habitat gram negative bacteria that can replicate in the root nodules of leguminous plants and then fix atmospheric nitrogen by symbiotic association which is initiated when bacteria in the soil attach to the root hairs (Gomare, *et al.* 2013). *Rhizobium* fixes nitrogen much more efficiently and it is most studied and important nitrogen fixing bacteria (Odame, 1997).

The other groups of nitrogen fixing bacteria are free living bacteria that do not form any symbiotic association with the plants. They exist as free-living bacteria in the soil; they are *Azotobacter* and *Azospirillum* (Garcia-Fraile *et al.* 2015). Okon (1985) reported that *Azospirillum* spp. increased yield of cereal and forage grasses by improving root development in properly colonized roots thereby increasing the rate of water and mineral uptake from the soil by biological fixation.

Phosphorus (P) is another plant nutrient that is essential for plant growth and productivity as well as cell division, photosynthesis, and development of good root system in addition to carbohydrate utilization (Sharma, *et al.* 2011). Phosphorus exists in the soil as insoluble phosphate and its assimilation from the soil by plants is brought about by the help of microbes through the enzyme phosphatase. Phosphatase is present in wide range of soil microorganism which converts the insoluble form of phosphorus into soluble form for plant uptake (Sharma, *et al.* 2011; Yosef, *et al.* 1999). Phosphorus deficiency leads to physiological defects such as small leaves, weak stem and slow development (Rajanet *al.*, 2015)

Another important plant nutrient is potassium (K). It is the most abundantly absorbed element having roles in the growth, metabolism, and development of plants (Parmar and Sindhu, 2013). It is also available in the soil in an insoluble form and constitutes about 2.5% of the lithosphere with actual soil concentration ranging from 0.04 to 3.0% (Sparks and Huang, 1985). Application of imbalanced fertilizer and potassium deficiency is gradually becoming a major drawback in crop production (Parmar and Sindhu, 2013).

Deficiency of potassium in plants is characterized by poorly developed roots, slow growth, and production of small seeds as well as low yield. (Sparks and Huang, 1985).

A wide range of bacteria that have ability to release potassium from inaccessible form to accessible form are; *Pseudomonas*, *Barkholderia*, *Acidothiobacillusferrooxidans*, *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus edaphicus*, *Bacillus circulans* and *Paenibacillus* spp. (Li,*et al.* 2006; Lian,*et al.* 2002; Liu, 2012; Sheng, 2005;). However, the information on the mechanism of solubilization and effect of potassium solubilizing bacteria (KSB) inoculation is not yet well understood.

Chemical fertilizers are the main cause of losing soil fertility and are actually causing huge amount of soil and land degradation (Liu,*et al.*, 2012.).The fact that chemical fertilizer continues to cause more havoc to the soil than good, an alternative, biofertilizer, with the ability to supply the three major required nutrients is invaluable to reduce the cost of fertilizer and most importantly to restore the soil nutrient to its natural state and to make it more suitable for better yield in agricultural practices without affecting the environment negatively. Hence, this investigation was carried out to identify the nitrogen fixing, phosphorus and potassium solubilizing bacteria and to evaluate their effects individually and in consortium on the growth and productivity of bean and maize plants.

MATERIALS AND METHODS

ISOLATION OF BACTERIAL CULTURES

Rhizobium isolates were obtained from the root nodules of beans plant (*Phaseolus vulgaris*) collected from Prof. G.M. Research foundation agricultural garden (Fig. 1), Hyderabad, India. The nodules were washed and surfaced sterilized with ethanol (95%), then crushed in sterile water using pestle and mortar. A loop full of nodule paste was inoculated on freshly prepared yeast extract mannitol agar medium (YEMA) containing (g/l): Mannitol, 10; Yeast Extract, 1; K₂PO₄, 0.5; MgSO₄, 0.2; NaCl, 0.1; CaCO₃, 1 and Agar, 15 with methylene blue at a pH of 6.8 and incubated at 25°C for 7 days. Pure cultures were isolated on YEMA broth, the *Rhizobium* was then inoculated after 7 days on to perlite carrier.



Fig. 1.

Azotobacter was isolated by collecting rhizosphere soil samples of *Capsicum* (*Capsicum annuum*) and tomato plants (*Solanum lycopersicum*) at a concentration of 0.1g/ml in distilled water. Serial dilution was prepared up to 10^{-3} and then inoculation was carried out by spread plate method on Ashby's Mannitol Agar medium containing (g/l): Mannitol, 20; K_2HPO_4 , 0.2; K_2SO_4 , 0.1; $MgSO_4$, 0.2; NaCl, 0.2; $CaCO_3$, 5; and Agar, 15 at a pH of 7.4. The plates were incubated at 25°C for 7 days after which the morphological appearances were observed under the microscope. After isolation of the pure culture, the isolates were inoculated onto Ashby's Mannitol broth medium and after 7 days of incubation these cultures were applied into perlite carrier.

Three different strains of phosphate solubilizing bacteria (PSB) were isolated by serial dilution of rhizosphere soil samples from *Jasmines* (*Jasminum sambac*) and tomato (*Solanum lycopersicum*) plants at a concentration of 0.1g/ml in distilled water up to 10^{-3} .

The dilutions were spread on plates containing Pikovskaya (PVK) medium containing (g/l): Glucose, 10; Yeast Extract, 0.5; $(NH_4)_2SO_4$, 0.5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.1; $Ca_3(PO_4)_2$, 5; NaCl, 0.2; KCl, 0.2; $MnSO_4 \cdot 2H_2O$, 0.002; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.002; and Agar, 15 at a pH of 7.0. After 7 days of incubation at 30°C, the bacterial colonies were observed for halozone formation. Five colonies were identified and subcultured on King's B medium containing (g/l): Proteose peptone, 20; K_2HPO_4 , 1.5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 1.5; and Agar, 20 at a pH of 7.2 and incubated at 25°C. Two of the colonies were also sub-cultured to obtain pure culture base on their halozone formation. The pure isolates were sub-cultured on broth of Pikovskaya's medium and inoculated on to the carrier after 7 days of incubation. The cultures were examined for morphological, biochemical and microscopic identification.

KSB were isolated from the rhizosphere of tomato plant after serial dilution at a concentration of 0.1g/ml of the soil sample in distilled water. The dilutions were inoculated on to Aleksandrov's media containing (g/l): Glucose, 10; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.5; $FeCl_3$, 0.005; $CaCO_3$, 0.1; $CaPO_4$, 2; Potassium Aluminium Silica (mica), 5; and Agar, 30 at a pH of 6.5 by spread plate method and incubated for 7 days at 25°C. The colonies having halozones were subcultured to obtain pure isolates after which the pure culture was then inoculated on broth medium of Aleksandrov medium. The broth was incubated for 7 days at 25°C and then mixed with the perlite carrier.

Perlite carrier was purchased from a commercial vendor and then 700g was weighed and autoclaved. Later, it was transferred into laminar hood and inoculated with the isolated pure broth cultures of the *Rhizobium*, *Azotobacter*, PSB and KSB at ratio 1:2 to make a consortium. The 10^8 viable cells/gm was used that is (50%) 50ml of each broth was mixed with 100g of perlite. The same procedure was followed for all bacterial isolates individually and packed in polythene bags. The carrier was incubated for 21 days at room temperature. The carrier was applied on the field of beans and corn plants after testing for the viability of bacterial isolates inoculated.

At first the carrier with viable bacteria were mixed with sterile distilled water in the ratio 1:2 to make it into slurry. This was applied to the seeds. The seeds of beans and maize (*Phaseolus vulgaris* and *Zea mays*) were prepared by mixing each inoculated perlite carriers with the seeds (30%). Each of *Rhizobium*, *Azotobacter*, consortium (mixed preparation containing *Rhizobium*, *Azotobacter*, KSB isolate-1 from tomato (KSB 2T¹), KSB isolate-2 from tomato (KSB 3T¹), PSB isolate-1 from tomato (PSB T¹), and PSB isolate-2 (PSB T²), and Control (perlite only) treatments were used for bean plants. Consortium, KSB 2T¹, KSB 3T¹, PSB T¹, PSB T² and control treatments were followed for maize plants. The treated bean and maize seeds were planted and observed for growth, shoot length, flowering, pod formation, yield as well as growth rate and results were recorded. The average of the 10 replicates is calculated along with statistical analysis using students't-test

RESULTS AND DISCUSSION

The *Rhizobium* inoculum on YEMA medium with bromophenol blue showed only one type of colony with smooth milky white, opaque, elevated and raised colonies with irregular edges (Fig 2). The microscopic observation after gram's staining showed a pink color, rod shaped, gram negative bacteria which was in line with the results obtained by Shahzadet *al.* (2012) confirming the strain to be *Rhizobium meliloti*.



Fig. 2.

Morphological observation of the non-symbiotic bacterial inoculums on Ashby's Agar medium from both tomato and capsicum showed the same properties of whitish, smooth irregular, shining and elevated colonies. When observed under the microscope, it was also observed to have a pink color rod shape gram negative character which coincides with the results obtained by Jimenez et. al. (2011) suggesting the morphological and microscopic characteristics of *Azotobacter vinelandii* (Fig 3).

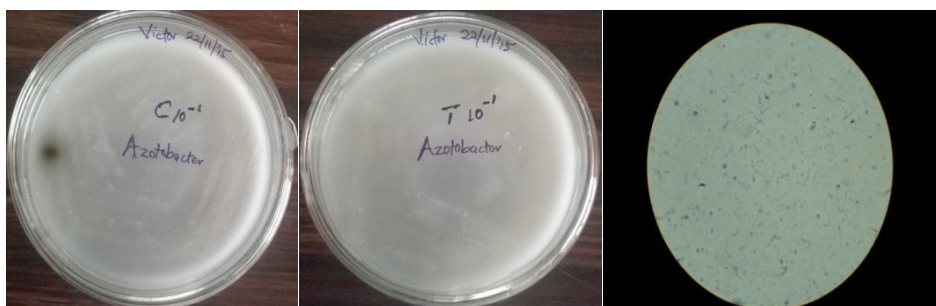


Fig. 3.

The counting of the colonies formed on the plate of Pikovskaya medium for the PSB isolated from tomato revealed 80 colonies out of which only five colonies showed holozones formation and were designated PSB(T¹, T², T³, T⁴, T⁵). Among these, T², T³, T⁵ colonies were very similar to each other such that the number of the cultures for PSB were now grouped into three (PSB T¹ and PSB T²). These isolates were selected because they showed better clear zones. Characterization of the PSB on King's B medium confirmed T¹ to be *Pseudomonas fluorescence* as it illuminates when the medium containing the isolate was briefly exposed to ultraviolet light under UV trans-illuminator (Fig 4) while others gave a negative result to the test.

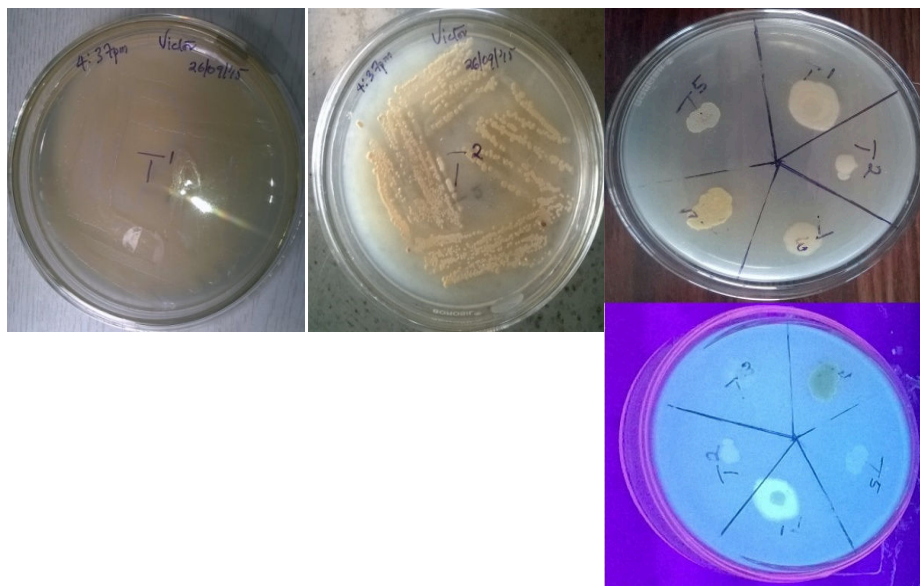


Fig. 4.

All the initial five PSB isolates tested positive on starch hydrolysis and negative on catalase test. These results are in line with the results obtained by Rajan, *et al.* (2015).

All the bacteria isolated in this study showed capabilities to solubilize phosphate as some produced white, yellow and some brown colonies. While T¹ was confirmed to be *Pseudomonas fluorescence*, T⁴ proved to be a *Bacillus* spp, while T², T³, and T⁵ belong to *Streptococcus* spp.

The isolates of the KSB on the Aleksandrov agar medium after the incubation period, showed three colonies exhibiting zone clearance of potassium solubilisation (Fig 5).



Fig. 5.

Sub-culturing of the three colonies that exhibited halo-zone formation revealed same morphological and microscopic features. The morphological characteristics of the colonies include smooth, small, creamy, transparent and elevated colonies which appeared to be small rod shaped, non-sporulating, motile gram negative bacteria. This result is consistent with the findings of Prajapati and Modi (2012). This isolate is presumed to be *Bacillus* spp. as its exact identification could not be ascertained.

Application of the biofertilizers on beans and maize plants showed tremendous positive result at a significant level of $p < 0.05$. It was observed that the bean seed treated with the biofertilizers (*Rhizobium*, *Azotobacter* and mixed biofertilizers) started germination on the third day after planting while for the control (only beans), germination was noticed on the sixth day. The shoot length biofertilizer treated bean plants showed a significant increase when compared with control at $p < 0.05$ (Table 1) and (Fig. 6 and 7).

Table 1.

Week	T-test for BEANS SHOOT LENGTH (cm)			
	Azotobact	Rhizobiun	Mixture	Control
1	8.78	4.44	12.09	3.56
2	16.4	15.04	16.99	13.1
3	35.61	37.92	37.28	35.17
4	40.25	42.2	45.05	39.05
5	47	48.4	49.5	41.7
p value =	0.036667	0.035025	0.009087	

The seeds treated with mixed biofertilizers (*Rhizobium*, *Azotobacter*, PSB and KSB) showed a more significant increase when compared with control ($p < 0.05$) (Table 2).

Table 2.

	T-Test Comparison of Pod numbers			
	Rhizobium	Azotobacter	Mixed	Control
	4	4	4	2
	3	4	5	4
	3	3	4	1
	4	3	5	1
	4	2	7	2
	4	3	6	1
	3	4	5	2
	4	3	4	1
	3	3	5	3
	2	4	5	2
Average	3.4	3.3	5	1.9
p values =	0.009106154	0.001322951	3.2622E-05	

The pods produced in bacterial treatments were far better and significant in comparison to the control at $p < 0.05$. The mixed biofertilizers resulted in bigger and more number of pods compared to the other treatments and control.

The plants in mixed biofertilizer treatment flowered on 26th day after planting while in both *Rhizobium* and *Azotobacter* treatments, flowering started on the 30th day, and in the control the flowering was on the 37th day after planting. Singly treated biofertilizers were PSBT¹, PSBT², KSB2T¹ and KSB3T¹. The treatment with single bacterial culture on maize plants showed no significant difference when compared to the control (Table 3).

Table 3.

		T-test for CORN SHOOT LENGTH (cm)				
Week	Mixed	KSB2T1	KSB3T1	PSBT1	PSBT2	Contol
1	1.22	1.13	0.92	0.86	0.87	0.79
2	5.67	3.61	2.88	3.15	2.98	3.54
3	12.52	9.62	8.9	9.3	10.55	11.28
4	22.45	13.2	12.65	12.4	13.15	15.5
5	44.8	21.15	16.43	17.5	18	22.2
6	47.5	22.75	28.7	29.15	33.8	30.55
7	75	38.35	39.8	40.3	44	54.8
p value =	0.031932	0.123067	0.083722	0.098211	0.23928	

All bacterial treatments also showed high yield and healthy green leafy plants in comparison to the control which had lower yield and folded green leaves (Fig. 6).

Pérez-Montaño, et al. (2014) stated that plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are free-living bacteria which actively colonize plant roots, exerting beneficial effects on plant development in their review. Earlier findings prove that the plants benefit from host–bacterial (PGPR) interactions which include plant health and growth, suppress disease-causing microbes and accelerate nutrient availability and assimilation (Yang, et al. 2009). This may be due to the fact that biofertilizers tend to protect plant from infections while supplying nutrients to the plants.

The maize plant treated in this study with a mixture of the biofertilizers showed a positive significance ($p < 0.05$) in the shoot length when compared to the control and single treated plants.

The maize plant treated with mixed biofertilizer also showed stalk formation in the 6th week after planting. The leaves were lush green and the plant looks very healthy while plants that were treated with single strains showed yellow and curled leaves indicating nutrient deficiency and probably infection (Fig. 6). The control plant showed a mixture of both green and yellow leaves. The bacterial genera used in this investigation were reported as phosphate solubilizing bacteria (Mehnaz and Lazarovits, 2006; Sudhakar, et al. 2000). In addition root colonizing bacteria like, *Azotobacter*, and *Pseudomonas* species are known to produce growth hormones which often leads to increase root and shoot growth. These reports explain the increased growth and productivity of the bean and maize plants in this study. The *Azotobacter*, *Bacillus*, and *Pseudomonas* known to produce certain plant hormones that directly affects the plant growth and certain antibiotics which inhibits the infection of pathogens (Paula Garcia-Fraile, et al 2015). In the present study when consortium of bacterial cultures was inoculated, a multiple factors at the site of action contributed to the better health, growth and productivity of bean and corn plants. This combined effect is lacking when single bacterial inoculation was used in this study.

CONCLUSION

The results of this work confirmed that any of the nitrogen biofertilizers (*Rhizobium* and *Azotobacter*) can be used for beans plants however a mixture of biofertilizer (*Rhizobium*, *Azotobacter*, PSB and KSB) has a potential of giving better results than a single biofertilizer application. The same is also true for the maize plants as the plant will have access to nitrogen from the non-symbiotic nitrogen fixing bacteria as well as phosphorus and potassium from PSB and KSB respectively. The plants also have a higher range of protection from diseases as a mixture of biofertilizer application tends to confer protection for the plants. Hence there is need to understand the relationship between all the microbes used for biofertilizer in order to get a better yield and nutrient supply to the soil at the same time the plant.



Fig. 6.

Comparison in the plant growth and health between the inoculated and non-inoculated plants with biofertilizers is showed in Fig.6.

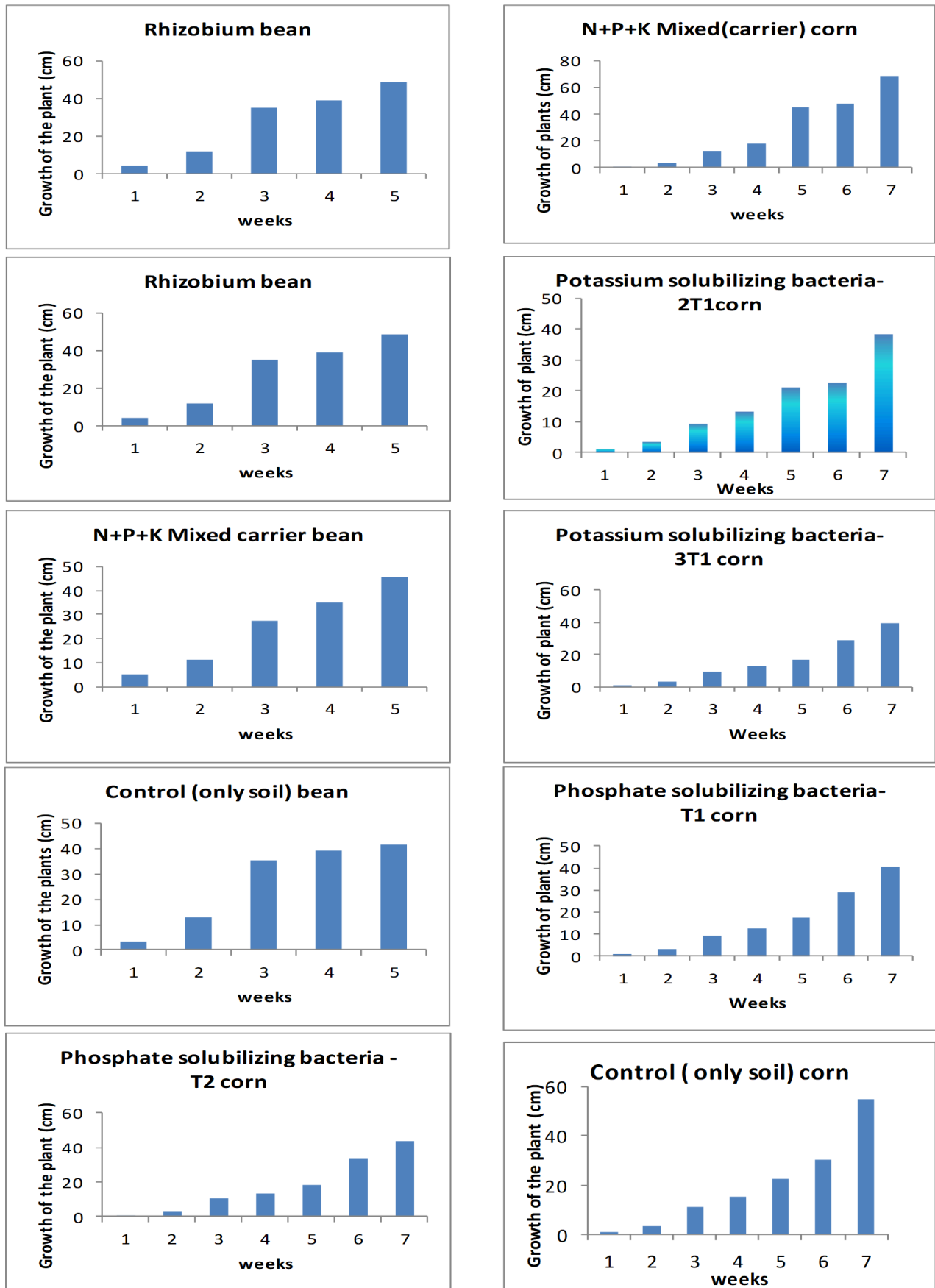


Fig. 7. Average shoot length of the plants per week

BIOGRAPHY:

Dr. Sujana is the Head of the Research and Development department of the Prof. G. M.Reddy Research institute where she coordinates research activities pioneered by the institute and she has been a guide to over 30 students at both undergraduate and postgraduate levels. She's happily married and blessed with a child. She and her family reside at Uppal.

REFERENCES

- [1] Fischer, S. E., Fischer, S. I., Magris, S. and Mori, G. B. (2007). Isolation and characterization of bacteria from the rhizosphere of wheat. *World J Microbiol/Biotechnol* 23:895–903.
- [2] Gomare, K. S., Mese, M. and Shetkar, Y. (2013). Isolation of *Rhizobium* and cost effective production of biofertilizers. *Indian J.L.Sci.* 2(2):49-53.
- [3] Jiménez, D. J., Montaña, J. S. and Martínez, M. M. (2011). Characterization of free Nitrogen fixing bacteria of the genus *Azotobacter* in Organic Vegetable grown Columbian soil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42:846 – 858. (Title missing)
- [4] Li, F. C., Li, S., Yang, Y. Z. and Cheng, L. J. (2006). Advances in the study of weathering products of primary silicate minerals, exemplified by mica and feldspar. *Acta Petrol Mineral* 25: 440–448.
- [5] Lian, B., Fu, P. Q., Mo, D. M. and C. Q. Liu. (2002). A comprehensive review of the mechanism of potassium release by silicate bacteria. *Acta Mineral Sinica* 22: 179–183.
- [6] Liu, D., Lian, B. and Dong, H. (2012). Isolation of *Paenibacillus* sp. and assessment of its potential for enhancing mineral weathering. *Geomicrobiology Journal* 29: 413–421.
- [7] Mehnaz, S. and Lazarovits, G. (2006). Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. *MicrobEcol* 51:326–35.
- [8] Odame, H. (1997). Biofertilizer in Kenya: Research, production and extension dilemmas. *Biotechnol. Dev. Monit.* 30:2023.
- [9] Okon, Y. (1985). *Azospirillum* as a potential inoculants for agriculture. *Trends Biotechnol.* 3(9):223-228.
- [10] Parmar, P., and Sindhu, S. S. (2013). Potassium solubilisation by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions. *Journal of Microbiology Research*. 3(1):25-31.
- [11] Paula García-Fraile, Esther Menéndez and Raúl Rivas. (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *Bioengineering* 2 (3):183-205.
- [12] Prajapati, K. B. and Modi, H. A. (2012). Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil. *CIBTech J Microbiol.* 1: 8-14.
- [13] Ranjan, A., Mahalakshmi, M. R., and Sridevi, M., (2013). Isolation and Characterization of phosphate solubilizing bacterial species from different crop fields of Salem, Tamil Nadu, India. *Int'l J. of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*. 3:29-33
- [14] Ritika, B. and Utpal, D. (2014). Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*. 8 (24):2332–2342.
- [15] Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., Darvish, F., Nourmohammadi, G. and Majidi, E. (2008). Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field condition. *Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 3(2): 253-257.
- [16] Shahzad, F., Shafee, M., Abbas, F., Babar, S., Tariq, M. M., and Ahmad, Z. (2012). Isolation and biochemical characterization of *Rhizobium meliloti* from root nodules of Alfalfa (*Medicago sativa*). *J. Animal Plant Sci.* 22(2): 522-524.
- [17] Sharma, S., Kumar, V. and R. B. Tripathi. (2011). Isolation of Phosphate Solubilizing microorganisms (PSMs) from soil. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research* 1(2):90-95.
- [18] Sheng, X.F. (2005). Growth promotion and increased potassium uptake of cotton and rape by a potassium releasing strain of *Bacillus edaphicus*. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1918-1922.
- [19] Sparks, D. L. and P. M. Huang. (1985). Physical chemistry of soil potassium. In: *Potassium in agriculture*. R.D. Munson, (ed). American Society of Agronomy Journal, USA. pp. 201-276.
- [20] Sudhakar, P., Chattopadhyay, G. N., Gangwar, S. K. and J. K. Ghosh. (2000). Effect of foliar application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). *J Agric Sci.* 134:227–34.
- [21] Yang, J., Kloepper J. W. and C. M. Ryu. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci.* 14:1–4.
- [22] Yosef, B. B., Rogers, R. D., Wolfram, J. H. and Richman, E. (1999). *Pseudomonas cepacia*–mediated Rock Phosphate Solubilization in Kaolinite and Montmorillonite Suspensions. *J. Soil sci. of America* 63: 1703-1708.

Le concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre au Maroc : Analyse des résultats et des programmes de préparation en vigueur

El Mostafa AMIRI, Mustapha EL ALAOUI, Rachid JANATI-IDRISSI, Rajae ZERHANE, Mourad MADRANE, and Mohamed LAAFOU

Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Pédagogique (LIRIP), Université Abdelmalek Essaadi, Ecole Normale Supérieure, Tétouan, Maroc

Copyright © 2019 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: To address the problems related to the teaching of life and earth sciences and to develop effective educational activities, the Moroccan Ministry of National Education has selected and trained competent teachers: aggregates in life and earth sciences with both high-level general scientific knowledge and pedagogical and didactic skills evaluated respectively by written and oral tests. The candidates for the Aggregation competition are double:

- Official candidates with initial training in the preparation cycle for Aggregation;
- Free candidates from universities (Master, DEA, DES, Doctorate), who enter the competition directly without specific prior training.

However, this competition is increasingly posing problems for candidates: the overall success rate in this competition is 16.8% among official candidates, but no free candidate was able to succeed even in writing test of this competition.

This work aims to clarify the problems and difficulties faced by candidates in the written competition. To do this, we proceeded to a rigorous analysis of the results of the written competition to highlight the jury's recommendations, also to a critical analysis of the preparation programs for this competition to measure their alignments with the specificity of the written subjects of the competition.

Thus, we were able to demonstrate, that the consequences of university teaching are palpable on the results of the candidates to the competition of the Aggregation of Life and Earth Sciences.

KEYWORDS: life and earth sciences Aggregation Exam, candidates, scientific knowledge, Pedagogical and didactic skills, University's curriculum.

RÉSUMÉ: Afin de résoudre les problèmes auxquels sont confrontés l'enseignement des sciences de la vie et de la terre, le ministère de l'éducation nationale du Maroc a procédé à la formation et à la sélection de professeurs compétents : les agrégés des sciences de la vie et de la terre ayant à la fois des connaissances scientifiques générales de haut niveau et des compétences pédagogique et didactique évaluées respectivement par des épreuves écrites et orales. Les candidats au concours d'Agrégation sont doubles :

- Des candidats officiels ayant suivi une formation initiale dans le cycle de préparation à l'Agrégation ;
- Des candidats libres, issus des universités (titulaires de Master, DEA, DES, Doctorat), qui se présentent directement au concours sans formation initiale.

Toutefois, ce concours pose des problèmes surtout pour les candidats libres : le pourcentage global de réussite dans ce concours est de 16,8% chez les candidats officiels mais aucun candidat libre n'a pu réussir même à l'écrit de ce concours au Maroc en 1991.

Ce travail vise à clarifier les difficultés auxquelles sont confrontés les candidats à l'écrit du concours. Pour ce faire, nous avons procédé à :

- Une analyse des résultats de l'écrit du concours, à travers une lecture rigoureuse des rapports du Jury, pour souligner les recommandations du jury ;

- Une analyse des cursus universitaires, support de préparation des candidats à ce concours, pour mesurer leurs alignements avec la spécificité des sujets de l'écrit du concours.

Ainsi, nous avons pu démontrer, que les conséquences des enseignements universitaires sont palpables sur les résultats des candidats à ce concours.

MOTS-CLEFS: Concours d'Agrégation des SVT, Candidats, Connaissances scientifiques, Compétences pédagogique et didactique, cursus universitaire.

1 INTRODUCTION

Les épreuves écrites du concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre portent sur des sujets de synthèse évaluant les compétences pluridisciplinaires des candidats pour traiter les concepts scientifiques dans différents champs disciplinaires et niveaux d'étude.

Un cursus universitaire efficace pour la préparation à ce concours doit permettre des connaissances puisées dans différents matières et aux divers niveaux d'étude du vivant et de la matière [1]. la pluridisciplinarité des concepts scientifiques se facilite par le rapprochement des champs d'étude disciplinaires et s'articule autour de l'unité essentielle qui constitue le principe épistémologique de son fondement [2]. Dans un même laboratoire de recherche coopèrent des spécialistes différents qui s'unissent sur un même thème d'analyse [3]. Le concept d'interdisciplinarité, produit de l'association de plusieurs disciplines, permet, l'émergence de nouveaux savoirs [4], l'élargissement des champs d'étude des concepts scientifiques et contribue à une compréhension globale des phénomènes scientifiques [5]. L'interdisciplinarité, voie d'enseignement convergente [6], requiert donc des informations empruntées à plusieurs disciplines pour la résolution d'un problème scientifique. Par ce fait, le savoir disciplinaire pris séparément, ne permet pas une étude exhaustive des sujets de synthèse de l'écrit du concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre.

PROBLÉMATIQUE

Le concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre sélectionne des professeurs agrégés de haut niveau scientifique et didactique

Cependant, et depuis sa création au Maroc en 1991, le pourcentage global de réussite dans ce concours est de 16,8% chez les candidats officiels alors qu'aucun candidat libre n'a pu réussir même à l'écrit de ce concours. Alors nous nous sommes interrogés sur les causes probables de cet échec. Nous avons pensé à analyser, d'un côté les sujets de l'écrit du concours de l'Agrégation des SVT, et d'un autre côté les programmes de préparation à ce concours, afin de juger leur compatibilité.

L'analyse des enseignements des cursus universitaires marocains a révélé un grand écart avec les exigences de l'écrit du concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre. Les enseignements universitaires, mono disciplinaires, spécialisés, et cloisonnés, ne permettent pas aux candidats de réussir aux épreuves écrites de ce concours.

Comment relier les enseignements universitaires, puisés dans différents champs disciplinaires, aux grands concepts unificateurs des sciences de la vie et de la terre ?

2 MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL

Le concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre au Maroc vise à la sélection d'enseignants de haut niveau scientifique et pédagogique qui contribueront au développement de l'enseignement des sciences de la vie et de la terre dans nos établissements.

Pour approcher les propos des éléments de réponse aux questions de notre problématique, plusieurs voies d'exploration sont possibles. Toutefois, celle reposant sur l'analyse des rapports du jury du concours de l'Agrégation demeure la plus significative. Ces rapports constituent en effet une source d'information et une référence guide où les intervenants dans l'encadrement des candidats devraient puiser des informations et des orientations susceptibles d'enrichir leur cursus et leur pratique d'enseignement. Nous avons procédé à une recherche exploratoire à travers :

- Une analyse des rapports du jury, composé de professeurs de l'enseignement supérieur et de deux inspecteurs généraux du ministère de l'éducation nationale de la France, afin de souligner les problèmes rencontrés chez les candidats lors de l'écrit du concours ;
- Une analyse qualitative du savoir disciplinaire et des situations d'apprentissage figurant dans les programmes des cursus universitaires pour mesurer leur alignement avec les recommandations du Jury du concours.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les rapports du jury présentent une analyse globale des résultats du concours d'Agrégation des sciences de la vie et de la terre [7]. Ce concours comporte deux sortes d'épreuves :

- Des épreuves écrites d'admissibilité qui évaluent les compétences de synthèse des connaissances scientifiques générales des candidats
- Des épreuves orales d'admission évaluant les compétences pédagogiques et didactiques des candidats

3.1 ANALYSE GLOBALE DES RÉSULTATS DU CONCOURS DE L'AGRÉGATION DES SVT

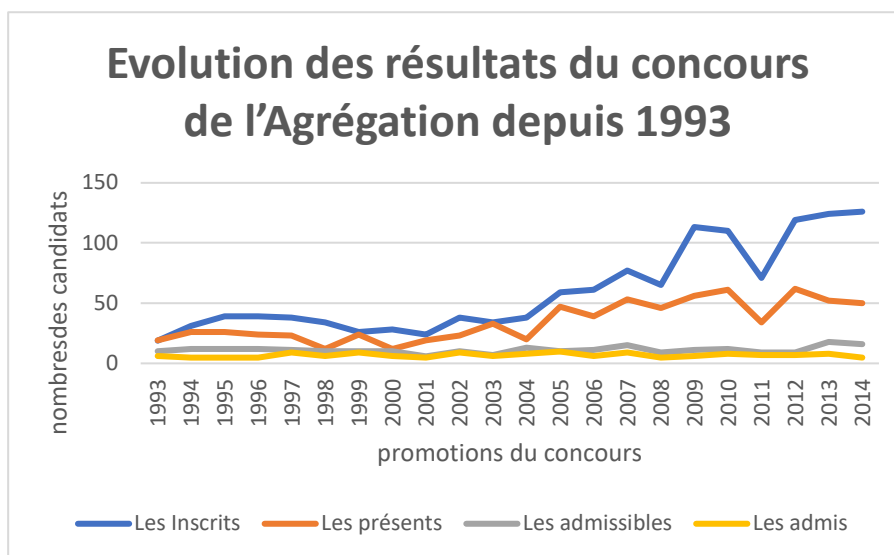


Fig. 1. Evolution des résultats du concours de l'Agrégation des SVT depuis 1993

A signaler que nous n'avons pas pu recueillir des données sur les promotions : 2000, 2004, 2012, 2013 et 2014

Le nombre des candidats présents aux épreuves écrites, dans toutes les promotions, est toujours inférieur à celui des inscrits. Selon le jury [7], il s'agit des candidats libres (titulaires de masters, DEA, DESS, doctorats) issus des universités et qui se présentent directement au concours. Leurs enseignements universitaires ne sont pas conformes aux exigences des sujets de synthèse de l'écrit et abandonnent le concours dès la première épreuve écrite.

Pour les candidats officiels, les résultats montrent que le nombre des admissibles aux épreuves écrites est largement inférieur à celui des présents dans chaque promotion. Selon le jury, Ces résultats (Figure1) peuvent être liés aux faits que :

- La formation de ces candidats au cycle de préparation à l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre n'arrive pas à combler toutes les lacunes induites par les enseignements universitaires ;
- Le nombre des candidats admis aux épreuves orales est toujours inférieur à celui des admissibles dans toutes les promotions. Les épreuves orales affectent négativement le résultat global du concours. Selon le jury [7], la préparation des candidats officiels aux épreuves orales du concours est négligée dans le centre de préparation à l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre.

3.2 ANALYSE DES MOYENNES GÉNÉRALES DES ÉPREUVES ÉCRITES D'ADMISSIBILITÉ POUR CHAQUE PROMOTION

Les sujets de l'écrit du concours de l'Agrégation se composent de quatre types d'épreuves : Biologie et physiologie cellulaires, Biologie et physiologie animales, Biologie et physiologie végétales et Sciences de la terre. Le graphe suivant montre l'évolution des moyennes générales des épreuves écrites du concours dans toutes les promotions. Ces résultats concernent les candidats officiels puisque les candidats libres abandonnent le concours à la première épreuve écrite.

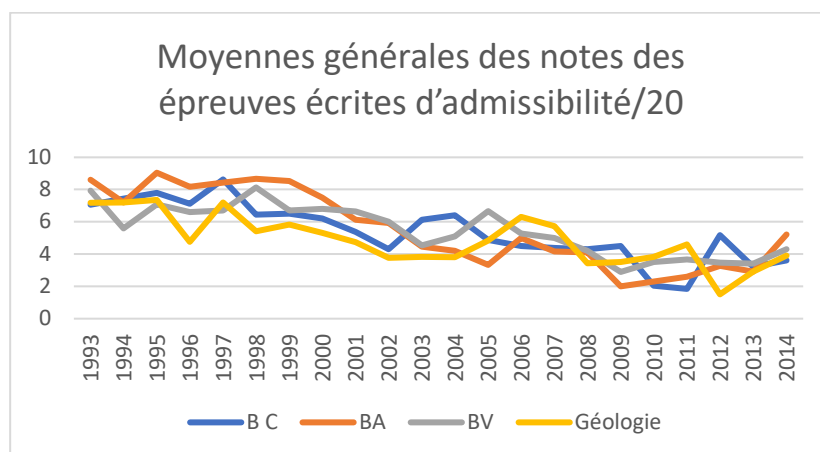


Fig. 2. Moyennes générales des épreuves écrites du concours d'Agrégation pour chaque promotion

La moyenne générale des épreuves écrites à évolution synergique dans toutes les promotions, qualifiée de faible par le jury du concours, montre une légère disparité dans toutes les promotions. Elle traduit des difficultés communes de connaissances scientifiques générales et de capacité de synthèse dans toutes les épreuves de l'écrit. Les enseignements universitaires des candidats manqueraient sûrement de compétences transversales permettant de mobiliser des ressources diverses, acquises à des moments différents du cursus, qui relèvent souvent de plusieurs disciplines.

3.3 ANALYSE DES MOYENNES GÉNÉRALES DES CANDIDATS AYANT UNE NOTE $\geq 10/20$ DANS CHAQUE ÉPREUVE DE L'ÉCRIT DU CONCOURS

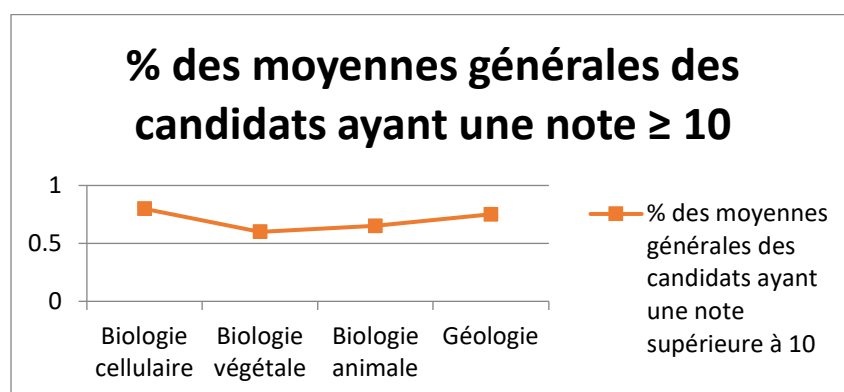


Fig. 3. Pourcentage des moyennes générales des candidats ayant une note ≥ 10 dans les épreuves écrites du concours de toutes les promotions (de 1993 à 2011)

Le pourcentage des moyennes générales des candidats ayant une note ≥ 10 dans chacune des quatre épreuves de l'écrit est $\leq 0.8\%$. Ces résultats (Figure 3) qualifiés de très faible traduisent des difficultés, liées à la préparation de l'écrit, que le jury [7] du concours a classé en deux ordres :

- Des difficultés d'ordre cognitif :

Selon le jury, les connaissances universitaires, qualifiées de faible, ont obligé les candidats de traiter les sujets de l'écrit du concours d'une manière superficielle. Les structures anatomiques des vivants, les aspects explicatifs (biochimiques, physiologiques et moléculaires ainsi que géologiques) des concepts scientifiques sont complètement ignorés par la majorité des candidats. Il s'agit sans doute d'une formation des candidats dominée par une pédagogie linéaire ;

- Des difficultés d'ordre méthodologique :

Selon le jury, les propos ne sont pas organisés en parties qui doivent permettre de construire les notions fondamentales des sujets. Les transitions entre les parties des sujets ne sont pas fondées sur des arguments. Les savoirs scientifiques ne sont pas démontrés à travers une démarche d'étude explicative. Une profonde réflexion à propos de la formation des candidats est exigée pour organiser au mieux les connaissances transversales puisées dans les différents domaines scientifiques.

3.4 ANALYSE DES PROGRAMMES DES CURSUS UNIVERSITAIRES

Cinq cursus relatifs à 7 facultés de sciences marocaines ont été analysés pour mesurer leur alignement avec les exigences de l'écrit du concours. Leurs enseignements, très similaires dans toutes ces facultés, sont organisés en systèmes modulaires (annexe 2).

3.4.1 ORGANISATION DES ENSEIGNEMENTS UNIVERSITAIRES AU MAROC

Les Facultés des sciences marocaines offrent en formation initiale les diplômes figurant dans l'annexe 1.

L'analyse des cursus universitaires (annexe 2) montre un cloisonnement et une spécialisation des enseignements :

- Entre sciences de la vie et sciences de la terre et de l'univers dès la deuxième année ;
- Entre les licences spécialisées dès la troisième année
- Entre les masters spécialisés dès la quatrième année
- Et entre les doctorats dès la cinquième année

Ces cursus, très spécialisés, ne répondent pas aux exigences de l'écrit du concours de l'Agrégation. Les apports de cette analyse vont de pair avec l'abandon des candidats libres, constaté par le jury du concours, dès la première épreuve écrite.

Le cloisonnement et la dichotomie des enseignements sont renforcés par l'absence de licences spécialisées dans l'enseignement et de cours de pédagogie et de didactique des sciences de la vie et de la terre (Annexes 1 et 2). Ces résultats révèlent des difficultés d'ordre méthodologique chez les candidats, déjà mentionnés par le jury du concours.

3.4.2 ANALYSE DES PRATIQUES DES ENSEIGNEMENTS UNIVERSITAIRES

Les enseignements des cursus universitaires sont organisés selon des dispositifs modulaires (Annexe 2). Le contenu et les pratiques de ces enseignements présentent plusieurs inadéquations avec les exigences des sujets de synthèse de l'écrit du concours.

Nous allons nous limiter à l'analyse du cours de la membrane plasmique figurant dans les cursus universitaires pour souligner la divergence des enseignements universitaires avec les capacités requises par l'écrit du concours. Le choix de ce cours est justifié par le fait qu'il a été un sujet d'écrit récurrent dans les épreuves de Biologie et physiologie animales en 1993 et de Biologie et physiologie cellulaires en 2012 du concours. Toutefois aucun des candidats libres n'a pu achever les épreuves écrites du concours.

Le cours de la membrane plasmique est programmé dans le chapitre III du module M1 du semestre 1 de Biologie cellulaire des cursus universitaires (Annexe 3).

- Concernant les connaissances scientifiques générales qui figurent dans ce cours :
 - L'enseignement du cours de la membrane plasmique est limité uniquement à la cellule eucaryote. Celui de la cellule procaryote est programmé dans le module 16 du semestre 3 dans la filière sciences de la vie uniquement ;

- Le renouvellement biologique des constituants membranaires, les propriétés physico-chimiques à l'origine de l'asymétrie structurale et fonctionnelle de la membrane biologique ne figure pas dans ce programme ;
- Les fonctions de la membrane plasmique sont limitées uniquement aux échanges membranaires mais d'une façon incomplète : L'endocytose par récepteur, la potocytose et la transcytose ne figurent pas dans les enseignements de ce cours [8] ;
- La transduction des signaux par les récepteurs membranaires figure dans le module 27 du semestre 5 de la filière SVI uniquement dans le cours d'endocrinologie ;
- Le rôle des protéines de la membrane plasmique des lymphocytes dans la reconnaissance entre les cellules immunitaire est traité dans le cours d'immunologie du Module 30 du semestre 5 de la filière SVI uniquement [9] ;
- La fonction des enzymes digestives de la bordure en brosse est traitée à part dans le module 27 du semestre S5 de la filière SVI seulement.

Les enseignements du cours de la membrane plasmique sont ainsi cloisonnés en plusieurs unités d'enseignements programmés dans des modules différents. La culture générale sur la membrane plasmique nécessite l'intégration des apports de la microbiologie, la biochimie, l'immunologie et de l'endocrinologie. Il s'agit donc d'un enseignement mono-disciplinaire, tronqué et dispersé. De tels enseignements sont à l'origine de connaissances universitaires très insuffisantes qui ne permettent pas de traiter convenablement les sujets de synthèse de l'écrit du concours. Ces conclusions se raccordent bien avec les observations faites par le jury.

- Sur le plan méthodologique :
- L'introduction et la conclusion ne figurent pas dans le plan du cours universitaire de la membrane plasmique (annexe 3) ;

L'importance de l'introduction est capitale dans les sujets de synthèse du concours ; elle sert à définir les termes du sujet, à le contextualiser, à annoncer une problématique et des idées dans un cadre clairement défini et à présenter une logique de résolution dont l'intérêt doit être justifié [10].

La conclusion permet de récapituler de façon concise les idées fortes développées dans le devoir, répondre à la problématique posée et formuler de nouvelles questions qui ouvrent les perspectives du sujet [10] ;

- Les enseignants universitaires appliquent à la lettre les programmes des cursus universitaires sans l'élaboration de progression pédagogique. Dans le cours de la membrane plasmique, aucun lien logique n'existe entre les intitulés des axes de ce cours. En effet l'étude de la structure et la composition moléculaire de la membrane plasmique doit expliquer les fonctions de cet organite à travers une démarche scientifique démonstrative. Les propos sont à organiser en plusieurs parties qui doivent permettre de construire les notions fondamentales, en s'appuyant sur des exemples pertinents (faits scientifiques, expériences historiques ou récentes). Une telle articulation des idées du sujet aide le lecteur à apprécier la qualité du travail.
- Dans les cursus universitaires, les enseignements du cours de la membrane plasmique sont présentés sous forme de cours magistraux et de travaux dirigés (annexe 3). Il s'agit de pratiques d'enseignement traditionnelles et transmissives qui contribuent uniquement à la restitution des connaissances. De telle pratique d'enseignement ne permet pas de surmonter les difficultés imposées par les sujets de synthèse de l'écrit du concours. Selon (El Hage et *al.* 2011) [11], l'enseignement universitaire qui se veut efficace doit dépasser l'exposé des contenus des cours, d'où la nécessité de changer sa façon d'enseigner, de passer des pédagogies passives, traditionnelles, centrées sur l'enseignant et sur le contenu à transmettre aux pédagogies actives, centrées sur l'étudiant.
- Les cours magistraux sont séparés des travaux pratiques (annexe 3), cette dichotomie peut créer des problèmes d'articulation du discours anatomique au discours physiologique à l'origine de la juxtaposition des aspects descriptifs et explicatifs des concepts scientifiques. Les enseignants universitaires peuvent concevoir des situations éducatives qui intègrent les TIC pour approcher la dynamique de la cellule à sa structure
- Les programmes universitaires (annexe 2) ne présentent pas de cours de pédagogie et de didactique des sciences de la vie et de la terre. Il s'agit de contraintes curriculaires à l'origine des difficultés d'ordre méthodologiques, mentionnées par le jury, auxquels sont confrontés les candidats.

4 CONCLUSION

Les difficultés auxquelles sont confrontés les candidats aux épreuves écrites du concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre sont d'ordre cognitif et méthodologique, ces difficultés sont révélées par :

- Un cursus universitaire spécialisé dominé par une pédagogie linéaire qui ne permet pas de dégager le sens scientifique des concepts, cause essentielle dans l'oubli et l'incompréhension des phénomènes scientifiques ;
- Un cloisonnement et une juxtaposition des disciplines qui ne permettent pas de traiter correctement les sujets de synthèse de l'écrit du concours à partir de l'épuisement des connaissances dans différents champs disciplinaires ;
- Les enseignements sont répartis en cours magistraux, travaux dirigés et travaux pratiques. Ils reflètent un savoir non contextualisé donné selon une approche linéaire qui ne permet en aucun cas de saisir le sens scientifique des concepts. Une telle pratique d'enseignement, qualifiée de traditionnelle, incite la restitution des connaissances et ne contribue pas à leur construction ;
- Des contraintes curriculaires, traduites par une spécialisation précoce des filières des Sciences de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, qui ne permettent pas aux candidats d'acquérir la culture scientifique générale exigée par l'écrit du concours de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre. Les effets de cette spécialisation sont accentués par une dichotomie entre les cours magistraux et les travaux pratiques et par un manque de cours de pédagogie et de didactique.

Les universités, dans le cadre de leur autonomie, doivent investir dans le domaine de l'enseignement en élaborant :

- Des filières d'Agrégation dans le cadre du système LMD (Licence, Master, Doctorat) et qui se baseront sur des filières de licences d'enseignement des Sciences de la vie et de la terre ;
- De nouveaux programmes de formation fondés sur des méthodes d'enseignement innovatrices

RÉFÉRENCES

- [1] Demounem, R. (1996). Didactiques de sciences de la vie et de la terre. Edition Nathan
- [2] Develay, M. (1996). Donner du sens à l'école, <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00119375/document> (consulté: 22/09/2019)
- [3] Jacob, M. (1970). La logique du vivant, Paris, Gallimard
- [4] Unesco, (1986). L'interdisciplinarité dans l'enseignement général ; <http://www.unesco.org/education/pdf> (consulté : 24/06/2019)
- [5] Paulin, F. (2015). L'épistémologie contemporaine de la théorie de l'évolution dans l'enseignement français: état des lieux et conséquences didactiques, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01287258/document> (consulté : 20/04/2019)
- [6] Apostel, L. (1983). Interdisciplinarité et sciences humaines. Vol. I. Paris. Unesco, <http://www.unesco.org/education/pdf/3114.pdf> (consulté 23/02/2019)
- [7] Rapports du Jury national de l'Agrégation des sciences de la vie et de la terre au Maroc (1993, 2012)
- [8] Alberts, B. (2012). Biologie moléculaire de la cellule. Flammarion Médecine-Sciences éd Beauvais,
- [9] Richard, A. (2001). Immunologie. Dunod, Paris.
- [10] Rapports du de l'Agrégation externe des sciences de la vie et de la terre ; France (2006, 2009)
- [11] Reine, E. (2016). L'enseignement des sciences à l'université : traditions ou innovations ? *Éducation et socialisation* [En ligne] : <http://journals.openedition.org/edso/1785> ; DOI : 10.4000/edso.1785, (consulté : 25 février 2018)

ANNEXE 1 : LES DIPLÔMES DÉLIVRÉS PAR LES UNIVERSITÉS AU MAROC

- Diplôme de licence d'études fondamentales (SVI, STU) :

Biologie cellulaire et moléculaire ; Physiologie et santé ; Géologie ; Sciences de l'environnement ; Biotechnologie alimentaire ; Microbiologie ; Biochimie

- Diplôme de Master spécialisé :

Géosciences Appliquées : Management des Ressources Hydriques, Miniers et énergétiques. Géosciences et Ressources Naturelles : Géo ressources, Patrimoine et Géo environnement.

Géographie : Espaces fragiles au Maroc : dynamiques spatiales, environnement et gestion et gestion des territoires. Géosciences : Ressources Minérales et Géo matériaux. Neurobiologie. Biologie-santé, Physiopathologie. Ecologie-environnement. Biodiversité. Microbiologie, biotechnologie

- Diplôme de doctorat :

Paléontologie, Stratigraphie, Hydrogéologie, Tectonique ; sédimentologie, Métallogénie ; Biologie moléculaire, Immunologie, Endocrinologie, Ecologie, Faunistique, Floristique ; Physiologie rénale, Microbiologie, Biochimie.

ANNEXE 2

- Architecture globale officielle de la filière SVI dans l'enseignement supérieur des universités marocaines

S1 SVT	M1 Biologie Cellulaire	M2 Embryologie et Histologie	M3 Géologie générale	M4 Mathématiques	M5 Physique I: Optique - Physique nucléaire Thermodynamique	M6 Chimie I: Chimie Générale	M7 Langue et Terminologie I
S2 SVT	M8 Biologie des organismes animaux	M9 Biologie des organismes végétaux	M10 Géodynamique externe	M11 Géodynamique interne	M12 Physique II: Mécanique - Electricité	M13 Chimie II: Chimie Organique	M14 Langue et Terminologie II

S5 SVI	M27 Physiologie des Grandes Fonctions	M28 Croissance et développement des plantes	M29 Ecologie Générale II	M30 Immunologie	M31 Génétique	M32 Biologie moléculaire
S6 SVI	M33 Module optionnel 1	M34 Module optionnel 2	M35 Module optionnel 3	M36 Module optionnel 4	M37 et M38 Projet Tutoré	

S3 SVI	M15 Biochimie Structurale	M16 Microbiologie Générale	M17 Ecologie Générale I	M18 Techniques chimiques pour la biologie	M19 Biophysique	M20 Statistiques
S4 SVI	M21 Enzymologie & Biochimie Métabolique	M22 Génétique	M23 Faunistique	M24 Floristique	M25 Physiologie animale	M26 Physiologie végétale

- Architecture globale officielle de la filière STU dans l'enseignement supérieur des universités marocaines

S1 SVT	M1 Biologie Cellulaire	M2 Embryologie- Histologie	M3 Géologie générale	M4 Mathématiques	M5 Physique I : Optique – Physique Nucléaire - Thermodynamique	M6 Chimie Générale	M7 Langue et Terminologie I
S2 SVT	M8 Biologie des organismes animaux	M9 Biologie des organismes végétaux	M10 Géodynamique externe	M11 Géodynamique interne	M12 Physique II: Mécanique - Electricité	M13 Chimie II: Chimie Organique	M14 Langue et Terminologie II
S3 STU	M15 Tectonique analytique	M16 Tectonique globale	M17 Pétrologie magmatique	M18 Pétrologie métamorphique	M19 Physique appliquée aux Sciences de la Terre	M20 Statistiques	
S4 STU	M21 Pétrographie sédimentaire	M22 Sédimentologie	M23 Paléontologie	M24 Stratigraphie	M25 Géoinformatique	M26 Chimie appliquée aux Sciences de la Terre	
S5 STU	M27 Géologie du Maroc I	M28 Géologie du Maroc II	M29 Métallogénie	M30 Hydrogéologie	M31 Géophysique	M32 Géochimie	
S6 STU	M33 Module Optionnel 1	M34 Module Optionnel 2	M35 Module Optionnel 3	M36 Module Optionnel 4	M37 PT1	M38 PT2	

ANNEXE 3 : PROGRAMME DE LA BIOLOGIE CELLULAIRE DANS LES CURSUS UNIVERSITAIRES

Introduction à la biologie cellulaire :

- Théorie cellulaire
- Cellules procaryotes
- Cellules eucaryotes

Chapitre I : Composition Chimique de la cellule

- Eau
- Molécules organiques (protéines, glucides, lipides, acides nucléiques, ..).
- Sels minéraux

Chapitre II : Travaux pratiques : Méthodes d'étude de la cellule

- Microscopes.
- Méthodes d'étude chimique (chromatographie, électrophorèse).
- Méthodes d'étude physique (autoradiographie, fluorescence).
- Culture des cellules.
- Technique de l'ADN recombiné

Chapitre III : Membrane plasmique

- Définition et rôles majeurs de la membrane plasmique
- Composition chimique et propriété structurale de la membrane plasmique
- Propriétés physiologiques de la membrane
- Fonctions

Chapitre IV : Cytosol

- Introduction
- Composition chimique et principales structures ;
- Rôles et activités physiologiques ;
- Le Cytosquelette (micro filaments, microtubules, filaments intermédiaires) ;
- Les ribosomes ;

Chapitre V : Système de conversion d'énergie

- Structure des Mitochondrie
- Activités métaboliques au niveau de la mitochondrie (cycle de Krebs et chaîne respiratoire)
- Structure et fonction du chloroplaste
- Comparaison mitochondrie-chloroplaste

Chapitre VI : Le système endomembranaire

- Réticulum endoplasmique.
- Appareil de Golgi.
- Les systèmes vésiculaires : endosomes, lysosomes, Peroxysomes.

Chapitre VII : Le noyau

- Structure et composition du noyau interphasique : chromatine, enveloppe nucléaire, structures associées, pores nucléaires.
- Expression de l'information génétique : synthèse protéique chez les procaryotes et eucaryotes
- Mitose et cycle cellulaire ; Méiose

Ovarian Carcinosarcoma : A case report and review of literature

F. ABDEDDINE, J. MEDDAH, M. EI YOUSSEFI, M.A. BENYAHIA, and S. BARGACH

Department of Gynecology Obstetrics, Cancer Research and Pregnancy at High Risk, Maternity Souissi, Rabat, Morocco

Copyright © 2019 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 Ovarian Carcinosarcoma also known as malignant mixed Müllerian tumor is a rare malignant neoplasm that histologically contain both epithelial and stromal components. This aggressive tumor is found not only in the ovary but also in other organs of the genito-urinary tract, including uterus. It is usually diagnosed at older age and advanced stage. The Ovarian Carcinosarcoma patients have very poor prognosis. Surgical treatment is a determining factor for the survival of patients. The response rate to chemotherapy is about 20 %. We illustrate the article with a clinical case reporting the positive diagnosis of ovarian carcinosarcoma.

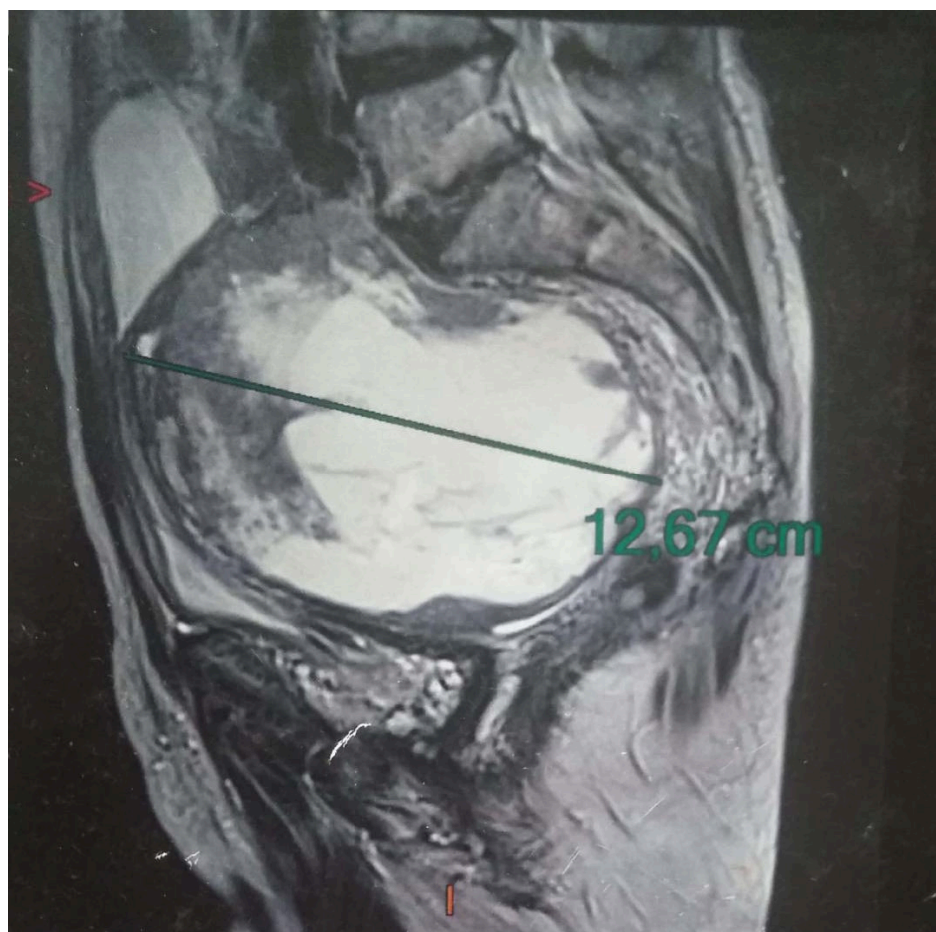
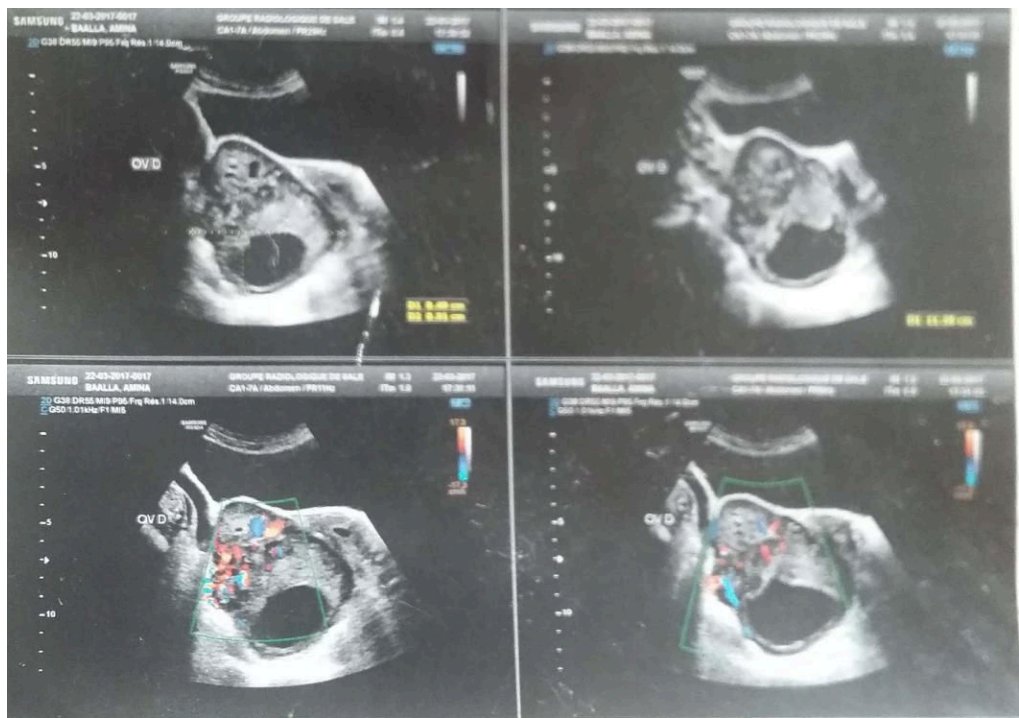
KEYWORDS: Ovarian Carcinosarcoma, malignant tumor, epithelial, stromal, poor prognosis.

1 INTRODUCTION

The Ovarian Carcinosarcoma (CSO), also known as mixed mesodermal tumor or tumor mixed Mullerian is a rare ovarian tumor, deemed to be highly aggressive, representing less than 2% of cancers of the ovary [1]. Less than 400 cases have been reported in the literature. It is characterized by the association of a carcinomatous component and a sarcomatous component. We report a case observed and supported in motherhood Souissi in RABAT.

2 COMMENT

63 years old patient, with the medical history high blood pressure balanced under medical treatment for one year, operated on for bilateral cataract 2 years ago, 3 children living birth normal, menopausal for 18 years. Presenting for 3 months a pelvic pain associated with an urgent burn and pollakiuria, all operating in a context of apyrexia and preservation of the general State. Examination on admission objectified a sensitivity with mass right lateral uterine whose size was difficult to assess. Pelvic ultrasonography had highlighted a multilobed double cystic component right lateral uterine mass and tissue, the latter was hyper vascularized by the doppler. This mass measured 11.5 cm of centerline. The ultrasound examination had not put in evidence of uterine anomaly or ovarian left or peritoneal carcinoses. According to the MRI this double component mass measured 12.67 cm. A biological check carried out, was back to normal apart from the CA-125 which was high. We have programmed the patient for a laparotomy pre-anesthetic consultation. After a median incision under umbilical, we explored the pelvis, to objectify a mass ovarian right making about 12cm 10 cm, adherent to the small intestine in posterior, driving back the bladder in earlier, and a slight peritoneal carcinoses. We have achieved a reduction in tumor with cystic content puncture and biopsy epiploic and peritoneal. The postoperative were without fault. The histological study with Immunohistochemistry was back in favor of an ovarian Carcinosarcoma. We have made an assessment of the extension back to normal, and we sent the patient to the national Institute of Oncology for therapeutic supplement. The patient was lost to view.



3 DISCUSSION

The Carcinosarcoma (CS) still called malignant tumor biphasic problem of pathogenesis oncology care and prognosis [1]. It is a rare tumor that is found at the level of the female genital tract, most often at the level of the uterine body and more rarely at the level of the cervix, vagina, horns or ovarian [2]. To explain the coexistence of two types of distinct cells, four theories have been issued [3]:

- the collision theory which suggests that the carcinoma and Sarcoma are two independent cancers;
- The theory of combination: it assumes that the two components are derived from the same cell that differs soon during tumor development.
- Conversion theory suggests that the Sarcoma elements derived from carcinoma during the growth of the tumor.
- The theory of composition that evokes the existence of a sarcomatous nickname reaction of the stroma in the presence of carcinoma. This last theory is easily excluded, because in these malignancies, the Sarcoma contingent is histologically malignant without a doubt.

Currently, scientific research agrees that most, but not all, cells of the CS are monoclonal deriving from the same cell, and that the carcinomatous component is the *primus* of these cancers [1]. Indeed, from the work done on the uterine CS, it was found the same mutation, TP53, on the two components of the CS showing their common origin [1]. According to the sarcomatous component, we define two types: either the sarcomatous component is normally present in the ovary, we then speak of *peer* CS. either the component is formed usually absent elements (cartilaginous, bony tissue, striated... muscle fibers), we then speak of *Heterologous* CS.

The heterologous type is more often described [4]. The tumor varies over the disease: at diagnosis, the carcinomatous elements predominate, while in case of recidivism, the Sarcoma elements predominate [5-7].

The CS reached women, often nulliparous, between the sixth and the seventh decade. The age at diagnosis is significantly higher in the case of CS case of epithelial tumor of the ovary (TEO) [4-7];

The clinical presentation of the CS is non-specific. The most common symptom is abdominal distension. It can be associated with abdominal pain, transit disorders and impaired general condition [8]. Very often, the diagnosis is made at an advanced stage of the disease [3,5,7-11].

Metastatic locations differ either from those of epithelial tumors of the ovary [11,12]. The interest of the dosage of the CA125 in the CS has been studied [7,13,14]. It is increased in 75-85% of cases [7,11]. Although not confirmed, it seems to be a marker in the therapeutic evaluation in the absence of clinical or radiological test.

The scarcity of the CS explains that there is no consensus on its support. There is very little data. The essential role of surgery seems well established. It has been shown, significantly, that optimal surgery longer median survival (14.8 months for optimal surgery versus 3.1 months for suboptimal surgery for stage III, $p = 0.0003$) [11].

For adjuvant treatment, the only published essay is Tate Thigpen for the Gynecologic Oncology Group (GOG) [15]. The substance used is cisplatin. The response rate is 20%, which is comparable with that observed in the case of uterine CS. Given the low incidence of the CSO, the implementation of therapeutic trial is difficult. The GOG proposes to extend the results already observed with the uterine CS at the CSO. Ifosfamide

and cisplatin are, then, the two most interesting substances (doxorubicin showed a less effective in a study of the GOG on uterine sarcomas) [15-20].

The CS is an aggressive tumor, the five-year survival ranges from 6 to 30% [2,4,5,9-11]. The initial stage is the only prognostic factor found in the various studies [5,9,10].

The advanced, more the prognosis is pejorative. The size, histological type (heterologous or homologous), age do not intervene in the prognosis.

4 CONCLUSION

The CS is a particular, rare entity, in the pejorative prognosis. Little case was brought back in the literature. Two histological types are described: the type heterologous and the equivalent type, but without incidence on the prognosis. Indeed, the only factor prognosis found in the various studies is the initial stage. The survival in five years is lowered when it is compared with the epithelial tumors of the ovary. The slightest sensibility in the chemotherapy offers to the surgery an essential place, this one that must be the most complete possible.

REFERENCES

- [1] Muller M, Dupre PF, Lucas B, et al (2007) Le carcinosarcome ovarien. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 36(4):399–402
- [2] Bicher A, Levenback C, Silva EG, et al (1995) Ovarian malignant mixed müllerian tumors treated with platinum-based chemotherapy. *Obstet Gynecol* 85:735–9
- [3] Hanjani P, Peterson RO, Lipton SE, Nolte SA (1983) Malignant mixed mesodermal tumors and carcinosarcoma of the ovary: report of eight cases and review of the literature. *Obstet Gynecol Surv* 38:345–57
- [4] Hellström AC, Tegerstedt G, Silfvärd C, Petterson F (1999) Malignant mixed müllerian tumors of the ovary: histopathologic and clinical review of 36 cases. *Int J Gynecol Cancer* 9:312–5
- [5] Ariyoshi K, Kawauchi S, Kaku T, et al (2000) Prognostic factor in ovarian carcinosarcoma: a clinicopathological and immunohistochemical analysis of 23 cases. *Histopathology* 37:427–36
- [6] Plaxe SC, Dottino PR, Goodman HM, et al (1990) Clinical features of advanced ovarian mixed mesodermal tumors and treatment with doxorubicin and cisplatin based chemotherapy. *Gynecol Oncol* 37:244–9
- [7] Amant F, Vloeberghs V, Woestenborghs H, et al (2003) Transition of epithelial toward mesenchymal differentiation during ovarian carcinosarcoma tumorigenesis. *Gynecol Oncol* 90:372–7
- [8] Prendeville J, Murphy D, Rennison J, et al (1994) Carcinosarcoma of the ovary treated over a 10-year period at the Christie hospital. *Int J Gynecol Cancer* 4:200–5
- [9] Chang J, Sharpe JC, A'Hern RP, et al (1995) Carcinosarcoma of the ovary: incidence, prognosis, treatment and survival of patients. *Ann Oncol* 6:75
- [10] Harris M, Delap L, Sengupta P, et al (2003) Carcinosarcoma of the ovary. *Br J Cancer* 88:654–7
- [11] Brown E, Stewart M, Rye T, et al (2004) Carcinosarcoma of the ovary. *Cancer* 100:2148–53
- [12] Harris M, Delap L, Sengupta P, et al (2003) Carcinosarcoma of the ovary. *Br J Cancer* 88:654–7
- [13] Eichhorn J, Young R, Clement P, Scully R (2002) Mesodermal (müllerian) adenosarcoma of the ovary: a clinicopathologic analysis of 40 cases and a review of the literature. *Am J Surg Pathol* 26:1243–58
- [14] Rustin G, Nelstrop A, Bentzen S, et al (2000) Selection of active drugs for ovarian cancer based on CA125 and standard response rates in phase II trials. *J Clin Oncol* 18:1733–9
- [15] Rustin G, Nelstrop A, McLean P, et al (1996) Defining response of ovarian carcinoma to initial chemotherapy according to serum CA125. *J Clin Oncol* 14:1545–51
- [16] Thigpen JT, Blessing JA, De Geest K, et al (2004) Cisplatin as initial chemotherapy in ovarian carcinosarcomas: a Gynecologic Oncology Group study. *Gynecol Oncol* 93:336–9
- [17] Sutton GP, Blessing JA, Rosenshein N, et al (1989) Phase II trial for ifosfamide and mesnain mixed mesodermal tumors in the uterus. *Am J Obstet Gynecol* 161:309–12
- [18] Gershenson DM, Kavanagh JJ, Copeland LJ, et al (1987) Cisplatin therapy for disseminated mixed mesodermal sarcoma of the uterus. *J Clin Oncol* 5:618–21
- [19] Thigpen T, Lambeth BN, Vance RB (1992) The role of ifosfamide in gynecologic cancer. *Semin Oncol* 19:30–4
- [20] Omura GA, Major FJ, Blessing JA, et al (1983) A randomized study of Adriamycin with and without dimethyltriazoimidazole carboxamide in advanced uterine sarcomas. *Cancer* 52:626–32

Investigating the Role of Kahoot in the Enhancement of English Vocabulary among Moroccan University Students : English Department as a Case Study

Fouad Boulaid and Mohammed Moubtassime

LCD, Faculty of Letter and Humanities,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University,
Dhar el Mahraz, Fes, Morocco

Copyright © 2019 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 Kahoot is a Web 3.0 App that provides quizzes and jumbles in a “game-show” type format. Scores are granted for correct responses and participants instantly get the results of their responses. This study scrutinizes the role of using Kahoot in the enhancement of English Vocabulary of Moroccan EFL University Students. Ninety-seven third-semester Moroccan students of English at Sidi Mohamed Ben Abdellah University in Meknes were targeted. The aim of this quasi-experimental study is to analyze the importance of incorporating Kahoot as a Web 3.0 App inside classroom to enrich university students’ vocabulary, which contributes to honing language skills mainly writing and speaking. The project thus introduces the extent to which Kahoot paves the way for students to understand vocabulary in context. The participants were taught with the help of Kahoot activities, and the project lasted eight weeks. Analyses of the questionnaires’ responses prior to and after the exposure to Kahoot, which were administered to a convenient sampling, reveals it significantly contributes to students’ vocabulary richness. Indeed, the research seeks an alternate teaching approach that would assist students in widening English vocabulary via online gamification. Faculty members may hopefully generate novel pedagogies from this paper’s outcome. The ultimate results imply that Kahoot contributes to enriching EFL students’ lexicon.

KEYWORDS: Include Kahoot, online gamification, English Vocabulary, EFL strategy.

1 INTRODUCTION

1.1 RESEARCH GAP

Many students entering university lack English vocabulary to meet the requirements of the Department of English, especially while vocabulary and speaking. Having an ability to communicate in English is essential for EFL university students, and Vocabulary is a mandatory language sub-skill to understand, speak, and write in English in addition to the use English functions appropriately (Sumarsih & Sanjaya, 2013). The mastery of vocabulary is so crucial that students will be able to understand, speak, and write correct English, which facilitates smooth communication (Sharples, 1999). By enriching students’ lexicon, they can deliver thoughts and messages to the interlocutor across the universe (Brown, 2007). Therefore, EFL students are expected to widen their English vocabulary so that they will maintain and sustain their language proficiency.

1.2 SIGNIFICANCE OF THE STUDY

Moroccan EFL university students are encountering difficulties in authentic speaking and coherent writing in the target language (English). They presume that vocabulary acquisition is challenging. The latter is due to some factors such as students’ lack of motivation in learning vocabulary, limited vocabulary background and context understanding, monotonic teaching methodologies adopted by English instructors, little focus on teaching vocabulary, and absence of pertinent instructional strategies (Megawati & Anugrahwati, 2012).

This investigation is hopefully beneficial to overcome the vocabulary difficulties faced by Moroccan university student. The result of this study would be useful as a reference for EFL policy makers and faculty members in Morocco to adapt and adopt the incorporation of Kahoot and other online game-apps into their teaching practice to enhance students' English vocabulary mastery. The finding will also be applicable for English educational researchers who are interested in the use of online platforms to investigate more Apps usage in language teaching.

1.3 RELATED LITERATURE

Games have an important place in language learning today with the advancement of technology. Hadfield (2003) refers to classroom gamification as "an activity with rules, a goal and element of fun" (p. 101). They enable learners to actively participate in activities, and to strengthen their affective reactions such as interest, motivation, and willingness to participate. Furthermore, games often focus on the communicative and functional aspects of language (Gomleksiz, 2005; Yurtseven, 2016). They have positive effects on active participation, allows individuality and competition in learning, and provides opportunities to use language skills in diverse situations (Kartal, 2014). They can be incorporated in classroom activities to provide a funny yet challenging atmosphere and are especially useful to alleviate students' overwhelmed assignments and teachers' monotonous pedagogy.

Thus, game-based learning is an alternative method which promotes an effective language learning environment as compared to traditional methods. Online gamification lessens students' introversion. It allures risk-taking, praises students for their efforts in active participation, contributes to students' self-confidence, invites students to take initiative and diagnose their background knowledge, encourages students to ask questions, helps students to develop their awareness and corrects their mistakes (Serbu, 2017). Kahoot, for example, can be played through different web browsers and mobile devices through its web interface. In September 2017, Kahoot! launched a mobile application for homework. In March 2017, Kahoot reached one billion cumulative participating players and in the month of May, the company was reported to have 50 million monthly active unique users (Dellos, 2015).

Kahoot! is a game-based learning platform, used as an educational Web 3.0 application in schools and universities. It encompasses multiple-choice quizzes and jumbles that allow user generation and can be accessed via a web browser. Kahoot! can be used to review learners' knowledge and track their responses and scores for formative assessment (Aktekin, Çelebi, & Aktekin, 2018). Kahoot! also includes trivia questions, and it is intended for interactive learning, with participants brought together around a shared screen such as an interactive whiteboard, projector, a computer monitor, or a smart TV. Kahoot! can also be used through screen-sharing tools such as Kahoot, Skype, WhatsApp, or Google Hangouts. The game design is such that the players are required to frequently look up from their devices. The gameplay is simple; all players connect using a generated game PIN shown on the common screen, and use a device to answer questions created by a teacher, business leader, or other person. These questions can be changed to award points. Points then show up on the leader board after each question. Kahoot! also enables users to prepare surveys and offers a platform for discussions. Kahoot helps instructors to create online quizzes made from a series of multiple-choice questions and jumbles and allows adding multimedia instruments (videos, pictures, diagrams, etc.) to the questions to strengthen engagement (Oblinger & Oblinger, 2017).

Kahoots are best played in a group setting, for example, a classroom. Players answer the questions on their own devices, while games are displayed on a shared screen to unite the lesson. It creates a 'campfire moment' encouraging players to look up and celebrate together. Besides creating your own Kahoots, you can search among millions of existing games (Kahoot, 2014).

The researchers supported the initial idea for Kahoot, which was to create media where the teacher and the students in a classroom could interact through a quiz in the form of a game where students compete. The aim of the game was to give the answers of the questions on the board, reflected from the teacher's computer, as fast and correct as possible on their own digital devices. A chart between questions gave all students' performance and the scoreboard showed the nicknames and scores of the top five students.

1.4 STUDY OBJECTIVE

This project scrutinizes the efficiency of Kahoot in the enhancement of English vocabulary storage among Moroccan university students by in view of the challenges of widening the vocabulary. In this respect, the study assumes that the incorporation of Kahoot in the EFL classroom activities is beneficial to boost students' English lexis.

The study attempts to find answers to the following research questions:

How can the incorporation of Kahoot be important for students' vocabulary?

What are the challenges of using Kahoot to enhance students' vocabulary?

Are students satisfied with the use of Kahoot vocabulary in classroom activities?

1.5 METHOD

A critical review of relevant literature is used in this study. Before investigating the issue, some academic literature which is relevant to Kahoot in relation to learning and teaching. The literature was collected from many kinds of resources such as articles from trustworthy academic journals and e-books. The chosen literature was then analyzed and evaluated critically to find the information needed. Three benefits of Kahoot on the improvement of students' vocabulary are examined. First, this paper suggests benefits from Kahoot's contribution to motivating students to remain focused and grasp English expressions. Second, the study explains the advantage of Kahoot regarding the students' vocabulary in context and how students can use the same word in different linguistic and cultural situations. Third, this project focuses on discussing the importance of Kahoot in developing students' learning materials and how they can take initiative for their own learning.

The researcher thus uses a pre-test / post-test quasi-experimental design (Fraenkel & Wallen, 2003) to deduce the causal impact of Kahoot intervention on the learners' vocabulary. While the independent variable stands for Kahoot game-based learning activities, the dependent variables include EFL students' knowledge and satisfaction with Public Speaking. Both the control and experimental group attended the English course. The former followed the traditional methods while the latter was supported with game-based learning activities.

1.5.1 PARTICIPANTS

This case study comprises third-semester Moroccan students enrolled in English Department, School of Humanities, Meknes during the academic year of 2018-2019. There were two groups of students yet attending the same module by the same instructor. The participants did not have any prior experience being taught with digital games activities. The two classes were assigned to experimental and control groups formed through simple random sampling method, in which participants had the same probability of being placed in the specified groups (Fraenkel & Wallen, 2003).

Tableau 1. Distribution of Participants in the Study by Gender and Voc. Mastery

Gender	EG	CG	Total
Female	20 (30.6%)	17 (24.2%)	37 (53.8%)
Male	18 (21.0%)	14 (24.2%)	32 (46.2%)
Level of Vocabulary Mastery			
Beginner	17 (46.0%)	14 (53.0%)	31 (50.0%)
Intermediate	19 (50.0%)	16 (43.0%)	35 (47.0%)
Advanced	2 (4.0%)	1 (4.0%)	3 (3.0%)
Total	38 (51.6%)	31 (48.4%)	69 (100.0%)

Note: EG= Experimental Group, CG= Control Group

As seen in Table 1, there were 69 participants, 31 in the control group and 38 in the experimental group. Although the distribution of these participants by gender was close to each other, female participants (53.8%) were slightly more than male participants (46.2%). The students were studying Public Speaking Module. Almost all participants report that their Vocabulary Mastery is in a beginner and intermediate level.

1.5.2 SETTING

This case study is designed to scrutinize the effects of Kahoot as a game-based learning activity on students' knowledge and satisfaction with English skills and subskills. It is conducted in the Public Speaking English course, one of the compulsory courses offered to the English Department Sidi Mohamed Ben Abdellah University in Meknes. The aim of this course is to enable students to enhance their English speaking and writing skills, which comprises listening, vocabulary, and grammar subskills. At the end of this course, students are expected to acquire such skills and widen English vocabulary in such a way they could communicate smoothly. Kahoot gamification is incorporated into the Public Speaking Course to provide a setting where

participants take an active role in the learning process and interact with each other. For each session, participants are expected to answer at least 20 questions divided into 30 seconds each. The questions are presented in the forms of quizzes and jumbles, including pictures, videos, and audios. The emphasis of the games was put more on English vocabulary in context. The winners of each Kahoot is announced at the end of the session and the three top winners' names are displayed on the podium, and they are referred to as "Kahooter of the Week".

1.5.3 DATA ANALYSIS AND PROCESS

The study is conducted in the classes of third-semester Public Speaking Module during the academic year of 2018-2019. Students participate in the study on voluntary basis. Pre-tests questionnaire are administered to the students to collect the relevant data for the study prior to their exposure to Kahoot in the first week of the course. Traditional methods (e.g., narration, question-answer and demonstration) are employed in the control group. In the experimental group, Kahoot gamification is incorporated starting the second session.

Tableau 2. Data Collection Process

Gender	CG	EG
At the Beginning of the Course	Pre-Test (Questionnaires) (1st Week)	Pre-Test (Questionnaires) (1st Week)
During the Course	Traditional Teaching Methods	Game based activities
At the Beginning of the Course	Post-Test (Questionnaires) (1st Week)	Post-Test (Questionnaires) (1st Week)

2 DISCUSSION

IBM SPSS Statistics 23.0 program is used for statistical analysis of the quantitative data. Different statistical tests are used depending on the type of data. Accordingly, for the paired comparison of different groups, independent samples t-test (i.e., parametric test) and Mann Whitney-U test (i.e., a non-parametric test) were run. Paired t-test (i.e., parametric test) and Wilcoxon Signed Rank test (i.e., a non-parametric test) was run for paired comparisons within the same group. The difference between the groups according to the relevant variables was tested at the significance level of $p < .05$.

The researcher investigates if there is a change in the factors of English vocabulary knowledge of Public Speaking third-semester students of English before and after the exposure to an authentic Web 3.0 App, Kahoot. The purpose is also to deduce whether there is a change in the knowledge of some skills mainly listening and subskills such as grammar, vocabulary, and pronunciation before and after working with Kahoot interactivities. Participants' rates of Kahoot of interactions based on the differences in gender and age are also examined. The gain scores for the pre-test and post-test were used to analyse the third research question (Dimitrov & Rumrill, 2003).

A comparison of the informants' answers in the two questionnaires prior to the exposure to the Kahoot application and after experiencing the funny live activities reported a significantly greater frequency of participation orientation in the post-test. They also reported significantly greater confidence in their knowledge and skills related to vocabulary background.

Interestingly, most of the questionnaire's items are rated positively by the participants. The latter believe that Kahoot has made their learning enjoyable, easy to use, interactive and helping them to understand their Public Speaking better. Undoubtedly, all the four constructed factors that determine learning engagement as described in the literature occur in Kahoot that lead to student's engagement. That is to say, Kahoot motivates them to take up challenges, able to control it, absorb the activity, alluring their intrinsic interest and they value the session as a useful activity for learning.

The findings also imply that students accept formative assessment through Kahoot as a fun learning activity. Students are likely to spend more time on the course if it is enjoyable, engaging, and fun. It is worth noting that students respond positively to learning activities that allow them to interact with their teachers and receive immediate feedback. This can be incorporated in Kahoot during a teaching session in classroom.

2.1 DESCRIPTION OF DEMOGRAPHIC ATTRIBUTES

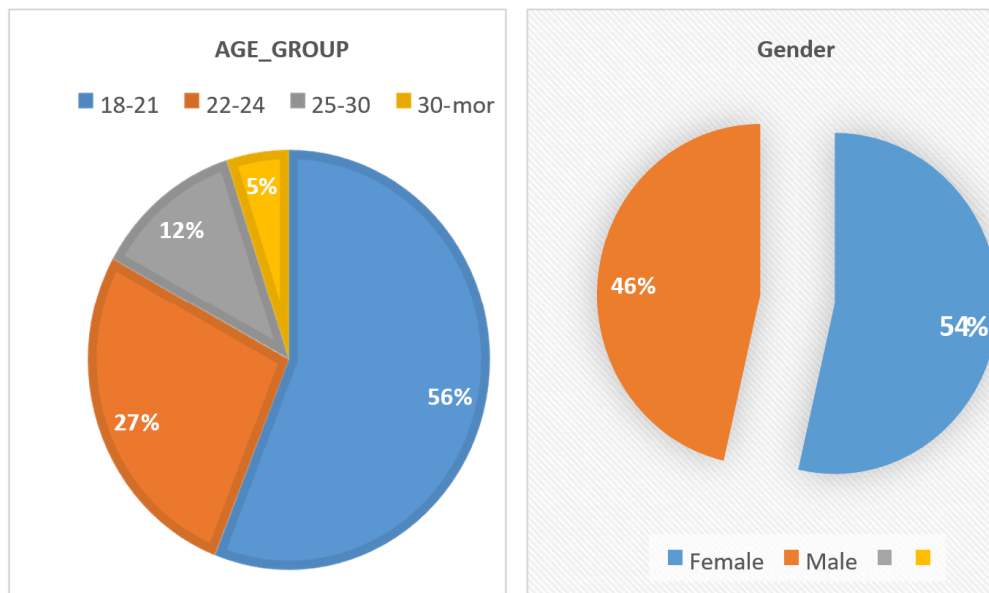


Fig. 1. Description of Demographic Attributes

Figure 1 depicts the demographic constructs for this study. The majority of participants' age is from 18 to 21 years old (56% young learners). For gender, 54% of the informants reported female and 46% reported male. For the subject matter, all of the informants are students of Public Speaking (100%). For Mobile Device ownership, a great number of participants report to own at least a smart cell phone (93%) and a personal computer (89%), while more than a half report to obtain a tablet (61%) and a very small number of informants have a smart watch (13%).

2.2 DESCRIPTION OF DEPENDENT VARIABLES: AWARENESS OF WEB 3.0

Figure 2 and 3 (see below) reveal that participants were not aware about the educational role of many Web 3.0 applications such as Kahoot, Webinar and Edmodo, while they are used to working with Facebook and YouTube. This data shows that the rate of participants' awareness changes after their exposure to the Kahoot experience (learning with Kahoot Gamification).

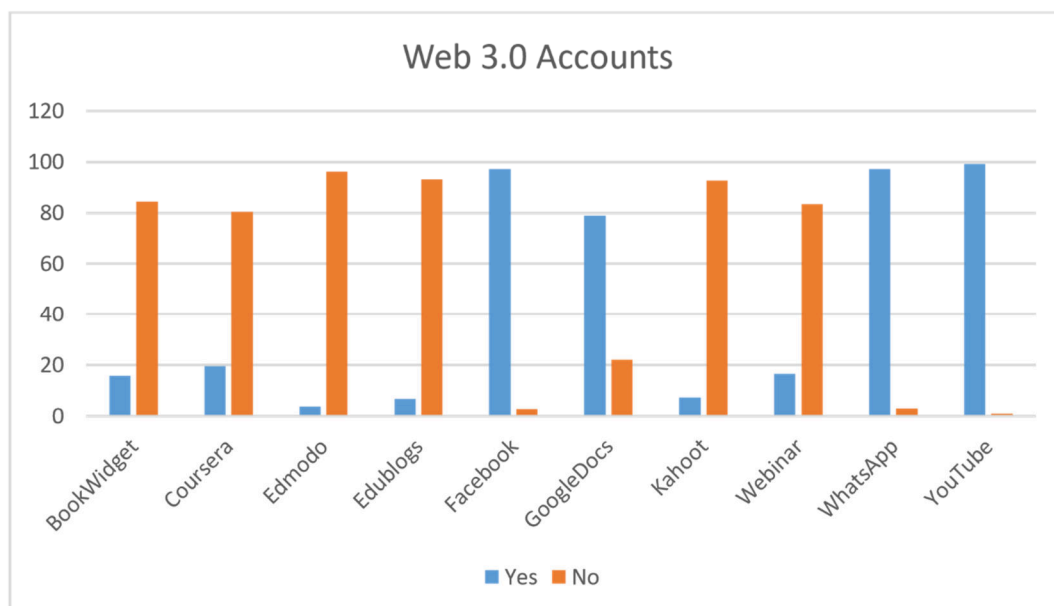


Fig. 2. students' familiarity with Web 3.0 (before)

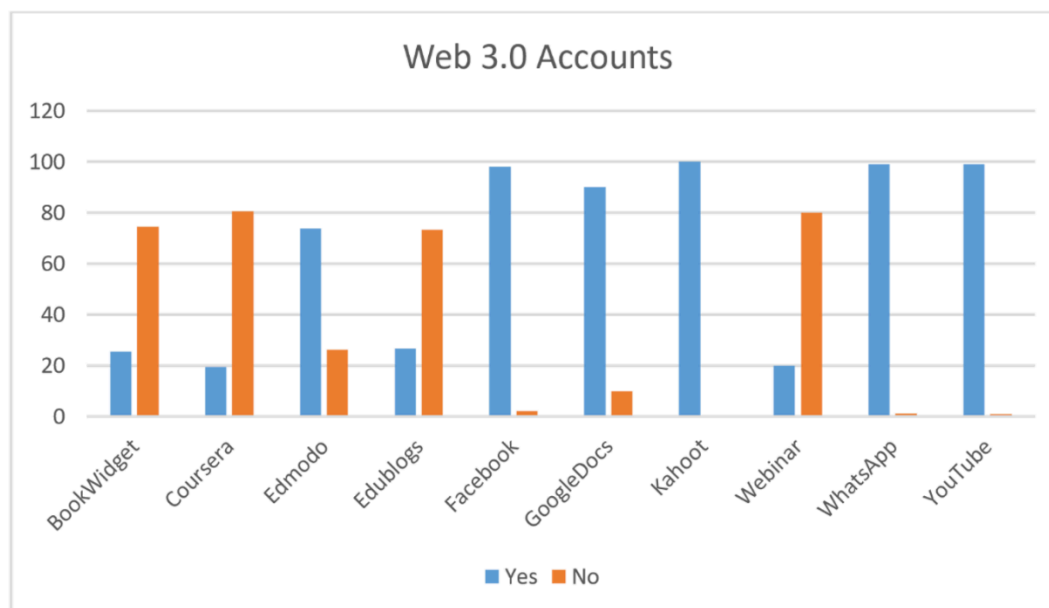


Fig. 3. Students' familiarity with Web 3.0 (after)

2.3 RESPONSE ABOUT SATISFACTION WITH KAHOOT

A paired t-test was used to compare the participants' pre-survey and post-survey responses to see whether there is any positive significance of the incorporation of Kahoot. In-depth comparative analysis of the frequent user and infrequent user of Kahoot during the 7th week is also conducted through an independent t-test to identify whether frequency of accessing Kahoot produced different results. A t-test is usually used in analysis of data collected from research involving the pre-and-post project (Johnson, 2014). In addition, a chi-square test was conducted to examine whether there was a correlation between the frequency of Kahoot logging in and reported changes of learners' participation attitudes.

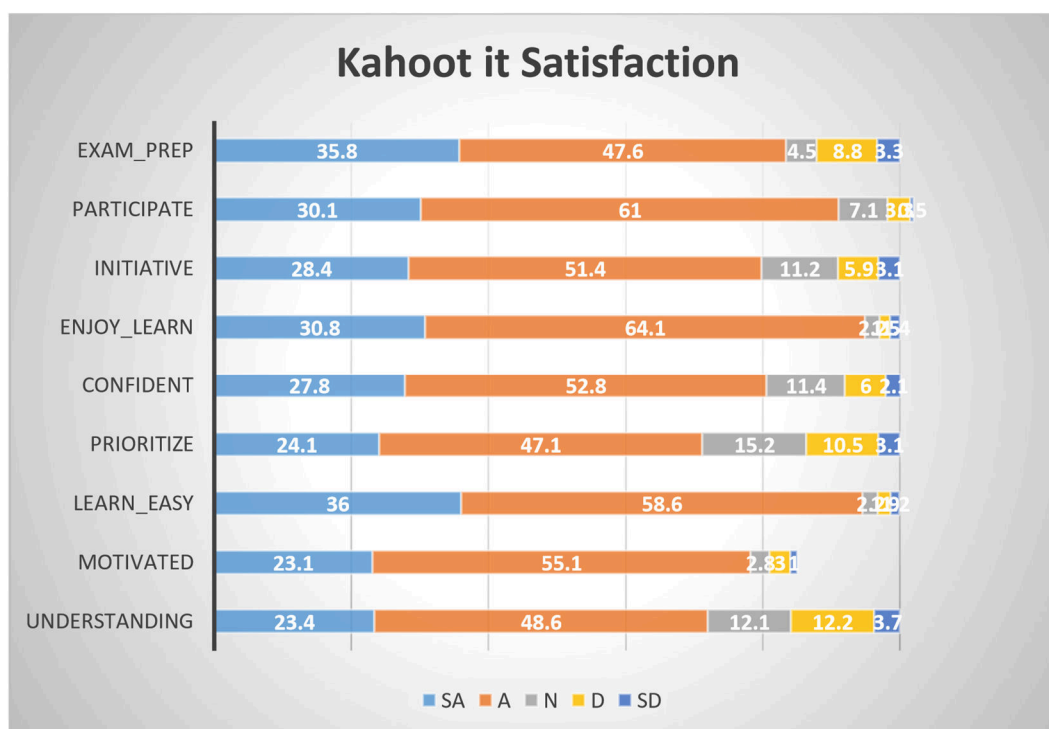


Fig. 4. Students' overall satisfaction with Kahoot in ESP enhancement

As to learning preferences, more than half of the respondents report to prefer both online and face-to face instruction, while a third of participants report to prefer to be instructed through Kahoot and similar technologies, and a tiny portion reports to choose face-to-face instruction only. Other elements related to the participants' vocabulary, positive attitudes and aptitudes were reported towards Kahoot gamification, positive attitudes of the compatibility of Kahoot Apps with their learning needs' diagnosis and outcomes' evaluation, and positive perceptions of the subjects' expectations of Kahoot Apps use for Public Speaking and English vocabulary in the post-survey than in the pre-survey.

Most participants confirm that Kahoot contest provides inspiring classroom milieu (92%). Very few participants (3% and 4%, respectively) did not disagree but were indecisive. Concerning the effects of playing Kahoot on Public Speaking, participants report to be highly motivated (96%), take initiative (89%), gain more vocabulary from class activities (92%), prepare well for exams and quizzes (76%) and enhance basic skills of English (90%). Only 2 % of the students were disagreeing for the positive impact of playing Kahoot on acquiring extra vocabulary.

2.4 RESPONSE ABOUT VOCABULARY KNOWLEDGE VIA KAHOOT

A paired t-test was used to infer the significant variation in the scores of each participant indicating the pre-and-post proficiency (Tavakoli, 2013). The survey's outcomes reveal that participants did not have basic competencies of vocabulary in context and public speaking proficiency through the use of Kahoot before their exposure to Kahoot activities (see figure), while they become not only aware but competent at the use and interaction through such applications after the participation in the project abilities that did not transfer into high skill levels in the use of other technologies. Further, we can note the overall satisfaction of participants with playing/answering the Kahoot quizzes and jumbles either in classic mode (individually) or in team mode (by group of five max) sequential and competitive games as well as with their loud interactive learning while using Kahoot.

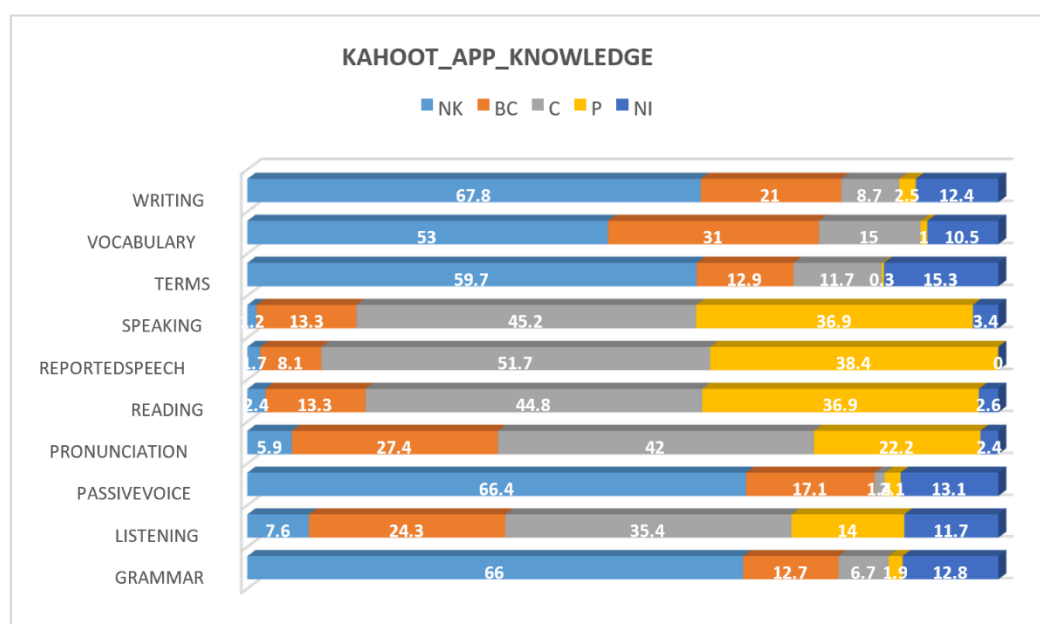


Fig. 5. Percentage of students' web 3.0 knowledge after experience

Additionally, 25 out of the 38 participants (67%) reported improving their participation. The chi-square test between self-reported frequency of Kahoot and Public Speaking was significant indicating that the frequency of accessing Kahoot is correlated with the change in mastering English vocabulary. A closer examination of the data showed that the majority of the frequent users (91%) reported promoting their lexis and thus developing their public speaking skills after experiencing Kahoot interaction. This finding confirms that Kahoot was reported to have a positive effect on the participants' understanding of new vocabulary especially among the students who frequented Kahoot.

To spot whether there is a statistically significant difference between the pre-test and post-test means of Kahoot level of students' knowledge, a two-tailed paired samples t-test is run in SPSS. Such a test provides a mean score of 7.97 with a standard deviation of 14.47. The results of the paired samples t-test yielded a score of 5.37 at a p-value of 0.001 indicating a highly

statistically significant difference between the pre-test and post-test means of mastery experience. Therefore, the null hypothesis is rejected.

Independent samples t-test results on pre-test scores of students in the groups for skills and subskills knowledge in English scale are presented in Tables 1 and 2.

Table 1. Comparison between Experiment and Control Groups in English Skills

Gender	Groups	N	Mean	Min.	Max.	SD		
Reading	Experiment	38	2.66	1.0	4.3	0.76	-0.30	0.76
	Control	31	2.72	1.0	4.0	0.81		
Writing	Experiment	38	2.18	1.0	3.3	0.61	-0.69	0.49
	Control	31	2.30	1.0	3.6	0.70		
Listening	Experiment	38	2.55	1.1	4.6	0.84	0.13	0.89
	Control	31	2.52	1.0	4.6			
Speaking	Experiment	38	2.23	1.0	4.2	0.87	0.13	0.89
	Control	31	2.26	1.2	4.0	0.78		
							<i>t</i>	<i>P</i>

Table 1 displays that the means of speaking sub-factor of students in the experimental group and in the control group was 2.76 and 2.30 respectively. This difference is statistically significant ($p < .05$). Table 2 reveals that the paired t-test results for pre-post test scores of the self-efficacy beliefs scale for English in the experimental group.

Table 2. Distribution of English Skills and Subskills of Experiment Groups

Gender	Groups	N	Mean	Min.	Max.	SD		
Reading	Pre-Test	31	2.66	1.0	4.3	0.76	-1.34	0.19
	Post-Test	31	2.96	1.3	4.5	0.76		
Writing	Pre-Test	31	2.18	1.0	3.3	0.61	-1.39	0.17
	Post-Test	31	2.49	1.0	4.5	0.81		
Listening	Pre-Test	31	2.55	1.1	4.6	0.84	-2.28	0.29*
	Post-Test	31	2.99	2.1	4.0	0.55		
Speaking	Pre-Test	31	2.23	1.0	4.2	0.87	-2.60	0.14*
	Post-Test	31	2.74	2.0	4.0	0.59		
							<i>t</i>	<i>P</i>

Note. * $p < .05$.

As seen in Table 4, a statistically significant difference was found between the mean scores of the listening ($t = -2.28$, $p < .05$) and speaking ($t = -2.60$, $p < .05$) sub-factors in the paired t-test results for the pre- and post-test scores averages of the skill knowledge in Public Speaking in the experimental group. In other words, the scores of the students in the experimental group increased in favor of the post-test between the pre- and post-test measures of the mean of the listening and speaking factors.

3 IMPLICATIONS AND RECOMMENDATIONS

The incorporation of Kahoot as a game-based learning activity can support vocabulary teachers and students, and the outcome of this experimental study displays consistency with the literature on online games and their role as a means for fun and engagement in learning (Griffiths, 2002; Anyanwu, 2014; Janssen, 2015). The experiential classroom milieu advantage is confirmed as a higher presence and engagement, and more concentrated and participatory students in class. The instructor can retain regular feedback and assess the understanding of the students in a motivated way. Moreover, Kahoot guarantees a free access, and participants can use their own mobile devices to take part in the game. These positive points encourage

teachers of English, who wish to emphasize vocabulary, to include this kind of online games into the course of English for specific objectives. Indeed, these new technologies lead to develop new pedagogies (Brown, 2016).

3.1 IMPLICATIONS OF THE STUDY

A number of significant implications can be inferred through the findings of this original paper with the hope of endorsing novel pedagogies and assuring the quality of teaching English vocabulary at the Moroccan institutions. Thus, upgrading actions should be considered the sooner the possible in order to cope with the innovative waves worldwide. Above and beyond, the outcomes imply that institutions where English vocabulary is a must are still lagging behind in the incorporation of new technologies such as Kahoot in the teaching process though the participants in this study report their satisfaction towards learning through Kahoot activities. The results also propose a pedagogical potential Kahoot and other Web 3.0 technologies may play in the enhancement of students' English vocabulary.

3.1.1 IMPLICATIONS FOR FACULTY MEMBERS

The findings of this study have important implications for teacher and students who intend to use new technologies like Kahoot in their teaching/learning English vocabulary in context. They should know that Web 3.0 such as Kahoot plays a crucial role in education, communication, motivation, goal setting, and so forth. In that, Faculty members are supposed to develop positive attitudes and perceptions of the perceived usefulness and ease of use of Web 3.0 technologies like Kahoot among their students.

One pertinent implication is that teachers can use Kahoot for formative assessment. The most widely agreed definition is that formative assessment seeks to determine how students are progressing towards a certain learning goal. The overarching goal is to monitor student learning to provide ongoing feedback. That feedback, in its turn, can be used by teachers to improve their teaching and by students to improve their learning, depending on their individual needs, strengths and weaknesses.

3.1.2 IMPLICATIONS FOR POLICY MAKERS

For quality assurance in higher education, stakeholders and policy makers are invited to enhance transition from a lecture-based format to a problem-solving approach requiring self-directed, small group work (see also Trevitt and Sachse-Åkerlind, 1994).

Policymaker may infer a number of relevant recommendations from the outcomes of the current research paper. In that, they are required to establish comprehensive professional development methods focusing on the arrangement of effective teaching training. Such professional strategies should concentrate on ongoing training targeting the necessary skills that could help teachers to make successful integration of Kahoot as a Web 3.0 educational purposes.

3.2 RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES

Subsequent to literature review, previous relevant studies, data collection and analysis, and the outcomes' implications, recommendations for future research become ostensible. Indeed, several recommendations are inferred through the findings of this research. For example, future studies are recommended to investigate role of other Web 3.0 technologies in the enhancement of the other English sub-skills such as Grammar, Idioms, and Transcription. This has to be done with a different sample from a different population to grasp different (or similar) results.

Another recommendation for future researchers is to duplicate the study with students from other departments in other institutions to attain more ideas about the benefit of incorporating Web 3.0 Applications in the learning process. Indeed, through this study it has become apparent that further interviews and observations may be necessary to obtain data on the actual uses of the applications.

4 LIMITATIONS OF THE STUDY

The outcomes of this research paper could be generalized to other Departments of languages such as Arabic and French where vocabulary in context is a must. The researcher attempts to produce an added value within the norms of scientific investigation; however, the research outcome is not free of some shortcomings and limitations. This study is based only on the responses of one Moroccan university students at a small-scale department. Thus, generalizability is limited to students and teachers in similar contexts. Besides, this study comprises very few students for the questionnaires is a small sample size.

Therefore, the qualitative phase from the questionnaire should be interpreted carefully. While the results prove that satisfaction is a vital predictor of the incorporation of Kahoot as a Web 3.0 Application, students' attitudes could change in the future after they start using other Web 3.0 technologies.

5 CONCLUSION

Currently, the way students learn and connect with others has known a dramatic transformation. What students acquire and how they are instructed is no longer through hard copies and handouts delivered from their teachers. Learning activities are now more accessible and instantaneous. Kahoot, for example, has become pervasive, and teachers of English are invited to find ways to cope with recent Web 3.0 technologies such as Kahoot to hone their students' vocabulary. It is thus useful to examine how EFL students are currently broadening their English vocabulary thanks to new Web 3.0 Apps like Kahoot, and how their teachers could incorporate those Apps efficiently and effectively. The current research study addresses Kahoot as a tool to which students and instructors have access and how they can use their devices to empower their learning effectively and efficiently. Indeed, Kahoot is a promising formative assessment tool that is feasible, practical and makes learning fun and enjoyable (Ismail, et al., 2017). To attain such objectives, scholars have proposed that there is an urgent call for alternate approaches (Goodwin & Kryrtzis, 2012), and these approaches should be based on more "authentic" and "real" communication instead of "limited" (traditional) and "unnatural" interactions (Cook, 1997). The most effective way of having such authentic and real experiences could be easily found in a setting which allows students to interact in a more smooth and funny way. Hence, Kahoot as a new Web 3.0 App may help EFL teachers to generate opportunities for their students to acquire English vocabulary more successfully. In the present study, realistic learning setting is erected thanks to the incorporation of Kahoot-based games. The latter is supported by Kahoot quizzes and jumbles comprising general English vocabulary, vocabulary in context and vocabulary per theme offered at School of Humanities and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University Meknes in Morocco. According to the findings of this paper, there are significant differences between respondents' interaction through Kahoot based on awareness, satisfaction, and knowledge. It is possible to conclude that knowledge and satisfaction might be strong factors of the potential incorporation of Kahoot as a Web 3.0 App in classroom activities. Furthermore, Kahoot usage, as a media of teaching provides students with ample instructional materials to learn English vocabulary easily and deeply. Using Kahoot as a means of teaching English activities is useful to enrich students' vocabulary, and it is proposed for English educators to use Kahoot in their teaching practice in order to strengthen English vocabulary among Moroccan university students. Therefore, "there is a need to prepare and support [teachers] to meet the pedagogical and technological development requirements of their target audience most effectively and efficiently" (Dabbagh & Fake, 2017, p. 393).

ACKNOWLEDGMENT

This humble project could not be accomplished without the effective insightful contribution of professor Mohammed Moubtassime, Vice-Dean to the Academic Affairs at School of Humanities and Social Sciences in Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Dhar el Mahraz, Fes, Morocco, where the study took place. Dr. Moubtassime is also a co-author of this article. a deep gratitude is also extended to students of Public Speaking at the English Department of the same school. many thanks students for filling out the pre-test and post-test surveys; your sitting for the experience for more than seven weeks is fruitful indeed. many thanks also go to professor Sadik Madani Alaoui for his peer reviewing.

REFERENCES

- [1] Aktekin, N. C., Çelebi, H., & Aktekin, M. (2018). Let's Kahoot! *Anatomy*, 36(2), 716-721.
- [2] Alm, A. (2015). Kahoot for informal language learning: Perspectives from tertiary language students. *The Euro CALL Review*, 23(2), 3-18. <https://doi.org/10.4995/eurocall.2015.4665>
- [3] Barrot, J. S. (2016). Using Kahoot-based e-portfolio in ESL vocabulary classrooms: Impact and challenges. *Language, Culture and Curriculum*, 29(3), 286-301. <https://doi.org/10.1080/07908318.2016.1143481>
- [4] Bosch, T. E. (2009). Using online social networking for teaching and learning: Kahoot use at the university of Cape Town. *Communicatio*, 35(2), 185-200. <https://doi.org/10.1080/02500160903250648>
- [5] Briz, P., Juanes, M., & García, P. (2016). Analysis of Mobile Devices as a Support Tool for Professional Medical Education in the University School. *Proceedings of EDULEARN 14 Conference*, 16-23.
- [6] Brown, H. D. (2007). *Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy* (3rd ed.). New York: Pearson Education.

- [7] Brown, I. (2016). Art on the Move: Mobility—A Way of Life. Brown, I. Art on the Move: Mobility—A Way of Life. In: Herrington, J.; Herrington, A.; Mantei, J.; Olney, I. & Ferry, B. (Eds.). New Technologies, New PedaFaculty of Educat.
- [8] Chien-Hung, L., Yu-Chang, L., Bin-Shyan, J., & Yen-Tech, H. (2014, June). Adding Social Elements to Game-based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9(3), 12-15. doi:10.3991/ijet.v9i3.3294
- [9] Dellos, R. (2015, April). Kahoot! a Digital Game Resource for Learning. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12.
- [10] Dja'far, V. H., Cahyono, B. Y., & Bashtomi, Y. (2016). EFL teachers' perception of university students' motivation and ESP learning achievement. *Journal of Education and Practice*, 7(14), 28-37.
- [11] Ekoç, A. (2014). Kahoot groups as a supporting tool for language classrooms. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 15(3), 18-26. <https://doi.org/10.17718/tojde.13403>
- [12] Gamble, C., & Wilkins, M. (2014). Student attitudes and perceptions of using Kahoot for language learning. *Dimension*, 13(5), 49-72.
- [13] Gömleksiz, M. N. (2008). Newly developed 5th grade science and technology course curriculum. *International Journal of Education*, 11-41. Retrieved from www.researchgate.net
- [14] Haverback, H. R. (2009). Kahoot: Uncharted territory in a reading education classroom. *Reading Today*, 27(2), 34.
- [15] Kabilan, M. K., Ahmad, N., & Abidin, M. J. (2010). Kahoot: An online environment for learning of English in institutions of higher education? *The Internet and Higher Education*, 13(4), 179-187. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.07.003>
- [16] kartal, Y. (2014, January). The EAGLE project: simulating the evolution and assembly of galaxies and their environments. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 446(1), 521-554. doi:<https://doi.org/10.1093/mnras/stu2058>
- [17] Majid, A. H. A., Stapa, S. H., & Keong, Y. C. (2012). Scaffolding through the blended approach: Improving the vocabulary process and performance using Kahoot. *American Journal of Social Issues and Humanities*, 2(5), 336-342.
- [18] Megawati, F., & Anugerahwati, M. (2012). Comic strips: A study on the teaching of vocabulary narrative texts to Moroccan EFL students. *TEFLIN Journal*, 23(2), 183-205.
- [19] Oblinger, D. G., & Oblinger, J. L. (2017). Educating the Net Generation. *EDUCAUSE*.
- [20] Ping, N. S., & Maniam, M. (2015). The effectiveness of Kahoot group discussions on vocabulary performance: A study in matriculation college. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 4(1), 30-37. <https://doi.org/10.11591/ijere.v4i1.4489>
- [21] Purwanti, T. T. (2015). The implementation of self-assessment in vocabulary class: A case study at STBA LIA Jakarta. *TEFLIN Journal: A publication on the teaching and learning of English*, 26(1), 97-116. <https://doi.org/10.15639/teflinjournal.v26i1/97-116>
- [22] Razak, N. A., Saeed, M., & Ahmad, Z. (2013). Adopting social networking sites (SNSs) as interactive communities among English foreign language (EFL) learners in vocabulary: Opportunities and challenges. *English Language Teaching*, 6(11), 187-198. <https://doi.org/10.5539/elt.v6n11p187>
- [23] Sharples, M. (1999). *How we write: Vocabulary as creative design*. London: Psychology Press.
- [24] Shen, Y. (2012). Reconsidering English grammar teaching for improving non-English majors' English vocabulary ability. *English Language Teaching*, 5(11), 74-78. <https://doi.org/10.5539/elt.v5n11p74>
- [25] Shih, R., C. (2011). Can web 2.0 technology assist college students in learning English vocabulary? integrating Kahoot and peer assessment with blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(5), 829-845. doi:10.14742/ajet.934
- [26] Sumarsih, M., & Sanjaya, D. (2013). TPS as an effective technique to enhance the students' achievement on vocabulary descriptive text. *English Language Teaching*, 6(12), 106-113. <https://doi.org/10.5539/elt.v6n12p106>
- [27] Suthiwartnarueput, T., & Wasanasomsithi, P. (2012). Effects of using Kahoot as a medium for discussions of English grammar and vocabulary of low-Intermediate EFL students. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 9(2), 194-214.
- [28] Taffs, K. H., & Holt, J. I. (2013). Investigating student use and value of e-learning resources to develop academic vocabulary within the discipline of environmental science. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(4), 500-514. <https://doi.org/10.1080/03098265.2013.801012>
- [29] Tananuraksakul, N. (2015). An investigation into the impact of Kahoot group usage on students' affect in language learning in a Thai context. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 27(2), 235-246.
- [30] Tiantong, M., & Teemuangsai, S. (2013). The four scaffolding modules for collaborative problem-based learning through the computer network on moodle LMS for the computer programming course. *International Education Studies*, 6(5), 47-55. <https://doi.org/10.5539/ies.v6n5p47>
- [31] Wang, W. (2016). Peer feedback in Chinese college English vocabulary class: Using action research to promote students' English vocabulary. *Journal of Language Teaching and Research*, 7(5), 958-966. <https://doi.org/10.17507/jltr.0705.17>
- [32] Woolfolk, A. (2001). *Educational psychology* (8th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

- [33] Yu, L. T. (2014). A case study of using Kahoot in an EFL English vocabulary class: The perspective of a vocabulary teacher. *JALT CALL Journal*, 10(3), 189-202.
- [34] Yunus, M. M., & Salehi, H. (2012). The effectiveness of Kahoot groups on teaching and improving vocabulary: Students' perceptions. *International Journal of Education and Information Technologies*, 1(6), 87-96.
- [35] Yunus, M. M., Salehi, H., Sun, C. H., Yen, J. Y. P., & Li, L. (2011). Using Kahoot groups in teaching ESL vocabulary. *Recent researches in Chemistry, Biology, Environment and Culture*, 75(1), 75-80.

Concept de la vitesse de recombinaison surfacique appliqué à la détermination de l'épaisseur optimum de la base de la photopile au silicium avec effet du taux de dopage

[Surface recombination velocity concept as applied to determinate silicon solar cell base optimum thickness with doping level effect]

Masse Samba DIOP¹, Hamet Yoro BA², Ibrahima DIATTA¹, Youssou TRAORE¹, Marcel Sitor DIOUF¹, El Hadji SOW¹, Oulymata MBALLO¹, and Gregoire SISSOKO¹

¹Laboratoire des Semi-conducteurs et d'Energie Solaire, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, Sénégal

²Ecole Polytechnique de Thiès, Département Génie Électromécanique, Sénégal

Copyright © 2019 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: New expressions of back surface recombination of excess minority carriers in the base of silicon solar are expressed dependent of both, the thickness and the diffusion coefficient which is in relationship with the doping rate.

KEYWORDS: Silicon solar cell, Surface recombination velocity, Diffusion coefficient, Doping rate, base thickness.

RÉSUMÉ: De nouvelles expressions de la vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge en face arrière de la base d'une photopile au silicium sont exprimées, en fonction de l'épaisseur et du coefficient de diffusion qui est relié au taux de dopage.

MOTS-CLEFS: Photopile au silicium, Vitesse surfacique de recombinaison, Coefficient de diffusion, Taux de dopage, Epaisseur de la base.

1 INTRODUCTION

Le contrôle de qualité de la photopile vise à optimiser les différentes étapes de sa fabrication à travers, le taux de dopage respectivement dans l'émetteur et la base (Nb(D)), la cristallinité du matériau et son orientation, ainsi que les épaisseurs [1-5]. Ces différents paramètres influencent les recombinaisons en volume et en surface des porteurs minoritaires de charge [6; 7] dans la photopile.

Ainsi les recombinaisons des porteurs minoritaires de charge se situent :

- i) Dans le volume, à travers la durée de vie (τ) et la longueur de diffusion(L) reliées par la relation d'Einstein. [8],
- ii) Sur la surface émetteur-base (jonction) [9,10], qui indique le point de fonctionnement (du circuit ouvert au court-circuit) [11 ; 12]
- iii) Face arrière de la base (p/p+) [13- 16]
- iv) Aux joints de grains dans le modèle 3D [17,18]. Le but recherché est de découpler la recombinaison des porteurs minoritaires de charge dans le volume, de celle apparaissant sur les surfaces [19].

Les recombinaisons des porteurs minoritaires de charge sont étudiées dans le but d'évaluer leur effet sur la réponse en courant ou tension de la photopile, sous différentes conditions :

- i) D'éclairement [20, 21] et de niveau d'éclairement n [22,23, 24] ou sous obscurité [25]
- ii) De régime de fonctionnement notamment, en statique [26] et dynamique fréquentiel [27] ou transitoire [28 ; 29, 30]).
- iii) Externes impliquant l'action d'un champ électromagnétique [31,32], ou d'une irradiation de particules nucléaires (électrons, protons), [12] et d'une variation de température [33]

Dans ce travail, les paramètres phénoménologiques, tels que les vitesses de recombinaison des porteurs minoritaires de charges en volume (τ) à la jonction émetteur-base (S_f) et en face arrière (S_b) de la base d'épaisseur (H), sont étudiées pour extraire, l'épaisseur optimum H , de la base de la photopile au silicium cristallin, conduisant au courant de court-circuit maximum, en fonction du taux de dopage $N_b(D)$ induisant le coefficient de diffusion (D), pour de faible niveau d'injection des porteurs de charge exprimé, à travers le niveau d'éclairement n .

2 ETUDE THEORIQUE

2.1 PRÉSENTATION DE LA PHOTOPILE

La figure 1 représente une photopile au silicium de type $n^+ - p - p^+$ sous éclairage polychromatique [34, 35], par l'émetteur (n^+), à travers les grilles collectrices. La zone de charge d'espace, en $x = 0$, (ZCE), constitue la jonction ($n^+ - p$), permettant la séparation des paires électrons-trous photogénérées, soumis à une vitesse (S_f), appelée vitesse de recombinaison à la jonction [9, 10, 11]. La face arrière correspond à une zone de taux de dopage (p^+) plus élevé, en $x = H$, produit un champ électrique arrière (BSF), qui permet le renvoi des charges minoritaires vers la jonction, et caractérisée par une vitesse de recombinaison (S_b) en cette face arrière [10, 16, 20].

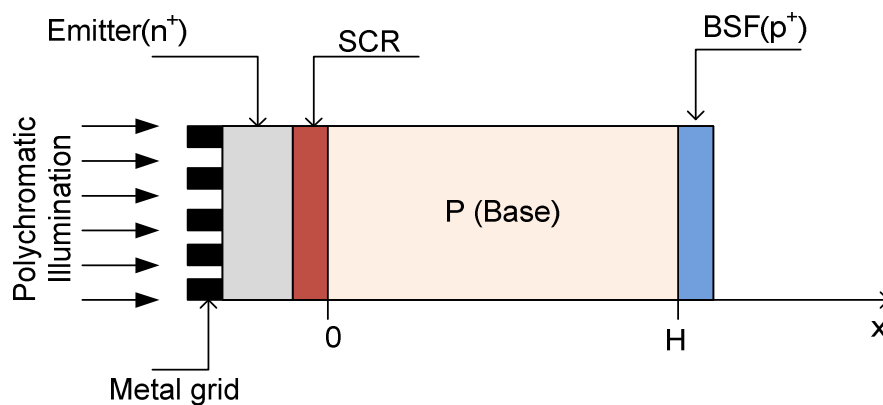


Fig. 1. Structure d'une photopile ($n^+ - p - p^+$) éclairée par l'émetteur

2.2 THÉORIE

Lorsque la photopile est sous éclairage, la densité $\delta(x)$ des porteurs de charge photogénérés dans la base sous faible injection, est gouvernée par l'équation de continuité suivante.

$$D \frac{\partial^2 \delta(x)}{\partial x^2} - \frac{\delta(x)}{\tau} = -G(x) \quad (1)$$

τ et D sont, respectivement, la durée de vie et le coefficient de diffusion des porteurs minoritaires de charge de charge en excès dans la base, reliées par la relation d'Einstein

$L^2(N_b) = D(N_b) * \tau(N_b)$ avec L la longueur de diffusion des porteurs minoritaires en excès. Le coefficient de diffusion et la durée de vie des porteurs minoritaire de charge en excès sont reliés au taux de dopage de la base (N_b en cm^{-3}) par les relations empiriques suivantes [36 ;37] :

$$D(Nb) = \frac{1350.V_T}{\sqrt{1 + \frac{81.Nb}{Nb+3.2.10^{-18}}}} \text{ (cm}^2\text{/s)} \quad (2)$$

$$V_T = \frac{k_b.T}{q} \quad (3)$$

T est la température de la photopile, $k_b = 1,43 \cdot 10^{-23} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1}$ est la constante de Boltzmann et $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ la charge élémentaire

$$\tau(Nb) = \frac{12}{1 + \frac{Nb}{5.10^{16}}} \text{ (}\mu\text{s)} \quad (4)$$

$\delta(x)$ la densité des porteurs de charge photogénérés dans la base, est produit par le taux de génération [38], exprimé par l'équation suivante :

$$G(x) = n \sum_{i=1}^3 a_i e^{-b_i x} \quad (5)$$

Où n est le nombre de soleil ou niveau d'éclairement, indiquant la concentration de lumière [39].

a_i et b_i sont des coefficients obtenus à partir de la modélisation du rayonnement sous A.M1,5

L'expression de la densité des porteurs minoritaires de charge en excès dans la base est donnée par la résolution de l'équation de continuité et s'écrit par :

$$\delta(x, Sf, n, H, D) = A(Sf, n, H, D) \cdot \cosh\left(\frac{x}{L(D)}\right) + B(Sf, n, H, D) \cdot \sinh\left(\frac{x}{L(D)}\right) + \sum_{i=1}^3 K(n, D) \cdot e^{-b_i x} \quad (6)$$

Où

$$K(n, D) = \frac{n a_i \cdot L^2(D)}{D[1 - (L(D) \cdot b_i)^2]} \quad (7)$$

2.3 CONDITIONS AUX LIMITES

$A(Sf, n, H, D)$ et $B(Sf, n, H, D)$ sont des coefficients déterminés à partir des conditions aux limites qui introduisent respectivement, les vitesses de recombinaison surfaciques à la jonction (Sf) et en face arrière (Sb) des porteurs minoritaires de charge.

➤ A la jonction $x=0$ (ZCE)

$$\left. \frac{\partial \delta(x, Sf, n, H, D)}{\partial x} \right|_{x=0} = Sf * \delta(0, Sf, n, H, D) \quad (8)$$

Sf indique la vitesse de passage des porteurs de charge à travers la jonction, vers l'émetteur. Cette vitesse de passage des porteurs minoritaires est gouvernée par la résistance de la charge externe de la photopile qui impose le point de fonctionnement [9, 10, 13]. Ainsi les porteurs de charge ayant traversé et non collectés par les grilles, constituent les pertes qui induisent, la résistance shunt [12, 40] qui impose une vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge, définissant le circuit ouvert à la photopile.

➤ A la face arrière $x=H$

$$\left. \frac{\partial \delta(x, Sf, n, D)}{\partial x} \right|_{x=H} = -Sb * \delta(H, Sf, n, D) \quad (9)$$

Sb est la vitesse de recombinaison à la face arrière des porteurs minoritaires de charge en excès [25 ; 26 ; 28], en $x = H$, où existe un champ électrique arrière (p/p+, low-high jonction), qui refoule les charges électriques, vers la jonction (ZCE), pour être collecté. Les premières photopiles n'avaient pas cette technologie, par conséquent le contact était de type ohmique, et la vitesse de recombinaison Sb alors, était très élevée. A cette surface où existe une barrière de potentiel, une partie des porteurs minoritaires peut franchir cette jonction p/p+ [34].

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 LA DENSITE DE PHOTOCOURANT

La loi de Fick nous permet d'obtenir l'expression de la densité de photocourant.

Cette expression est donnée par l'équation suivante :

$$J_{ph}(Sf, n, H, D) = qD * \left. \frac{\partial \delta(x, Sf, n, H, D)}{\partial x} \right|_{x=0} = qD \left[\frac{B(Sf, n, H, D)}{L(D)} - \sum_{i=1}^3 b_i K(n, D) \right] \quad (10)$$

La figure 2 donne le profil de la densité de photocourant en fonction de la vitesse recombinaison des porteurs minoritaires à la jonction pour différentes valeurs du niveau d'éclairement.

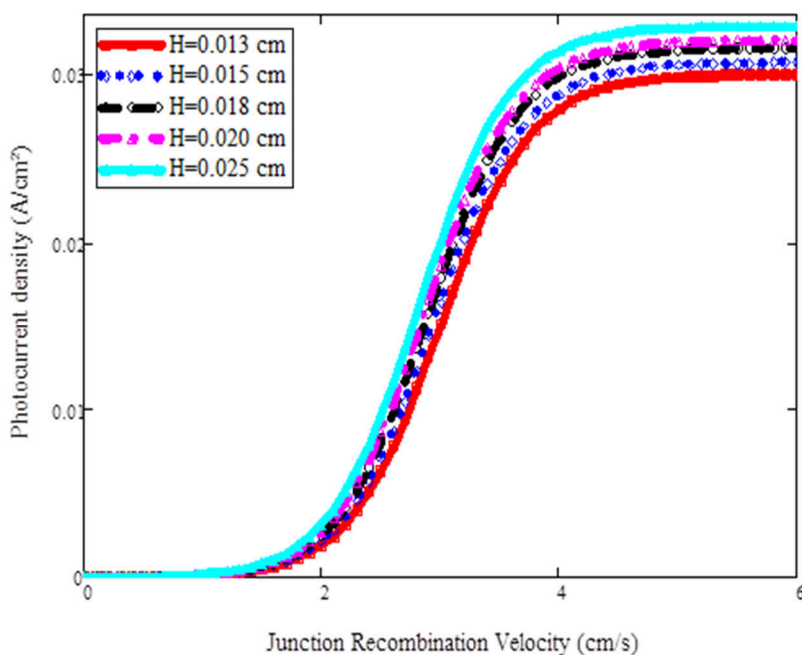


Fig. 2. Densité de photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction pour différents épaisseur, $n=1.1$, $D=26 \text{ cm}^2/\text{s}$

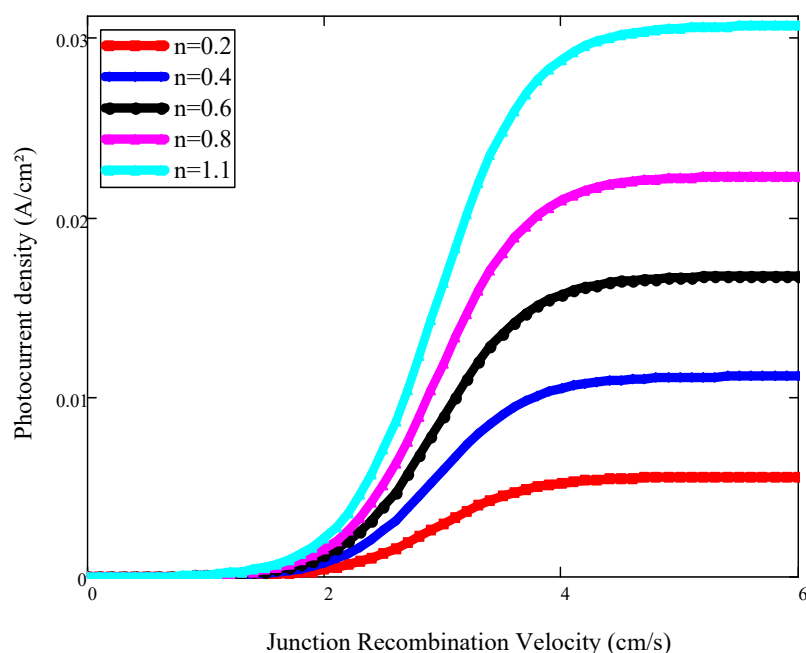


Fig. 3. Densité de photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction pour différents niveaux d'éclairement, $H=0.0144$ cm

Pour des valeurs de $Sf < 10^2$ cm/s, le photocourant est pratiquement nul (selon le niveau d'éclairement), ce qui correspond à un point de fonctionnement de circuit ouvert de la photopile. Pour l'intervalle de vitesse de recombinaison allant de 10^2 cm/s à environ 10^4 ou 10^5 cm/s, selon le niveau d'éclairement (n), le photocourant est croissant. Au-delà de 10^5 cm/s, le photocourant est pratiquement constant avec Sf et correspond au courant de court-circuit J_{phsc} , qui est un palier. Ce palier croît avec n , le niveau d'éclairement.

3.2 INFLUENCE DU COEFFICIENT DE DIFFUSION D

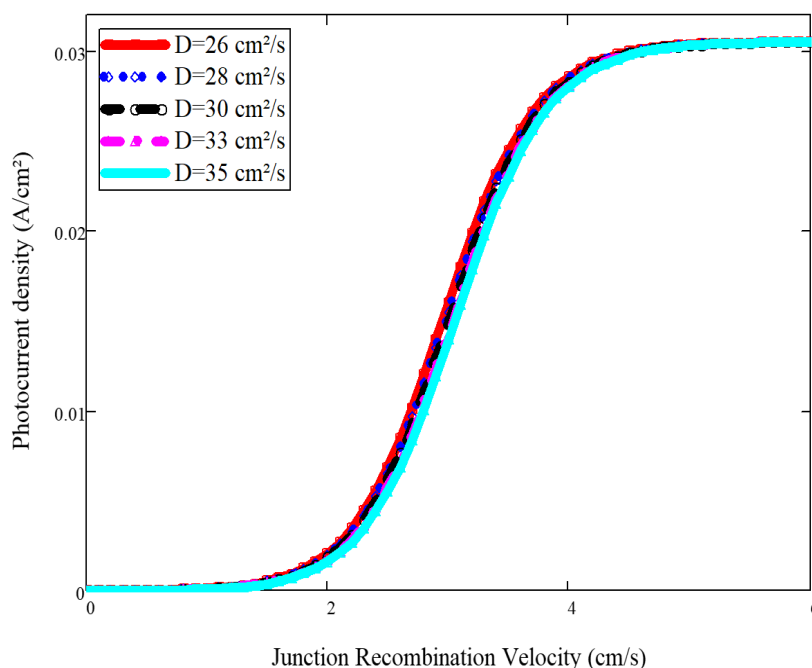


Fig. 4. Densité de photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison à la jonction pour différents coefficient de diffusion, $H = 0.0144$ cm, $n=1.1$

4 VITESSE DE RECOMBINAISON EN FACE ARRIERE

Les figures 2, 3 et 4 indiquent un palier quels que soient, D, H, et n, ainsi la dérivée de l'expression de la densité de photocourant relativement à la vitesse de recombinaison, s'annule [10;13; 17, 26] et s'écrit donc :

$$\frac{\partial J_{ph}(S_f, n, H, D)}{\partial S_f} = 0 \quad (11)$$

La résolution de cette équation conduit aux expressions suivantes Sb1(bi, H,D) et Sb2(H,D) de la vitesse de recombinaison en face arrière.

$$Sb1(H, D) = \sum_{i=1}^3 \frac{D \left[b_i \left(\cosh\left(\frac{H}{L(D)}\right) - e^{-b_i H} \right) - \frac{1}{L(D)} \sinh\left(\frac{H}{L(D)}\right) \right]}{\cosh\left(\frac{H}{L(D)}\right) - e^{-b_i H} - L b_i \sinh\left(\frac{H}{L(D)}\right)} \quad (12)$$

Où apparaît l'effet de l'absorption de la lumière dans le matériau à travers les coefficients(bi) et conduit à une vitesse de génération pour(bi.H>> 1). Sb1 indique la vitesse des porteurs minoritaires de charge refoulés vers la jonction n⁺/p, pour participer au photocourant.

$$Sb2(H, D) = -\frac{D}{L(D)} * \tanh\left(\frac{H}{L(D)}\right) \quad (13)$$

Sb2 < 0, indique la vitesse de traversée de la jonction p/p⁺, du flux des porteurs minoritaires vers la partie p⁺(loi de FICK), justifiant le potentiel induisant le champ électrique en face arrière[34]. Elle représente la vitesse intrinsèque de recombinaison des porteurs minoritaires de charge à la jonction p/p⁺.

Les vitesses **Sb1** et **Sb2** observent une asymptote dans les conditions où H/L>> 1, égale à D/L, représentant la vitesse de diffusion [10 ; 13 ; 26].

La figure 5 donne le profil des deux vitesses de recombinaison à la face arrière en fonction de l'épaisseur de la base de la photopile, pour différentes valeurs du coefficient de diffusion des porteurs minoritaires dans la base.

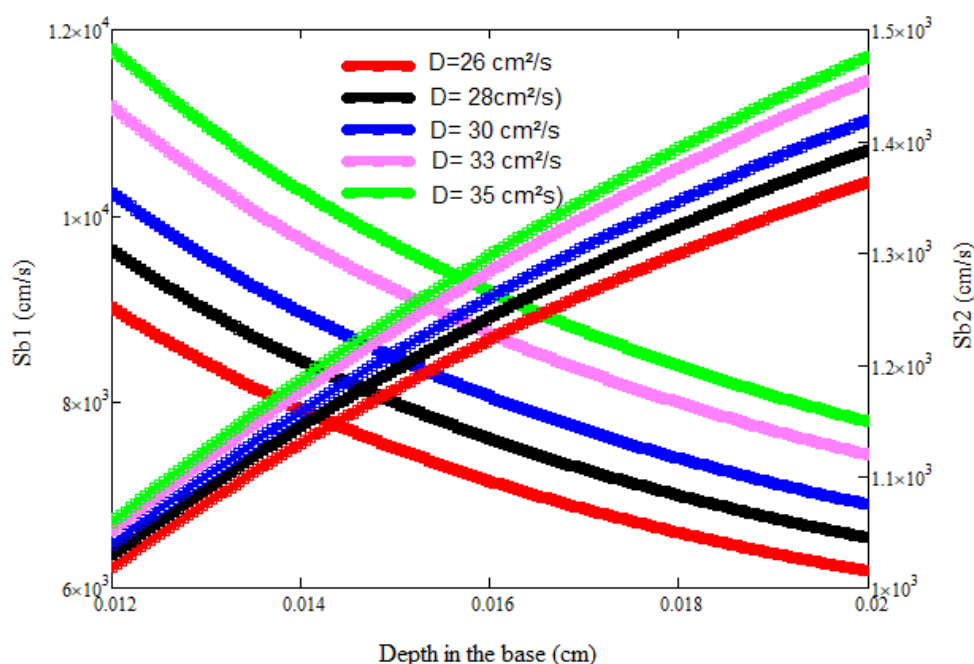


Fig. 5. Vitesses de recombinaison à la face arrière en fonction de l'épaisseur de la base de la photopile.

L'intersection des courbes Sb1 et Sb2, donne l'épaisseur optimum de la base de la photopile pour chaque coefficient de diffusion, recherchée par d'autres auteurs [41] supposant des vitesses fixes de recombinaison.

Le tableau 1, résume la variation de l'épaisseur de la base de la photopile pour chaque coefficient de diffusion et les courants respectifs de court-circuit Jsc1 et Jsc2 qui restent maximum et constant.

Tableau 1. Valeur de l'épaisseur de la base H pour différents coefficients de diffusion

$Nb(cm^{-3})$	$3.283.10^{16}$	$2.274.10^{16}$	$1.464.10^{16}$	$5.196.10^{15}$	$2.261.10^{14}$
$D(cm^2/s)$	26	28	30	33	36
$H(cm)$	0.0143	0.0146	0.0149	0.0154	0.0157
$J_{sc1}(A/cm^2)$	0.03	0.031	0.031	0.031	0.031
$J_{sc2}(A/cm^2)$	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038
$Sb1(cm)$	7734.9	8139.4	8505	9003	9386.9
$Sb2(cm)$	1144.6	11783	1208.7	1250.2	1282.2

La figure 6 donne la représentation de l'épaisseur de la base de la photopile nécessaire pour chaque cas du coefficient de diffusion.

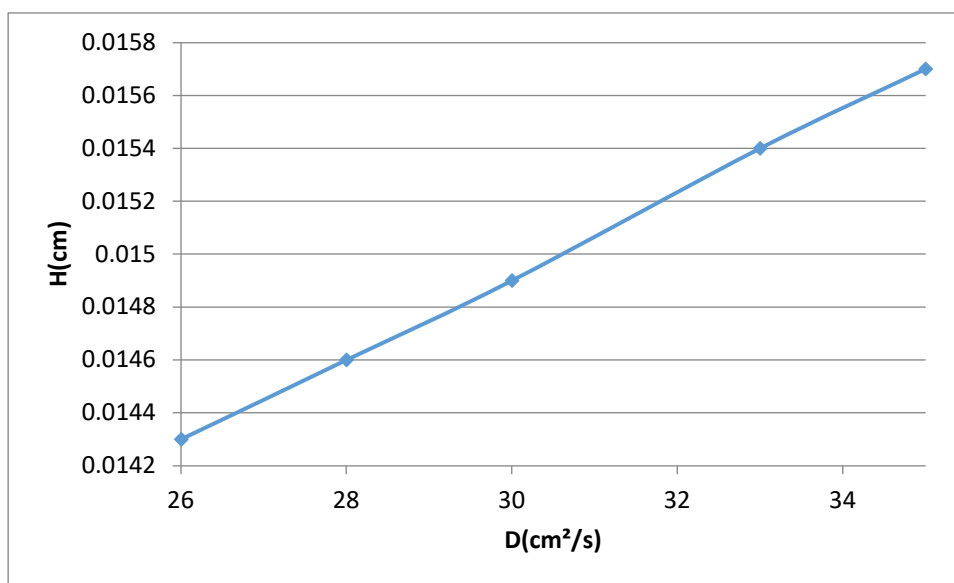


Fig. 6. Profondeur H en fonction du coefficient de diffusion D

La corrélation entre le coefficient de diffusion et l'épaisseur optimum de la base est établie pour $26 cm^2/s < D < 35 cm^2/s$:

$$H(cm) = [2. D(Nb) + 102]. 10^{-4} \quad (14)$$

Elle permet de réaliser la photopile au silicium pour un dopage donné de la base [42, 43].

5 CONCLUSION

Dans ce travail, une méthode de détermination de l'épaisseur optimum de la base de la photopile au silicium, par la technique de l'intersection des vitesses de recombinaison en face arrière est proposée.

Les courbes de calibration du photocourant en fonction de la vitesse de recombinaison des porteurs de charge à la jonction, sont produites :

- i) Pour un niveau d'éclairement n ,
- ii) Pour une épaisseur h ,
- iii) Pour différents coefficients de diffusion, définis par le taux de dopage de la base $Nb(D)$.

Ainsi sont déduites les vitesses de recombinaison en face arrière, dépendantes de l'épaisseur de la base et du coefficient de diffusion des porteurs minoritaires de charge.

L'étude du profil de la vitesse de recombinaison des porteurs minoritaires de charge en face arrière, à travers ces deux expressions obtenues, a permis d'établir l'épaisseur optimum de la base, associée un taux de dopage spécifique de la base conduisant à un courant de court-circuit élevé, à travers une corrélation mathématique.

REFERENCES

- [1] Noriaki Honma and Chusuke Munakata, (1987), Sample Thickness Dependence of Minority Carrier Lifetimes Measured Using an ac Photovoltaic Method, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 26, N°12, pp. 2033-2036.
- [2] ANDRES CUEVAS, JERRY G. FOSSUM and ROSA T. YOUNG, (1985), Influence of the dopant density profile on minority-carrier current in shallow, heavily doped emitters of silicon bipolar devices: *Solid-St. Electron.* 28 (3), pp.247-254.
- [3] Konstantinos Misiakos and Dimitris Tsamakis, (1994) Electron and Hole Mobilities in Lightly Doped Silicon. *Appl. Phys. Lett.* 64(15), pp. 2007-2009.
- [4] M.L.Lovejoy, M.R.Melloch, R.K.Ahrenkiel and M.S.Lundstrom , (1992), Measurement considerations for zero-field time-of-flight studies of minority carrier diffusion in III–V semiconductors. *Solid-State Electronics*, Vol. 35, N°3, pp. 251-259.
- [5] J. DUCAS; (1994), 3D Modelling of a Reverse Cell Made with Improved Multicrystalline Silicon Wafer. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 32, pp. 71-88.
- [6] N. F. Mott; Recombination; a survey; (1978). *Solid-State Electronics*, Vol. 21, pp 1275-1280.
- [7] Arnost Neugroschel, (1981), Determination of lifetimes and recombination currents in p-n junction solar cells, diodes, and transistors. *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol. 29(1) pp. 108-115.
- [8] P.De Vischere (1986) Comment on G.J. Rees. "Surface recombination velocity-a useful concept?" *Solid-State Electronics*. Vol. 29(1) pp. 1161-64.
- [9] G. Sissoko, S. Sivoththanam, M. Rodot, P. Mialhe, (1992), Constant illumination-induced open circuit voltage decay (CIOCVD) method, as applied to high efficiency Si Solar cells for bulk and back surface characterization. 11th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Montreux, Switzerland, pp. 352-54.
- [10] Y. L. B. Bocande, A. Correa, I. Gaye, M. L. Sow and G. Sissoko, (1994) Bulk and surfaces parameters determination in high efficiency Si solar cells. *Renewable Energy*. Vol. 5, part III, pp. 1698-1700.
- [11] Ching-Yuang Wu and Wen-Zen-Shen , (1980), The open-circuit voltage of back-surface-field (BSF) p-n junction solar cells in concentrated sunlight. *Solid-State Electronics*, Vol. 23, pp 209-216.
- [12] El Hadji Ndiaye, Gokhan Sahin, Amary Thiam, Moustapha Dieng, Hawa Ly Diallo, Mor Ndiaye, Grégoire Sissoko, (2015), Study Of The Intrinsic Recombination Velocity At The Junction Of Silicon Solar Under Frequency Modulation And Irradiation. *Journal of Applied Mathematics and Physics* 03(11):1522-1535.
- [13] G. Sissoko, E. Nanéma, A. L. Ndiaye, Y. L. B. Bocandé and M. Adj, (1996), Minority carrier diffusion length measurement in silicon solar cell under constant white bias light. *Renewable Energy*, Vol 3, pp. 1594-1597.
- [14] D.R. Dhariwal, R. Gadre, (1983), Modified drift field model for high-low transition in solar cells. *Solid-State Electronics*, Vol. 26, N°11, pp 1083-1088.
- [15] J. R. Hauser, P. M. Dunbar, (1975), Minority carriers reflecting properties of semiconductor high-low junctions, *Solid-State Electron.*, vol. 18, pp. 715-716.
- [16] Fossum, J.G., (1977), Physical operation of back-surface-field silicon solar cells. *IEEE Trans. Electron Dev.* 2, 322–325.
- [17] H. Ly Diallo, A., S. Maiga, A. Wereme and G. Sissoko, (2008) New approach of both junction and back surface recombination velocity in a 3D modelling study of a polycrystalline silicon solar cell. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, 42: 203-211.
- [18] H. El. Ghitani and S. Martinuzzi, (1989) Influence of dislocations on electrical properties of large grained, polycrystalline silicon cells. *J. App. Phys.* 66(4), pp. 1717-1726.
- [19] Albert Zondervan, Leendert A. Verhoef, And Fredrik A. Lindholm, (1988), Measurement Circuits for Silicon-Diode and Solar Cells Lifetime and Surface Recombination Velocity by Electrical Short-Circuit Current Delay, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol. 35, N°1, pp 85-88.
- [20] G. Sissoko, C. Museruka, A. Corrêa, I. Gaye and A. L. Ndiaye, (1996), Light spectral effect on recombination parameters of silicon solar cell, *Renewable Energy*. 3pp. 1487-1490.
- [21] Th. Flohr and R. Helbig, (1989), Determination of minority-carrier lifetime and surface recombination velocity by optical-beam-induced-current measurements at different light wavelengths, *J. Appl. Phys.* 66 (7), pp. 3060-3065.
- [22] M. R. Murti and K. V. Reddy, (1991), Recombination properties of photogenerated minority carriers in polycrystalline silicon, *J. Appl. Phys.* Vol. 70, N°7, pp. 3683-3688.
- [23] S.R.Dhariwal, R.K.Mathur, D.R. Mehrotra, S.Mittal, (1983), The physics of p-n junction solar cells operated under concentrated sunlight, *Solar Cells Volume 8, Issue 2, Pages 137-155*.
- [24] J. Oualid, C. M. Singal, (1984), Influence of illumination on the grain boundaries recombination velocity in silicon, *J. Appl. Phys.* 55(4), 15, pp 1195-1205.
- [25] B. H. Rose and H. T. Weaver, (1983), Determination of effective surface recombination velocity and minority-carrier lifetime in high-efficiency Si solar cells. *J. Appl. Phys.* 54. Pp 238-247.

- [26] Ousmane Diasse, Amadou Diao, Ibrahima Ly, Marcel Sitor Diouf, Ibrahima Diatta, Richard Mane, Youssou Traore And Gregoire Sissoko(2018), Back surface recombination velocity modeling in white biased silicon solar cell under steady state. *Journal of Modern Physics*, 9, 189-201
- [27] Matar Gueye, Hawa Ly Diallo, Attoumane Mamadou Moustapha, Youssou Traore, Ibrahima Diatta and Gregoire Sissoko, (2018), Ac Recombination velocity in a lamella silicon Solar Cell. *World Journal of Condensed Matter Physics*, 8, 185-196,
- [28] Fredrik A. Lindholm, Juin J. Liou, Arnost Neugroschel, and Taewon W. Jung, (1987) Determination of Lifetime and Surface Recombination Velocity of p-n Junction Solar Cells and Diodes by Observing Transients, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol.34, N°2 , pp277-283
- [29] M. Kunst, G. Muller, R. Schmidt and H. Wetzel, (1988), Surface and volume decay processes in semiconductors studied by contactless transient photoconductivity measurements. *Appl. Phys.*, Vol. 46, pp 77-85
- [30] F. I. Barro, A. Seidou Maiga, A. Wereme and G. Sissoko, (2010) Determination of recombination parameters in the base of a bifacial silicon solar cell under constant multispectral light. *Physical and Chemical News*, 56, pp. 76-84.
- [31] Amadou Diao , Mamadou Wade, Moustapha Thiame, Grégoire Sissoko, 2017 Bifacial Silicon Solar Cell Steady Photoconductivity under Constant Magnetic Field and Junction Recombination Velocity Effects. *Journal of Modern Physics*, 8, 2200-2208
- [32] Mamadou Lamine Ba, Hawa Ly Diallo, Hamet Yoro Ba, Youssou Traore, Ibrahima Diatta, Marcel Sitor Diouf, Mamadou Wade, Gregoire Sissoko, (2018) Irradiation Energy Effect on an illuminated silicon solar cell: maximum power point Determination. *Journal of Modern Physics*, 9, 2141-2155, <http://www.scirp.org/journal/jmp>
- [33] P. Singh, S.N. Singh, M. Lal, M. Husain (2008). Temperature dependence of I–V characteristics and performance parameters of silicon solar cell. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 92, pp: 1611–1616
- [34] Fossum, Burgess ; F.A. Lindholm (1978) Silicon solar cell designs based on physical behavior in concentrated sunlight, *Solid state Electronics*, Vol 21 pp.729-737
- [35] N. Le Quang, M. Rodot, J. Nijs, M. Ghannam and J. Coppye, (1992) Réponse spectrale de photopiles de haut rendement au silicium multicristallin. *J. Phys. III France* 2, pp 1305-1316.
- [36] J.G.Fossum (1976); Computer aided-numerical analysis of silicon solar cells. *Solid state Electronics*, Vol. 19 , 269-277
- [37] J.G.Fossum D.S. Lee(1952), A physical model for the dependence of carrier lifetime on doping density in nondegenerate silicon. *Solid state Electronics*, Vol. 15 n 8 , 741-47
- [38] J. Furlan, and S. Amon,(1985) Approximation of the carrier generation rate in illuminated silicon. *Solid State Electron*, 28, pp. 1241–43.
- [39] G.C. Jain, S.N. Singh and Kotnala(1983). Diffusion length determination in n+pp+ based silicon solar cells from the intensity dependence of the short circuit for illumination from the p+ side. *Solar cells* pp. 8239-48
- [40] G. Sissoko, E. Nanéma, A. Corrêa, P. M. Biteye, M.Adj, A. L. Ndiaye.(1998) Silicon Solar cell recombination parameters determination using the illuminated I-V Characteristic, *Renewable Energy*, vol-3, pp.1848-51-Elsevier Science Ltd, 0960-1481
- [41] E. Demesmaeker, J. Symons, J. Nijs, R. Mertens (8-12 APRIL 1991) The influence of surface recombination on the limiting efficiency and optimum thickness of silicon solar cells; 10th european photovoltaic solar energy conference lisbon, PORTUGAL-Pp.66-67
- [42] D.L. Meier; J. M. Hwang and B. Campbell (1988). The effect of doping density and injection carrier lifetime as applied to bifacial dendrite webs silicon solar cell. *IEEE. Trans: on elect. Dev.* Vol.E.D-35, n. 1, pp.70-79.
- [43] J.E. Guren, J. Del Alamo, A. Luque (1980). Optimization of p+ doping level of n+pp+ bifacial BSF solar cells by implantation. *Electron Letters* Vol, n. 16. Pp. 633-34

Facteurs environnementaux dégradants des cours d'eaux urbains : Cas de la rivière N'djili à Kinshasa (RDC)

[Environmental factors degrading of the urban waters courses : Case of the river N'djili in Kinshasa (DRC)]

Joseph M. Kakundika¹, Dieudonné E. Musibono¹, Yvonne I. Saila², and Thierry T. Tangou¹

¹Université de Kinshasa (UNIKIN), RD Congo

²Université Pédagogique Nationale (UPN), RD Congo

Copyright © 2019 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 water of the river N'djili is used for several facts. Indeed, due to a lack of the servicing in drinking water in several districts of the city of Kinshasa, several residents use the water of this river as water of bathing, of cooking, of washing of linens, of drink, of watering of the gardens and washing of the gardening products (vegetables and tubers), etc. There is place to underline that biggest user of the water of the river N'djili is the REGIDESO that extracts every day a nominal volume equivalent to $\pm 550.000 \text{ m}^3$ of raw water in order to purify it to go against at least $\frac{3}{4}$ of the population of Kinshasa in drinking water. Yet several human activities susceptible to damage the quality of the water of this river are identified in its perimeters very brought closer. The danger is that in case of pollution of the river N'djili, several score of thousands of Kinshasa's population should be exposed directly to water illnesses with risk of the epidemiological propagation, while the REGIDESO will be obliging to use big quantities of reagents to succeed in purifying this water polluted without forgetting the risk of resistance of some badly known pollutants. It will be able to be obliged however to resort to a lot of more refined techniques and expensive. A resource of as big importance had to absolutely be protected while the activities capable to harm to its good working should be regulated restricted either.

KEYWORDS: Environnemental factor, Rivers, River N'djili, Environmental ethics.

RÉSUMÉ: L'eau de la rivière N'djili est utilisée pour plusieurs faits. En effet, faute de la desserte en eau potable dans plusieurs quartiers de la ville de Kinshasa, plusieurs riverains utilisent l'eau de cette rivière (brute) comme eau de baignade, de cuisson, de lavage de linges, de boisson, d'arrosage des jardins et lavage des produits de jardinage (légumes et tubercules), etc. Il y a lieu de souligner que le plus grand utilisateur de l'eau de la rivière N'djili c'est la REGIDESO qui soutire chaque jour un volume nominal équivalent à $\pm 550.000 \text{ m}^3$ d'eau brute en vue de l'épurer pour desservir au moins $\frac{3}{4}$ de la population kinoise en eau potable. Pourtant plusieurs activités anthropiques susceptibles de détériorer la qualité de l'eau de cette rivière sont identifiées dans ses périmètres très rapprochés. Le danger c'est qu'en cas de pollution de la rivière N'djili, plusieurs dizaines de milliers de la population kinoise sont exposées directement à des maladies hydriques avec risque de la propagation épidémiologique, tandis que la REGIDESO se trouvera obliger d'utiliser des grandes quantités de réactifs pour parvenir à épurer cette eau polluée sans oublier le risque de résistance de certains polluants mal connus. Elle pourra cependant être obligée de recourir à des techniques beaucoup plus affinées et coûteuses. Une ressource d'aussi grande importance devait absolument être protégée tandis que les activités pouvant nuire à son bon fonctionnement devraient être réglementées ou restreintes.

MOTS-CLEFS: Facteur environnemental, Cours d'eau, Rivière N'djili, Ethique environnementale.

1 INTRODUCTION

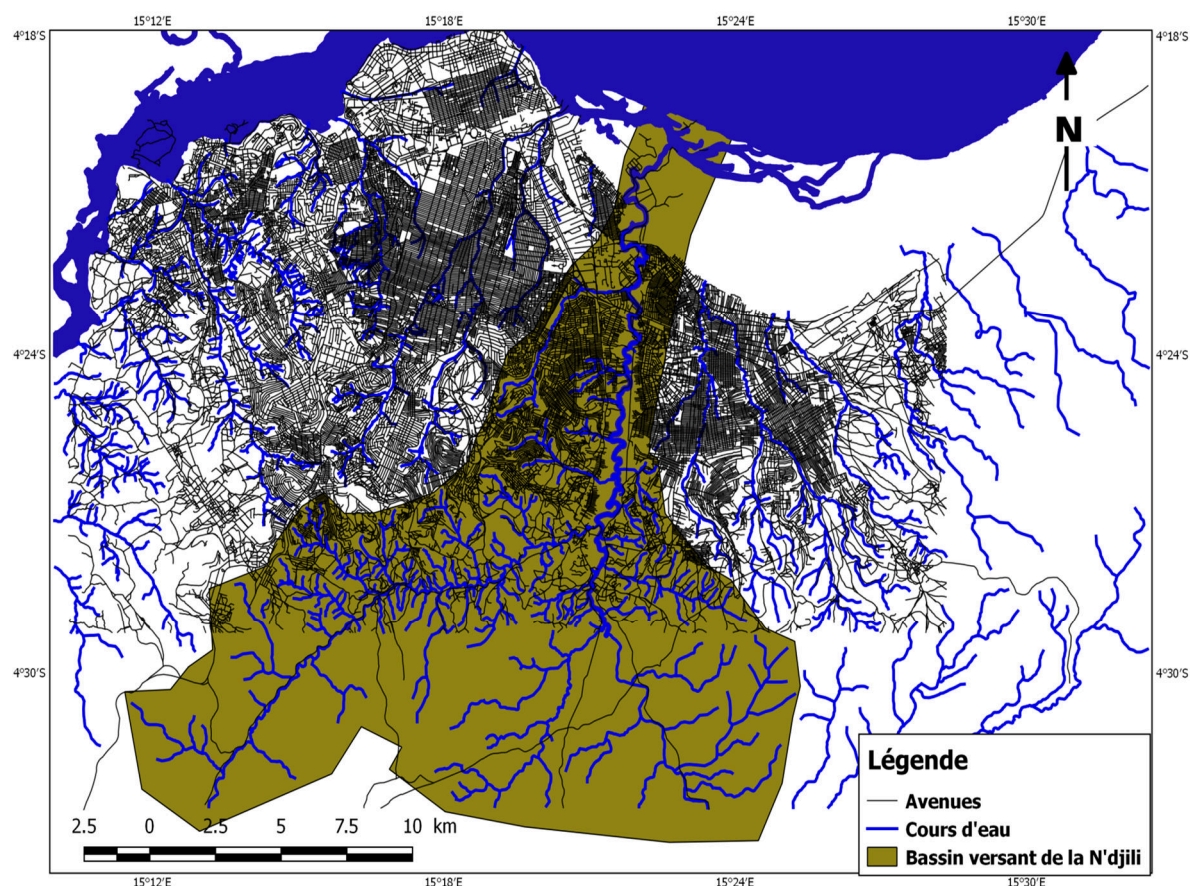
Les cours d'eaux qui traversent la plupart des milieux urbains sont exposés à plusieurs types de pollutions dus au fait que l'homme, censé protéger son milieu de vie immédiat, préfère, à la recherche du profit vital exagéré, y déverser des substances qui inhibent son fonctionnement naturel. Ceci se complique davantage dans les pays en voie de développement où la croissance de la population et les migrations ne sont pas bien suivies (Fr. Dureau, 2015) mais aussi et surtout faute d'éthique environnementale (Lumande, 2017). Ces rejets brutaux des substances indésirables, parfois toxiques dans la nature est qualifié par plus d'un comme facteur environnemental polluant (OMS, <https://www.aquaportail.com>, etc.).

Un facteur environnemental ou facteur écologique est un facteur abiotique ou biotique, qui influence les organismes vivants (<https://www.aquaportail.com/definition-11731-facteur-environnemental.html>). La pollution, les facteurs d'origine professionnelle, le rayonnement ultraviolet, le bruit, les méthodes employées dans l'agriculture, les changements climatiques, les modifications des écosystèmes, l'environnement bâti et le comportement des personnes sont autant des facteurs environnementaux relevés par l'OMS (www.who.org). De ce qui précède, un facteur environnemental dégradant (FE) est une pratique qui s'opère au sein d'un écosystème donné avec possibilités de provoquer nuisance et/ou pollution aux conséquences certaines sur le biotope dépendant directement et/ou indirectement de ce dernier.

A l'instar de l'OMS, cette étude va s'appliquer à identifier et caractériser les facteurs environnementaux existants au sein du bassin versant de la rivière N'djili et susceptibles d'apporter aux eaux de cette rivière des substances polluantes capables de rendre délicat si pas impossible, leur traitement pour la production de l'eau de consommation humaine.

2 MILIEU, MÉTHODES ET MATÉRIEL

Cette étude s'est déroulée dans la ville de Kinshasa au sein du bassin versant de la rivière N'djili, plus précisément dans la partie comprise entre N'djili-Brasserie (Latt. Sud 004°28'24,92'', Long. Est 015°21'2,80'', Alt. 287,6 m) et le site de captage d'eau de la REGIDESO à quelques mètres seulement du Croisement du Boulevard Lumumba et la Rivière N'djili (Latt. Sud 004°23'14,38'', Long. Est 015°22'1,50'', Alt. 285,5 m) y compris son sous bassin de la rivière Lukaya à partir de la vallée surplombant la localité de Mitendi (Latt. Sud 004°31'27,85'', Long. Est 015°13'39,36'', Alt. 341,4 m) jusqu'à son embouchure sur la rivière N'djili (Latt. Sud 004°27'7,42'', Long. Est 015°21'10,51'', Alt. 283,9 m). Huit de vingt-quatre communes que comptent la ville de Kinshasa sont concernées directement par l'étude notamment : les communes de Mont-Ngafula, Lemba, Kinsenso, Matete et Limete sur la rive gauche de la rivière N'djili, les communes de Kimbanseke, Masina et N'djili, sur la rive droite de ladite rivière. Il s'agit d'un espace circonscrit dans le bassin versant de la rivière N'djili tel que représenté dans la carte ci-après :



Source: Roland Kakule, QGIS 2.18 et Ikonos, 2017

Fig. 1. Bassin versant de la rivière N'djili

La méthode principale utilisée pour réaliser cette étude est l'observation avancée dite « monitoring environnemental ». Le monitoring urbain environnemental consiste à collecter et à traiter des informations environnementales et urbaines pour assurer le suivi des indicateurs et des plans d'actions santé et environnement des collectivités ; améliorer les performances des services urbains et générer des nouveaux services destinés aux collectivités, citoyens et entreprises. Cette solution pourra permettre de piloter la performance environnementale d'un quartier ou d'une ville en déclenchant des actions à court, moyen et long terme, avec les bénéfices attendus tels que l'économies d'énergie, des ressources (eau, recyclage déchets) et de coût d'exploitation, la réduction des émissions de GES, des nuisances au niveau des espaces publics, l'amélioration de la qualité de vie et la sensibilisation/aide à la décision ou aux gestes des habitants (www.facsc.uliege.be/cms/c_1131482/fr/monitoring-environmental).

Pour ce faire, l'aire d'étude a été zonée en cinq tronçons telles que représentés dans la figure ci-après :

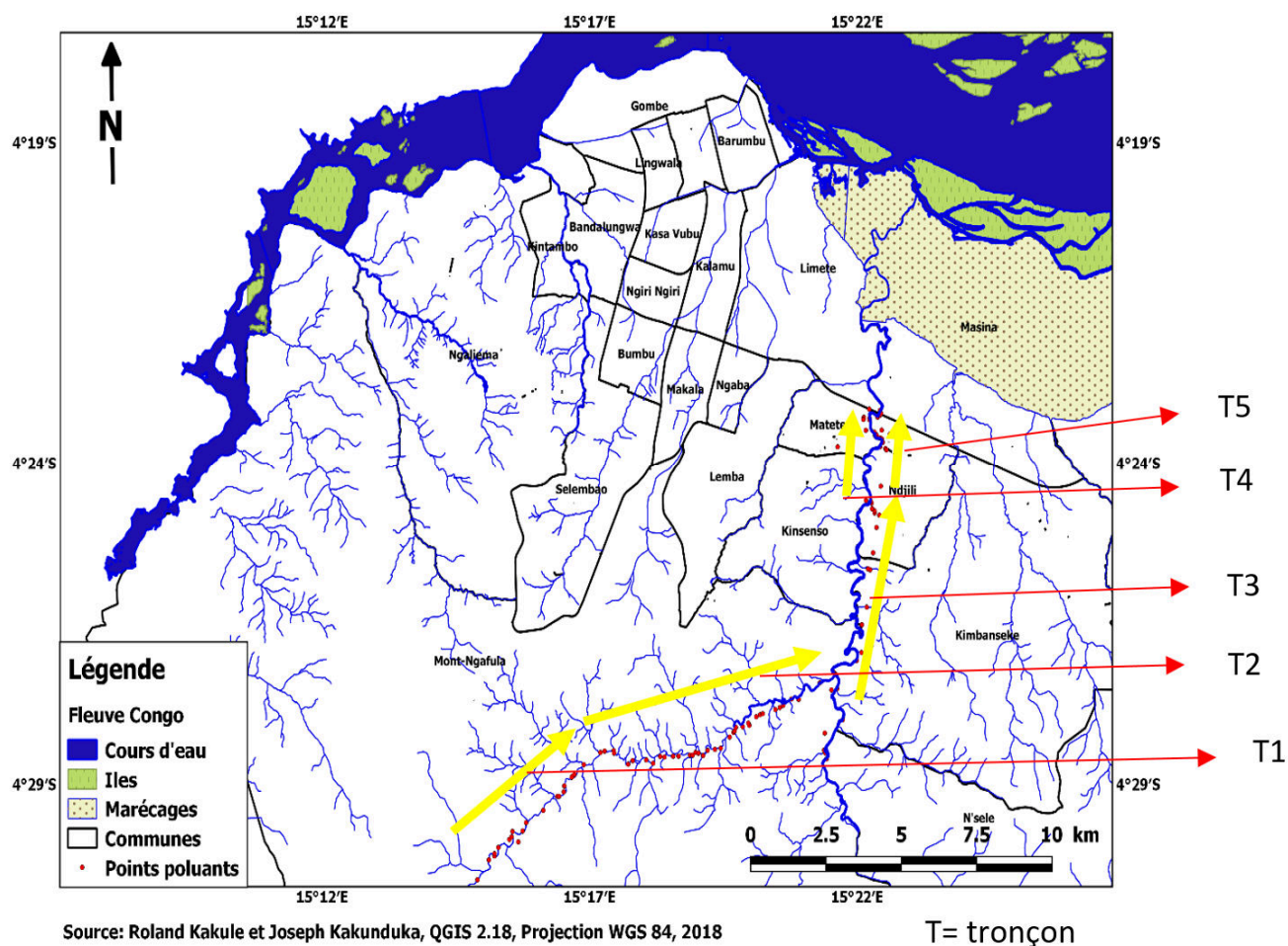


Fig. 2. Tronçons du parcours du milieu d'étude

T1, T2 et T3 se trouvent dans une zone urbano-rurale, tandis que T4 et T5 sont localisés dans une zone quasi-urbaine à concentration humaine. Ces cinq tronçons ont été sillonnés un à un pendant cinq jours tantôt à pied, tantôt à moto, et par pirogue pour effectuer différentes traversées de rivières ou pour explorer un site à accès difficile. C'est le cas des T1, T2, T4 et T5 qui avaient été prospectés essentiellement à pied et de T3 qui avait été parcouru, tantôt à pied, tantôt à moto.

Un appareil GPS de marque THURAYA était utilisé pour recueillir les coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude), tandis qu'un appareil photo-caméra de marque Samsung 6PXL était utilisé pour la prise des photos. Les données géographiques ainsi récoltées ont été traitées au laboratoire de Géographie du Centre de Recherche Géographique et Minière (CRGM) moyennant un ordinateur portable muni des logiciels Excel X et des applications QGIS 2.18, Projection WGS 84-2018 (voir figure 2). Les photos ont été traitées moyennant le logiciel Adobe-Picture.

3 RÉSULTATS ET ANALYSE DES DONNÉES

3.1 CARTOGRAPHIE DES ZONES À RISQUE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE N'DJILI

Les pointillés rouges observés sur la figure 2 indiquent diverses activités anthropiques qui constituent les zones à risques dans le bassin versant de la rivière N'djili et sous bassin de la rivière Lukaya. Ils représentent plusieurs faits environnementaux comme : (i) les activités agropastorales, les carrières de sables et pierres, etc., (ii) les points de rejets des substances solides dans les rivières N'djili et Lukaya ainsi que des constructions anarchiques, (iii) les différents points de déversement d'effluents liquides (égouts ou affluents) dans les deux rivières (Lukaya et N'djili).

Il découle de ce qui précède ce qui suit :

T1 est plus dominé par les activités agricoles où l'épandage systématique de fiente est appliqué comme moyen de fertilisation des sols ; les activités pastorales (élevages des poules, canards et porcs) y sont exercées à faible échelle. Notons que la fiente et les excréments des bétails sont vendus pour des usages agricoles, tandis que les eaux non traitées de lavage des bâtiments d'élevage ruissellent vers la rivière Lukaya. Quelques carrières de pierres dont le stockage se fait directement sur les berges de la rivière ont été observées avec quelques étangs qui font usage de la fiente de la volaille comme aliment des poissons et dont la conséquence visible est l'envasement des surfaces et berges de ces étangs par les herbes aquatiques (eutrophisation), mais aussi quelques rejets sporadiques d'immondices (déchets urbains) visiblement en provenance du centre-ville.

T2 est dominé par des activités agropastorales (poulaillers, porcheries, parmi lequel une ferme industrielle) dont les eaux, non traitées, de lavage des bâtiments ruissellent dans la rivière Lukaya. La présence des jardins est aussi plus remarquable avec épandage systématique de la fiente des volailles et excréments de porcs, parfois des vaches comme fertilisants agricoles. Une ferme de vache et chèvres a été identifiée et dont les excréments sont abandonnés sur la pelouse dont la coulée dans la rivière Lukaya, en temps de pluie serait évidente. Il y a lieu de souligner l'exploitation intensive du sable dû, certainement, à la présence de plusieurs têtes d'érosions présentes dans le milieu environnant, des constructions anarchiques mais aussi du dénudement des sols au profit des cultures.

T3 semble ne pas présenter de danger important dans sa première partie (N'djili-Brasserie à au moins un-demi kilomètres de N'djili CECOMAF). Quelques jardins épars sont observés avec usage, cette fois-ci, des engrais chimiques et pesticides. La grande vulnérabilité au sein de ce tronçon est concentrée dans une petite surface aux alentours de N'djili CECOMAF (coordonnées géographiques) où une forte présence d'élevage des porcs est observée et des étendues considérables des jardins dont l'utilisation d'engrais chimiques et pesticides est évidente. Les pipelines de SEP qui traversent 2 ruisseaux et passent en dessous des eaux dans le flanc du pont sur la Lukaya (T2), constituent un danger potentiel qui nécessite une prévention durable. Il faut noter que la rive droite de la rivière N'djili, dans ce tronçon, présente plus de dangers que la rive gauche qui demeure presque inexploitée.

T4 et T5 sont localisés dans une zone à forte concentration humaine. Dans cette partie, l'environnement est beaucoup plus muselé par les mauvaises pratiques environnementales de plusieurs milliers de kinois. Il y a été observé les rejets désordonnés d'immondices, des eaux usées domestiques y compris des eaux vannes, des déchets solides ménagers et autres pratiques environnementales malsaines. Des caniveaux et égouts bourrés d'immondices dont la plupart sont bouchés dégagent des odeurs nauséabondes. Par ailleurs, rats vivent et meurent dans ces caniveaux et égouts mais aussi des cadavres de chiens, chats, porcins ont été détectés dans ces infrastructures Santo-environnementales. Le grand musèlement s'opère surtout du côté N'djili (rive droite) et le quartier Débonhomme à la rive gauche où la proximité de l'habitat à la rivière est très évidente. A plusieurs endroits, des rejets solides et liquides s'opèrent directement dans, le long ou sur les berges de la rivière, mais également dans les voies d'assainissement débouchant directement ou indirectement dans la rivière. Un riverain avait déclaré que c'est une chance d'avoir une parcelle au bord de la rivière car ça lui facilite l'évacuation des eaux usées (non traitées).

En résumé :

Le trajet Mitendi à N'djili CECOMAF (T1, T2 et T3) est dominé par les activités anthropiques du type agropastoral (jardins et élevages) avec épandage des excréments du bétail et fientes utilisés comme fertilisant dans les jardins et ruissellement des eaux usées des étables dans les rivières Lukaya et N'djili. La présence des érosions proches ou lointaines des rivières est aussi évidente étant donné l'exploitation intensive du sable observée sur ce tronçon.

Par contre, les trajets CECOMAF et Riffaert au captage (T4 et T5), localisés dans un milieu à forte concentration humaine présentent un environnement subissant un mauvais comportement de la part de nombreux habitants: rejets excessifs d'immondices directement ou indirectement dans les cours d'eau, déversement des eaux usées dans les conduits d'eau, sorties des tuyaux de canalisation des eaux vannes dans les rivières et voies de canalisation des eaux de pluies, construction des WC et fosses septiques dans les périmètres approximatifs des canaux d'eau, rejet d'animaux morts dans les égouts, rivières ou caniveaux, etc. Une grande étendue des jardins a été visiblement observée dans les alentours de N'djili CECOMAF avec usage, cette fois-ci des engrais chimiques et pesticides. Une concentration des fermes porcines (porcherie) est fortement implantée en ce lieu et dont les eaux de lavage coulent vers la rivière N'djili dans les ruisseaux marécageux qui sont utilisées par les maraichers pour l'arrosage des jardins.

3.2 ILLUSTRATION PHOTOGRAPHIQUE DES DIFFÉRENTS FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX OBSERVÉS

3.2.1 ELEVAGE



Photos 1 et 2 : Elevage au sein du Bassin versant de la rivière N'djili

Il est observé dans notre milieu d'étude que l'élevage se pratique essentiellement le long des rivières aux fins de faciliter l'abreuvement et les rejets des eaux usées. Ces deux images montrent d'une part, des vaches détachées de leurs fermes se trouvant sur la berge de la rivière Lukaya et conduites à cet endroit pour brouter toujours sur la berge de ladite rivière. Les bergeries aperçues dans la photo 13 sont des endroits d'hébergement des porcs et de la volaille (poules, canards, pintades, cailles, etc.) ; toujours dans les périmètres rapprochés de la rivière Lukaya. Il s'agit des photos qui représentent un échantillon au énième de cette activité dont les excréments et fientes sont vendus ou rejetés directement (pollution ponctuelle) ou indirectement (pollution diffuse) dans les cours d'eau. Le fait de toilettage de ces lieux d'élevage entraîne des écoulements du liquide souillé par les urines et les excréments des bêtes et fiente de volaille, mais aussi contaminé aux produits vétérinaires utilisés dans le traitement ou la prévention des maladies et également des produits d'alimentation de ceux-ci (fourrage, foin, etc.). Le lisier de porc est 75 fois plus polluant que les eaux usées domestiques brutes (Archer, 1992). Les pollutions dues à l'élevage peuvent affecter à la fois le milieu naturel, les animaux et les plantes. En 2006, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a décrit l'élevage comme «un des contributeurs les plus importants à la plupart des graves problèmes environnementaux actuels». Selon cette organisation, en Amérique, l'élevage bovin est responsable d'environ un tiers de l'azote et du phosphore qui se répandent dans les eaux douces du pays. L'élevage produit aussi des agents pathogènes comme la bactérie *E. coli*, des métaux lourds et des pesticides (Tangou T., 2016 et [http : www.cinf.fr/impacts-elevage-industriel/pollution](http://www.cinf.fr/impacts-elevage-industriel/pollution)). Ces contaminants sont une menace imminente pour la santé de l'homme ainsi que celle d'autres animaux et végétaux.

3.2.2 COMMERCE DE RÉSIDUS D'ÉLEVAGE (FIENTE ET EXCRÉMENTS)



Photos 3 et 4 : Exposition de la fiente des volailles et excréments des bêtes le long des rivières

Les animaux d'élevage produisent chaque jour des grandes quantités de déchets riches en azote et en phosphore susceptibles d'être utilisées comme fumier pour reconstituer le sol de certains nutriments. Il faudra penser, néanmoins à leurs traitements préalables pour éliminer certaines substances pathogènes qui les accompagnent. Ce qui est constaté ici est que, les paysans s'approvisionnent directement dans les bergeries et poulaillers et exposent les produits de leur commerce aux bords des rivières pour fournir leur clientèle (les maraichers) dont les jardins se trouvent le long des berges des rivières. A ce sujet, P.F. Chabalier (2015) estime que : « l'apport de matières organiques sur les cultures est une pratique de recyclage qui peut être considérée comme durable si elle est réalisée dans le respect des réglementations et du conseil agronomique. L'azote et le phosphore, nutriments essentiels, peuvent être à l'origine de graves problèmes, quand par exemple ils se retrouvent dans les cours d'eau en excès. Cela provoque la prolifération d'algues qui monopolisent l'oxygène présent dans l'eau ; ce qui peut tuer les plantes et les animaux, voire laissé de vastes « zones mortes » dans lesquelles peu d'espèces peuvent survivre. Par ailleurs, par oxydation en présence des bactéries aérobies dans l'eau, l'azote peut subir plusieurs transformations en produisant une gamme de substances dangereuses à la vie dont l'ammoniac, le nitrite par exemple. ([http : www.cinf.fr/impacts-élevage-industriel/pollution](http://www.cinf.fr/impacts-élevage-industriel/pollution)); phénomène qui peut acidifier les eaux de surface et souterraines qui constituent pourtant la plus grande source d'approvisionnement en eau de consommation humaine.

3.2.3 CULTURE MARAÎCHÈRE ET USAGE D'ENGRAIS ET PESTICIDES



Photos 5 et 6 : Usage d'engrais et pesticides dans les jardins le long des rivières Lukaya et N'djili

Les maraichers font usage des pesticides et engrais chimiques pour entretenir leurs jardins potagers et assurer la croissance rapide de leurs cultures. C'est ce que représentent les images ci-dessus. D'une part un jardin de 7 jours seulement depuis le repiquage et dont la récolte se fera dans les 7 jours qui suivent (témoignage du propriétaire), et d'autre part une personne qui fait quotidiennement la ronde des concessions agricoles pour proposer la désinfection ou la désinsectisation chimique des jardins des tiers. Des engrais à base du trio azote, phosphate et potassium (NPK) et insecticides sont vendus sur les lieux de jardinage.

Les engrais chimiques sont des produits de fertilisation rapide qui sont administrés aux cultures en vue d'augmenter leur rendement. Mal assimilés par les plantes, ils sont responsables d'une pollution massive des sols, mais sont surtout la cause majeure de pollution des eaux souterraines par percolation ou infiltration et des eaux de surface par ruissellement ([http : www.cinf.fr/impacts-élevage-industriel/pollution](http://www.cinf.fr/impacts-élevage-industriel/pollution)). Comme déjà dit, les substances azotées et phosphorés contribuent à l'eutrophisation des cours d'eau tandis que les pesticides possèdent des effets rémanents pour la plupart dangereux (<https://www.futura-sciences.com>).

3.2.4 DÉPOTOIRS ET REJET D'IMMONDICES (DÉCHETS SOLIDES)



Photos 7 et 8 : Rejets sauvages des immondices dans et sur la berge de la rivière N'djili

Les rivières qui traversent les grandes villes africaines sont des dépotoirs à ciel ouvert sinon des poubelles libres et sans coût. Ce que nous observons dans les photos ci-dessus, nous fait penser à « un bien sans maître ». en effet, on peut s'imaginer d'où seraient les responsables municipaux, les services de lutte contre l'insalubrité ou les services d'hygiène et les autres services de l'état ou même les populations éprises d'un sens élevé de patriotisme lorsqu'un individu, muni d'un engin comme celui-ci, débarque sur une rivière d'aussi grande importance que la rivière N'djili pour y déverser des immondices. Le second dépotoir se trouve non loin du boulevard Lumumba et prêt du captage de la REGIDESO. Ce qui est jeté dans un dépotoir n'est pas exactement connu ! Dans une ville où l'éthique environnementale est bafouée par sa population et dont le contrôle et suivi environnemental ne constituent pas la priorité de l'autorité compétente, tout est jeté dans la nature sauf rien. Les décharges contiennent une grande quantité des déchets divers dont les rejets organiques font partie. L'on peut voir dans ces photos des solides secs mais aussi des solides biodégradables desquels peuvent jaillir un liquide (lixiviat) auquel peuvent s'adsorber des substances toxiques (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn, Al, amiante, etc.) présents dans ce mélange de déchets aux origines multiples (ménages, industries, construction, hôpitaux, commerce, agriculture, etc.). Lorsque l'eau reçoit une grande quantité de polluants, l'oxygène dissous est détruit graduellement tandis qu'elle passe à l'état d'anaérobiose lors que celui-ci est détruit complètement ; pendant ce temps l'autoépuration n'est plus possible et la pollution devient chronique.

3.2.5 BIDONVILISATION ET CONSTRUCTIONS ANARCHIQUES



Photo 9 et 10 : caniveau bouché coincé entre deux murs + hangars d'occupation anarchique au sein du BSN

Les normes ne sont pas respectées dans la plus part des constructions à Kinshasa. Une voie de canalisation d'eaux usées ne pourra jamais être coincée entre deux parcelles voisines ou deux lotissements, sinon son entretien devient hypothétique. D'autre part l'endroit où jonche les constructions est un milieu humide sur la berge de la rivière N'djili qui est vendu

malencontreusement mais où les maraichers ne pouvaient cultiver qu'en saison sèche à cause des inondations récurrentes mais bénéfiques pour la reproduction des poissons (zone humide). Ces types de construction favorisent les riverains à transformer leur milieu direct en dépotoir et lieu de rejet des matières fécales. Les constructions anarchiques sont donc un réel fléau principalement pour les habitants eux-mêmes de ces types de quartiers, et secondairement pour les villes qui l'abritent, du fait de son existence. Les problèmes écologiques dues aux constructions anarchiques le long des rivières (qui traversent les villes des PVD) sont notamment : la pollution par les rejets directs des immondices et des eaux usées y compris les eaux vannes (eaux de WC et urines) dans la rivière, les inondations persistantes, l'augmentation du niveau des rivières (volume d'eaux important) en cas de pluie (Kyana J. 2010).

3.2.6 REJETS DES EAUX VANNES ET DÉCHETS LIQUIDES DANS LES COURS D'EAU



Photo 11 et 12 : Matières fécales humaines fraîches et connexion désordonnées dans les rivières et conduits d'eaux usées.

Les matières fécales sont le résidu de la digestion des substances ou particules non assimilées et masse de bactéries du tube digestif, expulsé par l'anus lors de la défécation et dont la consistance varie selon l'espèce, l'alimentation et la santé de l'individu. Les matières fécales fraîchement éjectées surnagent au-dessus des eaux de la rivière N'djili, tandis qu'un tuyau de rejet des eaux d'un WC débouche directement sur une voie de canalisation des eaux usées à moins d'un décimètre de la rivière N'djili. Ces eaux usées non traitées sont directement évacuées dans le milieu naturel sans aucun prétraitement. Ce type de rejet est susceptible d'apporter dans les eaux des rivières des substances pathogènes, causes de plusieurs épidémies à Kinshasa telle que le choléra qui témoigne l'absence d'hygiène et d'assainissement, fruit d'une négligence accrue de toutes les couches de la population Kinois (Paul Inès Feudjeu Defo, 2012 et Tangou T., 2016).

3.2.7 RAVINS ET ÉROSIONS DES SOLS



Photos 13 et 14 : ravin transformé en dépotoir et érosion des sols à l'intérieur de la rivière N'djili

Des têtes d'érosions dues à la mauvaise canalisation des eaux de pluie ou à la défectuosité des structures de canalisation de ces eaux affectent plusieurs quartiers de la ville de Kinshasa. Elles sont cause non seulement de la destruction d'habitations des paisibles citoyens, mais aussi de ravinement des matériaux sableux qui jouent un rôle négatif sur l'utilisation des eaux des rivières. Ces ravins causés par ces érosions sont utilisés par les populations riveraines comme dépotoirs publics au motif d'empêcher leurs progressions. Cependant, réaliser sans encadrement des experts (d'enfouissement des déchets), cette activité devient cause d'un nouveau problème de pollution pour les riverains et pour l'ensemble de l'écosystème environnant dont les rivières dépendantes qui en reçoivent le lixiviat.

3.2.8 SÉDIMENTATION DES RIVIÈRES ET EXPLOITATION DU SABLE



Photos 15 et 16 : Exploitation du sable dans le Bassin versant de la rivière N'djili

Des quantités importantes de sables issus des sols érodés sont charriées par les rivières N'djili et Lukaya et deviennent dès lors un obstacle au bon écoulement des eaux avec susceptibilité d'entraîner des inondations dans plusieurs quartiers de la ville province de Kinshasa à l'instar de Ndanu et Abattoir. Quelques établissements exploitant le sable ont été identifiées, cependant, c'est surtout les exploitants artisanaux qui y sont en surnombre. Il s'agit entre autre du sable issus des ravins créés suite aux constructions anarchiques, à la dénudation des terrains agricoles, au désherbage et autres mauvais usages des sols. Il sied de signaler les érosions des berges causées par l'écoulement naturel des eaux comme on peut le voir dans la photo 16 ci-dessus. Quelle que soit l'origine, l'exploitation des sables en rivière permet de dégager le lit et en facilite l'écoulement normal de l'eau mais présente des conséquences environnementales certaines telles que : l'érosion des berges, la remise en suspension des particules dangereuses, et l'accroissement des matières en suspension. Du reste, les personnes qui œuvrent dans les carrières effectuent l'ensemble de leurs besoins physiologiques dans la rivière avec risque de pollution microbiologique.

3.2.9 PIPELINES ET RISQUE DE POLLUTION AUX HYDROCARBURES



Photos 17 et 18 : traversé des pipelines au-dessus des cours d'eau affluents de la rivière N'djili et sous les eaux de la Lukaya

« Les déversements d'hydrocarbures peuvent avoir des répercussions sérieuses sur l'environnement marin, tant par engluement physique que par toxicité. La sévérité de l'impact dépend généralement de la quantité et du type d'hydrocarbure déversé, des conditions ambiantes, ainsi que de la sensibilité aux hydrocarbures des organismes touchés et de leurs habitats » (<https://www.itopf.org>).

Les pipelines de la SEP CONGO, Société de transport du carburant en RDC traversent au-dessus de deux ruisseaux à plus ou moins 5 décimètres de la rivière N'djili, passent non seulement en dessous du pont sur la rivière Lukaya (Latt. Sud 004°27'16,72", Long. Est 015°20'55,54", Alt. 287,4 m), mais aussi en dessous des eaux (photo 18) et traverse la rivière Ndjili au niveau du pont sur le boulevard Lumumba à moins de 10 mètres du site de captage. Il s'agit là d'une pollution potentielle à haut risque car une fuite dans lesdits pipelines pourrait provoquer une marée noire pouvant causer nuisance à l'eau et causer des dommages importants sur le reste du biotope des rivières concernées ; une destruction évidente de la faune piscicole et benthique mais aussi la détérioration de la qualité de l'eau desdites rivières. Selon les informations de la Direction de production de la REGIDESO, cette situation s'est déjà reproduite en deux reprises et la seconde fois avait provoqué la fermeture de l'usine quarante-huit heures durant.

3.2.10 LAVAGE DES LINGES, LÉGUMES ET BAIGNADE



Photos 19 et 20 : lavage des linges et baignade directement dans les rivières Lukaya et N'djili

Sous d'autres cieux, la pratique des lessives en rivière n'est plus aujourd'hui compatible avec les exigences environnementales sur l'eau et les milieux aquatiques. Il en est de même de rejets des eaux usées (domestiques ou industrielles) dans les milieux récepteurs. A Kinshasa, le réseau de distribution d'eau n'étant pas étendu sur toute la ville, plusieurs citoyens se baignent, font la vaisselle et la lessive dans les rivières environnantes et utilisent leurs eaux non traitées comme eau de consommation (boisson, cuisson). Il s'agit entre autre d'une pratique qui met en péril la biodiversité des milieux aquatiques par la libérations des substances acides et basiques issus des savons, des détergents phosphorés, sans oublier des centaines de milliers de particules plastiques libérés lors du lavage des linges (BRGM, novembre 2001). Situations pareilles dépend essentiellement de deux facteurs à savoir : « traditionnel » (inertie des pratiques héritées du passé), et économique (faiblesse économique des usagers qui ne pourraient accéder ni à l'eau du réseau, ni à un équipement de lavage moderne (machine à laver). Non seulement ces populations sont exposées aux maladies hydriques, mais aussi ces activités réalisées au sein de la rivière sont très dangereuses pour l'eau à traiter. Les études menées depuis une dizaine d'années mettent toutes en évidence l'impact des pratiques de lessive en rivière sur la qualité des eaux et de l'environnement (Préfecture de Mayotte/DAF, décembre 2004 et SIEAM, septembre 2003).

3.2.11 CARRIÈRES DES PIERRES ET RISQUE DE POLLUTION MINÉRALE



Photos 21 et 22 : exposition sur les berges de la rivière Lukaya des produits issus des carrières de pierres

Les potentialités écologiques des carrières de roches massives sont immenses. Les carrières, tel que vues dans les photos ci-après, sont exploitées sans aucune mesure de protection des cours d'eau et présentent plus de susceptibilités de rejeter dans les eaux des rivières des substances minérales (silices, calcaires, etc.), mais aussi de réduire le niveau et le lit de la rivière par une sédimentation d'importantes quantités des minéraux. Ces genres de pratiques agissent non seulement sur la qualité de l'eau de la rivière, la faune mais aussi sur la flore des berges et devient par conséquent un facteur aggravant. Les conséquences peuvent avoir une portée de modification de la qualité de l'eau en la rendant acide avec une augmentation de la conductivité et des substances dissoutes. Ce qui dénote les impacts sanitaires et écologiques importants des carrières des pierres (BRGM/RP, Janvier 2008). Lors du concassage-criblage, de la mise en stock des matériaux et de la circulation des camions et engins sur les pistes et accès à la carrière, l'air est pollué par les envols des poussières. Ce phénomène provoque des très importants nuages de poussières qui demeurent longtemps en suspension en l'air ; les particules à plusieurs conséquences écologiques peuvent ensuite retomber dans les rivières et polluer leurs eaux (Colas R., 1977 et www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr).

NOTE :

Ce tableau de photos est un échantillon (représentatif) de plusieurs photos prises sur le terrain d'étude lors des différentes visites de prospection. Il existe des faits difficilement exprimables par photo : c'est le cas des paramètres organoleptiques (odeurs, couleurs, etc.), de l'usage des engrais et fertilisants, etc.

En substance, les activités anthropiques et comportement environnemental malsain répertoriées dans cette démarche sont susceptibles de produire une pollution due aux substances organiques, matières en suspension (MES), substances azotées et phosphorées (nutriments agricoles), microorganismes pathogènes (pollution fécale), et des substances minérales issues des carrières des pierres, qu'elles apporteraient à l'eau de la rivière N'djili.

4 CONCLUSION

Cette étude dont le but est l'identification et la caractérisation des facteurs environnementaux susceptibles d'apporter nuisance et pollution dans les eaux de la rivière N'djili a été réalisée avec le concours de la méthodologie dite « monitoring environnemental » qui nous a faciliter la prospection de notre zone d'étude (bassin versant de la rivière N'djili). Plusieurs facteurs environnementaux ont été identifiés notamment : l'élevage, l'épandage des fientes et excréments d'animaux, l'usage d'engrais et pesticides dans les jardins, les décharges urbains et domestiques, les constructions anarchiques, les rejets des eaux usées et eaux vannes, les ravins transformés en dépotoirs, l'exploitation des sables, les pipeline, la « buandérisation » des cours d'eau et les carrières des pierres résumé, comme facteurs environnementaux, selon l'OMS par : (i) la pollution des écosystèmes, (ii) les techniques employées dans l'agriculture et l'élevage, (iii) la mauvaise occupation de l'espace, (iv) la modification des écosystèmes, (v) le manque de culture environnementale (éthique mésologique) et (vi) la dégradation des milieux (www.who.com).

Ces facteurs ont comme risques d'apporter à l'eau de la rivière N'djili des polluants du type organique (pouvant se manifester par une DBO et DCO élevées), une pollution aux nutriments de plantes (pouvant se manifester par l'augmentation de l'azote (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , NH_3), du phosphore (PO_4^{3-} , P_2O_5 , PT), une pollution aux microorganismes pathogènes (Coliformes fécaux, *Escherichia Coli*, etc.). La présence des substances susceptibles d'accroître la turbidité et les MES est une évidence.

REFERENCES

- [1] Fr. Dureau, 2015, in <https://www.editions-harmattan.fr/index.asp>
- [2] Lumande, 2017, note de cours d'éducation mésologique, Université de Kinshasa, RDC.
- [3] Tangou Tabou T, 2017, Technologie de l'eau et des eaux usées, PUK, Kinshasa, République Démocratique du Congo.
- [4] Joël KYANA, 2010, les constructions anarchiques dans les quartiers Kimbangu I et Yolo-Nord III le long de la rivière Kalamu : étude d'impact environnemental et social, mémoire de d'étude de gradué, Institut du bâtiment et des travaux publics (IBTP), Kinshasa, RDC.
- [5] Paul Inès FEUDJEU DEFO, 2012, Risques sanitaires et environnementaux liés au rejet des eaux usées au quartier Ngoa Ekellé à Yaoundé au Cameroun, Mémoire de Fin d'étude, Ecole d'infirmiers, des Techniciens Médico- Sanitaires et du Génie Sanitaire de Yaoundé.
- [6] BRGM, novembre 2001, Caractéristiques physiques et chimiques de cinq rivières et de leurs bassins versants sur la Grande Terre, île de Mayotte. Etablissement d'un état des lieux vis-à-vis des facteurs de pollution »,
- [7] BRGM/RP-56126-FR, Janvier 2008, Evaluation des impacts environnementaux des carrières : Avancement des travaux, synthèse 2005-2007)
- [8] P.F. Chabaliér, 2015
- [9] Préfecture de Mayotte/DAF, décembre 2004, Usage des lessives à Mayotte et pollutions en rivière et au lagon. Aide à la décision – Programme d'action », Rapport d'étude ASCONIT
- [10] SIEAM, septembre 2003, « Etude pour la protection des zones de captage à Mayotte », Rapport d'étude ISM.
- [11] Colas R., 1977, la pollution des eaux, PUF, 4ème édition, Paris.
- [12] SIEAM, septembre 2003, Rapport d'étude ISM
- [13] www.who.org
- [14] <https://www.aquaportail.com/definition-11731-facteur-environnemental.html>.
- [15] www.facsc.uliege.be/cms/c_1131482/fr/monitoring-environnemental.
- [16] <https://www.itopf.org>.
- [17] www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr.

Réflexions sur la dégradation de l'écoquartier Lumbi par l'érosion accélérée dans la ville de Kikwit (République démocratique du Congo)

René MPURU MAZEMBE BIAS¹, Théotime MUTUNGU KULETA², Francis LELO NZUZI³, and Modeste KISANGALA MUKE⁴

¹Professeur Ordinaire, Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme (ISAU), Kinshasa-Gombe, RD Congo

²Chef de Travaux, ISP-Kikwit et Doctorant au Département des Géosciences, Université de Kinshasa, RD Congo

³Professeur Ordinaire, Département des Géosciences, Université de Kinshasa, RD Congo

⁴Professeur Associé, Département des Géosciences, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2019 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: Through this article, the authors point out the factors shaving caused the accelerated erosion which destroys the ecology of Lumbi quarter in the surroundings of Kikwit town. Besides, they evaluate the level of damages caused by the erosion phenomenon on physical and human environment, and suggest some solutions to the situation.

KEYWORDS: accelerated erosion, degradation, ecoquarter, green area, sanitation.

RÉSUMÉ: A travers cet article, les auteurs exposent les facteurs ayant occasionné l'érosion accélérée qui dégrade l'écologie du quartier Lumbi, quartier périphérique de la ville de Kikwit. Ils évaluent aussi l'ampleur des dégâts causés par le phénomène d'érosion sur l'environnement tant physique qu'humain et proposent les pistes pouvant permettre la restauration durable de cet écoquartier.

MOTS-CLEFS: Erosion accélérée, dégradation, écoquartier, assainissement, espaces verts.

1 INTRODUCTION

La dégradation de l'écologie urbaine en Afrique subsaharienne est un phénomène préoccupant. En effet, les villes coloniales avaient été créées suivant les normes urbanistiques en produisant des trames assainies avant toute production de logements décents. La viabilisation des sites constituait un des préalables avant toute mise en œuvre.

L'évolution récente des villes Africaines montre le contraire des procédures d'il y a 50 années et pour causes le « laisser-aller » et le « laisser-faire » suite au mépris des normes urbanistiques. La croissance démographique et spatiale qui s'en suit donne lieu à l'occupation à la fois spontanée et démesurée des espaces urbain et périurbain. L'intervention des chefs coutumiers dans la distribution des terres notamment en République Démocratique du Congo (RD Congo) reste l'une des causes du désordre observé dans la production des sols urbains (Flouriot, 1991, Vilmin, 2015).

Dans un autre registre, les sites à risque et les espaces no aedificandi sont déblayés et lotis sans que les routes et les canalisations des eaux pluviales ne soient construites. Ce qui exacerbe le phénomène d'érosion accélérée dans les villes tropicales en général et les villes de la République Démocratique du Congo, en particulier (Mpuru M.B., 2005).

Plusieurs études attestent le fait que l'érosion peut être soit d'origine géologique (érosion géologique) ou naturelle, soit d'origine humaine ou anthropique (érosion accélérée ou érosion des sols). Comme l'a écrit si bien Néboit-Guilhot (1999), l'érosion accélérée qui se réfère à la vitesse du phénomène, met en avant l'augmentation des pertes de substance par unité de temps qu'enregistre le déroulement de la morphogène dès lors que l'utilisation agricole ou pastorale d'un territoire y modifie la dynamique des versants. Au Cameroun, Tchotsoua (1992, 1994a, 1994b) a montré l'occupation spontanée et la dynamique de l'érosion dans les quartiers Mvog-Ada, Melen, Briqueterie, Ngoa-Exellé à Yaoundé et Demsacré à Garoua.

Les villes Congolaises sont lacérées par le phénomène d'érosion plus que celui qu'a connu jusqu'ici l'environnement rural. C'est le cas des villes de Kinshasa, Kikwit, Kananga, Mbuji-Mayi, Bukavu (Kayembe W. K., 2012), situées notamment dans les zones de fort peuplement.

Cette étude a pour objectifs de montrer comment les occupations spontanées de l'espace périphérique du quartier Lumbi à Kikwit ont enclenché l'érosion accélérée qui a des répercussions sur l'environnement physique et humain. Face à ces atteintes environnementales, cet article propose aussi un plan d'assainissement local afin de sauvegarder durablement l'écologie du quartier Lumbi, au Nord-Ouest de la ville de Kikwit.

2 MILIEU D'ETUDE

Le quartier Lumbi concerné par la présente étude fait partie de quatre quartiers qui constituent la commune de Nzinda. Il est ceinturé au Nord-Ouest par la rivière Kwilu, au Sud par la rivière Lwini et à l'Ouest par le quartier Ndeke-Zulu (Figure1).

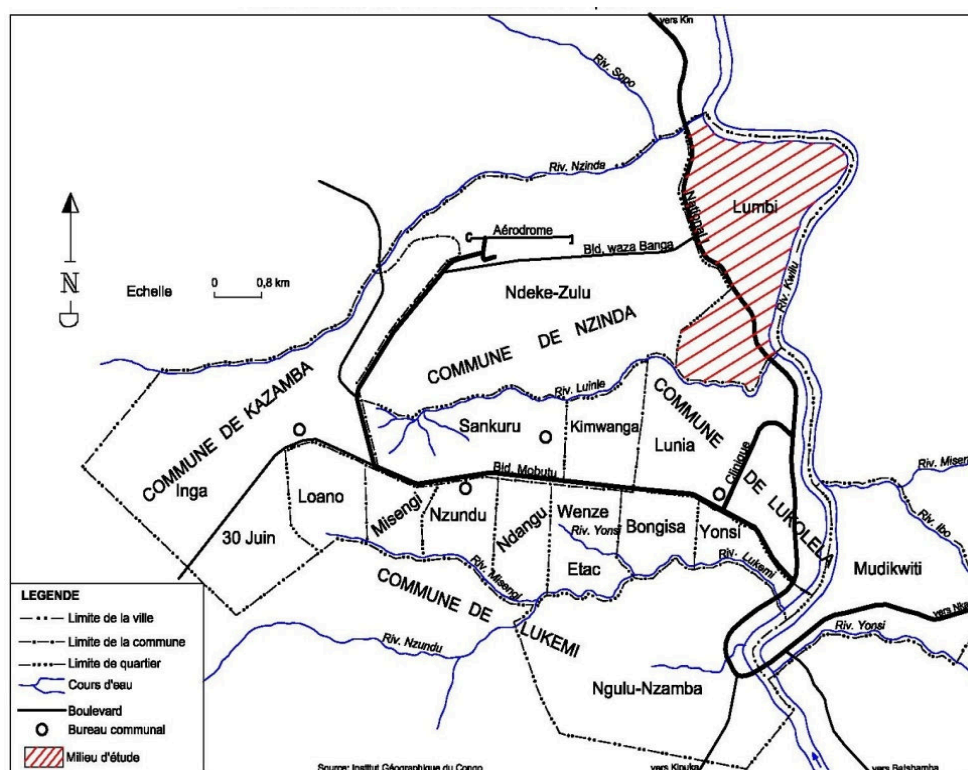


Fig. 1. Localisation du quartier Lumbi dans la ville de Kikwit

Il couvre nettement 6 km² représentant ainsi 6,5% de la superficie totale de Kikwit qui est de 92 km². Le quartier Lumbi est traversé par la Route Nationale n°1(RN1) et la rivière Kwilu. Ces facteurs constituent une réponse à la dynamique démographique observée au cours de ces dernières décennies : 19.480 habitants en 2000, 23.426 habitants en 2002, 26.540 habitants 2004, 28.446 habitants en 2006, 31.080 habitants en 2008, 38.799 habitants en 2010, 40.816 habitants en 2012, 45.787 habitants en 2014, 49.660 habitants en 2016 et 50.995 habitants en 2017¹. La population du quartier Lumbi a été multipliée par 2,5 dans cette période d'observation.

Les sols de Lumbi, à l'instar de ceux de la ville de Kikwit, sont constitués de 80,6% de sables avec une prédominance des sables fins (50,9%) sur les sables grossiers (27,7%), Mbala et al. (1990). Le sable est la texture la plus érodée et la faible teneur

¹ Service d'Etat-Civil, Commune Nzinda. Rapports annuels de 2000 à 2017.

en éléments colloïdaux rendent vulnérables ces sols à l'érosion accélérée. Ce qui a permis à Kisangala et Yina (2011) d'attester que les sols de Kikwit sont facilement érodés par les eaux pluviales. Par ailleurs, les données ombrothermiques de la station météorologique de Kikwit en zone intertropicale, montrent qu'avec 1.296,8mm de pluie en 2017, l'eau (solvant universel) reste abondante et permanente en tant qu'agent causal de l'érosion dans la ville.

Le service urbain de l'Habitat dénombre 22.219 maisons en 2017 dont, 1.207 maisons modernes (5,4%), 12.874 maisons semi-durables (58%) et 8.138 maisons traditionnelles (36,6%). La faible proportion des maisons durables s'explique par les bas revenus de la majeure partie des habitants de ce quartier populaire périphérique. Ces occupations spontanées s'effectuent sur « un site des interfluves » accidenté favorable aux ravinements, car l'altitude varie ici, de 472 à 340m.

3 SOURCES ET METHODES

Les données nécessaires ayant permis de réaliser la présente étude sont issues de sources diverses. La recherche documentaire a été la toile de fond de la documentation dans les bibliothèques Universitaires de Kikwit et de Kinshasa.

Les observations et les visites de terrain ont été centrées sur des campagnes de dénombrement et de mesurages des principaux ravins, évaluation des maisons détruites, des maisons menacées, des avenues amputées par les érosions en mettant en évidence les techniques de lutte antiérosive usitées par les habitants du quartier Lumbi. Cette pratique a été appuyée par un reportage des photos de faits saillants. Les informations ont été portées sur un fond de carte du quartier Lumbi, digitalisées au laboratoire du Système d'Information Géographique (SIG) de l'Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme (ISAU) de Kinshasa.

4 DISCUSSION DES RESULTATS

1. Pour une meilleure compréhension des causes anthropiques de l'érosion aux multiples dégâts, Revet (2010) montre qu'« en urbanisant les lits des rivières et les flancs de la montagne ou les sites accidentés, les humains auraient alors empiété sur le territoire national, violé la règle de la séparation, provoquant la furie de la nature et le désordre. La nature ne ferait que revendiquer ce que les humains lui ont pris ». Le quartier Lumbi est bâti sur un « site d'interfluves » accidenté où se sont développés 32 ravins en 38 ans. Nous pouvons retenir que les ravins commencent par entailler le bas fond de la pente et par progression, la tête de l'érosion lasère les rues les plus fréquentées par les piétons. Les figures 2, 3 et 4 qui suivent rendent la configuration spatiale des ravinements du quartier sous étude.



Fig. 2. Les versants en éboulement du ravin SEP-Congo à partir de la rivière Kwilu

Cliché, Mutungu, 2018.



Fig. 3. L'érosion du port Saka-Saka entame la piste qui mène au port

Cliché Mutungu, 2018.

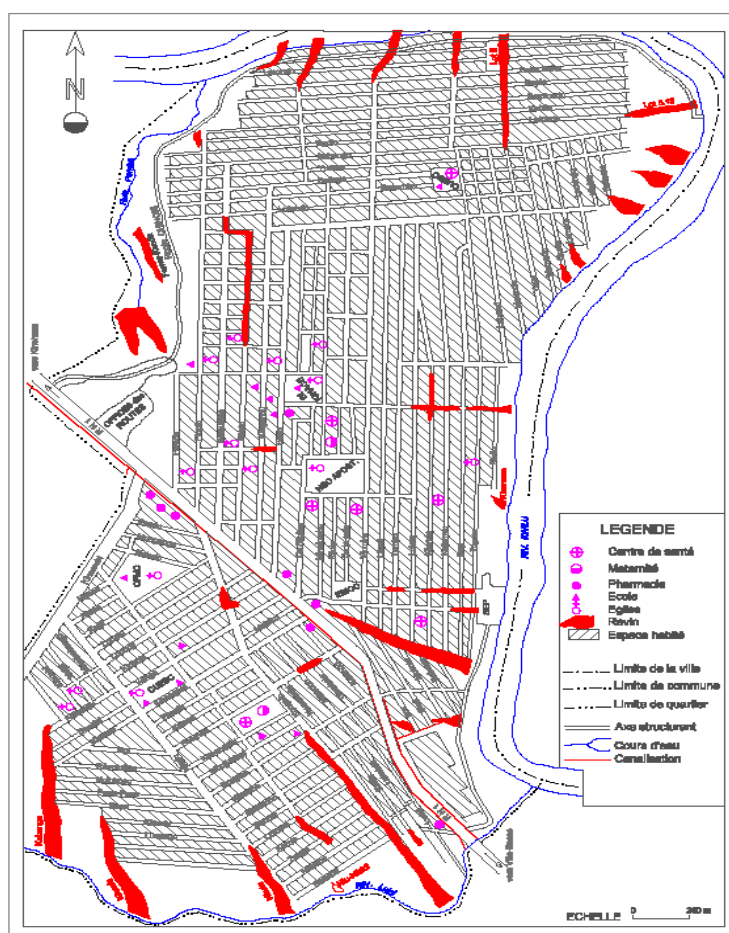


Fig. 4. Distribution spatiale des principaux ravins dans le quartier Lumbi

2. Techniques de lutte antiérosive mises en place par la population

Pour éviter la très forte dégradation du quartier, 128 bassins de rétention ont été aménagés par les habitants dont 17 (13,3%) sont en bon état contre 111(86,7%) qui sont ensablés (Bikie, 2016). L'impact de ces aménagements ont fait que 56 artères soient impraticables aux véhicules voire aux piétons. Et le fait que les bassins ne soient pas régulièrement curés, les eaux retenues sont polluées tout en servant à la prolifération des moustiques. Les actions des pouvoirs publics se sont limitées jusqu'ici à l'aménagement de deux caniveaux longeant la RN1 et d'un collecteur sous dimensionné.

3. Stratégies de ménages contre le ruissellement parcellaire des eaux pluviales

L'étude a retenu que sur 1.127 drains parcellaires inventoriés à travers le quartier Lumbi, 343 soit 36, 9 % sont régulièrement curés contre, 63,1 % non curés. Le curage des drains parcellaires comme leur aménagement sont perçus par la population comme une activité collective. Nous notons également, 176 ménages qui utilisent les citernes suspendues ou sous terraines, différents jarres de faible capacité de stockage d'eau de pluie (de 20 à 50 voire 200 litres d'eau) ont été également dénombrés. Le fait que les eaux pluviales se déversent à même le sol lors des orages, alimentant ainsi le ruissellement parcellaire, plantation de pelouse et petits mûles des sacs de sable ou de barres de fer sont perçus par-ci par-là comme stratégies de ménages de lutte contre le ruissellement dans la parcellaire.

4. Des conséquences de l'érosion accélérée sur l'environnement physique

L'étude a montré aussi que l'érosion accélérée a des conséquences néfastes sur l'environnement physique du quartier Lumbi du fait qu'elle y arrache des quantités importantes de sédiments. A ce propos, les mesures effectuées auprès de 32 principaux ravins ont révélé que la superficie érodée représente 119.325,75m² et le volume de matériaux charriés en 38 ans a été estimé à 151.220,3m³ soit 151,2 tonnes. La superficie érodée équivaut à 298 parcelles de 400 m² (dimension d'une parcelle standard dans la ville de Kikwit notamment, dans le quartier Lumbi). Le coût moyen d'une parcelle dans des zones à risque étant de 2.400 dollars, la rente foncière perdue est de 615.200 dollars. Outre la destruction de la biodiversité (arbres, animaux fousseurs, poissons), les sédiments drainés par les rivières Lwini et Pemba sans négliger les alluvions des érosions contribuent à polluer la rivière Kwilu, principale voie navigable de la région.

5. Des conséquences socio-économiques dues à l'érosion accélérée dans le quartier Lumbi, nous notons : 21 maisons détruites et 462 maisons menacées de destruction par la progression des érosions, 53 avenues érodées et des déterrements de quelques réseaux d'approvisionnement des bornes fontaines. Ces faits sont très courants dans les villes congolaises, suites aux occupations anarchiques des parcelles notamment, sur de zones risquées comme le souligne Kayembe W K. (2012) sur la ville de Kinshasa.

5 PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT DURABLE DU QUARTIER LUMBI

Afin de réduire durablement l'ampleur de l'érosion ravinante et réhabiliter l'écoquartier, nous proposons aux décideurs politiques notamment, cinq principales pistes pour stabiliser et améliorer le cadre de vie du quartier.

5.1 DES MESURES CURATIVES ET CORRECTIVES SUR LE SITE

Les observations convergentes ont montré que les zones érodées ou en voie de l'être se localisent sur les versants de vallées des rivières Kwilu, Lwini et Pemba. Pour empêcher la reprise de l'érosion accélérée et la multiplication de ravinements qui en découle, quelques zones occupées par des logements devraient être vidées de leurs occupants. Cependant, leur délocalisation doit s'effectuer conformément aux lois de la RD Congo et aux critères d'indemnisation de la Banque Mondiale qui recommande qu'on tient compte de la valeur vénale de la concession, de la maison et ses dépendances (des arbres fruitiers et des jardins).

En réalité, le déguerpissement coûte cher. Pour appliquer avec succès cette proposition, il faudra mener en amont des actions visant à reloger correctement des familles déplacées. Quant bien même cette solution était acceptée par tous (pouvoirs publics et population), les pouvoirs publics congolais ne procèdent pas à l'assainissement minimum de la trame d'accueil. Ce fait a été récemment perçu avec le déguerpissement de bidonvillois de Bribano à Kinshasa, où les sinistrés sont revenus dans le périmètre de leur ancien site car le nouveau site, pompeusement dénommé « Cité de l'espoir » était à peine débroussaillé (Mpuru M.B., 2007). Quoi qu'il en soit, les couloirs que nous proposons de vider les occupants sont ceux à très fort risque géophysique d'éboulements du sol et où les habitants sont de fait, sans titres fonciers. Une fois ces zones déguerpies, la ville peut procéder au remblai des ravins, à la végétalisation de leurs parois afin de minimiser les mouvements de masses. La périphérie de la commune de Kazamba à l'Ouest de la ville peut servir de trame d'accueil aux 182 ménages à exproprier de notre site.

5.2 UNE MISE EN PLACE D'UN RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT DURABLE

Nonobstant la traversée de la route nationale moderne que bénéficie le quartier Lumbi, ce dernier reste entièrement difficile d'accès au Nord et au Sud-est du quartier. Ainsi, pour mieux canaliser le flux des eaux ruisselées et réduire la diffusion de marches à pieds, certaines voies doivent être reconstruites et d'autres modernisées.

Au Nord du quartier, nous proposons la reconstruction de la route en terre existante, en route moderne et qui prendra la forme d'un « ring » autour du quartier. Ce *ring* va permettre d'abord de limiter les extensions des parcelles au-delà et ensuite,

il va servir de voie promenade au bord de la rivière Kwilu. Entre la route et la rivière s'imposera une couverture végétale d'essences diverses, c'est-à-dire, des immenses entailles façonnées par l'érosion ravinante seront remblayées comme l'avait proposé pour l'aménagement du versant de la commune de Lukemi par Mutungu (2015). Aussi, la construction d'une route (pénétrante) en direction Nord-sud en bitume pourra indubitablement canaliser le flux piétons pour un accès correct à l'intérieur du quartier.

Par ailleurs, la route nationale n°1 qui traverse le quartier mérite d'être reconstruite principalement ses réseaux divers, dont notamment les collecteurs qui débouchent sur la rivière Kwilu. La proposition relative à la construction des ouvrages modernes pour une gestion rationnelle et durable des eaux pluviales émane d'une action volontariste des pouvoirs publics.

Au Sud-ouest du quartier, une voie principale (Boulevard Wazabanga) menant vers l'aéroport de la ville vient d'être macadamisée et ouvre ainsi le quartier vers l'ouest de la ville. Cette voie permettra incontestablement de freiner les manifestations des érosions provoquées par les piétons qui empreintes des raccourcis menant vers les anciennes cités. Ici aussi, le Sud du quartier qui s'étend sur une forte pente doit subir quelques expropriations, pour enfin reboiser le site et atténuer les manifestations des érosions. Le maillage de quartiers pauvres avec de bonnes routes a permis la stabilisation des érosions à Kinshasa, dans la commune de Kisenso, nous rapporte Mangala K. (2014). Cependant, le défaut d'entretien tardif des ouvrages que nous proposons peut accentuer le danger d'érosion comme l'avais déjà constaté Van Caillie (1983) dans cette ville.

5.3 PRODUCTION DES ESPACES VERTS

Les observations sur le terrain ont permis de déterminer trois espaces ou corridors, à savoir :

- Le premier espace vert (au Sud-Ouest) longera la rive gauche de la rivière Lwini qui limite le quartier au sud. Une plantation forestière sera constituée de plantes à grande couverture : la pelouse, les herbacées, les arbres fruitiers, les bambous de chine, les vétivers. Cette trame verte stabilisera les sites érodés des avenues Nkutu et Kongolo qui menacent plusieurs dizaines de logements.
- Le deuxième espace vert (de direction Est-Ouest) s'étalera du pont de la rivière Lwini sur la rive gauche du Kwilu jusqu'à sa confluence avec la rivière Pemba au Nord du quartier. Il couvrira les zones escarpées des rivières Kwilu et Pemba où l'on peut percevoir les ports vivriers de Saka-Saka et pétrolier de Sep-Congo. Ce long corridor vert aura aussi pour objectif de stabiliser les berges de ces deux rivières marquées par de ruptures de la pente (fig.5).

Ces corridors verts une fois aménagés, des instructions relatives à leur gestion devraient être mises sur pied :

- L'interdiction formelle de déboiser les plantations forestières pour des fins champêtres ou d'énergie ligneuse ;
- Aucun sentier piétonnier ne pourra traverser les trames vertes sans un aménagement approprié ;
- L'usage du feu doit être strictement interdit afin de préserver la biodiversité nécessaire pour le maintien de l'équilibre des versants à forte pente ;
- Un code de gestion de ces espaces doit être mis sur pied et vulgarisé régulièrement auprès des habitants du quartier Lumbi ;
- Un régime des sanctions doit être prévu contre les contrevenants ;
- Enfin, un corps de Brigadiers doit être créé afin d'assurer la surveillance de ces espaces verts touristiques.

5.4 AMÉLIORER LES BORNES FONTAINES POUR L'APPROVISIONNEMENT DES MÉNAGES EN EAU

La REGIDESO (service public d'approvisionnement en eau) appuyée par la Coopération allemande utilise la norme de 500 personnes par Borne Fontaine (BF) suivant les critères contenus dans le Livre Blanc (1983). Jusqu'au 31 décembre 2017, le quartier Lumbi ne disposait que de 16 BF pour 50.995 personnes, soit 3.187 personnes par borne fontaine. Cela montre clairement que les habitants de ce quartier accèdent difficilement à l'eau potable. Pour en rendre l'accessibilité aisée, 102 BF supplémentaires doivent être implantées. Comme il y existe déjà 16 BF, seulement 86 nouvelles bornes fontaines seront aménagées. L'emplacement exact de chaque borne fontaine sera déterminé de façon harmonisée par les autorités locales et la REGIDESO. La mise en œuvre de cette proposition permettra de réduire le nombre de sentiers piétonniers conduisant aux différentes sources d'eau, l'une des causes du phénomène d'érosion accélérée dans le quartier Lumbi (Fig. 5).

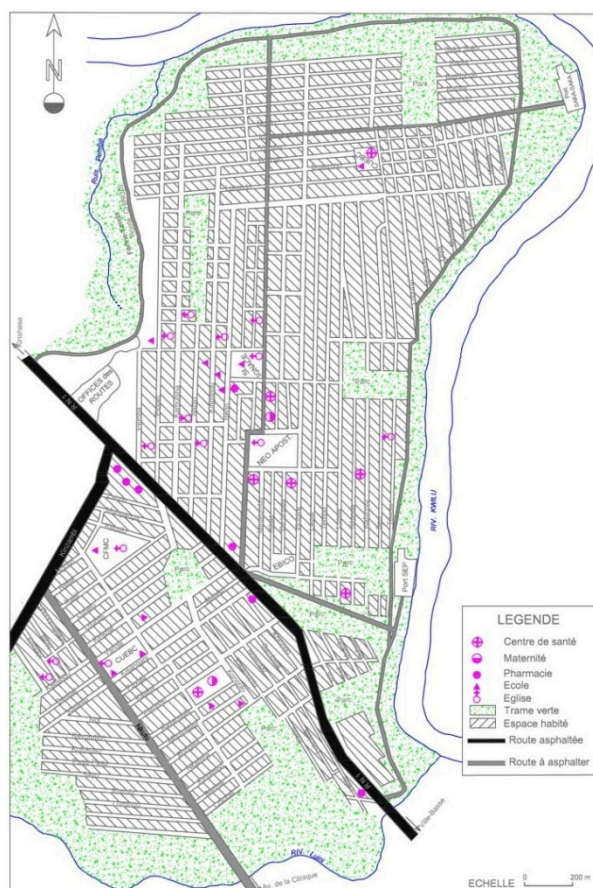


Fig. 5. Proposition du plan local d'assainissement du quartier Lumbi

5.5 RENFORCER LES CAPACITÉS DE LA GOUVERNANCE LOCALE ET GESTION FONCIÈRE

A ce propos, le plaidoyer se fonde sur les axes ci-après :

- La décentralisation en RD Congo doit aller jusqu'au niveau local (ville) pour que la gestion du quartier Lumbi soit conséquente.
- Le respect des normes de lotissement sont encore méconnues pour la majorité de citoyens de Lumbi qui achète de lopin de terre sur de flancs de rivières.
- Etablissement des lois et règlements d'urbanisme adaptés pour la gestion locale du quartier.
- Formations des bourgmestres, des chefs des quartiers de la ville de Kikwit sur la gestion foncière et le cadastre foncier locale.

Toutes ces précautions peuvent s'avérer nulles si en amont, on n'organise pas une éducation mésologique à l'intention des habitants du quartier Lumbi.

5.6 UNE ÉDUCATION MÉSOLOGIQUE POUR LA DURABILITÉ DES ACTIONS

L'éducation mésologique nous paraît constituer un des piliers prioritaires pouvant permettre aux habitants du quartier Lumbi d'améliorer la qualité de leur environnement. La durabilité d'une telle action exige que l'Etat introduise dans les programmes du niveau primaire le cours sur la protection de l'environnement. L'objet d'un tel enseignement sera la prise de conscience des enfants dès leur bas âge d'adopter un comportement de gestion spatial responsable. Quant aux adultes analphabètes, des séances de formation et de sensibilisation sur la gestion de l'environnement seront organisées à travers les cellules du quartier, les églises, et les écoles à leur intention afin qu'ils prennent conscience de soins à apporter aux infrastructures de leur quartier. L'impactation de la formation de la population peut entretenir de résultats durables.

6 CONCLUSION

Le quartier Lumbi, bâti sur un site accidenté et vulnérable, est en proie aux ravinements depuis plusieurs décennies à causes des actions anthropiques moins bien gérées. Les érosions ravinantes qui en résultent dégradent remarquablement le quartier Lumbi.

Les techniques biologiques (bassins de rétention, drains parcellaires, récipients de collecte des eaux) de lutte antiérosive usitées par les populations ont montré leurs limites et l'érosion accélérée est loin d'être éradiquée. Dans l'entretemps les dégâts causés par cette dernière voient leur ampleur augmenter.

Pour venir à bout de ce phénomène d'érosion (32 principaux ravins), l'étude propose : le déguerpissement des occupants des zones inhabitables (fortes inclinaisons) et la production des espaces verts aux pieds de pentes. Mais aussi, la construction des ouvrages de drainage et l'asphaltage de quelques artères principaux afin de réduire la marche diffuse à pied, comme c'est fut le cas d'aménagement de la commune de Kisenso à Kinshasa (Mangala T., 2014). Le plaidoyer se fonde aussi sur la décentralisation des villes, le respect des normes urbanistiques et la formation des chefs des quartiers sur la bonne gouvernance urbaine. La production et la gestion des périurbains des villes moyennes tropicales restent donc les grands défis actuels en RD Congo.

RÉFÉRENCES

- [1] Bikie M, 2016, Dynamique foncière et érosion ravinante dans un quartier urbain périphérique. Cas du quartier Lumbi à Kikwit (RD Congo), Mémoire de Licence en Géographie, ISP Kikwit, 69pages.
- [2] Kayembe wa Kayembe (2012), Les dimensions socio-spatiales de l'érosion ravinante intra urbaine dans une ville tropicale humide. Le cas de Kinshasa (RD Congo), Thèse de doctorat de l'ULB, Faculté des Sciences, Laboratoire de Géographie Humaine, 306 pages.
- [3] Kisangala M. et Yina D, 2011, Rapport de l'étude d'aménagement et de gestion des eaux des précipitations dans les zones menacées par les érosions à Kikwit, inédit, 67pages.
- [4] Livre Blanc, 1983, Les bornes fontaines en Afrique, 3^e congrès de l'Union Africaine des distributeurs d'eau, Multipress, Gabon, 88pages.
- [5] Mangala T., 2014, Inondations et ensablements au Centre des Affaires de la ville de Kikwit (Kwilu, Bandundu), Mémoire de Licence en Urbanisme, ISAU, Kinshasa Gombe, 122p.
- [6] Mbala N. et al, 1990, Essai d'une étude physique des sables de Kikwit, In, Pistes et Recherches, ISP Kikwit, Vol.5, n°5, pp.239-280.
- [7] Mpuru M.B. (2005), Dynamique des érosions et pauvreté des villes moyennes congolaises : constats et réflexions sur la ville de Kikwit. In, Les Annales de l'IBTP, n° 5, Kinshasa. pp.105-124.
- [8] Mpuru M.B. et Diankudi I. (2008), les aspects socio-économiques des populations des bidonvilles de Kinshasa. In, Les Annales de l'IBTP, n° 8, décembre, Kinshasa. pp. 69-79.
- [9] Mutungu K, 2008, Rapport de l'atelier de réflexion sur la problématique de l'habitat dans la ville de Kikwit, inédit, 25pages.
- [10] Mutungu K, 2015, Croissance urbaine et dégradation de l'environnement dans la commune de Lukemi à Kikwit (RD Congo), Mémoire de DEA en Géosciences, Université de Kinshasa, 180 pages.
- [11] Néboit-Guilhot R. (1999), Autour d'un concept d'érosion accélérée : l'homme, le temps et la morphogénèse, In, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, Vol., 5, n°2, pp. 159-172.
- [12] Tchotsoua M, 1992, Risque d'éboulement de blocs rocheux sur les versants des monts orientaux du massif de Yaoundé : cas des monts Oyomabang et Mvog-Betsi, In « Revue de Géographie du Cameroun », Yaoundé, Vol.1, pp.21-31.
- [13] Tchotsoua M, 1994b, Erosion accélérée et contraintes d'aménagement du site de la ville de Yaoundé au Cameroun. Une contribution à la gestion de l'environnement urbain tropical humide, Thèse de doctorat de 3^e cycle, Université de Yaoundé, 296 pages.
- [14] Tchotsoua M, 1994a, Dynamique informelle de l'espace urbain et érosion accélérée en milieu tropical : cas de la ville de Yaoundé au Cameroun, In « Cahiers d'Outre-mer », n°47, pp.123-136.
- [15] Tondeur G, 1954, Erosion du sol spécialement au Congo Belge, 3^e Edition, Bruxelles, Léopoldville-Kalina, 125pages.
- [16] Van Caillie X, 1983, Hydrologie et érosion dans la région de Kinshasa. Analyse des interactions entre les conditions du milieu, les érosions et le bilan hydrologique, Thèse de doctorat, Ohain, 554pages.
- [17] Vilmin Th, 2015, L'aménagement urbain : acteurs et système, Editions Parenthèses, Paris, 140 pages.

Déterminants de la malnutrition de la femme enceinte dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo

[Factors of malnutrition beyond pregnant woman in the city of Kinshasa in the Democratic Republic of Congo]

M. Ngoma Thuadi¹, K.V. Balua², and N.B. Mukuna³

¹Institut Supérieur des Sciences de la Santé de la Croix Rouge, Section de Sage-femme, BP. 121494 ISSS/CR, Kinshasa, RD Congo

²Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Section de Sage-femme, BP. 744, ISTM KIN, Kinshasa XI, RD Congo

³Université de Kabinda, Département de Santé Publique, UNIKAB, Lomami, RD Congo

Copyright © 2019 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 order to identify the factors of pregnant women malnourished in Kinshasa a study was conducted among 2,349 pregnant women. The results show that the malnourished pregnant woman in Kinshasa is illiterate ($p < 0.05$), with food stress in her household ($p < 0.05$), has at least one disease for which she is not supplemented with iron ([OR] 1.21), not using insecticide-treated mosquito nets [OR] 1.18), not dewormed ($p < 0.05$), but sometimes receives preventive and intermittent malaria treatment ($p < 0.05$) or health and nutrition education ($p < 0.05$). The pregnant woman malnutrition is amplified by the unfavorable cultural factors (lack of access to nutrition and health education, illiteracy), by the household's nutritional stress as well as by the non-use of ITN within Household. Malnutrition is even higher when the level of education of pregnant women is low ($p = 0.01$). The determinants model challenges more than one actor and the target itself. The responsibilities of decision-makers at central level are also challenged to organize an effective response. Pregnant women themselves should continually cooperate and adhere to strategies. The evidence generated remains necessary to help in the improvement, readjustment of interventions for pregnant women.

KEYWORDS: malnutrition, pregnant women, determinants.

RÉSUMÉ: En vue d'identifier les déterminants de la malnutrition chez la femme enceinte de Kinshasa, en République Démocratique du Congo, une étude fut conduite auprès de 2349 femmes enceintes. Elle a permis de noter que la malnutrition de la femme enceinte est amplifiée par les facteurs culturels défavorables (non accès à l'éducation nutritionnelle et sanitaire, analphabétisme), par le stress alimentaire du ménage ainsi que par la non utilisation de la MII au sein du ménage. Le profil suivant des facteurs la caractérise : « Analphabétisme ($p < 0.05$), avec stress alimentaire dans son ménage ($p < 0.05$), présente au moins une maladie pour laquelle elle n'utilise pas la moustiquaire imprégnée d'insecticides ([OR] 1.18), n'est pas supplémentée en fer ([OR] 1.21) ni déparasitée ($p < 0.05$), mais reçoit parfois un traitement préventif et Intermittent du paludisme ($p < 0.05$) ou l'éducation sanitaire et nutritionnelle ($p < 0.05$) ». La malnutrition est d'autant plus élevée que le niveau d'instruction de femmes enceintes est faible ($p = 0,01$). Le modèle des facteurs déterminants interpelle plus d'un acteur et la cible elle-même. Les responsabilités des décideurs du niveau central sont également interpellées pour l'organisation d'une réponse efficace. Les femmes enceintes devraient elles-mêmes coopérer continuellement et adhérer aux stratégies. Les évidences générées restent nécessaires pour aider dans l'amélioration, le réajustement des interventions en faveur de femmes enceintes.

MOTS-CLEFS: malnutrition, femme enceinte, déterminants.

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui, la scène mondiale reste dominée par des problèmes nutritionnels de grande ampleur, qu'ils soient persistants malgré les efforts et progrès ou, pour certains d'entre eux en augmentation rapide dans les pays du Sud. Les pauvres, les affamés et sous-alimentés sont incapables de mener une vie normale, ont du mal à utiliser tout leur potentiel et ne peuvent contribuer pleinement au développement de leur propre pays. Les profits économiques sont faibles et n'améliorent pas la qualité de vie de la majorité des gens. Dans la plupart de cas, l'écart entre riches et pauvres continue de se creuser [1].

La conférence internationale sur les soins de santé primaires s'était particulièrement préoccupé des individus les plus vulnérables ou les plus exposés. Parmi ceux-ci se trouvent les femmes, les enfants, les travailleurs à haut risque et les couches défavorisées de la société. La conférence avait invité à plus d'investissements en faveur de femmes, à les doter de connaissances nutritionnelles afin que leur alimentation et celle des enfants soit correcte pour leur propre nutrition particulièrement en période de grossesse et d'allaitement [2].

Malgré les nombreux efforts qui ont été fournis pour améliorer la situation nutritionnelle en Afrique, la malnutrition dans toutes ses manifestations, continue d'affecter de grandes proportions de la population de ce continent. Sur la thématique agriculture, alimentation et nutrition, la conférence de Windhoeck reconnaît que la prévalence de la malnutrition protéino-calorique et la carence en micronutriments, en particulier en fer, vitamine A, zinc et iode entraîne une insuffisance alimentaire et recommandait de trouver urgemment une solution aux problèmes des systèmes agricoles inadéquats en Afrique afin d'accroître la production alimentaire, de relever la sécurité alimentaire et les normes nutritionnelles [1]

Depuis des décennies, la situation nutritionnelle demeure dans l'ensemble préoccupante en République Démocratique du Congo. La situation nutritionnelle de la femme se caractérise par 67,3% d'anémie globale, 18,5% de femmes en âge de procréer émaciées (<18,5 d'indice de masse corporelle) selon l'enquête démographique et sanitaire (EDS) de 2007, 8,6% en état de surpoids, 2,4% en état d'obésité; 52,9% anémiques et 4% avec une taille inférieure 145 centimètres [4]. L'Enquête à indicateurs multiples de 2010 (MICS 2010) avait révélé un taux de faible poids de naissance (FPN) de 9,5% à l'échelle nationale. L'Enquête Démographique et Sanitaire menée en 2013 (EDS 2013) a révélé un ratio de la mortalité maternelle de 846 décès pour 100 000 naissances vivantes (NV), une prévalence de 5% de femmes en âge de procréer avec taille en dessous de 145cm, un taux de 14.4% (5.6-26.4%) d'émaciation, selon l'indice de masse corporelle < 18,5, et une prévalence de 38,4% d'anémie globale et de 16% de surpoids / obésité, parmi les femmes en âge de procréer [5].

Dans l'ex Province du Kasaï oriental, l'enquête MICS 2010 avait établi une prévalence de 11,7% de faible poids de naissance (<2500 grammes) alors que l'Enquête démographique et sanitaire (EDS) de 2007 indiquait que 0,8% des femmes en âge de procréer présentent une taille < 145 cm, 16,6% sont émaciées (IMC <18,5), 12,7% sont en état de surpoids, 2,2% sont en état d'obésité et 49,6% des femmes anémiques. L'EDS 2013 a montré dans cette province chez les femmes en âge de procréer une prévalence de l'émaciation (IMC<18.5) de 16.6%, une prévalence de l'anémie chez les femmes enceintes (10.0-10.9 g/dl) et allaitantes (10.0-11.9 g/dl) respective de 32.3% et 40.9% de 17.1% [5].

Dans la ville de Mbuji-Mayi, une étude sur le profil de sécurité alimentaire de ménages et nutritionnel de femmes enceintes de 2016 a révélé des prévalences d'insécurité alimentaire des ménages de 36.9 %, de malnutrition aiguë selon le périmètre brachial de 23.1%, de dénutrition selon la circonférence du mollet de 33.7% et d'anémie de 38.5% obtenues sur l'ensemble de 10 zones de santé [6].

Un bon état nutritionnel est indispensable pour que la grossesse ait une issue favorable. Les femmes dont l'état nutritionnel est médiocre au moment de la conception sont plus exposées au risque de maladie et de décès ; leur santé dépend beaucoup de l'offre alimentaire, car elles ne pourront vraisemblablement pas répondre au besoin accru en micronutriments que la grossesse entraîne. Chez ces femmes, les infections comme le paludisme, l'infection à VIH et les parasitoses gastro-intestinales peuvent aggraver la dénutrition.

Comme on peut le constater, la situation de la malnutrition chez les femmes enceintes reste inquiétante dans la Ville de Kinshasa. A cet effet, cette étude vise à décrire les déterminants de la malnutrition chez les femmes enceintes dans la Ville de Kinshasa.

L'identification de facteurs ou déterminants à l'origine de la malnutrition de la femme enceinte reste nécessaire pour contribuer à l'amélioration de la situation nutritionnelle des communautés, en général, et de femmes enceintes, en particulier. A cet effet, les évidences dégagées pourront probablement aider au réajustement ou recadrage des approches de réponse à la malnutrition de femmes enceintes dans les zones de santé de la Ville de Kinshasa.

Cette étude vise à contribuer à la réduction de la mortalité maternelle par l'amélioration des connaissances sur la malnutrition de la femme enceinte dans la ville de Kinshasa. Au plan spécifique, il s'agira notamment de :

1. d'analyser les liens de caractéristiques sociodémographiques, socioculturelles, socio-économiques, alimentaires de femmes enceintes observées avec leur état nutritionnel.
2. d'identifier les déterminants de la malnutrition de la femme enceinte.
3. d'aligner les résultats trouvés à une exploitation pour la programmation opérationnelle.

2 MATERIELS ET METHODES

Cette étude est transversale à passage unique et à visée descriptive, menée dans dix Zones de santé de la Ville de Kinshasa : Kingabwa, Kimbanseke, Kisenso, Makala, Masina I, Masina II, Mont Ngafula I, Mont Ngafula II, Ndjili et Ngaba. Ces zones de santé ont été sélectionnées par un tirage au hasard sans remise. L'identification des déterminants de la malnutrition de la femme enceinte est au centre de cette étude.

Nous entendons par déterminants : tout facteur déclenchant d'un phénomène, d'une maladie. Il peut être causal mais pas nécessairement. En santé publique, est un facteur qui influence l'état de santé d'une population soit isolément, soit en association avec d'autres facteurs. Les facteurs politiques, économiques, sociaux, culturels, environnementaux et biologiques trouvent donc largement leur place à côté des facteurs comportementaux.

La population d'étude est constituée essentiellement des femmes enceintes fréquentant les consultations prénatales (CPN). A l'aide d'une base de sondage constituée des listes de femmes enceintes fréquentant la consultation prénatale, l'échantillon de chaque zone de santé fut calculé en utilisant la formule de Fisher.

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \times p(1-p) \times K}{d^2}$$

Avec $p=17.1\%$ et une précision souhaitée de 5% , un échantillon d'au moins 222 individus a été trouvé pour chaque zone de santé. Pour plus de puissance cet échantillon a été revu à la hausse en ajoutant 129 femmes enceintes, ce qui constitue un échantillon total de 2349 femmes enceintes pour les 10 zones de santé.

Avec des résultats représentatifs au niveau de chaque zone de santé, les critères d'inclusion incluent le consentement volontaire, l'absence de pathologie grave reconnue, la fréquentation des services de consultation prénatale dans une structure, la possession d'une fiche de consultation prénatale.

Des techniques diverses ont été utilisées dans la collecte de données au niveau des services de Consultations Prénatales (CPN) : interviews et observation directe. Ces données furent collectées à la période du 18 avril 2016 au 25 juin 2016 par 20 enquêteurs à l'aide d'un questionnaire individuel structuré en 6 sections : message de consentement, identification de l'enquêtée, données générales, démographiques, anthropométriques et sanitaires.

Les enquêteurs ont bénéficié d'une formation de deux jours avant leur déploiement sur le terrain. Une vérification continue des questionnaires remplis était de mise chaque jour afin de s'assurer un redressement avant de quitter le site, améliorer la qualité de données et faciliter les opérations ultérieures de traitement. Les sujets étaient sélectionnés, en suivant l'ordre d'arrivée à la consultation. Les données collectées furent saisies sur Cespro, exportées sur SPSS (version 21.0). Les données collectées étaient analysées à l'échelle de mesure de la zone de santé.

L'appréciation de l'état nutritionnel des femmes enceintes est faite à partir de l'estimation de la prévalence de la malnutrition aiguë à travers la mesure du périmètre brachial qui permet d'apprécier la masse musculaire du corps et les réserves en calories et protéines. Le périmètre brachial idéal se situe entre 22,6 et 25 cm. Un périmètre brachial entre 21-22,5 cm indique une malnutrition aiguë modérée. La malnutrition aiguë sévère est déclarée pour un périmètre brachial inférieur à 21cm.

Nous avons utilisé le test du Khi carré corrigé risque d'erreur de 5% pour examiner les liens possibles entre différents facteurs et la malnutrition de la femme enceinte.

La formule automatique sur Sphinx de l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) fut utilisée pour dégager le profil de femmes malnutries. Elle repose sur la notion de profil et d'inertie entre les modalités des variables étudiées. La régression logistique à l'aide de la modélisation par Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) faite à l'aide du pro logiciel R® a permis d'identifier les déterminants de la malnutrition de la femme enceinte.

Deux limites importantes peuvent être évoquées pour cette étude. Il s'agit de :

1. L'information sur l'état matrimonial collectée auprès de l'individu venu dans une structure de soins n'a pas été vérifiée avec le document de l'Etat civil surtout pour le statut marié. Toutefois, l'explication détaillée sur les modalités de réponse a été fournie aux interviewées avant qu'elles fournissent leur réponse.
2. Les données de l'hémoglobine ont été collectées sur les données de routine trouvées sur les fiches des individus.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES DE L'ÉCHANTILLON

Tableau 1. Répartition de l'échantillon selon les tranches d'âge et les zones de santé

Zone de santé	< 20 ans	20 à 30 ans	31 à 40 ans	> 40 ans
Mont Ngafula I	4,6	34,0	52,1	9,2
Mont Ngafula II	25,4	53,9	19,8	0,8
Ndjili	17,1	52,6	24,4	6,0
Kimbanseke	24,8	48,8	23,1	3,3
Masina I	21,8	49,6	18,4	10,3
Masina II	38,1	44,6	13,9	3,5
Kisenso	24,8	60,7	12,4	2,1
Kingabwa	18,8	15,5	64,0	1,7
Ngaba	16,6	51,9	27,7	3,8
Makala	18,3	58,3	22,2	1,3
Ensemble	21,0	46,9	27,9	4,2

Les résultats de ce tableau montrent que la majorité de femmes enceintes de notre série ont l'âge compris entre 18 et 30 ans et plus d'une femme enceinte sur 5 est adolescente.

3.2 ANALYSES BI VARIÉES

Tableau 2. Lien entre état nutritionnel et facteurs sociodémographiques

Facteurs sociodémographiques	Etat nutritionnel		
	Khi carré	p- value	Signification
Etat matrimonial	23,57	0,01	S
Age de la femme enceinte	10,58	0,11	NS
Age de grossesse	10,58	0,11	NS
Sexe du chef de ménage	0,45	50,3	NS
Age du chef de ménage	1,1	29,41	NS
Parité	10,58	0,11	NS
Taille de ménage	9,28	0,23	NS
Espace inter génésique	4,51	3,37	NS

La relation a été trouvée statistiquement significative entre la malnutrition de la femme enceinte et leur état matrimonial ($p < 0,05$).

Tableau 3. *Lien entre état nutritionnel et facteurs socio-sanitaires et culturelles*

Facteurs socio-sanitaires et culturels	Etat nutritionnel		
	Khi carré	p- value	Signification
Circonférence du mollet	8,83	0,3	NS
Niveau d'instruction de la femme enceinte	72,14	0,01	S
Action entreprises en cas de maladies	63,06	0,01	S
Morbidité récente	45,23	0,01	S
Présence de fièvre	20,1	0,01	S
Religion	6,58	0,22	NS
Présence d'anémie	22,68	0,01	S

La relation est statistiquement significative entre la malnutrition de la femme enceinte et le niveau d'instruction, l'action entreprise en cas de maladies, la morbidité récente et la présence de la fièvre ($p < 0,05$).

Tableau 4. *Lien entre état nutritionnel et facteurs socio-économiques*

Facteurs socio-économiques	Etat nutritionnel		
	Khi carré	p - value	Signification
Principale source de revenu du ménage	0,61	43,6	NS -
Stress alimentaire du ménage	13,75	0,02	S
Niveau de consommation alimentaire du ménage	11,2	0,37	NS
Pratique des interdits alimentaires	5,11	2,38	NS
Indice de possession de biens	10,82	0,1	NS

La relation est statistiquement significative entre la malnutrition de la femme enceinte et le stress alimentaire du ménage ($p < 0,05$).

Tableau 5. *Lien entre état nutritionnel et l'accès aux interventions*

Facteurs liés à l'accès aux interventions	Etat nutritionnel		
	Khi carré	p - value	Signification
Traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme	53,39	0,01	S
Education sanitaire/nutritionnelle à la CPN	93,27	0,01	S
Traitement de la malnutrition aigue	10,57	0,11	NS
Supplémentation en fer à la CPN	29,05	0,01	S
Utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide	51,34	0,01	S
Déparasitage	40,01	0,01	S
Utilisation d'une source d'eau potable	6,16	1,31	NS
Utilisation par le ménage de toilettes améliorées	5,68	1,72	NS

La relation entre la malnutrition de la femme enceinte est statistiquement significative ($p < 0,05$) pour le l'accès au traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme, accès à l'éducation sanitaire/nutritionnelle à la CPN, supplémentation en fer à la CPN, utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide dans le ménage.

Tableau 6. Régression logistique entre l'état nutritionnel et les facteurs associés

Facteurs associés	Etat nutritionnel		
	ddl	p - value	Signification
Etat matrimonial	1	0,001	S
Alphabétisation de la femme	1	0,000	S
Action entreprises en cas de maladies	1	0,000	S
Morbidité récente	1	0,000	S
Présence de fièvre	1	0,000	S
Présence d'anémie	1	0,000	S
Accès au TPI du paludisme	1	0,000	S
Accès à une supplémentation en fer à la CPN	1	0,000	S
Accès au déparasitage	1	0,000	S
Stress alimentaire du ménage	1	0,000	S
Taille élevée de ménage (> 6 personnes)	1	0,001	S
Insécurité alimentaire de ménages	1	0,000	S

Les résultats de ce tableau ont permis de mettre en évidence, après vérification de la régression logistique binaire, une relation statistique très significative entre la malnutrition des femmes enceintes et les 12 variables listées dans le tableau ($p < 0.05$).

4 DISCUSSION

Le croisement fut opéré entre la variable dépendante qui était l'état nutritionnel et les variables indépendantes dont l'âge de la femme enceinte, l'âge de grossesse, le sexe du chef de ménage, la parité, la taille de ménage, la religion pratiquée, l'espace inter génésique avec l'ainé immédiat, la circonférence du mollet, l'instruction de la femme enceinte, l'action entreprise en cas de maladies, la morbidité récente, la présence de fièvre, la présence d'anémie, l'accès au traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme, l'accès à une éducation sanitaire/nutritionnelle à la CPN, l'accès à une supplémentation nutritionnelle pour malnutrition, l'accès à une supplémentation en fer à la CPN, l'utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide, l'accès au déparasitage, l'accès à une source d'eau potable, l'utilisation par le ménage des toilettes améliorées, la principale source de revenu du ménage, le stress alimentaire du ménage, le niveau de consommation alimentaire du ménage, la pratique des interdits alimentaires, l'indice de possession de biens pour recherche de l'association.

À cause de leur degré de signification ($p < 0.05$), 12 de ces variables se sont révélés de déterminants de la malnutrition de la femme enceinte dans les zones de santé enquêtées :

(i) L'instruction de la femme enceinte

L'éducation de la femme est un facteur indirect pour la bonne nutrition. Cette évidence exige par conséquent d'importants investissements en matière d'éducation sanitaire et nutritionnelle pour les aider à appliquer les prescrits des stratégies visant l'amélioration de la santé et nutrition de la femme enceinte.

(ii) Actions entreprises en cas de maladies

Les résultats ont pu relever que le non recours ni aux soins traditionnels ni aux soins modernes par une majorité de femmes enceintes leur expose à une dégradation de l'état nutritionnel. Malheureusement les causes de ce non recours n'ont pas été creusées pour proposer une intervention appropriée.

(iii) Présence des phénomènes morbides

De manière classique, la morbidité interfère sur l'état nutritionnel de la personne, en général, et sur son état nutritionnel, en particulier. Cette évidence relevée par nos résultats rejoint ce que le cadre conceptuel traditionnel de la malnutrition affirme [4]

(iv) La fièvre

Nos résultats ont relevé la fréquence remarquable de la fièvre sur le mauvais état nutritionnel comme un des déterminants de la malnutrition de la femme enceinte. Cette fièvre qui est un important signe de la présence d'une infection fait augmenter

le métabolisme de base en entraînant un immense catabolisme azoté [7]. Il va de soi que l'état physiologique de la femme ne lui permet plus tard à mieux assimiler les éléments nutritifs, de surcroît insuffisamment consommés.

(v) L'anémie

L'interférence de l'anémie sur le mauvais état nutritionnel a été trouvée. Ces observations sont en lien et corroborent avec la haute prévalence de l'anémie de l'étude sur les femmes enceintes indiquée dans l'introduction [8].

(vi) Accès au traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme

Les TPI pour les femmes enceintes réduisent les épisodes de paludisme chez la mère, l'anémie maternelle et fœtale, la parasitémie placentaire, le faible poids de naissance et la mortalité néonatale. Les femmes enceintes qui n'ont pas accès au traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme seraient plus exposées à développer la malnutrition.

(vii) Accès à une éducation sanitaire et nutritionnelle à la CPN

L'éducation étant un moyen de pression sur les mauvaises habitudes alimentaires et sanitaires, les femmes qui n'accèdent pas à cette offre de service seraient plus exposées que celles qui bénéficient de cette intervention.

(viii) Accès à une supplémentation en fer à la CPN

La supplémentation en fer est une intervention qui renforce le pouvoir hématopoïétique de l'individu. Il est reconnu aujourd'hui que les carences en fer et en calcium contribuent considérablement à la mortalité maternelle. Ainsi, les femmes qui ne bénéficient pas d'une supplémentation en fer seraient plus exposées que celles qui sont supplémentées.

(ix) Utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide

L'utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide est une approche indirecte dans la prévention de la malnutrition chez la femme enceinte [9]. Cependant, l'utilisation effective de la moustiquaire imprégnée d'insecticides (MII) n'entre pas facilement dans les habitudes de la population ; parfois à cause de rumeurs. Dans certains exemples, il fait mention de chaleur et étouffement qui ne permet facilement l'adhésion de la cible. Par ailleurs, dans d'autres cas, il est signalé le détournement de l'utilisation de la MII vers d'autres fins que de prévention de la transmission du paludisme.

(x) Accès au déparasitage

L'anémie représente naturellement la cause de 20% de décès maternels. Pour cela, la prévention du paludisme et de l'ankylostomiase s'avère indispensable [8]. Les résultats ont montré que le manque d'accès au déparasitage rendrait la femme enceinte susceptible de voir son état nutritionnel se dégrader. Ainsi le manque d'accès au service de déparasitage ne ferait qu'exacerber à la malnutrition de la femme enceinte dans la Ville de Kinshasa.

(xi) Stress alimentaire du ménage

Le niveau d'insécurité alimentaire des ménages de 36.9 % qui a été relevé [5] corrobore avec la signification statistique obtenue sur le stress que ressentent les ménages dans leur accès à l'alimentation. Ainsi, plus le ménage ressent un stress alimentaire, moins les concentrations en nutriments essentiels seront couvertes chez la femme enceinte. Par conséquent, la malnutrition s'installe à petit feu chez la femme enceinte.

Nos résultats montrent que les déterminants de la malnutrition de la femme enceinte dans les zones de santé de Kinshasa sont d'ordre culturel, sanitaire et économique. Ceci fait intervenir quatre importants secteurs ; notamment la santé, l'économie, l'agriculture et l'éducation. A cet effet, il y a nécessité d'utiliser ces déterminants en tenant compte du contexte global [10].

C'est pourquoi, nous avons en plus recouru à l'analyse factorielle de correspondance (AFCM). Cette analyse nous a permis de prioriser les déterminants du profil de la femme enceinte malnutrie comme suit :

1° L'accès à une supplémentation en fer à la CPN (Odds ratio [OR] 1.21)

Ce résultat fait penser aux questions de la mise à disposition des intrants dans les structures de prise en charge, de formation des prestataires, d'utilisation correcte des intrants et des directives. Au-delà ces questions, il serait judicieux de s'assurer du de consommation effective de comprimés par les bénéficiaires ; de l'adhérence et l'observance de ce traitement préventif (respect de rigueur).

L'analyse des responsabilités du niveau national dans l'élaboration des normes/directives, le plaidoyer pour le financement, la fourniture des intrants aux structures, le niveau de suivi des activités mérite aussi d'être faite. Malheureusement, dans la plupart de cas, les programmes de supplémentation sont basés sur le financement extérieur. En plus, la ville de Mbuji-Mayi se

trouvant dans la zone ouest, ne bénéficie pas d'appuis et ne compte pas beaucoup sur ces partenaires extérieurs car la plupart d'entre eux opèrent à l'Est du pays qualifié généralement de zone humanitaire.

Pour améliorer cette question de supplémentation en fer, la formation des agents de santé et des agents communautaires sur la stratégie demeure indispensable, l'organisation d'une source d'approvisionnement de suppléments en comprimés de fer folates s'avère nécessaire. Promouvoir l'utilisation d'aliments riches en fer et en vitamine C, fournir les comprimés de fer folates, effectuer le dépistage de routine et traiter l'anémie sévère dans tous les centres de santé de soins primaires sont des actions critiques afférentes à ce déterminant.

Au plan durable, au-delà de politiques d'urgence basées sur la supplémentation, il serait utile d'encourager la vulgarisation de la culture des aliments riches en fer et folates ainsi que la promotion de leur consommation au niveau des ménages.

2° Utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide (Odds ratio [OR] 1.18)

Avec ce résultat, on doit penser à la disponibilité de la moustiquaire et son utilisation effective par les bénéficiaires. Des efforts de distribution de la moustiquaire aux groupes cibles sont fournis par le Ministère de la santé et ses partenaires. Cependant, l'utilisation de la moustiquaire comme déterminant clé peut aussi faire intervenir le constat fait de fois dans certains sites maraichers où des moustiquaires sont détournées de leur usage et utilisées pour protéger les jeunes plantules. Un vaste champ de questions peut s'ouvrir et auxquelles seules de nouvelles recherches peuvent aider dans l'éclaircissement. Des enquêtes socio-anthropologiques sur l'utilisation de la moustiquaire seraient indiquées et les bienvenues sur cet aspect.

3° Du profil de la femme enceinte malnutrie

Au regard de déterminants, nous pouvons conclure sur les caractéristiques suivantes de la femme enceinte malnutrie de Kinshasa.

Analphabète, avec stress alimentaire dans son ménage, non supplémentée en fer, n'utilisant pas la moustiquaire imprégnée d'insecticides, non déparasitée, mais reçoit parfois le traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme ou l'éducation sanitaire et nutritionnelle.

Ce profil est en quelque sorte une interpellation sur la surveillance régulière et continue de la qualité des prestations offertes à la femme enceinte au niveau des structures. Par ailleurs, la faible proportion de ménages ayant accès à un meilleur système d'assainissement établi à 42,7% en 2012 selon l'évaluation des progrès accomplis par la RDC dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement pourrait aussi expliquer les autres aspects de ce profil ; notamment ceux liés à l'anémie et au paludisme.

Il était présumé que "les facteurs environnementaux, socio-économiques et socioculturels influencent l'état nutritionnel des femmes enceintes à travers les pratiques alimentaires, les comportements en matière de nutrition".

La vérification de certaines présomptions nous a conduits à ne pas noter de différence significative : la prévalence de la malnutrition aiguë chez les femmes enceintes des ménages pauvres par rapport aux ménages riches. L'indice de possession de biens n'a pas permis de confirmer cette hypothèse ($p=0.1$). Nos résultats n'ont permis de confirmer le pratique des interdits alimentaires comme facteur induisant le mauvais état nutritionnel ($p=2,38$). Le niveau d'instruction de la femme enceinte influence positivement son état nutritionnel. Ainsi la malnutrition est d'autant plus élevée que le niveau d'instruction de femmes enceintes est faible. Cette hypothèse secondaire a été confirmée ($p=0,01$).

5 CONCLUSION

L'état nutritionnel de la femme enceinte dans les zones de santé de Kinshasa est influencé par les facteurs socioculturels et non pas par les facteurs environnementaux et socio-économiques. Elle est de profil : « Analphabète, avec stress alimentaire dans son ménage, présente au moins un phénomène morbide pour lequel elle ne recourt ni aux soins traditionnels ni modernes (fièvre, anémie, malnutrition etc.), non supplémentée en fer, n'utilisant pas la moustiquaire imprégnée d'insecticides, non déparasitée, mais recevant parfois le traitement préventif et Intermittent (TPI) du paludisme ou l'éducation sanitaire et nutritionnelle ».

La critique alitée de cette malnutrition de la femme enceinte est définie selon le modèle par le non recours aux soins pour un phénomène morbide ([OR] 0.91) tel que la fièvre, l'anémie, la malnutrition, le manque de supplémentation en fer folates ([OR] 1.21) et la non utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticides ([OR] 1.18) ($p<0.05$) de la malnutrition de la femme enceinte à Mbuji-Mayi.

Le besoin d'une réponse multisectorielle et intégrée reste incontournable en utilisation par tous les acteurs des éléments du modèle pour le réajustement des interventions en faveur de femmes enceintes.

REFERENCES

- [1] HERCBERG S. (2013) Propositions pour un nouvel élan de la politique nutritionnelle française de santé publique dans le cadre de la Stratégie Nationale de Santé, Paris, PU-PH Nutrition, Université Paris 13/Département de Santé Publique Hôpital Avicenne Bobigny
- [2] OMS/UNICEF (1978) Les Soins de santé primaire, Rapport de la conférence internationale sur les soins de santé primaires, Alma Ata.
- [3] Commission de l'Union africaine (2008) Cadre stratégique social pour l'Afrique, Département des affaires sociales, Première session de la conférence des Ministres en charge du développement social, 27-31 octobre 2008, Windhoek, Namibie.
- [4] MSP/PRONANUT (2005) Enquête sur la prévalence de l'anémie en République Démocratique du Congo, Rapport d'analyse, Septembre 2005
- [5] MiniPlan-RDC (2014) Enquête démographique et sanitaire (EDS) 2013, Septembre 2014
- [6] Badibanga N.P. & col, (2017) Enquête sur le profil alimentaire et nutritionnel de la femme enceinte dans la ville de Mbuji-Mayi, en RDC, Mars 2017
- [7] Miniplan RDC Mai (2011) Enquête par Grappes à Indicateurs Multiples, République Démocratique du Congo, 2010, Rapport final.
- [8] Miniplan RDC (2014) Rapport national OMD, Evaluation des progrès accomplis par la RDC dans la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement en 2012, Septembre 2014
- [9] WHO, (1995) Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. WHO technical report series n°854. Geneva. Sweden.
- [10] IVAN BEGHIN & col, (1988) Guide pour le diagnostic nutritionnel, OMS Genève, 84pp

Caractérisation des phénomènes de transfert thermique à travers une résistance thermique de contact à l'interface interne d'un mur entre une dalle plane en béton et un panneau de paille de riz

[Characterization thermal transfer phenomena through a thermal contact resistance at the internal interface of a wall between a flat slab concrete and a panel of rice straw]

Ablaye Fame¹, Mamadou Babacar Ndiaye², Youssou TRAORE³, Seydou Faye³, Dame DIAO³, Pape Touty Traore³, Imam Katim Toure³, and Gregoire Sissoko³

¹Ecole Polytechnique de Thiès, Senegal

²Institut Universitaire de Technologie, Université de Thiès, Senegal

³Laboratoire des Semi-conducteurs et d'Energie Solaire, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

Copyright © 2019 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: Based on a dynamic frequency study, the thermal behavior of a wall consisting of a concrete slab contiguous to a panel of compressed rice straw is presented. The thermal behavior at the interface of the two materials is modeled by a thermal contact resistance. The insulating nature wall thus made is studied according the order magnitude of contact resistance: the perfect contact ($R_c=0$) extreme contact defects (R_c very high). The analysis of temperature and heat flow density curves show that the insulation effects are all the greater as the defects are important.

KEYWORDS: concrete slab, straw panel of rice, thermal contact resistance, dynamic frequency regime.

RÉSUMÉ: A partir d'une étude en régime dynamique fréquentiel, le comportement thermique d'un mur constitué d'une dalle en béton accolée à un panneau de paille de riz comprimé est présenté. Le comportement thermique à l'interface des deux matériaux est modélisé par une résistance thermique de contact. Le caractère isolant du mur ainsi fait est étudié selon l'ordre de grandeur de la résistance de contact : du contact parfait ($R_c=0$) à des défauts extrêmes de contact (R_c très grand). L'analyse des courbes de température et de densité de flux thermique montrent que les effets d'isolation sont d'autant plus considérables que les défauts sont importants.

MOTS-CLEFS: dalle en béton, panneau de paille de riz, résistance thermique de contact, régime dynamique fréquentiel.

1 INTRODUCTION

L'utilisation abusive de l'énergie [1] due à la demande énergétique importante pour l'industrie et les domestiques a pour conséquence désastreuses la perturbation des conditions climatiques [2] de la planète terre. La réduction des besoins énergétiques passe par une politique adéquate d'utilisation de l'énergie [3]. La perte énergétique dans les habitations peut être mieux maîtrisée à partir d'une bonne isolation [4,5] des murs et une exploitation adéquate de l'énergie solaire pour les besoins directs de chaleur et d'éclairage pendant le jour.

Pour une efficacité énergétique du bâtiment, nous proposons un matériau isolant thermique [6,7] à base de paille de riz compressé. Ce matériau est accolé à un mur en béton. Nous considérons que les différentes faces en contact avec les milieux extérieur (milieu ambiant) et intérieur (milieu isolé) sont soumises à des sollicitations climatiques modélisées en régime dynamique fréquentiel [8]. L'étude s'intéresse principalement à la zone de contact entre les deux matériaux. Une résistance thermique de contact [9] est définie à l'interface des deux matériaux.

2 PRÉSENTATION DU SYSTÈME ISOLANT : LE MUR

Le schéma du mur constitué de béton et de paille de riz est représenté à la figure. Les températures T_1 et T_2 des respectivement des milieux extérieur et intérieur sont définies en régime dynamique fréquentiel avec une pulsation excitatrice ω . Le temps est noté t .

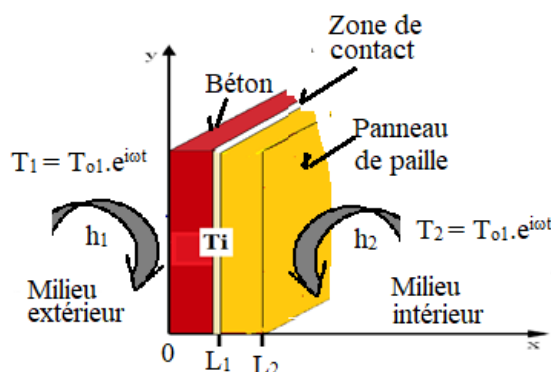


Fig. 1. Schéma du modèle d'étude

$$T_{01} = 45^\circ\text{C}$$

$$T_{02} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_i = 23^\circ\text{C}$$

T_i est la température initiale du mur.

h_1 et h_2 sont respectivement les coefficients d'échange thermiques à l'interface des milieux extérieur et intérieur.

3 MODÉLISATION MATHÉMATIQUE

Le phénomène de diffusion de chaleur dans le mur est régi par l'équation de la chaleur. En absence de source et puits de chaleur, elle est donnée par l'équation (1) ci-dessous :

$$\frac{\partial^2 \partial T_i(x,t)}{\partial x^2} - \frac{1}{\alpha_i} \frac{\partial T_i(x,t)}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

$T(x, t)$ est la température du matériau à une profondeur x et au temps t .

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i}{\rho_i * c_i} \quad (2)$$

$\alpha_i (m^2.s^{-1})$ est le coefficient de diffusivité thermique dans est le coefficient de diffusivité thermique du matériau i .

$i=1$ ou 2 pour la dalle en béton ou le panneau de paille de riz respectivement.

Les conditions aux limites traduisant les différents échanges thermiques aux interfaces et la condition initiale sont données par les équations ci-dessous.

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 \frac{\partial T_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = h_1 [T_1(0, t) - T_{01} \cdot e^{j\omega t}] \quad (3) \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} \quad (4) \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = \frac{T_1(l, t) - T_2(l, t)}{R_c} \quad (5) \\ -\lambda_2 \frac{\partial T_2(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} = h_2 [T_2(L, t) - T_{02} \cdot e^{j\omega t}] \quad (6) \end{array} \right.$$

En considérant que le mur est à une température initiale T_i

$\bar{T}(x, t)$ la température d'ajout on a donc :

$$T_i(x, t) = \bar{T}_i(x, t) + T_{0i} \text{ Avec } i=1; 2 \quad (7)$$

L'expression de l'équation (1) de la chaleur devient :

$$\frac{\partial^2(\bar{T}+T_i)}{\partial x^2} - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial(\bar{T}+T_i)}{\partial t} = 0 \quad (8)$$

Les nouvelles conditions aux limites deviennent :

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_1 \frac{\partial \bar{T}_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = h_1 [\bar{T}_1(0, t) + T_{01} - T_{01} \cdot e^{j\omega t}] \quad (9) \\ -\lambda_1 \frac{\partial \bar{T}_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = -\lambda_2 \frac{\partial \bar{T}_2(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} \quad (10) \\ -\lambda_1 \frac{\partial \bar{T}_1(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=l} = \frac{[\bar{T}_1(l, t) - \bar{T}_2(l, t)]}{R_c} \quad (11) \\ -\lambda_2 \frac{\partial \bar{T}_2(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} = h_2 [\bar{T}_2(L, t) + T_{02} - T_{02} \cdot e^{j\omega t}] \quad (12) \end{array} \right.$$

La résolution de l'équation (7) conduit à la solution suivante :

$$\bar{T}_1(h_1, h_2, \alpha, \omega, x, t) = [A_1 \sinh(\beta_1 x) + A_2 \cosh(\beta_1 x)] e^{j\omega t} \quad (13)$$

$$\bar{T}_2(h_1, h_2, \alpha, \omega, x, t) = [A_3 \sinh(\beta_2 x) + A_4 \cosh(\beta_2 x)] e^{j\omega t} \quad (14)$$

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{\omega}{2 \cdot \alpha_1}} (1 + j) \quad (15) \quad \beta_2 = \sqrt{\frac{\omega}{2 \cdot \alpha_2}} (1 + j) \quad (16)$$

Les coefficients A_1, A_2, A_3 et A_4 sont déterminés à partir des conditions aux limites

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les figures 2 et 3 montrent respectivement les évolutions de la température et de la densité de flux de chaleur en fonction de la résistance thermique de contact. L'influence de la pulsation excitatrice est mise en exergue.

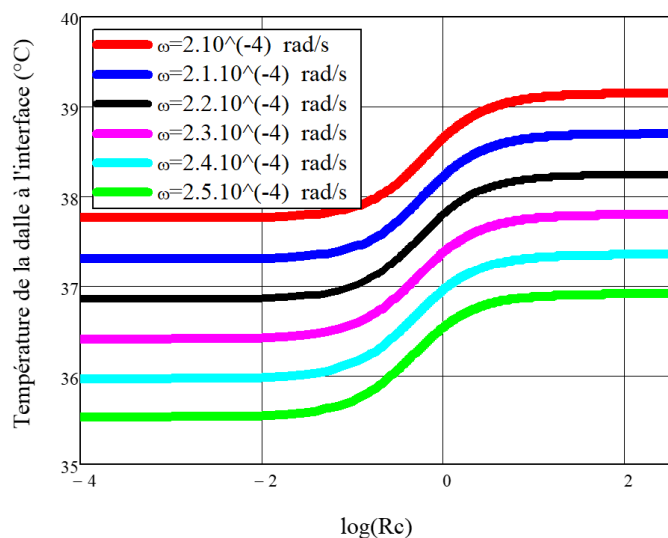


Figure 2-a

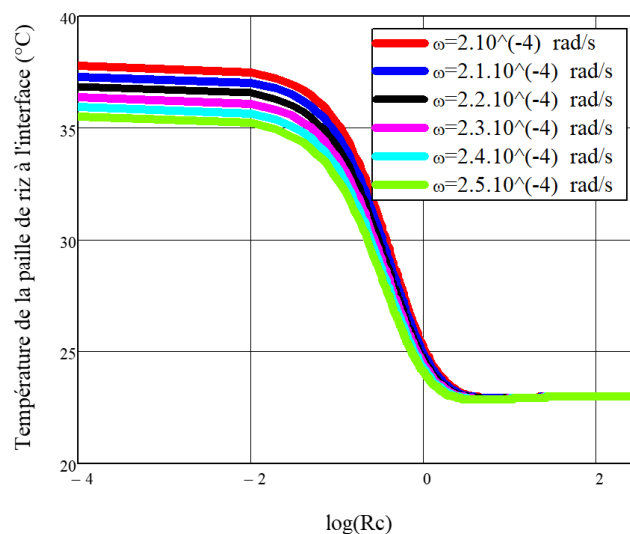


Figure 2-b

Fig. 2. Variation de la température en fonction de la résistance thermique de contact. Influence de la pulsation. $x=0.05m$, $h_1=100 W.m^{-2}.K^{-1}$, $h_2=0.01 W.m^{-2}.K^{-1}$. a : côté de la dalle ; b : côté de la paille de riz.

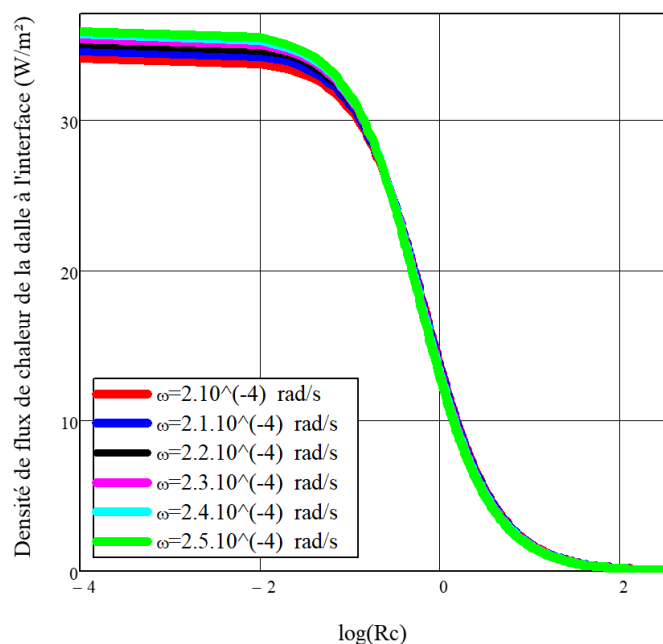


Figure 3-a

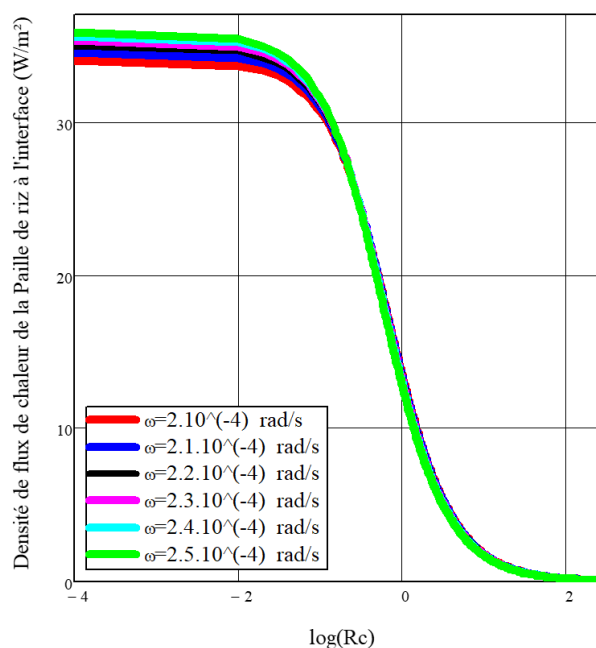


Figure 3-b

Fig. 3. Evolution de la densité de flux de chaleur en fonction de la résistance thermique de contact. Influences de la pulsation. $x=0.05m$, $h_1=100 W.m^{-2}.K^{-1}$, $h_2=0.01 W.m^{-2}.K^{-1}$. a : côté de la dalle ; b : côté de la paille de riz.

Pour des valeurs faibles de la résistance thermique de contact ($R_c \leq 10^{-2} W^{-1}.m^2.K$), les figures 2-a, 2-b, 3-a et 3-b montrent que le transfert thermique est pratiquement indépendant de la résistance thermique de contact ; le contact est dit parfait. La comparaison de la série de courbes sur une figure montre que le transfert thermique est favorisé pour les basses pulsations.

Pour $(10^{-2} \leq R_c \leq 10^2) W^{-1}.m^2.K$, on a une diminution considérable de la température lors du passage de la couche en béton au panneau de paille de riz. La résistance de contact favorise l'isolation thermique à partir d'une perte considérable du flux de chaleur illustrée par les figures 3-a et 3-b.

Pour $R_c \geq 10^2 W^{-1}.m^2.K$, la variation de la température entre le béton et la paille de riz est pratiquement indépendante de la résistance thermique ; la perte de flux de chaleur est maximale, le comportement en isolant thermique est considérable.

Les courbes des figures 4 et 5 montrent respectivement les évolutions de la température et de la densité de flux de chaleur à travers le mur pour une résistance de contact pratiquement nulle (figures 4-a et 5-a) et une résistance de contact considérable (figures 4-b et 5-b). L'influence de la pulsation excitatrice est mise en exergue.

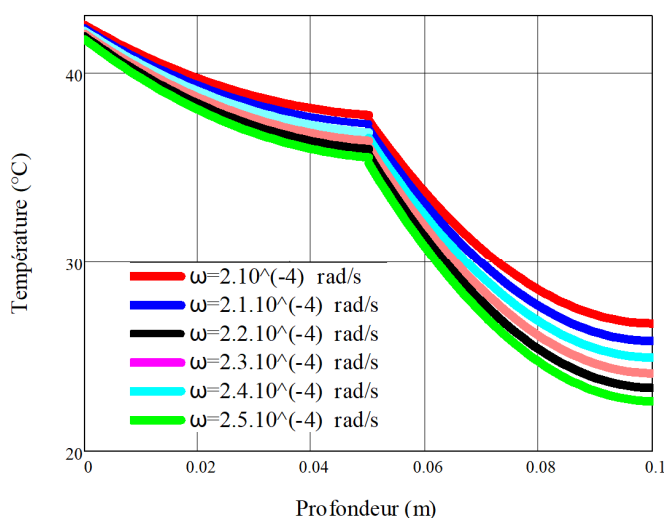


Figure 4-a

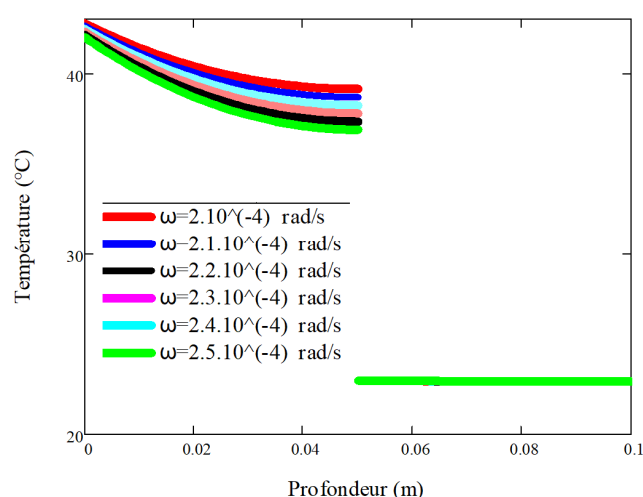


Figure 4-b

Fig. 4. Evolution de la température à travers le mur en fonction de sa profondeur ; Influences de la pulsation.
 $h_1=100 W.m^{-2}.K^{-1}$, $h_2=0.01 W.m^{-2}.K^{-1}$. a : $R_c=10^{-2} W^{-1}.m^2.K^{-1}$; b : $R_c = 10^2 W^{-1}.m^2.K^{-1}$.

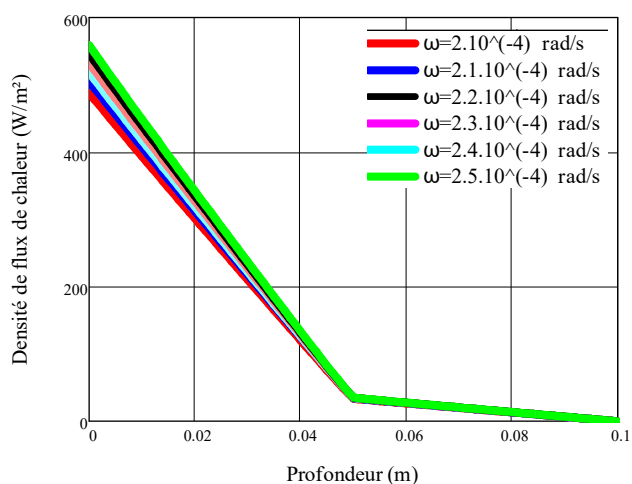


Figure 5-a

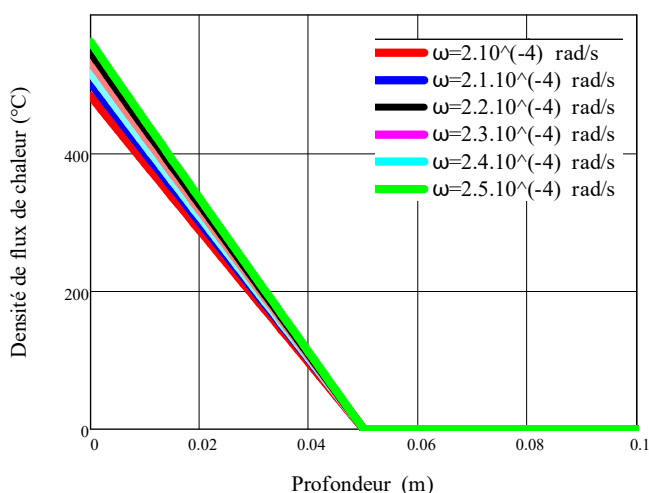


Figure 5-b

Fig. 5. Evolution de la densité de flux de chaleur à travers le mur en fonction de sa profondeur ; Influences de la pulsation.
 $h_1=100 W.m^{-2}.K^{-1}$, $h_2=0.01 W.m^{-2}.K^{-1}$. a : $R_c=10^{-2} W^{-1}.m^2.K^{-1}$; b : $R_c = 10^2 W^{-1}.m^2.K^{-1}$.

Pour les faibles valeurs de la résistance de contact (figures 4-a et 5-a), on a une faible discontinuité de la température en passant de la dalle en béton au panneau de paille de riz. La tangente à partir de l'interface devient importante en valeur absolue. Ce phénomène est dû à la différence de propriétés d'isolant entre le béton et la paille de riz. La variation de densité de flux de chaleur est faible, ce qui correspond à une bonne rétention de la chaleur.

Pour des valeurs de la résistance de contact relativement élevée, (figures 4-b et 5-b), on a une forte discontinuité de la température en passant de la dalle en béton au panneau de paille de riz. La tangente, à partir de l'interface de la courbe de température est pratiquement nulle. Ce phénomène est dû à la résistance de contact qui dissipe une bonne partie de l'énergie provenant de la dalle en béton. La variation de la densité de flux de chaleur est nulle dans le panneau de paille de riz, ce qui correspond à une bonne rétention de la chaleur.

5 CONCLUSION

La résistance de contact entre la dalle de béton et le panneau de paille de riz accolés, joue un rôle important sur les propriétés d'isolation thermique du mur ainsi constitué. Les techniques de pose d'isolant thermique sur le béton doivent être optimisées en jouant sur les défauts de structures permettant une dissipation considérable de l'énergie à l'interface des deux matériaux.

Les défauts considérables de structure sont traduits par de grandes résistances thermiques de contact.

RÉFÉRENCES

- [1] Mehdi S. Kaddory Al-Zubaidy, (2015). Green Energy: Examining Their Effects on Heritage Sites and Climate Change Mitigation. *Open Journal of Civil Engineering*, 5, 39-52
- [2] Manyu Chang, Claudine Dereczynski, Marcos A. V. Freitas, Sin Chan Chou, (2014). Climate Change Index: A Proposed Methodology for Assessing Susceptibility to Future Climatic Extremes. *American Journal of Climate Change*, 3, 326-337
- [3] A. Mokhtari, K. Brahimi et R. Benzaida, (2008). *Architecture et Confort Thermique dans les Zones Arides, Application au Cas de la Ville de Béchar*. *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 11, N°2, pp. 307 – 315.
- [4] M.S. Ould Brahim, I. Diagne, S. Tamba, F. Niang and G. Sissoko. (2011). Characterization of the minimum effective layer of thermal insulation material towplaster from the method of thermal impedance. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 3(4): 337-343. E-ISSN: 2040-7467.
- [5] Abdoulaye Korka Diallo, Makinta Boukar, Mamadou Babacar Ndiaye, Alassane Diene, Paul Demba, Issa Diagne, Mohamed Sidya Ould Brahim and Grégoire Sissoko. (2014). Study of the Equivalent Electrical Capacity of a Thermal Insulating Kapok-plaster Material in Frequency Dynamic Regime Established. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 8(20): 2141-2145.
- [6] I. Diagne, M. Dieng, M.L. Sow, A. Wereme, F. Niang, G. Sissoko, (2014). Estimation de la couche d'isolation thermique efficace d'un matériau kapok-plâtre en régime dynamique fréquentiel. *Cifem 2014*, Edition Université de Rennes 1, Pp. 53-66
- [7] A. Wereme, S. Tamba, M. Sarr, A. Diene, F. Niang, G. Sissoko, (2010). Caractérisation des isolants thermique locaux de types sciure de bois et kapok : mesure de coefficient global d'échange thermique et de la conductivité thermique. *Journal Des Sciences*, Vol. 10, N°4 Pp 39-46
- [8] Makinta Boukar, Mamadou Babacar Ndiaye, Alassane Diene, Paul Demba, Issa Diagne, Mohamed Sidya Ould Brahim and Grégoire Sissoko. (2014) Changes in Temperature in a Material Kapok-plaster Sample in Dynamic Frequential Regime. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 8(20): 2135-2140, ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467.
- [9] Youssou Traore, Issa Diagne, Cheikh Sarr, Mohamed Sidya Ould Brahim, Abdoulaye Korka Diallo, Hawa Ly Diallo and Gregoire Sissoko, (2016). Influence of thermal exchange coefficient on the heat Retention rate of a concrete wall contiguous to a Thermal insulation tow-plaster. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11(5), pp. 2835-2840.

Facteurs Socio-démographiques favorisant les accouchements dystociques, prédisposant au décès maternel : Une expérience des Cliniques Universitaires de Kinshasa

[Socio-demographic factors favoring obstructed labor, predisposing to maternal death : An experience of University Clinics in Kinshasa]

V. Balua Kumona¹, V. Esamboyi¹, and N.B. Mukuna²

¹Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, Section de Sage-femme, BP. 744, ISTM KIN, Kinshasa XI, RD Congo

²Université de Kinshasa, Institut Techniques Médicales du Mont Amba, Section de Sciences Infirmières, BP. 127, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A cross-sectional descriptive study was conducted at University Clinics in Kinshasa to describe socio-demographic factors favoring obstructed labor. The survey data included deliveries during the period from January 1 to December 31, 2012. The results of our analyzes included 346 deliveries. Three most significant variables are associated with dystocia at the error threshold of 5%: the low level of education (X^2 : 29,12), the low attendance at prenatal consultation is less than 3 CPN (X^2 : 4, 95), and admission to maternity in indirect mode (X^2 : 5.82). This study shows that socio-demographic factors are particularly important for obstructed labor and increase the risk of maternal death.

KEYWORDS: Factors of dystocia, childbirth, dystocia, maternal death.

RÉSUMÉ: Une étude descriptive transversale a été réalisée aux Cliniques Universitaires de Kinshasa pour décrire les facteurs socio-démographiques favorisant les accouchements dystociques. Les données de l'enquête ont concerné les accouchements survenus à la période du 1er janvier au 31 décembre 2012. Les résultats de nos analyses ont porté sur 346 accouchements. Trois variables les plus significatives sont associées à la dystocie au seuil d'erreur de 5 % : le faible niveau d'instruction (X^2 : 29,12), la faible fréquentation à la consultation prénatale soit moins de 3 CPN (X^2 : 4,95), et l'admission à la maternité en mode indirecte (X^2 : 5,82). Il ressort de cette étude que les facteurs socio-démographiques ont une importance particulière sur les accouchements dystociques et augmentent les risques de décès maternel.

MOTS-CLEFS: Facteurs de dystocie, accouchement, dystocie, décès maternel.

1 INTRODUCTION

La mortalité maternelle est une catastrophe à tout point de vue. Elle doit être combattue partout avec vigueur, détermination et persévérance. À la maternité des Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK), on compte chaque année près de 300 accouchements mais le taux de décès maternel reste une question à élucidé dans cette formation sanitaire à vocation recherche scientifique.

Dans 80 % des cas, la cause première est une dystocie tardivement référée [1]. Les 60 % de ces décès maternels auraient dû être empêchés par une détection précoce du risque dystocique suivie d'une césarienne prophylactique [2]. La solution à ce problème réside non seulement dans l'organisation du système sanitaire aux différents échelons mais également dans la recherche scientifique ; cadre par lequel s'inscrit pour cet effet la présente étude.

La détresse des mères à l'accouchement a longtemps été ignorée, même par les apôtres des soins de santé primaires. Ce n'est que vers le milieu des années quatre-vingt que quelques militants et professionnels 'éclairés' ont commencé à se mobiliser autour de cette tragédie jusqu'alors très peu documentée, sous-estimée et négligée: "Toutes les quatre heures, jours après jour, une femme meurt en voulant donner la vie. La plupart de ces femmes décèdent au printemps de leur vie, certaines même ont moins de 20 ans ..." [3].

Depuis que l'Initiative pour une Maternité sans Risque a été lancée les données sont plus fiables et plus facilement disponibles sur le décès maternel. Ces données plus nombreuses et plus précises nous ont rendu conscients que la situation était en réalité pire que ce que pensaient ceux qui ont tiré la sonnette d'alarme dans les années antérieures.

Toutes ces années d'efforts à documenter et à mobiliser les forces ont eu des résultats plutôt modestes quand ils n'étaient pas tout simplement décourageants [4]. Les rares succès ont été ternis pas la conscience de la persistance de cette tragédie dans de nombreux endroits du monde tel qu'en Afrique subsaharienne. Quelque utilité qu'elles aient eue pour d'autres propos, certaines activités de bon sens qui ont été promues pendant des décennies – le dépistage du risque à la consultation prénatale, la formation des accoucheuses traditionnelles – ont montré une efficacité directe limitée sur le risque de la mortalité maternelle [5].

Lors de la réunion de Colombo où l'Initiative pour une Maternité sans Risque a fait le point sur dix années de mobilisation, il est devenu clair qu'il n'y avait pas de solution simple [6]. De plus, les contraintes très réelles résultant de la pauvreté et du manque de ressources semblaient faire de la mortalité maternelle un de ces problèmes inextricables et insolubles qui sont fondamentalement non vulnérables. La tentation est grande de s'asseoir et de ne plus rien faire d'autre contre la mortalité maternelle qu'attendre que la pauvreté 'disparaisse'.

Avec la stratégie des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), la mortalité maternelle et néonatale était au centre de ces stratégies. Lors de l'évaluation de ces objectifs au sommet mondial de 2015, le problème de décès maternel demeure encore au centre des politiques sanitaires dans plusieurs pays d'Afrique. Ceci justifie la nécessité du 3^e Objectifs de Développement Durable (ODD).

Il est vrai que la plupart des décès maternels surviennent dans les pays pauvres, et on sait aussi très bien que les pays pauvres sont aussi ceux qui ont les ratios de mortalité maternelle les plus élevés. Par analogie avec le lien entre pauvreté et mortalité infantile, la relation pauvreté – mortalité maternelle semble aller de soi. Ceci dit, il y a des différences considérables, même parmi les pays qui ont des niveaux similaires de pauvreté, et ceci semble être lié aux difficultés d'accès aux soins.

Il est devenu évident pour beaucoup de praticiens que la professionnalisation de l'assistance à l'accouchement est une des clés pour réduire la mortalité maternelle [7]. Les pays industrialisés ont diminué leur mortalité maternelle de moitié au début du 20^e siècle d'abord en utilisant des sages-femmes professionnelles pour assurer les soins à l'accouchement ; plus tard la mortalité a été réduite aux niveaux historiques les plus bas grâce à un accès universel aux technologies hospitalières devenues efficaces [8]. On pourrait imaginer de reproduire la même séquence d'interventions : d'abord développer les soins obstétricaux ambulatoires (offerts par des sages-femmes), et ensuite, dans une phase suivante, développer les soins hospitaliers. Cette stratégie cependant manquerait de crédibilité politique et produirait des résultats trop lents : une réduction rapide à des niveaux suffisamment bas nécessite une utilisation concomitante des deux types de stratégie. De plus, une stratégie exclusivement axée sur des soins offerts par des sages-femmes alimenterait les conflits latents qui parfois opposent sages-femmes et médecins hospitaliers, ce qui a été le cas dans la plupart des pays durant tout le 20^e siècle. Ce serait une illusion d'espérer promouvoir l'assistance à l'accouchement par les sages-femmes sans le support et l'engagement, sinon au moins l'accord, des médecins hospitaliers.

Gagner la bataille des hôpitaux pour offrir un accès à des soins de référence de qualité est crucial d'un point de vue stratégique [9]. Là où on peut combiner un accès correct à des soins de qualité tant au niveau primaire qu'au niveau de référence, les ratios de mortalité maternelle peuvent décroître relativement rapidement [9].

Plusieurs facteurs autres que médicaux et obstétricaux seraient dans la ligne de risque élevé de décès maternel à l'instar de l'âge de la femme, son instruction, sa fréquentation à la CPN, le nombre de fois qu'elle a suivi la CPN, sa structure de naissance et autres. Force est de constater que dans la majeure de cas, les professionnelles de santé qui assistent cette dernière à l'accouchement sont beaucoup préoccupées aux antécédents gynécologiques, obstétricaux et médicaux de la parturiente. Ces

professionnels laissent de côté certaines caractéristiques individuelles qui pourraient avoir une influence négative dans l'aboutissement de la grossesse.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cette étude descriptive transversale a eu pour cadre la Maternité de Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK), un centre de référence ultime, en matière des recherches scientifiques.

Basée sur l'examen des dossiers des parturientes, l'étude couvre une période de 12 mois, allant du 1^{er} janvier au 31 décembre 2012. Nous avons inclus tous les accouchements dont la terminaison s'est soldée normalement ou par une intervention obstétricale majeure (une extraction instrumentale, manœuvres obstétricales, intervention chirurgicale : césarienne ou hystérectomie). Un protocole d'étude, composé de plusieurs variables, fournit des renseignements sur la parturiente, sur ses antécédents gynéco-obstétricaux, sur l'histoire de la grossesse actuelle jusqu'à son admission dans l'établissement où la grossesse a connu sa terminaison. La taille de notre échantillon s'élève à 346 accouchements pour 359 naissances.

S'agissant de la récollette et analyse proprement dite des données, après l'obtention de l'autorisation de la direction générale de cette institution, nous avons procédé de la manière suivante : le dépouillement de dossiers des parturientes ; la codification des variables ; leur compilation sur le logiciel SPSS 22 ; la correction de la base des données ; la production des résultats sur les tableaux des fréquences et la recherche de relation entre les différentes variables.

3 RÉSULTATS

Les résultats de cette étude se présentent en deux temps : le premier temps concerne une analyse descriptive dite univariée et le deuxième temps concerne une étude corrélationnelle des variables (le niveau d'étude, la fréquence de l'accouchée à la CPN et le mode ou type d'admission en maternité).

3.1 ANALYSE UNI VARIÉE

Tableau 1. *Répartition des accouchements par tranche d'âge des parturientes*

Tranche d'âge	Effectifs	Pourcentages
Inférieure à 20 ans	29	8,4%
20 – 34 ans	233	67,4%
35 et plus	84	24,2 %
Total	346	100,0%

Il ressort de ce tableau que la tranche d'âge comprise entre vingt et trente-quatre ans a été observée majoritaire.

L'admission en maternité est directe lorsque la femme n'avait pas transité par une autre formation sanitaire ; elle est indirecte lorsque celle-ci était admise en référence.

Tableau 2. *Répartition des accouchements selon le mode d'admission de la parturiente*

Mode d'admission	Effectifs	Pourcentage
Admission directe	230	66,5%
Admission indirecte	116	33,5%
Total	346	100,0%

Il se dégage de nos analyses que 66,5% étaient admise directement aux CUK et 33,5% étaient admise indirectement.

Tableau 3. Répartition des accouchements selon le niveau d'instruction de la parturiente

Niveaux d'instruction	Fréquences	Pourcentage
Analphabètes	3	0,9%
Primaire	7	2,0%
Secondaire	41	11,8%
Supérieur et Universitaire	237	68,5%
Non préciser	58	16,8%
Total	346	100,0%

Il se dégage de ce tableau que les parturientes du niveau supérieur et universitaire occupent la première place avec 68,5%, suivies des femmes dont leurs niveaux d'études n'étaient pas précisés soit 16,5%, les femmes du niveau secondaire représentent 11,8%, celles du niveau primaire 2,0% et les analphabètes 0,9%.

Tableau 4. Répartition des accouchements selon la fréquence de la parturiente à la CPN

Fréquence à la CPN	Effectifs	Pourcentages
Inférieur à trois fois	37	10,7%
Supérieur ou égal à trois fois	241	69,7%
Non préciser	68	19,7%
Total	346	100,0%

Nous constatons à travers ce tableau que 69,7% des femmes avaient suivis la CP normalement ; 19,7% n'ont pas été précisées de leur fréquentation à la CPN ; 10,7% avaient fréquenté les services de CPN moins de trois fois.

3.2 ANALYSE BI-VARIÉE

Tableau 5. Relation entre le niveau d'instruction de la parturiente et le type d'accouchement

Niveau d'instruction	Types d'accouchement		Total
	Accouchements eutociques	Accouchements dystociques	
Niveau inférieur	20	48	68
Niveau moyen et supérieur	171	107	278
Total	191	155	346

Nous considérons dans le tableau deux niveaux d'instruction :

- niveau inférieur : les analphabètes, les primaires et ceux dont le niveau d'instruction n'a pas été précisé ;
- le niveau moyen et supérieur : secondaire et universitaire.

Nous estimons que les femmes ayant un niveau d'instruction supérieur sont plus exposées aux accouchements dystociques.

L'analyse statistique de relation entre le niveau d'instruction de la parturiente et le type d'accouchement révèle une étroite corrélation entre les deux variables. Chi-carré calculé 29,12 et p-value est largement inférieur à 5% soit 0,000. Ainsi, le niveau d'instruction élevé est un facteur prédisposant aux accouchements dystociques.

Nous considérons à travers le tableau ci-dessous que les femmes ayant fréquenté moins de trois fois le service de CPN et celles dont la CPN n'a pas été précisée sont exposées aux accouchements dystociques.

Tableau 6. Relation entre la fréquentation à la CPN de la parturiente et le type d'accouchement

Nombre CPN	Types d'accouchement		Total
	Accouchements eutociques	Accouchements dystociques	
Inférieur à 3 fois et non préciser	48	57	105
Supérieur ou égal à 3 fois	143	98	241
Total	191	155	346

Les résultats de ce tableau montrent une relation significative entre la fréquentation à la CPN et le risque de dystocie. Chi-carré 4,95 ; p-value inférieur à 5% soit 0,01. Donc la faible fréquentation à la CPN est un facteur favorisant les accouchements dystociques.

Dans le tableau ci-dessous, nous admettons que les femmes admises en référence sont plus exposées aux accouchements dystociques.

Tableau 7. Relation entre le mode d'admission de la parturiente et le types d'accouchement

Mode d'admission	Types d'accouchement		
	Accouchements eutociques	Accouchements dystociques	Total
Admission directe	138	92	230
Admission indirecte	53	63	116
Total	191	155	346

Il se dégage de ce tableau une relation significative entre l'accouchement dystocique et le mode d'admission à la maternité. Chi-carré 5,82 ; p-value est inférieur à 5% soit 0,01. Par conséquent le mode d'admission indirecte est un facteur favorisant les accouchements dystociques.

4 DISCUSSION

4.1 DONNÉES RELATIVES À LA FEMME

L'analyse de données de nos recherches a donné des résultats significatifs avec des taux importants relatifs aux différentes variables impliquées dans ce travail.

La distribution des accouchements par mois révèle par ordre décroissant les incidences suivantes : mois de Mars 11,0%, Novembre 10,7%, Mai 10,1%, Juillet et Septembre 9,8% par mois, Juin 9,0%, Octobre 8,4%, Avril 8,1%, Décembre 6,6%, Aout 6,1%, Janvier et Février 5,2% par mois. Nous estimons que la prédominance de certains mois sur d'autres serait un hasard car le milieu hospitalier est caractérisé par une population qui connaît des fluctuations régulières.

La répartition des accouchements suivant leurs modes de terminaison montre que les accouchements eutociques sont majoritaires avec 55,2%, et les accouchements dystociques 44,8%(césarienne et épisiotomie). Nonobstant la majorité des accouchements eutociques sur les dystociques, soulignons à travers ce travail un taux de dystocies élevé, ceci reflète un problème dans la prise en charge des parturientes. Ces résultats ne s'écartent pas du tout de celui d'ANDRIAMADY RCL et al en 2000 à la maternité de Befelatanana (Antananarivo) qui indique un taux de césarienne de 47,1% [10].

S'agissant de l'âge des accouchées, les résultats de notre recherche ont été répartis en quatre tranches d'âges. La tranche de 31 – 35 ans est majoritaire avec 30,9%, suivi de la tranche de 26 – 30 ans avec 28,0%, les femmes de 36 ans et plus 24,3%, celles de 20 – 25 ans 8,4%, celles dont l'âge n'a pas été spécifié 7,8% et les moins de 20 ans 0,6%. Il se dégage de nos analyses une constatation selon laquelle la majorité de ces femmes avaient plus de trente années d'âge, c qui constitue un taux élevé des femmes à risques.

En ce qui concerne la parité de nos enquêtées, nos résultats montrent un taux élevé des multipares avec 76,3%, suivis des primipares avec 13,9%, les grandes multipares 9,0% et les nullipares 0,9%. Toute chose étant égale comme par ailleurs, les multigestes sont majoritaires avec 76,9%, contre 23,1% des primigestes.

Nous pensons dans ce travail que la forte multiparité/multigestité de ces femmes associées à leurs âges pourrait expliquer en partie les taux élevé des dystocies.

Quant au mode d'admission de la femme en maternité, 66,5% étaient admise directement alors que 33,5% étaient admise en référence après avoir transité dans une autre formation sanitaire. Ce pourcentage est également important qu'il met évidence le dysfonctionnement du système de référence dans notre pays. Cette même situation a été décrite par CISSE et al., au Sénégal en indiquant que tout retard de référence se répercute de façon dramatique sur le pronostic maternel et périnatal [11]. Il s'avère donc nécessaire d'augmenter le nombre des Centres de recours obstétricaux et d'accorder aux services intéressés les moyens qui leur permettent d'assurer dans les meilleures conditions la prise en charge des femmes, et de procéder à une meilleure répartition du personnel qualifié: gynécologues, sage s - femmes...

La catégorisation des enquêtées par niveau d'instruction montre que les parturientes du niveau supérieur et universitaire représentent 68,5%, suivies des femmes dont leurs niveaux d'études n'étaient pas précisés soit 16,5%, les femmes du niveau secondaire représentent 11,8%, celles du niveau primaire 2,0% et les analphabètes 0,9%. Le taux élevé des femmes instruites s'expliquerait par l'influence de l'environnement (milieu universitaire) dans lequel est érigé l'hôpital.

La fréquentation des parturientes à la CPN renseigne que 69,7% des femmes avaient suivi normalement la CP ; 19,7% n'ont pas précisé de leur fréquentation à la CPN ; 10,7% avaient fréquenté moins de trois fois le service de CPN.

4.2 ETUDE DE RELATION ENTRE LES VARIABLES

Nous émettons l'hypothèse selon laquelle l'accouchement dystocique est un facteur d'exposition au décès maternel et néonatal, pour cette raison nous avons mis en relation certaines variables avec le mode/type d'accouchement pour vérifier cette hypothèse.

La recherche de corrélation entre le niveau d'instruction de la parturiente et le type d'accouchement révèle une relation largement significative entre les deux variables. Chi-carré calculé 29,12 et p-value est inférieur à 5% soit 0,000. Ainsi, le niveau d'instruction élevé est un facteur prédisposant aux accouchements dystociques dans la mesure où l'instruction est associée à l'âge. C'est-à-dire plus la femme poursuit les études supérieures plus elle augmente en âge et la maternité par conséquent est retardée. Bien que l'instruction de la femme influence positivement sur la connaissance de certains signes de danger, les résultats de cette recherche présentent une situation toute contraire.

L'analyse statistique de résultats entre la fréquence à la CPN et le mode d'accouchement montre une relation significative dans la mesure où les femmes qui fréquentent rarement ou presque pas la CPN sont 4 fois plus exposées à la dystocie que celles qui suivent leurs CPN normalement. Chi-carré 4,95 ; p-value inférieur à 5% soit 0,01. Donc la non/faible fréquentation à la CPN est un facteur favorisant les accouchements dystociques. La CPN est un moyen par excellence de surveillance de la grossesse. Le risque de dystocie est inférieur à 3% lorsque la CPN a été suivie correctement [12].

La recherche de relation entre le mode d'admission en maternité et le type d'accouchement révèle également une relation significative entre ces variables. Chi-carré 5,82 ; p-value est inférieur à 5% soit 0,01. Ce résultat implique les parturientes admises en référence courent 5 fois plus le risque de dystocie que celles admises directement en maternité au moment d'accouchement. Par conséquent le mode d'admission indirecte est un facteur favorisant les accouchements dystociques. Très souvent, en effet, les femmes arrivent dans un état de complications bien avancé (infection, pré-rupture, présentation enclavée...). Les causes de ces complications sont multiples [13], [14]. Elles sont certes médicales, mais résultent aussi de facteurs extra-médicaux, socio-économiques et culturels, traduisant l'inefficacité de notre système de référence obstétricale. D'ailleurs, l'insuffisance en nombre des obstétriciens, oblige les médecins généralistes à travailler à leur place.

5 CONCLUSION

Les accouchements dystociques sont au centre des préoccupations de la santé maternelle et constituent un réel problème de risque de mortalité maternelle. Plusieurs facteurs sont associés aux accouchements dystociques. Hormis les facteurs obstétricaux et médicaux généralement connus, les facteurs socio-démographiques (le faible niveau d'instruction, la fréquence à la CPN, le mode d'admission en maternité, et autres) sont de moins en moins pris en compte. Et pourtant, ces facteurs ont une influence statistiquement significative sur les accouchements dystociques et augmentent le risque de mortalité maternelle.

REFERENCES

- [1] Ndiaye, Issakha Diallo, Issa Wone, Cheikh Fall (2001) *Un nouvel outil d'aide à la décision médicale dans la lutte contre la mortalité maternelle : le score de risque dystocique (SRD)*. Cahiers d'études et de recherches francophones / Santé. Volume 11, Numéro 2, 133-8, Avril - Mai - Juin 2001, Note méthodologique
- [2] BOUILLIN D (1994) *Surveillance épidémiologique et couverture chirurgicale des dystocies obstétricales au Sénégal*. Cahiers Santé ; 4 : 14-5.
- [3] OMS (1986) *Risque de dystocies en milieu rural africain*, OMS ; 2 : 11-17.
- [4] AbouZahr C (1998) *Maternal Mortality Overview*. In Murray, C.J.L. and Lopez, A.D. (eds). Health Dimensions of Sex and Reproduction. Boston: Harvard University Press.
- [5] Bergstrom S, Molin A and Povey GW (1993) *International Maternal Health Care. The Challenge beyond the year 2000* Department of Obstetrics and Gynecology, Uppsala University, Uppsala.
- [6] Starrs A and the Inter-Agency Group for Safe Motherhood (1998) *The Safe Motherhood Action Agenda: Priorities for the Next Decade*. New York: Family Care International: 1-96.

- [7] Graham WJ and Campbell OM (1992) *Maternal health and the measurement trap. Social Science and Medicine* 35(8), 967-977.
- [8] Loudon I (1992) *Death in Childbirth: An International Study of Maternal Care and Maternal Mortality, 1800-1950*. Oxford: Clarendon Press.
- [9] Vincent De Brouwere et Wim Van Lerberghe, (2001) *Réduire les Risques de la Maternité : Stratégies et Evidence Scientifique* éd. ITGPRESS p. 488
- [10] ANDRIAMADY RCL, ANDRIANARIVONY MO, RANJALAHY RJ. (2000) *Les accouchements dystociques à la maternité de Befelatanana - chu d'Antananarivo à propos de 919 cas* in Médecine d'Afrique noire, 47.
- [11] CISSE C.T., ANDRIAMADY C., FAYE O., DIOUF A., BOUILLIN D., DIADHIOU F. (1995) *Indications et pronostics de l'opération césarienne au CHU de Dakar*. J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod., 24 : 194-197.
- [12] BOUILLIN D, FOURNIER G., GUEYE A., DIADHIOU F., CISSE C.T. (1994) *Surveillance épidémiologique des dystocies obstétricales au Sénégal*. Cahier Santé 1994, 4 : 399-406.
- [13] DIOUF A., DAO B., GAYE A., DIALLO D., MOREIRA P., DIADHIOU F. (1995) *Les ruptures utérines au cours du travail en Afrique Noire* Méd. Afr. Noire, 42 (11) : 592-597.
- [14] EYRAUD J.L., RIETHMULLER D., CLAINQUA RT N., SCHAAL J.-P., MAILLET R., COLETTE C. (1997) *La manœuvre de Mauriceau est-elle délétère ? Etude de 103 cas*. J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod; 26 : 413-414.

L'OCTROI DU CREDIT DE LA « COOPERATIVE D'EPARGNE ET DE CREDIT (COOPEC-NYAWERA) » DANS LA LUTTE CONTRE LA PAUVRETE RURALE DANS LA ZONE DE KATANA

[THE CREDIT GRANT FROM « SAVING AND CREDIT COOPERATIVE OF NYAWERA » TO ERADICATE COUNTRYSIDE POVERTY IN THE KATANA AREA]

MUNGUACIZA KABUNGA Benjamin¹, MUSHAGALUSA MUDEKEREZA George², CIREGEREZA RUGARABURA Olivier³, SIFA RUGARABURA⁴, and BULONZA MUGALIHYA⁵

¹Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

²Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV Walungu), RD Congo

³Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

⁴Assistante, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

⁵Assistante, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

Copyright © 2019 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 the context of funding the economic activities of the population in sub-Saharan Africa, microfinance institutions play a major role in providing credit, as well as in the fight against poverty. It is in this sense that our study focuses on the granting of credit from the Nyawera savings and credit cooperative in the fight against rural poverty in the Irhambi-Katana grouping.

Analysis of the data and interpretation of the results showed us that the credit granted by the institution has not really succeeded in reducing poverty in this report.

At the end of the presentation, analysis and interpretation of the data, we found:

- Most loan recipients affect it in small business, especially agriculture, livestock and social needs. This proves that the following hypothesis: "The activities financed by the credit granted by Nyawera savings and credit cooperative would be small trade" is confirmed, the results show us that all economic activities are financed, but especially small trade.

- The majority of our respondents feel the need for a loan because the capital invested in the activities is not sufficient. This result leads us to find that the following hypothesis: "is confirmed, because according to the surveys, the economic agents of the Irhambi-Katana grouping are not financially sufficient and that is why they do not have access to credit because the condition to have it they should open an account and have enough money within it. That is why our surveys show that the establishment of the Nyawera Savings and Credits Cooperative has not fought enough against poverty in the Irhambi/Katana grouping.

KEYWORDS: Credit, Poverty, grant, saving, Population, Cooperative

RESUME: Dans le cadre de financement des activités économiques de la population en Afrique subsaharienne les institutions de micro finance jouent un grand rôle dans l'octroi de crédits, ainsi pour lutter contre la pauvreté. C'est dans ce sens-là que notre étude porte sur l'octroi de crédit de la coopérative d'épargne et de crédit Nyawera dans la lutte contre la pauvreté rurale dans le groupement d'Irhambi-Katana.

L'analyse des données et l'interprétation des résultats nous a montré que le crédit octroyé par la coopérative n'est pas vraiment parvenu à réduire la pauvreté dans cette contrée.

A l'issue de la présentation, l'analyse et l'interprétation des données, nous avons constaté ce qui suit :

La plupart de bénéficiaires de prêt l'affectent dans le petit commerce, surtout de l'agriculture, l'élevage et la satisfaction des besoins sociaux. Ceci prouve que l'hypothèse suivante : « Les activités financées par le crédit octroyé par la COOPEC NYAWERA seraient le petit commerce » est confirmée, les résultats nous montrent que toutes les activités économiques sont financées, mais surtout le petit commerce.

La majorité de nos enquêtés éprouve le besoin d'un prêt car le capital investi dans les activités n'est pas suffisant. Ce résultat nous amène à trouver que l'hypothèse suivante : « est confirmée, car selon les enquêtes, les agents économiques du groupement d'Irhambi-Katana ne se suffisent pas sur le plan financier et c'est pourquoi ils n'ont pas accès au crédit car pour en avoir il faut avoir ouvert un compte et y avoir suffisamment de l'argent. C'est pourquoi nos enquêtes prouvent que l'implantation de la Coopérative d'Epargne et de crédits Nyawera n'a pas lutté suffisamment contre la pauvreté dans le groupement d'Irhambi/Katana.

MOTS-CLEFS: Le crédit, Pauvreté, octroi, Epargne, Population, Coopérative.

1 INTRODUCTION

Dans l'histoire de l'humanité et dans la vie des hommes, surtout dans les pays en voie de développement, il y a des situations préoccupantes comme les guerres, des tueries, la famine, les catastrophes naturelles, la pauvreté. C'est à ce dernier élément que nous nous focalisons car, c'est celui qui se rapporte au sujet du travail.

En effet, dans les pays en voie de développement, en particulier la République Démocratique du Congo. Il est régulièrement constaté un taux plus élevé de la pauvreté de la population.

Cette pauvreté s'explique par l'existence ou l'insuffisance des choses nécessaires dans la vie. L'abondance de biens nécessaires n'existe qu'aux personnes de rang élevé et ceux-là ne constituent qu'une minorité de la population.

Notre pays est aligné parmi ceux pauvres de la planète sur le plan économique alors qu'il est paradoxalement qualifié potentiellement riche.

Par contre, sa situation socio-politique et économique déplorable fait que ce vaste riche pays au cœur de l'Afrique devienne un sujet d'humiliation. Avec un revenu et pouvoir d'achat en dessous de la moyenne, la population croupit dans le dénuement. La situation de misère et de crise économique que connaît aujourd'hui la plupart de pays africains entraîne une diminution du pouvoir d'achat de leur population¹. Et dans notre pays en particulier, le pouvoir public assiste suffisamment à la détérioration du niveau de vie et la dégradation continue des infrastructures socio-économiques.

Dans la Province du Sud-Kivu, territoire de Kabare, Collectivité de Bugorhe, groupement d'Irhambi Katana, la survie de la population dépend actuellement d'une manière générale des activités économiques comme : le commerce et l'agriculture.

Cependant, ceux qui pratiquent ces activités assistent à un manque des capitaux nécessaires et cela défavorise leurs croissances économiques. Avec des revenus ne pouvant répondre même à la moitié de leurs besoins primaires : soins médicaux, scolarités des enfants, ... C'est dans le but de relever les initiatives socio-économiques de gagne-petit que les institutions de micro-finance et les coopératives furent installées dans le groupement d'Irhambi Katana comme partout ailleurs avec leur mission sociale qu'économique ; parmi lesquelles nous pouvons citer la : Coopéc Nyawera qui attirera notre attention dans ce travail. Sur base de ce qui précède, notre travail se penchera sur les questions suivantes :

1. Quelles seraient les activités financées par le crédit octroyé par la COOPEC NYAWERA ?
2. Quel serait le revenu d'un commerçant qui a reçu le crédit de la COOPEC NYAWERA guichet de Katana ?
3. Quelle serait la politique de recourir au crédit de la Coopéc Nyawera guichet de Katana ?
4. Les crédits accordés à la population favoriseraient-ils leur développement économique ?

Sont-là, les préoccupations qui feront l'objet de notre recherche sur le champ d'investigation.

HYPOTHESES

Quant aux diverses questions soulevées dans la problématique de ce travail et pour éclaircir cette dernière nous pouvons formuler les réponses provisoires suivantes :

¹ Christ ATIM, vers meilleure santé en Afrique, Ed. Dalloz, Paris 2002

1. Les activités financées par le crédit octroyé par la COOPEC NYAWERA seraient le petit commerce.
2. La majorité de commerçants ne trouveraient qu'un revenu aidant aux moyens de survie.
3. La politique serait l'ouverture d'un compte dans cette COOPEC mais aussi y verser régulièrement un certain montant.
4. D'une manière générale, après l'octroi de ce crédit, cette population resterait dans l'insuffisance économique.

2 CADRE CONCEPTUEL ET THEORIQUE

Pour l'orientation de notre travail, il nous a paru important d'en circonscrire amplement les concepts clés, visiter toutes les littératures s'y rapportant. C'est dans cette optique que nous avons tablé sur la notion des coopératives, de crédit, de l'épargne, du développement économique et des petites et moyennes entreprises (PME).

2.1 NOTION SUR LES COOPERATIVES, LE CREDIT ET L'EPARGNE

2.1.1 LA COOPERATIVE D'EPARGNE ET DE CREDIT

Les coopératives sont des « associations des personnes dont les membres poursuivent la satisfaction de leurs besoins personnels ; familiaux ou professionnels au moyen d'une entreprise commune gérée par eux-mêmes et à leur risque, sur base de l'égalité de leurs droits et obligations ». Cet auteur insiste sur le social qui est l'association des personnes et sur l'économique qui est l'entreprise².

Selon l'alliance Coopérative internationale (ACI), une coopérative est une association autonome des personnes volontairement réunies pour satisfaire leurs aspirations et besoins économiques, sociaux et culturels communs au moyen d'une entreprise dont la propriété est collective et/ou le pouvoir est exercé démocratiquement³.

Quant à la coopérative d'épargne et de crédit (COOPEC), elle est définie comme étant une institution financière qui collecte l'épargne sous forme des dépôts des membres, laquelle épargne est utilisée pour l'octroi des crédits aux membres en vue de la relance de leurs activités et la lutte contre la pauvreté.

2.1.2 OBJECTIFS DES COOPÉRATIVES D'ÉPARGNE ET DE CRÉDIT

L'objectif fondamental des COOPEC n'est pas de maximiser les bénéfices comme dans une société capitaliste, ni d'agir comme acteur d'un changement social comme les asbl, mais pour maximiser les avantages que les utilisateurs membres peuvent obtenir dans leurs transactions commerciales avec la coopérative. En dehors de cet objectif fondamental, les COOPEC assurent la sécurité de l'argent de leurs membres et poursuivent une mission principale, celle de la lutte contre la pauvreté et la relance économique de PME par l'octroi des crédits à court terme.

2.2 NOTION SUR L'EPARGNE ET LE CREDIT

2.2.1 LE CREDIT

D'une manière générale, le crédit peut être analysé comme une opération par laquelle une personne physique ou morale appelée « prêteur » met ou tient à la disposition d'une autre personne appelée « emprunteur » une somme d'argent contre une promesse de remboursement et moyennant le paiement d'intérêt⁴.

Un crédit est une transaction en nature ou en espèces effectuée en contrepartie d'une promesse de remboursement dans un délai généralement convenu en avance⁵.

En effet, le crédit est aussi la confiance dans la capacité de l'emprunteur et de l'intention de rembourser. Le revenu de la personne reste le seul indicateur de cette capacité de remboursement.

² FAUQUET (1996 : 12), cité par INGABIRE Noëlla, contribution socio-économique des coopératives d'épargne et de crédit, mémoire inédit, ULK, 2011.

³ Alliance Coopérative internationale (1995 : 11), cité par INGABIRE Noëlla, Idem

⁴ P. CONSO & alli, cité par KAVIRA MAWAZO, *la politique de crédit de la COOPEC IMARA et son incidence sur la rentabilité financière*, TFC inédit, G3 ISC-GOMA, 2001.

⁵ Idem.

C'est à la fin de la 2^{ème} guerre mondiale que la notion de crédit a pris de l'ampleur à travers la nécessité de reconstruire les pays de l'Europe, autrefois dévastés. La Banque internationale de développement (BIRD), le Fonds monétaire international (FMI) institués par la conférence financière et monétaire des nations à Bretton woods en 1944, consentirent des crédits qui permirent le rétablissement du commerce mondial et le redressement des industries des pays européens signataires de l'économie coopération (l'acte pour la coopération internationale)⁶.

2.2.2 L'EPARGNE

Il est évident qu'on ne peut parler du crédit sans pour autant parler de l'épargne étant donné que l'épargne constitue une importante source d'approvisionnement de fonds pour les institutions financières et plus particulièrement les COOPEC. Ces dernières reçoivent de leurs membres, sous forme de dépôt, de fonds (épargnes) qu'elles donnent à crédit aux membres qui sollicitent.

2.2.2.1 DÉFINITION DE L'ÉPARGNE

D'après le dictionnaire le Petit Larousse, l'épargne est une mise en réserve d'une somme d'argent ; économies ainsi réalisées. C'est aussi une fraction du revenu individuel ou national qui n'est pas affectée à la consommation⁷.

En effet, les COOPEC utilisent l'épargne pour constituer des ressources qui leur permettent de donner des crédits à leurs demandeurs. Ainsi l'épargne est donc : Une source potentielle de fonds à prêter, une source de garantie pour les prêts, une source de revenu à travers son intérêt, une source qui augmente les chances de membres pour obtenir un crédit.

2.2.2.2 CLASSIFICATION DE L'ÉPARGNE

Il existe généralement deux grands types de l'épargne à savoir :

- L'épargne ordinaire ou épargne à vue : c'est celle qui est disponible à tout moment, c'est-à-dire qu'on peut retirer à temps voulu. Celle-ci est souscrite d'une somme minimum variant entre 5 et 10\$ selon les maisons concernées.
- L'épargne à terme ou compte bloqué : celle-ci n'est pas disponible à tout moment car elle est souscrite pour une échéance variant entre 6 mois et une année renouvelable. Ce type d'épargne est rémunéré mensuellement à un taux d'intérêt variant entre 1 et 2% selon l'importance du montant épargné, et ce, au profit du compte de l'épargnant. Elle est souscrite avec une somme minimum de 500\$ généralement.

2.3 TENTATIVE DE DEFINITION DE LA MICRO-FINANCE

Le concept micro-finance semble difficile à définir, raison pour laquelle nous avons opté pour une tentative de définition de ce terme.

Selon le Programme des nations unies pour le développement (PNUD), la micro-finance est un mécanisme global de financement par les crédits des microprojets générateurs des revenus initiés par les pauvres économiquement actifs qui n'ont pas accès aux produits financiers des marchés bancaires classiques⁸.

D'après la Banque Nationale du Rwanda, la micro-finance pourrait désigner pour une personne physique ou morale, le fait de « consentir des crédits à une clientèle non habituellement servie par le système bancaire et financier classique et/ou ne possédant pas de garanties matérielles à offrir pour assurer pleinement le remboursement des crédits consentis et d'en recevoir les économies⁹

Pour beaucoup de personnes et en particulier le grand public, la micro-finance se confond avec le micro-crédit, elle désigne alors les dispositifs permettant d'offrir de très petits crédits aux familles pauvres économiquement actives pour les aider à conduire leurs activités productives et génératrices des revenus leur permettant aussi de développer de petites entreprises.

⁶ Encyclopédie Microsoft Encarta, 2009

⁷ Dictionnaire le petit Larousse, 2009, P377

⁸ PNUD, Programme des Nations Unies pour le Développement, 1999

⁹ Banque Nationale du Rwanda, 2007

Ainsi, à partir de toutes ces définitions, nous pouvons dire que la micro-finance ou micro-crédit constitue un système de service financier souvent décentralisé, qui vise à rendre disponible, d'une manière durable et financièrement viable, des services de petits prêts sans garanties matérielles. Ils sont destinés à financer les activités économiques d'auto-emploi des populations à faible revenu et aux micro-entrepreneurs urbains et ruraux qui n'ont pas accès aux services bancaires formels et commerciaux. Il est à remarquer que toutes les institutions de micro-finance ont un objectif commun. Hormis le mobile principal de garantir les intérêts à leurs initiateurs, les IMF contribuent au relèvement du niveau de vie de la population à travers les crédits et des épargnes moyennant un certain taux d'intérêt.

C'est dans ce cadre que l'on ose affirmer que « la micro-finance exerce un impact positif dans la lutte contre la pauvreté, elle constitue donc un levier important pour le développement économique »¹⁰.

2.4 REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LA MICRO-FINANCE

Depuis des siècles et sous de multiples formes, la micro-finance a existé. Vers les années 60 – 70 nous trouvons des programmes de prêts à faible taux d'intérêt dont le principal est repris par les banques des pauvres sous leurs formes actuelles.

Ces premières tentatives furent des échecs apparents. Mais quelques cas de réussite reconnus des banques des pauvres furent entre autres la « GRAMEN BANK » dont le fondateur fut « MUHAMMED YANUS » qui décida à son gré de fixer le taux d'intérêt suffisamment élevé pour permettre de couvrir les frais consentis à cette affaire. Malheureusement cette banque s'était consacrée à un nombre restreint d'activités et à des personnes qui n'étaient que des femmes. Celles-ci étaient ciblées comme étant d'avantage pauvres, pensait le secrétaire général de l'ONU, lorsqu'il s'adressa aux participants du premier sommet sur le micro-crédit organisé à Washington en 1997, en ces mots : « lorsque les plus pauvres, en particulier les femmes, bénéficient d'un crédit, ils peuvent agir sur la scène économique et disposer du pouvoir non seulement d'améliorer leur propre vie mais aussi, grâce à un effet d'entraînement, la vie de leurs familles, de leurs communautés et de la communauté des nations »¹¹.

L'accès aux crédits dans les IMF est d'une importance diversifiée. La prestation des services financiers aux pauvres à se maintenir en dehors de la pauvreté »¹².

Le plus souvent, et sans avoir tort, l'image que l'on se fait d'une IMF est celle d'une « ONG financière », une organisation presque exclusivement dédiée à offrir des services financiers de proximité qui vise à assurer l'autopromotion économique et sociale de la population à faible revenu.

Nées d'un système informel qui existait dans les régions en développement, les IMF sont communément appelées « banques des pauvres ». Elles encouragent la plupart de fois les bénéficiaires à constituer des remboursements de chacun de ses membres. Ces ressources permettent aux clients d'accroître leur capacité à se procurer des biens et des services qui leur permettent d'améliorer leurs conditions de vie ainsi que celle de leurs dépendants, ils démarrent et réussissent une activité génératrice de revenu de leurs ménages. L'impact de la micro-finance dépasse les individus et leur cadre purement financier et économique en renforçant la position sociale ainsi que l'autonomie individuelle : elle contribue à un meilleur équilibre entre les genres, modifie et améliore les rapports sociaux entre les membres d'une communauté donnée¹³.

En contrario, les clients des micro-crédits ne réussissent pas et n'augmentent pas de la même manière leur capacité d'accroître leurs revenus. Forte de son existence en Inde et dans une interview accordée au journal « le Monde » du 24 Novembre 2006, Isabelle Guérin affirme : « Ce que j'ai constaté en Inde, ce qu'une large partie des sommes empruntées est utilisée pour des dépenses d'urgence de santé, d'alimentation ou d'amélioration de l'habitat »¹⁴. Elle poursuit en expliquant que : « Les pauvres ont des difficultés à se transformer en entrepreneurs faute de savoir-faire, de réseau relationnel, d'accès à l'information à l'information ou encore en raison de leur attachement ou salariat ou agriculture »¹⁵.

En effet, la pauvreté étant un indicateur de sous-développement économique, certes les pauvres ne possèdent pas toutes les capacités managériales requises pour gérer et rentabiliser une activité. Même s'ils peuvent être capables de gérer leurs affaires, on trouve que dans notre pays en particulier, ils sont butés au contexte d'insécurité tous azimuts. Il n'y a qu'à

¹⁰ Cfr www.planetfinance.org/microfinance.entreprise

¹¹ L. MIMPIYA, « La micro-finance éradique-t-elle la pauvreté » in Congo-Afrique n°428, Octobre 2008, P649-650.

¹² [Htt://www.lamicrofinance.org.online](http://www.lamicrofinance.org.online)

¹³ Cfr L. MIMPIYA, Op cit, p660-661

¹⁴ Idem, p61

¹⁵ I. GUERIN, citée par L. MIMPIYA, op cit. p661

écouter les opérateurs économiques chevronnés qui se lamentent chaque jour ! Pour dire qu'étant habiles ou non expérimentés, les pauvres ou hommes d'affaires devront se livrer au quotidien à une véritable course d'obstacles pour mener à bien leurs activités. S'il en est ainsi pour les personnes expérimentées dans les affaires, on peut comprendre que la tâche serait autrement plus compliquée et plus difficile pour les personnes en situation de précarité qui sont les pauvres. Et les succès ne sont pas toujours ainsi durables qu'on le croit pour ceux des pauvres qui parviennent à réussir¹⁶.

Aussi, il est vrai, en nous basant sur les études menées par la Banque Mondiale depuis 1990 sur trois institutions de micro-finance (GRAMEN BANK, BANGLADESH RURAL ADVANCEMENT DARIDRA, DR-12 connu aujourd'hui sous l'appellation de FONDATION PALII DARIDRA BIMONCHON), ces études ont montré que seulement 3% de ces institutions parviennent chaque année au-dessus du seuil de pauvreté¹⁷.

En définitif, nous pensons que les micro-crédits n'ont pas toujours un effet positif pour dire qu'ils permettent entièrement de garantir un meilleur équilibre économique et social des contractants. Les micro-crédits exigent de la part de ces derniers un certain sens de lucidité car, étant mal affectés ou mal utilisés, les micro-crédits peuvent aggraver la précarité de ceux qui en sont victimes et les exposer au désespoir. Les expériences en sont multiples chez nombreux de nos compatriotes qui ont perdu biens meubles et immeubles suite au non remboursement des emprunts, et ils en sont devenus plus pauvres et plus malheureux qu'avant.

Pour lutter plus efficacement contre la pauvreté et promouvoir la relance économique, un nombre important d'organisations très anciennes et d'autres très récentes se sont inscrites dans le schéma. Beaucoup d'organisations ont été mises sur pied à travers le monde, d'autres en Afrique et d'autres encore dans notre pays, la RDC.

2.5 LES MICRO FINANCES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO ET AU SUD-KIVU¹⁸

Pendant l'époque coloniale les coopératives d'épargne et de crédit avait été favorablement accueillie dans les colonies anglaises. En RDC par contre, leur reconnaissance par l'autorité coloniale fut tardive et une place modeste leur fut réservée.

En définitive, les COOPEC ont vu le jour en RDC tel que visibles sous diverses formes à l'ère actuel. Dans le Document de stratégie de la Croissance et de la Réduction de la Pauvreté (DSCR), le gouvernement congolais a préconisé de réduire la pauvreté en mettant en place 5 catégories d'actions essentielles qui sont¹⁹ :

- Investir dans le développement humain, alimentaire, éducationnel, l'eau et infrastructures sanitaires afin de favoriser l'émergence d'une main d'œuvre productive capable de participer activement à l'économie nationale et mondiale ;
- Aider les petits agriculteurs à accroître leur productivité et à sortir de l'agriculture de subsistance de la disette ;
- Se doter d'infrastructures comme l'électricité, les routes, les ports, les aéroports et des voies de communication afin d'attirer les investisseurs étrangers ;
- Elaborer des politiques de développement industriel qui renforcent les activités du secteur privé non traditionnel, en mettant un accent particulier sur les PME et les PMI.
- Mettre l'accent sur les droits de l'homme et sur la justice sociale afin de promouvoir le bien-être de tous.

Beaucoup de coopératives d'épargne et de crédit ont vu le jour dans la province du Sud-Kivu, ville de Bukavu. La COOPEC Nyawera, CAHI, KAWA, TULINDE HAZINA, MALI FEZA, IMARA. Malheureusement, beaucoup de ces coopératives sont tombé en faillite et les gens y ont perdu leur argent y épargné.

2.6 LES OBJECTIFS DE LA COOPEC NYAWERA

Dans tous ses rayons d'action, la COOPEC NYAWERA vise les objectifs qui s'inscrivent dans le cadre social.

Dans sa stratégie, la COOPEC NYAWERA a pour objectif principal : offrir à ses membres un cadre idéal pour la satisfaction de leurs besoins socio-économiques.

La COOPEC NYAWERA détermine certains objectifs spécifiques à savoir :

¹⁶ Cfr L. MIMPIYA, op cit. p661.

¹⁷ Cfr BRUNEL, cité par L. MIMPIYA, op cit p662.

¹⁸ [Htt://www.memorireonline.com](http://www.memorireonline.com)

¹⁹ Cfr. La DSCR, cité par A. MULUMBA MUNANGA, op cit. p829-830

- Assurer un service d'épargne en vue de sécuriser l'argent des membres ;
- Assurer aux membres une formation en leur procurant des informations utiles en matière de gestion coopérative ;
- Faciliter les membres à accéder aux crédits pour la promotion des activités économiques ;
- Susciter dans le chef des membres un esprit d'entrepreneuriat en vue de la promotion de la micro-entreprise et des autres activités génératrices des revenus.

La COOPEC NYAWERA est animée par les organes classiques ci-après : l'assemblée générale, le conseil d'administration ; le conseil de surveillance, la commission de crédit.

3 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES DONNEES

Ce chapitre constitue la partie la plus importante de notre travail en ce sens qu'il traite des informations qui permettent d'appréhender l'évolution de la collecte des épargnes et l'octroi des crédits, et rôle de ce crédit de la COOPEC NYAWERA dans le milieu rural guichet de KATANA.

Il nous aidera également de savoir si la politique d'octroi des crédits a un impact positif sur la diminution de la pauvreté et une importance capitale sur les activités économiques de la population du groupement d'Irhambi-Katana. Le crédit octroyé par cette COOPEC joue un rôle dans le milieu rural. Il nous permettra ensuite de faire un diagnostic sur le crédit octroyé par cette COOPEC et faire une analyse des activités exercées par les emprunteurs ou bénéficiaires de l'emprunt de cette COOPEC.

Il sera important de présenter les données de base avant de procéder à l'analyse et interprétation des résultats. Lesquelles données provenant de l'enquête effectuée auprès de certaines personnes exerçant les activités dans ce milieu comme : l'Agriculture, élevage,

La caractéristique de principaux enquêtés est essentiellement les activités réalisées dans le milieu rural groupement d'Irhambi Katana. Notre échantillon est composé des commerçants, éleveurs, enseignants, agriculteurs, élèves ou étudiants, leur profession supplémentaire, Etat civil et leur niveau d'étude.

3.1 RÉPARTITION DE L'ÉCHANTILLON

Tableau 1. Répartition de l'échantillon selon le genre de l'enquêté

N°	Sexe	Effectif	Pourcentage
1	M	32	53%
2	F	28	47%
	Total	60	100%

Commentaire :

Notre échantillon est constitué de 60 enquêtés dont 32 hommes, soit une représentativité de 53% et 28 femmes soit 47%. Le taux d'enquête des hommes est plus élevé par le fait qu'ils sont les plus impliqués dans les activités citées sur mon questionnaire d'enquête surtout, le petit commerce, élevage, enseignement. Ils sont aussi souvent les 1^{ers} répondants pour l'exécution d'une activité quelconque surtout en milieu rural.

Tableau 2. Répartition de l'échantillon selon les activités exercées par les enquêtés

Activités	Commerçants	Agriculteurs	Eleveurs	Agents de l'Etat	Autres	Total
Effectifs	18	10	8	12	12	60

Commentaire :

L'implication des commerçants est la plus élevée car si rapidement leurs revenus peuvent améliorer aussi tôt que possible la somme prêtée est affectée.

Tableau 3. Répartition de l'échantillon selon l'âge

N°	Tranches	Effectifs	xi	fixi	Pourcentage
1	16 – 25 ans	20	20,5	410	23%
2	26 – 35 ans	25	30,5	762,5	42%
3	36 – 45 ans	10	40,5	405	22%
4	45 – 55 ans	4	50,5	202	11%
5	56 et plus	1	28	28	2%
	Total	60		1807,5	100%

Commentaire :

$$xi = \frac{Bs + Bi}{2}$$

$$\sum fixi = 1807,5 \text{ et } \sum fi = 60$$

Xi est la moyenne de l'âge des enquêtés qui se calcule de la manière ci-après :

$$xi = \frac{\sum fixi}{\sum fi} = \frac{1807,5}{60} = 30ans$$

Fixi est le produit de l'effectif selon la tranche d'âge et la moyenne de l'âge des enquêtés qui se calcule de la façon suivante :

$$\text{Fixi} = \Sigma * xi$$

Cet échantillon au niveau de l'âge est répertorié en tranches.

Pour constituer l'échantillon de cette investigation, nous avons pris en compte la variation de l'âge à partir de 16 à 56 ans et plus. 20 enquêtés de notre échantillon ont l'âge qui varie entre 16 et 25 ans, soit 23%, 25 ont l'âge variant entre 26 et 35 ans soit 42%, 10 enquêtés ont l'âge qui varie entre 36 et 45 ans soit 22%, 4 de nos enquêtés ont l'âge compris entre 46 et 55 ans soit 11% et 1 enquêté a 56 ans et plus soit 2%. Cela veut dire que la majorité de nos enquêtés se trouvent la tranche d'âge de 26-35 ans.

3.2 ANALYSE ET INTERPRÉTATION

Dans cette partie nous allons nous focaliser sur les éléments suivants :

SAVOIR LE NIVEAU DU CAPITAL DE NOS ENQUÊTÉS

Les résultats nous montrent que la majorité de la population d'Irhambi-Katana n'a pas de montant suffisant investi dans ses activités. 19 de nos enquêtés soit 32% ont montré qu'ils ont un capital qui leur suffit dans leurs activités lucratives pendant que 41 de nos sujets soit 68% ont montré que leur capital est moins signifiant. Cela explique le niveau de pauvreté de la grande majorité de la population du groupement d'Irhambi Katana. Une grande partie de la population surtout les femmes s'occupent des activités agricoles pour l'auto consommation. Le problème est que lorsque quelqu'un n'a pas de moyen pour ouvrir un compte et l'alimenter régulièrement ne peut pas bénéficiaire du crédit. C'est dans ce sens que nous trouvons que c'est une minorité de la population du groupement d'Irhambi Katana qui peut avoir accès au crédit. Par ce résultat, la quatrième hypothèse est confirmée, l'octroi du crédit est inaccessible à la majorité de la population et cela cause à ce que l'arrivée de la COOPEC NYAWERA ne parvient pas à diminuer le niveau de la pauvreté de la population d'Irhambi Katana.

Question n°1 : Avez-vous un capital suffisant pour rentabiliser votre activité ? Ci-dessous les réponses des enquêtés sont répertoriées dans un tableau.

Tableau 4. Point de vue des enquêtés

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	19	32%
Non	41	68%
Total	60	100%

Commentaire :

Les réponses que nous avons eues nous ont confirmé que la population de Katana reconnaît l'existence de la COOPEC Nyawera et surtout la contribution de la mutuelle dans les activités de nos enquêtés. La fréquence montre que 31 de nos enquêtés soit 25% ont quelque fois contracté auprès de la COOPEC Nyawera et 29 soit 48% ont reporté n'avoir jamais contracté de prêt au sein de cette structure de micro-finance. Ce qui nous amène à dire que c'est la minorité de la population de notre milieu d'étude qui contracte les crédits dans les institutions de micro-crédit.

Les réponses que nous avons recueillies à partir de cette question nous montrent que la troisième hypothèse est confirmée. Dans ce cas, le crédit octroyé par la COOPEC Nyawera ne diminue pas la pauvreté de la population du groupement d'Irhambi Katana, car la majorité des gens de ce groupement ne sont pas capables de demander un crédit. Nous n'oublions pas de dire que ce crédit est octroyé moyennant une garantie sous forme de gage et hypothèque. Dans ce sens, lorsque quelqu'un n'a rien à donner comme garantie, il ne peut pas être bénéficiaire d'un crédit.

Question n°2 : Avez-vous un jour contracté un crédit à la coopec Nyawera ?

Le tableau ci-dessous présente les réponses de nos sujets de recherche.

Tableau 5. L'avis des enquêtés pour contracter une dette à la coopec Nyawera

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	31	52
Non	29	48
Total	60	100

Commentaire :

Nous avons trouvé que la plupart de nos enquêtés ont affecté leur prêt dans le petit commerce, 22 de nos sujets soit 36%. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que c'est le petit commerce qui est très rentable dans le milieu rural de Katana. A une période si courte, le revenu d'un petit commerçant peut s'améliorer très rapidement que toutes ces autres activités. En plus du petit commerce, 4 de nos enquêtés soit 6% ont affecté leur prêt à la scolarisation, 7 soit 12% l'ont affecté aux besoins sociaux, 13 soit 22% dans l'activité agricole, 7 soit 12% dans les activités pastorales et enfin 7 soit 12% dans d'autres activités que celles citées ci-haut. A part l'agriculture, le petit commerce représente la deuxième activité menée par la population du groupement d'Irhambi Katana. Ce petit commerce permet aux gens de se procurer les produits de première nécessité, de l'huile végétale, du riz, du sel, du sucre, de la farine de froment, des habits... malheureusement ces produits sont vendus à un prix très élevé dépassant le niveau financier de la population.

Question n°3 : Dans quelle activité aviez-vous affecté le prêt contracté ?

Tableau 6. Nombre d'enquêtés par activité où le prêt fut affecté :

N°	Activités	Effectif	Pourcentage
1	Petit commerce	22	36%
2	Scolarisation	4	6%
3	Besoins sociaux	7	12%
4	Agriculture	13	22%
5	Elevage	7	12%
6	Autres	7	12%
	Total	60	100%

Commentaire :

A 50% de nos enquêtés, la vie est restée la même et parfois, elle est ramenée au rabais par ce prêt de la CoopecNyawera. Ils n'excellent pas dans leurs activités. Dans une allocution avec un enquêté de Mantu-Kabushwa, le sujet nous a dit que le prêt contracté à la Coopec est porte-malheur. Sans emprunt, ses champs étaient productifs, mais la productivité a diminué dès qu'il a pris une dette pour se procurer de la semence. 30 de nos sujets d'enquête soit 50% ont reporté que le prêt de la coopec Nyawera leur a rendu service car ils ont amélioré leurs conditions économiques, ils ont prospéré dans leurs activités.

D'une part, les crédits accordés à la population a amélioré la situation socio- économique, ceci montre que la troisième hypothèse est infirmée, car la moitié de nos enquêtés a montré que le crédit leur accordé par la Coopérative a changé positivement leur situation économique. A partir de ce crédit les uns sont parvenus à scolariser leurs enfants dans des écoles primaires, secondaires, les autres même à l'université. Avec ces crédits les bénéficiaires achètent et construisent des maisons dans lesquelles ils pratiquent les activités commerciales, la production des biens de consommation.

D'autre part, la moitié de nos enquêtés a montré que ce crédit n'a pas d'impact positif sur leur vie. Après l'octroi de ce crédit, au lieu que la situation économique s'améliore, tout devient chaotique. Les bénéficiaires de crédit se trouvent même dans l'impossibilité de rembourser les crédits qui leurs étaient donnés par la Coopérative. Sans oublier que lorsque le bénéficiaire du crédit a été incapable de rembourser ce dernier, la Coopérative vend aux enchères les biens donnés comme garantie. Par cette incapacité de remboursement, beaucoup de maisons des bénéficiaires de crédit ont été vendues aux enchères et ces gens sont restés plus pauvres plus qu'avant. Cela explique qu'après l'octroi de crédit la situation économique d'une grande partie de la population du groupement d'Irhambi Katana s'est dégradée davantage. C'est pourquoi nous pouvons dire que dans ce cas la troisième hypothèse est confirmée.

Question n°4 : Avec cet emprunt, améliorez-vous la productivité et les conditions économiques ?

Tableau 7. Amélioration de la productivité et les conditions économiques

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	30	50%
Non	30	50%
Total	60	100

Commentaire :

Les résultats prouvent que la majorité de la population d'Irhambi-Katana se heurte au problème de remboursement. Sur 60 enquêtés nous avons trouvé 24 soit 40% capables de rembourser ce prêt sans difficulté, tandis que 36 enquêtés soit 60% trouvent des difficultés. Quelques enquêtés de Mabingu, Kabamba et Kadjucu montrent que cela est dû par la disparition de certaines activités et surtout l'inflation monétaire actuelle dans notre pays. Voilà encore ce qui montre réellement que l'octroi de crédit ne change pas positivement la situation économique de la population, car la plupart des demandeurs de crédit ne sont pas capables de rembourser les crédits demandés. Le non remboursement peut être causé par l'insécurité dans le milieu, l'inflation de la monnaie congolaise. Ces raisons causent à ce que ce lui qui a demandé le crédit pour certaines activités économique travaille en perte et n'est plus capable de rembourser le crédit demandé. Dans ce cas, les biens hypothéqués sont vendus par la coopérative et cela cause la pauvreté sérieuse à la population même plus qu'avant l'octroi du crédit. Les gens montrent que c'est lorsque le crédit leur est donné, leur situation économique ne s'améliore plus et dans ce que la capacité de remboursement du crédit devient de plus en plus faible. Bref, l'octroi du crédit n'améliore pas l'économie de la population d'Irhambi Katana, plutôt, il la plonge dans une pauvreté extrême.

Question n°5 : Avez-vous réussi à rembourser le prêt sans difficulté ?

Tableau 8. Ils remboursent des prêts contractés

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	24	40%
Non	36	60%
Total	60	100%

Commentaire :

Nous avons trouvé selon nos enquêtés que dans le groupement d'Irhambi-Katana sur 29 enquêtés soit 48% de la population trouvent une importance du crédit octroyé par la coopec Nyawera. Ceux-là qui trouvent l'importance de l'octroi du crédit représentent une minorité de la population et ce sont eux qui ont suffisamment des moyens financiers pouvant leur permettre de rembourser ce crédit. Ils sont capables de demander une somme colossale à la coopérative et la remboursent sans peine. Ces raisons nous amènent à confirmer la deuxième hypothèse, car le crédit ne peut pas être donné à quelqu'un qui n'a pas de compte toujours en mouvement dans une coopérative d'épargne et de crédit. Tandis que 31 personnes de nos enquêtés soit 52% n'ont pas trouvé l'importance de ce crédit. Cela est dû au manque de sensibilisateurs pouvant informer concernant l'utilisation de ce prêt reçu. Mais aussi par le fait que certaines activités n'avancent suite à la situation conjoncturelle de notre

pays. La pauvreté dans laquelle est plongée la majorité de la population d'Irhambi Katana ne peut pas la permettre de connaître la nécessité de l'octroi du crédit par la coopérative d'épargne et de crédit. C'est pourquoi la grande partie s'occupe strictement des activités agricoles et ne s'intéressant pas de la demande de crédit.

De toutes ces réponses, nous observons et pouvons affirmer l'hypothèse selon laquelle « on ne prête qu'aux riches ». Cette hypothèse est vue comme un guide pour les membres de la coopec Nyawera. Ce principe est justifiable par le fait que seuls ceux qui ont peu de fortune peuvent avoir droit à un prêt car leurs biens acquis peuvent rembourser le montant prêté pour éviter la faillite à la coopec Nyawera.

Question n°6 : Le crédit octroyé par la COOPEC Nyawera est-il nécessaire pour lutter contre la pauvreté ?

Tableau 9. L'importance du crédit octroyé

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	21	48%
Non	39	52%
Total	60	100%

Commentaire :

Avec les résultats représentés dans ce tableau ci-dessus, nous avons trouvé selon nos enquêtés que dans Irhambi-Katana sur 29 enquêtés soit 48% de la population trouvent une importance du crédit octroyé par la coopec Nyawera. Tandis que 31 soit 52% n'ont pas trouvé l'importance de ce crédit. Cela est dû au manque de sensibilisateurs pouvant informer concernant l'utilisation de ce prêt reçu. Mais aussi par le fait que certaines activités n'avancent suite à la situation conjoncturelle de notre pays. Vu ces résultats, nous pouvons encore une fois affirmer que ce crédit ne parvient pas à lutter contre la pauvreté de la population du groupement d'Irhambi-Katana.

Question n°7 : Quelles sont les conditions pour obtenir un prêt auprès de la coopec Nyawera ?

Les réponses de nos enquêtés reprennent les différents points suivants :

- Etre membre de la coopec Nyawera
- Avoir une parcelle
- Avoir une occupation rentable
- Etre adulte et avoir des biens à donner en gage.

De toutes ces réponses, nous observons et pouvons affirmer l'hypothèse selon laquelle « on ne prête qu'aux riches ». Cette hypothèse est vue comme un guide pour les actionnaires de la coopec nyawera. Ce principe est justifiable par le fait que seuls ceux qui ont peu de fortune peuvent avoir droit à un prêt car leurs biens acquis peuvent rembourser le montant prêté pour éviter la coopec Nyawera à la faillite.

4 CONCLUSION

Notre étude a porté sur le rôle d'une institution de micro-finance dans la lutte contre la pauvreté : cas de la COOPEC NYAWERA, guichet de Katana. Nous nous sommes assignés l'objectif d'examiner l'importance des prêts octroyés par les institutions de micro-finance pour le développement économique d'un milieu donné, spécifiquement le groupement d'Irhambi-Katana.

Pour vérifier les hypothèses émises, nous nous sommes servis de la méthode comparative, analytique, historique et descriptive. Pour récolter les données fiables pour la constitution de ce travail, nous avons utilisé le questionnaire d'enquête, les interviews libres et les techniques documentaires.

A l'issue de la présentation, l'analyse et l'interprétation des données, nous avons constaté ce qui suit :

- La plupart de bénéficiaires de prêt l'affectent dans le petit commerce, surtout de l'agriculture, l'élevage et la satisfaction des besoins sociaux. Ceci prouve que la première hypothèse est confirmée, les résultats nous montrent toutes les activités économiques sont financées, mais surtout le petit commerce.
- La majorité de nos enquêtés éprouve le besoin d'un prêt car le capital investi dans les activités n'est pas suffisant. Ce résultat nous amène à trouver que l'hypothèse suivante est confirmée, car selon les enquêtes, les agents économiques du groupement d'Irhambi-Katana ne se suffisent pas sur le plan financier et c'est pourquoi ils n'ont pas accès au crédit

car pour en avoir il faut avoir ouvert un compte et y avoir suffisamment de l'argent. C'est pourquoi nos enquêtes prouvent que l'implantation de la Coopérative d'Epargne et de crédits Nyawera n'a pas lutté suffisamment contre la pauvreté dans le groupement d'Irhambi/Katana.

- 40% de notre population d'étude a reconnu avoir remboursé le prêt reçu de l'institution de micro-finance avec difficulté.
- 52% ont montré la nécessité du crédit octroyé à la COOPEC NYAWERA pour la lutte contre la pauvreté.
- 75% de nos enquêtés ont montré qu'ils ne bénéficient pas d'une aide venant des organismes pour renforcer leurs activités. Eu égard tout cela relevé ci-haut, nous pouvons dire que l'octroi de crédit par la COOPEC NYAWERA ne diminue pas la pauvreté de la population du groupement d'Irhambi katana. Selon nos enquêtes, la situation économique de la population d'Irhambi Katana est restée presque la même avant la venue de la coopérative comme après.

REFERENCES

- [1] SMITH Adam, Recherche sur la nature et les causes de la richesse de nations ; Paris 1976.
- [2] ATIM G. vers une meilleure santé en Afrique, Ed. Dalloz, Paris 2002
- [3] BEERNARY Y et All, Le dictionnaire Economique et financier. Ed. Dalloz, Paris 1975
- [4] DEBOURSE R. Economie du développement et information d'économie politique CRP, KIN, 2006
- [5] SCHUMPETER Joseph : La théorie de l'évolution économique, Paris 1935
- [6] Verhulst, Economie financière, Paris 1975
- [7] PINTO. R et GRAWITZ. M, Méthodes des Sciences sociales, Ed. Dalloz, Paris 1971
- [8] CHUMUSA NTALEMWA, Efficacité des groupes solidaires dans le remboursement des crédits, cas de la MECREGO, mémoire inédit, ISC-GOMA 2009-2010
- [9] MIRINDI MULUMEODERHWA, Problématique de la réduction de la pauvreté par les IMF, cas de COOPEC NYAWERA, guichet de Kavumu, Mémoire inédit ISTD MULUNGU 2009-2010
- [10] MUYANDA KASAMURA Bienfait, L'impact des crédits octroyés par la COOPEC NYAWERA agence de GOMO sur le développement économique de PME 2008-2011 TFC inédit. ISC GOMA
- [11] NTAKOBAJIRA BATUMIKE, Jean-Pierre, Etude de l'impact de la problématique économique dans le territoire de KABARE cas spécifique du groupement d'ISHUNGU 2008-2009, TFC inédit
- [12] MUSHAGALUSA BUJIRIRI KIZITO, La problématique d'accès au crédit face au développement des activités agricoles dans le territoire de KABARE, cas du groupement d'Irhambi Katana. Mémoire inédit UOB.
- [13] Professeur MUHEHE Gaspard, Cours d'économie du développement et planification économique. L1 ECO PUB ; UOB, inédit 2014-2015

LA PARTICIPATION A LA CONSERVATION DU PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA PAR LES PYGMÉES

[PARTICIPATION IN CONSERVATION OF THE NATIONAL PARC OF KAHUZI-BIEGA BY THE PYGMIES]

**MUNGUACIZA KABUNGA Benjamin¹, MUSHAGALUSA MUDEKEREZA George², CIREGEREZA RUGARABURA Olivier³, SIFA
RUGARABURA⁴, and BULONZA MUGALIHYA⁵**

¹Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

²Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV Walungu), RD Congo

³Assistant, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

⁴Assistante, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

⁵Assistante, Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM/Nyangezi), RD Congo

Copyright © 2019 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 order to have the Kahuzi-Biega National Park considered a World Heritage Site, it is essential to have the indigenous population (the pygmies) to be evicted. They were not happy with the way they were kept out of their natural environment, because they live from hunting and gathering that can only be done in the forest, unfortunately for them being a reserve.

Indeed, the pygmies found themselves outside the park but they still have the courage to allow the Congolese Institute of Nature Conservation (ICCN) to protect the ecosystem in Kahuzi-Biega Park.

They are also major guides and collaborators for scientific research. They contribute very significantly to the work by providing accurate information on the species of the park: identification, distribution, eco-ethology, use of the environment, traditional use of species by pygmy communities. It is often that they deserve to be co-authors of the scientific work on the Kahuzi Biega National Park (PNKB).

In the fight against poaching, pygmies are essential by the watching they provide and the information they provide about the movements of poachers.

KEYWORDS: Conservation, Pygmies, Kahuzi Biega National Park, Participation, Global Patrimony, Natural Resources.

RESUME: Pour que le parc national de Kahuzi-Biega soit considéré patrimoine mondial, il a fallu à ce la population autochtone (les pygmées) y soit expulsée. Ces derniers n'ont pas été contents de la façon dont ils ont été mis à l'écart de leur milieu naturel, car ces derniers vivent de la chasse et de la cueillette qui ne peuvent se faire que la forêt, malheureusement pour eux constituant une réserve.

En effet, les pygmées se sont retrouvés en dehors du parc mais ces derniers ont toujours le courage permettre à l'institut congolais de conservation de la nature (ICCN) à protéger l'écosystème dans le parc de Kahuzi-Biega.

Ils sont par ailleurs des guides et collaborateurs majeurs pour les recherches scientifiques. Ils contribuent de façon très significative aux travaux en apportant des informations précises sur les espèces du parc : identification, distribution,

écoéthologie, utilisation du milieu, usage traditionnel des espèces par les communautés pygmées. C'est bien souvent qu'ils mériteraient de figurer comme co-auteurs des travaux scientifiques sur le PNKB.

Dans la lutte anti-braconnage, les Pygmées sont incontournables par la surveillance qu'ils assurent et les informations qu'ils fournissent sur les mouvements des braconniers.

MOTS-CLEFS: Conservation, Pygmées, Parc National de Kahuzi-Biega, Participation, Patrimoine mondial, Ressources Naturelles.

INTRODUCTION

De par l'histoire de l'Afrique, les pygmées sont les premiers habitants de l'Afrique. Malgré cela ils sont écartés dans la gouvernance et la gestion de la chose publique.

La vie des pygmées dans le temps était caractérisée par le nomadisme, cela veut dire que la stabilité de ce peuple dans un milieu dépendait de la disponibilité des animaux dans la zone. Aussitôt terminé, ils étaient obligés de déménager les milieux vers les autres et cela parce qu'ils n'avaient pas la notion des limites territoriales, partout où ils se trouvaient, ils étaient chez eux.

Chaque famille avait une zone de chasse et ceci ne pouvait pas poser des problèmes car la nature était presque inhabitée.

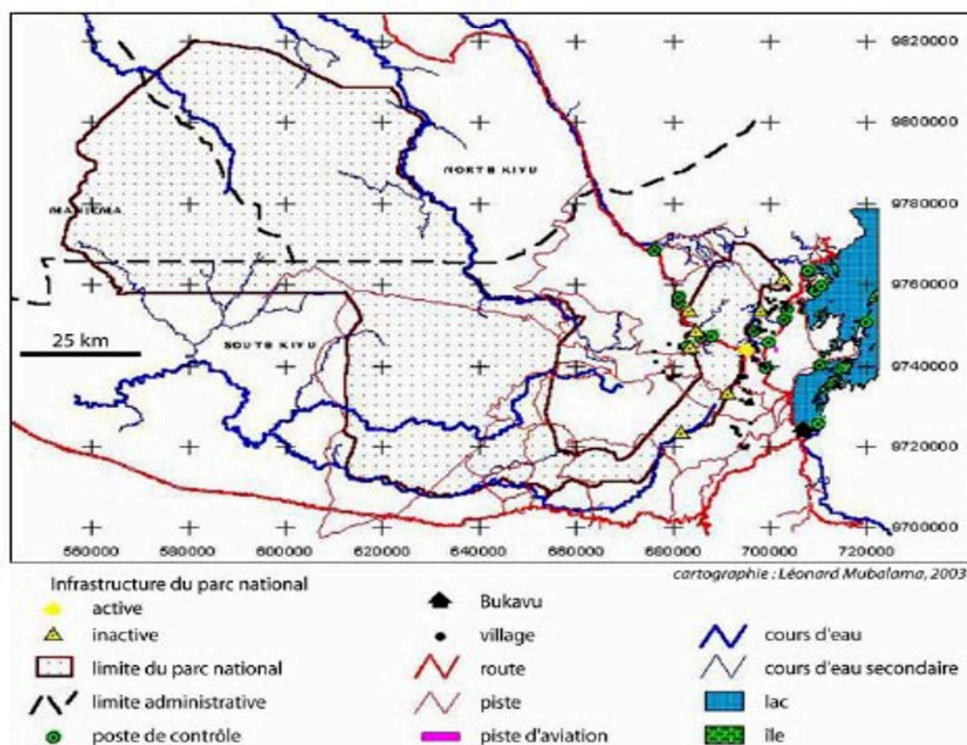
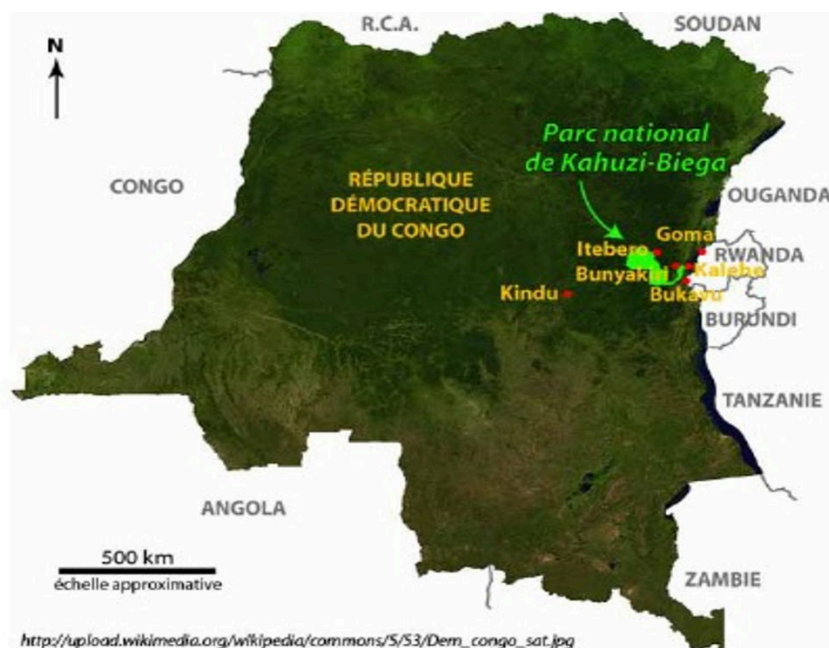
Aujourd'hui, on retrouve parmi eux un taux élevé d'analphabète personnes minimisées, pour cela ils n'ont plus accès à la forêt (la terre) et que toutes les forêts restent aux chefs coutumiers du trésor et au patrimoine mondial tel que le Parc National de Kahuzi-Biega qui est devenu le site mondial.

Le parc national de Kahuzi-Biega (PNKB), l'un des 7 parcs nationaux et des 5 sites du patrimoine de l'humanité que compte la république démocratique du Congo (RDC), fut créé en 1970 dans le but de protéger une espèce endémique des forêts orientales, le gorille de plaine.

C'est pour cette raison que les pygmées y ont été chassés, car leurs activités de chasse et cueillette ne permettrait plus à ce qu'ils y vivent.

LE PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA ET LES PYGMEES

Le PNKB chevauche les provinces du Sud/Kivu, du Nord/Kivu et du Maniema (carte ,2). Il a été classé dès 1937 comme « Réserve zoologique et forestière du mont Kahuzi » par l'administration coloniale belge (ordonnance n° 81/AGRI). En 1970, l'ordonnance n° 70/316 a classé cette réserve comme parc national de Kahuzi-Biega » avec une superficie de 60 000 ha. La superficie a été portée à 600 000 ha par ordonnance n° 75/238 du 22 juillet 1975.



Carte 1 : Le parc national de Kahuzi-Biega : limites et infrastructures

En 1980, le parc a été inscrit sur la liste des biens de l'humanité, puis en 1996 sur la liste des patrimoines en péril suite à une forte pression humaine sur les ressources naturelles. Avec les guerres, plus de 90 % de sa superficie a échappé au contrôle de l'institut congolais pour la conservation de la nature (ICCN).

LES PYGMEES ET LES ROUSSOURCES NATURELLES DU PARC

Grâce à leurs rapports quotidiens avec la forêt, les Pygmées ont une connaissance approfondie de ses ressources naturelles. Cette connaissance peut servir la conservation ou le pillage du parc. Par leur mode de vie de chasseurs-cueilleurs et leurs pratiques culturelles, les Pygmées sont des collaborateurs privilégiés du PNKB.

Ils sont en particulier employés comme pisteurs pour la protection de l'écosystème et le tourisme.

D'après le modèle nord-américain de protection stricte, un parc national ne doit pas être habité, même par ceux qui y sont nés (Colchester, 1995). L'application stricte de ce modèle a conduit à évacuer les populations qui se trouvaient à l'intérieur des nouvelles limites définies par l'ordonnance de 1975, notamment les Pygmées.

Actuellement, la plupart des Pygmées du Bushi-Buhavu vivent dans les villages bantous situés sur l'axe Bunyakiri-Kalonge dans le territoire de Kalehe et sur l'axe Tshivanga-Kalehe dans les territoires de Kabare et de Kalehe, limitrophes du PNKB, où ils constituent une minorité. Ils sont estimés à 150 000 sur l'étendue de la RDC (IRIN, 2000) ; Ilundu et Kapupu (1992) les ont estimés à 30 000 dans la province du Sud-Kivu.

En 1993, dans les villages du pourtour de l'ancien tracé du PNKB dans les territoires de Kabare, de Bunyakiri et de Kalehe, Shalukoma (1995) a recensé 1 608 personnes, réparties en 400 ménages. Ces communautés sont de plus en plus démunies, elles sont sans moyen de production et aucune n'a jamais été propriétaire de terres, sauf celle des collines Muyange et Cibuga à Combo. Les Pygmées ont aussi été victimes des guerres (Shalukoma et Murhula, 2001).

C'est parce qu'ils ont su habituer les gorilles à la présence humaine que le PNKB a été, au début des années 1970, le premier parc au monde à organiser des visites aux gorilles en milieu naturel. En 1996, pendant la guerre, au moment où l'ICCN avait perdu le contrôle du parc, les Pygmées ont d'eux-mêmes protégé et gardé les familles de gorilles dans les secteurs touristiques.

Les Pygmées sont par ailleurs des guides et collaborateurs majeurs pour les recherches scientifiques. Ils contribuent de façon très significative aux travaux en apportant des informations précises sur les espèces du parc : identification, distribution, éco-éthologie, utilisation du milieu, usage traditionnel des espèces par les communautés pygmées. C'est bien souvent qu'ils mériteraient de figurer comme co-auteurs des travaux scientifiques sur le PNKB.

Dans la lutte anti-braconnage, les Pygmées sont incontournables par la surveillance qu'ils assurent et les informations qu'ils fournissent sur les mouvements des braconniers. C'est grâce à leur concours, que le massacre des gorilles et des éléphants a été réduit. Avec leur aide, plus de 3 000 collets métalliques ont été saisis en un seul mois, ce qui a épargné les petits mammifères. En dénonçant les fraudeurs, ils ont permis que la fréquence des entrées illégales dans le parc (secteur touristique) diminue sensiblement. Leur implication se marque également par deux cérémonies traditionnelles. La première, dite du « rite aux moutons », a lieu une fois l'an : elle vise la sauvegarde des gorilles lors des calamités naturelles et des attaques extérieures. La deuxième est l'intronisation du chef du parc pour que celui-ci protège efficacement la forêt et ses ressources, surtout les gorilles.

Les Pygmées qui vivent au voisinage du PNKB reconnaissent la nécessité de l'interaction entre le parc et eux : s'ils ne pouvaient pas s'impliquer dans les activités de protection et d'écotourisme, ils perdraient leur cadre de référence.

IMPLICATION DES PYGMEES DANS LE PROCESSUS DE CONSERVATION DE LA « NATURE » DANS LE PARC DE KAHUZI-BIEGA

Depuis l'époque coloniale, des Pygmées ont été engagés par le parc. Cette implication dans les activités du parc leur apporte, non seulement des revenus monétaires, mais aussi des avantages sociaux. Le PNKB offre un emploi à 15 % des jeunes Pygmées actifs recensés dans la région, ce qui représente en réalité environ 80 % de la masse active. Ainsi, 32 chefs de ménage ont un emploi permanent, dont 16 comme gardes-pisteurs et 16 autres dans la réhabilitation des infrastructures. En moyenne, le parc offre aux chefs des ménages 30 autres emplois temporaires par trimestre pour des travaux ponctuels.

Avant les guerres, les Pygmées s'investissaient surtout dans la chasse de subsistance, dans des prélèvements et cueillettes divers (chenilles, champignons, bois de chauffe, miel, plantes médicinales) et dans la collecte de trophées pour les manifestations culturelles. Pendant les guerres, certains se sont trouvés au centre du braconnage de la faune. Sur 13 réseaux de braconnage des grands mammifères identifiés en 1999, 9 étaient dirigés par des Pygmées. Ainsi, les massacres d'animaux ont conduit à la quasi élimination des éléphants dans l'ancien tracé du parc où ils sont passés de 771 à 2 individus. Ils ont également provoqué une forte diminution des gorilles qui sont passés de 258 à 130 individus.

Le recrutement de 42 Pygmées, réputés experts braconniers ou animateurs de différents réseaux de trafic des produits de la faune et de la flore, a été effectué. Ils ont été engagés sur un contrat à durée déterminée (4 ans) en attendant la fin des guerres pour envisager une solution durable. Cette stratégie a beaucoup contribué à freiner la destruction du milieu. D'un

coup, les massacres de gorilles, d'éléphants et de chimpanzés ont diminué ainsi que l'exploitation de certains ligneux du parc (e.g. *Prunus africana*). Des résultats concrets ont été enregistrés comme l'arrêt déjà mentionné des massacres d'éléphants et de gorilles, mais aussi l'ouverture d'un mini-sanctuaire pour accueillir les animaux confisqués aux braconniers (photo 1 a, b, c).

L'igname sauvage, dont le nom vernaculaire est Birongo, est l'un des produits forestiers non ligneux préférés des Pygmées. Elle peut représenter jusqu'à 47 % de leur alimentation quotidienne. Le Birongo pousse spontanément dans des milieux non cultivés relativement éloignés des villages de la périphérie du parc. Ceci oblige les Pygmées à parcourir jusqu'à plus de 20 km pour s'approvisionner. Selon Dupriez et De Leener (1986), cette igname compte parmi les « plantes perdues de l'Afrique ».

La période de récolte de cette igname s'étend de mars à août et la période de latence de septembre à février. Le jaunissement des feuilles signale la maturité des tubercules situés entre 1 et 3 m de profondeur. Dans une bonne terre, un pied peut produire 1 à 2 sacs d'environ 50 kg.

Pour un ménage moyen de 5 personnes (3-4 enfants), la quantité moyenne de cette igname nécessaire pour un repas est de $842 \pm 1\,082$ g (cv =12 %). Dans la ration l'igname est consommée avec des légumes verts dans 56 % des cas, sans accompagnement dans 26 % des cas. Cette igname est réellement l'aliment de base des Pygmées autour du parc national de Kahuzi-Biega.

Ce qui précède laisse penser que, sans intervention, la plante est probablement exposée à l'extinction. Dans la périphérie du parc national de Kahuzi-Biega, les possibilités de mise en culture de cette plante ont donc été étudiées. L'objectif est de la rendre plus facilement accessible, tout en permettant de préserver d'autres ressources forestières et de diminuer ainsi les collectes illicites. La domestication avec usage de compost semble utile et faisable. Les essais de culture ont donné des bons résultats, puisqu'environ 80 % des plants mis en terre ont donné des ignames sans problèmes majeurs. Mais il faut maintenant s'intéresser à la conservation des tubercules après récolte. Un autre problème est le manque de terre cultivables en effet les Pygmées sont des paysans sans terre : seulement 59 % des ménages ont des champs en location, tous d'une superficie inférieure à 0,1 ha.

CONCLUSION

La pauvreté généralisée des populations dans les alentours du PNKB est à l'origine des prélèvements illicites des ressources naturelles : ainsi il n'y a pas que les Pygmées qui ont les regards tournés vers le parc... Développer certaines alternatives apporterait un soulagement à ces populations et favoriserait la conservation car, comme on dit, « ventre creux n'a point d'oreilles ». L'ICCN développe donc une politique de conservation communautaire au PNKB. Bien qu'ils aient pu participer à la destruction massive des ressources naturelles du PNKB, les Pygmées s'impliquent aujourd'hui activement dans leur sauvegarde. L'une des stratégies efficaces pour atteindre ce résultat a été le recrutement d'experts braconniers. Il a ainsi suffi de donner un emploi permanent aux meneurs des réseaux d'exploitation et de trafic des jeunes primates pour déstabiliser puis anéantir cette activité destructrice en moins de trois mois.

Les années de crise socio-économique qui ont secoué le pays ont encouragé les Pygmées et les autres ethnies à participer à un projet, lancé par le PNKB/GTZ, d'essai de domestication de l'igname sauvage, le *Birongo*. Les premiers résultats sont très encourageants, mais les effets encore peu perceptibles après neuf mois d'expérimentation. Ce projet a constitué une autre alternative importante pour laquelle les groupements de base partenaires et les Pygmées eux-mêmes se motivent de plus en plus. Des développements se dessinent puisque le professeur Nyakabwa de l'Université

de Bukavu (UOB) propose la mise en culture de plusieurs formes de *Birongo* pour permettre d'assurer l'appoint alimentaire nécessaire pendant les périodes sans précipitations dans les zones à climat équatorial humide (*Cahier du Cerpru*, 2000). La valeur nutritive des tubercules de *Birongo* n'est pas différente de celle d'autres tubercules cultivés dans cette région, mais une unique souche de *Birongo* peut donner une récolte moyenne de 60 kg, ce qui est une forte productivité. Cette alternative est ainsi porteuse d'espoir pour toute une population (en particulier pour ses ménages les plus démunis) et pour le monde de conservation.

REFERENCES

- [1] ACCT, 1986 – L'igname, techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris
- [2] COLCHESTER M., 1995 – Nature sauvée, nature sauvage, Peuples indigènes, zones protégées et conservation de la biodiversité. UNRISD, World Rainforest Movement, DP 55
- [3] ICCN, projet PNKB/GTZ, 2001 – Le PNKB et le Pygmée de ses alentours. Feuilleton
- [4] Mazingira n° 6
- [5] ILUNDU S., KAPUPU DIWA M., 1996 – Plan d'action triennal, sédentarisation des
- [6] Pygmées encadrés par PIDP, 1996-1999. PIDP-Kivu
- [7] IRIN, 2000 – Rapport des Nations Unies sur les droits des minorités dans les Grands lacs
- [8] DUPRIEZ Ph., DE LEENER H., 1986 – Agriculture tropicale en milieu paysan africain Coédition Harmattan Enda, 282 p.
- [9] MEMENTO DE L'AGRONOME, 2000 – « L'igname »
- [10] NYAKABWA, 2000 – Le développement rural en république démocratique du Congo au tournant du millénaire, Cahier du Cerpru n° 14, 222
- [11] SHALUKOMA Ch., MURHULA A.J., 2001 – Vision de stratégie de conservation des ressources naturelles du parc à travers l'intégration socio-économique des Pygmées vivants autour du PNKB. PNKB/GTZ, ICCN
- [12] SHALUKOMA Ch., 1995 – Enquête socio-économique sur les Pygmées vivant aux alentours du parc national de Kahuzi-Biega. Projet PNKB/GTZ
- [13] SHALUKOMA Ch., 2001 – Analyse de l'interdépendance socio-économique et
- [14] écologique entre le parc national de Kahuzi-Biega et la population pygmée de son hinterland, axe Mudaka-Lemera. Mémoire multigraphié

Croissance comparée de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) grossi en bassins et en cages flottantes à base d'aliment commercial

[Compared growth of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in ponds and floating cages using commercial feed]

O. G. EDEA¹⁻², L. C. HINVI⁴, Y. ABOU³, A. B. GBANGBOCHE¹⁻², and P. LALEYE⁴

¹Laboratoire de Biotechnologie et d'Amélioration Animale (LABAA), Institut des Sciences Biomédicales Appliquées (ISBA), Cotonou, Benin

²Ecole de Gestion et d'Exploitation des Systèmes d'Elevage, Université Nationale d'Agriculture. BP 43 Kétou, Benin

³Laboratoire d'Hydrologie Appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Benin

⁴Laboratoire d'Hydrologie et d'Aquaculture (LHA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Benin

Copyright © 2019 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 article aims to highlight body development through weight monitoring and other morphometric parameters of *Clarias gariepinus* reared in concrete tanks and floating cages for 150 days. Then, 6400 individuals with average body weight (103.91 ± 32.74 g) and initial total length (24.08 ± 2.31 cm) were distributed in two floating cages ($5 \times 5 \times 2.5$ m³) on Lake Toho in Benin and two concrete tanks ($3.8 \times 3.8 \times 1.5$ m³) at densities of 2000 individuals / cage and 1200 individuals / tank respectively. The fish were hand-fed three times a day until apparent satiety with a pelleted commercial feed containing 45% crude protein. The results obtained showed better performance in floating cages than in tanks and were respectively as follows: total length (53.37 ± 6.31 vs 43.47 ± 4.56 cm), standard length (48.10 ± 5.58 vs 38.86 ± 4.32 cm), pre-dorsal length (15.20 ± 2.16 vs 12.46 ± 1.62 cm), length of the head (9.74 ± 1.92 vs 7.48 ± 1.13 cm), dorsal fin base length (30.19 ± 4.46 vs 24.46 ± 2.97 cm), interorbital width (5.78 ± 1.89 vs 4.50 ± 0.61 cm), body height (6.45 ± 1.14 vs 5.20 ± 0.80 cm), height of the caudal peduncle (4.12 ± 0.66 vs 3.32 ± 0.49 cm), body weight (1245.43 ± 479.33 vs 661.91 ± 230.51 g). This confirms that when conditions permit, the use of floating cages is to be promoted.

KEYWORDS: *Clarias gariepinus*, growth, pond, cage, commercial feed.

RÉSUMÉ: L'article a pour but de mettre en exergue, le développement corporel à travers le suivi du poids et autres paramètres morpho métriques de *Clarias gariepinus* élevés en bassins bétonnés et cages flottantes pendant 150 jours. Pour ce faire, 6400 individus de poids corporel moyen ($103,91 \pm 32,74$ g) et de longueur totale ($24,08 \pm 2,31$ cm) initiaux ont été répartis dans deux cages flottantes ($5 \times 5 \times 2,5$ m³) sur le lac Toho au Bénin et deux bassins en béton ($3,8 \times 3,8 \times 1,5$ m³) aux densités respectives de 2000 individus/cage et 1200 individus/bassin. Les poissons ont été manuellement nourris trois fois par jour jusqu'à satiété apparente avec un aliment commercial granulé contenant 45% de protéines brutes. Les résultats obtenus, ont montré de meilleures performances en cages flottantes qu'en bassins et se présentent respectivement comme il suit: longueur totale ($53,37 \pm 6,31$ vs $43,47 \pm 4,56$ cm), longueur standard ($48,10 \pm 5,58$ vs $38,86 \pm 4,32$ cm), longueur pré dorsale ($15,20 \pm 2,16$ vs $12,46 \pm 1,62$ cm), longueur de la tête ($9,74 \pm 1,92$ vs $7,48 \pm 1,13$ cm), longueur de la base de la nageoire dorsale ($30,19 \pm 4,46$ vs $24,46 \pm 2,97$ cm), largeur inter orbitaire ($5,78 \pm 1,89$ vs $4,50 \pm 0,61$ cm), hauteur du corps ($6,45 \pm 1,14$ vs $5,20 \pm 0,80$ cm), hauteur du pédoncule caudal ($4,12 \pm 0,66$ vs $3,32 \pm 0,49$ cm), poids vif corporel ($1245,43 \pm 479,33$ vs $661,91 \pm 230,51$ g). Ceci confirme que lorsque les conditions le permettent, l'utilisation des cages flottantes est à promouvoir.

MOTS-CLEFS: *Clarias gariepinus*, croissance, bassin, cage, aliment commercial.

1 INTRODUCTION

L'élevage en cage flottante de *Clarias gariepinus* Burchell 1822, a montré des résultats encourageants notamment pour la croissance [1]. Dans une expérience de 8 semaines sur la croissance de *Clarias gariepinus* de poids initial moyen de 32 g, [2] ont rapporté que le poids final moyen a varié de 346 g (200 poissons/m³) à 385 g (50 poissons/m³), avec des taux de survie variant de 85 à 95% [1]. Malgré que cette technique reste embryonnaire en Afrique et particulièrement au Bénin, elle est ancienne en Asie du Sud-Est depuis la fin du XIXe siècle et s'est répandue progressivement dans de nombreux pays où la pisciculture en cages en eau douce et en milieu marin, y compris en haute mer, dans les estuaires, les lacs, les réservoirs, les étangs et les rivières est bien connue [3] ; [4]. Selon [5], l'élevage en cage de *C. gariepinus* constitue une opportunité pour relever le niveau de production, compte tenu des performances de cette espèce ; en effet, *C. gariepinus* a une longueur adulte moyenne de 1 à 1,5 mètres, atteignant une longueur maximale de 170 cm. Il croît rapidement et se nourrit d'une grande variété de sous-produits agricoles et peut atteindre 29 kg. Il est rustique et tolère des conditions défavorables liées à la qualité de l'eau, même en densités élevées. En captivité le rendement varie entre 6t et 16 t/ha/an [6]. La qualité et le meilleur goût de sa chair en font un poisson très demandé [7]. Le présent travail est une contribution à l'amélioration de la production locale du poisson-chat et a pour objectif d'évaluer et comparer les performances zootechniques ce poisson en terme de croissance, à travers le poids et les paramètres morphométriques.

2 MATERIEL ET METHODES

Cette expérience a été conduite sur deux sites pendant 150 jours (du 15 juillet 2015 au 15 Décembre 2016), en bassins et en cages flottantes. Les deux sites sont respectivement le Centre de Recherche et d'Incubation Aquacole du Bénin (CRIAB) de la Fondation TONON sis à Ouèdo dans la commune d'Abomey-Calavi (6° 26' 55" NORD, 2° 21' 20" EST) et le Centre d'Incubation Aquacole de Toho sis à Pahou dans la commune de Ouidah (6° 22' 00" NORD, 2° 05' 00" EST). La population de départ est constituée de 6400 alevins de *Clarias gariepinus* (poids, 103,91±32,74 g et longueur, 24,08±2,31cm) produits à base d'aliment commercial fournis par le CRIAB. Le système d'élevage est constitué de deux bassins en bétons de forme carrée chacun (3,8 m x 3,8 m x 1,5 m) et de deux cages flottantes de forme carrée chacune (5 m x 5 m x 2,5 m). Les poissons ont été nourris manuellement à satiété à raison de trois rations par jour (9h, 13h et 17h), avec un aliment commercial granulé « SKRETTING® » dont la teneur en protéine brute est de 45%. A 150 jours, un échantillon de 4000 poissons (sexes confondus) dont 700 par bassin et 1300 par cage flottante a été prélevé pour être soumis aux mensurations suivantes : la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la longueur prédorsale (LP), la longueur de la tête (Lte), la longueur de la base de la nageoire dorsale (LBND), la largeur inter-orbitaire (Lio), la hauteur du corps (HC), la hauteur du pédoncule caudal (HPC) et le poids vif (PV) (figure 1).

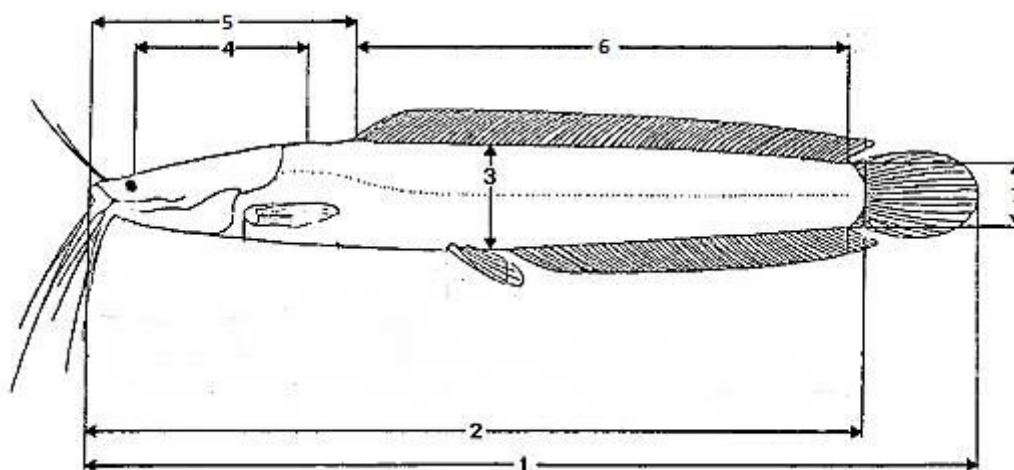


Fig. 1. Principales mensurations effectuées sur *C. gariepinus* [8]

Légende : Longueur totale (1), longueur standard (2), hauteur du corps (3), longueur de la tête (4), largeur interorbitaire, longueur prédorsale (5), longueur de la base de la nageoire dorsale (6), hauteur du pédoncule caudal (7).

Une balance électronique (AND : A & D Company Limited ; SHS : Super Hybrid Sensor) de portée maximale 2200 g (précision: 0,01 g) est utilisée pour la pesée des poissons de petite taille et une seconde balance électronique (UWE) de portée maximale 30 kg (précision : 5 g) pour peser les individus de grande taille. La mesure des paramètres morpho métriques a été faite à l'aide d'un ichtyomètre pour des poissons de grande taille, et d'un pied à coulisse pour les spécimens de petite taille, la longueur totale et la longueur standard.

3 ANALYSE STATISTIQUE

La procédure des modèles linéaires généralisés (Proc GLM) de SAS 3.2 (Statistical Analysis System 3.2, 2008) a été appliquée aux données (Poids, longueur totale, longueur standard, longueur prédorsale, longueur de la tête, longueur de la base de nageoire dorsale, largeur inter-orbitaire, hauteur du corps et la hauteur du pédoncule caudal) pour l'analyse de variance. Les moyennes calculées sont comparées par le test *t de Student*. Les effets fixes sont constitués du dispositif (bassin, cage flottante), du sexe (mâle, femelle), de l'âge (J1, J150), du stade (fpg : fin pré grossissement ; fgb : fin grossissement en bassin ; fgc : fin grossissement en cage).

Ce modèle se présente de la manière suivante :

$$Y_{ijklm} = \mu + D_i + S_j + t_k + v_l + e_{ijklm}$$

Avec : μ = moyenne générale ;
 D_i = effet fixe du dispositif (bassin, cage flottante) ;
 S_j = effet fixe du sexe (mâle, femelle) ;
 t_k = effet fixe de l'âge (J1, J150) ;
 v_l = effet fixe du stade (fpg, fgb, fgc) ;
 e_{ijklm} = effet résiduel aléatoire.

4 RESULTATS

Le tableau 1 présente le PV, LT, LS, LPr, Lte, LBND, Lio, HC et HPC à 150 jours. Au terme des essais, les poids moyens obtenus sont de 661,91±30,51 et 1245,43±79,33 g, avec des GMQ de 3,72±0,29 g et de 7,61±2,50 g respectivement en bassins et en cages flottantes. Ce tableau1 révèle que le sexe a une influence ($p<0,05$) sur LT et le PV. Le dispositif d'élevage a aussi influencé ($p<0,05$) le PV et tous les paramètres morpho métriques. Ceci se traduit au terme des essais, que le poids et les paramètres morpho métriques des poissons élevés en cages flottantes sont toutes supérieures à ceux élevées en bassins, justifiant l'évidence de l'influence positive des cages flottantes sur la croissance des poissons.

Tableau 1. Paramètres pondéral et morphométriques de *C. gariepinus* en fonction du sexe, du dispositif, de l'âge et du stade à J150

Facteurs fixes de variation	LT	LS	LP	Lte	LBND	Lio	HC	HPC	PV
Sexe	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Mâle	40,93±13,17	36,71±10,86	11,83±3,91	7,08±2,36	23,13±7,19	4,29±1,29	4,90±1,54	3,21±1,02	652,65±85,9
Femelle	41,93±11,90	36,98±11,92	11,64±3,47	7,30±3,01	23,06±7,58	4,44±2,14	4,99±1,76	3,10±0,99	738,10±03,5
Dispositif d'élevage	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Bassins	35,44±10,28	31,64±9,30	10,12±3,09	5,99±2,02	19,85±6,00	3,70±1,07	4,24±1,33	2,73±0,82	430,60±27,37
Cages flottantes	53,37±6,31	48,10±5,58	15,20±2,16	9,74±1,92	30,19±4,46	5,78±1,89	6,45±1,14	4,12±0,66	1245,43±79,33
Age	***	***	***	***	***	***	***	***	***
J1	24,80±2,31	21,44±2,16	6,82±0,80	3,89±0,68	13,33±1,36	2,57±0,33	2,88±0,48	1,88±0,27	103,91±32,74
J150	47,82±7,30	42,92±6,72	13,66±2,32	8,47±1,90	26,98±4,67	5,06±1,47	5,75±1,14	3,67±0,69	918,20±63,15
Stade	***	***	***	***	***	***	***	***	***
fpg	24,08±2,31	21,44±2,16	6,82±0,80	3,89±0,68	13,33±1,36	2,57±0,33	2,88±0,48	1,88±0,27	103,91±32,74
fgb	43,47±4,56	38,86±4,32	12,46±1,62	7,48±1,13	24,46±2,97	4,50±0,61	5,20±0,80	3,32±0,49	661,91±30,51
fgc	53,37±6,31	48,10±5,58	15,20±2,16	9,74±1,92	30,19±4,46	5,78±1,89	6,45±1,14	4,12±0,66	1245,43±79,33
Moyenne	41,08±12,43	36,82±11,30	11,72±3,69	7,17±2,65	23,10±7,35	4,36±1,69	4,94±1,64	3,17±1,01	686,78±37,39

LT : longueur totale ; LS : longueur standard ; LP : longueur prédorsale ; Lte : longueur de la tête ; LBND : longueur de la base de la nageoire dorsale ; Lio : largeur interorbitaire ; HC : hauteur du corps ; HPC : hauteur du pédoncule caudal ; PV : poids vif ; fpg : fin pré grossissement ; fgb : fin grossissement en bassin ; fgc : fin grossissement en cage. Les moyennes avec des lettres non identiques sont significativement différentes. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$; NS : non significatif

Le tableau2 montre la corrélation élevée et positive, entre le poids et les paramètres morpho métriques des mesurés, indiquant que tous ces paramètres de croissance évoluent dans le même sens.

Tableau 2. Corrélation de Pearson entre le poids et les paramètres morphométriques de *C. gariepinus* grossi en bassins et en cages flottantes

	Bassins en béton								
	LT	LS	LP	Lte	LBND	Lio	HC	HPC	PV
LT		0,96 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,78 (0,0001)	0,84 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,75 (0,0001)	0,72 (0,0001)	0,89 (0,0001)
LS	0,96 (0,0001)		0,81 (0,0001)	0,78 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,74 (0,0001)	0,69 (0,0001)	0,87 (0,0001)
LP	0,82 (0,0001)	0,81 (0,0001)		0,73 (0,0001)	0,72 (0,0001)	0,77 (0,0001)	0,67 (0,0001)	0,64 (0,0001)	0,79 (0,0001)
Lte	0,78 (0,0001)	0,78 (0,0001)	0,73 (0,0001)		0,70 (0,0001)	0,77 (0,0001)	0,74 (0,0001)	0,59 (0,0001)	0,76 (0,0001)
LBND	0,84 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,72 (0,0001)	0,70 (0,0001)		0,75 (0,0001)	0,69 (0,0001)	0,64 (0,0001)	0,80 (0,0001)
Lio	0,82 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,77 (0,0001)	0,77 (0,0001)	0,75 (0,0001)		0,79 (0,0001)	0,65 (0,0001)	0,82 (0,0001)
HC	0,75 (0,0001)	0,74 (0,0001)	0,67 (0,0001)	0,74 (0,0001)	0,69 (0,0001)	0,79 (0,0001)		0,55 (0,0001)	0,77 (0,0001)
HPC	0,72 (0,0001)	0,72 (0,0001)	0,64 (0,0001)	0,59 (0,0001)	0,64 (0,0001)	0,65 (0,0001)	0,55 (0,0001)		0,70 (0,0001)
PV	0,89 (0,0001)	0,89 (0,0001)	0,79 (0,0001)	0,76 (0,0001)	0,80 (0,0001)	0,82 (0,0001)	0,77 (0,0001)	0,70 (0,0001)	
Cages flottantes									

L'analyse du tableau3, excepté la teneur en ammonium, ne révèle pas de différence significative entre les taux de mortalité et les paramètres physico-chimiques de l'eau dans les bassins et les cages flottantes, sauf la température et le pH.

Tableau 3. Paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage de *Clarias gariepinus* en bassins et en cages flottantes et mortalité

Dispositif	Bassins	Cages flottantes	Moyennes générales
Paramètres de la qualité de l'eau			
Température (°C)	28,32±0,49 ^a	27,81±0,56 ^b	28,07±0,58
pH	7,61±0,32 ^a	7,40±0,29 ^b	7,51±0,32
O2 (mg/l)	4,21±0,54 ^a	4,31±0,59 ^a	4,26±0,57
NH3/NH4 (mg/l)	0,28±0,13 ^a	0,27±0,15 ^a	0,28±0,14
NO2 (mg/l)	0,42±0,13 ^a	0,40±0,15 ^a	0,41±0,14
NO3 (mg/l)	0,32±0,13 ^a	0,30±0,13 ^a	0,31±0,13
Paramètre de survie			
Mortalité (%)	11,50±5,93 ^a	11,36±4,88 ^a	11,43±5,4

5 DISCUSSIONS

Le GMQ obtenu dans la présente étude est élevé en bassins mais reste faible par rapport aux valeurs 5,48 ; 5,12 et 4,58 g rapportées par [9] pour la même espèce élevée en cages en bambou aux densités respectives de 25 ind./m³ ; 50 ind./m³ et 75 ind./m³. Par rapport au poids moyen final des poissons dans la présente étude, la valeur obtenue en bassins est plus faible que les valeurs indiquées par [9] et [10] pour la même espèce, tandis que la valeur obtenue en cages flottantes est plus élevée. Ces différences pourraient éventuellement être attribuées au faible taux de protéines brutes (42%PB) de l'aliment utilisé, à la densité des poissons, le dispositif d'élevage, le milieu d'élevage, la qualité d'aliment distribué, la fréquence de distribution des aliments, même si cet auteur n'a pas apporté de détails sur cet aspect. En effet, selon [11], la croissance *Clarias* est tributaire de la densité de stockage, la qualité de la protéine alimentaire, la teneur en énergie de l'aliment, l'état physiologique du poisson (âge, sexe), les paramètres environnementaux, les conditions d'élevage et la disponibilité d'aliment. Toutefois, la densité de stockage est l'un des principaux facteurs déterminants de la croissance [12]; [13] et de la biomasse finale récoltée [14]. Son

élévation entraîne une augmentation du stress, qui conduit à une augmentation des besoins en énergie, causant une réduction du taux de croissance et de l'utilisation alimentaire [15]; [16]. Les références [17] et [18] ont rapporté une variation considérable de la croissance du poisson-chat tant en pisciculture que dans le milieu naturel.

L'effet du sexe est en concordance avec les études de [11] qui rapportent que le sexe du poisson fait partie des facteurs qui influencent sa croissance.

Quant à l'effet du dispositif, les observations sont conformes à celle de [19] qui signalent des valeurs de croissance journalière de $0,19 \pm 0,01$ g/j en bassins en béton contre $0,42 \pm 0,00$ g/j en cages flottantes pour une souche isolée de tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron*. Par ailleurs, dans cette étude, les poissons se retrouvent dans leur habitat naturel. De plus, l'eau d'élevage des poissons se renouvelle spontanément offrant à ces derniers un environnement favorable à leur croissance.

Quant à l'âge, il affecte significativement ($p < 0,05$) le poids corporel et les paramètres morpho métriques des poissons, et confirme les résultats rapportés par [11] qui affirment aussi que l'état physiologique et l'âge sont des facteurs d'influence de la croissance du poisson.

Par ailleurs, les valeurs moyennes des paramètres de qualité de l'eau au sein des deux dispositifs d'élevage (bassins et cages) ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$) sauf pour la température et le pH. Cependant, en dehors de l'ammonium, tous les paramètres enregistrés quelle que soit la structure d'élevage se situent dans les intervalles convenables pour le bien-être de l'espèce qui se présentent comme il suit : 28 à 30°C pour la température [20] ; teneur en oxygène dissous ≥ 3 mg/l ; teneur en nitrite < 250 mg/l ; 0,2 – 10 mg/l pour le nitrate [21]. La teneur en ammonium enregistrée dans les deux structures d'élevage est supérieure à la valeur optimale de 0,05 ppm indiquée par [22]. Cet écart pourrait être attribué comme indiqué par [23], à la forte densité d'élevage puis le fort taux d'alimentation. En effet, ces deux facteurs réduisent la teneur en oxygène dissous et augmentent la concentration en ammonium de l'eau, surtout en élevage en cage avec absence de circulation de l'eau. Toutefois, la qualité générale de l'eau d'élevage en bassins et en cages durant nos essais ont permis d'obtenir de bons taux survie des poissons et ne présentant aucune différence significative ($p > 0,05$).

6 CONCLUSION

Les résultats de la présente étude ont révélé une croissance significativement différente de *Clarias gariepinus* en bassin et en cage, avec la population élevée en cage présentant les meilleures performances. Ainsi, l'élevage en cage pourra permettre aux producteurs d'atteindre de meilleurs poids corporels de poissons en un temps record et par conséquent, améliorer la production et la marge bénéficiaire de ces derniers. En outre, les cages présentent un double avantage ; en plus d'exempter du surcoût que constitue le pompage de l'eau dans les bassins à l'aide d'énergie électrique, ils maintiennent la libre circulation de l'eau, s'adaptent bien avec une utilisation directe de l'eau du milieu naturel où le rapport biomasse par volume d'eau est faible. La quantité de déchets produits sera consommée par les bactéries qui se développent naturellement dans le milieu en grand nombre. Aussi, en plus de bénéficier d'aliment commercial complet, les poissons se sentent dans leur milieu naturel et ont la possibilité de valoriser les zoo et phytoplanctons, conditions qui améliorent sans aucun doute les performances de croissance de l'espèce. De ce fait, nous recommandons la promotion de l'élevage en cage flottante de *Clarias gariepinus* surtout en vue du potentiel hydrographique dont dispose le Bénin.

REFERENCES

- [1] A. Coulibaly, N. I. Ouatarra, T. Koné, V. N'douba, J. Snoeks, G. Gooré Bi and E. P. Kouamelan, "First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: Effect of stocking density on survival and growth rates." *Aquaculture* 263, pp. 61–67, 2007. (Available online at www.sciencedirect.com).
- [2] K. Hengsawat, F. J. Ward, P. Jarutjarnorn, "The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burshell 1822) cultured in cages." *Aquaculture* 152, pp. 67–76, 1997.
- [3] J. Balcazar, A. Aguirre, G. Gomez, and W. Paredes, "Culture of Hybrid Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus*) in Marine Cages: Effects of Stocking Density on Survival and Growth", 2006.
- [4] C. T. Eng and E. Tech, "Introduction and history of cage culture", 2002.
- [5] M. Moniruzzaman, K. B. Uddin, S. Basak, Y. Mahmud, M. Zaher, S. C. Bai, "Effects of Stocking Density on Growth, Body Composition, Yield and Economic Returns of Monosex Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) under Cage Culture System in Kaptai Lake of Bangladesh." *J Aquac Res Development* 6(8), pp. 357–363, 2015. doi:10.4172/2155-9546.1000357
- [6] R. Froese and P. Daniel, "*Clarias gariepinus*" in Fish Base. December 2011 version.
- [7] A. O. Sogbesan and A. A. A. Ugwumba, "Nutritional Evaluation of Termite (*Macrotermes subhyalinus*) Meal as animal protein Supplements in the Diets of *Heterobranchus longifilis* fingerlings." *Turkish J of Fish and Aquatic Sci* 8, pp. 149–157, 2008.

- [8] Y. Fermon, "La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : manuel technique." 294p, 2008.
- [9] A. Dasuki, J. Auta, and S. J. Oniye, "Effect of stocking density on production of *Clarias gariepinus* (Tuegels) in floating bamboo cages at kubanni reservoir, Zaria, Nigeria." *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(1), pp. 112 – 117, 2013.
- [10] J. Umaru, J. Auta, S. J. Oniye and P. I. Bolorunduro, "Growth and economic performance of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Juveniles to imported and local feeds in floating bamboo cages." *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 4(2), pp. 221-226, 2016.
- [11] T. Lovell, "Nutrition and Feeding of Fish. An AVI Book, published by Van Nostrand Reinhold, New York." 318p, 1989.
- [12] C. R. Engle and D. Valderrama, "Effect of stocking density on production characteristics, costs, and risk of producing fingerlings channel catfish." *North American Journal of Aquaculture* 63, pp. 201-207, 2001.
- [13] M. A. Rahman, M A. Mazid , M. R. Rahman, M. N. Khan, M. A. Hossain and M. G. Hussain , "Effect of stocking density on survival and growth of critically endangered *mashseer*, *Tor putitora* (Hamilton), in nursery ponds." *Aquaculture* 249, pp. 275-284, 2005.
- [14] T. Boujard, L. Labbé and B. Aupérin, "Feeding behaviour, energy expenditure and growth of rainbow in relation to stocking density and food accessibility." *Aquaculture Research* 33, pp. 1233-1242, 2002.
- [15] J.F. Leatherland and C.Y. Cho, "Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Richardson." *J. Fish. Biol.*, 27, pp. 583-592, 1985.
- [16] N. Aksungur, M. Aksungur, B. Akbulut and I. Kutlu, "Effects of Stocking Density on Growth Performance, Survival and Food Conversion Ratio of Turbot (*Psetta maxima*) in the Net Cages on the Southeastern Coast of the Black Sea." *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7, pp. 147-152, 2007.
- [17] J. P. Grobler, H. H. Du Preez and F. H. Van der Bank, "A comparison of growth performance and genetic traits between four selected groups of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822)." *Comp. Biochem. Physiol.* 102, pp. 373-377, 1992.
- [18] B. C. W. Van der Waal, "Survival strategies of sharptooth catfish *Clarias gariepinus* in desiccating pans in the northern Kruger National Park, Koedoe." 41, pp. 131–138, 1998.
- [19] N. I. Ouattara, V. N'douba, T. Kone, J. Snoeks & J-C. Philippart, "Performances de croissance d'une souche isolée du Tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* (Perciformes, Cichlidae) en bassins en béton, en étangs en terre et en cages flottantes." *Ann. Univ. M. NGOUABI*, 6 (1); pp. 113-119, 2005.
- [20] G. G. Teugels, "A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae)." *Annales Musee Royal de L'Afrique Centrale. Sciences Zoologiques*, 247; pp. 1-199, 1986.
- [21] C. E. Boyd, "Water quality for pond aquaculture." *Research and Development Series No.43. International center for Aquaculture and Aquatic Environments*, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 1998.
- [22] W. J. A. R. Viveen, C. J. J. Richter, P. G. W. J. v. Oordt, J. A. L. Janssen et E. A. Huisman, "Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*)." Département de Pisciculture et de Pêche de l'Université Agronomique de Wageningen, 91 p, 1985.
- [23] G. Karnatak et V. Kumar, "Potential of cage aquaculture in Indian reservoirs." *IJFAS*; 1(6), pp. 108-112, 2014.

Evaluation du niveau de transfert de métaux lourds (cadmium, cuivre, plomb et zinc) dans *Lactuca sativa* L. co-cultivée avec *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf

[Evaluation of the transfer level of heavy metals (cadmium, copper, lead and zinc) in *Lactuca sativa* L. co-cultivated with *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf]

Issaka SENOU^{1,2}, Mamadou NIMI³, Hassan B. NACRO⁴, and Antoine N. SOME^{1,5}

¹Laboratoire des Systèmes Naturels, des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), Institut du Développement Rural (I.D.R), Université Nazi BONI (U.N.B) Bobo-Dioulasso, BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

²Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, Université de Dédougou (UDDG), BP : 176, Dédougou, Burkina Faso

³Laboratoire de géochimie du Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB), Bobo Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

⁴Laboratoire d'étude et de recherche sur la fertilité du sol (L.E.R.F), Institut du Développement Rural (I.D.R), Université Nazi BONI (U.N.B); BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

⁵Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques, Burkina Faso

Copyright © 2019 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 ability of certain vegetable crops has been proven in the accumulation of heavy metals. Among these species is lettuce (*Lactuca sativa* L.). In Burkina Faso, the ability of some local species to accumulate heavy metals has also been demonstrated. Among these species we have lemongrass (*Cymbopogon citratus*). To promote their introduction into cropping systems, a study was initiated to evaluate the effects of lettuce-citronella associations on the transfer of heavy metals in lettuce organs and soil chemical parameters. The experimental setup was in completely randomized factorial blocks comprising three treatments and three replicates. Treatments compared pure lettuce (T0) culture with alternating lettuce-lemongrass combinations on the same line (T1) and citronella lettuce where lemongrass plants are placed in interline lettuce (T2). The effects of these associations on the transfer of heavy metals in lettuce were evaluated. Their effects on soil chemical parameters were also evaluated.

The results obtained show a significant reduction ($p > 0.05$) of the amount of lead accumulated in the leaves of lettuce compared to that of lemongrass for treatments T1 and T2. As for the chemical parameters of the soil; cation exchange capacity, organic matter, assimilable phosphorus and total potassium were significantly affected by the associated culture compared to the pure culture of lettuce. The promotion of lettuce-citronella associations can be considered for the reduction of lead accumulation by lettuce.

KEYWORDS: Lemongrass, Lettuce, heavy metals, co-cultivation.

RESUME: L'aptitude de certaines cultures maraichères a été prouvée dans l'accumulation des métaux lourds. Parmi ces espèces figure la laitue (*Lactuca sativa* L.). Au Burkina Faso, l'aptitude de certaines espèces locales à accumuler les métaux lourds a été également démontrée. Au nombre de ces espèces on a la citronnelle (*Cymbopogon citratus*). Pour favoriser leur introduction dans les systèmes de culture, une étude a été initiée pour évaluer les effets des associations laitue-citronnelle sur le transfert de métaux lourds dans les organes de la laitue et les paramètres chimiques du sol. Le dispositif expérimental était en blocs

factoriels complètement randomisés comprenant trois traitements et trois répétitions. Les traitements ont comparé la culture pure de la laitue (T0) aux associations laitue-citronnelle alternés sur la même ligne (T1) et laitue-citronnelle où les plants de citronnelle sont placés dans les interlignes de la laitue (T2). Les effets de ces associations sur le transfert des métaux lourds dans la laitue ont été évalués. Leurs effets sur les paramètres chimiques du sol ont été également évalués.

Les résultats obtenus, montrent une réduction significative ($p > 0,05$) de la quantité de plomb accumulée dans les feuilles de la laitue comparée à celle de la citronnelle pour les traitements T1 et T2. Quant aux paramètres chimiques du sol ; la capacité d'échange cationique, la matière organique, le phosphore assimilable et le potassium total ont été affectés significativement par la culture associée comparée à la culture pure de la laitue. La promotion des associations laitue-citronnelle peut être envisagée pour la réduction de l'accumulation de plomb par la laitue.

MOTS-CLEFS: Citronnelle, Laitue, métaux lourds, co-culture.

1 INTRODUCTION

Dans bon nombre de pays d'Afrique subsaharienne, le maraichage est une activité qui se pratique beaucoup en zone urbaine et périurbaine. Il constitue ainsi une source d'approvisionnement des villes en denrées alimentaires et une source de revenus pour les maraîchers issus principalement de la frange défavorisée de la population [1]. Ceci est d'autant plus important que la population urbaine ne cesse de croître dans ces pays, avec une population vivant en ville qui atteindra 600 millions de personnes à l'horizon 2030 [1]. Toutefois, certaines pratiques constatées dans cette activité peuvent susciter des inquiétudes. En effet, divers types de déchets urbains (ménagers, biomédicaux, boues d'épuration...) sont principalement utilisés comme fertilisants des sols maraichers en zone urbaine et périurbaine. Si de telles formes de fertilisations des sols permettent le développement des plantes grâce à l'apport de matières organiques, elles sont aussi des sources potentielles voire avérées de contamination de ces mêmes sols [2], [3], [4]. Ainsi, diverses substances au nombre desquels les métaux lourds comme le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) voient leurs teneurs augmenter dans les sols [5]. Selon [6], l'épandage de déchets urbains contribue à augmenter de 7% le Cd (soit 68 tonnes/an), 5% le Cu (soit 5.300 tonnes/an), 28% le Zn (soit 3.200 tonnes/an) et 3% le Pb (soit 8.300 tonnes/an) dans les sols en France.

L'une des principales voies pour l'imprégnation de ces métaux lourds par l'Homme est la consommation des végétaux cultivés sur ces sols contaminés. Ces végétaux ont la capacité de puiser à travers leurs racines ces substances et les accumuler dans les différents organes (racines, tiges, feuilles) [7]. L'inquiétude découle du fait que ces métaux lourds sont connus pour avoir à certaines concentrations des effets néfastes sur la santé des consommateurs [8], [9]. Parmi ces nombreuses espèces maraichères accumulant les métaux lourds figure la laitue [10]. Elle a été considérée comme une espèce à risque s'agissant de l'accumulation du cadmium [10] et fait partie des principales espèces rencontrées sur les périmètres maraichers du Burkina Faso [11]. Au Burkina Faso, l'aptitude de certaines espèces locales à accumuler les métaux lourds a été démontrée [11]. Au nombre de ces espèces figure *Cymbopogon citratus* (citronnelle). Cette espèce peut accumuler en moyenne 0,57 mg de Cadmium ; 4,85 mg de cuivre ; 0,012 mg de plomb et 7,53 mg de zinc par kg de matière sèche [13]. Par ailleurs, d'autres études ont montré qu'une association culturale entre un hyperaccumulateur des métaux lourds et une espèce sensible peut contribuer à réduire l'accumulation des métaux lourds dans la plante sensible. Ainsi, des travaux de [14] ont montré que l'hyperaccumulateur du zinc *Sedum alfredii* permet de réduire de façon significative l'accumulation de ce métal dans les grains de maïs en co-culture.

Les recherches ont été menées pour évaluer le niveau de transfert de métaux lourds dans la laitue co-cultivée avec *Cymbopogon citratus*. L'objectif de cette étude est de réduire le niveau d'accumulation de métaux lourds dans la laitue par *C. citratus* en co-culture.

2 MATERIELS ET METHODE

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée sur le site maraicher de Dogona situé dans la commune urbaine de Bobo-Dioulasso (04 ° 20'W, 11 ° 06'N, 405 m altitude). Les sols de Bobo-Dioulasso sont du type ferralitique. De texture argileuse kaolinitique dans l'horizon B, ils présentent une infiltration satisfaisante. Les sols dominants sont ceux de type ferrugineux tropicaux sur matériaux divers (sableux, sablo-argileux, argilo-sableux, etc.). Les pH de ces sols varient en général entre 5 et 6,5 [15]. Le climat est de type sud-soudanien et la ville de Bobo-Dioulasso est située entre les isohyètes 900 et 1100 mm caractéristique du climat sud-soudanien

[16]. On y distingue une saison sèche qui va de novembre à mai et une saison pluvieuse de mai à octobre. Les températures moyennes minimales mensuelles varient de 18°C à 25° en mai. Les températures moyennes maximales mensuelles varient 29° en aout à 37°C en mars. Les vents soufflent à une vitesse moyenne de 2m/s en novembre à 3,5m en mai. La moyenne de l'insolation varie de 5,6 heures en aout à 8,7 heures en novembre. La moyenne minimale de l'humidité relative varie de 12% en février à 66% en aout.

2.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Lactuca sativa L. et *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf sont des herbacées appartenant respectivement aux familles des Astéracées et des Poacées.

2.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé à trois répétitions comprenant les traitements suivants :

T0 : Culture pure de la laitue avec un écartement de 25 cm sur les lignes et 25 cm entre les lignes

T1 : Association laitue + *Cymbopogon citratus* : plants de laitue alternés avec des plants de citronnelle à des écartements de 10 cm sur la même ligne.

T2 : Association laitue + *Cymbopogon citratus* : plants de citronnelle placés dans les interlignes de la laitue avec une distance de 10 cm avec les lignes de laitue.

2.4 PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS DE SOLS ET D'ORGANES VÉGÉTAUX

2.4.1 SOL

Les échantillons de sol ont été d'abord prélevés juste avant le repiquage des plants afin d'évaluer le niveau de contamination actuelle du sol. A la récolte, des échantillons de sols ont encore été prélevés dans la zone rhizosphérique des plantes dans les différents traitements. Afin de tenir compte de l'hétérogénéité du milieu, un échantillon composite a été constitué à partir d'un mélange de 5 prises élémentaires équipondérales.

2.4.2 ORGANES VÉGÉTAUX

Les différents échantillons ont été prélevés 40 jours après repiquage des plants de laitue. Pour ce faire, quatre (4) plantes entières ont été récoltées par planche pour constituer un échantillon composite. Les différentes parties végétales (racines, tiges et feuilles) ont été séparées, lavées à l'eau distillée pour éliminer toute contamination externe puis transvasées dans des sacs en plastique bien étiquetés et transportées au laboratoire. Ces échantillons ont été ensuite séchés à température ambiante puis à l'étuve à 70 °C pendant 24 heures.

2.5 ANALYSE DES SOLS ET DES ORGANES VÉGÉTAUX

2.5.1 ANALYSE DE MÉTAUX LOURDS

Les teneurs en métaux lourds ont été déterminées dans les sols et dans les organes végétaux de la laitue et de la citronnelle. Les analyses de métaux lourds ont été réalisées au laboratoire de Géochimie de la direction régionale du Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB). Les différents échantillons ont été d'abord minéralisés à chaud avec HNO₃. Pour le dosage des métaux lourds dans les solutions, la lecture a été faite au spectromètre à absorption atomique (SAA) à flamme. L'appareil utilisé est un Perkin Helmer AAnalyst100. Le dispositif était géré par un ordinateur. Pour chaque élément, la valeur de la concentration affichée par l'ordinateur est obtenue à partir d'une courbe de calibration obtenue par la lecture de solution standard de concentrations connues (généralement 1 ppm, 5 ppm et 10 ppm).

2.5.2 ANALYSES CHIMIQUES

Les analyses chimiques des échantillons de sol ont été réalisées au laboratoire Eau-Sol-Plantes du département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP) de l'Institut de l'Environnement et des Recherches agricoles (INERA).

La méthodologie de l'extraction des éléments étudiés se présente comme suit :

- Le pH_{eau} a été déterminé par la méthode électronique au pHmètre à électrodes en verre dans un rapport sol/solution de 1 :2,5.
- Le P assimilable a été déterminé selon la méthode [17]. Son extraction est faite avec une solution mixte de chlorure d'ammonium (NH₄Cl) et d'acide chlorhydrique (HCl). Les mesures sont effectuées au spectrophotomètre à 880 nm de longueur d'onde en utilisant le molybdate d'ammonium (NH₄ 6Mo₇.4H₂O).
- Le carbone du sol a été déterminé par la méthode de [18] (oxydation à froid du carbone du sol au bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) 1 N dans un milieu acide sulfurique concentré).
- La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par la méthode de Metson à l'acétate d'ammonium. Un échantillon de 25 g de sol est percolé avec 75 ml d'une solution molaire d'acétate d'ammonium.
- Pour la détermination du P-total, de N-total et du K-total, les différents échantillons ont préalablement été minéralisés à chaud avec un mélange H₂SO₄-Se-H₂O₂. Les teneurs en N-total et P-total ont été par la suite déterminées dans les minéralisats à l'aide d'un colorimètre automatique. Quant à la teneur en K-total, elle a été déterminée au moyen d'un photomètre de flamme.

2.6 TRAITEMENT DES DONNÉES

L'analyse statistique des données a été réalisée avec le logiciel R version 3.5.1. (R Core Team (2018)). Un test de normalité a été effectué et suivant le résultat les variables ont été soumises soit à un test non paramétrique (test de Kruskal-Wallis), soit à une ANOVA. La comparaison des moyennes pour l'ANOVA a été faite par le test de Tukey. Le seuil de signification pour l'ensemble des tests était de 5%.

3 RESULTATS

3.1 PARAMÈTRES CHIMIQUES DES SOLS AVANT ET APRÈS CULTURE

Les résultats analytiques des paramètres chimiques des sols sont consignés dans le Tableau I. Les valeurs de pH sont comprises entre 6,73 et 7,35 respectivement pour les traitements T2 et T0. La valeur de pH n'a pas significativement modifiée quel que soit le model d'association. Les teneurs en carbone, phosphore assimilable, azote et matière organique du sol ont baissé dans les traitements en co-culture (T1 et T2) tandis que le P-total et le K-total ont subi une augmentation. Cependant, cette baisse n'a été significative que pour la matière organique et la phosphore assimilable. Le rapport C/N a par contre baissé de 1 unité avec la co-culture. Quel que soit le traitement, la CEC a baissé avec la présence de culture. Elle est plus faible dans les sols en co-culture que dans les sols en culture pure de la laitue. La CEC des sols avant culture est 3 fois plus élevée que celle des sols avec culture.

Tableau 1. Paramètres chimiques du sol avant et après culture

Traitements	Paramètres chimiques du sol								
	pHeau	Carbone (%)	CEC (méq/100g)	M.O (%)	P-Total (mg/kg)	P-Assimilable (mg/kg)	K-total (mg/kg)	N (%)	C/N
T0/A0	7,01a	1,91a	16,80a	3,32a	595,5a	62,14b	1790,2a	0,17a	12a
T0	7,35±0,05a	1,64±0,24a	5,33±b	2,76±0,23ab	557,93±35,79a	29,05±1,86a	2304,03±60,82b	0,18±0,12a	12,67±0,58a
T1	7,18±0,76a	1,77±0,24a	4,81±0,85b	2,66±0,34b	608,3±17,2a	56,71±11,61b	2100,1±88,1b	0,16a	11±1a
T2	6,73±0,35a	1,36±0,27a	4,61±0,20b	2,53±0,40b	620,83±61,32a	53,36±6,08b	2249,97±181,14b	0,16±0,01a	11,33±0,58a
Probabilité	0,37	0,07	0,017*	0,01*	0,25	0,001**	0,001**	0,95	0,05

T0/A0 : sol avant installation des cultures, **T0** : sol culture pure de laitue, **T1** : sol culture de la citronnelle alternée à la laitue sur même ligne, **T2** : sol culture de la citronnelle entre les lignes de laitue. Les lettres identiques dans une colonne entre deux valeurs indiquent qu'elles ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%,

3.2 TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DES SOLS AVANT ET APRÈS CULTURE

Les teneurs initiales en métaux lourds et celles après culture sont consignées dans le Tableau II. Les sols de départ présentent des teneurs en zinc (130, 63 mg/kg) plus élevés que les autres métaux lourds (0,24 mg/kg). Le cadmium est le métal qui a la plus faible teneur. La même tendance est observée dans les sols rhizosphériques des plantes après culture quel que

soit le traitement. De façon générale, les teneurs sont plus élevées dans les sols après cultures comparés aux sols avant culture. Des différences significatives sont notées entre les teneurs en métaux lourds des sols avant culture et des sols après culture. Ces différences sont observées pour le Cu avec le traitement T1, pour le Pb avec le traitement T1 et T2 et avec le Zn pour tous les trois traitements (T1, T2, T3). La teneur en Cd dans les sols avant et après culture n'a pas montré de différence significative quel que soit le traitement.

Tableau 2. Teneurs en métaux lourds dans les sols avant et après culture

Traitements	Teneurs en métaux lourds (mg/kg de matière sèche) n=3			
	Cd	Cu	Pb	Zn
T0/A0	0,24a	11,32a	27.84a	130,63a
T0	0,21±0.17a	13,21±3,91a	35,07±13,44a	153,43±15,88b
Probabilité	0,8	0,44	0,49	0,03*
T0/A0	0,24a	11,32a	27.84a	130,63a
T1	0,28±0,19a	15,94±2,93b	32,27±2,37a	364,33±298,36b
Probabilité	0,49	0,04*	0.03*	0,04*
T0/A0	0,24a	11,32a	27.84a	130,63a
T2	0,23±0,25a	14,4±1,67a	28,49±4,25a	180,92±37,49a
Probabilité	0,97	0,04*	0,8	0,04*

T0/A0 : sol avant installation des cultures, **T0** : sol culture pure de laitue, **T1** : sol culture de la citronnelle alternée à la laitue sur même ligne, **T2** : sol culture de la citronnelle entre les lignes de laitue. Les lettres identiques dans une colonne entre deux valeurs indiquent qu'elles ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%, n : nombre de répétitions *valeur de probabilité significative.

3.3 TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DANS LES ORGANES DE LA LAITUE EN CULTURE PURE

Les niveaux des métaux lourds étudiés dans les différents organes (racines, tiges et feuilles) de laitue sont présentés dans le Tableau III. Quel que soit l'organe végétal, le zinc est le métal plus accumulé suivi du plomb. La racine est l'organe végétal qui a le plus accumulé le Zinc, le plomb et le cuivre avec des teneurs respectivement plus élevées en zinc (108,74 mg/kg), plomb (18,09 mg/kg) et cuivre (13,19 mg/kg). Les teneurs en Cu et Pb ont varié de manière très significative ($P>0,001$) entre les différents organes. La plus forte teneur en cadmium (0,94 mg/kg) a été notée dans les feuilles. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les organes. Par contre, des différences significatives ont été observées pour les teneurs en zinc, plomb et cuivre dans les différents organes de la laitue.

Tableau 3. Concentrations des différents métaux lourds dans les organes de la laitue

Organes	Teneurs en métaux lourds (mg/kg MS)			
	Cd	Cu	Pb	Zn
Racines	0,70±0,20a	13,19±4,93a	18,09±2,89a	108,74±8,65a
Tiges	0,35±0,13a	0,38±0,66b	4,11±2,14b	65,08±38,24b
Feuilles	0,94±1,16a	2,37±0,39b	2,7±1,6b	62,20±7,66b
Probabilité	0,2	0,03*	0,0003***	0,08**

T0 : culture pure de laitue, **T1** : citronnelle alternée avec la laitue sur la même ligne, **T2** : co-culture de citronnelle entre les lignes de laitue. Les lettres identiques dans une colonne entre deux valeurs indiquent qu'elles ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

*valeur significative au seuil de probabilité de 5%

3.4 COMPARAISON DES TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DANS LES ORGANES DE LA LAITUE ET DE LA CITRONNELLE EN CO-CULTURE

Les comparaisons entre la laitue et la citronnelle pour l'accumulation de métaux lourds sont présentées à travers les Figures 1, 2, 3 et 4. Ces comparaisons ont été faites pour les quatre métaux lourds et avec deux organes végétaux (racine et feuille).

➤ Plomb

La figure 1 montre des teneurs moyennes en Pb significativement plus élevées ($P<0,05$) dans les feuilles de citronnelle par rapport à celles de la laitue et ce, quel que soit le type d'association du type d'association. Quant aux teneurs en Pb dans les racines, les valeurs ne montrent aucune différence significative (Figure 1).

➤ Zinc

La concentration en zinc dans les racines de la laitue a été significativement supérieure à celle de la citronnelle lorsque les deux plantes ont été cultivées de façon alternée sur la même ligne (T1) (Figure 2). Pour le traitement T2 (plants de citronnelle placés dans les interlignes de la laitue), l'accumulation est plus élevée dans la laitue quel que soit l'organe végétal. Toutefois, les teneurs en zinc n'ont pas varié significativement dans les feuilles entre les deux espèces et cela pour les deux traitements (T1 et T2) (Figure 2).

➤ Cuivre

La teneur en cuivre (Cu) a été plus élevée dans la laitue comparée à la citronnelle quel que soit le traitement et l'organe végétal. Cependant, la différence significative a été notée dans feuilles pour le traitement T2 et dans les racines pour le traitement T1 (Figure 3).

➤ Cadmium

Les résultats présentés dans la figure 4 indiquent que la laitue a accumulé plus de cadmium (Cd) que la citronnelle quel que soit le traitement et l'organe végétal. Dans les racines, la différence est significative pour les deux traitements (Figure 4b). Par contre, dans les feuilles elle est significative que pour le traitement T2 (Figure 4a).

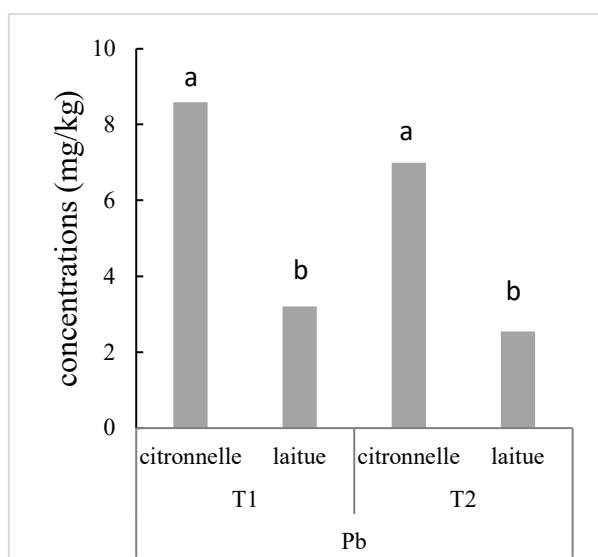


Figure 1 a : Teneurs foliaires en Plomb

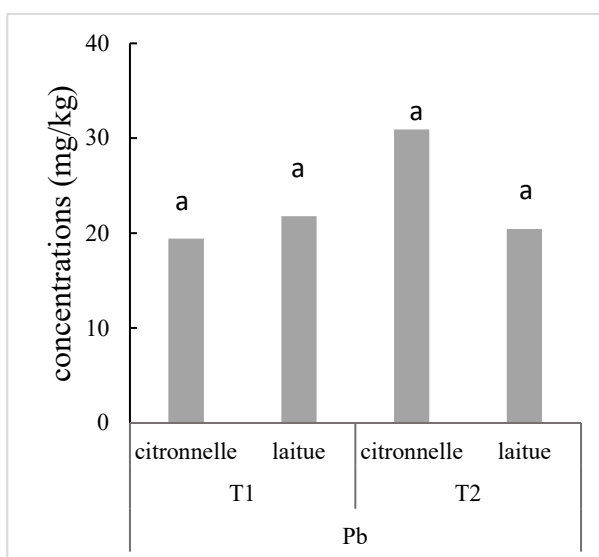


Figure 1b : Teneurs racinaires en Plomb

Fig. 1. Comparaison de la teneur en plomb (Pb) accumulée par la laitue et la citronnelle

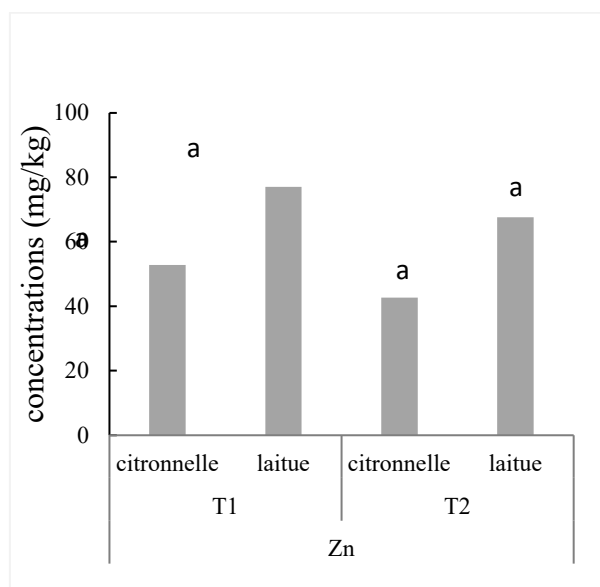


Figure 2a : Teneurs foliaires en zinc

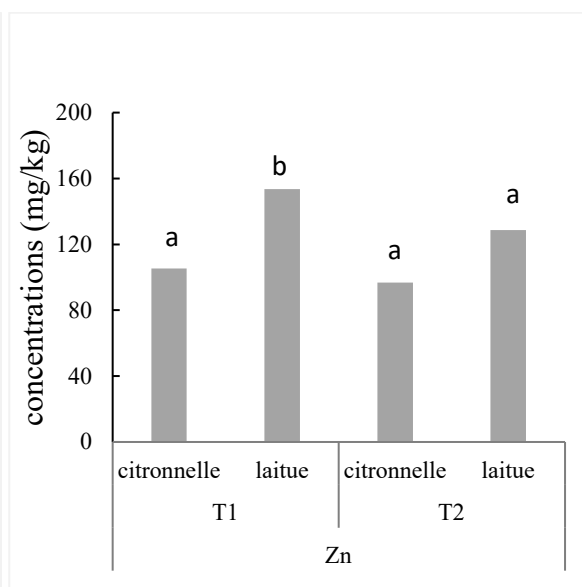


Figure 2b : Teneurs racinaires en zinc

Fig. 2. Comparaison de la teneur en zinc (Zn) accumulée par la laitue et la citronnelle

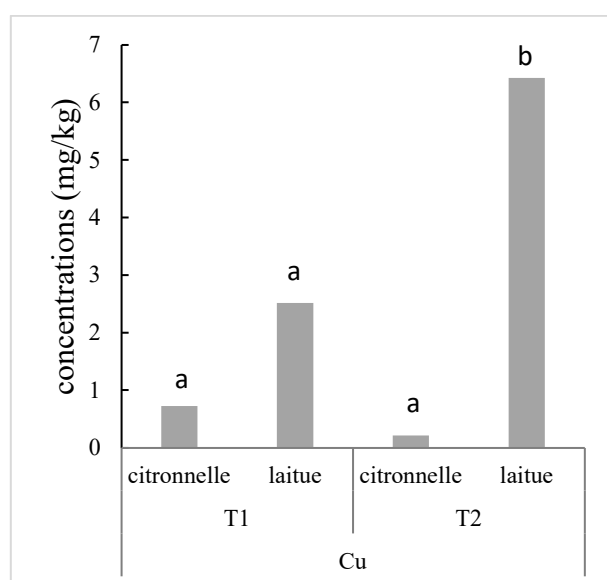


Figure 3a : Teneurs foliaires en cuivre

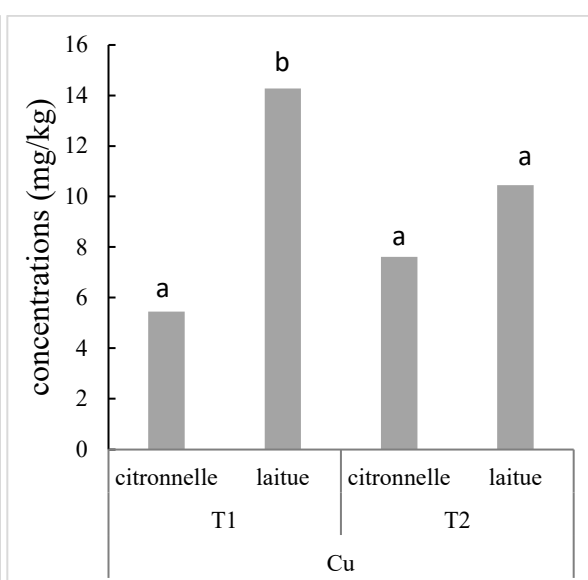


Figure 3b : Teneurs racinaires en cuivre

Fig. 3. Comparaison de la teneur en cuivre (Cu) accumulée par la laitue et la citronnelle

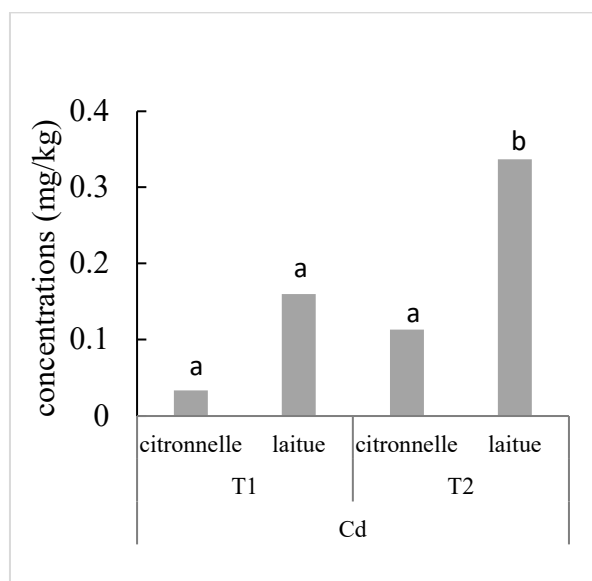


Figure 4a : Teneurs foliaires en cadmium

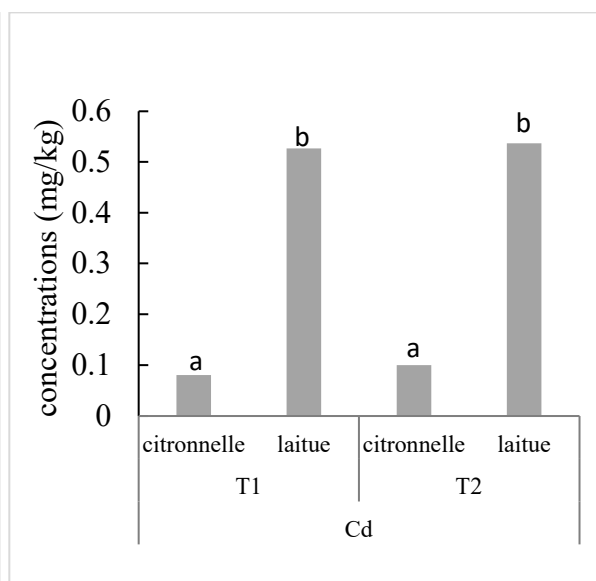


Figure 4b : Teneurs racinaires en cadmium

Fig. 4. Comparaison de la teneur en cadmium accumulée par la laitue et la citronnelle

4 DISCUSSION

4.1 PARAMÈTRES CHIMIQUES DU SOL AVANT ET APRÈS CULTURE

A l'issu de nos travaux, nous avons constaté une baisse significative de la matière organique dans les sols rhizosphériques. Cela pourrait s'expliquer par la minéralisation de cette fraction du sol. Parmi les paramètres chimiques déterminés figurait le pH du sol qui est demeuré proche de la neutralité pendant la culture. La faible minéralisation de la matière organique pendant la culture de la citronnelle et de laitue aurait une faible influence sur la variation du pH. La diminution de la capacité d'échange cationique d'une part et l'augmentation des teneurs en potassium-total d'autre part, seraient liées à la minéralisation de la matière organique dans les sols rhizosphériques après culture. Selon [19], la capacité d'échange cationique est généralement déterminée par les teneurs en matières organiques et minéraux argileux dans les sols. Les travaux [20] ont également montré une corrélation forte et positive (0,712) entre la teneur en matière organique du sol et la capacité d'échange cationique des sols au niveau des périmètres maraichers. La matière organique améliore en plus les propriétés biologiques et physico-chimiques des sols, et constitue une source d'éléments nutritifs (Potassium-Total) [21]. Les teneurs en azote total et en phosphore total n'ont cependant pas évolué significativement pendant la culture. La stabilité des teneurs en azote et en phosphore pourrait être liée au prélèvement de ces éléments par les plantes. La baisse significative de la teneur en phosphore assimilable au niveau de T0, serait due au pH du sol, car le pH influence considérablement la disponibilité du phosphore.

Le rapport C/N traduit le niveau de minéralisation des matières organiques dans les sols. Les valeurs de ce rapport obtenu au niveau des sols correspondent à celles indiquant une bonne minéralisation de la matière organique, c'est-à-dire comprises entre 8 et 12 [22].

4.2 TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DES SOLS AVANT ET APRÈS CULTURE

Les résultats indiquent que les teneurs du Pb, du Cu et du Cd avant culture ont sont en légèrement inférieures aux valeurs moyennes mondiales des sols non contaminés [23]. En effet, les seuils tolérables des métaux lourds dans les sols contaminés sont de 0,35 mg/kg pour le cadmium ; 30 mg/kg pour le cuivre ; 35 mg/kg pour le plomb et 90 mg/kg pour le zinc [23] (Bowen, 1979). Quant au zinc, sa teneur a excédé le seuil tolérable de 90 mg/kg [23].

Par ailleurs, les teneurs en plomb, cuivre zinc ont augmenté dans les sols après culture. Cette hausse pourrait s'expliquer par un enrichissement des sols en métaux lourds pendant les différentes opérations culturales. Les engrais utilisés pour la fertilisation, les produits phytosanitaires, l'eau d'arrosage pourraient contribuer à enrichir les sols en métaux lourds.

4.3 TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DANS LES ORGANES DE LA LAITUE EN CULTURE PURE

Nos résultats ont montré que la laitue en culture pure a accumulé les métaux lourds dans ses différents organes. Toutefois, les teneurs ont été inférieures aux valeurs limites au-dessus desquelles des phytotoxicités sont possibles (5-30 mg/kg pour Cd, 20-200 mg/kg pour Cu, 30-300 mg/kg pour Pb, 100-400 mg/kg pour Zn) Selon [24]. La valeur moyenne (> 2%) de la teneur en matière organique des sols et les pH proches de la neutralité auraient favorisé les faibles niveaux d'accumulation [25]. Dans le sol, les pH acides favorisent le transfert des métaux lourds vers la plante tandis que les pH proches de la neutralité permettent leur rétention par la matière organique [25].

Cependant, les teneurs foliaires de la laitue en cadmium et plomb ont dépassé les valeurs réglementaires pour l'alimentation qui sont de 0,2 mg/kg pour cadmium et 0,3 mg/kg pour plomb [26]. Par exemple, la teneur en plomb dans les feuilles de laitue en culture pure a été 9 fois supérieure à la valeur normale tolérée. Cela pourrait représenter un risque pour la santé des consommateurs. En effet, les métaux lourds absorbés par les végétaux entrent dans la chaîne alimentaire et entraînent un phénomène de bio-concentration à chaque passage dans le maillon trophique supérieur [27], [28]. Cette accumulation de métaux lourds s'avère dangereuse pour la santé. Par exemple, une forte teneur en plomb ou en mercure dans le corps humain affecte le système nerveux central (saturnisme), les cellules sanguines et les reins [29]. Le cadmium est également très toxique, particulièrement au niveau des reins, et se révèle vraisemblablement cancérigène [29]. Des résultats similaires ont été obtenus avec des teneurs en cadmium et plomb respectivement de 0,31 mg/kg et 24,36 mg/kg dans les feuilles de la laitue [30]. Ces résultats corroborent ceux de [31] qui ont montré des teneurs en métaux lourds excédant les normes dans des cultures de la laitue.

4.4 COMPARAISON DES TENEURS EN MÉTAUX LOURDS DANS LES ORGANES DE LA LAITUE ET DE LA CITRONNELLE EN CO-CULTURE

De cette étude, il ressort que les associations entre la laitue et la citronnelle n'ont pas permis de réduire le niveau d'accumulation de cuivre et de zinc au niveau des différents organes de la laitue. Par contre, nous avons observé une baisse plus ou moins importante de la teneur de cadmium et de plomb dans les feuilles de la laitue. Toute chose qui suggère que l'association laitue-citronnelle pourrait effectivement réduire le niveau de transfert du cadmium et de plomb dans les feuilles de laitue. En effet, les métaux lourds comme le cadmium, le nickel, le plomb ou le mercure ne jouent aucun rôle dans la croissance et le développement des plantes [32]. Ils sont dits non essentiels et sont toxiques à l'état de traces [32].

Concernant la citronnelle, les résultats ont montré qu'elle a accumulé les métaux lourds dans chacun de ses organes pour les deux types d'association dans cette étude. Les teneurs en cadmium, cuivre et zinc au niveau des racines et des feuilles de la citronnelle dans les deux types d'associations sont inférieures à celles trouvées par [33]. Les travaux de [33] ont montré des concentrations beaucoup plus élevées dans les mêmes organes avec la citronnelle cultivée trois mois durant sur le même type de sol auxquels ont été ajoutés des déchets urbains solides. Par contre, pour ce qui est du Pb, les concentrations obtenues dans la présente étude sont supérieures aux valeurs de obtenues par [33]. Ces différences pourraient s'expliquer d'une part par la variation des teneurs initiales dans les sols et des paramètres du sol susceptibles de modifier la biodisponibilité des métaux lourds dans le sol. Les concentrations en plomb accumulées ont été plus élevées dans la citronnelle par rapport à la laitue au niveau des feuilles. Ce résultat pourrait se traduire par la grande aptitude de citronnelle à la translocation du plomb vers les organes aériens [34]. La citronnelle est connue comme une espèce efficace pour ce qui est du transfert du plomb des racines vers les parties aériennes [34].

Cependant, les résultats montrent qu'en co-culture laitue-citronnelle, la laitue a accumulé le plus de zinc, de cuivre et de cadmium comparativement à la citronnelle. Les travaux de [35] ont montré que la croissance rapide de la laitue accélère le prélèvement des nutriments nécessaires à sa croissance dans le sol, notamment le zinc et cuivre. En outre, les résultats de [36] ont montré la grande capacité des espèces à croissance rapide telle que la laitue à accumuler le zinc, le cadmium et le cuivre.

5 CONCLUSION

Ce travail avait pour objectif principal de réduire le niveau d'accumulation de métaux lourds dans la laitue co-cultivée avec par la citronnelle. Il ressort que la laitue en culture pure accumule les métaux lourds dans ses différents organes. Les teneurs en cadmium et en plomb dans les feuilles ont dépassé les valeurs réglementaires pour l'alimentation. Ces valeurs sont de 0,2 mg/kg pour cadmium et 0,3 mg/kg pour plomb. La teneur en plomb dans les feuilles de laitue en culture pure est 9 fois supérieure à la valeur normale tolérée pour les plantes. L'association entre la laitue et la citronnelle n'a pas permis de réduire le niveau d'accumulation de cuivre et de zinc au niveau des différents organes de la laitue. Toutefois, une baisse plus ou moins importante de la teneur de cadmium et de plomb dans les feuilles de la laitue est observée. Cela suggère que l'association laitue-citronnelle pourrait être efficace pour réduire le niveau de transfert du cadmium et de plomb dans les feuilles de laitue.

Les résultats montrent qu'en co-culture laitue-citronnelle, la laitue a accumulé le plus de zinc, de cuivre et de cadmium comparativement à la citronnelle tandis que le plomb est beaucoup plus concentré dans la citronnelle. On peut conclure que l'association laitue-citronnelle peut être envisagée pour la réduction de l'accumulation de plomb dans les organes de la laitue.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères remerciements à la Direction Régionale du Bureau des Mines et de Géologie du Burkina Faso pour son apport dans les analyses de métaux lourds.

REFERENCES

- [1] FAO. Growing greener cities, Rome. p. 116, 2012.
- [2] Migeon A. Etude de la variabilité naturelle dans la réponse du peuplier aux métaux : bases physiologiques et exploitation en phytoremédiation. Thèse, Université Henri Poincaré, Nancy-Université, p. 345, 2009.
- [3] Kiba D. I., Lompo, F., Compaore, E., Randriamanantsoa, L., Sedogo, P. M., Frossard, E. 2012. A decade of non-sorted solid urban wastes inputs safely increases sorghum yield in periurban areas of Burkina Faso. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 62 (1), pp.59-69, 2009.
- [4] Ilboudo L.J.T. Effet de différents types de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso sur la disponibilité et la distribution verticale de métaux lourds dans le sol. Mémoire. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, p. 51, 2014.
- [5] Braud A. Procédé de phytoextraction couplé à la bioaugmentation d'un sol agricole polycontaminé par du chrome, du mercure et du plomb. Thèse de doctorat, Université de Haute-Alsace, p. 254, 2007.
- [6] IFEN. Principales causes d'apport de métaux lourds dans les sols d'usage agricole. L'environnement en France. Paris, Dunod. p. 83, 2002.
- [7] Mench M., Baize D. Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces mesures pour réduire l'exposition. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 52, pp.31-56, 2004.
- [8] Nordberg M., Nordberg G., Jin T. Health impacts of cadmium exposure and its prevention. *BioMetals*, 17, pp.483-484, 2004.
- [9] Oskarson A., Widell A., Olsson I., Graw K. P. Cadmium in food chain and health effects in sensitive population groups. *BioMetals*, 17, pp.531-534, 2004.
- [10] Zorrig W. Recherche et caractérisation de déterminants contrôlant l'accumulation de cadmium chez la laitue "*Lactuca sativa*". Thèse. Montpellier SupAgro, p. 250, 2011.
- [11] Bellwood-Howard I., Häring V., Karg H., Roessler R., Schlesinger J., Shakya M. Characteristics of urban and peri-urban agriculture in West Africa: results of an exploratory survey conducted in Tamale (Ghana) and Ouagadougou (Burkina Faso). p. 163, 2015.
- [12] Senou I. Phytoextraction du cadmium, du cuivre, du plomb et du zinc par cinq espèces végétales (*Vetiveria nigriflora* (Benth.), *Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro, *Barleria repens* (Ness), *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf et *Lantana camara* (Linn.) cultivées sur des sols ferrugineux tropicaux et vertiques. Thèse, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB). p.170, 2014.
- [13] Senou I., Gnankambary Z., Some N. A., Sedogo P.M. Projection de trois espèces de plantes locales pour la phytoextraction de métaux lourds. *Agronomie africaine*, 26 (2), pp.155-166, 2014.
- [14] Xiaomei L., Qitang W., Banks M.K. Effect of simultaneous establishment of *Sedum alfredii* and *Zea mays* on heavy metal accumulation in plants. *International journal of Phytoremediation*, 7 (1), pp. 43-53, 2005.
- [15] Pallo F.J.P., Sawadogo N., Sawadogo L., Sedogo P. M. Statut de la matière organique des sols dans la zone soudanaise au Burkina Faso. *Biotechnol Agron Soc Environ*, 12 : pp. 291-301, 2008.
- [16] Fontès J., Guinko S. Carte de la végétation et du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération française. Projet campus, p. 67, 1995.
- [17] Bray R. H., Kurtz L. T. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59 pp. 39-45, 1945.
- [18] Walkley A., Black J.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromatic acid titration method. *Soil Science*, 37 pp.29-38, 1934.
- [19] Bewket W., Stroosnijder L. Effects of agroecological land use succession on soil properties in Chemical watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. *Geoderma*, 111, p.85-98, 2003.
- [20] Ondo J.A. Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon (région de Libreville) : acidification et mobilité des éléments métalliques. Thèse, Université de Provence (France). p. 304, 2011.

- [21] Mirsa R. V., Roy R. N., Hiraoka H. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation. Documents de travail sur les terres et les eaux 2. Organisation des nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Italie, Rome, p. 35, 2005.
- [22] Genot V., Colinet G., Bock L. Fertilité des sols agricoles et forestiers en région wallonne, Rapport FUSAG, p. 75, 2007.
- [23] Bowen H.J.M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements. *Academic Press*, New York, pp. 49-62, 1979.
- [24] Larcher W. Physiological plant ecology. 4e éd. Springer. p. 513, 2003.
- [25] Lair G. J., Gerzabek M. H., Haberhauer G. Sorption of heavy metals on organic and inorganic soil constituents. *Environmental Chemistry Letters*, 5 (1), pp. 23-27, 2007.
- [26] FAO/OMS. Norme générale pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale, CODEX STAN. p. 64, 2015.
- [27] Gonzales X.I., Aboal J.R., Fernandez J.A., Carballeira A. Heavy metal transfers between trophic compartments in different ecosystems in Galicia (northwest Spain): Essential elements. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 55, pp. 691-700, 2008.
- [28] McLean C.M., Koller C.E., Rodger J.C., MacFarlane G.R. Mammalian hair as an accumulative bioindicator of metal bioavailability in Australian terrestrial environments. *Science of the Total Environment* 407 (11) : pp. 3588-3596, 2009.
- [29] De Burbure C., Buchet J.P., Leroyer A., Nisse C., Haguenoer J.M., Mutti A., Smerhovský Z., Cikrt M., Trzcinka-Ochocka M., Razniewska G., Jakubowski M., Bernard A. Renal and neurologic effects of cadmium, lead, mercury, and arsenic in children: evidence of early effects and multiple interactions at environmental exposure levels. *Environmental Health Perspectives* 114 : pp. 584- 590, 2006.
- [30] Seka Y. J., Yapo O. B., Yapi D. A. C. Heavy Metals Contamination in *Lactuca sativa* L. (Lettuce) from Two Agricultural Sites of Abidjan. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 27 (2), pp. 59-64, 2015.
- [31] Donkor, A., Fordjour, L. A., Tawiah, R., Asomaning, W., Dubey, B., Osei-fosu, P., Ziwu, C. et Mohammed, M. Evaluation of trace metals in vegetables sampled from farm and market sites of Accra Metropolis, Ghana. *International Journal of Environmental Studies*, 74 (2), pp. 315-324, 2017.
- [32] Mendoza-Cózatl D.G., Moreno-Sanchez R. Cd²⁺ transport and storage in the chloroplast of *Euglena gracilis*. *Biochimica et Biophysica Acta* 1706 : pp. 88-97, 2005.
- [33] Senou I., Gnankambary Z., Some N.A., Nacro H.B. Responses of five local plant species to metal exposure under controlled conditions. *Int. J. Develop. Res.* 8, pp. 18501-18506, 2018.
- [34] Gautam M., Pandey D., Agrawal M. Phytoremediation of metals using lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) grown under different levels of red mud in soil amended with biowastes. *International Journal of Phytoremediation*, 19 (6), pp. 555-562, 2017.
- [35] Agbossou, K., Sanny, M. S., Zokpodo, B., Ahamide, B. et Guedegbe, H. J. 2003. Evaluation qualitative de quelques légumes sur le périmètre maraîcher de Houéyiho , à Cotonou au sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, (42), pp.1-12, 2003.
- [36] ADEME. Connaissance et maîtrise des aspects sanitaires de l'épandage des boues. France. 1990.

