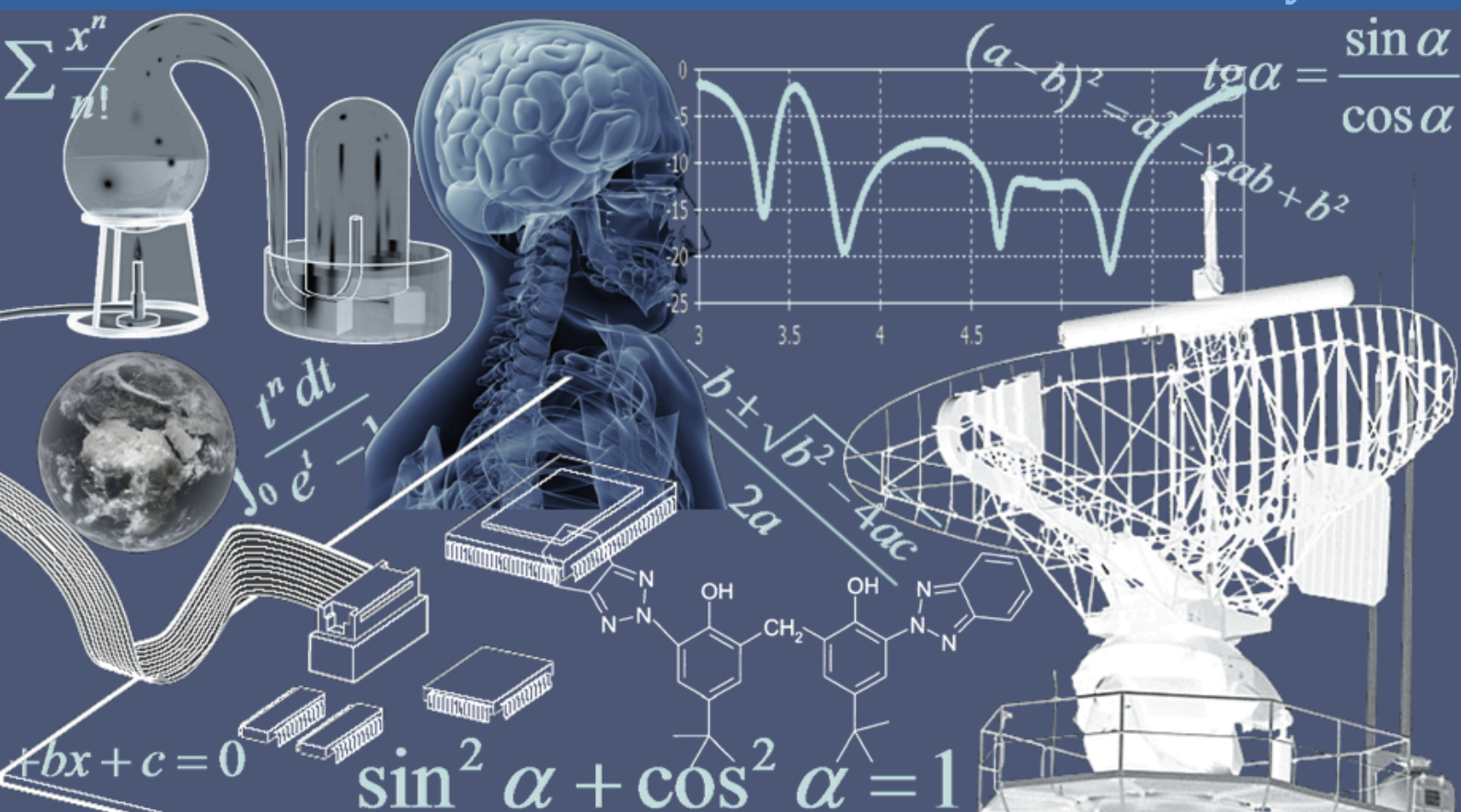


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 6 N. 1 May 2014



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

Accepted papers are available freely with online full-text content upon receiving the final versions, and will be indexed at major academic databases.

Table of Contents

Distribution Numerical, Raising Smoke and Contamination Condense Distribution Stimulating in Chimney Exit	1-13
Response of Mung Bean Plants to Arbuscular Mycorrhiza and Phosphorus in Drought Stress	14-20
Evaluation et sélection de nouvelles variétés de maïs (<i>Zea mays</i> L.) à haut potentiel de rendement dans les conditions climatiques de la région de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo	21-27
Mathematical Modeling Of the Technological Processes Original Processing Of Cotton	28-39
Effets de la date de semis et des écartements sur la croissance et le rendement du niébé (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) à Lubumbashi, RD Congo	40-47
Les déterminants d'instabilité financière : Un essai de détection à partir de l'Indice de Stress Financier	48-60
Chronic renal failure and pregnancy a propos one case and review of the literature	61-67
Robust Physical Optimization for LTE Network	68-75
Transmission de volatilité entre les prix du pétrole et les rendements boursiers : Modélisation VAR-GARCH-DCC	76-89
Determinants of performance of insurance companies in Tunisia: the case of life insurance	90-96
The impact of banking strategies on the net interest margin: Empirical evidence from Tunisia	97-109

Distribution Numerical, Raising Smoke and Contamination Condense Distribution Stimulating in Chimney Exit

Mohsen Saghafian¹, Mehdi Reisi¹, and Mehdi Jahangiri²

¹Department of mechanic engineering
Isfahan Industrial University
Isfahan, Iran

²Phd Student of Mechanic Engineering
Isfahan Industrial University
Isfahan, Iran

Copyright © 2014 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: Today distribution method and atmospheric contamination emission muddling is vulnerable in city region because industrial units grow in underdeveloped countries and contaminated produced by this units. Atmospheric contaminated distribution muddling is method for estimate concentration level and contaminated concentration in different interval relative to emission source. This practice is restricted to step after events occurring without proper administering these programs and we have more timely and monetary cost. In this paper investigate concentration distribution study from 2 dimensional and non-permanent states in land surface. If there is barrier in front of chimney, there is more contaminated gas distribution after chimney and maximum contaminated density is less in earth. When there are 3 chimney, There is no effect on contaminated density maximum distance. But in situation there is barrier in front of chimney, this distance is 1000 meter next to chimney. Earth atmosphere attack all kinds of contaminated due to industrial grow development and citizen grow. Modeling and investigating this contaminated distribution in environment surface uneven and kind of cover has basic role in contaminating distribution method because inhalator this contaminated in soil and ware have non-compensate damage to environment. One of the major concerns of industries is their effects on environment and sustainable development trend.

KEYWORDS: distribution method, Atmospheric contaminated, chimney, density, compensate-Non, Surface.

INTRODUCTION

Earth atmosphere attack all kinds of contaminated due to industrial grow development and citizen grow. Modeling and investigating this contaminated distribution in environment surface uneven and kind of cover has basic role in contaminating distribution method because inhalator this contaminated or their attract in soil and ware have non-compensate damage to environment. One of the major concerns of industries is their effects on environment and sustainable development trend. Air pollution by factories chimneys are of the major contaminated material. There are more study for measuring and investigating modeling aid to investigate different parameters change effect on contaminated produce and emission [1].

REVIEW

Cauchy et al pay attention to numerical modeling of exit steam in cooler- tower. They investigate steam column behavior. And also they study wind speed, Environment temperature and relative humidity effect on steam column distribution method. Result of numerical modeling has consistency to empirical results. Konink and Mokhtarzadeh investigate floating smoke column exit of multi-exit chimney. In atmospheric boundary layer, base of this study is momentum and energy

equation solving. They use cfx-4 software for networking. The temperature of this column is 100°C more than ambient. Turbulence model is $k-\epsilon$ [2,4,5,6,9,11,13]. Results of multi exit chimney compared with one exit chimney under identical exit situation for Debi, Momentum and temperature. There are clear differences in speed fields and temperature in first stage. But in this paper don't investigate atmospheric temperature change with elevation. Brown and filcher investigate smoke of one refinery chimney. They use cfx-5 and cfx-4 software's for solve slope networking. But don't pay attention to floating –effect. They use of grid adaption for area with high radian and use standard log profile for air speed enter. Turbulence model was $k-\epsilon$ burnet et al investigated experimentally exit smoke column distribution of chimney And use even temperature profile. They say temperature difference between smoke column and air is insignificant. And investigated elevation, chimney diameter and speed ratio of exit smoke to chimney effect [15,16,17,18 ,13 ,12]. They show the more chimney elevation or speed ratio of output smoke column of chimney is more than wind speed, level of concentration is less in earth surface [22,23,25,26,27].

Over camp study smoke column rising of one-point or multi-point source ,He considered sustain atmosphere situation and floating effects. Enter air speed profile followed of power law. He obtains unethical relation for smoke column rising with relationship between floating flow changes with time and sustain parameter. Sampayo et al investigated pollution emission due to nuclear refinery. Bases of this investigation are solving momentum, energy and concentration equations. They investigate 3 different states. With no barrier or building near Powerhouse and zero temperature difference between contamination and ambient temperature. 3-Be barrier or building near Powerhouse and non-zero temperature difference between contaminated and ambient temperature. In this project use fluent business software for study output warm smoke column emission of one chimney in 2 aspect state ,for applying flouncy force to problem, gravitas acceleration in vertical is 9181. The geometries are: many chimneys next to each other, one chimney, and one barrier behind and in front of chimney present building in chimney proximity. Also 2 No, Co contaminated considered as exit gas of chimney. Temperature in earth surface is 25°C and exit gas temperature is 125°C and atmosphere situation is null. Null situation apply to solve enter as on temperature UDF. Enter air speed to solve slope apply to problem as experimental log [31,32,29,45,44,46,33,34].

PROFILE

Turbulence distribution

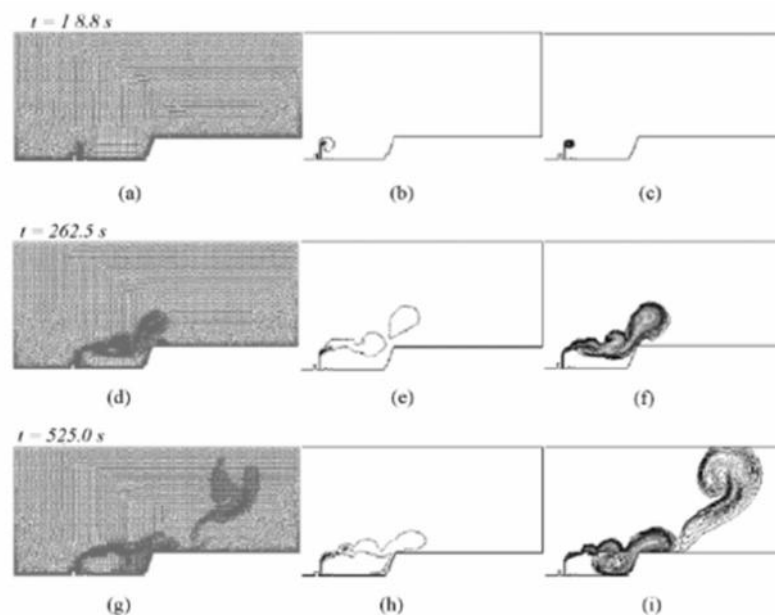


Figure 1 state wind speed profile in proximity of land

Speed change relative to elevation is function of earth surface. Speed change relative to elevation is function of daytime. Air flow is like one turbulence flow and its turbulence show with one irregular movement. This irregular movement is very big in atmosphere. In the day sun heat lead to thermal turbulence and so turbulence composition layer increased and as result wind profile is even relative to slope. Another kind is mechanical turbulence and generated from air movement in artificial or natural level. When there is intense wind, it's expected atmosphere air mixed by mechanical turbulence. We could see earth effect on wind speed profile lead to air flow homogeneity while level in even and speed profile has sharp slope in earth surface. There is more mechanical turbulence in uneven surfaces. And wind speed cross-section has fewer slopes and

progressed to atmosphere with more deep. Air unlevelled movement effect is very important for pollution diluted. If mass of air transferred of one level to other level, this mass contains momentum and thermal energy and also battier everything of pollution sources. So smoke distributed in vertical and horizontal trend by turbulence. The effect of air unregularly movement shows on smoke column. Very large unregularly movement accompany by thermal turbulence and appearance in sunny evening. And lead to smoke column big motion with less distribution. Small unregularly motion increase gradually smoke column unregularly motions. Irregular motion witch their values are equal smoke column have the most effects on smoke column distribution. Fortunately atmosphere has irregular motion with different sizes and smoke columns distributed like one complex way in wind trend. Earlier discussion about turbulence in planet boundary layer $z=0$ to $z=z$ state by slide. We described wind speed profile by powers rule. One of these profiles is as below [5,6,7,8].

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_0} = \left(\frac{z}{z_0}\right)^n \quad (1)$$

In 1-2 relation, n value change %12 to %15 base on atmospheric situation. One flat plate match by $\frac{1}{7}$ power and $n=1/4$. For one even level estimated $\frac{1}{7}$ value by decrease atmosphere temperature. In 2figures and (a) smoke column distributed in one small irregular movement field. One smoke column moved in one relatively straight trend in one assumed field with small turbulence movement. And its cross-section increase gradually. If this movement are very big in comparison very big smoke column aspects and smoke column size grow very little but will have wide complicated trend. In figure 3 and in (c) smoke column distributed in irregular movement field ,day common air with irregular movement is very different. Also smoke column grow as progressed in wind motion trend and become complicated [39,38,40,41,42,43].

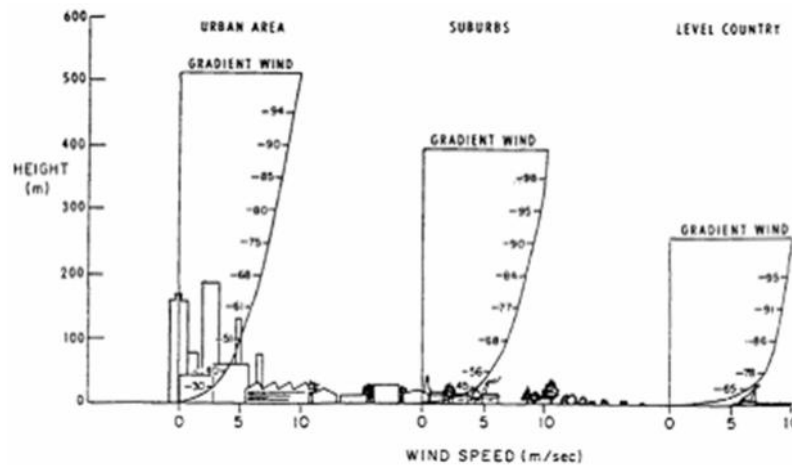


Figure 2 Effect of surface roughness on the velocity

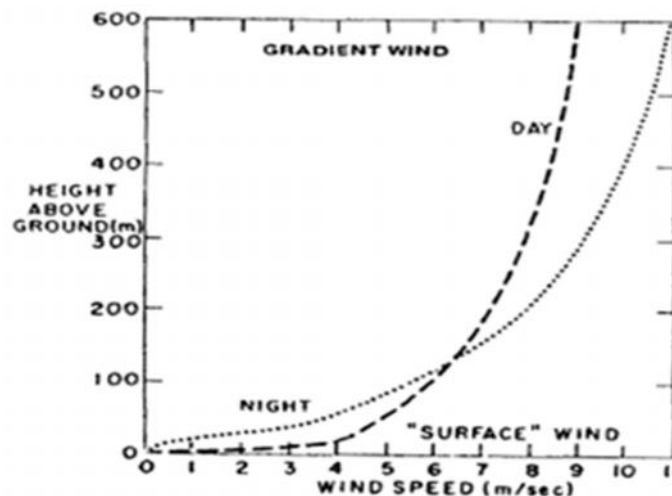


Figure 3 shows the variation of velocity with respect to the height of the day or night.

Separated flows

One of artificial effect is mechanical turbulence and generated under city building effect with different elevation. Separated flow near building lead to condense pollution in downstream. Figure 4 shows sample of one separated trend around one cylinder [1].

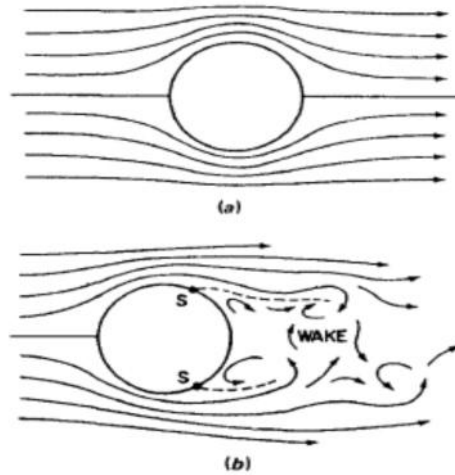


Figure 4: Flow about cylinder. (1) There is no viscosity (B) (There is viscosity and flow separated)

Flow lines moved very simple about frame if there is no viscosity and flow symmetry in both side of object. But we know movement is not symmetry about cylinder and flow separated. But the speed of flow is low in back of cylinder. And large irregular movement separated of cylinder well. And a circular flow of Carmon with remolded number is 60 to 500. Also separating flow in back of cylinder or chimney lead to enclosed material flax in separated region. So its possible smoke column don't exceed chimney tip or it turn to down and behind of chimney while output material speed is equal or less than ambient air speed [19,20,30,40,46].

Figure (5) show flow situation.

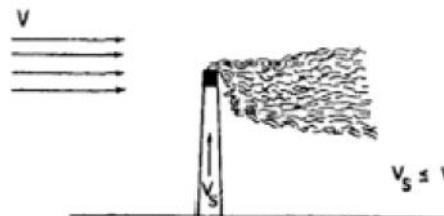


Figure (5) flow in separation space of one chimney.

There are similar flow average flows on top of building. Below figure show this case [3,4,5].

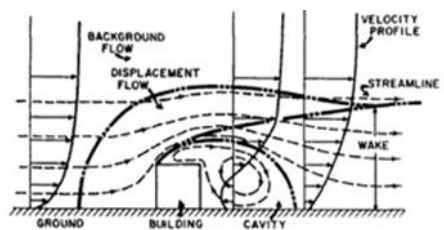


Figure 6 Flow average about building

Separated flow create big hole in back of building. In hole flow is inverse, so pollutions emission big downturn sources will carry to up-turn wind flow if emission in flow separated space. Pollution reaches to whole maintain for time, because composition between major flow and present flow is very slow. Also flow separated can be behind one hill or in valley.



Figure 7 Separated flow cases

Figure 7 Shows what occur if separated hole and trial in back of building block smoke column emission of up-trod source. In (a) smoke column don't enter to hole but enter to trial. Also dispersion to down increase due to composition in trial, Turbulence In (b) smoke column enter to front and as result.

Make more condense polluted material in trial and back of building. Factory designers engineers should be certain they don't reach smoke column to building stern state chimney situation on building or near building according to experimental rule should be such chimney height are more than 2/5 times of building height [19,29,38,39].

(2-2)

$$H_s \geq 2.5H_b$$

Halitski discussed gas pollution dispersion near building and present information about flow pattern about building.

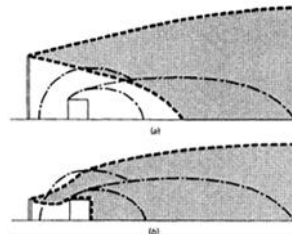


Figure 8 separation effects in smoke column dispersion

TEMPERATURE IN THE ATMOSPHERE

Change temperature with height has significant effect on pollution movement for example thermal inverse situation lead to pollution composition bound in vertical trend. Turbulence value is function of temperature decrease with elevation. From static force balance on one Elman of air in dz height and da cross-section level:

$$(3-2) \quad \frac{\rho g dA dz}{g_c} = -dp dA \rightarrow dp = -\frac{\rho g dz}{g_c}$$

Because always p is positive, Positive dz lead to negative dp. We should know about how ρ change with p or z, because we obtained integral of this relation. We know $P = \rho RT$ is voluble equation for air situation [2,3,4,5].

$$(4-2) \quad dp = -\frac{\rho g dz}{g_c} \quad \int_{P_1}^{P_2} \frac{RT}{g} \frac{dP}{P} = -\int_{z_1}^{z_2} dZ \rightarrow z_2 - z_1 = \int_{P_1}^{P_2} \frac{RT}{g} \frac{dP}{P}$$

We should determine how temperature changed with height. In earlier estimation we assumed atmosphere didn't changes by elevation and are isothermal so we have.

$$(5-2) \quad \ln \frac{P_2}{P_1} (z_2 - z_1) \frac{g}{RT}$$

If earth level is assumed $Z_1=0$:

$$(6-2) \quad P_2 = P_1 e^{\frac{-z_2 g}{RT}}$$

Because T is constant, this model leads to relationship which pressure decrease as function of elevation as log. Also in this model required to infinite elevation for reach to zero pressure. And also we know this thing is not really. We can use better model by assuming air create of layers that temperature different but temperature is homogenous in every day.

Also there is one isothermal atmosphere for $n=1$ and one isentropic atmosphere for $n=14$. It means a trophy is function of constant height. If PV^n is constant and air has properties of complete gas, we should found relationship between P&T.

$$(8-2) \quad P_1^n v_1 = P_2^n v_2$$

$$(9-2) \quad P_1^n \frac{RT_1}{P_1} = P_2^n \frac{RT_2}{P_2} \rightarrow T_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

By inverse equality right side and generality T_2 to T and P_2 to P

$$(10-2) \quad T = T_1 \left(\frac{P}{P_1} \right)^{\frac{1-n}{n}}$$

With substitute 10-2 in 2-4

$$(11-2) \quad \int_{P_1}^{P_2} RT_1 \left(\frac{P}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \frac{1}{g} \frac{dP}{P} = Z_2 - Z_1$$

After integrating, we obtain 12-2 relation

$$(12-2) \quad Z_2 - Z_1 = \frac{n}{n-1} RT_1 \frac{1}{g} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right]$$

So temperature lineal decreased relative to elevation or slope $-\frac{(n-1)g}{nR}$ decrease temperature with elevation called lapse rate. Temperature decrease speed is $-3/5^\circ\text{F}$ in every 1000 foot or 65°C in every 100 meter in normal or standard atmosphere of USA. We have below relation for match this value of decrease temperature.

$$(13-2) \quad \frac{-3.5}{1000} = -\frac{(n-1)g}{nR}$$

for Air $R = 53.34 \frac{\text{ft} \cdot \text{lb}}{\text{lbm} \cdot ^\circ\text{R}}$ (or $R = 1.986 / M_i = 0.0686 \text{ cal} / \text{g} \cdot ^\circ\text{K}$)

$$\frac{n-1}{n} = 0.186 \rightarrow n = 1.23$$

Now we want know polytrophic atmosphere reach to want elevation by $n=1, 2, 3$? We see of 8-2 equation if $P_2=0$, $Z_2 = \frac{nRT}{(n-1)g}$ or it will be $Z_2=50 \text{ km}$. Atmosphere beneath layer boundary is 12km height in average geographical width. Also this elevation is more in equator and less in pole. In troposphere $n=1/2^2$ is good estimation stratosphere is above troposphere and troposphere and in this region temperature is relatively constant and $n=1$.

Adiabatic state is indeed atmosphere but commonly called it adiabatic and is very important and $n=1/4$.

$$(14-2) \quad n = K = \frac{C_p}{C_v}$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{-g}{C_p} = \frac{-(9.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2})(28.97 \frac{\text{g}}{\text{mol}})}{(6.75 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{mol} \cdot ^\circ\text{K}})(4.186 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{cal} \cdot \text{sec}^2})} \times \frac{1}{1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} = -0.0098 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}} \cong -0.01 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}}$$

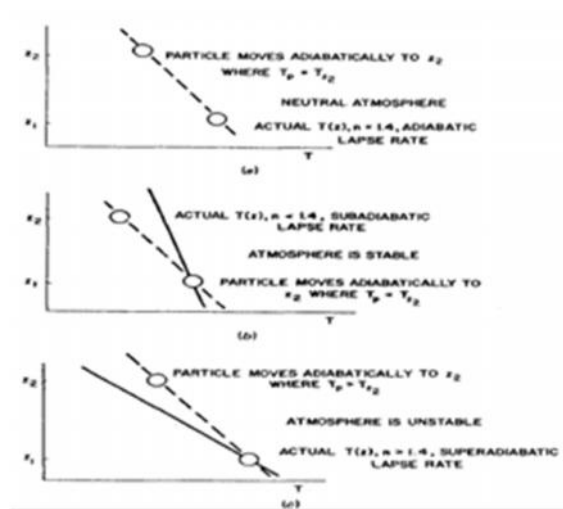


Figure 9 kind of ambient temperature decrease value

Meteorologist use potential temperature and is temperature on dry air mass reach to its earlier temperature to standard pressure. Considered one case of temperature with adiabatic temperature decrease value ,so temperature decrease value is static potential temperature in adiabatic state

Inversion

We know every air mass that temperature decrease level to elevation $\frac{\Delta T}{\Delta Z}$ is great then $\frac{\Delta T}{\Delta Z}$ and adiabatic is stable. Inversion situation lead to on stable atmosphere. Consequently make on radiation inversion in right and remove in morning. We see this phenomenon in goy of morning in dessert area like southwest of America. Radiation inversion removed by cloud because earth radiate to warm cloud. Also intense wind decrees this kind of inversion, because turbulent make with wind remove thermal guardians [21,22,23,24,25,26].

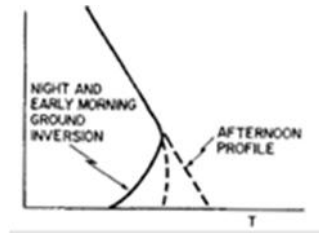


Figure 10: Thermal inversion during day

Inversions are in median elevation due to air mass leakage and unfortunately stay for several days. Air leakage with 1000 meter speed ,when air goes to low level and more pressure become warmer and pressed ,Air near to earth less leakage and less affected. It's possible this process considered as one adiabatic series with $n=1/4$. And temperature increased to above local temperature curve level before leakage [17,18].

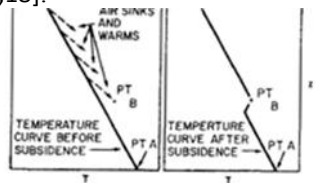


Figure 11: Air Subside inversion lead to warming above earth

Because sky with no cloud feature with high pressure regions, its possible one radiation inversion create in earth surface

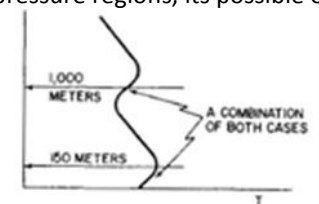


Figure 12: Composition inversion

There are other kinds of inversion. Sea breeze makes cool air earth level and warmer air in above. Passing one cool or war air lead to inversion

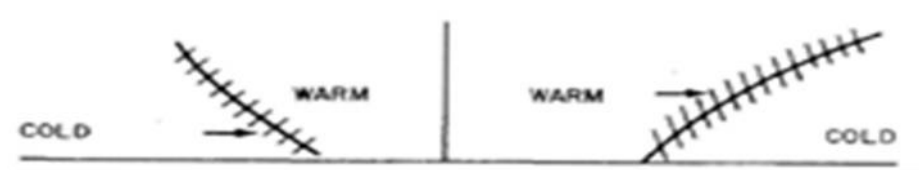
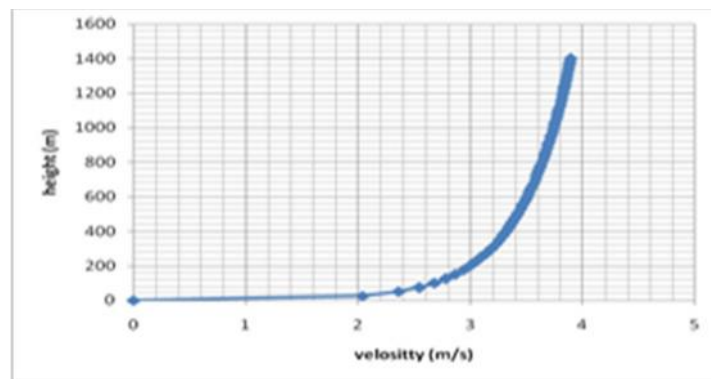
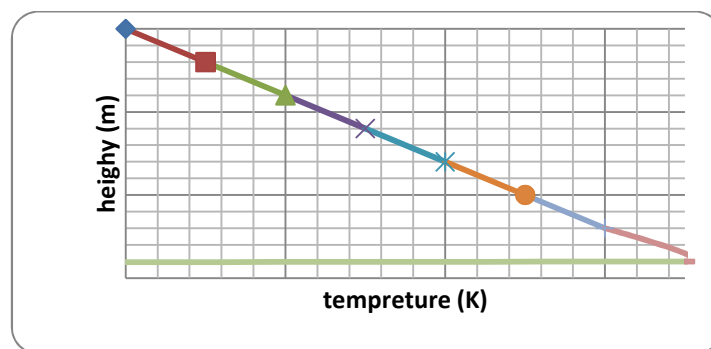


Figure 13 :The temperature inversion at the confluence of warm and cold air masses



Curve 1: Profile of enter air speed to solve slope



Curve 2 : Decrease temperature with elevation

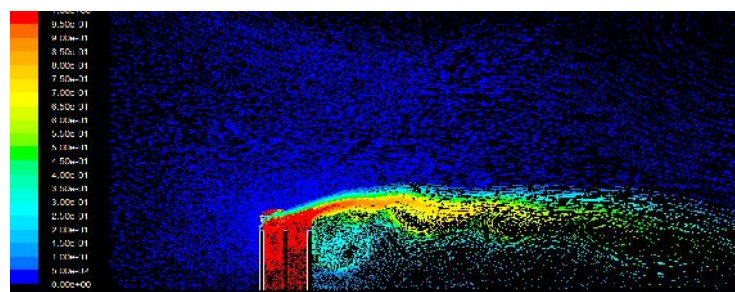


Figure 14: CO_2 flow line in 3 chimneys

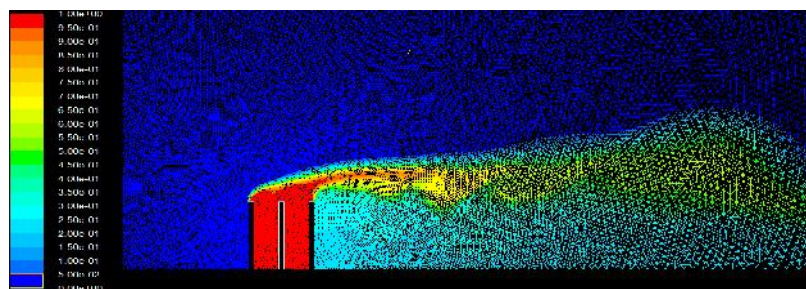


Figure 15: No Concentration contour in 3 chimneys

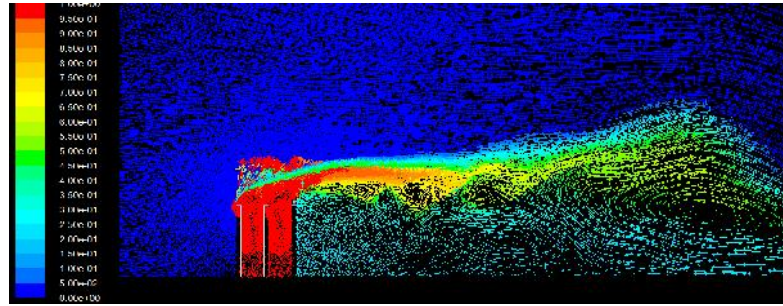


Figure 16: Now flows line in 3 chimneys

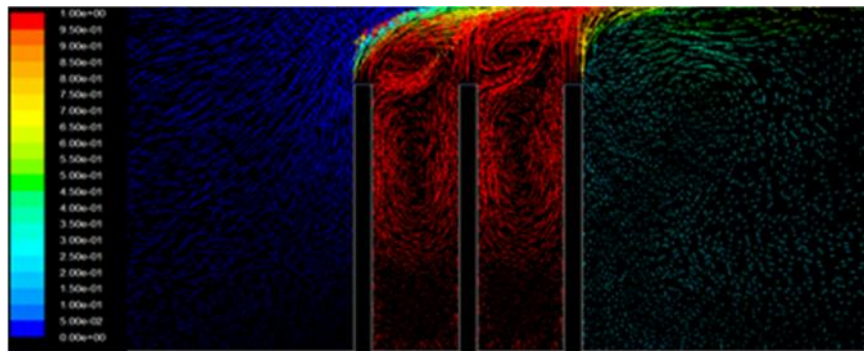
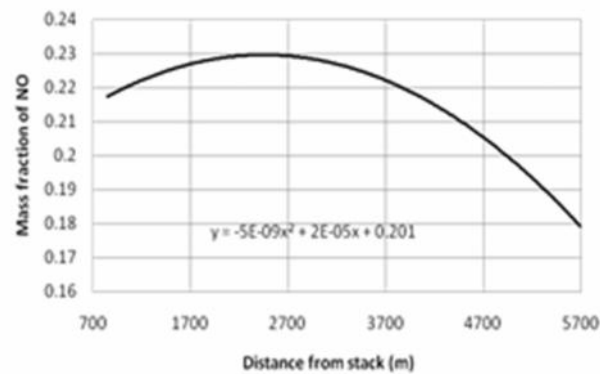
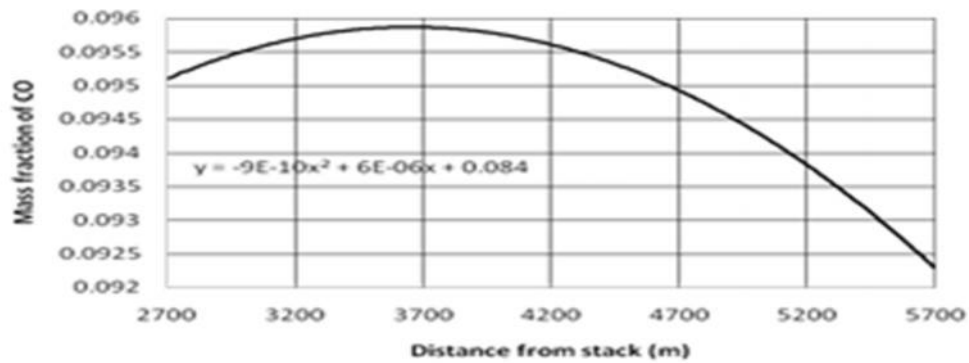


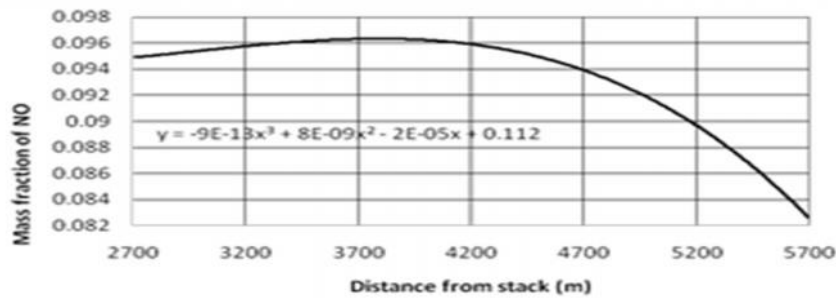
Figure 17: Curves: Contamination concentration No on earth level



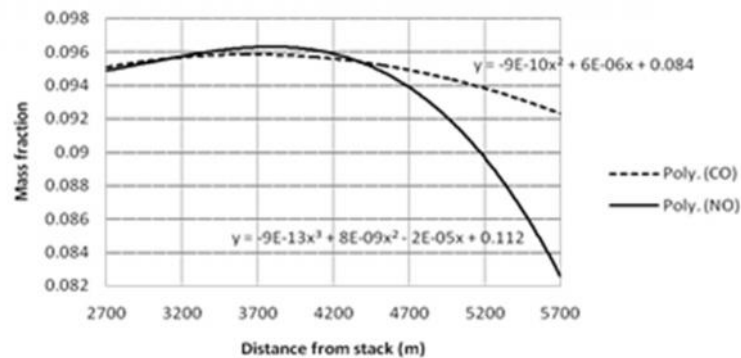
Curve 3 : Contamination concentration Co on earth level



Curve 4: Contamination concentration Co on earth level



Curve 5 : Contamination concentration Co on earth level



Curve 6 : Contamination concentration of Co & No

CONCLUSION

Pollution air dispersion is more in space after chimney and maximum value of pollution concentration is less on earth level while there is barrier in front of chimney. 3 chimneys beside each other have not effect on distance but this distance is 1000 meter next to chimney when there is barrier in front of chimney. In high elevated building is collocate after chimney, contaminated level in building left side is more than right side wall. But in 3 chimneys beside each other and barrier after chimney, Pollution kind has effect on pollution condensation maximum distance. When output pollution of chimney these barrier leads to pollution concentration value don't depend on pollution kind. And concentration graphs of No & Co are reductively identical. But pollution concentration value is more in earth level in 3 chimney and barrier [51,52, 47,48,49,50].

SUGGESTIONS

Below suggestions are useful in completing this project. [1].

1. Investigating inversion phenomenon in atmosphere.
2. Apply pressure change with elevation.
3. Use of other turbulence models like LES & RSM.
4. Investigate dilution effect on smoke column emission and rising.
5. Investigating effect of multi-exit chimney on smoke column raise and emission.

REFERENCES

- [1] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, "An Analysis of Polyethylene Coating Corrosion in Oil and Gas Pipelines," Journal of American science, U.S.A., 2011
- [2] Zarinabadi, Soroush, Samimi, Amir, "Scrutiny Water Penetration in Three-layer Polyethylene Coverage," Journal of American science, U.S.A., 2011
- [3] Samimi, Amir. Zarinabadi, Soroush, "Reduction of greenhouse gases emission and effect on environment." Australian journal of basic and applied science, 752-756, 2011
- [4] Zarinabadi, Soroush, Samimi, Amir, "Problems of hydrate formation in oil and gas pipes deal," Australian journal of basic and applied science, 2011
- [5] Zarinabadi, Soroush., Samimi, Amir., Mohammad Sadegh Marouf., "Modeling and Simulation for Olefin Production in Amir Kabir Petrochemical," Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010, WCECS ,San Francisco, USA , 2010
- [6] Samimi, Amir., Zarinabadi, Soroush., "Application Polyurethane as Coating in Oil and Gas Pipelines", International Journal of science and investigations, France, pp.43-45, 2012
- [7] Samimi, Amir., Zarinabadi, Soroush., Samimi, Marzieh., "Solar Energy Application on Environmental Protection", International Journal of science and investigations, France, 2012
- [8] Samimi, Amir., Almasinia, Babak., Nazem, Esmaeil., Rezaei, Rohollah., Hedayati, Abbas., Afkhami, Mahbobeh., "Investigating MIDEA Corrosion Treatment on Carbonic Simple Steel in Amin Unit of Isfahan Refinery", International Journal of science and investigations, France
- [9] Samimi, Amir., "Investigation Results of Properties of Stripe Coatings in Oil and Gas Pipelines", International Journal of science and investigations, France, 2012
- [10] Samimi, Amir., "Studying Corrosion Electrochemical Mechanism in Tube Line and Gas Wells", International Journal of science and investigations, France, 2012
- [11] Samimi, Amir., "Preventing Hydrate Formation in Gas Transporting Pipe Lines with Synthetic Inhibitors", International Journal of science and investigations, France, pp.48-50, 2012
- [12] Samimi, Marzieh., Samimi, Amir., "Non-Climatically Factors Causing Weather Changes", International Journal of science and investigations, France, pp.35-31, 2012
- [13] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, Setoudeh, Mehrdad, "Experimental Study of Factors Affecting Corrosion in Gas Wells Using Potantio Acetate and Galvan Acetate Tests," International Journal of science and investigations, France, pp.13-16, 2012
- [14] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, Setoudeh, Mehrdad, Safavian, Amir, "Review Applications to Prevent Corrosion Reducing Gas Pipe Line", International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.423-428, 2012
- [15] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, Setoudeh, Mehrdad, "Safety and Inspection for Preventing Fouling in Oil Exchangers," International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, 2012
- [16] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, "The Comparison of Increasing Method for Petroleum Pits Output (Fluids Dynamic)," International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.435-439, 2012
- [17] Samimi, Amir., Afkhami, Mahbobeh., "Check Solution Corrosive a-MEDA on 316 & 304 Stainless Steel in Hydrogen Unit", International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.594-604, 2012
- [18] Samimi, Amir., "Review Applications to Prevent Corrosion Reducing Gas Pipe Line", International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.423-428, 2012
- [19] Samimi, Amir., "Causes of Increased Corrosion in Oil and Gas Pipelines in the Middle East", International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.572-577, 2012
- [20] Samimi, Amir., Dokhani, Sepanta., Neshat, Neda., Almasinia, Babak, Setoudeh, Mehrdad, "The Application and New Mechanism of Universal Produce the 3-Layer Polyethylene Coating," International Journal of Advanced Scientific and Technical Research (IJAST), India, 2012
- [21] Samimi, Amir, "Normal Paraffin Production Process of Kerosene in Oil Refinery Company", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 1, Dec. 2012
- [22] Samimi, Amir., "Offer a New Model to Prevent Formation of Hydrate in Gas Pipeline in Gas Refinery", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324, 2012
- [23] Samimi, Amir., "Study an Analysis and Suggest New Mechanism of 3 Layer Polyethylene Coating Corrosion Cooling Water Pipeline in Oil Refinery in Iran", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 1 No. 2 Dec. 2012
- [24] Samimi, Amir., "Use of Polyurethane Coating to Prevent Corrosion in Oil and Gas Pipelines Transfer", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324, 2012

- [25] Samimi, Marzieh., Samimi, Amir., "Explosion of Resources Management in Iran", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 1 No. 2 Dec. 2012
- [26] Samimi, Amir., Zarinabadi, Soroush., "Investigation of Corrosion of the Pipeline Using TOEFLT in Iran Refinery", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 V, Dec. 2012
- [27] Setoudeh, Mehrdad, Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush., Almasinia, Babak., Nazem, Esmaeil., Rezaei, Rohollah., hedayati, Abbas., "Experimental Study of Factors Affecting Corrosion in Gas Wells Using Potantio Acetate and Galvan Acetate Tests", International Journal of science and investigations, 2012
- [28] Zarinabadi, Soroush., Samimi, Amir., "Scrutiny Water Penetration in Three-layer Polyethylene Coverage," International Congress of Chemical and Process Engineering , CHISA 2010, and 15 Conference on Process Integration, Modelling and ptimisation for Energy Saving and Pollution,2010
- [29] Samimi, Amir., Zarinabadi, Soroush., " Application Solid Polyurethane as Coating in Oil and Gas Pipelines," International Congress of Chemical and Process Engineering , CHISA 2012, and 16 Conference on Process Integration, Modelling and ptimisation for Energy Saving and Pollution,2012
- [30] Zarinabadi, Soroush., Samimi, Amir., " Investigation Results of Properties of Stripe Coatings in Oil and Gas Pipelines," International Congress of Chemical and Process Engineering , CHISA 2012, and 16 Conference on Process Integration, Modelling and ptimisation for Energy Saving and Pollution,Check, 2012
- [31] Samimi, Amir., "Investigating Corrosion Electrochemical Mechanism in Tuble Lines and Gas Shaft", American Journal of Research Communication (AJRC), U.S.A, 2013
- [32] Rezaei, Rohollah., Samimi, Amir., "Effects of Phosphorus and Nitrate in Wastewater Shahinshahr City Use for Oil Refinery", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324, 2012
- [33] Samimi, Amir., Bagheri, Ali., " Studying and Investigation Corrosion in Tube Line and Gas Wells in Oil and Gas Refinery", International Journal of Chemistry; (IJC), Austria, pp27-38, 2013
- [34] Samimi, Amir., " Preservation Ways and Energy Consumption in Oil Refinery", International Journal of Chemistry; (IJC), Austria, pp41-47, 2013
- [35] Samimi, Amir., Bagheri, Ali., " Investigation of Corrosion in Oil and Gas Pipelines in Southwestern Iran", World of Sciences Journal; (WSJ), Austria, pp114-127, 2013
- [36] Samimi, Amir., Bagheri, Ali., " Investigating Corrosion Treatment on Carbonic Steel in Amin Unit with TOEFEL Polarization", World of Sciences Journal; (WSJ), Austria, pp128-141, 2013
- [37] Samimi, Amir., " Micro-Organisms of Cooling Tower Problems and How to Manage them", International Journal of Basic and Applied science, Indonesia, pp.705-715, April 2013
- [38] Samimi, Amir., Bagheri, Ali., Dokhani, Sepanta., Azizkhani, Sepehr., Godini, Ehsan., "Use of Polyurethane Coating to Prevent Corrosion in Oil and Gas Pipelines Transfer", International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324, July 2013
- [39] Samimi, Amir., Hamid Reza Tajik., Sepehr Azizkhani., Sepanta Dokhani., Ehsan Godini., Babak Almasinia., Marzieh Samimi., " Examine the Effects of Greenhouse Gases on Climate Change", World of Sciences Journal; (WSJ), Austria, pp130-143, Issue: 12, 2013
- [40] Samimi, Amir., Hamid Reza Tajik., " Studies on Corrosion Characteristics Protection of Petroleum & Liquid Gas Pipelines", World of Sciences Journal; (WSJ), Austria, pp130-143, Issue: 12, 2013
- [41] Bagheri, Ali., Samimi, Amir., Dokhani, Sepanta., Azizkhani, Sepehr., Godini, Ehsan., "Use of Polyurethane Coating to Prevent Corrosion in Oil and Gas Pipelines Transfer", World of Sciences Journal; (WSJ), Austria, pp130-143, Issue: 5, 2013
- [42] Honarvar, Bijan , Samimi, Amir "Investigating corrosion mechanism in tube lines and gas shaft," International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2014
- [43] Samimi, Amir, Samimi, Marzieh, " Explosion of resources management in Iran," 21st International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2014
- [44] Samimi, Amir, "A Normal paraffin production process of kerosene in oil refinery company," 21st International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2014
- [45] Samimi, Amir, " Study an Analysis and Suggest new Mechanism of 3 layer polyethylene coating corrosion cooling water pipeline in oil refinery in Iran," 21st International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2014
- [46] Samimi, Amir, " Investigate the Interaction between Energy and National Security", National Energy Conference in Iran, Ahvaz, Iran, 2012
- [47] Samimi, Amir, Samimi, Marzieh, Zarinabadi, Soroush, " Damaging Effects of Pollution on the Environment", First National Environment and Pollutant Conference in Iran, Ahvaz, Iran, 2012
- [48] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, " HSE Management and the Role of that in Iran Petroleum", First National of HSE Conference in Iran, Mahshahr, Iran, 2011

- [49] Samimi, Amir," Importance of Occupational Safety Culture in the Oil Industry in Iran", Second National of HSE Conference in Iran, Mahshahr, Iran, 2012
- [50] Samimi, Amir," Evaluation of the Safety Management System, Environment and Health in the Oil Industry", Second National of HSE Conference in Iran, Mahshahr, Iran, 2012
- [51] Samimi, Amir, Zarinabadi, Soroush, "Need to approach the management of water resources development plan of the Islamic Republic of Iran", 1st National Conference on Water and Wastewater Science and Technology, Ahvaz, Iran, 2012
- [52] Samimi, Amir, "Consumption Pattern Reforms in the Energy Sector Development Plan" Modification of cultural consumption, Eslamshahr, Iran, 2012

Response of Mung Bean Plants to Arbuscular Mycorrhiza and Phosphorus in Drought Stress

Yagoob Habibzadeh

Agricultural Research Center of West Azarbaijan province, Urmia, Iran

Copyright © 2014 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 evaluate drought stress and arbuscular mycorrhiza with phosphorus on related root and shoot traits and grain yield of mungbean, a factorial experiment was carried out based on a randomized completely design in pot culture. Irrigation regimes 25, 50, 75 and 100mm of evaporation from a pan possessed irrigation's levels as the first factor. At the second factor arranged 5, 15mgPKg⁻¹ soil and 5, 15 with *Glomus mosseae* with three replications were conducted in Urmia University in 2010. Results showed that grain yield of inoculated mungbean with 15 and 5mgPKg⁻¹ soil 834.17 and 699.317mg/plant had the highest values, respectively. Both 15 and 5mgPKg⁻¹ soil with *G. mosseae* had more leaf phosphorus, plant height, leaf number, leaf dry weight, pod number, seed/pod, root dry weight, root length, root volume, and chlorophyll index than 15 and 5mgPKg⁻¹ soil non-inoculated plants. Leaf phosphorus, plant height, leaf number, leaf dry weight, pod number, seed/pod, root dry weight, root length, root volume, and chlorophyll index had positive correlation coefficients with grain yield. The highest (743.33mg/plant) and lowest (423.33mg/plant) grain yield achieved in irrigation after 25 and 100mm evaporation, respectively. With increasing water deficit stress decreased leaf phosphorus, leaf number, leaf dry weight, seed/pod, root dry weight and chlorophyll index. Although drought stress reduced grain yield, but inoculated it reduced the severity of stresses. Inoculated plants increased 69% of the potential yield than control.

KEYWORDS: *Glomus mosseae*, Grain yield, Phosphorus, *Vigna radiata*, Water stress.

1 INTRODUCTION

Mycorrhizal plants can be affected water balance under irrigated and drought stress conditions [23]. Symbiotic plants with *G. intraradices* increase biotic and a-biotic stresses. There were several mechanisms for expression increasing root hydraulic conductivity and improvement root contact with soil particles through connecting mycorrhizal hyphae [7]. At mycorrhizal faba-bean enhanced nodule number, nodule dry weight, days to flowering, number of pods and grain yield compared to non-mycorrhizal plants under different irrigation regimes [15]. AM fungi by increasing mineral nutrients, especially phosphorus tolerate to biotic and a-biotic stresses [28], [29], [2].

1.1 PHOSPHORUS

Phosphorus is one of the essential mineral macronutrients, which is required for maximum yield of agriculturally important crops. Most of the essential plant nutrients, including phosphorus, remain in insoluble form in soil [1], [33].

Phosphorus is critical for plant growth, and is a component of the nucleic acid structure of plants and bio-membranes. Therefore, it is important in cell division and tissue development. Phosphorus is also involved in the energy metabolism of cells and is required for the biosynthesis of primary and secondary metabolites in plants. Consequently, plants have evolved a range of strategies to increase phosphorus uptake and mobility [18].

1.2 MYCORRHIZAE AND DROUGHT STRESS

Inoculated plants with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi can improve crop production under drought stress conditions [3], [4]. Several studies demonstrated that the symbiotic relationship between AM fungi and the roots of plants increased drought resistance in host plants [6], [24], [29], [26]. Mycorrhiza is a symbiotic fungus that caused beneficial relationship between soil and plant. Increasing of water absorption and nutrient (especially phosphorus) uptake by mycorrhizal hyphae can be more due to growth hyphae to the 20mm root surface than 1.5mm hairy roots [30]. Also, low root penetration compared to high hyphae penetration into cracks and pores of soil. Hyphae of fungus infiltrate into the soil where the roots are unable to penetrate. Speed of inorganic phosphate into the hyphae was 2cm/h which is several times higher than diffusion in the soil [21], [23], [24].

The rate of photosynthesis improved due to more phosphorous absorption and chlorophyll content in mycorrhizal pepper plants [10]. In mycorrhizal mung bean plants, grain yield, leaf phosphorus and ecosystem water use efficiency were improved compared with the non-mycorrhizal plants. Two species of mycorrhiza, *G. mosseae* and *G. intraradices* significantly improved the grain yield and reduced the water-deficit stress in the field [13]. AM symbiosis of corn plants by improving water absorbing, changing water relations, expanding root system, improving plant nutrition and increasing plant metabolism tolerated to water deficit [8]. At mycorrhizal sesame enhanced roots through increasing volume and dry weight of root [9]. In another experiment, lavender plants inoculated with *G. mosseae* expanded roots 35% [19].

The aim of this study was to evaluate the effect of *G. mosseae* with phosphorus, on grain yield, root and shoot traits of mung bean plants under different levels of irrigation.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 EXPERIMENTAL LOCATION

A trial was conducted in the Agricultural Faculty of Urmia University in Iran. The experiment located in longitude 37°, 39' north, latitude 44°, 58' east and 1365m altitude. Environmental conditions of the experimental site, including the highest and lowest temperatures and humidity, sum of sunny hours, daily and monthly solar radiation and potential evapo-transpiration of the study are shown in Table 1. Some physicochemical properties of soil, which is used in 240 pots were determined (Table 2).

2.2 EXPERIMENTAL DESIGN

A factorial experiment based on a randomized completely design carried out with three replications. Irrigation regimes with four levels of 25, 50, 75 and 100 mm of evaporation from a Class A pan and inoculation mycorrhizal mungbean (*Vigna radiata* L.) cultivar NM92 with four levels, including 5, 15 mg P Kg⁻¹ soil and 5, 15 with *Glomus mosseae* of mycorrhiza species arranged as the first and second factors, respectively. Each plot consists 5 pots which all was 240 pots. Depth and diameter of pots were 22 cm which filled with 7kg of soil. Seeds of the mung bean cultivar NM92 were provided by the Agricultural Research Station of Dezfoul. A species of AM fungi used in this study was *G. mosseae*, which were produced on maize (*Zea mays* L.) host plants by Dr. E.M. Goltapeh at Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. The mycorrhizal inoculum was placed in the holes (30 g per hole) below the mungbean seeds and lightly covering with soil from the hole on the day of planting. For non-mycorrhizal control plants were sown with no inoculation. Seeds were sown on 29 June 2010 into a Sandy loam soil with pH 7.65 and 2.4 mg kg⁻¹ of P. At three primary leaf stage were applied irrigation regimes. Total water consumption during the growing season was 84, 51, 39 and 27 liters at per pot for irrigations of 25, 50, 75 and 100 mm of evaporation from a Class A pan, respectively. Root and shoot dry weights were determined after drying samples in oven 72°C. Length and volume of roots measured from 10 randomly selected plants at the end of the growing season. Chlorophyll index was determined *in vivo* using a Minolta SPAD CCM-200 Chlorophyll-meter featuring integrated data logger. Grain yield recorded from all pots of each treatment. At the maturity time, the percentage of colonization of mung bean roots by AM fungi was determined on 15 plants per experimental unit. Root colonization was measured in fresh roots cleared in 10% KOH for 10 min at 90°C and stained in 0.05% lactic acid–glycerol–Trypan Blue [22]. The percentage of root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi was microscopically determined using the grid line intersection method [11]. To measure leaf phosphorus, dried leaves were milled, digested, and analyzed as described by Watanabe and Olsen [31] and Ohnishi et al. [20]. The method described for phosphorus involves drying, homogenization, and combustion (4 h at 500°C) of the leaf sample. The plant ashes (5 mg) are digested in 1 ml of concentrated HCl. The samples are then filtered, and total phosphorus is quantified as PO₄⁻ using the ascorbic acid method [31]. The amount of PO₄⁻ in solution was determined colorimetrically at 882 nm [12].

2.3 STATISTICAL ANALYSIS

Analysis of variance of the data was performed using MSTATC software. The effects of irrigations, application of mycorrhizae and phosphorus were analyzed by ANOVA and the means compared with the Duncan's Multiple Range test ($P \leq 0.05$).

3 RESULTS AND DISCUSSION

Different levels of irrigations and mycorrhizae with phosphorus for traits of leaf phosphorus, leaf number, leaf dry weight, seed/pod, root dry weight, chlorophyll index and grain yield were significant differences (Table 3).

3.1 RELATED ROOT AND SHOOT TRAITS

Colonization percentage of *G. mosseae* reduced with increasing water stress and phosphorus. Variations of this trait were from %29.24 to %48.79. Treatment of *G. mosseae* with 15 mg P Kg⁻¹ soil had the most plant height (21.63cm), leaf number (9.61), leaf dry weight (0.32g), pod number (2.69), root dry weight (0.19g), root length (23.61cm), root volume (0.45cm³), and chlorophyll index (75.75) (Table 4). Chlorophyll index, dry weight of roots and leaves decreased with severe stress. Irrigation levels of 25 and 100 mm of evaporation from a Class A pan were 70.64, 0.19g, 0.33g and 53.56, 0.11g, 5.80g values of them, respectively. Leaf number and seed/pod in 25, 50 and 75 mm of evaporation from a Class A pan were the same group, but at 100 mm of evaporation were reduced (Table 5). Expanded roots of mycorrhizal plants enhanced root area. Therefore, water uptake in mycorrhizal plants was due to more root expansion than control [14]. Mycorrhizal corn plants through the expanding root system, improving hydraulic conductivity and water uptake increase drought tolerance [8]. In lavender inoculated plants with *G. mosseae* improved root growth (35%) than control [19].

3.2 OSMOTIC COMPONENTS

Phosphorus accumulation in leaves of inoculated plants at both *G. mosseae* with 15 and 5 mg P Kg⁻¹ soil was higher (236.28 and 228.62mg/100g dry leaf) than control. The highest and lowest accumulations were allocated to 25 and 100 mm of evaporation from a Class A pan with 227.23 and 194.60mg/100g dry leaf, respectively (Tables 5 and 6). Nutrient uptake under drought stress decreased through reducing transpiration, disruption of active transport systems and membrane permeability and reducing root absorption. mycorrhizal hyphae uptake fixed phosphorous where plant roots couldn't absorb [17]. Influence of AM plants on leaf phosphorus in this experiment coordinated by other researchers [5], [25], [28], [29], [2], [32].

3.3 GRAIN YIELD

Grain yield in 25, 50 and 75 mm of evaporation from a Class A pan were the same group, but at 100 mm of evaporation with severe stress was reduced grain yield. *G. mosseae* with 15 mg P Kg⁻¹ soil was higher grain yield (834.17 mg/plant) than control. Grain yield of mycorrhizal plants with 5 mg P Kg⁻¹ soil was equal treatment 15 mg P Kg⁻¹ soil without inoculation with mycorrhizal plants (Tables 5 and 6). Grain yield differences in mycorrhizal treatments are related to increasing water absorption and mineral nutrients [5], [10], [15], [16], [21], [23], [27].

3.4 RELATIONSHIPS OF TRAITS

Leaf phosphorus ($r = 0.60^{**}$), plant height ($r = 0.70^{**}$), leaf number ($r = 0.70^{**}$), leaf dry weight ($r = 0.73^{**}$), pod number ($r = 0.68^{**}$), seed/pod ($r = 0.80^{**}$), root dry weight ($r = 0.69^{**}$), root length ($r = 0.51^{**}$), root volume ($r = 0.68^{**}$), and chlorophyll index ($r = 0.65^{**}$) had positive correlation coefficients with grain yield. These observations indicate that plants having a higher leaf phosphorus, leaf dry weight, root dry weight and seed/pod produce higher grain yield.

4 CONCLUSION

Inoculated plants with *G. mosseae* showed more leaf phosphorus, plant height, leaf number, leaf dry weight, pod number, seed/pod, root dry weight, root length, root volume, and chlorophyll index than control. With decreasing water deficit stress, increased leaf phosphorus, leaf number, leaf dry weight, seed/pod, root dry weight and chlorophyll index and consequently will lead to increase grain yield. Relationships between traits showed that with increasing leaf phosphorus, root dry weight, leaf dry weight and seed/pod in inoculated mycorrhizal mung bean plants enhanced grain yield. The overall results of this study showed that in low amounts of soil phosphorus (5 mg P Kg⁻¹ soil), mycorrhiza can be functionally equivalent with 15 mg P Kg⁻¹ soil non-mycorrhizal plants. Therefore recommended in areas with low P soil content, *G. mosseae* of mycorrhizal species be used as a biological fertilizer in mung bean plants.

ACKNOWLEDGEMENT

I sincerely acknowledge the unrelenting supervisory role played by Dr Jalal Jalilian during the entire duration of the project.

REFERENCES

- [1] M. H. Abd-Alla, "Phosphatases and the Utilization of Organic Phosphorus by *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae*" *Applied Microbiology*, vol.18, pp. 294-296, 1994.
- [2] M. H. Abd-Alla, S. A. Omar, and S. Karanxha, "The Impact of Pesticides on Arbuscular Mycorrhizal and Nitrogen-Fixing Symbiosis in Legumes", *Applied Soil Ecology*, vol.14, pp. 191–200, 2000.
- [3] G. N. Al-Karaki, and A. Al-Raddad, "Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Drought Stress on Growth and Nutrient Uptake of two Wheat Genotypes Differing in Drought Resistance", *Mycorrhiza*, vol. 7, pp. 83–88, 1997.
- [4] G. N. Al-Karaki, and R. B. Clark, "Growth, Mineral Acquisition and Water Use by Mycorrhizal Wheat Grown Under Water Stress", *Journal of Plant Nutrition*, vol. 21, pp. 263–276, 1998.
- [5] G. N. Al-Karaki, B. McMichael, and J. Zak, "Field Response of Wheat to Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Drought Stress", *Mycorrhiza*, vol. 14, pp. 263–269, 2004.
- [6] R. M. Augé, "Water Relations, Drought and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. *Mycorrhiza*, vol. 11, pp. 3–42, 2001.
- [7] R. M. Auge, "Arbuscular Mycorrhizae and Soil/Plant Water Relations", *Canadian Journal of Soil Science*, vol. 84, pp. 373–381, 2004.
- [8] C. R. Boomsma, and T.J. Vyn, "Mize Drought Tolerance: Potential Importants through Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis", *Field Crops Research*, vol. 108, pp. 14-31, 2008.
- [9] S. Boureima, M. Diouf, T. A. Diop, M. Diatta, E. M. Leye, F. Ndiaye, and D. Seck, "Effects of Arbuscular Mycorrhizal Inoculation on the Growth and the Development of Sesame (*Sesamum indicum* L.)", *African Journal of Agricultural Research*, vol. 3, pp. 234-238, 2007.
- [10] S. Demir, "Influence of Arbuscular Mycorrhiza on some Physiological, Growth Parameters of Pepper", *Turkish Journal of Biologist*, vol. 28, pp. 85-90, 2004.
- [11] M. Giovannetti, and B. Mosse, "An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots", *New Phytologist*, vol. 84, pp. 489–500, 1980.
- [12] Graca, Barlocher, and Gessner, *Methods to study litter decomposition: A practical guide*, Springer-Verlag, Dordrecht, the Netherlands, 329 p., 2005.
- [13] Y. Habibzadeh, A. R. Pirzad, M. R. Zardashti, J. Jalilian, and O. Eini, "Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Seed and Protein Yield under Water-Deficit Stress in Mung Bean", *Agronomy Journal*, vol. 105, pp. 79–84, 2013.
- [14] R. S. Huang, W. K. Smith, and R. S. Yost, "Influence of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza on Growth, Water Relations, and Leaf Orientation in *Leucaena leucocephala* Lam. De Wit", *New Phytologist*, vol. 99, pp. 229–243, 1985.
- [15] E. A. Faisal, O. Y. Samia, and A. E. E. Elsiddig, "Effects of Mycorrhizal Inoculation and Phosphorus Application on the Nodulation, Mycorrhizal Infection and Yield Components of *Faba Bean* Grown under two Different Watering Regimes", *University of Khartoum Journal Agricultural Science*, vol. 8, pp. 107-116, 2000.
- [16] C. Kaya, D. Higgs, K H. irnak, and I. Tas, "Mycorrhizal Colonization Improves Fruit Yield and Water Use Efficiency in Watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) Grown under Well-Watered and Water-Stressed Conditions". *Plant and Soil*, vol. 253, pp. 287-292, 2003.
- [17] J. LU, M. LIU, Y. Mao, and L. Shen, "Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae on the Drought Resistance of Wild Jujube (*Zizyphs spinosus* HU) Seedlings", *Front Agricultural China*, vol. 1, pp. 468-471, 2007.
- [18] Marschner, *Mineral Nutrition of Higher Plants*, London: Academic Press, 1996.
- [19] A. Marulanda, R. Porcel, M. Barea, and R. Azcon, "Drought Tolerance and Antioxidant Activities in Laventies in Lavender Plants Colonized by Native Drought-Tolerant or Drought-Sensitive *Glomus* species", *Microbial Ecology*, vol. 54, pp. 543-552, 2007.
- [20] T. Ohnishi, R. S. Gall, and M. L. Mayer, "An Improved Assay of Inorganic Phosphate in the Presence of Extralabile Phosphate Compounds: Application to the ATPase Assay in the Presence of Phosphocreatine", *Anal Biochemistry*, vol. 69, pp. 261–267, 1975.
- [21] S. Pelletier, and J. Dionne, "Inoculation Rate of Arbuscular Mycorrhizal Fungi *Glomus intraradices* and *Glomus etunicatum* Affects Establishment of Landscape Turf with no irrigation or Fertilizer Inputs", *Crop Science*, vol. 44, pp. 335-338, 2004.

- [22] J. M. Phillips, and D. S. Hayman, "Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection", *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 55, pp. 158–161, 1970.
- [23] M. Robert, "Water Relations, Drought and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis", Springer-Verlag, *Mycorrhiza*, vol. 11, pp. 3-42, 2001.
- [24] J. M. Ruiz-Lozano, "Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis and Alleviation of Osmotic Stress. New Perspectives for Molecular Studies", *Mycorrhiza*, vol. 13, pp. 309–317, 2003.
- [25] J. M. Ruiz-Lozano, R. Azon, and M. Gomez, "Effects of Arbuscular- Mycorrhizal *Glomus* Species on Drought Tolerance: Physiological and Nutritional Plant Responses", *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 61, pp. 456–460, 1995.
- [26] Ruiz-Lozano, J. M., and Aroca, R., *Modulation of aquaporin genes by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in relation to osmotic stress tolerance*, In: Seckbach J, Grube M (eds) *Symbioses and stress: joint ventures in biology, cellular origin, life in extreme habitats and astrobiology*. Springer Science, Business Media, Dordrecht, pp. 359–374, 2010.
- [27] M. J. Sanchez-Blanco, T. Ferrandez, M. A. Morales, A. Morte, and J. J. Alarcon, "Variations in Water Status, Gas Exchange, and Growth in *Rosmarinus officinalis* Plants Infected with *Glomus deserticola* under Drought Conditions", *Journal Plant Physiology*, vol. 161, pp. 675–682, 2004.
- [28] R. J. H. Sawers, C. Gutjahr, and U. Paszkowski, "Cereal Mycorrhiza: an Ancient Symbiosis in Modern Agriculture", *Trend Plant Science*, vol. 13, pp. 93–97, 2008.
- [29] S. E. Smith, and D. J. Read, "Mycorrhizal symbiosis", 3rd ed. *Academic Press*, London, 2008
- [30] Sylvia, D. M., and Williams, S. E., *Vesicular-arbuscular mycorrhizal and environmental stress*, pp.101-124, In: *mycorrhizae in sustainable agriculture*, ASA Special Publication no. 54, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, 1992.
- [31] F. S. Watanabe, and S. R. Olsen, "Test of an Ascorbic Acid Method for Determining Phosphorus in Water and NaHCO₃ Extracts from Soil", *Proceedings - Soil Science Society of America*, vol. 29, pp. 677–678, 1965.
- [32] Q. Wu, and R. Xia, "The Relation Between Vesicular Arbuscular Mycorrhizae and wWater Metabolism in Plants", *Chinese Agricultural Science of Bulletin*, vol. 20, pp. 188-192, 2004.
- [33] Yadav, K. S., and Dadarwal, K. R., *Phosphate solubilization and mobilization through soil microorganisms*, In: *Biotechnological Approaches in Soil Microorganisms for Sustainable Crop Production*, Dadarwal, R. K. ed., Scientific Publishers, Jodhpur, India. pp. 293-308, 1997.

ANNEXE

Table 1. Environmental condition at the experimental site during summer 2010

Parameter	June	July	August	September
Highest temperature (°C)	32.4	37.9	38.0	32.6
Lowest temperature (°C)	5.2	9.7	10.1	7.9
Highest relative humidity (%)	76	65	65	81
Lowest relative humidity (%)	29	21	18	28
Sum of sunny hours (no.)	360	389	362	325
Solar radiation (MJ m ⁻² d ⁻¹)	27.6	28.1	25.3	21.2
Solar radiation (MJ m ⁻² mo ⁻¹)	828.0	871.0	784.3	636.0
Potential evapo-transpiration (mm mo ⁻¹)	215	275	236	175

Table 2. Some soil physico-chemical characteristics

Saturation (%)	Electrical conductivity (Ds m ⁻¹)	PH	Organic carbon (%)	Phosphorus (Mg kg ⁻¹)	Potassium (Mg kg ⁻¹)	Soil texture
29	1.3	7.65	0.20	2.4	85	Sandy loam

Table 3. Mean squares traits of mung bean affected by mycorrhizal infection with phosphorus under different irrigation regimes

S.O.V	df	Mean squares										
		Grain yield	Leaf phosphorus	Plant height	Leaf number	Leaf dry weight	Pod number	Seed/pod	Root dry weight	Root length	Root volume	Chlorophyll index
Irrigation (I)	3	0.19**	3486.07**	8.14	21.93**	0.044**	0.17	15.97**	0.015**	28.10	0.018	613.68**
Mycorrhizae (M)	2	0.58**	6456.79**	74.63**	30.58**	0.043**	3.56**	16.46**	0.015**	104.41**	0.127**	1858.24**
M × P	6	0.02	622.94	0.36	0.32	0.001	0.12	0.42	0.001	2.24	0.004	32.38
Error	24	0.02	753.20	4.91	1.59	0.002	0.17	0.92	0.001	7.45	0.004	126.234
CV (%)	-	5.87	12.80	11.79	16.41	16.41	21.00	19.56	16.07	13.53	17.26	18.32

* Significant at the 5% probability level.

** Significant at the 1% probability level.

Table 5. Means comparison of mung bean traits by mycorrhizae with phosphorus

Mycorrhizal Symbiosis + phosphorus (mg P kg ⁻¹ soil)	Grain yield (mg/plant)	Leaf phosphorus (mg/100g dry leaf)	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf dry weight (g)	Pod number	Seed/pod	Root dry weight (g)	Root length (cm)	Root volume (cm ³)	Chlorophyll index
5	337.50c	184.52b	15.75c	5.90c	0.18c	1.42c	3.57c	0.11c	16.68c	0.22c	47.36c
15	567.50b	208.02ab	18.08bc	7.01bc	0.24b	1.74bc	4.53bc	0.15b	19.18bc	0.33b	55.58bc
<i>Glomus mosseae</i> +5	699.17b	228.62a	19.71ab	8.21ab	0.29ab	2.10b	6.37a	0.17ab	21.22b	0.41a	66.67ab
<i>G. mosseae</i> + 15	834.17a	236.28a	21.63a	9.61a	0.32a	2.69a	5.16b	0.19a	23.61a	0.45a	75.75a

Means followed by the same letter(s) in each column are not significant differences

Table 6. Means comparison of mung bean traits by irrigation regimes

Irrigation regimes	Grain yield (mg/plant)	Leaf phosphorus (mg/100g dry leaf)	Plant height (cm)	Leaf number	Leaf dry weight (g/plant)	Pod number	Seed/pod	Root dry weight (g/plant)	Root length (cm)	Root volume (cm ³)	Chlorophyll index
25	743.33a	227.23ab	-	8.85a	0.33a	-	36.05a	0.19a	-	-	70.64a
50	667.50a	229.88a	-	8.44a	0.28a	-	5.62a	0.16ab	-	-	62.19ab
75	604.17a	205.28ab	-	7.64a	0.22b	-	4.46a	0.14c	-	-	58.97ab
100	423.33b	194.60b	-	5.80b	0.19b	-	3.50b	0.11c	-	-	53.56b

Means followed by the same letter(s) in each column are not significant differences

Table 7. Correlation coefficients between mung bean traits

Treatment	Grain yield	Leaf phosphorus	Plant height	Leaf number	Leaf dry weight	Pod number	Seed/pod	Root dry weight	Root length	Root volume
Leaf phosphorus	0.60**									
Plant height	0.70**	0.58**								
Leaf number	0.70**	0.51**	0.62**							
Leaf dry weight	0.73**	0.56**	0.63**	0.76**						
Pod number	0.68**	0.41**	0.61**	0.65**	0.52**					
Seed/pod	0.80**	0.65**	0.58**	0.75**	0.85**	0.54**				
Root dry weigh	0.69**	0.65**	0.58**	0.73**	0.79**	0.61**	0.58**			
Root length	0.51**	0.28	0.41**	0.27	0.32*	0.47**	0.72**	0.16		
Root volume	0.68**	0.57**	0.70**	0.60**	0.69**	0.62**	0.61**	0.73**	0.46**	
Chlorophyll index	0.65**	0.47**	0.65**	0.70**	0.78**	0.59**	0.73**	0.72**	0.35*	0.76**

* and ** Significant at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

Evaluation et sélection de nouvelles variétés de maïs (*Zea mays* L.) à haut potentiel de rendement dans les conditions climatiques de la région de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo

[Assessment and selection of new maize varieties (*Zea mays* L.) of good potential yield in the climatic conditions of Lubumbashi, southeast of the DR Congo]

Nyembo Kimuni Luciens¹, Mpundu Mubemba Michel¹⁻², and Baboy Longanza Louis¹⁻³

¹Département de phytotechnie, Faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo

²Ecole d'hôtellerie et tourisme, Université de Lubumbashi, B.P 1825, Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo

³Université Libre de Bruxelles, Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Avenue F.D. Roosevelt 50, CP 169 B-1050 Bruxelles, Belgium

Copyright © 2014 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.

RESUME: Au Katanga, dans le milieu paysan le rendement moyen du maïs oscille entre 800 et 1000 kg.ha⁻¹ contre respectivement 3000 à 4000 kg.ha⁻¹ et 6000 à 8000 kg.ha⁻¹ dans les grandes exploitations agricoles et dans les stations de recherche. Pour résoudre le problème de déficit et de dépendance vis-à-vis de l'extérieur, les expérimentations ont été menées à la ferme Kasapa pour évaluer des variétés performantes de maïs. Quatorze variétés de maïs en provenance de la Firme Pannar, République Sud-Africaine, ont été évaluées. Chaque variété a été semée en utilisant un dispositif en blocs complets randomisés avec trois répétitions et ces variétés ont été comparées aux variétés Unilu et Katanga sélectionnées par la faculté des sciences agronomiques Université de Lubumbashi et la variété Babungo sélectionnée par l'INERA. Toutes les variétés testées dans les conditions édaphoclimatiques de la ville de Lubumbashi ont donné de rendements similaires à ceux des témoins locaux. Dans le contexte de la province du Katanga, les variétés adaptées aux conditions climatiques ont dégénéré et ne permettent plus de réaliser des bons rendements. En outre, avec le changement climatique observé ces dernières décennies, la sélection des variétés performantes permettra de mettre à la disposition des paysans des variétés de maïs résilientes au changement climatique et à bon potentiel de rendement en grains.

MOTS-CLEFS: maïs, évaluation, variété, rendement, Pannar, Lubumbashi.

ABSTRACT: In the Katanga, in the peasant environment the middle yield of corn oscillates between 800 and 1000 kg.ha⁻¹ against respectively 3000 to 4000 kg.ha⁻¹ and 6000 to 8000 kg.ha⁻¹ in the big agricultural exploitations and in the stations of research. To solve the problem of deficit and dependence opposite the outside, the experimentations have been led to Kasapa farming to value effective varieties of corn. Fourteen varieties of corn exits of the Business Pannar, Republic South African have been valued. Every variety has been sowed as using a device in complete blocks randomized with three repetitions and these varieties has been compared to Unilu and Katanga varieties selected by the faculty of agricultural sciences/University of Lubumbashi and the Babungo variety selected by the National Institute of Study and agricultural research. All varieties tested in the soil and climate conditions of the city of Lubumbashi gave similar yields to those of the local witnesses. In the context of the province of the Katanga, the varieties adapted to the climatic conditions degenerated and don't permit to achieve some good yield anymore. Besides, with the climatic change observed these last decades, the

effective variety selection will permit to put at the disposal of the peasants of the varieties of corn adapted to the climatic conditions degenerated and to good potential of yield in grains.

KEYWORDS: maize, assessment, variety, yield, Pannar, Lubumbashi.

1 INTRODUCTION

Le maïs est la troisième céréale la plus importante pour les habitants des régions tropicales et constitue la deuxième culture vivrière après le manioc en République Démocratique du Congo (RD Congo) [1]. En RD Congo, le maïs est la principale céréale et elle a gagné en importance ces dernières années. A Kinshasa par exemple, la consommation annuelle (kg/tête) de maïs grains est passée de 2,84 kg en 1975 à 6,68 kg en 2000, soit une augmentation de 235 %. La farine de maïs est mélangée à celle de manioc pour la préparation d'une pâte alimentaire, le "fufu" [2]. Le maïs est cultivé pour l'alimentation humaine et animale mais aussi pour de nombreuses utilisations industrielles. En ce qui concerne la consommation humaine au Mexique ou en Afrique du sud par exemple, les chiffres peuvent atteindre 50 à plus de 10 kg/an/personne de maïs consommé (Figure 1)[3].

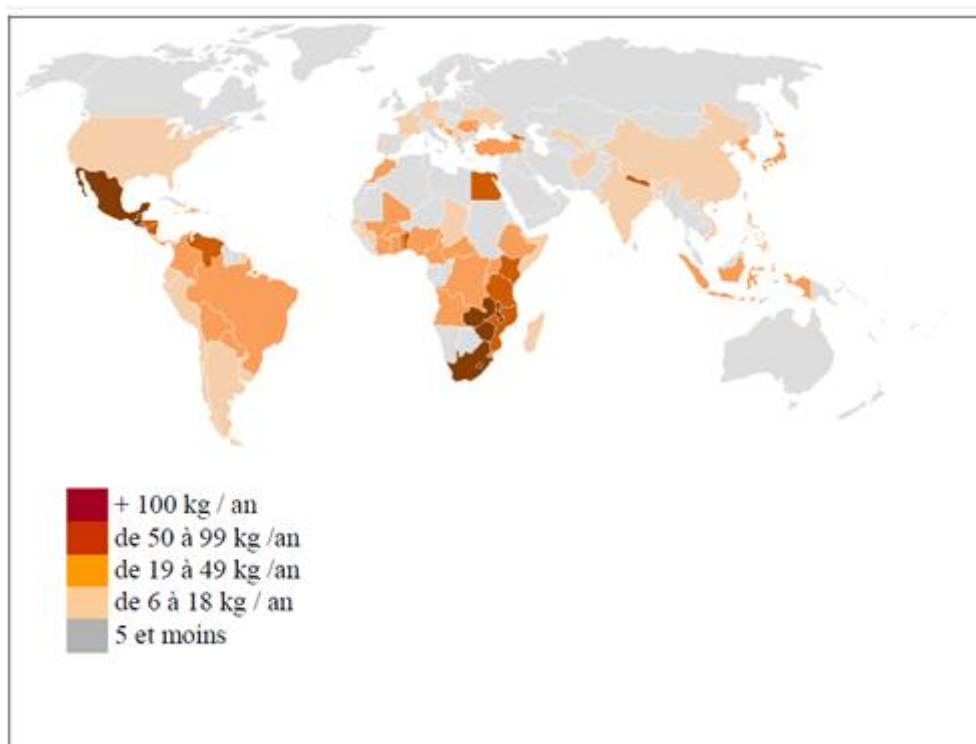


Figure 1 : Cartographie de la consommation de maïs dans le monde. Elle représente la quantité de maïs en kg consommée par habitant et par an en fonction des capitales de chaque pays en 2006 (Anzala, 2006).

La culture du maïs est très répandue en RD Congo et la production nationale n'a pas cessé d'accroître malgré les perturbations climatiques et sociales puisqu'elle est passée de 1101130 tonnes en 1996 pour atteindre 1154570 tonnes en 2002 alors que la superficie occupée par le maïs est passée de 1378135 ha à 1463314 ha, montrant que l'augmentation de la production du maïs est tributaire de celle des superficies cultivables [1]. Les rendements sont variables d'une région à une autre en RD Congo mais la moyenne nationale reste faible et varie entre 0,8 et 1 t.ha⁻¹. Au niveau national, ces faibles rendements sont dus à la faible disponibilité des intrants agricoles et à l'importance des dégâts dus aux diverses pestes [1]. Avec 22% de la production nationale du maïs, le Katanga est en tête des provinces de la RD Congo [1]. Néanmoins, en 2008, la demande globale était cependant de 988.156 tonnes pour une offre de 500.854 tonnes, soit un rapport offre/demande de plus ou moins 0,5 [4]. Cette situation crée une insécurité alimentaire à environ 9 millions d'habitants. Ce déficit permanent est comblé généralement par des importations provenant d'Afrique australe. En effet, au Katanga, dans le milieu paysan le

rendement moyen oscille entre 800 et 1000 kg.ha⁻¹ contre respectivement 3000 à 4000 kg.ha⁻¹ et 6000 à 8000 kg.ha⁻¹ dans les grandes exploitations agricoles et dans les stations de recherche [5]. C'est ainsi que des recherches ont été orientées vers l'amélioration des techniques culturales pour augmenter le rendement du maïs grain à Lubumbashi. Aux Etats-Unis d'Amérique, dans les 100% d'augmentation de rendement de maïs, 40% sont dû à l'amélioration des pratiques culturales et 60% sont liés à l'amélioration génétique et les rendements du maïs sont passés de 1 t.ha⁻¹ dans les années 1930 à 7 t.ha⁻¹ dans les années 1990 [6]. Dans le contexte de la province du Katanga, les variétés adaptées aux conditions climatiques ont dégénéré et ne permettent plus de réaliser des bons rendements. En outre, avec le changement climatique observé ces dernières décennies, les génotypes recherchés de maïs doivent avoir à la fois une bonne tolérance à ce stress et un bon potentiel de rendement en grains. Etant donné que de nombreux exploitants font recours aux variétés importées non approuvées dans les conditions du Katanga et obtenant toujours de faibles rendements, le présent travail s'est proposé comme objectif l'évaluation des nouvelles variétés de maïs en provenance de Pannar dans les conditions édaphoclimatiques de la région de Lubumbashi. Au cours de cette recherche, l'hypothèse émise est que les nouvelles variétés améliorées de maïs donneraient de rendements supérieurs ou égaux à ceux des variétés locales. Pour confirmer cette hypothèse, la présente recherche poursuivra comme objectifs spécifiques l'identification, parmi les variétés de maïs en provenance de Pannar, de celles qui pourront bien s'adapter dans les conditions édaphoclimatiques de la région de Lubumbashi tout en donnant des rendements supérieurs ou égaux à ceux des variétés locales (variétés Katanga, Babungo et Unilu).

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU

Cette expérimentation a été conduite au cours de la saison culturale 2011-2012 à la station de Recherche de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi (UNILU) (1243 m d'altitude, 11°39' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est). Le Climat est du type Cwa6 dans la classification de Köppen : tempéré chaud avec hiver sec et été chaud. La température moyenne annuelle est de 20°C, avec des minima de 8°C et des maxima de 32°C. La saison des pluies dure 5 à 6 mois (de novembre à mars), pendant lesquels tombent environ 1200 mm d'eau [7]. La moyenne annuelle des précipitations entre 1916 et 1986 était de 1232 mm. Il ne tombe pas une goutte de pluie pendant la saison sèche (de mai à septembre), ce qui représente un grand handicap pour l'agriculture. Les mois d'octobre et d'avril constituent des transitions entre saison sèche et saison des pluies (Tableau 1).

Tableau 1. Données climatiques de la période expérimentale

Périodes et paramètres climatiques		2011	2012				
		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations	Quantité (mm)	170,5	374,6	335,8	173,9	9,2	0
	Nombre de jours de pluies	16	23	16	13	1	0
Température (°C)	Maximum	27,0	25,9	27,6	27,3	27,9	27,7
	Moyenne	21,0	21,9	20,9	21,2	22,1	21,7
	Minimum	16,9	18,3	17,2	17,4	16,4	14,0
Humidité relative (%)		70.9	75.1	86	86	80	73

Les groupes de sols de la classification WRB compatibles avec l'environnement pédo-climatique de Lubumbashi sont les Ferralsols, les Alisols, les Acrisols et les Plinthosols. Mais le site d'étude est dominé par les ferralsols. Les Ferralsols sont des sols profondément altérés qui se caractérisent notamment par l'abondance de sesquioxydes de fer et d'alumine et de matériaux argileux à faible capacité d'échange (kaolinite). La Capacité d'Echange Cationique (CEC) rapportée à 100% d'argile ne peut théoriquement dépasser 16 cmol kg⁻¹ [8]. La ville est entourée de savanes anthropiques, résultant de la dégradation de la forêt claire en savane arborée, puis arbustive et finalement herbeuse. La forêt claire (Miombo) subsistante ne se retrouve qu'à plusieurs dizaines de kilomètres des extrémités de l'agglomération. Si certains auteurs la considèrent comme la forêt climax de la région, il semblerait cependant qu'elle résulte de défrichements de la forêt dense sèche (Muhulu) liés à l'agriculture itinérante sur brûlis ainsi qu'à la fabrication de charbon de bois pour l'activité industrielle [9 ; 10 ; 11]. Au moment de l'ouverture du terrain, les espèces suivantes y ont été inventoriées : *Imperata cylindrica*, *Euleusine Indica*, *Tithonia diversifolia*, *Cyperus esculenta*, *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon* et *Pennisetum purpureum*.

2.2 MATÉRIEL

Quatorze variétés de maïs en provenance de la firme PANNAR dont PAN TM-81, PAN 53, PAN 8M-91, PAN 8M-93, PAN 6227, PAN 67, PAN 6777, PAN TM-89, PAN ETC 745, PAN 63, PAN 5M-35, PAN 4M-19, PAN 69, PAN 4M-21, ont été évaluées dans les conditions édapho-climatiques de la région de Lubumbashi et comparées aux trois variétés locales prises comme témoins : BABUNGO, KATANGA et UNILU. Les variétés Unilu et Katanga, mises au point par la Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi sont, à côté de la variété Babungo les plus cultivées au Sud du Katanga. La variété Katanga est cependant plus préférée pour sa précocité. Ces variétés améliorées, utilisées comme témoin dans la présente étude, sont plus préférées pour leur résistance aux maladies (helminthosporiose, cercosporiose et striure), ravageurs et leur potentiel élevé de rendement (7,5 à 8,5 t.ha⁻¹ à une densité de 53.333 plants ha⁻¹). Par contre, les variétés de la firme PANNAR, en cours de diffusion dans la région, ont été retenues pour leur rendement élevé (6 à 8 t.ha⁻¹) à une faible densité de semis (33.333 plants ha⁻¹) et étant donné qu'elles produisent deux épis par pied. Dans cette étude cependant, ces variétés ont été semées à la densité de 53.333 plants ha⁻¹ (écartements de 75cm*25cm).

2.3 MÉTHODES

Le dispositif expérimental utilisé est celui des blocs complets randomisés à trois répétitions comportant 17 traitements constitués par le 14 variétés de l'Afrique du sud comparées aux trois témoins locaux. Le terrain a été labouré et hersé respectivement à la charrue à disque et la herse en octobre 2011. Après délimitation des parcelles, le semis a été effectué à raison d'une graine par poquet à une densité de 53.333 plants par hectare (écartements de 75 cm x 25 cm). De l'urée (46% d'azote) et le NPKS 10-20-10-6 produits par la firme OMNIA ont été utilisés comme fertilisants. Le NPKS a été appliqué au semis comme engrais de fond à la dose de 400 kg par hectare. L'urée (1280kg) a été appliquée par fractionnement, une moitié de la dose (640kg) à trente jours après semis et l'autre moitié à 72 jours après semis (640 kg), soit 589 kg d'azote par hectare. Les soins d'entretien ont consisté au sarclage et au buttage. A la récolte, les épis des maïs ont été récoltés sur les deux lignes du milieu et les paramètres de rendement ont été ajustés au taux d'humidité de 14%, hormis le nombre d'épi par pied. En cours de végétation, les observations ont porté sur les paramètres végétatifs (taux de levée, hauteur de plante, jours à la floraison mâle et femelle). A la récolte, les observations n'ont porté que sur les paramètres de rendement (le nombre d'épi par plant, le poids des grains par épi, le poids de 1000 grains et le rendement en maïs grain) et la résistance à la verse. L'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes ont été utilisées pour déterminer les différences entre le traitement à l'aide du logiciel *Minitab 16*.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 INFLUENCE DE LA VARIÉTÉ SUR LA CROISSANCE DE *ZEa MAYS* L. À LA FERME KASAPA

Les moyennes de valeurs obtenues sur le taux de levée, le nombre de jours et la taille de plantes à la floraison mâle, la hauteur à l'insertion des épis ainsi que la résistance à la verse sont présentées dans le tableau 2 et les résultats de l'analyse de la variance que les variétés en évaluation ont montré un comportement similaire à celui des variétés locales améliorées ($P>0,05$).

Tableau 2. Etude comparée de la croissance des variétés de PANNAR et des variétés locales de Zea mays à la ferme Kasapa. Moyennes $\pm$ écart type. Les mêmes lettres à cote des moyennes indiquent des différences non significatives après l'Anova ($P=0,05$)

Variétés	Taux de levée (%)	Jours à la floraison mâle	Hauteur à la floraison mâle (Cm)	Hauteur à l'insertion de l'épi (Cm)	Résistance à la verse (%)
PAN TM – 81	62,3 $\pm$ 32,5 a	66 $\pm$ 1,7a	180 $\pm$ 27,5a	92,7 $\pm$ 16,0a	66 $\pm$ 10,5a
PAN 53	56,7 $\pm$ 26,0a	67 $\pm$ 0a	222,7 $\pm$ 28,3a	116,3 $\pm$ 22,8a	65,3 $\pm$ 20,2a
PAN 8 M - 91	49,3 $\pm$ 35,4a	64,3 $\pm$ 4,6a	188 $\pm$ 19,7a	96,3 $\pm$ 20,1a	64,7 $\pm$ 28,8a
PAN 8M - 93	66,7 $\pm$ 9,2a	67 $\pm$ 0a	212,7 $\pm$ 26,5a	118 $\pm$ 15,1a	87 $\pm$ 5,5a
PAN 6227	48,7 $\pm$ 25,6a	66 $\pm$ 1,7a	185,3 $\pm$ 17,2a	87,7 $\pm$ 17,6a	68,7 $\pm$ 22,3a
PAN 67	25,3 $\pm$ 13,6a	63,3 $\pm$ 4,0a	196,7 $\pm$ 21,8a	100 $\pm$ 15,5a	50,3 $\pm$ 13,6a
PAN 6777	65 $\pm$ 0a	67 $\pm$ 0a	210 $\pm$ 0a	114 $\pm$ 0a	77 $\pm$ 0,0a
PAN TM 89	65,3 $\pm$ 8,6a	67 $\pm$ 0a	212,7 $\pm$ 14,5a	115,7 $\pm$ 12,5a	83,7 $\pm$ 13,0a
PAN ETC 745	40,3 $\pm$ 20,0a	63,3 $\pm$ 4,0a	186,7 $\pm$ 16,0a	96,3 $\pm$ 18 ,4a	63,7 $\pm$ 17,21a
PAN 63	44 ,3 $\pm$ 23,4a	65 $\pm$ 1,7a	181,7 $\pm$ 42a	89,7 $\pm$ 29,0a	57 ,7 $\pm$ 15,5a
PAN 5M- 35	46 $\pm$ 6,9a	66 $\pm$ 1,7a	187,3 $\pm$ 26,7a	88,7 $\pm$ 11,5a	64,3 $\pm$ 2,3a
PAN 4M- 19	34,7 $\pm$ 11,5a	61,6 $\pm$ 2,5a	171 $\pm$ 7a	69,3 $\pm$ 13,5a	53,3 $\pm$ 9a
PAN 69	32,3 $\pm$ 13,4a	65 $\pm$ 1,7a	195,3 $\pm$ 13,2a	98,3 $\pm$ 12,4a	56,3 $\pm$ 12,9a
PAN 4M- 19	51,3 $\pm$ 25,0a	63,3 $\pm$ 4,0a	195,7 $\pm$ 16a	96,7 $\pm$ 15,0a	74,3 $\pm$ 24,17a
BABUNGO	43,7 $\pm$ 33,8a	64,3 $\pm$ 4,6a	195,3 $\pm$ 74,2a	98,3 $\pm$ 54,27a	77,3 $\pm$ 31,6a
KATANGA	60,6 $\pm$ 20,6a	67 $\pm$ 0,0a	195 $\pm$ 23,0a	100 $\pm$ 20,0a	80,3 $\pm$ 25,1a
UNILU	38,7 $\pm$ 11,9a	63,3 $\pm$ 4,0a	191,7 $\pm$ 33,5a	97,3 $\pm$ 25,1a	80,7 $\pm$ 15,3a
P	0,441	0,367	0,753	0,509	0,528

Le taux de levée a varié de 45 à 86% pour l'ensemble des traitements. Ces résultats ne sont pas intéressants vu qu'il faudra utiliser une quantité supplémentaire de semences pour le regarnissage des vides. L'unique hypothèse est que les conditions climatiques (température), au moment du semis, n'ont pas été favorables pour amorcer le processus de la germination (tableau 1) étant donné qu'elles se trouvent au de-là de la gamme requise pour la germination du maïs. En effet, l'examen du tableau 1 montre qu'en décembre, la moyenne de température de 27°C est au-delà de l'optimum pour la germination des graines de maïs, 21 à 22°C tel que rapporté par [4 ; 12]. Ceci implique que l'amélioration des plantes ou la mise au point de nouvelles variétés ne devra pas seulement être orientée vers le seul objectif qui est la productivité mais aussi l'adaptation au changement climatique. Pour ce qui est de la hauteur moyenne des plantes ainsi que la hauteur à l'insertion de l'épi, [7] indique que c'est un caractère très important dans le choix des variétés car elle a de l'influence sur la résistance à la verse. Plus la hauteur de la plante est élevée plus la plante est susceptible à la verse. Les résultats obtenus ont montré que l'influence du génotype a été plus masquée par celui de l'environnement. En effet, les fortes doses d'azote appliquées couplées aux grandes quantités de pluies ont influencé positivement la croissance des plantes en hauteur. L'azote contribue au développement végétatif de toutes les parties aériennes de la plante. L'observation des résultats dans le tableau 2 montre que les jours à la floraison mâle est un caractère plus lié au génotype. La comparaison des variétés entre elles montrent cependant que les variétés en évaluation ont montré un comportement similaire à celui des variétés locales. Le jour à la floraison mâle est une caractéristique variétale importante en permettant de classer les variétés en différentes catégories (cycle court, cycle moyen et le cycle long) [4]. En outre, les variétés de maïs de la firme et les 3 variétés locales ont présenté la même sensibilité à la verse étant donné que les résultats de l'analyse de la variance (tableau 2) ont montré de différences non significatives entre les moyennes des traitements. La forte dose de potassium appliquée serait à la base de cette situation. En effet, le potassium joue un rôle primordial dans le développement racinaire, un élément de résistance des plantes au gel, à la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des assimilats vers les organes de réserve (bulbes et tubercules) et il participe activement à améliorer la qualité des fruits et la taille des grains et des semences [13].

Influence de la variété sur le rendement de Zea mays L. à la ferme Kasapa

Le nombre d'épi par pied a été de 1,21 pour l'ensemble de traitements appliqués. Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 3) montrent qu'il n'existe pas de différence significative entre les différentes variétés. En outre, il ressort des résultats de l'analyse de la variance que les poids de grains par épi, le poids de 1000 grains et les rendements moyens en maïs grains ont été similaires entre les variétés de la Firme PANNAR en évaluation et les 3 variétés locales améliorées ($P>0,05$).

Tableau 3. Etude comparée du rendement des variétés de PANNAR et des variétés locales de Zea mays à la ferme Kasapa. Moyennes $\pm$ écart type. Les mêmes lettres à côté des moyennes indiquent des différences non significatives après l'Anova ($P=0,05$)

Variétés	Nombre épi par pied	Poids moyen de grains (g)	Poids de 1000 grains (g)	Rendement en maïs grain en tonne/ha
PAN TM – 81	1,25 $\pm$ 0,1a	224 $\pm$ 61,5a	347,0 $\pm$ 19,8a	11,9 $\pm$ 1,52a
PAN 53	1,2 $\pm$ 0a	238,7 $\pm$ 35,8a	407,0 $\pm$ 61,9a	12,6 $\pm$ 1,1a
PAN 8 M – 91	1,3 $\pm$ 0,15a	226,3 $\pm$ 41,0a	308,3 $\pm$ 42,6a	11,9 $\pm$ 1,5a
PAN 8M - 93	1,1 $\pm$ 0a	179,7 $\pm$ 40,7a	279 $\pm$ 19,8a	9,5 $\pm$ 1,1a
PAN 6227	1,2 $\pm$ 0a	171 $\pm$ 57,13a	341,7 $\pm$ 17,2a	9,1 $\pm$ 0,5a
PAN 67	1,3 $\pm$ 0a	153,3 $\pm$ 47,27a	360 $\pm$ 16a	8,1 $\pm$ 2,3a
PAN 6777	1,2 $\pm$ 0,5a	163 $\pm$ 0,0a	401 $\pm$ 0,0a	8,6 $\pm$ 00a
PAN TM 89	1,1 $\pm$ 0,45a	166,7 $\pm$ 162a	389,3 $\pm$ 36,1a	8,8 $\pm$ 1,1a
PAN ETC 745	1,2 $\pm$ 0,25a	208,3 $\pm$ 71,7a	350,3 $\pm$ 28,8a	11 $\pm$ 2,3a
PAN 63	1,25 $\pm$ 0a	281,3 $\pm$ 109,8a	406,7 $\pm$ 31,8a	15,1 $\pm$ 1,0a
PAN 5M- 35	1,125 $\pm$ 0a	184 $\pm$ 19,4a	355,0 $\pm$ 13,9a	9,7 $\pm$ 0,5a
PAN 4M- 19	1,4 $\pm$ 0,75a	276,3 $\pm$ 94,0a	325,7 $\pm$ 18,5a	14,7 $\pm$ 3,6a
PAN 69	1,2 $\pm$ 0,1a	202 $\pm$ 74,1a	411,3 $\pm$ 71a	10,7 $\pm$ 4,0a
PAN 4M- 21	1,2 $\pm$ 0,25a	187 $\pm$ 32,3a	355,3 $\pm$ 12a	9,9 $\pm$ 2,0a
BABUNGO	1,3 $\pm$ 0,45a	241 $\pm$ 50,8a	352,0 $\pm$ 10,6a	12,8 $\pm$ 2,0a
KATANGA	1,1 $\pm$ 0a	168,3 $\pm$ 25,1a	380 $\pm$ 30,5a	8,7 $\pm$ 0,5a
UNILU	1,15 $\pm$ 0a	200,3 $\pm$ 28,15	265,7 $\pm$ 13,6a	10,6 $\pm$ 3,00a
P	0,571	0,211	0,409	0,1816

Pour toutes les variétés de Pannar et les trois témoins locaux, les résultats montrent que les poids de 1000 grains pour l'ensemble varient entre 265 et 408 g. Selon la référence [3], le poids d'un grain est d'environ 0,3g, ce qui représente 300g pour 1000grains. En effet, le poids moyen de 1000 grains est un paramètre important, indiquant la quantité de semences à utiliser par hectare par la relation :

$$\text{Quantité de semences à utiliser} = \frac{\text{nombre de plantes par hectare} \times \text{poids de 1000 grains en kg}}{1000}$$

En revanche, plus le poids de 1000 grains est élevé, plus grande sera la quantité de semence à utiliser par hectare. Pour ce qui est du poids moyen de grains par épi et du rendement, les résultats montrent que l'utilisation des variétés améliorées de maïs (en provenance de Pannar ou les 3 variétés locales améliorées) permet d'augmenter significativement le rendement du maïs, montrant ainsi l'importance de la création des nouvelles variétés. En effet, en milieu paysan, avec l'utilisation des variétés locales dégénérées, les rendements du maïs n'excède pas une tonne par hectare ; contre 6 à 8 tonnes par hectare [4]. Aux Etats-Unis d'Amérique, dans les 100% d'augmentation de rendement de maïs, 40% sont dû à l'amélioration des pratiques culturales et 60% sont liés à l'amélioration génétique et les rendements du maïs sont passés de 1 t.ha⁻¹ dans les années 1930 à 7 t.ha⁻¹ dans les années 1990 [6]. La référence [14] indique que la recherche pour améliorer le potentiel du rendement tient une place importante dans les programmes d'amélioration en Afrique sub-saharienne. Ceci corrobore les résultats de recherche de [15] au Congo Brazaville qui ont montré que les rendements du riz pluvial sont passés de 2 à 4 tonnes par hectare avec l'utilisation des variétés améliorées. Toutefois, l'évaluation des variétés ne peut se réduire à prévoir leurs performances dans différents environnements pédo-climatiques. Les variétés testées ont donné des rendements en maïs grains similaires à celles actuellement utilisées, dans des conditions de Lubumbashi, et présentent des potentialités intéressantes pour la promotion de la culture du maïs dans la région. Ces résultats préliminaires obtenus en station doivent cependant être confirmés en milieu paysan avant de promouvoir la diffusion de ces variétés dans la région; car les performances des génotypes dépendent fortement des conditions environnementales qu'ils rencontrent pendant leur cycle cultural : il existe une forte interaction génotype x environnement.

4 CONCLUSION

Le présent travail avait pour objectif d'évaluer les nouvelles variétés des maïs en provenance de la firme Pannar dans les conditions édapho-climatiques de la région de Lubumbashi en vue d'en retenir les variétés prometteuses avec un rendement des grains supérieur aux témoins améliorés et possédant une large capacité d'adaptation. Les caractères agronomiques tels que la densité à la levée, le nombre de jours à la floraison mâle, la hauteur de plante à l'insertion de l'inflorescence mâle et de l'épi, la résistance à la verse, le nombre d'épi par pied, le poids moyen de grains par épi, le poids de 1000 grains et le

rendement ont été mesurés. Les résultats obtenus ont montré que toutes les variétés testées ont montré un comportement similaire à celui des variétés locales améliorées. En plus, toutes les variétés de maïs de Pannar évaluées dans les conditions édaphoclimatiques de la ville de Lubumbashi ont donné de rendements similaires à ceux des témoins locaux. Ces résultats préliminaires obtenus en station doivent cependant être confirmés en milieu paysan avant de promouvoir la diffusion de ces variétés dans la région; car les performances des génotypes dépendent fortement des conditions environnementales qu'ils rencontrent pendant leur cycle cultural : il existe une forte interaction génotype x environnement.

REFERENCES

- [1] SENASEM/CTB, *Politique nationale du développement du sous-secteur de semences*, Projet « Appui au Secteur Semencier », Ministère de l'agriculture, Kinshasa, 2009.
- [2] E. Tollens, *Les Défis: Sécurité Alimentaire et Cultures de Rente pour l'Exportation – Principales Orientations et Avantages Comparatifs de l'Agriculture en R.D. Congo*, Working Paper n° 86. Département d'Economie Agricole et de l'Environnement. K.U. Leuven, 76 p, 2004.
[Online] disponible <http://www.agr.kuleuven.ac.be/aee/clo/wp/tollens2004a.pdf> (10 Janvier 2014)
- [3] F. Anzala, *Contrôle de la vitesse de la germination chez le maïs (Zea mays) : Etude de la voie de la biosynthèse des acides aminés issus de l'aspartate et recherche de QTLs*, Thèse de doctorat, école doctorale d'Angers, 186p, 2006
- [4] L.K. Nyembo, *Augmentation du rendement du maïs (Zea mays L.) par l'exploitation de l'effet hétérosis des hybrides produits au Katanga, RDC*, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, 157p, 2010
- [5] M. Adrille, *Projet de production de semence, de culture vivrière en faveur des agriculteurs*. Lubumbashi, RDC, 13p, 2003
- [6] R. Troyer, "Retrospective view of corn genetic resources", *J. here*, vol 81, pp 17-24, 1990
- [7] L.K. Nyembo, S.Y. Useni, M.M. Mpundu, M.D. Bugeme, L.E. Kasongo et L.L. Baboy, "Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays* L. à Lubumbashi, Sud-Est de la RD Congo", *Journal of Applied Biosciences*, vol 59, pp. 4286– 4296, 2012
- [8] M.M. Mpundu, *Contamination des sols en Eléments Traces Métalliques à Lubumbashi (Katanga/RDCongo). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de rémediation*, Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 432p, 2010
- [9] F. Malaisse, *La couverture végétale de Lubumbashi*. In Bruneau J.C., Pain M., (Ed), *atlas de Lubumbashi*, Paris : Edition publidix, université Paris X- Nanterre, pp 30-31, 1990
- [10] J-P. Djibu, *Evaluation et cartographie de la déforestation au Katanga (R.D.C.)*. Editions Universitaires Européennes, Saarbrücken, 2010.
- [11] M. Amisi, *Perception de l'impact des activités minières au Katanga. Analyse par l'application de la théorie paysagère de Kevin Lynch*, Thèse de doctorat inédite, Faculté des Sciences, Université de Lubumbashi, 290p, 2010
- [12] D. Ristanovic, *Le maïs*. In: Raemaekers, R.H. (Eds), *Crop production in tropical Africa*. Brussels, Belgium: DGIC (Directorate General for International Coöperation), Ministry of Foreign Affairs, External Trade and International Coöperation, pp. 23–45, 2001.
- [13] S.Y. Useni, L.L. Baboy, L.K. Nyembo et M.M. Mpundu, "Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi", *Journal of Applied Biosciences*, vol 54, pp. 3935– 3943, 2012.
- [14] B. Badu-Apraku et M.A.B. Fakorede, *Zea mays* L. Fiche de Protabase. In: M. Brink, G Belay (Editeurs). PROTA (*Plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale*), Wageningen, Pays Bas, 2006. [Online] Disponible sur www.prota.org (Décembre 2013)
- [15] A.S.P. Nguetta, J.Y. Lidah, C.N.P. Ebelebe et R.G. Guei, "Sélection des variétés performantes de riz pluvial (*Oryza* sp) dans la région subéquatoriale du Congo Brazzaville", *Afrique Science*, vol 2, n°3, pp. 352-364, 2006.

Mathematical Modeling Of the Technological Processes Original Processing Of Cotton

Karimov Abdusamat, Azizov Shuhrat Mamatovich, and Ismanov Muhammadziyo

Department of Mechanical Engineering, Namangan Engineering and Technological Institute, Namangan, Uzbekistan

Copyright © 2014 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: Republic of Uzbekistan produces more than 3000000 tons of cotton per year, 800000 tons of this harvest is a high quality fiber which is exported to abroad. One of good reason, and global task of production high quality fibre, it is value and request from other countries. A main point of taking high quality fiber depends on previous cultivation. Previous cultivation consists of following technical processes:

1. Cotton transportation from bale with help of air through the pipes. In this process, there is considered three - dimensional transition of various particles of cotton in air streams. In the scientific article, it is theoretically investigated the movement of particles of a cotton in air streams.
2. On factories the cotton is transported through pipelines by means of an air stream. Cotton getting to a stone catcher is exposed to percussive loading. In this technological process, problems of preservation of natural quality of cotton and seeds are considered.
3. Squashing air from cotton in separator. In this process, a modification air pressure depends on denseness of a stream of cotton. The movement of cotton and air is considered in the form of two component medium.
4. Cotton getting to the chamber of the gin, through teeth of a saw and kolosnic, received considerable loads. Such loads often damage and break natural qualities of fiber. Here, research is conducted about interaction of cotton with saw cylinder, including dry and viscous friction cotton with saw.

KEYWORDS: Cotton, Clearing, Factor of Proportionality, Fiber, Gin, Linear Speed, movement, Mathematical Model, Friction, MAPLE.

1 INTRODUCTION

Primary processing of cotton consists of four main technological processes such as;

- a) Transportation cotton by airstreams in pipe line.
- b) Clearing of cotton from different admixtures, by means of stone-catch.
- c) Division cotton from air stream in separation to camera.
- d) To separate fiber from seed of cotton in gin.

Scientific article considers mathematical models of technological process of separation. Following outcomes are received:

- Optimal value of air speed of cotton transportation;
- Optimal value of elastic elements of quencher during the shock loading;
- Optimal condition of cotton gin with saw;

1.1 FORMULATION OF THE PROBLEM

Revealing the strict regularities three-dimensional moving the different particles of cotton in airstreams required for increasing its transportation on base of the required mode.

This problem analytically is not solvable. Since moving of the cotton in flow of air has a complex nature.

We shall consider the general case of the moving the particles of cotton in airstreams, when the directing cosines of the air stream's speed is different from directing cosines of the flying particles cotton's absolute speed.

1.2 THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PROBLEM

When scheduling the system of the differential equations of the cotton moving in three-dimensional space we shall take the following conditions:

- The cotton presents itself like a material point with constant factor K_n (coefficient of flying) that insulated in flight;
- The Resistance of surroundings is pro rata to square relative speed of cotton. The Lifting power that acting on cotton in air stream is perpendicular to its vector of speed is zero;
- The Air stream in the area of investigation has constant vector of speed by size and direction. The Initial condition $t = 0$, the initial absolute speed of cotton is known;

1.3 THE METHODS OF DECISION OF THE PROBLEM

The Scheme of the cotton's moving in the space of the coordinate's O^1XYZ . The beginning of (O^1) which moves together with the airstreams at the speed of $-u$ (fig.1).

The following indications are incorporated:

u -the speed of the air stream; $\cos\theta_B, \cos\delta_B, \cos\gamma_B$ - the directing cosines of the vector of air stream; $u_x = u \cos\theta_B, u_y = u \cos\delta_B, u_z = u \cos\gamma_B$ -the projections of the vector of speed to the air stream on not rolling axis of the coordinates OXYZ ;

S_a And S_r - absolute and relative cotton, moving of cotton, in coordinate OXYZ and O^1XYZ ;

v_a And v_r - absolute and relative velocity of cotton tangent to cottons S_a and S_r ;

The Equation of the moving of cotton in vector form, on principle D'alamberta has a following type:

$$m\vec{a} + \vec{G} + \vec{R} = 0 \quad (1)$$

Let's write this equation in projection on axis still coordinate OXYZ system has following type:

$$\begin{aligned} -m\ddot{X} + R_x &= 0, \\ -m\ddot{Y} + mg + R_y &= 0, \quad (2) \\ -m\ddot{Z} + R_z &= 0 \end{aligned}$$

Here; $R_x = -R \cos(v_r, X)$, $R_y = -R \cos(v_r, Y)$, $R_z = -R \cos(v_r, Z)$.

$R = mK_n |v_r|^2$ - a reactions of the air ambience on moving cotton.

If begin mobile rolling coordinates point O^1 moves in longitudes vertical plane XOY at the speed of u , that absolute and relative motion flying cotton are bound by following expressions:

$$\begin{aligned} X &= ut \cos \theta_B - X ; & \ddot{X} &= -\ddot{x} \\ Y &= ut \sin \theta_B - Y ; & \ddot{Y} &= -\ddot{y} \\ Z &= z ; & \ddot{Z} &= \ddot{z} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{Then: } v_{rx} = -\dot{x}, v_{ry} = -\dot{y}, v_{rz} = \dot{z}. \quad (4)$$

Equation (2) is converted to type:

$$\begin{aligned} \ddot{X} &= -K_n v_r \dot{x} \\ \ddot{Y} &= g - K_n v_r \dot{y} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\ddot{Z} = -K_n v_r \dot{z}$$

1.4 THE ANALYSIS'S DECISION

The System equation (5) with corresponding to initial condition, presents the problem Koshi . (5) - a system differential equation is solved numerically on program MAPLE - 9.5. They are received corresponding to graphs. On the **graphs** are shown change moving and speeds of cotton on directions OX, OY, OZ. In stream air, change of relative movement of cotton $x(t), y(t), z(t)$ and also speeds are result in Fig1.2 and Fig1.3 (where t-time).

Character of change value moving on a direction $-x(t)$, trial to schedules 2, 3 times expired from value at (t) and $z(t)$.

Such change value of relative movement of a clap(cotton), is observed in real physical processes. At $t > 1$ second, relative moving on all directions becomes stationary. That is not dependent on time-t. if to analyze character change relative speeds of a clap(cotton) $V_x(t), V_y(t), V_z(t)$ to awake it is visible, those are a) Values relative speeds $V_x(t)$ confluence of time- t , decreases. Equal to zero, it means that at $t > 1$ sec. differences value absolute speeds of air and a cotton finds room. Movement of a cotton in streams of air to pass to a stationary mode.

b) It is similar to $V_x(t)$ change relative speeds- $V_x(t)$ eventually-t aspire to zero.

c) Value relative speeds $-V_y(t)$ up to 1 sec. Increases, to pass to a stationary mode further. This procession in more full really reflects movements of cotton in streams of air.

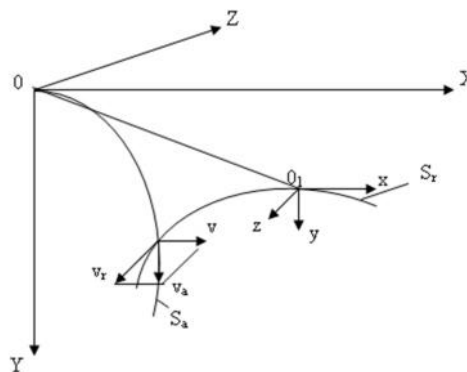


Figure 1.1

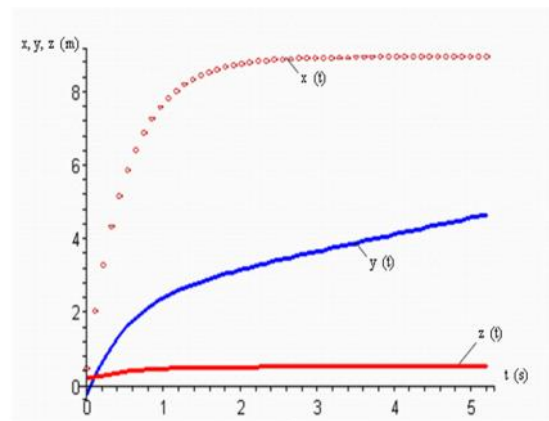


Figure 1.2

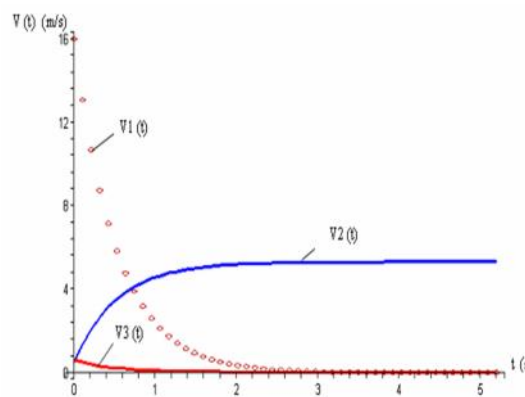


Figure 1.3

2 THE WAYS OF THE DETERMINATION STRIKING POWER, ON COTTON, STONE-CATCH

2.1 FORMULATION OF THE PROBLEM

On the plants of cotton, the cotton is transported through pipe line by means of air stream.

Here different external impurities (small and bigger impurities, small stone and external belongings) together with cotton moves with help of airstream. Heavier impurities are separated from cotton and got into stone-catcher.(fig.2.1).

The Cotton, falling into camera stone-catch, is subjected to striking load in point A.

As a result of blow cotton is recoiled from point B and rises upwards on camera. Under the action of striking load, the qualities of the cotton falls, as well as partly occur the damages of the seed.

In this technological process, conservation natural quality of the cotton and seed of cotton are actual problem. So in camera stone-catch is installed plate arts, absorb striking load. The Plate arts have in point "C" has springs of the extinguisher of striking power.

2.2 THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PROBLEM

Let cotton by stranger's primate with weight m_0 at the speed of v , strikes in point B on internal wall stone-catch. Because of elastic of the cotton, in point to occur the recoil, and under the action of aerodynamic power of the air cotton having determined volume, comparatively point of the osculation "B", revolves to account of the rotation, in cotton to occur the process a loosening. As a result, different admixture heavier than cotton is lowered downwards pocket of stone-catcher. The cotton under action of aerodynamic power moves in stone-catcher's chambers.

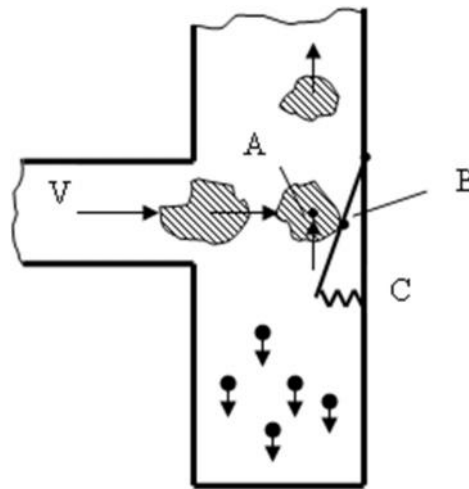


Figure 2.1

2.3 THE METHODS OF THE DETERMINATION OF DYNAMIC POWER

In the first approximations, the striking load is considered as a dynamic power, appearing between cotton and surfaces of the camera.

Then

$$P_d = K_d P_{st} \quad (1)$$

K_d - a dynamic coefficient of the cotton, P_{st} - a steady-state load, acting on cotton in airstreams.

The Dynamic coefficient of the cotton - K_d - is defined under the law conservations to energy by following formula:

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{v_h}{g\Delta_{st} \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right)}} \quad (2)$$

Here: v_h - a velocity of the cotton (m/s);

g - Velocity of the free fall (m/s^2);

m_1 - a weight of the cotton (kg);

m_2 - weight of the extinguisher (kg);

Δ_{st} - a steady-state deformation (m).

Steady-state deformation consists of two composed: Δ_1 - a Steady-state deforms the spring and Δ_2 - a Steady-state deforming the plate.

They are defined by following formula:

$$\Delta_1 = \frac{8D^3n}{cd^4}; \Delta_2 = \frac{pl^3}{48EI_y}; \quad (3)$$

Here: D- big diameter of the spring; d- diameter of the material of the spring; n- number whorl springs; resilience coefficient of the material of the spring; l-length of the plate; I_y the moment to inertias section plates; E- module to elasticity of the material of the plate.

Steady-state power is P_{st} defined by formula:

$$P_{st} = m_1 g + m_2 g \quad (4)$$

m_1 -a weight of the cotton, m_2 - a weight of the plate.

2.4 THE ANALYSIS RESULT

The Analysis studies are brought below in table № 1.

Table 1.

№	D mm	d mm	N	$v_h \left(\frac{m}{s} \right)$	$\Delta_{st} \Delta_{pr}$	c	ΔK_d	$P_d(N)$	P_{st}
1	30	3	10	8	0,38	1,5	2,75	31,51	71
2	30	3	10	10	0,38	1,5	3,06	35	71
3	30	3	10	15	0,38	1,5	3,88	44,38	71
4	30	3	10	20	0,38	1,5	4,74	54,23	71

Thereby, at speed $v_h = 15$ m/s.

To account of the extinguisher, dynamic power acting on cotton, 1,5 times decreases, for critical load positively influences upon conservation seed of cotton. From table №1 and under the formula (2) and (3) it is possible to judge; shock force to cotton weights basically depends in the following parameters:

- From weight of cotton and plate seed;
- From speeds of cotton at with pressure;
- From static deformations of a plate.

In tables №1 it is resulted dependents of speed of a clap(cotton) and factor of kg at various their value. At speed $V_x(t) = 15$ m/s, force static pressure between a clap(cotton) and a plate, it is equal 71 N. force dynamic pressure 44,4 N.

When speeds of a cotton changes $S = 20$ m/s, force dynamic pressure changes in intervals 31,5-54,2 N. From the formula (2) and (3) it will be chosen optimum parameters of the spring, allowing to reduce values force of impact of a cotton to the plates.

3 THE DETERMINATION PRESSURE AIR, IN SEPARATOR SELECTED FROM COTTON

3.1 FORMULATION OF THE PROBLEM

In separation process air from cotton, as well as change the pressure of the air on length of the separator, has actual importance. Since, change pressure from air, it depends capacity separation cotton from air. When moving the cotton and air, it presents two component of the ambience.

3.2 THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PROBLEM

Let velocity of the air when entering to separator has importance $-v_0$; and pressure $-P_0$; S_0 -area cross-section in point 0-0 entering pipe line to camera of the separator (fig.1).

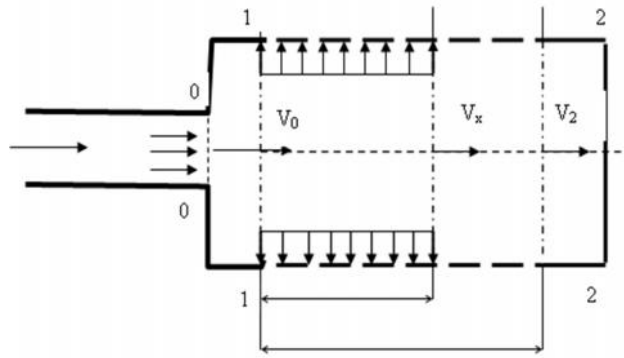


Figure.3.1

The Main parameters of the ambience:

ρ_1 - density of the air, ρ_2 - density of the cotton, l_0 - length worker cameras of the separator, W_1 - volume of the cotton, occupying in cameras, W_2 - volume of the air, occupying in camera,

$\beta_0 = \frac{w_1}{w_1 + w_2}$ - a three-dimensional coefficient to concentrations of the ambience;

Then density of the ambience - ρ , in worker to camera there is variable value, hanging from coefficient β_0 , section- X_1 , density ρ_1 and ρ_2 ; on formulas:

$$\rho_x = \beta \rho_1 + (1 - \beta) \rho_2 \quad (1)$$

$$\text{Here } \beta = \beta_0 \left(1 - \frac{X}{l_0} \right);$$

3.3 THE METHODS DECISION

In section 1-1 velocity of the air – v_1 , area cross-section camera – F_1 , consumption of the air - Q , density of the ambience - ρ , pressure of the air – P_1 , area useful section netlike part of camera – F_0 , Then

$$v_1 = v_0 \frac{S_0}{F_1} \quad (2)$$

The Difference pressure air in this section will:

$$P_1 - P = \rho v_1^2 \frac{S_0}{F_1} \left(1 - \frac{S_0}{F_1} \right) \quad (3)$$

The Consumption of the air - Q ;

In section $X - X$. The Consumption of the air;

$$Q_x = Q - 2Q_0 \frac{X}{l_0} \quad (4)$$

$$\text{The Velocity of the air; } v_x = \frac{Q_x}{F_1} \quad (5)$$

Change pressure P_x - is defined on formula;

$$P_x = P_0 + \rho_x v_0^2 \left(\frac{S_0}{F_1} \right)^3 \left(1 - \frac{S_0}{F_1} \right) + \frac{\rho_x Q^2}{F_1^2} \left[2 \frac{X\alpha}{l_0} - \left(\frac{X\alpha}{l_0} \right)^2 \right] \quad (6)$$

$$\text{Here } \alpha = \frac{Q_0}{Q};$$

Under the law conservation amount motion is defined dynamic pressure of the ambience.

$$P_x = p_0 + \rho_x v_0^2 \left(\frac{S_0}{F_1} \right)^3 \left(1 - \frac{S_0}{F_1} \right) + \rho_x v_x^2 \left[2 \frac{X\alpha}{l_0} - \left(\frac{X\alpha}{l_0} \right)^2 \right]$$

$$\text{Here: } v_x = \frac{\left(Q - \frac{2Q_0 X}{l_0} \right)}{F}; \text{ the velocity of the ambience in section } x - x;$$

$$v_m = \frac{Q_0}{F_0} - \text{a velocity of the air, leaving on netlike area of the separator.}$$

3.4 THE ANALYSIS RESULT

In graph it is brought nature change the ambience pressure $P(x)$; the consumption of the air $Q(x)$; the velocities $v(x)$ on lengths of the camera x ; they are received on program MAPLE-9.5. We can see high pressure forces at graphics when consent ration environment of big value. Dynamic pressure force is abated among the separation length in general hyperboles law. This process is suitable to change law of dynamic pressure. In schedules Fig 3.2 reduce change of dynamic pressure – Pd on length of a separator. Schedules correspond (meet) to values of concentration among “a cotton - air” – b . Here values b changes in intervals 0.5 -1. Character of change – Pd on length, shows reduction about increase value- e . Pressure – Pd at $b = 0.9 - 1$ values insignificantly, at 0.5-0.7 values is title bit more, when $e < 0.4m$. Start $e < 0.4m$, values Pd , the hand aspires to zero.

It means that cotton are divided from air, to pass to the following process. Such law, proves to be true in schedules Fig 3.5 where speed of air decreases with increase length of a separator. To such images, separation process begins at $e < 0.3$ workers of the chamber.

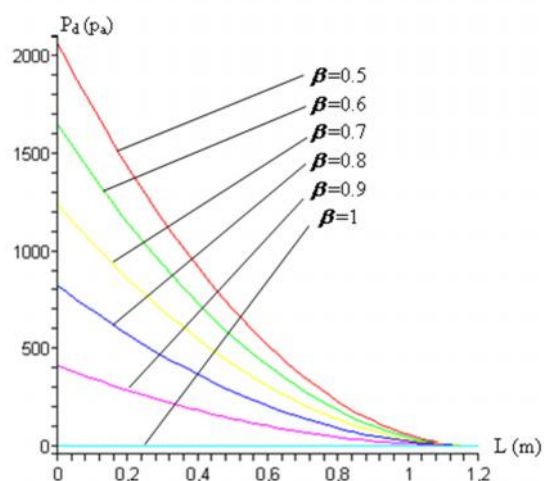


Figure 3.2

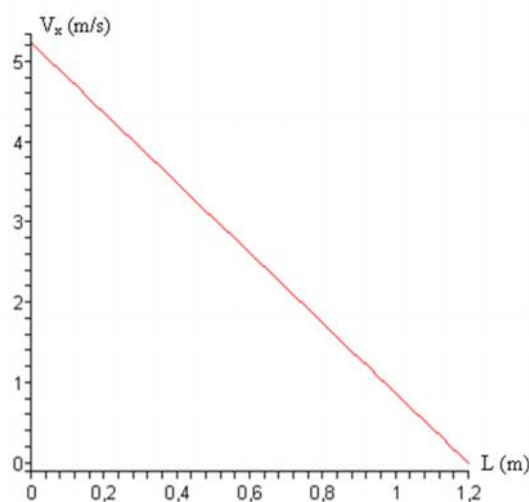


Figure 3.3

4 THE MATHEMATICAL MODELING OF THE STRIKING PROCESS OF THE LEAFLET IN GINNING POINT.

4.1 FORMULATION OF THE PROBLEM

The Cotton leaflets, falling into camera of the din, contiguity saw teeth passion and kolosnic, get the striking loads. Such loads often draws itself damage seed and breach natural quality fibred of cotton.

Sometimes, to account faulty bare seed from fibred, bring about increase short fibre. Such fibred negatively affect influence act to the following technological process knitted material. On this, study of the nature of the striking loads on seed from fibred, has actual importance.

4.2 MATHEMATICAL MODELING OF THE PROBLEM

We Research the striking process of the leaflet, enthralled teeth of dust on surfaces kolosnic (fig.4.1).

Ginning process happens in a point A, where the cotton hits on the surface of kolosnic. [3],[4].

In this process it is considered friction between cotton and kolosnic.

At calculation of such system by count slant blow use two hypotheses, conditionally named: viscous and dry friction at slant blow.

4.3 THE METHODS OF THE DECISION

We shall consider the leaflets of the cotton as material point. It is weight- m , giving under corner - α on still plane kolosnic.

Before striking and after striking to velocities of the leaflet, accordingly v and v_1 .

Then forming on v v_1 axis's AX and AY will:

$$\begin{aligned} v_x &= v \sin \alpha, \quad v_{1x} = v_1 \sin \beta \\ v_y &= v \cos \alpha, \quad v_{1y} = v_1 \cos \beta \end{aligned} \quad (1)$$

According to both hypothesis (viscous, dry) of the normal component v_{1x}, v_{1y} - a velocities before and after the blow are bound by correlation:

$$\begin{aligned} v_{1y} &= -kv_y \\ v_{1x} &= (1 - \lambda)v_x \end{aligned} \quad (2)$$

Where λ - a coefficient viscous friction blow. The Equation (1) and (2) installs linear relationship between before striking and after striking component of the velocities.

According to (3) tangential formed striking pulse - $m\lambda v_x$ do not hang from value its normal forming, and is defined by coefficient - λ , which hang from characteristic of the surfaces kolosnic and leaflets. Also relative air speed of sides, like that, as power of the resistance under viscous friction, pro rata velocities moving the leaflet.

On hypothesis "conditional viscous friction" corner reflection leaflets from kolosnic - β is defined following dependency.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1 - \lambda}{K} \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

On hypothesis "conditional dry friction" tangential forming striking pulse proportional its normal forming. In this case coefficient to proportions is a coefficient - f dry friction:

$$v_{1x} - v_x = \pm f(v_{1y} - v_y) \quad (4)$$

The Sign $\langle + \rangle$ and $\langle - \rangle$ is chosen opposite sign v with provision for that that striking interaction not always bring about reduction of the relative velocity of the moving the leaflet on planes kolosnic.

In this case corner reflections - β is defined by following dependency.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{K} \operatorname{tg} \alpha - f \left(1 + \frac{1}{K} \right) \quad (5)$$

If it is executed condition $\operatorname{tg} \alpha < f(1 + K)$ (6)

That leaflet on planes does not slither but is occurred the recoil of the motion.

In such case gin capacity decreases.

$$\text{At condition} \quad \operatorname{tg} \alpha > f(1 + K) \quad (7)$$

Capacity of the genie increases on first hypothesis tangential and normal forming power of the pulse is defined by dependency:

$$\begin{aligned} S_T &= m(2 - \lambda) v \sin \alpha \\ S_n &= -m(1 + K) v \cos \alpha \end{aligned} \quad (8)$$

On the second hypothesis:

$$\begin{aligned} S_T &= mv \sin \alpha f \left(K \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} - 1 \right) \\ S_n &= -mv \cos \alpha f \left(K \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} - 1 \right) \end{aligned} \quad (9)$$

4.4 THE ANALYSIS'S RESULT

If will consider the second a hypothesis in formulas (5) it is necessary to accept $V_x = 0$. In that case, cotton does not delete on a surface teeth of saw to occur dirt from a teeth of a saw. And force of friction between a cotton and a tooth is absent. Such case dinning process precedes the second hypothesis cotton hits on teeth of a dust under a corner-1 to horizon. Thus the corner of reflection- β changes depending on. Character of dependence 1 from a corner α reduce in graphic Fig4.2. Here factor $K = 0.5$.

Speed of a cotton on shock process it equal $-V_1$, and after impact $-V$. Their changes depending on a corner α , reduction in Fig4.3 to mean, on hypothesis conditional "viscous friction", dining process to occur more accelerated. Branch a fiber from seeds comes faster, then on a hypothesis of "Dry friction".

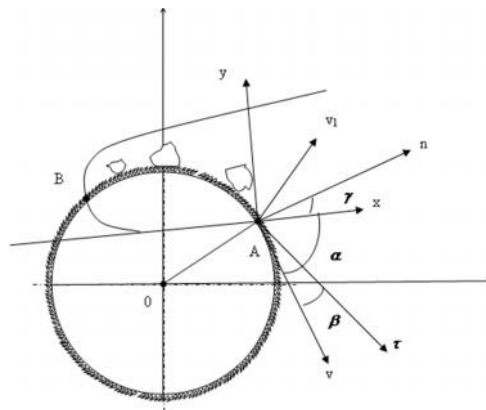


Figure.4.1

On graph are brought change the corner of the reflection β in dependency α under "conditionally viscous" hypothesis's.

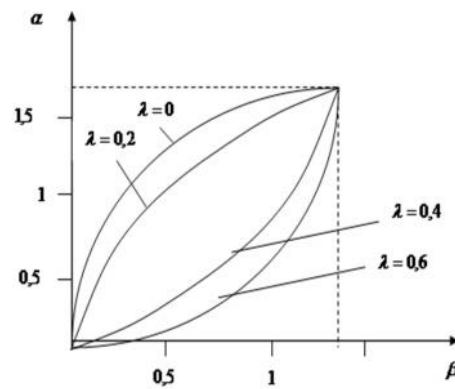


Figure.4.2

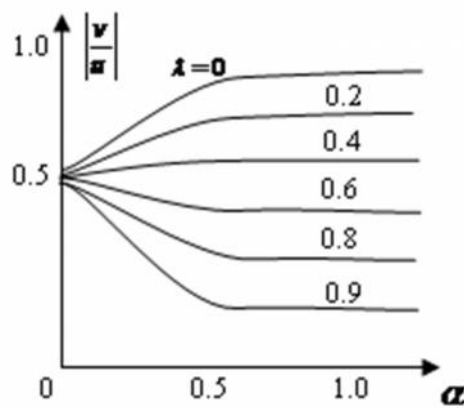


Figure.4.3

REFERENCES

- [1] Sh. M. Azizov and A. I. Karimov, "The Analysis of the Influence of the Clearance between Saw on Length Filament", *Journal of the Problem Mechanical Engineers*, Tashkent Uzbekistan vol. 3, no. 3, pp. 20–25, 2004.
- [2] Sh. M. Azizov and A. I. Karimov, "Defining the Interaction of Cotton with Hilly Ginning Kolosnic," *Journal of the Problem Mechanical Engineers*, Tashkent Uzbekistan, Vol. 3, no.1, pp 30-32, 2005.
- [3] Sh. M. Azizov and A. I. Karimov "Definition of Increasing the Fiber Capturing Surface of Saw Teeth of Cotton Ginning Machine through Mathematic Modeling," *World Journal of Mechanics*, USA, Vol.1, no.3 pp122-126, 2011. doi:10.4236/wjm.2011.13017
- [4] Sh. M. Azizov and A. I. Karimov "The Mathematical Simulation of Brush Drums in a Dual Saw Cylinder Chamber Gin for the Purpose of Increasing the Quantity of Captured Cotton Fiber from Saw Mathematic Modeling," *World Journal of Mechanics*, USA, Vol.3, no.1, 2013. doi:10.4236/wjm.2013.31004

Effets de la date de semis et des écartements sur la croissance et le rendement du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) à Lubumbashi, RD Congo

[Effects of planting dates and spacing on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in Lubumbashi, DR Congo]

Useni Sikuzani Yannick¹, Mayele Kidiata¹, Kasangij A Kasangij Patrick¹, Nyembo Kimuni Luciens¹,
and Baboy Longanza Louis^{1,2}

¹Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, Lubumbashi BP 1825, Democratic Republic of the Congo

²Collaborateur Scientifique à l'Université Libre de Bruxelles, Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, Avenue F.D. Roosevelt 50, CP 169 B-1050 Bruxelles, Belgium

Copyright © 2014 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.

RESUME: Ce présent travail a été entrepris pour évaluer les effets de la date de semis et des écartements sur la croissance et la production du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) dans la perspective d'accroître le rendement du niébé à Lubumbashi. L'essai a été installé suivant un dispositif en split plot comprenant 3 répétitions. Les parcelles principales étaient constituées des dates de semis (15 décembre, 30 décembre et 15 janvier) et les parcelles secondaires de 3 écartements aboutissant tous à un peuplement de 125.000 plantes par hectare (40 cm x 20 cm, une graine/poquet ; 40 cm x 40 cm, 2 graines/poquet ; 60 cm x 60 cm, 3 graines/poquets). Les observations ont porté sur les paramètres de croissance et de rendement. Les résultats obtenus ont montré que le semis tardif entraîne un ralentissement de croissance et une baisse de rendement. Le semis à la troisième date entraîne une baisse de rendement de 50% (500 kg.ha⁻¹) par rapport au semis à la première date (1000 kg.ha⁻¹). Par ailleurs, le rendement le plus élevé a été obtenu avec la deuxième date de semis, soit 1300 kg.ha⁻¹. Par contre, les différents écartements adoptés ont induit des effets similaires pour tous les paramètres observés. Le semis du niébé au 30 décembre et aux écartements de 60 cm x 40 cm à 3 pieds par poquet permettrait d'accroître efficacement le rendement de cette culture dans la ville de Lubumbashi et son hinterland.

MOTS-CLEFS: Lubumbashi, Niébé, densité de semis, dates de semis, pratiques culturales traditionnelles.

ABSTRACT: The present work was undertaken to study the effects of planting date and spacing on growth and production of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) in view to increase cowpea yield in Lubumbashi. The experiment was installed following a split plot device with 3 repetitions. The main plots consisted of 3 planting dates (15 December, 30 December and 15 January) and secondary plots, three spacing leading to a density of 125,000 plants per hectare (40 cm x 20 cm x 1 plant; 40 cm x 40 cm x 2 plants and 60 cm x 60 cm x 3 plants). Observations were made on growth and yield parameters. The results showed that late sowing leads to slower growth and lower yield. Sowing the third time results in a lower yield of 50% (500kg.ha⁻¹) compared to planting at first date (1000 kg.ha⁻¹). In addition, the higher yield was obtained with the second planting date (1300 kg.ha⁻¹). The different spacings induced similar effects for all parameters observed. Sowing cowpea on December 30 and spacing of 60 cm x 40 cm x 3 plants would increase effectively cowpea yield in the city of Lubumbashi and its hinterland.

KEYWORDS: Cowpea, Lubumbashi, planting density, planting dates, traditional cropping practices.

1 INTRODUCTION

La production vivrière de la République Démocratique du Congo (RD Congo) est insuffisante au point que le pays doit recourir à l'importation de certains produits. Le prix des produits alimentaires augmente sans cesse et la sous-alimentation est une préoccupation dans certaines provinces. La RD Congo est déficitaire au plan alimentaire et cette situation est pour une large part due au niveau très bas des rendements obtenus, consécutif à l'utilisation des pratiques culturales traditionnelles en milieu paysan [1]. En effet, la production Congolaise est essentiellement paysanne et très faible, nécessitant le recours à des méthodes plus efficaces [2]. En plus, en RD Congo, la population est pauvre et n'a pas un accès facile aux protéines d'origine animale. En effet, dans les pays sous-développés en générale et en RD Congo particulièrement, il se pose un problème alimentaire relatif à la malnutrition protéique étant donné que la viande est considérée comme un produit de luxe [1]. Pour ces pays, les légumineuses constituent la principale source de protéines. La richesse des légumineuses en protéines est liée, comme on le sait, à leur capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à leurs nodosités racinaires [3]. De ce fait, sur sol riche, on les place en fin de rotation, tandis que sur sol pauvre, elles viennent en tête de rotation [4] ; [5] ; [6]. De plus, ces plantes enrichissent le sol en azote, constituant de ce fait un groupe d'intérêt agricole considérable dans les rotations et les associations des cultures [7] ; [8].

Dans ce groupe de plantes, on trouve le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.), une importante source de protéines sous les tropiques humides où les conditions de température et d'humidité élevées rendent la culture du haricot commun impossible [3]. Le niébé se prête à de nombreux usages. En alimentation humaine, on utilise les grains secs, les gousses immatures et les jeunes feuilles de certaines variétés. Il est aussi utilisé comme fourrage, engrais vert et plante de couverture. Le niébé cuit plus rapidement et renferme en revanche moins de substances toxiques et d'antimétabolites [7] ; [8]. La superficie occupée par le niébé en Afrique centrale et de l'Est avoisine 64% de 12,5 millions d'hectares cultivés au monde. Ces deux régions sont suivies de l'Amérique centrale et du Sud (19%), l'Asie (10%) et l'Afrique australe et de l'ouest (6%). Le niébé est cultivé en association avec d'autres cultures et une grande diversité d'associations de culture a été reportée [9] ; [10].

Toutefois, les rendements de 400 à 600 kg/ha obtenus en milieu paysan de la RD Congo [1] sont de loin inférieurs au potentiel de la culture, pouvant aller à 1.500 kg.ha⁻¹ et plus [11]. Ceci est dû en grande partie aux mauvaises pratiques culturales [3]. Ainsi, en plus de la sélection variétale, les recherches devraient être orientées davantage sur le développement des techniques culturales appropriées pour l'augmentation des rendements des cultures, notamment le choix de bons écartements [12] ; [13] et la date de semis optimale [12] ; [14]. Dans les systèmes traditionnels où l'association des cultures reste la règle générale, les densités de plantation sont relativement faibles [3 ; 15]. Les écartements affectent les paramètres de croissance des plantes et sont considérés comme un facteur majeur déterminant le degré de compétition entre les plantes [16] ; [17]. Le rendement diminue ainsi lorsque l'exposition à la lumière est réduite et lorsque les ressources environnementales pour chaque plante diminuent [13 ; 18]. Consécutivement, plusieurs études signalent que le rendement diminue significativement si le semis est tardif [3] ; [5] ; [6] ; [12]. La référence [14] évaluant les effets de 3 dates de semis (10, 20 et 30 juin) de maïs (*Zea mays* L.) au Nigeria, a noté une réduction sensible du rendement de maïs semé le 30 juin. Des observations similaires ont été rapportées par [19] en évaluant les effets de 4 dates de semis (20 et 30 avril ; 10 et 20 mai) sur la culture de soja (*Glycine max* Merrill) en Iran; des rendements élevés étant obtenus avec les deux premières dates. En outre, la référence [12] comparant 3 périodes de semis du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en Tanzanie (Janvier, Mars et Mai) et 3 écartements (90cm x 90cm, 90cm x 60cm et 90 cm x 30cm), a noté une augmentation significative du rendement aux écartements de 90cm x 90 cm lorsque le semis se réalise en mars (2057,8 kg.ha⁻¹).

Le présent travail a été entrepris pour évaluer les effets des dates de semis et des écartements sur la croissance et la production du niébé dans la perspective d'accroître son rendement à Lubumbashi.

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU

Cette expérimentation a été conduite au cours de la saison culturale 2011-2012 à la ferme Kassapa, station de Recherche de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi (UNILU) (1243 m d'altitude, 11°39' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est). La distribution annuelle des pluies est bimodale avec des pics en janvier et février. La pluviométrie annuelle avoisine 1270 mm avec une saison de pluie de 118 jours, alors que la température moyenne annuelle est d'environ 20°C avec une grande stabilité interannuelle. Le taux d'humidité moyenne est de 62 % avec un niveau d'humidité minimum moyenne de 52 % en saison sèche (juin – août) et un maximum de 80 % durant la saison pluvieuse (novembre à mars) [20] ; [21]. Le tableau 1 donne les valeurs des paramètres climatiques ayant régné au cours de l'essai.

Tableau 1. Données climatiques de la période expérimentale. Les données de décembre sont celles de 2011 alors que celles des autres mois sont de 2012.

Paramètres climatiques		Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations	Quantité (mm)	170,5	374,6	335,8	173,9	9,2	0
	Nombre de jours de pluies	16	23	16	13	1	0
Température (°C)	Maximum	27,0	25,9	27,6	27,3	27,9	27,7
	Moyenne	21,0	21,9	20,9	21,2	22,1	21,7
	Minimum	16,9	18,3	17,2	17,4	16,4	14,0
Humidité relative (%)		70.9	75.1	86	86	80	73

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT)/station de la Luano

Les sols sont acides et appartiennent au groupe des ferralsols d'après la base référentielle mondiale de la classification des sols [2]. Le site a servi auparavant à la culture du maïs, fertilisée à la dose de 300 kg NPK + 200 kg Urée. Sur le plan floristique, Lubumbashi est dominée par la forêt claire du miombo, considérée comme un pyroclimax et comportant un couvert arboré discontinu qui domine un tapis des hautes herbes [22]. Au moment de l'ouverture du terrain, les espèces suivantes y ont été inventoriées : *Imperata cylindrica*, *Euleusina indica*, *Tithonia diversifolia*, *Cyperus esculenta*, *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon* et *Pennisetum purpureum*.

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

La présente étude a porté sur une variété génétiquement améliorée de niébé (*Lutembwe*). Cette variété a été obtenue à la station de recherche de l'Institut National d'Etude et de la Recherche Agronomiques (INERA, Station de Kipopo). Elle est la plus cultivée dans la zone d'étude, à coté de diverses variétés locales. Cette variété a été mise au point par l'*International Institute of Tropical Agriculture* (IITA) [2].

2.2.2 PRÉPARATION DU TERRAIN, SEMIS, ENTRETIEN ET RÉCOLTE

L'essai a été réalisé dans un dispositif en split plot à 3 répétitions. L'essai a été installé suivant un dispositif en split plot à 3 répétitions. Les parcelles principales étaient constituées des dates de semis (15 décembre, 30 décembre et 15 janvier) et les parcelles secondaires de 3 écartements aboutissant tous à un peuplement de 125000 plantes par hectare (40 cm x 20 cm, une graine/poquet ; 40 cm x 40 cm, 2 pieds ; 60 cm x 60 cm, 3 pieds). Au début de la saison culturale 2011-2012, le terrain a été labouré à la charrue. Le niébé, de variété *Lutembwe*, a été semé aux différents écartements adoptés, à raison de 1 à 3 graines par poquet. Les essais ont été réalisés en culture pure sans fertilisation de base, étant donné que le niébé peut être cultivé sur sols pauvres avec possibilité d'améliorer ces derniers. Les soins d'entretien ont consisté au sarclage et au buttage. Au total 3 sarclages ont été effectués à partir du 30^{ème} jour après semis, aux intervalles de 15 jours. A la récolte, les gousses de niébé ont été récoltées sur les six lignes du milieu de la parcelle et la teneur d'eau de graines a été ajustée à 14%.

2.2.3 PARAMÈTRES OBSERVÉS ET TRAITEMENT DES DONNÉES

En début de végétation, le taux de levée a été déterminé par le rapport de nombre de plantes qui ont levé × 100/la densité parcellaire. En cours de végétation, les jours à la floraison, la hauteur des plantes à la floraison et le nombre de ramifications à la floraison ont été déterminés. A la récolte, le poids de graines par pied, le poids de 1000 graines et le rendement ont été déterminés. L'analyse de la variance (ANOVA) et la séparation des moyennes par le test de TUKEY ont été utilisées pour déterminer les différences entre les dates de semis d'une part et de l'autre entre les écartements, à l'aide du logiciel *Minitab* 16.

3 RESULTATS

3.1 INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LE COMPORTEMENT DE *VIGNA UNGUICULATA* L. WALP

Il ressort des résultats de l'analyse de la variance que la date de semis n'a pas influencé le taux de levée du niébé ($P = 0,334$), le nombre de ramification par plante ($P = 0,288$), le nombre de jours à la floraison ($P = 0,586$), le nombre moyen des gousses par plante ($P = 0,489$) et le poids moyen de 1000 graines ($P = 0,843$). En revanche, les résultats de l'analyse de la variance montrent qu'il existe de différence significative entre les dates de semis quant au paramètre hauteur des plantes à la floraison ($P = 0,027$). En effet, le semis tardif a entraîné un ralentissement de croissance traduit par la faible taille pour D3 ($19,7 \pm 0,5$) alors qu'au semis précoce (D1) est associé l'obtention des plante de taille élevée ($25,7 \pm 0,5$). Enfin, le rendement en graines de niébé a été affecté par les différentes dates de semis car l'analyse de la variance montre qu'il existe de différences significatives entre les dates de semis ($P = 0,026$). Le semis à la troisième date a entraîné une baisse de rendement de 50% ($500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) par rapport au semis à la première date ($1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) et une baisse de 160% par rapport au semis à la deuxième date ($1300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Tableau 2. Influence de la date de semis sur la croissance et le rendement du niébé à la ferme Kassapa. Moyennes $\pm$ écart-type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de TUKEY ($P = 0,05$). D1 : 15 décembre ; D2 : 30 décembre et D3 : 15 janvier

Paramètres	Dates			P
	D1	D2	D3	
Taux de levée (%)	71,4 $\pm$ 6,4a	74,5 $\pm$ 7,9a	69,8 $\pm$ 5,6a	0,334
Hauteur des plantes (cm)	25,7 $\pm$ 0,5a	22,3 $\pm$ 1,0ab	19,7 $\pm$ 0,5b	0,027
Nombre de ramification	3,5 $\pm$ 0,8a	4,0 $\pm$ 0,8a	3,4 $\pm$ 0,6a	0,288
Jours floraison	64 $\pm$ 0a	62 $\pm$ 0a	63 $\pm$ 1,6a	0,586
Nombre de gousse par plante	7,4 $\pm$ 5,3a	10 $\pm$ 5,8a	7,2 $\pm$ 5 a	0,489
Poids de 1000 graines (g)	113,3 $\pm$ 10a	116,6 $\pm$ 15a	114,4 $\pm$ 10,1a	0,843
Rendement en graines ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	1000 $\pm$ 800a	1300 $\pm$ 600ab	500 $\pm$ 200b	0,026

3.2 INFLUENCE DES ÉCARTEMENTS SUR LE COMPORTEMENT DE *VIGNA UNGUICULATA* L. WALP

Les différents écartements n'ont pas influencé tous les paramètres végétatifs et de rendement (tableau 3), de différence non significative étant obtenu entre tous les écartements ($P > 0,05$). Ceci implique que les différents écartements adoptés, aboutissant tous à une densité de 125.000 plantes par hectare, ont induit des effets similaires sur tous les paramètres étudiés étant donné la même densité en dépit de différences d'espacements entre les plantes.

Tableau 3. Influence de différents écartements sur la croissance et le rendement de *Vigna unguiculata* L. Walp à la ferme Kassapa. Moyennes $\pm$ écart-type. E1 : 40 cm x 20 cm x 1 graine par poquet; E2 : 40 cm x 40 cm x 2 graines par poquet ; E3 : 60 cm x 40 cm x 3 graines par poquet.

Paramètres	ECARTEMENTS			P
	E1	E2	E3	
Taux de levée (%)	72,0 $\pm$ 5,7	72,1 $\pm$ 9	71,7 $\pm$ 5,4	0,995
Hauteur des plantes (cm)	5,7 $\pm$ 0,8	5,2 $\pm$ 0,8	4,8 $\pm$ 0,5	0,600
Nombre de ramification	4,3 $\pm$ 0,7	3,4 $\pm$ 0,6	3,2 $\pm$ 0,5	0,51
Jours floraison	58,5 $\pm$ 2	58,5 $\pm$ 2	58,5 $\pm$ 2	1,000
Nombre de gousse par plante	6,1 $\pm$ 2,5	7,2 $\pm$ 4,4	11,32 $\pm$ 7,1	0,907
Poids de 1000 graines (g)	113 $\pm$ 17,3	115,5 $\pm$ 8,8	115,5 $\pm$ 10,6	0,907
Rendement en graines ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	700 $\pm$ 400	1000 $\pm$ 90	1000 $\pm$ 600	0,530

3.3 EFFETS COMBINÉS DE LA DATE DE SEMIS ET DES ÉCARTEMENTS SUR LE COMPORTEMENT DU NIÉBÉ

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les interactions dates de semis x écartements n'ont pas influencé tous les paramètres étudiés ($P > 0,05$), hormis le rendement en graines (tableau 4). Les effets de la date de semis ont été masqués par ceux des écartements. Pour le rendement, le test de TUKEY révèle que le rendement les plus faibles ont été

obtenus à la troisième date, quelque soit l'écartement adopté ($P=0,037$). En revanche, le rendement le plus élevé n'a été obtenu qu'avec la combinaison des écartements de 60 cm x 40 cm x 3 graines par poquet et la date du 30 décembre.

Tableau 4. Influence de la date de semis et de différents écartements sur la croissance et le rendement de *Vigna unguiculata* L. Walp. à la ferme Kassapa. Moyennes $\pm$ écart-type (les moyennes non suivies de $\pm$ ont une valeur d'écart-type 0). Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de TUKEY au seuil de 5% de probabilité. E : Ecartements ; NGPP=nombre de gousses par plante ; PMG= poids de 1000 graines

Dates de semis	E	Taux de levée (%)	Hauteur de la plante (cm)	Nombre de ramification	Jours à la floraison	NGPP	PMG(g)	Rendement (kg.ha ⁻¹)
D1	E1	70 $\pm$ 2,5	6,1 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 1,1	58	5,3 $\pm$ 1,3	106,6 $\pm$ 5,7a	600 $\pm$ 200d
	E2	76,3 $\pm$ 8,7	5,9 $\pm$ 0,4	3,3 $\pm$ 0,3	58	6,7 $\pm$ 5,7	110 $\pm$ 10a	1400 $\pm$ 110b
	E3	68 $\pm$ 3,6	5,2 $\pm$ 0,6	3,1 $\pm$ 0,3	58	10,2 $\pm$ 7,2	123,3 $\pm$ 5,7a	900 $\pm$ 30c
D2	E1	75,3 $\pm$ 8	6 $\pm$ 1,2	4,7 $\pm$ 0,5	61	7,3 $\pm$ 0,5	120 $\pm$ 30a	900 $\pm$ 70c
	E2	71,6 $\pm$ 11,3	5 $\pm$ 1,1	3,7 $\pm$ 0,8	61	8,4 $\pm$ 4,4	116,6 $\pm$ 5,7a	1100 $\pm$ 70bc
	E3	76,6 $\pm$ 6	5 $\pm$ 0,5	3,5 $\pm$ 0,8	61	14,3 $\pm$ 8,6	113,3 $\pm$ 5,7	1800 $\pm$ 300a
D3	E1	70,6 $\pm$ 6,1	5,1 $\pm$ 0,6	4,1 $\pm$ 0,2	56 $\pm$ 1	5,8 $\pm$ 4,6a	113,3 $\pm$ 11,5a	500 $\pm$ 300d
	E2	68,6 $\pm$ 8,5	4,6 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,6	56 $\pm$ 1	6,5 $\pm$ 4,7a	120 $\pm$ 10a	500 $\pm$ 200d
	E3	70,3 $\pm$ 3,5	4,3 $\pm$ 0,1	3 $\pm$ 0b	56 $\pm$ 1	9,3 $\pm$ 6,8a	110 $\pm$ 10a	500 $\pm$ 300d
P		0,527	0,881	1,000	1,000	0,983	0,428	0,037

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus de la présente étude ont montré que le semis tardif a entraîné un ralentissement de croissance traduit par la faible taille pour D3 (19,7cm $\pm$ 0,5) alors qu'au semis précoce est associé l'obtention des plante de taille élevée (25,7cm $\pm$ 0,5). Cette situation se justifierait par le fait qu'en semis tardif, les plantes bénéficient de moins d'eau pour leur croissance et développement, tel qu'observé dans le tableau 1 qui donne les moyennes mensuelles de précipitations dans la ville de Lubumbashi et son hinterland. Selon la référence [23], la période comprise entre l'apparition des premières fleurs et la maturation des gousses serait très déterminante pour une réussite de la production de niébé, en ce qui concerne le besoin en eau. Conformément aux résultats de [24], le semis tardifs accroît l'incidence des maladies et ravageurs ; ce qui accroît le taux d'avortement des fleurs et des gousses initiées, induit un ralentissement de croissance et une baisse du rendement. Dans cette étude, la variété de niébé utilisée a fleuri autour de 2 mois. Les références [5] ; [6] ; [25] ont indiqué que la plupart des variétés cultivées ont une durée de végétation de 3 à 5 mois et la floraison a lieu 1 à 2 mois plus tard.

La date de semis a influencé le nombre de jours à la floraison et la floraison a été précoce sur les parcelles semées tardivement et inversement, elle a été tardive sur les parcelles semées précocement (tableau 2). Le rendement en graines de niébé a été affecté par les différentes dates de semis car l'analyse de la variance montre qu'il existe de différences significatives entre les dates de semis. Le semis à la troisième date entraîne une baisse de rendement de 50% (500 kg.ha⁻¹) par rapport au semis à la première date (1000 Kg.ha⁻¹). Par ailleurs, le rendement le plus élevé a été obtenu avec la deuxième date de semis, soit 1300 Kg.ha⁻¹. Cette situation se justifierait par la disponibilité d'eau en période de floraison. En effet, le niébé semble modérément résistant à l'excès d'eau du sol. Par contre, une humidité atmosphérique élevée (associée à la chaleur), augmente l'incidence du parasitisme entomologique, qui attaque surtout les fleurs et les gousses [5]. Dans ces conditions, un choix judicieux de la date de semis s'impose [12].

Le choix de la date de semis optimale est crucial en culture de niébé et différentes études ont montré que le semis tardif chez le niébé est associé à un taux élevé de chute de fleurs [12] ; [17] ; [27]. La référence [26] rapporte par contre qu'en culture de riz, le rendement élevé associé au semis précoce est dû à la longue période de croissance dont bénéficient les plantes. Des résultats similaires, montrant que les rendements en grains sont proportionnels à la quantité d'eau reçue par les plantes durant tous les stades de développement, ont été obtenus par [12]. En outre, la référence [12] comparant trois périodes de semis du niébé en Tanzanie (janvier, mars et mai), a montré que la matière sèche et la production étaient élevées sur les parcelles ensemencées en mars. Ces résultats sont en parfait accord avec ceux de la présente étude où les semis très précoces et tardifs ont induit des baisses des rendements.

Les différents écartements adoptés, aboutissant tous à une densité de semis de 125000 plantes par hectare, n'ont pas influencé de manière significative la croissance et le rendement du niébé. Néanmoins, une augmentation de rendement est

associée à la densité de 60cm x 40cm à raison de 3 graines au poquet. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que lorsque l'espacement entre les plants diminue, le point de forte compétition pour les facteurs essentiels de croissance (nutriments, la lumière et l'eau) est atteint [27]. Ces résultats sont en accord avec ceux de [11] ; [28] ; [29]. Nos résultats montrent que les rendements en grains diminuent aux écartements réduits. Par contre, la référence [12] a rapporté que les rendements du niébé sont inversement proportionnels aux écartements car des faibles rendements ont été obtenus avec des grands écartements réduits de 90cm x 90 cm (915 Kg. ha⁻¹) et des rendements élevés aux écartements réduits de 90cm x 30cm (1449 Kg.ha⁻¹). Nos observations corroborent également avec celles de [30] qui a indiqué que le rendement en grains du niébé augmente avec la densité, ce qui justifie la différence observée entre nos résultats et ceux de [12] pour lesquels le nombre de graine au poquet était 1. En outre, la référence [31] évaluant les effets de cinq niveaux de densités sur le comportement de *Lippia multiflora* en Côte d'Ivoire (4444 ; 10000 ; 15625 ; 20000 et 40000 plants.ha⁻¹), correspondant respectivement aux écartements 1,5 m x 1,5 m ; 1 m x 1 m ; 0,8 m x 0,8 m ; 1 m x 0,5 m et 0,5 m x 0,5 m, ont montré que les plants des traitements à faible densité de plantation produisent davantage de feuilles ; alors qu'au contraire, le rendement à l'hectare augmente avec la densité de plantation.

L'augmentation du rendement avec les écartements s'explique aussi par la grande exposition des plantes à la lumière [32]. Une étude conduite sur la culture de soja a montré que des écartements trop faibles retardent la floraison et diminuent le nombre de ramifications, réduisant ainsi le rendement [17]. La référence [33] rapporte que la réduction des écartements n'affecte pas individuellement les plants dès lors que l'on se situe en-dessous du seuil de compétition. Cependant, quand la densité de plantation est élevée et que la compétition apparaît, le rendement par plant baisse [34] ; [35].

5 CONCLUSION

L'étude des effets de la date de semis et des écartements sur les paramètres de croissance et de rendement a permis de mettre en évidence les performances de production du niébé dans la zone d'étude. Les résultats obtenus ont montré que le semis tardif entraîne un ralentissement de croissance et une baisse de rendement : D2 (1300 kg.ha⁻¹) > D1 (1000 kg.ha⁻¹) > D3 (500 kg.ha⁻¹). Par contre, les différents écartements adoptés ont induit des effets similaires pour tous les paramètres observés. Néanmoins, l'étude a révélé que le rendement était élevé aux écartements de 60 cm x 40 cm à 3 graines par poquet, qui a en plus l'avantage de réduire les risques de ré semis en milieu paysan. La sécurité alimentaire en RD Congo reposant essentiellement sur une agriculture pluviale qui domine largement les superficies cultivées, sensible aux aléas climatiques qui caractérisent le changement climatique en cours, la détermination de la période optimale de semis et des écartements adéquats permettrait d'accroître efficacement le rendement du niébé dans la ville de Lubumbashi et son hinterland. Dans les conditions de cet essai, pour optimiser le rendement du niébé, le semis sera à réaliser à la date du 30 décembre et aux écartements de 60 cm x 40 cm x 3 graines par poquet. Toutefois, nous suggérons que différentes densités de semis soient testées, sous l'apport des faibles doses de fertilisants minéraux et/ou organiques.

REFERENCES

- [1] SENASEM, Catalogue variétal des cultures vivrières : Céréales (maïs, riz), Légumineuses (haricot, soja, niébé), Plantes à tubercules (manioc, patate douce, pomme de terre), Bananier. *Appui du projet CTB/MINAGRI, Kinshasa, RD Congo*, 153p, 2008.
- [2] L.M.E. Kasongo, M.T. Mwamba, M.P. Tshipoya, M.J. Mukalay, S.Y. Useni, K.M. Mazinga, K.L. Nyembo, Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Biosciences*, vol 63, pp 4727 – 4735, 2013.
- [3] P. Nyabyenda, Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. *Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique*, 253 p, 2005.
- [4] B.V. Bado, Rôles de légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. *Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'alimentation. Université Laval-Québec (Canada)*, 176p, 2002.
- [5] M. Makungu, Effect of cowpea planting date and row arrangement on crop growth and yield in maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp)) intercrop. *Master of sciences thesis, University of Zambia*, 84p, 2002.
- [6] Z. Konaté, B.T.J. Gala, F.G. Messoum, A. Sékou, A. Yao-Kouamé, M. Camara, Z.J. Keli, Les cultures du soja et du niébé, de bons précédents pour la culture du riz pluvial en Côte d'Ivoire (fiche technique). *Journal of Applied Biosciences*, vol 60, pp 4433– 4437, 2012.
- [7] M. F-P. N'gbesso, L. Fondio, B.E.K. Dibi, H.A. Djidji, C.N. Kouame, Étude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Journal of Applied Biosciences*, vol 63, pp 4754 – 4762, 2013.

- [8] I. Diop, A. Kane, T. Krasova-Wade, K.B. Sanon, P. Houngnandan, M. Neyra, N. Kandiora, Impacts des conditions pédoclimatiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à l'inoculation endomycorhizienne avec *Rhizophagus irregularis*. *Journal of Applied Biosciences*, vol 69, pp 5465 – 5474, 2013.
- [9] A.S. Langyintuo, J. Lowenberg-DeBoer, M. Faye, Cowpea supply and demand in West and Central Africa. *Field Crops Research*, vol 82, n°2-3, pp 215-231, 2003.
- [10] A. A. Addo-Quaye, A. A. Darkwa, M. K. P. Ampiah, Performance of three cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) varieties in two agro-ecological zones of the central region of Ghana I: dry matter production and growth analysis. *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 6, n°2, pp 1-9, 2011.
- [11] V.D. Taffouo, J. Etamé, N. Din, M.L.P. Nguелеmeni, Y.M. Eyambé, R.F. Tayou, A. Akoa, Effets de la densité de semis sur la croissance, le rendement et les teneurs en composés organiques chez cinq variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Applied Biosciences*, vol 12, pp 623 – 632, 2008.
- [12] B.A.C. Enyi, A spacing/time of planting trial with cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp)). *Ghana journal of science*, vol 13, n°1, pp 78-85, 1971.
- [13] R. Ali, S.K. Khalil, S. M. Raza, H. Khan, Effect of herbicides and row spacing on maize. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, vol 9, n°3-4, pp 171-178, 2003.
- [14] M.M. Jaliya, A.M. Falaki, M. Mahmud, Y.A. Sani, Effect of sowing date and NPK fertilizer rate on yield and yield components of quality protein of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol 3, n°2, pp 23-29, 2008.
- [15] R.S. Pasquet, J.P. Baudoin, Le niébé. In: CIRAD, ORSTOM, *L'amélioration des plantes tropicales*, Paris, pp. 483-505, 1997.
- [16] U.R. Sangakkara, P.S.R.D. Bandaranayake, J.N.Gajanayake, P. Stamp, Plant populations and yield of rainfed maize grown in wet and dry seasons of the tropics. *Maydica*, vol 49, pp 83-88, 2004
- [17] N.E. Mellendorf, Soybean growth and yield response to interplant competition relief in various plant density environments. *Thesis for the degree of Master of Science in Crop Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois*, 89 p, 2011.
- [18] K.A. Haizel, The effects of plant density on the growth, development and grain yield of two varieties of cowpeas. *Ghana J. Agric. Sci.*, vol 5, pp 163-171, 1972.
- [19] S.M. Sadeghi, S.A.N. Niyaki, Effects of planting date and cultivar on the yield and yield components of soybean in north of Iran. *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 8, n° 1, pp 81-85, 2013.
- [20] M.M. Mpundu, S.Y. Useni, M.T. Mwamba, M.G. Kateta, M. Mwansa, K. Ilunga, K.C. Kamengwa, K. Kyungu, K.L. Nyembo, Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols de différents jardins potagers de la ville minière de Lubumbashi et risques de contamination des cultures potagères. *Journal of Applied Biosciences*, vol 65, pp 4957 – 4968, 2013.
- [21] M.M. Mpundu, S.Y. Useni, N.F. Ntumba, M.E. Muyambo, K.P. Kapalanga, M. Mwansa, K. Ilunga, K.L. Nyembo, Évaluation des teneurs en éléments traces métalliques dans les légumes feuilles vendus dans les différents marchés de la zone minière de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* vol 66, pp 5106– 5113, 2013.
- [22] F. Malaisse, La couverture végétale de Lubumbashi. In Bruneau J.C., Pain M., (Ed), atlas de Lubumbashi. Edition publidix, université Paris X- Nanterre, pp 30-31, 1990.
- [23] B.B. Singh, O.L. Chambliss, B. Sharma, Recent advances in cowpea breeding. In B.B. Singh, D.R. Mohan Raj, K.E. Dashi-ell, and L.E.N. Jackai (Ed): *Advances in cowpea research. International Institute of Tropical Agriculture (IITA)*, pp 30–49, 1997.
- [24] C. Dabiré, I. Drabo, Problématique de la production et de la conservation du niébé. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme protéagineux, 2008.
- [25] D.N. Njoku, C.O. Muoneke, Effect of planting density on growth, yield and productivity of components crops in cowpea/cassava intercropping system. *Journal of tropical agriculture, food, environment and extension*, vol 7, n°2, pp 106-113, 2008.
- [26] S. Moradapour, R. Koohi, M. Babaei, M.G. Khorshichi, Effect of planting date and planting density on rice yield and growth analysis (Fajr variety). *International Journal of agriculture and crop Science*, vol 5, n°3, pp 267-272, 2013.
- [27] Sawadogo A., Evaluation de la production du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en condition de stress hydrique: Contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse. *Mémoire de fin de cycle du diplôme d'ingénieur du développement rural, Université polytechnique de Bobo Dioulasso*, 90 p, 2009.
- [28] B.A.C. Enyi, Effect of spacing, sett size, ridging and mulching on the development and yield of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott.). *Tropical Agriculture (Trinidad)*, vol 44, n°1, pp 53-60, 1967.
- [29] B.A.C. Enyi, Effects of defoliation on growth and yield in groundnut (*Arachis hypogaea*), cowpeas (*Vigna unguiculata*), soyabean (*Glycine max*) and green gram (*Vigna aureus*). *Ann. Appl. Biol.*, vol 79, n°1, pp 55-56, 1975.

- [30] R.B. Mohdnoor, Effects of plant density of the dry seed yield of cowpea. *Tropical Grain Legume Bulletin*, vol 17, n°18, pp 11-13, 1980.
- [31] K.A. N'guessan, A. Yao-Kouamé, K.C. Ballo, K.A. Alui, Effet de la densité de plantation sur le rendement et les composantes du rendement de *Lippia multiflora*, cultivée au sud de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, vol 33, pp 2047 – 2056, 2010.
- [32] C. Megueni, E.T. Awono, R. Ndjouenkeu, Effet simultané de la dilution et de la combinaison du Rhizobium et des mycorhizes sur la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of Applied Biosciences*, vol 40, pp 2668 – 2676, 2011.
- [33] N. Foidl, P.S. Harinder, K. Markar, B. Klaus, The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and Industrial uses. In L.J. Fuglie (Ed): *The Miracle Tree*. Dakar, Senegal, pp 45-76, 2001.
- [34] K.G. Ofusu-Budu, D. Obeng-Ofori, K. Afreh-Nuamah, R. Annobil, Effect of phosphor-compost on growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Ghana Journal of agriculture Science*, vol 40, pp 169-176, 2007.
- [35] Y.A. Abayomi, T.V. Ajibade, O.F. Samuel, B.F. Sa'adudeen, Growth and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) genotypes to nitrogen fertilizer (N.P.K.) application in the Southern Guinea Savanna zone of Nigeria. *Asian Journal of Plant Sciences*, vol 7, n°2, pp 170-176, 2008.

Les déterminants d'instabilité financière : Un essai de détection à partir de l'Indice de Stress Financier

[Determinants of financial instability: an attempt at detection by the Financial Stress Index]

Montassar Zayati¹ and Makram Gaaliche²

¹Laboratoire Tourisme et Développement,
Faculté des Sciences Economiques et de Gestion,
Sousse, Tunisia

²Département des Sciences Economiques,
Institut Supérieur d'Administration des Entreprises,
Gafsa, Tunisia

Copyright © 2014 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article provides an empirical assessment of the relationship between financial development and institutional quality, taking into account financial instability. This instability remains one of the first symptoms of the disorder of the financial system which implies the need to highlight warning indicators to assess the soundness of the financial system and identify policy measures to reduce the risk of financial instability. The assumption is that the instability of financial development increases with financial crises. Indeed, using a panel of 13 emerging countries and a period of 15 years from 1996 to 2011, we tried to detect the impact of various external macroeconomic factors and financial instability on financial understanding by the index financial stress (ISF). The construction of this index leads to the conclusion that besides the traditional elements of institutional quality of a country plays an important role in the intensity of stress. In other words, such an indicator is crucial in the early detection of financial crises. Moreover, econometric and quantitative analysis revealed that there is a significant negative correlation between the index of financial stress on the one hand and economic growth and institutional quality by other, while is positively correlated with banking regulations. Moreover, the analysis strongly rejected the assumption of homogeneity of data on the index of financial stress in our panel, and the suggestion of a heterogeneous random individual effect model.

KEYWORDS: Financial instability, financial stress, governance, institutional quality, heterogeneous panel.

RESUME: Cet article fournit une évaluation empirique de la relation entre le développement financier et la qualité institutionnelle en prenant en compte l'instabilité financière. Cette instabilité demeure l'un des premiers symptômes du désordre du système financier ce qui suppose la nécessité de mettre en évidence des indicateurs d'alerte qui permettent d'apprécier la solidité du système financier et de détecter les mesures politiques afin de réduire les risques d'instabilité financière. L'hypothèse de départ, est que l'instabilité de développement financier croît avec les crises financières. En effet, en utilisant un panel de 13 pays émergents et une période de 15 ans allant de 1996 à 2011, on a essayé de détecter l'impact des différents facteurs macroéconomiques, externes, et financiers sur l'instabilité financière appréhendée par l'indice de stress financier (ISF). La construction de cet indice a abouti à conclure qu'à côté des éléments traditionnels, la qualité institutionnelle d'un pays joue un rôle primordial sur l'intensité de stress. En d'autres termes, un tel indicateur est déterminant dans la détection précoce des crises financières. Par ailleurs, l'analyse économétrique et quantitative a révélé qu'il existe une corrélation négative et significative entre l'indice de stress financier d'une part et le taux de croissance

économique et la qualité institutionnelle d'autre part, alors qu'il est positivement corrélé avec la réglementation bancaire. Par ailleurs, l'analyse a fortement rejetée l'hypothèse d'homogénéité des données relatives à l'indice de stress financier dans notre panel, ainsi que la suggestion d'un modèle hétérogène à effet individuel aléatoire.

MOTS-CLEFS: Instabilité financière, stress financier, gouvernance, qualité institutionnelle, panel hétérogène.

1 INTRODUCTION

La succession de crises qui a secoué la majorité des marchés émergents, a révélé la nécessité de mettre en évidence des indicateurs d'alerte, qui permettent d'apprécier la solidité du système financier, afin d'en réduire les risques d'instabilité. L'instabilité financière demeure l'un des premiers symptômes du désordre du système financier. Elle a fait l'objet d'une attention particulière, aussi bien, par la littérature économique que financière, durant les dernières décennies. A cet égard, une panoplie d'études empiriques utilise l'indice de stress financier (IFS) comme indicateur d'instabilité financière. Cet indicateur permet de fournir un signal continu de l'instabilité. En d'autres termes, il mesure l'influence des facteurs macroéconomiques, externes, financiers et institutionnels sur l'instabilité financière. Les travaux pionniers de détermination des indicateurs d'instabilité financière concluent l'importance des variables macroéconomiques réelles et financières dans le déclenchement des crises financières, des dispositifs internes de gestion des institutions financières et des marchés, de l'efficacité du dispositif de réglementation et de supervision de ces institutions ainsi que les systèmes de paiement.

Les travaux de [1] [2], [3], [4], etc, font ressortir des indicateurs de types externes, internes, financières et institutionnels, comme déterminants précurseurs des crises financières récentes. Ces études fournissent une base de données riche de crises financières dans les économies émergentes, mais ils sont moins adaptés pour mesurer le processus de propagation de stress, vu qu'ils utilisent souvent des variables binaires (0,1). Ces derniers ne fournissent pas une mesure de l'intensité de stress et ignorent l'ambiguïté des événements.

Afin de compléter les indicateurs utilisés dans la littérature, ce travail identifie des épisodes de tensions financières dans les économies émergentes, et ce en utilisant une variable composite appelée "*Emerging Markets Index du stress financier*" (EM-FSI). Il s'agit d'une première mesure qui fournisse des données comparables à haute fréquence sur le stress financier. Le travail s'inspire des méthodologies utilisées pour la construction de l'indice de stress financier pour les économies avancées (AE-FSI) proposées par [5]. Le but est d'étudier la pertinence des indicateurs d'instabilité financière dans les pays émergents, en appliquant une méthode quantitative qui permet d'incorporer plusieurs variables explicatives, et permet d'aboutir à des résultats rigoureux. Pour ce faire nous allons se référer aux modèles utilisés par [6], [7], [8] [9], [10]. L'analyse est réalisée sur un panel de 13 pays¹ et ce pour une période allant de 1996 à 2011. Notre choix est justifié par la disponibilité des données, et par le fait que ces pays ont connu de graves périodes d'instabilité financière, durant la phase de transition démocratique.

2 LE STRESS FINANCIER : UNE MESURE D'INSTABILITE FINANCIERE

Dans la littérature, le stress financier est défini, comme étant la force exercée par l'incertitude et le changement des espérances des pertes sur des agents économiques dans les marchés et les institutions financières [9], [10]. Pour [11], un épisode de stress financier est défini comme une période où le système financier est sous pression et sa capacité de servir d'intermédiation est altérée. Il peut être relatif à une interruption du fonctionnement normal des marchés financiers [12]. Selon [13], [14], [15], les caractéristiques clés du stress financier sont l'amplification de l'incertitude à propos des valeurs fondamentales des actifs et à propos du comportement des autres investisseurs, l'élévation de l'asymétrie de l'information, la baisse de la volonté de détenir des actifs risqués [13], [14], alors que pour [16], il s'agit de la baisse de la volonté de détenir des actifs illiquides.

Une panoplie d'études empiriques a dégagé les facteurs ou les indicateurs d'amplification du stress financier et l'émergence de l'instabilité financière. On peut citer les travaux de [17], [18], qui ont effectué plusieurs analyses dont l'objectif est de vérifier l'impact de l'environnement institutionnelle sur l'instabilité financière et l'émergence des crises bancaires, et ce à partir d'un échantillon des pays développées et en développement, sur la période allant de 1980-1995 et

¹ Argentine, Brazil, Chine, Colombie, Maroc, Mexique, Malaysia, Pérou, Pologne, Thaïlande, Tunisie, Türkiye, South-Africa.

1980-1997. Dans le même ordre d'idées [15], ont étudiés cette problématique sur les pays émergents sur la période 1975-1992. Réf. [19] ont réalisé une étude sur un panel de 75 pays émergents sur la période allant de 1975 à 1997. Ils concluent que les facteurs les plus robustes sont incarnés dans une croissance rapide des crédits bancaires, un ratio élevé de M2 rapporté aux réserves internationales. Dans l'étude de [18], on peut recenser les variables déterminantes suivantes : taux de croissance du PIB réel, termes de l'échange, taux d'inflation, taux de change, M2/réserves internationales et la croissance des crédits domestiques. De même [3], ont identifié 103 indicateurs de crise, dont les plus intéressants et significatifs sont : réserves de changes internationales, taux de change réel, crédits domestiques, crédits accordés au secteur public, taux d'inflation, balance commerciale, croissance de la masse monétaire, M2/réserves de change, taux de croissance du PIB réel et le déficit fiscal. D'une façon similaire, [20] ont fait appel au taux de croissance de l'économie, taux de croissance de la population, les dépenses publiques, l'inflation, le taux de change réel, taux d'ouverture de l'économie, pour expliquer les crises bancaires. Réf. [21] ont mené une étude sur 92 pays sur la période 1970 à 1997 et concluent que les variables macroéconomiques et financières concomitamment sont des bons déterminants des crises systémiques et de meilleurs indicateurs de stress financier.

Réf. [22], [23] etc... ont examiné la contribution de l'environnement institutionnelle sur l'instabilité financière et les crises bancaires. Ils arrivent à conclure que la présence d'un environnement institutionnel bien équilibré tend à réduire la probabilité des crises et fait diminuer les volatilités sur le marché financier dans son ensemble. En outre, on peut ajouter les travaux de [24], [25], [26], [27], [28], [29], etc., ces travaux stipulent que les crises récentes des pays émergents sont expliquées par la volatilité des taux d'intérêt, des taux de change et par les termes de l'échange. Elles s'expliquent encore par un environnement macroéconomique instable, des réserves internationales en devises, un volume important des crédits bancaires accordés aux investisseurs et par une baisse excessive du taux de croissance de l'économie. Certes, les indicateurs de stress utilisés varient d'une étude à une autre, que ce soit au niveau de la méthode de calcul utilisée ou, au niveau des indicateurs qui entrent dans sa composition. C'est le but de notre travail où, nous essayons de construire un indice de stress financier fiable, tout en examinant l'influence des déterminants macroéconomiques, externes, financiers et institutionnels sur lui.

3 INDICE DE STRESS FINANCIER : DESCRIPTION ET METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION

Le but dans cette section est de construire un Indice de Stress Financier capable de capter les caractéristiques clés du stress financier. Ce dernier présente une mesure d'instabilité financière. Nous allons présenter ainsi la construction d'un indice de stress financier pour le système financier d'Amérique Latine et les pays Asiatiques. La méthode retenue suit la logique des études de [9], [30], [31], [32], et plus récemment [33].

Nous utilisons des données quotidiennes. L'ISF donne des informations sur la stabilité du système en reflétant son degré de solidité. Pour se faire, l'ISF sera composé de sous-indices associés aux marchés bancaires, boursiers et de change. Une fois les indicateurs ont été sélectionnés, on doit les agréger en un seul indice de stress financier. Le calcul de FSI se base sur des observations quotidiennes du marché financier afin de capturer la continuité du stress financier. Les données sont de haute qualité.

On se réfère aux travaux de [11]. L'ISF comprend cinq variables, qui sont agrégés dans un indice global afin de capturer des conditions de crédit dans les trois segments du marché financier à savoir : les marchés bancaires, les marchés des valeurs mobilières, et les marchés de changes. Les quatre composantes de l'ISF sont : "bêta du secteur bancaire", notée β , les rendements des marchés boursiers, la volatilité des rendements du marché boursier et un index de pression du marché de change (EMPI), tels que :

- Le bêta du secteur bancaire

Le bêta mesure la quantité des risques systématiques d'un actif (risque non diversifiable). Elle représente la corrélation de la rentabilité d'un actif avec celle du marché. Il se traduit mathématiquement par la pente de la droite de régression des rentabilités de l'actif contre celle du marché. Cette composante capte l'incertitude à propos des valeurs fondamentales et du comportement des investisseurs, ainsi que l'asymétrie de l'information qui peuvent régner sur le marché bancaire. Par ailleurs, le bêta du marché est par définition égale à 1.

Le calcul du bêta est comme suit (Financial bêta) noté $\beta_t = \frac{COV(r_t^M, r_t^B)}{\sigma_M^2}$.

Avec :

- r : le rendement annuel du secteur bancaire (B) ou du marché (M).
- $cov(r_t^M, r_t^B)$ = Covariance de la rentabilité de l'actif bancaire (B) avec celle du marché.
- σ_M^2 = Variance de la rentabilité du marché.

Selon cette suggestion, la prime de risque de l'actif est corrélée relativement à son bêta. Cela suppose que chaque cours boursier doit être repéré sur la droite d'ajustement linéaire qui relie le titre sans risque au portefeuille du marché. Cette droite est appelée, bien sur, droite de MEDAF. Ainsi, un bêta supérieur à 1 prouve que la covariance entre le titre et le marché est supérieur à la volatilité de ce dernier et par suite le secteur bancaire relatif à ce titre est plus risqué que le portefeuille du marché. D'ailleurs, on peut conclure que les actions du secteur bancaire varie plus que proportionnellement au marché global. Cependant, pour canaliser le stress financier du secteur bancaire, [11] a suggéré que le bêta ne sera enregistré que lorsque les rendements sont inférieurs au rendement du marché global.

- Les rendements du marché boursier : toute baisse des rendements boursiers est considérée comme une hausse du stress relatif au marché. D'ailleurs, toute baisse de rendement peut provoquer une baisse dans l'appétit du risque chez les investisseurs. Ainsi, la fuite vers la liquidité et vers la qualité seront observées. C'est pour cette raison que Les changements des rendements boursiers mensuels seront multipliés par -1.
- La volatilité du marché boursier : mesurée par la moyenne déplacée au carrée des six mois en arrière d'un mois à l'autre des rendements du marché boursiers. La hausse de la grande volatilité du marché boursier implique l'asymétrie de l'information et la fuite vers la liquidité des investisseurs et l'incertitude à propos des valeurs fondamentales.
- La volatilité du marché de change : mesurée par l'indice de pression spéculative sur le marché de change. La première méthode de mesure est construite à partir d'une moyenne pondérée de variations observées du taux de change, des pertes des réserves internationales et des mouvements significatifs du taux d'intérêt [34], [35]. Une moyenne pondérée parce que ses composantes ont des variances conditionnelles inégales, les mouvements des réserves et le taux de change sont normalisés par leurs écarts types. Les pondérations sont constituées pour tenir compte de la volatilité de chaque variable, si bien que chaque variable a la même influence dans l'indice.

La deuxième méthode est proposée par [36], [3], [37], [38]. L'indice de pression est égal à une moyenne pondérée des taux de change et des réserves internationales. Une troisième méthode de calcul est proposée par [39], [40]. L'indice de pression spéculative sur le marché de change est déterminé sur la base des variations des taux de changes.

C'est la deuxième catégorie d'indice qui est la plus utilisée dans le cas des pays émergents et ceux en développement car dans ces derniers, la littérature économique considère que les taux d'intérêt sont rarement déterminés par les marchés et elle n'est pas considérée comme déterminante lors de prise de décision d'investissement. Alors, ils ne peuvent pas être utilisés comme une composante de l'indice de pression spéculative. C'est la deuxième catégorie d'indice qui sera utilisée dans le cas de notre étude [41].

L'indice de pression spéculative sur le marché de change est calculé comme suit:

$$PMC_{it} = \frac{1}{\sigma_{DTCR}} * \text{Log} \frac{TCR_t}{TCR_{t-1}} - \frac{1}{\sigma_{DRES}} * \text{Log} \frac{RES_t}{RES_{t-1}}$$

Avec :

PMC : L'indice de pression spéculative sur le marché de change

TCR : Taux de Change réel, la hausse de TCR se traduit par une dépréciation de la monnaie nationale.

RES : Réserves internationales de change.

σ_{DTCR} : écart-type de $\text{Log} \left(\frac{TCR_t}{TCR_{t-1}} \right)$.

σ_{DRES} : écart-type de $\text{Log} \left(\frac{RES_t}{RES_{t-1}} \right)$

4 MODELISATION ET ANALYSE DESCRIPTIVE AIS DE PUBLICATION

Pour bien tester la pertinence des déterminants d'instabilité financière et leurs effets sur l'accentuation de la pression financière, nous allons privilégier l'approche quantitative des variables retenus dans notre analyse. Pour ce faire, nous allons se référer aux modèles utilisés par [6], [7], [11], [42], [43]. Dans leurs travaux de recherches, ces auteurs ont testé la

pertinence des indicateurs d'instabilité financière et des crises bancaires ainsi que leurs éventuelles influences sur l'indice de stress financier. Notre contribution par rapport à ces études consiste notamment à incorporer les variables de réglementation bancaire et de qualité institutionnelle.

Le modèle à estimer est le suivant :

$$ISF_t = \alpha_0 + \beta_1 EGROW_t + \beta_2 INF_t + \beta_3 QI_t + \beta_4 OPEN_t + \beta_5 M2RES_t + \beta_6 REG_t + \beta_7 MGROW_t + \beta_8 DEBT_t + \varepsilon_t$$

- ✓ L'inflation, *INF*
- ✓ Le taux de croissance de l'économie, *EGROW*
- ✓ Les termes de l'échange rapporté au PIB (*Openess*), *OPEN*
- ✓ M2 rapporté aux réserves internationales, *M2RES*
- ✓ La dette externe à court terme, *DEPT*
- ✓ Le taux de croissance de la masse monétaire (*Money Growth*), *MGROW*
- ✓ La réglementation bancaire, *REG*
- ✓ La qualité institutionnelle, *QI*

Tableau 1. Statistiques Descriptive

	ISF	QI	REG	DEBT	EGROW	INF	M2RES	MGROW	OPEN
Mean	-0.081	-0.189	61.152	20.788	4.392	7.385	4.319	16.241	34.500
Median	-0.909	-1.398	43.831	17.809	4.817	4.214	3.665	14.291	27.829
Maximum	11.365	16.847	165.72	69.58	14.20	85.733	31.127	116.54	110.203
Minimum	-3.917	-9.954	10.49	1.052	-10.89	-1.408	1.189	-19.436	7.466
Std. Dev.	2.822	5.094	44.563	12.045	3.838	12.56	2.879	15.57	22.772
Skewness	1.421	1.301	0.754	1.522	-0.907	4.425	4.581	3.806	1.693
Kurtosis	5.35	4.694	2.136	5.228	5.007	24.498	38.59	21.844	5.342
JB	117.91	83.544	25.985	123.35	63.42	4684.15	11706.65	3579.69	146.91
Prob	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Le test de Jarque et Bera, fondé sur la notion du Skewness (asymétrie) et du Kurtosis (aplatissement), permet de vérifier la normalité de la distribution statistique des rendements.

$$\text{Skewness (S)} : \beta_1 = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$$

$$\text{Kurtosis (K)} : K = \beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$$

$$\text{Avec } \mu_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^k \text{ est le moment centré d'ordre k.}$$

$$JB = (n/6) S^2 + (n/24) (K - 3)^2 \sim \chi^2(2)$$

Donc, si $JB > \chi^2(2)$ alors, on rejette l'hypothèse (H_0) de normalité des résidus au seuil (α). Ce qui a été validé et montré selon les résultats du test de JB pour tous les indices financiers, bancaires et institutionnelles. En effet, tous les statistiques de JB sont largement supérieur à $\chi^2(2)$. D'ailleurs, tous les Prob(JB) sont nulles et inférieur au seuil ($\alpha = 5\%$). Ce qui nous permet d'utiliser les modèles de régression linéaire et les modèles paramétriques.

Le tableau 1 révèle aussi, que le taux de croissance économique moyen de l'échantillon sur la période étudiée est de 4,39%. La valeur minimale moyenne du taux de croissance économique est enregistrée en Argentine en 2002 (-10,89%), tandis que le maximum est en Chine en 2007 (14,2%). En ce qui concerne l'indice de stress financier, la Thaïlande enregistre les valeurs maximales de (11,36%). La moyenne de cet échantillon est de (-0,08). Un niveau faible de stress est signe de calme. Plus il est en augmentation plus les tensions financières s'accroissent. Un taux moyen de -0,08, que nos pays l'ont subis, montre bien qu'ils ne risquent pas d'être affecté par la crise financière internationale mais plutôt ils ont pu en tirer profit.

En ce qui concerne la corrélation entre les variables (tableau 2), deux constats méritent d'être faits. D'abord, on remarque que tous les coefficients de corrélations sont très faibles : ce qui diminue et presque néglige la présomption de colinéarité entre les variables. Une autre remarque porte sur la corrélation négative et significative au seuil de 5% entre l'indice de stress financier d'une part et les variables EGROW et QI d'autre part. On note également une corrélation positive et significative entre l'indice de stress financier et le REG. Quant à l'inflation, elle est négativement corrélée aussi bien aux variables de

développement financier qu'au taux de croissance économique et bien sûr comme attendu il est positivement corrélé à l'indice de stress financier.

Tableau 2. Analyse de Corrélation

Correlation	ISF	QI	REG	DEBT	EGROW	INF	M2RES	MGROW	OPEN
ISF	1								
QI	-0.14599	1							
REG	0.15000	0.38210	1						
DEBT	0.02947	0.25555	0.6210	1					
EGROW	-0.13944	0.04460	0.0713	0.21088	1				
INF	0.02470	-0.08921	-0.2702	-0.0201	-0.08803	1			
M2RES	0.07509	-0.10256	0.3879	0.18119	-0.02673	-0.025	1		
MGROW	-0.05945	-0.07494	-0.1977	0.06481	0.08400	0.8492	0.0037	1	
OPEN	0.04892	0.56099	0.5739	0.27551	0.03938	-0.179	-0.1473	-0.1973	1

Calcul de l'auteur.

5 MODELISATION PAR L'ÉCONOMETRIE DES PANELS STATIQUES

A Nous examinerons le rapport entre stress financier et les indicateurs de développement financier ainsi que la qualité institutionnelle.

$$ISF_t = \alpha_0 + \beta_1 EGROW_t + \beta_2 INF_t + \beta_3 QI_t + \beta_4 OPEN_t + \beta_5 M2RES_t + \beta_6 REG_t + \beta_7 MGROW_t + \beta_8 DEBT_t + \varepsilon_t$$

La première étape à établir pour un échantillon de données de panel est de vérifier si l'échantillon est harmonieux ou présente des différences significatives. On parle, ainsi, de l'hétérogénéité du panel. De plus, on peut parler d'hétérogénéité des données et d'hétérogénéité des comportements. La phase de test de spécification revient, sur le plan financier, à déterminer si on est en droit de supposer des fonctions de stress financiers totalement identique pour tous les pays (modèle Pooled). Dans ce cas, les élasticités des facteurs explicatifs (variables exogènes) sont identiques ($\beta_i = \beta$) ; et le niveau moyen de stress est lui aussi identique pour tous les pays ($\alpha_i = \alpha$).

Toutefois, lorsqu'on travaille sur des séries agrégées, il est peu probable que les variables étudiées soient strictement identique pour tous les pays étudiés. Si ce n'est pas le cas, il n'existe a priori aucune structure commune entre les pays, et donc l'utilisation des données de panels ne se justifie pas et peut même conduire à des biais d'estimation. On doit, alors, estimer stress financier pays par pays. En revanche, s'il existe bien une relation identique pour tous les pays, alors la source d'hétérogénéité ne peut provenir que des constantes α_i . Or, ceci n'est pas garanti dans la réalité. Evidemment, des multiples facteurs comme la position géographique, le climat financier du pays, ... pouvaient conduire à des différences structurelles de niveau de stress entre les pays. Dans ce cas, le niveau moyen de stress (ou le stress autonome des facteurs), déterminé par $E(\alpha_i + \varepsilon_{it}) = \alpha_i$, varie selon les pays même si la structure d'élasticité est la même. Entre ces deux cas extrêmes, il convient surtout d'identifier la source d'hétérogénéité pour bien spécifier le modèle.

5.1 TEST DE SPÉCIFICATION

- Hétérogénéité des Données

La première chose à analyser, avant de débiter l'estimation des coefficients du modèle, est celle d'hétérogénéité des données et des comportements pour savoir quelles méthodes d'estimation utiliser. Ainsi, pour une variable donnée, on peut valider qu'il y a homogénéité des données si la distribution de cette variable dans le temps est très proche ou similaire d'un individu à un autre. En d'autres termes, pour la même variable, les moyennes individuelles doivent être identiques. Dès lors, nous pouvons, à partir de l'analyse de la variance, estimer un indicateur permettant d'évaluer le degré d'homogénéité des données.

En effet, la variabilité totale de la variable endogène à étudier (Y) représentée par le terme TSS et qui indique la somme des carrés totales (TSS : Total Somme Square), peut être décomposée comme la somme :

- de sa variabilité inter-individuelle : BSS (Between Somme Square)

- de sa variabilité intra-individuelle : WSS (Within Somme Square)

$$TSS_{YY} = WSS_{YY} + BSS_{YY}$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (Y_{it} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (Y_{it} - \bar{Y}_{io})^2 + T \sum_{i=1}^N (\bar{Y}_{io} - \bar{Y})^2$$

Où $\bar{Y}$ est la moyenne générale de Y :

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

Et

$$\bar{Y}_{io} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

La variabilité totale de Y peut donc être interprétée comme la somme de la variabilité entre les moyennes individuelles et de la variabilité dans le temps des Y par rapport à leurs moyennes individuelles. Ce qui est dit ici de la variabilité de Y peut l'être tout aussi bien de n'importe quelle autre variable ou même de la covariabilité de X et Y.

Deux cas particuliers méritent d'être signalés :

- S'il y a parfaite homogénéité des données, les moyennes individuelles de Y sont identiques entre elles et identiques à la moyenne générale. Dans ce contexte, la variabilité inter-individuelle BSS_{YY} de Y est nulle et la variabilité totale est égale à la variabilité intra-individuelle (WSS_{YY}).
- Si, en revanche, pour un même individu, la valeur de Y est stable dans le temps, c'est-à-dire elle est toujours égale à sa moyenne, alors la variabilité intra-individuelle est nulle et la variabilité totale égale à la variabilité inter-individuelle (BSS_{YY}).

Le but de cette première analyse est, en fait, de décider s'il est utile ou non d'introduire la dimension temporelle dans le panel. En effet, si pour le même individu, la variabilité de Y évolue faiblement dans le temps, alors on pourra travailler en coupe instantanée sans recourir aux modèles temporelles du panel. Il suffit d'utiliser les moyennes individuelles sur toute la période.

La spécification de cette analyse pour l'indice de stress financier dans notre panel a été réalisée par le biais du test de Fisher de décomposition de la variance du logiciel Eviews 7.1. Les résultats présentés dans le tableau 3 montrent qu'on peut rejeter fortement l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes individuelles, ce qui implique que la part de la variabilité interindividuelle est forte au sein de la variabilité totale. Il y a, donc, hétérogénéité des données relatives à l'indice de stress financier.

Tableau 3. Test d'Homogénéité des Données

Test for Equality of Means of ISF				
Categorized by values of PAYS				
Sample: 1996 2011				
Included observations: 208				
Method	df	Value	Probability	
Anova F-test	(12, 195)	4.326910	0.0000	
Welch F-test*	(12, 75.7104)	5.311602	0.0000	
*Test allows for unequal cell variances				
Analysis of Variance				
Source of Variation	df	Sum of Sq.	Mean Sq.	
Between	12	346.6835	28.89029	
Within	195	1301.993	6.676888	
Total	207	1648.677	7.964621	
Category Statistics				
PAYS	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.of Mean
ARG	16	-0.384317	1.802119	0.450530
BRA	16	-0.653834	1.507335	0.376834
CHN	16	0.275959	2.440192	0.610048
COL	16	-1.011218	1.850995	0.462749
MAR	16	0.099649	1.947712	0.486928
MEX	16	-0.857121	2.147544	0.536886
MYS	16	-0.515329	2.855566	0.713891
PER	16	-0.207459	2.489572	0.622393
POL	16	-0.796819	2.066048	0.516512
THA	16	0.386443	4.745611	1.186403
TUN	16	4.108535	2.238651	0.559663
TUR	16	-1.096641	2.766292	0.691573
ZAF	16	-0.398166	3.112566	0.778141
All	208	-0.080794	2.822166	0.195682

Source : Calcul de l'auteur

- Hétérogénéité des Comportements

Plusieurs configurations sont disponibles :

- Les constantes α_i et les paramètres β_i sont identiques. On qualifie ce panel de panel homogène (pooled).
- Les N constantes α_i et les N vecteurs de paramètres β_i sont différents selon les individus. On a donc N=13 (selon le nombre de pays) modèles différents, on rejette la structure de panel.
- Les N constantes α_i sont identiques, $\alpha_i = \alpha$; tandis que les paramètres β_i diffèrent selon les individus. Dans ce cas, tous les coefficients du modèle, à l'exception des constantes, sont différents selon les individus. On a donc N modèles différents.
- Les N vecteurs de paramètres β_i sont identiques, $\beta_i = \beta$; tandis que les constantes α_i diffèrent selon les individus. On obtient un modèle à effets individuels.

Pour discriminer ces différentes configurations et pour s'assurer du bienfondé de la structure de panel, il convient d'adopter une procédure de tests d'homogénéité emboîtés. La procédure générale de test présentée est décrite sur la figure suivante :

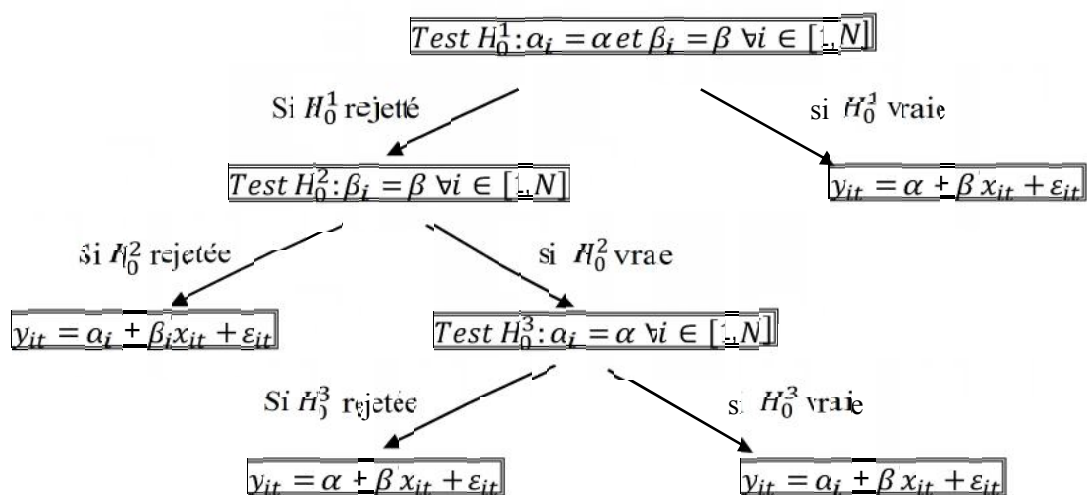


Fig. 1. Procédure Générale du test d'homogénéité

5.2 TEST D'HOMOGENEITE GLOBALE (H_0^1)

Il s'agit de tester le test suivant :

$$\text{Test } H_0^1: \alpha_i = \alpha \text{ et } \beta_i = \beta \forall i \in [1, N]$$

La statistique utilisée est celle de Fisher :

$$F_{c1} = \frac{(SCR_c - SCR) / (N-1)(K+1)}{SCR / [NT - N(K+1)]}$$

Avec :

- $N=13$ pays, $K= 8$ variables exogènes et $T = 16$ années.
- SCR c'est la somme des carrés résiduels du modèle (1) : $y_{it} = \alpha_i + \beta_i' X_{it} + \varepsilon_{it}$. $SCR = \sum_{i=1}^N SCR_i$ pour chaque individu (pays).
- SCR_c est celle du modèle contraint (modèle d'homogénéité totale ou *pooled*) : elle est calculée en estimant le modèle sur l'échantillon complet à NK paramètres. $y_{it} = \alpha + \beta' X_{it} + \varepsilon_{it}$.

Ainsi pour notre modèle les résultats sont les suivantes : $SCR_c = 1451,120$ et $SCR = \sum_{i=1}^{13} SCR_i = 100,344$.

$$\text{Donc } F_{c1} = \frac{(SCR_c - SCR) / (N-1)(K+1)}{SCR / [NT - N(K+1)]} = \frac{(1451,12 - 100,344) / (12 \cdot 9)}{100,344 / [208 - 13(9)]} = 11,339.$$

La statistique ainsi calculée est supérieure à $F(108 ; 91)$ du tableau de Fisher ; on rejette alors l'hypothèse H_0^1 d'une parfaite homogénéité du modèle et on passe au deuxième test.

5.3 TEST D'HOMOGENEITE DES COEFFICIENTS β_i (H_0^2)

Le test est le suivant :

$$\text{Test } H_0^2: \beta_i = \beta \forall i \in [1, N]$$

$$\text{La statistique du test est la suivante : } F_{c2} = \frac{(SCR'_c - SCR) / (N-1)K}{SCR / [NT - N(K+1)]}$$

Avec :

- SCR'_c est la somme des carrés résiduels du modèle contraint à effet individuels :

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Ici les estimateurs (*Within*) des paramètres α_i et σ sont obtenus en centrant les variables sur les moyennes individuelles respectives. C'est le même que l'estimateur à effet fixe donné par Eviews ou l'estimateur *Last Squared Dummy Variable* (LSDV) calculé par le logiciel TSP.

Les résultats d'estimation dans notre modèle sont les suivantes : $SCR'_c = 218,276$

$$F_{c2} = \frac{(SCR'_c - CR)/(N-1)K}{SCR/[NT-N(K+1)]} = \frac{(218,276 - 1(0,344))/(12*3)}{100344/[(208-13(9))]} = 2,97.$$

Cette valeur est inférieure à celle du tableau de Fisher pour les degrés de liberté $u_1 = 36$ et $u_2 = 91$. Ainsi, on accepte l'hypothèse H_0^2 et on admet le modèle de panel avec homogénéité des coefficients θ_i et on passe au test suivant d'homogénéité des coefficients α_i .

5.4 TEST D'HOMOGENEITE DES CONSTANTES $A_L(H_0^3)$

$$Test H_0^3: \alpha_i = \alpha \forall i \in [1, N]$$

La statistique de ce test est la suivante :

$$F_{c3} = \frac{(SCR_c - SCR'_c)/(N-1)}{SCR'_c/[N(T-1)-K]} = \frac{(145,120 - 18276)/12}{218,276/[13(15)-9]} = 87,547 > F(12; 186)$$

On rejette, alors, l'hypothèse H_0^3 pour opter à un modèle de panel à effet individuel causé par l'hétérogénéité de la constante α_i . Il ne reste maintenant que de déterminer la nature de cet effet par le test d'Hausman.

5.5 TEST D'HAUSMAN

C'est un test qui sert à discriminer les effets fixes et aléatoires des effets individuels dans un modèle des données en panel. Il s'agit de tester la présence éventuelle d'une corrélation ou d'un défaut de spécification (corrélation entre des effets individuels et des variables explicatives). Le test est le suivant :

$$\begin{cases} H_0^4: E(\alpha_i / X_i) = 0 \\ H_0^4: E(\alpha_i / X_i) \neq 0 \end{cases}$$

sous l'hypothèse H_0^4 , les effets individuels sont aléatoires, alors la méthode adéquate pour l'estimation est la Méthode des Moindres Carrés Généralisés (MCG). Sinon, sous l'hypothèse H_0^4 , l'estimateur utilisé est l'estimateur *Within*. La statistique du test est la suivante :

$$H = (\beta_{MCG} - \beta_{LSDV})' [Var(\beta_{MCG} - \beta_{LSDV})]^{-1} (\beta_{MCG} - \beta_{LSDV})$$

Les résultats d'estimation étaient les suivantes :

Tableau 4. Estimation du Stress Financier : Estimation Withen – MCQG

Variables	Withen (LSDV)	MCG
Cte		-0.870127*
QI	-0.095153*	-0.150112***
REG	0.058814***	0.040228***
DEBT	0.004187	-0.006948
EGROW	-0.012262	-0.092257*
INF	0.101650***	0.127121***
M2RES	0.095298	0.053478
MGROW	-0.041731**	-0.061894***
OPEN	-0.107283***	-0.150112*
Test d'Hausman	-	17.475357
P-value		(0.0255)**

Les valeurs entre parenthèses sont les t-statistic.

*, ** et *** sont les significativités respectivement à 10%, 5% et 1%.

Source : Calcul de l'auteur

La statistique du test d'Hausman est égal à 17.475 et présente une probabilité statistique de 0,0255 donc on va rejeter l'hypothèse H_0 , et opter pour un modèle de panel à effet aléatoire. Ainsi, en utilisant la méthode des données de panel statique pour 13 pays sur la période 1996-2011, on obtient les résultats présentés dans le tableau ci-dessus. Ce tableau, résume la régression de la variable ISF, reflétant le degré de stress financier, et des variables de contrôle prises dans ce modèle. On constate, à l'issue de ces résultats, que le coefficient de la variable qualité institutionnelle est significativement différent de zéro et négatif. Ainsi, toute amélioration de cette dernière permet une diminution du stress financier. De ce fait, les résultats de cette estimation sont importants puisqu'ils viennent confirmer l'existence d'une relation significative entre ces deux indicateurs, ce qui corrobore les travaux [3], [44], [45], [46].

D'un autre côté, on remarque que la croissance économique présente un effet discriminant et significativement négatif à long terme sur le stress et l'instabilité financière. Le même résultat est déduit pour le facteur de croissance de la masse monétaire. Deux autres facteurs ont un effet discriminant sur l'explication du stress financier mais positivement, à savoir l'inflation et la réglementation du secteur bancaire. Ce dernier résultat implique que toute amélioration de l'un de ces deux facteurs entrainera une croissance du stress financier.

6 CONCLUSION

Une panoplie d'études empiriques a dégagée les facteurs ou les indicateurs d'amplification du stress financier et l'émergence de l'instabilité financière. Ces investigations nous renseignent sur la fragilité de l'environnement macroéconomique, financière et institutionnelle. C'est ainsi que la plus part des économies émergentes et en voie de développement ont procédé à la mise en application des réformes afin de normaliser leurs économies.

De notre part, nous avons essayé dans cette étude d'examiner l'influence des déterminants macroéconomiques, financiers et institutionnels sur l'indicateur d'instabilité financière mesuré par l'indice de stress financier. Nous avons utilisé une méthodologie d'analyse descriptive et de panel statique sur un panel de 13 pays parmi les pays émergents et développés sur une période de 15 ans de 1996 à 2011. En somme, l'examen des résultats trouvés, corrobore bien l'acceptation de notre première hypothèse de recherche selon laquelle l'instabilité financière a pour origine les déterminants macros et micros économiques, externes, financières et institutionnels. En effet, on a pu déceler particulièrement que les coefficients de qualité institutionnelle et de croissance économique sont des facteurs discriminants du stress financier avec effet négatif. Ainsi, toute amélioration de ces derniers permet une diminution du stress financier.

Certes, l'étendue du système financier, qui regroupe des éléments aussi divers que les institutions financières, les marchés financiers et les systèmes de compensation et de réglementation, laisse entrevoir de nombreuses sources possibles de stress. C'est pourquoi le stress financier devrait être mesuré en repérant les différents indicateurs macroéconomiques, financiers et institutionnels et les considérer comme déterminants précurseurs des crises bancaires.

REFERENCES

- [1] M.Goldstein and P. Turner, "Banking Crises in Emerging Economies: Origins and Policy Options," *Bank for International Settlements Economic Paper*, no. 46, 1996.
- [2] B. Eichengreen and A. Rose, "Staying Afloat When the Wind Shifts: External Factors and Emerging-Market Banking Crises," *NBER Working Paper*, no.6370,1998.
- [3] K. Graciela, and C. M. Reinhart, "On Crises, Contagion, and Confusion," *University Library of Munich, Germany*, 1998.
- [4] D.K. Asli and E. Detragiache, "Banking Crises Around the World: Are There Any Common Threads." *IMF Staff Papers*, 1998.
- [5] R. Cardarelli, S. Elekdag and S. Lall, "International Monetary Fund. Asia and Pacific Dept, Financial stress, downturns, and recoveries," *IMF Working Paper*, no.9, 2009.
- [6] S.O. Fadar, "Banking Sector Liquidity and Financial Crisis in Nigeria", *International Journal of Economics and Finance*, Vol. 3, no. 5, 2011
- [7] C.T.Albulescu, "Romanian financial system dynamics: an aggregate stability index analysis," *MPRA Paper*, no. 16754, 2009.
- [8] V. O. Mikhail, "SAFE: An Early Warning System for Systemic Banking Risk", *Federal Reserve Bank Working Paper*, no. 11,2011.
- [9] M. Illing and Y. Liu, "An index of Financial Stress for Canada" *Banque Nationale de Canada Working Paper*, no. 14, 2003
- [10] M.Illing and Y. Liu, "Measuring financial stress in a developed country: An application to Canada," *Journal of Financial Stability*, vol.2, no.4, 2006.

- [11] R. Balakrishnan, S. Danninger, S. Elekdag, and I. Tytell, "The Transmission of Financial Stress from Advanced to Emerging Economies", *IMF working paper*, no.9, 2009.
- [12] C.S. Hakkio and W.R. Keeton, "Financial Stress: What Is It, How Can It Be Measured, and Why Does It Matter?", *Economic Review*, second quarter, 2009.
- [13] F. Rötheli, *Banking Principles, Bank Competition and the Credit Boom of the 1920s*, Department of Economics, University of Erfurt, 2010.
- [14] D.G Baur and B.M. Lucey, "Flights and Contagion—An Empirical Analysis of Stock-Bond Correlations," *Journal of Financial Stability*, Vol.5, 2009.
- [15] M. Dungey, M. MacKenzie, and V. Smith, "Empirical evidence of jumps in the term structure of the U.S. treasury market", *Journal of Empirical Finance*, no.16, 2009.
- [16] D. Easley and M. O'Hara, (2010): "Liquidity and valuation in an uncertain world", *Journal of Financial Economics*, no.97, 2010.
- [17] A. Dmirgüç-kunt and E. Detragiache, "The determinants of banking crises in developing and developed countries", *IMF Working Papers*, vol. 45, no.1, 1998.
- [18] A. Dmirgüç-kunt and E. Detragiache, "Does Deposit Insurance Increase Banking System Stability? An Empirical Investigation", *Journal of Monetary Economics*, no.49, 2002.
- [19] B. Eichengreen and C. Arteta, "Banking Crises in emerging markets: presumptions and evidence", *Centre for International and Development Economics Research Working Papers*, no.115, 2000.
- [20] R. Ranciere, A. Tornell and F. Westermann "Decomposing the effects of financial liberalization: Crises vs. Growth", *Journal of Banking & Finance*, no.30, 2006.
- [21] E. Falcetti and M. Tudela, "What do Twins Share? A Joint Probit Estimation of Banking and Currency Crises", *Economica*, vol.75, no. 298, 2008.
- [22] M. Gil and D. Kaufman, "Transparency, Liberalization and Banking Crises", *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 2286, 2000.
- [23] C. Sinapi, "Fondements institutionnels de la fragilité institutionnelle dans l'approche minskyenne : application au cas des pays émergents libéralisés", *Colloque Economie Politique de la Gouvernance*, Université de Bourgogne, Dijon, 2-3 décembre, 2005.
- [24] F.S. Mishkin and J. Simon, "An Empirical Examination of the Fisher Effect in Australia," *NBER Working Papers*, no 5080, 1997.
- [25] P. Pasquariello, "The anatomy of financial crises: Evidence from the emerging ADR market," *Journal of International Economics*, vol.76, no.2, 2008.
- [26] P. Artus, J.P. Bethève, C. Boissieu et G.C. Blancard, "Les crises de subprimes", *Conseil d'analyse économique*, 2008.
- [27] Trachtman J. P., *The economic structure of international law*, 4th ed, Harvard University Press, 2009.
- [28] A. K. Rose and M. M. Spiegel, "Cross-Country Causes and Consequences of the 2008 Crisis: International Linkages and American Exposure", *Pacific Economic Review*, vol.15, no.3, 2010.
- [29] A. K. Rose and M.M. Spiegel, "Cross-Country Causes and Consequences of the Crisis: An Update", *European Economic Review*, vol. 55, no.3, 2011.
- [30] D. Calin, "Implications de l'unification monétaire européenne sur les pays candidats à l'adhésion: le cas de la Roumanie" *Thèse de doctorat*, Université de Poitiers, 2004.
- [31] A. Gersl and J. Hermanek, "Financial Stability Indicators: advantages and disadvantages of their use in the Assessment of the Financial System Stability", *Financial Stability Report*, Czech National Bank, 2006.
- [32] C.T. Albulescu, "Romanian financial system dynamics: an aggregate stability index analysis", *MPRA Paper*, no. 16754, 2008.
- [33] V.O. Mikhail, "An Early Warning System for Systemic Banking Risk", *FRB working paper*, no.11, 2011.
- [34] E. Barry, A. Rose, and C. Wyplosz, "Speculative Attacks on Pegged Exchange Rates: An Empirical Exploration with Special Reference to the European Monetary System," *NBER Working Papers*, no. 4898, 1994.
- [35] E. Barry, A. Rose, and C. Wyplosz, "Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks," *Economic Policy*, no.21, 1998.
- [36] J. Sachs, A. Tornell and A. Velasco, "Financial Crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995," *Brookings Paper*, vol. 27, no.1, 1996.
- [37] A. Cartapanis, V. Dropsy and S. Mametz, "Crises de change et indicateurs de vulnérabilité", *Économie internationale*, no. 76, 1998.
- [38] K. Schindler, "The Contributions of Domestic and External Factors to Emerging Market Devaluation Crises: An Early Warning Systems Approach," *International Finance Discussion Papers*, no. 711, 2002.

- [39] J.A. Frankel and A.K. Roseb, "Currency crashes in emerging markets: An empirical Treatment", *Journal of International Economics* , no.41,1996.
- [40] I.Goldfajin and R.O. Valdes, "Capital Flows and the Twin Crises: The Role of Liquidity", *IMF Working Paper*, no. 97, 1997.
- [41] G. Lanc, and D. Roper, "A Monetary Model of Exchange Market Pressure Applied to the Postwar Canadian Experience," *American Economic Review*, no.67,1977.
- [42] K. Aykut, "Excessive Risk-Taking, Banking Sector Fragility, and Banking Crises," *University of Illinois at Urbana-Champaign Working Papers*, no.02-0114, 2002.
- [43] E. Lambregts and D. Ottens, "The Roots of Banking Crises in Emerging Market Economies: A Panel Data Approach", *DNB Working Paper*, vol. 84, 2006.
- [44] S.Edwards, "Capital Controls, Sudden Stops and Current Account Reversals", *NBER Working Paper* , no.11170,2009.
- [45] T. Komulainen and J. Lukkarila, " What drives financial crises in emerging markets? ", *BOFIT Discussion Paper*, no.2, 2003.
- [46] G.Reuven and M.M. Hutchison, "Banking and Currenc Crises: How Common Are Twins?", *Cambridge University Press*,2001.

Insuffisance rénale chronique et grossesse à propos d'un cas avec revue de la littérature

[Chronic renal failure and pregnancy a propos one case and review of the literature]

S. Mezane, M. Achenani, M. Ziyadi, R. Hafidi, A. Babahabib, M.EL hassani, J.Kaouach, D. Moussaoui, and M. Dehayni

Service Gynéco-Obstétrique Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V
CHU Rabat- Salé
Université Mohamed V Souissi, Rabat, Maroc

Copyright © 2014 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.

RESUME: La conception en hémodialyse est un événement rare, à haut risque materno-fœtal du fait de la fréquence des complications. Cependant, l'amélioration des techniques et la qualité d'hémodialyse permet d'améliorer la fertilité chez les patientes hémodialisées chroniques en âge de procréer avec une augmentation de nombre de grossesses et une diminution de taux des prématurés et des autres complications. En effet, Le traitement de l'anémie, et l'amélioration des chiffres de l'urémie par une dialyse intensive chez les femmes en hémodialyse, et la prise en charge des autres complications, permet d'améliorer les résultats. L'insuffisance rénale chronique(IRC) et grossesse exercent l'une sur l'autre une interaction : l'IRC retentit sur le pronostic fœtal, tandis que la grossesse peut modifier le cours de l'IRC. Cette grossesse doit être planifiée et bénéficier d'un suivi conjoint par néphrologue et obstétricien, en particulier lorsque la patiente est hypertendue, et une contraception efficace, réversible, fiable et sans danger, doit être choisie chez ces patientes et aussi bien que celles qui viennent d'être greffées et en âge de procréer. Mais actuellement, la majorité des patientes souffrant de cette pathologie, ont des chances d'avoir une maternité, comme les autres mamans, sans aggravation de leur néphropathie, grâce aux progrès récents de l'obstétrique et de la néonatalogie. Nous rapportons un cas d'une grossesse mené jusqu'à 36SA chez une patiente hémodialisée chronique depuis l'âge de 13ans, et nous envisagerons successivement les facteurs généraux du pronostic fœtal et maternel chez les patientes atteintes de l'IRC, les complications de celle-ci sur la grossesse et le retentissement de la grossesse sur l'insuffisance rénale chronique au stade de dialyse, pour définir enfin les règles de prise en charge optimale des femmes enceintes hémodialisées et de la confronter aux données de la littérature.

MOTS-CLEFS: grossesse; hémodialyse; insuffisance rénale chronique, infertilité, traitement, pronostic.

ABSTRACT: Design hemodialysis is a rare event, maternal-fetal high risk because of the frequency of complications. However, improved technology and quality hemodialysis improves fertility in chronic hemodialysis patients of childbearing age with increasing number of pregnancies and decreased rates of premature and others complications. Indeed, treatment of anemia, and improved figures uremia by intensive dialysis in women on hemodialysis, and treatment of other complications, may improve outcomes. In chronic kidney disease and pregnancy exert on each other interaction: CKD sounds on fetal prognosis, while pregnancy can alter the course of the CKD. This pregnancy should be planned and benefit from joint monitoring by a nephrologist, obstetrician, especially when the patient is hypertensive, This pregnancy should be planned and benefit from joint monitoring by a nephrologist and obstetrician, especially when the patient is hypertensive, and effective contraception, reversible, safe and reliable, must be chosen in these patients and as well as those which have been grafted and of childbearing. But currently, the majority of patients suffering from this disease are likely to have a pregnancy, like other moms, no worsening of their kidney, thanks to recent advances in obstetrics and neonatology. We report a case of pregnancy led to 36SA in chronic hemodialysis patient from the age of 13, and we will consider successively the general factors of maternal and fetal prognosis in patients with CKD, complications that this pregnancy and the impact of pregnancy on chronic

renal dialysis stage, to finally define the optimal treatment of hemodialysis pregnant women and confront the literature data rules.

KEYWORDS: pregnancy; chronic renal failure; hemodialysis; infertility, treatment, prognosis.

1 INTRODUCTION

La grossesse est exceptionnelle chez les patientes en insuffisance rénale chronique au stade d'hémodialyse. Les perturbations cliniques et biologiques de la fertilité observées au cours de l'insuffisance rénale chronique (IRC) augmentent avec le degré de déficit rénal. Avec l'amélioration des techniques de l'hémodialyse, son début plus précoce au cours de la maladie rénale chronique, la fertilité des urémiques chroniques s'est considérablement améliorée. Selon la littérature, la fréquence de conception varie selon les pays et le taux de réussite varie selon les séries de 30 % à 80 %. L'échec est dû aux complications obstétricales en particulier l'hydramnios, l'hypertension artérielle, le retard de croissance intra-utérin et la prématurité. L'objectif de ce travail est de définir enfin les règles de prise en charge optimale des femmes enceintes hémodialisées et de la confronter aux données de la littérature.

2 OBSERVATION

Madame T.N., 29 ans, primipare, ayant comme antécédents (ATCD) une para thyroïdectomie il y a 6 ans sous calcium et vitamine D à vie, est en IRC stade dialyse depuis 1997, depuis l'âge de 13 ans, à raison de trois séances par semaine chaque séance dure quatre heures, sans hypertension artérielle (HTA), la néphropathie causale étant inconnue. Elle a été admise dans notre formation à 36SA en tout début du travail pour prise en charge du son accouchement. La grossesse est suivie dans notre formation depuis 7 semaines d'aménorrhée SA avec un bon suivi qui n'a pas objectivé d'anomalies jusqu'à 32SA ou une HTA a été diagnostiquée équilibrer sous ALDOMET 500mg 4f/ jour, sans retentissement ni maternel ni fœtal. L'examen à l'admission avait retrouvé une hauteur utérine (HU) à 28 cm, des contractions utérines (CU) présentes, des bruits cardiaques fœtaux (BCF) réguliers à 120 battements/mn, une présentation céphalique et mobile, une poche des eaux (PDE) intacte et une tension artérielle (TA) à 130/90 mmHg sans œdèmes des membres inférieures. Les données biologiques étaient les suivantes : urée = 1,23 g/L ; créatininémie = 77 mg/L ; ASAT/ALAT = 39/34 UL/L ; hémoglobininémie (Hb) = 11.1 g/dl, TP=100% et TCA iso. La biométrie fœtale était entre 10e et 25e percentile avec une estimation du poids fœtale à 2100g Le liquide amniotique (LA) était en quantité normale. Quatre heures après l'admission, l'accouchement a eu lieu par voie haute pour souffrance fœtale aigue à dilatation complète, donnant naissance à un nouveau-né, de sexe masculin, pesant 2300 g, normalement constitué, d'Apgar 10/10 à 1 minute, tonique réactif, présenté une détresse respiratoire transitoire améliorée sous oxygénothérapie. Les suites immédiates maternelles étaient simples. la patiente à poursuivre ses séances de dialyse et le bébé a bénéficié d'un bilan malformatif qui n'a pas objectivé d'anomalies L'évolution maternelle ultérieure été sans particularité.

3 DISCUSSION

La survenue d'une grossesse chez une femme atteinte d'une insuffisance rénale chronique a longtemps constitué un sujet de préoccupation et d'inquiétude, C'est en 1971 qu'il a été rapporté pour la première fois le succès d'une grossesse chez une patiente en hémodialyse chronique [1]. Depuis cette date, plusieurs observations ont été rapportées. La fréquence de la grossesse au cours de l'IRC selon les séries varie de 0,75 à 5,2 % avec des taux de succès de 23 à 52 % [2] ; [3]. Les grossesses restent donc rares chez les hémodialisées chroniques et leur évolution est souvent défavorable du fait de la fréquence des complications. En effet, un avortement spontané ou de nécessaires interruptions de grossesse, pour éviter l'aggravation de la maladie, sont souvent notés. Selon les séries, la fréquence des fausses couches spontanées varie de 35 à 56,6 % et celle des avortements thérapeutiques varie de 4 à 18,7 % [2] ; [4]. Par ailleurs, les rares enfants viables naissent le plus souvent très prématurément. De nombreux auteurs avaient rapporté une aggravation de la maladie rénale maternelle sous l'influence de la grossesse, alors que d'autres au contraire rejetaient une quelconque influence défavorable propre à la grossesse sur le cours de la néphropathie. En effet, l'IRC et grossesse exercent l'une sur l'autre une interaction : l'IRC retentit sur le pronostic fœtal, tandis que la grossesse peut modifier le cours de l'IRC.

4 MODIFICATIONS FONCTIONNELLES ET HÉMODYNAMIQUES RÉNALES INDUITES PAR LA GROSSESSE

Tableau 1. Modifications physiologiques induites par la grossesse. [5]

Filtration glomérulaire	Débit sanguin rénal	Créatininémie	Pression artérielle	Secteur extracellulaire et volume plasmatique	Protéinurie physiologique
↑ 40-50 %	↑ 40-50 %	75 µmol/l → 50-60 µmol/l	PAD diminuée de 5-10 mmHg	↑ de 40-50 % (albuminémie » 30-35 g/l ; hémoglobine □ 12 g/l)	↑ jusqu'à 300 mg/24 h

5 INFLUENCE DE LA GROSSESSE SUR L'INSUFFISANCE RÉNALE CHRONIQUE

Pour la plupart des auteurs, il n'est pas évident que la grossesse accélère la détérioration de la fonction rénale [6] ; [7] : dans une série de 121 grossesses survenues chez des patientes en IRC légère, l'évolutivité n'a pas été affectée par la conception [6] ; il paraît en fait que l'effet de la grossesse sur le cours évolutif de l'affection rénale, dépend du degré de la défaillance rénale prégravidique, de la néphropathie causale ainsi que du développement des complications obstétricales telle une HTA ou une protéinurie sévère [6] ; [8] ; en l'absence d'HTA, la grossesse ne détériorerait pas la fonction rénale en cas d'insuffisance rénale légère ou modérée [7] ; en cas d'IRC sévère ou terminale, il est difficile de tirer des conclusions affirmatives car la grossesse dans ce cas reste un événement rare.

6 INFLUENCE DE L'INSUFFISANCE RÉNALE CHRONIQUE SUR LA GROSSESSE

Le diagnostic de grossesse chez une patiente en hémodialyse est rendu difficile et tardif par la fréquence des troubles du cycle menstruel : les signes fonctionnels de la grossesse sont noyés dans les signes de l'urémie et de l'hémodialyse ; la fiabilité du test de grossesse et du dosage de la fraction bêta de l'hormone chorionique gonadotrophique (βHCG) est discutée, certains auteurs ayant démontré la présence de βHCG chez des femmes en IRC malgré l'absence de trophoblaste et de placenta [2] ; [7] et [9]. L'échographie pelvienne reste donc nécessaire pour affirmer la grossesse et la suivre [7] ; [10]. Parmi les éléments favorables au bon déroulement de la grossesse, certains auteurs citent l'absence d'HTA et la persistance d'une diurèse résiduelle qui faciliterait le maintien d'un bon équilibre hydrique et autoriserait un régime alimentaire plus assoupli sur le plan contrainte hydrique. Pour d'autres auteurs, la diurèse résiduelle n'est déterminante ni dans le bon déroulement de la grossesse, ni dans la possibilité d'une conception ; c'est la qualité de la dialyse qui paraît la plus importante : une dialyse quotidienne est préconisée par certains afin de préserver des chiffres tensionnels normaux et de maintenir un poids idéal plus facilement [2] ; [7]. Il n'en demeure pas moins que la grossesse chez les urémiques chroniques, reste une grossesse à très haut risque et les complications menaçant aussi bien la mère que le fœtus sont très variées.

6.1 COMPLICATIONS FŒTALES

6.1.1 L'AVORTEMENT

la plupart des grossesses chez les femmes dialysées aboutissent néanmoins souvent à des avortements spontanés ou provoqués malgré l'amélioration du pronostic obstétrical chez l'IRC grâce à l'instauration de la dialyse, [2] ; [4] ; [11]. Dans une série de 907 dialysées sur cinq ans, l'auteur enregistre 27 grossesses chez 22 patientes et 62 % d'interruption de grossesse. Grâce aux progrès réalisés dans l'optimisation de la situation maternelle avant la conception, notamment par l'intervention d'une équipe multidisciplinaire et à la qualité de la prise en charge actuelle en hémodialyse, il a été noté une nette régression du taux des avortements en comparant l'évolution des grossesses déclarées [2] ; [3] ; [4] ; [11] et [8]

6.1.2 LE RETARD DE CROISSANCE INTRA-UTÉRIN : RCIU

Il est très fréquent chez les fœtus de mères dialysées [12] et [13]. La souffrance fœtale chronique est d'autant plus grande que la grossesse est prolongée. D'après les registres de l'EDTA, aucun des enfants n'a dépassé à la naissance un poids de

2500g ; le poids moyen se situe aux alentours de 1800g. Des résultats similaires sont retrouvés dans les registres américains de dialyse : le RCIU est commun à toutes les grossesses qui ont abouti à la naissance d'enfants vivants ; 20 % de ces enfants sont en dessous du dixième percentile [2] ; [4] ; [7] et [14] Cette hypotrophie est le résultat de multiples facteurs qui sont l'anémie, l'HTA, la cholestase gravidique, l'acidose perturbant les échanges et l'existence d'un milieu intérieur impur.

6.1.3 L'ACCOUCHEMENT PRÉMATURÉ

Il est quasi constant dans toutes les observations rapportées dans la littérature ; il reste le problème majeur affectant les enfants des mères dialysées. Les causes de la prématurité peuvent être en rapport avec l'HTA, l'HRP, la rupture prématurée des membranes (RPM), le RCIU, les contractions utérines induites par les séances de dialyse et l'hydramnios.

6.1.4 L'HYDRAMNIOS

C'est une complication assez fréquente de la grossesse chez la femme dialysée, il augmente le risque d'accouchement prématuré [12]. Son origine est mal déterminée. Trois hypothèses ont été envisagées : un déséquilibre ionique chronique épisodiquement corrigé par la dialyse ; une sécrétion de prolactine mal épurée par la dialyse est responsable d'une augmentation de la synthèse du liquide amniotique ; enfin une pathologie fœtale [14].

Ces différentes complications doivent inciter à une surveillance obstétricale intensifiée faisant appel à un examen obstétrical, une échographie fœtale, une vélocimétrie Doppler (qui permet d'apprécier la qualité des échanges fœto-maternels au niveau de l'artère ombilicale) hebdomadaire, un enregistrement du rythme cardiaque fœtal à partir de la 28e SA (qui permet de détecter une éventuelle souffrance fœtale aigue juge et de poser une indication d'une extraction prématurée en urgence) et à un allongement de la durée et une augmentation de la fréquence des séances d'hémodialyse [14] ; [15] ; [16]

6.2 COMPLICATIONS MATERNELLES

6.2.1 L'HTA

C'est un facteur de mauvais pronostic maternel quel que soit l'atteinte rénale initiale. Son diagnostic est retenu dès que la pression sanguine dépasse 140/90 mmHg. Sa fréquence augmente chez les urémiques chroniques. Elle peut être en rapport soit avec une manifestation toxémique, soit avec une surcharge vasculaire ou être secondaire à l'IRC ou encore à une interaction de ces trois causes. Son contrôle pendant la grossesse chez la femme dialysée est extrêmement difficile et est d'autant plus important qu'elle expose à des complications redoutables telles que l'hématome rétro placentaire (HRP) ou l'éclampsie. Si la dialyse permet de faire diminuer les chiffres tensionnels en cas de surcharge volémique, dans les autres cas, l'utilisation des antihypertenseurs est nécessaire [2] ; [4].

6.2.2 L'ANÉMIE

C'est un symptôme fréquent de l'urémie qui évolue parallèlement à la progression de l'IRC et à celle de l'atrophie rénale et qui est en outre aggravée par l'hémodilution physiologique de la grossesse [17], [14] [18]. La persistance d'une anémie à moins de 8 g/dl de sang, est la cause majeure de l'asthénie et de la fatigabilité qui handicape l'IRC dialysée. L'anémie est par ailleurs rendue responsable de RCIU et de prématurité [14]. Pour limiter l'hypoxie fœtale source de RCIU, il est recommandé une hémoglobémie supérieure ou égale à 9 g/dL de sang maternel [2] [14]

6.2.3 LA CHOLESTASE GRAVIDIQUE

La cholestase gravidique est une autre complication maternelle en cas de grossesse associée à l'IRC. Se manifestant par un ictère, un prurit et un bilan d'hémostase perturbé, elle semble secondaire à une surcharge en œstrogène car d'une part, la seule voie d'élimination de cette hormone est hépatobiliaire et d'autre part, elle ne passe pas à travers la membrane du bain de dialyse. Plusieurs auteurs ont en effet rapporté la notion d'ictère modéré apparu immédiatement avant l'accouchement avec une augmentation des transaminases, des phosphatases alcalines et de la bilirubine et qui a disparu après la délivrance avec normalisation du bilan hépatique [14].

6.2.4 LES CONTRACTIONS UTÉRINES

Les contractions utérines durant la dialyse : elles exposent à la menace d'accouchement prématuré et à la rupture prématurée des membranes. Plusieurs facteurs semblent expliquer leur apparition : outre l'hydramnios, une hypercalcémie relative au cours de la dialyse est incriminée : en effet, ces patientes, en hypocalcémie chronique, se retrouvent lors de l'EER, en normocalcémie entraînant par inaccoutumance des contractions du muscle utérin ; un bain pauvre en calcium a été proposé pour éviter les variations importantes de la calcémie [14] ; on incrimine aussi la dialysance élevée de la progestérone connaissant le rôle utérorelaxant de cette hormone et l'acidose du secteur plasmatique maternel. En effet, la fuite en bicarbonates du secteur plasmatique dans le dialysat, associée à une transformation partielle de l'acétate en acide lactique, majore temporairement l'acidose préexistante ; l'acidose ainsi induite est responsable des contractions utérines [2], [11],[14]

6.3 PRISE EN CHARGE MATERNELLE

6.3.1 LIBÉRATION DU RÉGIME ALIMENTAIRE

L'augmentation des besoins nutritionnels due à la croissance fœtale fait préconiser une libération du régime alimentaire chez la femme en IRC avec une augmentation de la valeur calorique (1800-2500 Kcal/24 heures) et de la valeur protidique (1,5 g/kg/j), une supplémentation en vitamines (B1, B2, B12, C, D, acide folique) et en fer, un apport hydrique entre 750 et 1500 mL /24heures, un contrôle des apports ioniques avec un bon équilibre phosphocalcique.

6.3.2 CONTRÔLE DU NIVEAU DE LA TENSION ARTÉRIELLE

Il est essentiel au bon déroulement de la grossesse. La composante volémique de l'HTA de la femme dialysée est contrôlée, avec certes de faibles variations, par l'augmentation de la fréquence des séances de dialyse qui doit être prudente car les hypotensions sont aussi nocifs pour le fœtus que les hypertensions. Une échocardiographie hebdomadaire est utile pour évaluer la volémie efficace.

6.3.3 CORRECTION DE L'ANÉMIE

La production d'érythrocytes ne répond pas aux besoins supplémentaires de la grossesse chez les urémiques chroniques même après supplémentation en fer. Or il est nécessaire d'avoir une hémoglobinémie suffisante pour limiter l'hypoxie fœtale et ses conséquences. Deux alternatives sont possibles : soit les transfusions itératives avec ses risques, soit l'érythropoïétine recombinante humaine (rHuEpo®), améliore la fonction génitale des patientes hémodialysées, mais nécessite un bon contrôle de la tension artérielle du fait de l'augmentation des résistances périphériques et de ses effets pro convulsivants.

6.3.4 L'ANTICOAGULATION

L'utilisation d'anticoagulants au cours des séances d'hémodialyse comporte le risque d'aggraver un saignement génital ou d'entraîner un HRP. L'héparine présente l'avantage (contrairement aux anti vitamines K) de ne pas traverser le placenta et de ne pas être tératogène. Les héparines de bas poids moléculaire sont utilisées chez la femme enceinte. Bien que leur administration prolongée puisse favoriser la survenue d'ostéoporose, d'alopécie et de thrombopénie, plusieurs auteurs ne leur trouvent pas d'inconvénient pour le fœtus et évaluent le risque comme étant acceptable pour le fœtus [13].

6.3.5 AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ DE L'ÉPURATION

Durant la grossesse, le rythme et la durée de la dialyse doivent assurer un contrôle biologique excellent en dépit d'un apport alimentaire forcément accru par rapport à la période prégravidique. Les auteurs préconisent habituellement de ne pas dépasser un certain taux d'urée (17 à 22 mmol/L, soit 1,02 à 1,32 g/L) pour assurer la viabilité fœtale. Un régime alimentaire restrictif en protides pourrait limiter la production d'urée maternelle, mais une carence protidique peut s'avérer préjudiciable au développement fœtal. L'élargissement du régime alimentaire est ainsi compensé par l'intensification de l'épuration. En effet, les taux d'urée et de créatinine sanguine juste avant la dialyse sont les plus bas en accroissant la durée et la fréquence des séances d'hémodialyse, certains auteurs allant jusqu'à préconiser une dialyse quotidienne pour assurer un meilleur contrôle et un bon équilibre biologique.

6.4 PRISE EN CHARGE NÉONATALE

La prise en charge de l'enfant de mère dialysée est celle d'un prématuré hypotrophe avec éventuelle souffrance néonatale [14]. A la naissance, calcémie, urémie, créatininémie ont des taux comparables aux taux maternels. L'urémie postnatale doit être surveillée, car son taux élevé chez le nouveau-né comporte le risque de diurèse osmotique, pouvant entraîner une déshydratation extracellulaire. En général, l'évolution est spontanément favorable avec normalisation de la créatinine et de l'urée en 48 heures [14]

7 LA CONTRACEPTION DES FEMMES DIALYSÉES OU GREFFÉES

Les femmes dialysées, aussi bien que celles qui viennent d'être greffées et en âge de procréer, doivent être informées de leur fertilité potentielle et une contraception efficace, réversible, fiable et sans danger, doit être choisie. Les femmes en hémodialyse périodique ne devraient pas se voir interdites de tomber enceintes simplement à cause des risques encourus par elle et son fœtus lors de la grossesse, car actuellement le nombre de transplantation rénale réussite en augmentation progressive dans notre pays, donc la chance d'avoir des grossesses dans des conditions normales est possible. Les dispositifs intra-utérins, source de métrorragies, doivent être retirés s'ils ont été posés antérieurement au stade d'insuffisance rénale. Ils ne font qu'aggraver l'anémie des hémodialysées.

La contraception locale, même si son efficacité s'est considérablement améliorée, est trop contraignante au long cours pour être conseillée à ce type de patientes. Les œstroprogestatifs mini ou normodosés sont formellement contre-indiqués en raison des effets secondaires métaboliques et vasculaires liés à leur composante œstrogénique. En effet, les dialysées sont souvent hypertendues et leur métabolisme lipidique est fréquemment perturbé. Ce sont les progestatifs de synthèse normodosés en continu ou en discontinu qui semblent le mieux adaptés aux femmes dialysées : ils permettent d'inhiber l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien mais d'éviter l'anémie en maîtrisant le flux menstruel. Par ailleurs, ces patientes sujettes déjà à des troubles osseux dus à une hyperparathyroïdie très fréquente, doivent préserver au maximum leur capital osseux en gardant une œstrogénie endogène, c'est pourquoi la plupart des auteurs recommande un traitement progestatif de préférence discontinu prescrit le plus souvent du cinquième au 25e jour du cycle.

8 CONCLUSION

La grossesse en hémodialyse est un événement rare, mais désiré et précieux. Cette grossesse doit être programmée avec une prise en charge pluridisciplinaire faisant intervenir l'obstétricien, le néphrologue (intensification de la dialyse) et le néonatalogue ; cependant, l'idéal serait de l'envisager après greffe rénale. On conseillant une méthode contraceptive efficace et inoffensive, la mieux adaptée à ces femmes aux risques multiples, avant de proposer une grossesse après transplantation rénale.

RÉFÉRENCES

- [1] P. Conforini, G. Galanti, G. Ancona, A. Giongo Full term pregnancy and successful delivery in a patient on chronic hemodialysis *Prac Eur Dialysis Transpl Ass*, 8, pp. 74–8 (2001)
- [2] S. Hou Frequency and outcome of pregnancy in women on dialysis *Am J Kidney Dis*, 23 (2001), pp. 60–63
- [3] Bahloul H, Kammoun K, Charfeddine K. Grossesse chez la femme hémodialysée chronique. Service de néphrologie. CHU Hedi Chaker, 3099 Sfax. Congrès annuel de la Société française de néphrologie, Oct. 1999
- [4] C. Pelissier, G. Boulet, J. Caby Grossesse et hémodialyse périodique : à propos de 16 cas dont 1 seul accouchement avec enfant vivant *Gynécologie*, 5 (2001), pp. 315–323
- [5] P. Jungers, Volume 7, Issue 5, September 2011, Pages 316–317 Hôpital Necker-Enfants Malades, 149, rue de Sèvres, 75743 Paris cedex 15, France *Nephropathy and pregnancy* (2011)
- [6] Y. Salih, S. Yasin, N. Samir, N. Beydoun Hemodialysis in pregnancy *Obstet Gynecol*, 43 (2001), pp. 655–668
- [7] A. Achour, N. Bendhia, A. Frih, R. Bendhia Grossesse avec accouchement à terme chez la femme hémodialysée *Rev Fr Gynécol Obstet*, 87 (2001), pp. 21–25
- [8] D.C. Jones Pregnancy complicated by chronic renal disease *Clin Perinatol*, 24 (1999), pp. 483–496
- [9] H. Maruyama, H. Shimada, H. Obayashi et al. Requiring higher doses of erythropoietin suggests pregnancy in hemodialysis patients *Nephron*, 79 (2002), pp. 413–419
- [10] J. Guiserix Grossesse en hémodialyse chronique *Néphrologie*, 17 (2003), pp. 297–300

- [11] M.Z. Souqiyyeh, O.H. Sameer Pregnancy in chronic hemodialysis patients in the Kingdom of Saudi Arabia *Am J Kidney Dis*, 19 (1999), pp. 235–233
- [12] J.A. Bagon, H. Vernaev, X. DE Muylder et al. Pregnancy and dialysis *Am J Kidney Dis*, 31 (2001), pp. 756–765
- [13] D.L. Blowey, B.A. Warady Neonatal outcome in pregnancies associated with renal replacement therapy *Adv Ren Replace Ther*, 5 (2003), pp. 45–52
- [14] P. Gaucherand, J.P. Chalabreysse, P.H. Audra Grossesse chez les femmes insuffisantes rénales chroniques dialysées *J Gynécol Obstet Biol Reprod*, 17 (2003), pp. 889–895
- [15] F.D. Malone, S.D. Craigo, I. Giatras et al. Suggested ultrasound parameters for the assessment of fetal well-being during chronic hemodialysis *Ultrasound Obstet Gynecol*, 11 (2004), pp. 450–452
- [16] I. Okundaye, P. Abrinko, S. Hou Registry of pregnancy in dialysis patients *Am J Kidney Dis*, 31 (2001), pp. 766–773
- [17] B. Canaud, C. Mion L'érythropoïétine recombinante humaine chez les urémiques en traitement de suppléance *Rev Prat*, 42 (2003), pp. 432–44
- [18] S. Hou, C. Firane Management of the pregnant dialysis patient *Adv Ren Replace Ther*, (2003)

Robust Physical Optimization for LTE Network

Ekta Gujral and Jitendra Singh Jadon

Amity Institute of Telecommunication and Mgmt.,
Amity University,
Noida, India

Copyright © 2014 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: Initial tuning complements the Radio Network Design. It is performed when all nodes in a cluster are operational but not yet in commercial use. The analysis of the log files from drive - and stationary tests improve both network coverage and capacity. When the radio network has been tuned and there are sufficient subscribers generating traffic, the live network can be optimized in order to identify and solve possible issues. The Drive test is performed to find the effectiveness of RF conditions in wireless and mobile environment. In real “drive-test” these conditions are more appropriate with focus on different environment. This helps to check the actual coverage and quality of the network for the user. Through this paper we will learn that what effective etilt of antenna we needs to consider during the initial tuning optimization and what the effects are of Etilt changes on bad coverage, Reference Signal quality, Signal to Interference Noise Ratio, Channel Quality Indicator, Modulation Coding Scheme and bad throughput area. So that before commercial launch at least 90% of the coverage has been met. Also we are ensuring that every antenna has the most optimal combination of mechanical and electrical down tilt which is one of the most essential objectives of entire initial tuning.

KEYWORDS: LTE, Initial tuning, Coverage issues, Etilt, Optimization.

1 INTRODUCTION

It is very important to understand the LTE RAN tuning and optimization process in order to improve the radio network performance and the perceived end user quality. This paper is aimed at network engineer who need to resolve the coverage and quality issues in initial tuning of LTE radio network. It explained the different steps and tools needed to achieve this from an engineer prospective. Common radio related problems are presented and analyzed and purpose is to create a deeper understanding of radio performance and network tuning, resulting in improvement in radio network performance

The main purpose of initial tuning is to ensure that any service affecting faults related to radio planning, remaining in the network after integration process, are corrected [1]. Target of tuning is to prepare the air interface and troubleshoot system issues to achieve the best end user experience. It includes:

- Resolve hardware installation issues.
- Resolve parameter integrity issues.
- Improve design and end user experience. This includes:
 - Availability of service(coverage)
 - Mobility
 - Throughput
 - Latency and bottlenecks in the system
 - Reliability (BLER)
- Improve cell capacity. The aim is to maximize SINR and highest modulation in order to achieve the best throughput per resources block

Section 2 describes the Concept of RAN tuning and RAN optimization for LTE network. The Initial tuning methodology is explained in Sector 3. The experimental results and analysis using physical parameter changes will be discussed in Section 4. Conclusion and future scope is in section 5.

2 RAN TUNING AND RAN OPTIMIZATION

It is very important to understand the LTE RAN tuning and optimization process in order to improve the radio network performance and the perceived end user quality. This paper is aimed at network engineer who need to understand the main issues in initial tuning of LTE radio network. It explained the different steps and tools needed to achieve this from an engineer prospective. Common radio related problems are presented and analyzed and purpose is to create a deeper understanding of radio performance and network tuning, resulting in improvement in radio network performance.

LTE RAN is the Radio Access Network for LTE that provides the connection between the Core network and the user. The LTE Radio Access Network, called EUTRAN consists of

- Radio Base Station
- Operation Support System for Radio and Core
- TEMS Tools-TEMS Cell planner for LTE

There are two service which help to improve the RAN:

- RAN Tuning
- RAN Optimization

RAN tuning is done to provide operators with a detailed understanding of the underlying problems to address, such as network design, UEs and system. It is performed when all eNodeB in the area are installed and operational and when the network is stable and not yet commercially used. It is also performed when new sites are installed in already commercially launched areas. [2] RAN tuning is required to ensure good network quality and identifiers and solves radio network problems after network has been deployed.

RAN Optimization is performed after the radio network has been tuned and it identifies and solved radio network problem in live networks. When there are sufficient subscribers generating traffic, data from various system sources can be collected. [16] RAN Optimization can results in changes in parameter setting for the different functionalities such as idle mode, radio connection supervision, power control, capacity management and handover.

3 INITIAL TUNING METHODOLOGY

The first phase of LTE Tuning includes making necessary preparations and perform specific checks of the network. Many errors are found during the preparation phase so you are advised to perform these tasks very thoroughly. The next tuning phase is Mobility (drive test) and Hot Spot (stationary) Testing. Once the drive routes and the hot spots are been defined and the drive test tools are set up, it's time to start testing! You should do both drive tests and stationary tests. TEMS investigation is the most commonly used tool for this purpose.

The next phase is to post process the log files you collected and create plots to identify problem areas. It is recommended to treat each problem area separately, and identify area specific problems such as lack of coverage, high interference problems and missing neighbors. Proposed changes such as antenna tilt, azimuth, or parameter changes are documented in the tuning report.

Normally the suggested changes are included in simulations, and if they bring the wanted result they are implemented in the network.

The major measurement from the equipment is to verify the signal strength and the quality of the signal. The second part is to verify the code planning and the handover areas, it is crucial to minimize the cell overlap even more than in WCDMA, as in LTE there is no soft handover. This means that inter-cell interference will occur even from the second best cell.

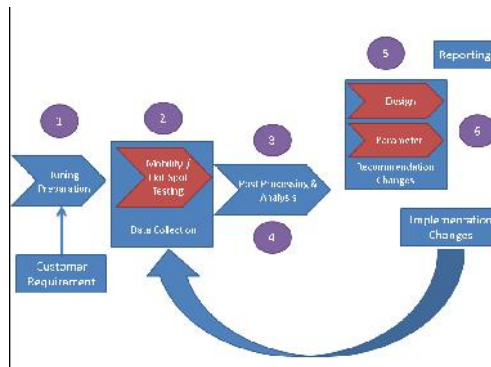


Figure 1. Initial Tuning process

The measurement made for the verification of the network is: RSRP, RSRQ and RSSI.

RSRP = Reference signal received power(RSRP), is defined as the linear average over the power contribution (in [W]) of the resource elements that carry the cell specific reference signals within the considered measurement frequency bandwidth. [3]

RSSI = EUTRAN Carrier Received Signal Strength Indicator, comprises the linear average of the total received power observed only in OFDM symbols containing reference symbols for antenna port 0, in the measurement bandwidth, over N number of resource blocks by the UE from all sources, interference, thermal noise etc. [3]

RSRQ = Reference Signal Received Quality is defined as

$$\text{RSRQ} = 10 \log(N) + 10 \log \text{RSRP} - 10 \log \text{RSSI} [\text{dB}] [3]$$

Where N is the number of resources blocks of the EUTRAN carrier RSSI measurement bandwidth. The measurements in the [10], [11] numerator and denominator shall make over the same set of resources blocks. It is used only in RRC Connected mode, along with RSRP for function such as handover.

The RSRP and RSRQ are supported to have a minimum value that is decided in collaboration with the operator and in accordance with the SINR expected from the cell plan. The better the SINR is, the better the rates that could be achieved in the network

For cell planning and dimensioning we need:

SINR: the signal to noise and interference ratio. Signal is the power of the wanted signal, and the interference is the sum of all intercell interference power and any external interference. [4] The noise is the thermal noise power. The power levels are the average levels of the resource elements over which user data is transmitted.

Interference ratio (F): Interference ratio is cell isolation measure defined as ratio of interference from all cells except the best over the best cell signal. It can be calculated on path gains

$$F = \sum g_i / g_{\text{best_cell}} [3]$$

It is independent of access technology, bandwidth, receiver performance and capability. In interference limited radio network, at full load, I/F will be equal to SINR before antenna combining. In contrast to pure SINR, this gives a measure independent of actual load and interference levels at the time of measurement and thus provides excellent measure of inter-cell interference.

This measure was introduced because it was noticed that all existing measure for inter cell interference RSRQ, CINR and number of inter-cell interferers has serious drawback

- RSRQ was sensitive to own cell load
- CINR measurement in empty network does not capture potential interference problems
- Number of inter-cell interferers did not explain much about the problem

These are the actions that should be taken for coverage verification:

- **Analyze coverage per cluster**
 - Use RSRP, F Interference, Best Server PCI plot etc.
 - Compare expected to actual coverage
- **Identify problem areas**
 - Poor coverage
 - High interference

Once a cluster drive test is complete, it is recommended to use the measurements to analyze the coverage in a cluster and to identify the [3],[17] problematic areas in it. For each problematic area the cause of the radio problem needs to be identified and corrective action should be proposed.

In order to identify the critical areas within the cluster, it is needed to define the following threshold:

- RSRP threshold value
- F Inter-cell Interference

Suggested plots for this task are:

Coverage Plots: Cell Coverage Plot, RSRP Plot, Best Server PCI Plot, TX power, 3 dB, 6dB and F Ratio plots.

Quality Plots: RSRQ plots, SINR plots and BLER plot.

Throughput plots: DL throughput plot, UL throughput plot, CQI, MCS, RI and Modulation.

An area where the signal level is below the threshold to achieve the bit rate requirements of the services as defined by the operator is a coverage hole. There are two causes for the coverage holes :

- Lack of signal power
- High interference

Also each cell will have two feeders, [12] [15] TX/RX to each antenna. A very common problem will be swapped feeders. During the installation, the feeders have been by mistake connected to wrong antenna port on the eNodeB.

Overshooting happens when a cell has coverage beyond the intended coverage area. This leads to interference problems especially if the signal strength of the overshooting cell is high. [8] ,[9] To identify areas where overshooting appears, a schematic map could be created where the problem areas are depicted (LTE Interferer plot). Then the coverage plot of one PCI should be examined and the interferers could be identified

These plots give indication of coverage holes, PCI-clashes, swapped feeders, cell not transmitting, or overshooting cells etc. The result of this analysis should lead to suggestion for corrective action like physical or parameter changes that will improve cell performance.

4 EXPERIMENTAL ANALYSIS AND RESULTS

For Initial tuning the experiment has been conducted on nearly 5-6 clusters. Each cluster have 12-15 sites on Air. The solution coverage hole due to lack of coverage is to increase the received signal level. This can be done with the following ways :

- Change antenna down tilt and antenna azimuth. This can improve the coverage for both uplink and downlink
- Increase the antenna tower height, this process increase the cost. So not effective in practice.
- Increase the reference power.

So to remove coverage holes in cluster we will recommend to change the electric tilt. [12] [14] Implementation of this is very cheap if RET is installed on site.

In order to find swapped feeders, a test should be performed by walking/driving round the site. This is to secure that the planned physical cell identity is in the right cell..

Usually for overshooting cell, solution is to change the antenna configuration e.g. tilting down the antenna, redirecting the antenna orientation. With this solution, uplink/downlink [5], [6], [7] coverage imbalance problem will not occur in the interferer because both uplink/downlink pathloss is modified simultaneously.

Using the Etilt recommendation as shown below we have improved the network.

Table 1. Etilt recommendation for Dense Area

Urban/Dense	Electrical tilt		
Antenna Height (m)	800/900 MHz	1800/1900 MHz	2100/2300 MHz
15-20	1.5-4.0	0.5-2.5	0.0-1.5
20-25	4.0-6.5	2.5-5.0	1.5-4
25-30	6.5-9.0	5.0-7.5	4.0-6.5
30-35	9-11.5	7.5-10.0	6.5-9.0
35-40	11.5-14.0	10.0-12.5	9.0-11.5
40-45	14.0-16.5	12.5-15	11.5-14

Table 2. Etilt recommendation for suburban Area

Suburban	Electrical tilt		
Antenna Height (m)	800/900 MHz	1800/1900 MHz	2100/2300 MHz
15-20	0.5-3.0	0.0-1.5	0.0-0.5
20-25	3.0-5.5	1.5-4.0	0.5-3
25-30	5.5-8.0	4.0-6.5	3.0-5.5
30-35	8-10.5	6.5-9.0	5.5-8.0
35-40	10.5-13.0	9.0-11.5	8.0-10.5
40-45	13.0-15.5	11.5-14	10.5-13

Table 3. Etilt recommendation for Rural Area

Rural Area	Electrical tilt		
Antenna Height (m)	800/900 MHz	1800/1900 MHz	2100/2300 MHz
15-20	0.0-2.5	0.0-1.0	0.0-0.0
20-25	2.5-5.0	1.0-3.5	0.5-2.5
25-30	5.0-7.5	3.5-6.0	2.5-5.0
30-35	7.5-10.0	6.0-8.5	5.0-7.5
35-40	10.0-12.5	8.5-11.0	7.5-10.0
40-45	12.5-15.0	11.0-13.5	10.0-12.5

The Pre-Post analysis of the cluster is as shown in following plots, which validates the result.

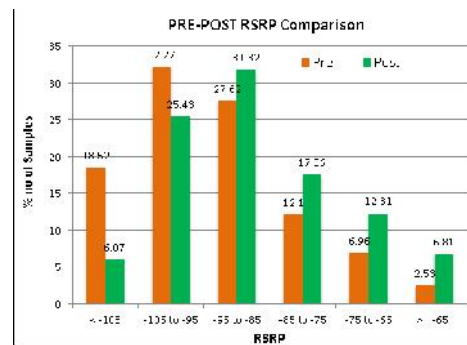


Figure 2: Comparison of RSRP

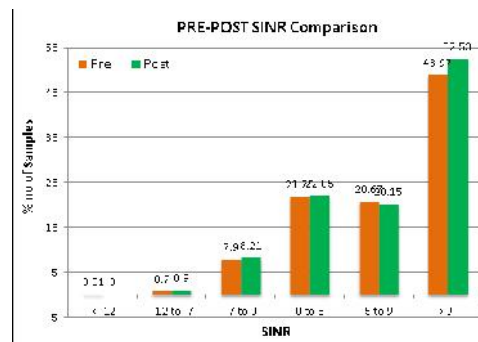


Figure 3. Comparison of SINR

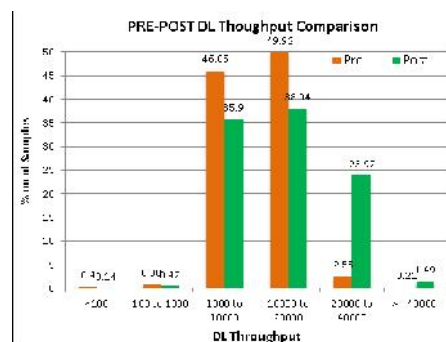


Figure 4. Comparison of DL PHY Throughput

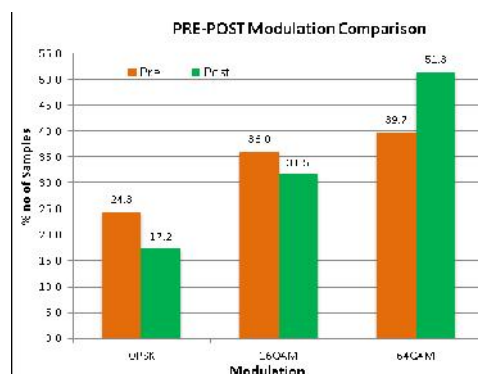


Figure5. Comparison of Modulation

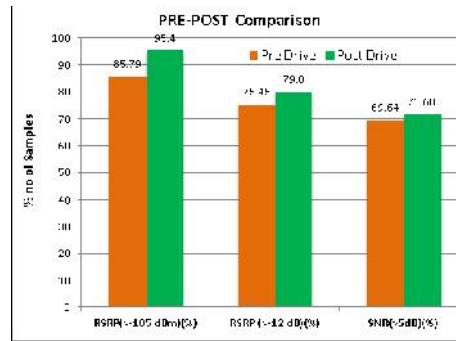


Figure 6a. Pre Post Comparison

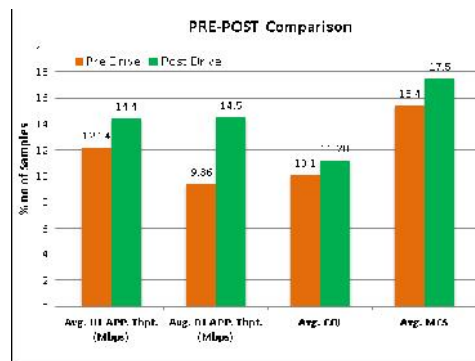


Figure 6b. Pre Post Comparison

From above results we can see that with the right tilt, the improvement in Coverage, Quality, SINR, MCS, CQI and DL throughput can be seen. The results are validated for multifrequency and multi operator. But Before recommending the changes it is necessary to study the following points :

- Site photos
- Elevations of area
- Clutter information
- Antenna patterns

So one of the following possible solutions for overshooting and other coverage issues is :

Antenna Tilt: Antennas can be tilted in two different ways:

- **Mechanical Tilt:** When an antenna is mechanically tilted, the gain in the main direction is reduced, whereas the gain in other direction might be less affected.
- **Electrical Tilt:** When an antenna is electrically tilted, the gain is reduced in all direction.

When tilting the antenna, the antenna pattern will change as shown above. Ensuring that every antenna has the most optimal combination of mechanical and electrical down tilt, is one of the most essential objectives of entire initial tuning. The Remote electric tilt allows remote antenna electric down tilt by means of phase shifting the antenna elements. The RET unit contains a communication interface and step motor to engage the antenna's tilt mechanism. It is controlled by antenna system controller.

5 CONCLUSION

When tilting the antenna, the antenna pattern will change resulting in a change in coverage of the node. Ensuring that every antenna has the most optimal combination of mechanical and electrical down tilt, is one of the most essential objectives of the entire initial tuning. The Remote electric tilt allows remote antenna electric down tilt by means of phase shifting the antenna elements. So optimal tilt results in increasing the coverage, quality, SINR, MCS, CQI and DL throughput.

REFERENCES

- [1] Johansson, B. and Sundin, T., "LTE test bed", *Ericsson Review*, vol. 84(2007):1 pp. 9-13, 2010
- [2] Grant, S., Molnar, K. and Krasny, L., "System-level performance gains of per-antenna-rate-control (S-PARC)", *VTC Spring* vol. 3, pp. 1696–1700, 2005,
- [3] www.3gpp.org
- [4] www.lstforum.org
- [5] F. Shueh, Z.E. Liu, W.S. Chen, "A fair, efficient and exchangeable channelization code assignment scheme for IMT 2000", *proc of 2000 IEEE International Conference on Personal Wireless Communications*, pp. 429-433, 2000
- [6] Mehdi Amirijoo, Pål Frenger, Fredrik Gunnarsson, Johan Moe, Kristina Zetterberg, "Towards Random Access Channel Self-Tuning in LTE", *Wireless Access Networks, Ericsson Research, Ericsson AB, Sweden*, 2012
- [7] Honglin Hu and Jian Zhang, Chinese Academy of Sciences Xiaoying Zheng, "Self-Configuration and Self-Optimization for LTE Networks", *Chinese Academy of Sciences and Southeast University Yang Yang, Chinese Academy of Sciences and University College London Ping Wu, Uppsala University*, 2013
- [8] Martin Döttling, "Challenges in mobile network operation: Towards Self-Optimizing Networks", *Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG, Munich, Germany*; *Nomor Research GmbH, Munich, Germany*, Ingo Viering
- [9] Systems. Juan Reig, Oscar López-Jiménez, Lorenzo Rubio and Narcis Cardona, "Random Access Channel (RACH) Parameters Optimization in WCDMA", *Departamento de Comunicaciones Universidad Politécnica de Valencia, España*. 2010
- [10] NEC Corporation, "NEC's proposals for next-generation radio network management". White paper., Self Organization Network. February 2009
- [11] J. M. Celentano, "Carrier Capital Expenditures", *IEEE Communications Magazine*, Jun. 2008.
- [12] Garcia, L.G.U.; Pedersen, K.I.; Mogensen, P.E.; "Autonomous Component Carrier Selection for Local Area Uncoordinated Deployment of LTE-Advanced" *Vehicular Technology Conference Fall 2009*
- [13] 3GPP TS 36.902, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Self-Configuring and Self-Optimizing Network (SON) Use Cases and Solutions."
- [14] Rysavy Research for 3G Americas white paper, "HSPA to LTE-Advanced: 3GPP Broadband Evolution to IMT-Advanced (4G)", Sept 2009.
- [15] Y. Sun et al., "Multi-user Scheduling for OFDM Downlink with Limited Feedback for Evolved UTRA," *IEEE VTC*, fall 2006.
- [16] R1-061163, "Downlink Control Channel Coding," Motorola, RAN1#45, Shanghai, May 2006.
- [17] R1-060401, "Interference Mitigation via Power Control and FDM Resource Allocation and UE Alignment for E-UTRA and TP", Motorola, RAN1#44, Denver, February 2006.

Transmission de volatilité entre les prix du pétrole et les rendements boursiers : Modélisation VAR-GARCH-DCC

[Volatility's Transmission between oil prices and stock returns: Modeling VAR-GARCH-DCC]

Montassar Zayati¹, Sonia Ben said², and Bellalah Makram³

¹Département des méthodes Quantitatives, UR « Tourisme et développement »,
FSEG Sousse, Tunisia

²Département de Gestion : option Finance,
Université de Picardie Jules Verne, École Doctorale en Sciences Humaines et Sociales,
Laboratoire CRISEA, France

³Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire CRISEA, France

Copyright © 2014 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: Dynamic Links of transmission return and volatility in the capital markets are of crucial interest to the financial community with the growing trend of financial globalization in the world. This article focuses on the links of return and volatility's transmission between oil markets and stock to a panel of seven countries among the MENA region and Europe over the period 2003-2013. We use a recent approach (VAR-GARCH-DCC) which allows transmissions of return and volatility. Overall, our results suggest the existence of significant returns and reversal volatilities between change of oil price and financial markets. Direct transmission of conditional volatility across markets is, however, more evident from oil to the stock markets. The empirical results of optimal weights validated by a positive coefficient of constant conditional correlation (CCC), indicates that investors can benefit from the added oil prices in a well-diversified equity portfolio. On the whole, to the extent that the transmission of the shock is concerned, changes in oil prices tend to affect significantly but negatively several stock markets in our sample, while the impact of these markets on oil prices is almost absent. In addition, the effect of oil shocks is more pronounced during the crisis period than normal, suggesting that the recent global financial crisis has increased the transmission of shocks of oil on stock markets.

KEYWORDS: Oil prices, stock markets, dynamic conditional correlation, return, volatility, VAR-GARCH models.

RÉSUMÉ : Cet article étudie les liens de rendement et de transmission de volatilité entre les marchés du pétrole et des actions pour un panel de 7 pays parmi les pays de la zone MENA et d'Europe sur la période 2003-2013. Nous employons une approche VAR-GARCH généralisée et DCC-GARCH récente qui permet des transmissions en rendement et de volatilité. Dans l'ensemble, nos résultats indiquent l'existence de rendements significatifs et de renversement de volatilités entre la variation du prix pétrole et les marchés des actions. La transmission directe de volatilité conditionnelle à travers des marchés est, cependant, plus évidente du pétrole vers les marchés boursiers. Les résultats empiriques des pondérations optimaux, validés par un coefficient positif des corrélations conditionnelles constantes (CCC), indiquent que les investisseurs peuvent tirer bénéfice d'ajouter le cours de pétrole dans un portfolio bien-diversifié d'actions. Dans l'ensemble, dans la mesure où la transmission du choc est concernée, l'évolution des prix pétroliers ont tendance à affecter significativement mais négativement plusieurs marchés boursiers de notre échantillon, tandis que l'impact de ces marchés sur les cours du pétrole est presque absent. En outre, l'effet des chocs pétroliers est plus prononcé pendant la période de crise que celle normale, ce

qui semble indiquer que la récente crise financière mondiale a intensifié la transmission des chocs du pétrole sur les marchés boursiers.

MOTS-CLEFS: prix de pétrole, marché financier, corrélation conditionnelle dynamique, rendement, volatilité, VAR-GARCH-DCC.

1 INTRODUCTION

L'examen de la littérature montre que très peu de travaux se sont penchés sur l'étude de la relation entre le prix du pétrole et les agrégats macroéconomiques d'une part et les prix du pétrole et les indices boursiers d'autre part. C'est dans ce sens, que cette question est devenue une problématique certaine pour les praticiens et les universitaires de la finance de marché. Un marché caractérisé par la transmission en temps réel de l'information émise par les opérateurs. Ces derniers réagissent correctement, et quasi immédiatement aux informations et mettent en place des stratégies d'ingénierie financière afin d'optimiser leurs allocation de richesse. Aujourd'hui plusieurs opérateurs considèrent que le pétrole et d'autres classes d'actifs comme les matières premières comme étant des valeurs refuges, procurant un gain de diversification notamment en période de crise. C'est dans ce sens que depuis quelques années, certains chercheurs commencent à porter un intérêt certain aux relations existantes entre les indices boursiers et les marchés des matières premières.

Récemment, certains auteurs ont montré l'effet de la transmission de volatilité sur les marchés de capitaux et son impact sur la gestion d'actifs dans un cadre international. D'ailleurs, les canaux de transmission de crise et des chocs observés sur les marchés sont d'un intérêt crucial pour le monde de la finance et politique. Ainsi, la transmission de volatilité entre les classes d'actifs et les marchés est étudiée dans un contexte international par [1], [2] pour les marchés boursiers ; [3], [4] pour les marchés monétaires et [5], [6] pour les marchés obligataires. Ces études montrent que la transmission des chocs dépend du degré de contagion et de la nature d'intégration économique et financière entre les places financières. Egalement, les résultats empiriques montrent que la proximité géographique joue un rôle crucial dans l'explication de l'intensité des transmissions des chocs. Une intensité qui a tendance d'être plus importante durant la période de crise, et également plus prononcée au niveau régional qu'au niveau international.

Dans cet article nous testons la transmission des chocs sur les marchés financeurs et du pétrole. Ce travail empirique, montre et explique comment la variation de la volatilité dans le temps et sa transmission affecte les stratégies d'allocation des richesses et comment pourrait remettre en cause les gains de la diversification internationale. Pour étudier cette variation dans le temps, nous utilisons une récente technique économétrique multivariée, fondée sur le modèle VAR-GARCH (Vector Autoregressive Moving Average–Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) à corrélation conditionnelle dynamique (DCC), introduit par [7]. Ce modèle a le mérite d'étudier la dynamique de la volatilité conditionnelle d'une série, ainsi que l'interdépendance croisée des effets et de transmission de volatilité entre les séries représentatives des cours des indices. Ce modèle fournit également des estimations significatives des paramètres avec une implémentation empirique moins lourde que la spécification multivariée telle que le modèle GARCH à plein facteurs [8]. En outre, notre modèle donne des résultats permettant de calculer les pondérations optimales d'un portefeuille composé par deux catégories actifs à savoir le pétrole et les indices.

Le reste de l'article est structuré comme suit. La deuxième section présente une revue de la littérature relative aux effets des changements du cours de pétrole sur les indices des marchés financiers. La troisième section décrit la méthodologie empirique employée pour mesurer les effets de la variation de volatilité et de la transmission des chocs entre les cours du pétrole et les indices boursiers. La quatrième section présente les données et discute les résultats empiriques.

2 IMPACT DU PRIX DU PÉTROLE SUR LES RENDEMENTS BOURSISERS : UN ÉTAT DE LA LITTÉRATURE.

Plusieurs travaux traitent l'impact du prix du pétrole sur les indices boursiers. Cependant, un nombre réduit de recherches aborde l'effet du marché de pétrole sur rendement des actifs et l'effet de sa volatilité sur les prix des indices. C'est dans ce sens que Ref. [9] utilisent des données trimestrielles pour vérifier si la réaction des marchés boursiers internationaux aux variations du prix du pétrole peut être justifiée par le changement des rendements attendus dans les pays tels que les USA, le Japon, et le Canada. Ils trouvent une relation stable et négative entre l'évolution du prix du pétrole et les rendements des indices boursiers. Cette relation est plus pertinente dans le cas du Japon que celui du Canada. Egalement, ces auteurs montrent que les prix actuels et les prix du pétrole décalés affectent négativement le rendement boursier.

Ref. [10] utilisent un modèle VAR pour examiner la relation existante entre les rendements du cours de pétrole et le rendement journalier de l'indice S&P 500. Ils trouvent qu'il y a une relation entre le rendement du pétrole et la valeur de marché de certaines compagnies pétrolières ; en revanche, il n'y a pas une interaction significative entre le prix du pétrole et l'indice composite S&P_500.

Ref. [11] est le premier à s'intéresser à la question de l'asymétrie dans la relation entre le prix du pétrole et les rendements boursiers. Il montre que la volatilité des cours de pétrole, jouent un rôle plus important que celui joué par le taux d'intérêt dans l'explication du comportement des indices boursiers des États-Unis. En effet, la fonction de réponse impulsionnelle au choc du VAR estimé, montre que les chocs positifs matérialisés par une hausse du prix de pétrole, avaient un impact plus important sur l'indice, et qu'un choc négatif illustré par une baisse du prix de pétrole, n'entraîne pas le même effet sur la variation de l'indice S&P_500.

Ref. [12] analysent les impacts respectifs des prix du pétrole et de leur volatilité sur les rendements des actifs boursiers aux États-Unis et dans 13 pays industrialisés d'Europe. Utilisant la même méthodologie que [11], ils montrent que les chocs sur les prix du pétrole ont un effet statistiquement significatif sur le rendement des actifs boursiers, de manière contemporaine au cours du même mois ou avec un décalage d'un mois. De plus, les effets observés varient selon les pays. Pour la plupart des pays de l'UE et non pour les USA, l'accroissement de la volatilité réduit le rendement des actifs de manière contemporaine ou avec un décalage d'un mois.

Ref. [13], utilisant le CAPM¹, trouvent que l'augmentation du prix du pétrole a un effet négatif sur les rendements dans tous les secteurs, sauf celui des mines.

Si le test du CAPM ne permet pas de mettre en évidence la relation dynamique entre les variables, celle de [11] pose au moins quelques limites. D'une part, il ne justifie pas par des tests statistiques l'utilisation du modèle linéaire, et d'autre part, il choisit son seuil de façon arbitraire. C'est dans ce sens qu'il est probable que le seuil à partir duquel le prix du pétrole affecte l'activité économique soit différent d'un pays à un autre. Ces limites sont intégrées par [14] qui utilisent un modèle multivarié à seuil pour tester l'impact du prix du pétrole et de sa volatilité sur les rendements. Ils trouvent que le seuil optimal varie selon que le pays est importateur ou exportateur du pétrole. En outre, ils montrent que les variations du prix du pétrole et de sa volatilité affectent l'économie au-delà d'un certain seuil optimal. En revanche, cette variation a un impact limité si elle est en dessous de ce seuil. Toutefois, si les variations du prix du pétrole sont au-dessus du seuil, elles expliquent mieux le comportement des variables macroéconomiques que sa volatilité. Dans le même ordre d'idées, l'étude de [15], propose l'utilisation d'un modèle GARCH bivarié pour évaluer la transmission de la volatilité des cours du pétrole et cinq indices sectoriels américains. L'auteur montre l'importance des liens de corrélation existants entre les chocs, la volatilité entre les prix du pétrole et les indices sélectionnés.

Notre Etude se place dans le prolongement de cette littérature, afin d'étudier l'interdépendance dynamique des prix du pétrole et les marchés boursiers en termes de rendements et de volatilité conditionnelle. L'approche proposée dans cet article est fondée sur un modèle VAR-GARCH. Ce modèle apporte un éclairage complémentaire sur les avantages potentiels d'une couverture croisée inter-marché ainsi que sur le partage de l'information commune par les opérateurs des marchés.

3 ANALYSE ÉCONOMÉTRIQUE ET MÉTHODOLOGIE

L'extension au cadre multivarié des modèles GARCH implique que les termes d'erreur ont une distribution conditionnelle gaussienne de moyenne nulle et de matrice de variances-covariances H_t . Reference [16], [17], [18] ainsi que [19] ont préconisé une nouvelle spécification dynamique des corrélations conditionnelles dans le cadre de modèles GARCH, le DCC-GARCH. Par rapport à l'approche de [20], le DCC-GARCH introduit des équations décrivant l'évolution des coefficients de corrélation, similaires dans leur conception à celles des variances conditionnelles

Ref. [21] ont proposé la spécification suivante (modèle BEKK):

$$H_t = C'C + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + B'H_{t-1}B$$

Où (C) est une matrice triangulaire inférieure de taille (N × N), A et B sont deux matrices de taille (N×N). Cette spécification est couramment employée dans les travaux empiriques. Elle garantit que la matrice des variances-covariances

¹ CAPM: Capital Asset Pricing Model

est définie positive. Les variances dans H_t ne dépendent que du carré des résidus passés et d'un terme autorégressif, alors que les covariances ne dépendent que du produit croisé des résidus passés et d'un terme autorégressif. En particulier, cette spécification permet aux corrélations de varier au cours du temps. Toutefois, elle peut également paraître restrictive dans le sens où elle ne rend pas compte de la dépendance des volatilités conditionnelles entre les marchés.

Notre méthodologie empirique utilise la forme bivariée de ces modèles pour modéliser l'interdépendance entre le cours du pétrole et l'indice de marché pour chaque pays de notre échantillon.

A titre d'exemple, considérons un vecteur composé de deux variables quelconques (rendements r_{it} ; r_{ot}) : $Y_t = \begin{pmatrix} r_{it} \\ r_{ot} \end{pmatrix}$. Chaque variable est fonction d'une constante et de ses propres valeurs passées. Ainsi, la forme réduite du processus autorégressif s'écrit :

$$A(L)Y_t = c + \varepsilon_t \text{ avec } \varepsilon_t \sim N(0, H_t), \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Sachant que le facteur $A(L)$ correspond au polynôme spécifiant l'ordre de retard et $\varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{ot} \end{pmatrix}$ est un vecteur des termes d'erreurs issus de l'estimation du processus autorégressif propre à chaque variable. Par ailleurs, la matrice des variance-covariances de ces résidus ou erreurs est décrite par $H_t = \{h_{ij}\}_t$; avec $i = 1, 2$.

Le modèle DCC-GARCH peut être aisément appréhendé en réécrivant la matrice des variance-covariances (H_t) telle que : $H_t = D_t R_t D_t$ où :

- $D_t = \text{diag}\{\sqrt{h_{it}}\}$ est une matrice diagonale des écarts-types temporellement dynamiques collectées à partir de l'estimation des deux GARCH univariés ;
- $R_t = \{\rho_{ij,t}\}$ représente la matrice des coefficients de corrélation conditionnelle constante.

$$H_t = \begin{pmatrix} \sqrt{h_{it}} & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{ot}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \rho_{io,t} \\ \rho_{io,t} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{h_{it}} & 0 \\ 0 & \sqrt{h_{ot}} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Les éléments contenus dans D_t sont générés selon un processus GARCH (p, q), qui peut être formulé ainsi :

$$h_{it} = w_i + \sum_{p=1}^{P_i} \alpha_{ip} \varepsilon_{it-p}^2 + \sum_{q=1}^{Q_i} \beta_{iq} h_{it-q} \quad \forall i = 1, 2 \quad (3)$$

Ainsi, une modélisation VAR(1)-GARCH(1,1) pour les rendements de marché de stock (i) et du pétrole (oil) est la suivante :

$$\begin{pmatrix} r_{it} \\ r_{ot} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_{it} \\ r_{ot} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{ot} \end{pmatrix}$$

$$h_{it} = w_i + \beta_{1i} h_{i,t-1} + \alpha_{1i} \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_{2i} h_{o,t-1} + \alpha_{2i} \varepsilon_{o,t-1}^2$$

$$h_{ot} = w_o + \beta_{1o} h_{o,t-1} + \alpha_{1o} \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_{2o} h_{i,t-1} + \alpha_{2o} \varepsilon_{i,t-1}^2$$

Les paramètres du modèle sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. Ref. [17] a démontré que la fonction de log-vraisemblance peut être exprimée par :

$$L = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \{2 \log(2\pi) + 2 \log |D_t| + \log |R_t| + \xi'_t R_t^{-1} \xi_t\} \quad (4)$$

Le processus d'estimation s'effectue en deux étapes. La première consiste en la substitution d'une matrice identité à la matrice R_t dans la fonction du log-vraisemblance (log-likelihood). Cette méthodologie permet d'obtenir la somme des Likelihood des modèles GARCH univariés. Autrement dit, à travers cette première étape on estime les paramètres de l'équation 2². La seconde étape est dédiée à l'estimation des paramètres de l'équation 3 en élisant la fonction de

² La spécification présentée dans l'équation (2), pour la matrice des variances-covariances, est couramment employée dans les travaux empiriques. Elle garantit que la matrice des variances-covariances est définie positive. Toutefois, le nombre de paramètres à estimer dans

vraisemblance originale décrite par l'équation 4. Cela permet d'obtenir les corrélations dynamiques entre les rendements du marché et de pétrole.

4 DONNÉES ET RÉSULTATS

4.1 ANALYSE DE STATISTIQUE DESCRIPTIVE

Nous collectons les données quotidiennes de sept pays³ au cours de la période allant de Janvier 2003 à Avril 2013. Les indices boursiers sont obtenus à partir des données de MSCI, tandis que les cours du pétrole sont collectés auprès de l'administration de l'information sur l'énergie (EIA). Contrairement à la majorité des études antérieures utilisant des données à fréquence annuelle, trimestrielle, mensuelle et hebdomadaire, nous conduisons nos tests sur des données quotidiennes. Cette fréquence nous permet de cerner la rapidité et l'intensité des interactions dynamiques entre les cours du pétrole et des indices. Toutes les données sur les prix sont libellés en dollars américains, afin de prendre en compte les impacts du taux de change et de faciliter la comparaison entre les pays. Les Rendements journaliers sont calculés à partir des prix quotidiens en prenant le logarithme du rapport entre deux cours successifs. Les propriétés statistiques et stochastiques des données sur la période toute entière sont résumées dans le tableau (1). Ensuite, nous divisons cette période en deux sous-périodes. La première est qualifiée de « normale » caractérisant l'avant crise et elle s'étale entre le 03/01/2003 et le 15/09/2008. La deuxième est « turbulente », caractérisant la crise et s'étale sur une durée allant du 16/09/2008 au mois d'Avril 2013. Cette deuxième sous-période est marquée par l'apparition de la crise de sub-primes. Cette division en deux sous-périodes nous permet vérifier et de cerner le changement observé entre les deux moments. Cette observation sera focalisée sur la propagation des chocs et la transmission de volatilité d'une période à une autre, et d'un marché à un autre. Également, la robustesse de nos résultats empiriques sera confirmée. Les résultats statistiques relatifs aux deux sous-périodes sont présentés les tableaux (3) et (4).

Le test de Jarque et Bera, fondé sur la notion du Skewness (asymétrie) et du Kurtosis (aplatissement), permet de vérifier la normalité de la distribution statistique des rendements.

$$\text{Skewness (S): } \beta_1 = S = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}}$$

$$\text{Kurtosis, (K) : } K = \beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$$

Avec $\mu_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^k$ est le moment centré d'ordre k.

$$JB = (n/6) S^2 + (n/24) (K - 3)^2 \sim \chi^2(2)$$

Donc, si $JB > \chi^2(2)$ alors, on rejette l'hypothèse (H_0) de normalité des résidus au seuil (α).

Ce qui a été validé et montré selon les résultats du test de JB pour tous les indices financiers. En effet, tous les statistiques de JB sont très largement supérieur à $\chi^2(2)$. D'ailleurs, tous les $\text{Prob}(JB)$ sont nulles et inférieur au seuil ($\alpha = 5\%$).

H_t est très élevé. Il est de l'ordre de : $N(N+1)/2 + 2N^2$. (Pour notre cas : on a $N = 8$; ce qui fait 164 paramètres à estimer). Pour cette raison, on utilise le VAR-GARCH qui n'impose que l'estimation de N paramètres. Ceci est une avancée importante dans la mesure où un plus grand nombre de séries pourront être étudié simultanément, un gain de temps de calcul a été fait, mais aussi des interprétations relativement simples peuvent être faites.

³ Notre échantillon est composé des 7 pays (Allemagne, France, Angleterre, Suisse, Mexique, Brazil et Kuwait) en plus du prix mondial du cours de pétrole.

Tableau 1 : analyse descriptive sur toute la période

	ALLEMAGNE	SUISSE	ANG	FRANCE	Mexique	Brésil	Koweït	OIL
Mean	0.035683	0.035221	0.019780	0.006407	0.071786	0.057033	-0.002021	0.045934
Max	10.79747	6.8299	9.384244	10.59459	10.44071	16.39770	8.752212	18.12974
Mini	-7.433464	-5.8136	-9.264555	-9.471537	-7.266123	-16.86192	-17.98321	-16.83201
Std. Dev.	1.473208	11.08099	1.233293	1.480039	1.314900	2.362896	1.587897	2.214633
Skewness	0.022724	-0.021202	-0.116043	0.068385	0.047497	-0.251142	-1.977658	-0.019110
Kurtosis	8.664505	427.1840	10.97030	9.287818	9.038170	9.426492	27.29312	8.110357
JB	3501.677	19635091	6938.118	4316.479	3979.628	4534.371	6704.093	2850.041
Prob	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
$\rho_{t,0}$	-0.0053	0.0345	0.0222	0.0192	0.0121	0.0035	0.0611	-

Le tableau (1), montre que le rendement moyen le plus faible est attribué à la bourse de Koweït avec une moyenne de -0,2% ; alors que le plus remarquable est enregistré en Mexique avec un taux de 7,17%. En terme de risque, la bourse de Londres possède le risque le moins élevé avec un écart type de 1,23 alors que celui le plus élevé est observé à la bourse de la Suisse avec un écart-type de 11,08. À propos du marché du pétrole, il a connu un rendement moyen positif, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la tendance à la hausse du prix du pétrole au cours de la dernière décennie.

D'un autre côté, les valeurs de la statistique de kurtosis indiquent que les séries d'indices boursiers présentent un caractère épais ou leptokurtique. En effet, la kurtosis centrée est positive ($K > 3$) pour toutes les séries. L'excès de Kurtosis témoigne d'une forte probabilité des points extrêmes, donc une distribution à queues épaisses. Ceci suggère que chacune des équations des moyennes doivent être tester de la présence d'hétéroscédasticité conditionnelle. Les coefficients de Skewness généralement significativement négatifs, indiquent que la distribution des séries est étalée vers la gauche, ce qui illustre bien le fait qu'un choc négatif a plus d'impact qu'un choc positif. Cela indique, aussi, que l'activité boursière sur ces marchés a subi plus de chocs négatifs que de chocs positifs durant la période analysée. De plus, l'hypothèse de normalité est rejetée pour tous les marchés. D'ailleurs, Le modèle GARCH multivarié asymétrique rend compte de ces propriétés.

Sur un autre plan, l'analyse de la matrice de corrélation non conditionnelle présentée dans le tableau (2) montre que les coefficients de corrélation entre les marchés boursiers et la variation du prix de pétrole ne sont pas élevés. Ceci suggère que la présence du pétrole comme actif procure un gain potentiel en matière de diversification. De plus, Les corrélations sont en moyenne positives, ce qui indique que les marchés boursiers varient dans le même sens avec des prix du pétrole. En outre, le tableau (2), montre une faible corrélation entre les marchés financiers des pays de notre échantillon ce qui suggère que les stratégies de diversification internationale des portefeuilles présentent un intérêt significatif en termes de réduction du risque. La corrélation la plus élevée est de 14,04% entre la France et l'Allemagne, alors que les coefficients de corrélation le plus faible est celui du couple Mexique/Suisse qui est de -0,02%. Ces résultats conduisent à dire que la diversification à partir de ces marchés permet d'avoir des gains significatifs pour les investisseurs internationaux et leurs permettent de diminuer le risque total de leurs portefeuilles.

Tableau 2 : Matrice de corrélation non conditionnelle :

	ALLEMAGNE	SUISSE	ANGLETERRE	FRANCE	MEXIQUE	BRAZIL	Kuwait	OIL
ALLEMAGNE	1							
SUISSE	0.0159	1						
ANGLETERRE	0.0735	-0.0016	1					
FRANCE	0.1404	-0.0122	0.0403	1				
MEXIQUE	-0.0135	-0.0002	0.0491	0.0391	1			
BRAZIL	0.0144	-0.0578	0.0179	0.0076	-0.0095	1		
Kuwait	-0.0167	-0.0168	-0.0579	0.0465	-0.0174	0.0011	1	
OIL	-0.0053	0.0345	0.0222	0.0192	0.0121	0.0035	0.0611	1

Afin de cerner l'effet de la crise sur la variation des rendements, des risques des indices et des cours du pétrole dans le temps, nous présentons les données statistiques de la période « normale » et la période turbulente. Le tableau (3) donne la matrice d'avant crise et le tableau (4) de la matrice durant la crise.

Tableau 3 : Analyse statistique pour la période « avant – crise » : 03/01/2003 à 15/09/2008

	ALLEMAGNE	SUISSE	ANG	FRANCE	MEXIQUE	BRAZIL	Kuwait	OIL
Mean	0.048767	0.064502	0.016645	0.023229	0.095460	0.050639	0.022813	0.088806
Max	6.644578	6.8299	8.469141	7.002286	6.510135	13.21345	6.168441	11.46877
Mini	-7.433464	-5.8136	-5.637430	-7.077372	-6.614392	-9.366023	-6.485971	-9.000286
Std. Dev.	1.241892	14.86496	1.033191	1.146668	1.235507	1.994605	1.065724	2.071747
Skewness	-0.278751	-0.021628	0.220110	-0.181444	-0.254076	-0.036759	-0.170087	-0.013936
Kurtosis	6.594892	238.8959	9.050189	6.931284	6.101596	5.882082	7.207264	4.485314

Tableau 4 : Analyse statistique pour la période « après – crise » : 16/09/2008 à 10/05/2013

	ALLEMAGNE	SUISSE	ANG	FRANCE	MEXIQUE	BRAZIL	Kuwait	OIL
Mean	-0.019529	-0.000931	-0.023649	-0.014363	-0.042557	-0.064928	-0.024315	-0.006998
Max	10.79747	6.829908	9.384244	10.59459	10.44071	16.39770	23.30659	18.12974
Min	-7.335522	-5.641756	-9.264555	-9.471537	-7.266123	-16.86192	-21.66528	-16.83201
Std. Dev.	1.716758	1.286592	1.443025	1.809120	1.406743	2.751299	1.504086	2.379077
Skewness	0.175884	-0.271371	-0.265692	0.161400	0.313562	-0.342547	0.009367	-0.006974
Kurtosis	8.288879	6.358710	10.15825	7.932720	10.98392	9.467807	18.42516	10.43150

A partir de ces deux tableaux nous constatons la présence de rendement négatif et ceci pour l'ensemble d'indices composant notre échantillon. Egalement, ces rendements négatifs sont observés pour le cours du pétrole durant la crise. Cette négativité montre la faible performance réalisée par les indices sur cette période. En revanche, ces mêmes rendements sont positifs avant la crise.

4.2 ESTIMATION ÉCONOMÉTRIQUE:

La procédure VAR-GARCH est implémentée en deux étapes. La première consiste à estimer les GARCH(p,q) univariés pour chacune des séries de rendements avant l'estimation de la matrice de corrélations conditionnelles. La deuxième consiste à obtenir les paramètres p et q des GARCH univariés, en utilisant l'approche de [22]. Cette technique est appliquée à chacune des 8 séries. Ainsi, nous avons testé successivement la stationnarité fondée sur la technique de Dickey Fuller Augmentés, le corrélogramme des rendements, le test d'Engle pour montrer la présence d'effet ARCH (test d'hétéroscédasticité). Par la suite, nous avons estimé le modèle GARCH (p, q) avec le test de Ljung-Box. Le choix des paramètres p et q d'une série donnée est obtenu en prenant le modèle qui a le critère d'information bayésien (BIC) ou le critère d'Akaike (AIC) ou le critère de Schwartz (SIC) le plus petit. Le GARCH (1,1) apparaît comme une spécification raisonnable pour chacune des séries et pour simplifier la démarche nous nous limiterons au cas VAR(1)-GARCH(1,1).

En effet, l'étude de stationnarité nous a révélé les renseignements présentés dans le tableau 5 suivant :

Tableau 5 : Tests de racines unitaires ADF de 03/01/2003 à 10/05/2013 :

	Test ADF en niveaux	Test ADF en différence première	ARCH(20)
Allemagne	1.180412 ^a	-51,87*** ^a	77,84***
Angleterre	0,834 ^a	-33,168*** ^a	166,76***
Suisse	-10,9 ^c	-53,08*** ^a	168,32***
France	-1,99 ^b	-33,036*** ^a AR(2)	129,49***
Mexique	-2,082 ^a	-47,33*** ^b AR(1)	59,22***
Brazil	1,165 ^a	-46,83***	70,99***
Kuwait	-1,703 ^b	-32,891*** ^a AR(1)	80,92***
OIL	1,107 ^c	-36,367*** ^a	45,19***

En niveaux, Les tests ADF sont réalisés sur les prix des actifs boursiers mis en logarithme puis pour la différence première on a pris les séries des rendements.

*, **, *** désigne le degré de significativité respectivement à 10%, 5% et 1%.

a : désigne un modèle sans constante ni tendance.

b : pour un modèle avec constante;

c : pour un modèle qui présente une tendance et une constante

Le tableau précédent montre la présence de racine unitaire dans les prix des actifs de nos marchés et en différence première pour toutes les séries de rendements. Les résultats des tests de Dickey-Fuller augmenté (ADF) indiquent que les séries de prix sont intégrés d'ordre 1. Dans ce même tableau 5, on a aussi rapporté les résultats des tests d'hétéroscédasticité sur les équations des rendements boursiers. Ces résultats ont aboutis à rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'hétéroscédasticité pour un seuil de 1% pour toutes les séries. Cela suggère que la modélisation GARCH est suffisante pour capturer la persistance de la volatilité des marchés et du cours de pétrole. L'ensemble de ces résultats nous conduit à choisir la méthode d'estimation quasi-maximum de vraisemblance (QML) pour estimer les modèles VAR-GARCH.

Le choix du modèle VAR(1)-GARCH(1,1), nous permet d'étudier l'interdépendance entre les rendements et les volatilités. Les résultats empiriques sont présentés dans les trois tableaux (voir annexes). Ces résultats sont donnés pour chaque période de notre étude.

La première remarque déduite est que la valeur du retard d'une période pour le rendement boursier moyen est significativement explicative du rendement moyen actuel pour la majorité des marchés étudiés et particulièrement pour les pays émergents. Le rendement du marché de pétrole, de son côté, est significativement affecté par ses propres rendements passés.

En ce qui concerne l'interdépendance dans les équations des moyennes des rendements boursiers, nous constatons que le rendement du pétrole à la date (t-1) affecte significativement le rendement du marché dans les pays Allemagne, Angleterre et Kuwait sur toute la période à la date t; la Suisse sur la période d'avant crise et enfin l'Allemagne et l'Angleterre pour la période d'après crise. L'effet du pétrole dans ces marchés boursiers est négatif (sauf pour l'Allemagne). Nous constatons que l'élasticité de la réaction du marché boursier à l'évolution du prix du pétrole est obtenue pour l'Allemagne, avec un coefficient estimé de 0,0486 enregistré après la crise, et la plus faible est remarqué dans la Suisse avec un coefficient de -0,049. L'absence de débordement de choc de variation du prix de pétrole au cours de toute la période aux autres pays peut s'expliquer par le faible recours des marchés boursiers aux compagnies pétrolières et/ou à un chiffre d'affaires annuel très faible. En effet, ces marchés sont largement dominés par les industries bancaires et de services et non des compagnies pétroliers.

Inversement, le marché du pétrole semble se comporter de façon indépendante sur les marchés boursiers puisque les rendements du pétrole ne sont pas significativement liés aux rendements des actions retardées, sauf en Mexique avant (où on remarque un effet négatif) et après la crise de 16 Septembre 2008 (effet positif).

Dans l'ensemble, dans la mesure où la transmission du choc est concernée, l'évolution des prix pétroliers ont tendance à affecter significativement mais négativement plusieurs marchés boursiers de notre échantillon. Par contre, l'impact de ces marchés sur les cours du pétrole est presque absent. En outre, l'effet des chocs pétroliers est plus prononcé pendant la période de crise que celle normale. Ceci semble indiquer que la récente crise financière mondiale a intensifié la transmission des chocs du pétrole sur les marchés boursiers.

Passant aux équations de variance conditionnelle, les résultats indiquent que les estimations des coefficients ARCH et GARCH sont significatifs, à des niveaux classiques (1%, 5% et 10%), dans la plupart des cas. La sensibilité à la propre variance conditionnelle passée ($h_{i,t-1}$) semble être importante pour tous les pays, à l'exception de la Suisse sur l'ensemble de la période et au Kuwait au cours de la période de crise. Cette constatation suggère généralement que les valeurs passées de la volatilité conditionnelle dans un marché boursier peuvent être utilisées pour prévoir sa volatilité future. En outre, la volatilité conditionnelle actuelle des marchés boursiers dépend aussi des chocs passés affectant la dynamique de rendements puisque les coefficients Arch ($\varepsilon_{i,t-1}^2$) sont très significatifs pour tous les pays considérés, à l'exception de Suisse sur la période totale.

Un examen plus attentif des coefficients révèle que la volatilité conditionnelle ne change pas très rapidement, car les coefficients ARCH qui mesurent l'impact des chocs passés sur la volatilité conditionnelle actuelle, sont relativement de faibles d'une part. Egalement, les coefficients GARCH possèdent des valeurs importantes captent l'impact de la volatilité passée sur la volatilité actuelle, et indiquant des fluctuations graduelles de la volatilité conditionnelle dans le temps d'autre part. Ces propriétés peuvent encore être appréhendées à travers les figures de l'annexe (4). Cette figure montre la variation temporelle de la volatilité conditionnelle estimée sur toute la période pour les sept marchés boursiers. Des conclusions similaires sont valables pour la volatilité des prix du pétrole.

Ensuite, nous envisageons l'effet de contagion et de transmission de la volatilité entre les marchés du pétrole et des stocks dans les pays de notre base. Nous constatons d'abord qu'il n'y a pas de transmission directe de la volatilité du marché du pétrole au marché boursier dans presque la totalité des pays essentiellement dans les cas suivants : Allemagne, Angleterre, et Kuwait sur toute la période d'étude. D'un autre côté, les coefficients croisés de volatilités (innovation de rendement et de volatilité) sont significatifs à des niveaux conventionnels. Plus précisément, les chocs pétroliers passés n'ont des effets importants sur la volatilité des marchés boursiers qu'en Angleterre. La volatilité retardée du pétrole affecte fortement la volatilité du marché à : Angleterre, France, Mexique et Kuweit pendant la période totale ; la France et le Brazil pendant la période d'avant crise et France et Brazil après la crise.

Ainsi, nos résultats suggèrent une intensification des retombées de la volatilité du pétrole sur les marchés boursiers au cours de la période de crise. Cependant, les effets des chocs passés et de la volatilité des rendements passés du pétrole sur la volatilité des marchés boursiers devraient être modérés puisque leurs coefficients estimés sont beaucoup plus petits que ceux de ses propres chocs et volatilités passées.

On remarque également que la volatilité des prix du pétrole est affectée par les chocs boursiers et les volatilités passées des marchés boursiers dans plusieurs cas.

Comme prévu, les estimations pour les corrélations conditionnelles constantes (CCC) entre les marchés du pétrole et des stocks sont dans la plupart des cas positifs. Ils sont petits, en général, ce qui suggère l'existence de gains potentiels d'investir dans les marchés boursiers et du pétrole. En outre, nos résultats suggèrent que ces corrélations ont augmenté au cours de la période de crise.

En conclusion, l'investigation empirique du modèle VAR(1)-GARCH (1,1) vient pour capturer de manière satisfaisante les liens de rendements et de transmission de la volatilité pour les paires de marchés. En considérant simultanément les périodes : totale, avant crise et après crise, les rendements boursiers sont fortement influencés par le rendement de pétrole dans la plupart des cas. L'analyse de l'interdépendance de volatilité montre des retombées de forte volatilité entre les marchés du pétrole et du stock. Ces retombées ont considérablement augmenté au cours de la période de crise sous les effets de l'instabilité financière importante et les incertitudes économiques. Il est à noter enfin que la volatilité des marchés a un impact significatif sur la volatilité de pétrole quelles que soient les périodes choisies.

5 CONCLUSION :

Cet article étudie les liens de rendement et la transmission de volatilité entre le pétrole et les marchés boursiers au cours des dernières années turbulentes pour un échantillon de 7 pays. Nous employons une approche VAR-GARCH qui permet d'étudier les effets de contagion à la fois pour les rendements et les volatilités conditionnelles. Dans l'ensemble, nos résultats montrent l'existence de chocs significatifs et la volatilité des retombées entre le pétrole et les marchés boursiers dans la plupart des cas, en particulier sur la sous-période de crise. La hausse de la volatilité des prix du pétrole provoquée par les chocs et les changements de politique, touchant l'approvisionnement et la demande de pétrole, augmenterait directement la volatilité des marchés boursiers. Cependant, nos résultats empiriques semblent être sensibles au temps et le pays considéré.

Les résultats de cette étude offrent plusieurs pistes de recherche. Particulièrement, la méthodologie appliquée dans cet article pourrait être utilisée pour étudier les effets des autres produits énergétiques comme le gaz naturel sur le rendement des actions globales et sectorielles.

REFERENCES

- [1]. Forbes, K., Rigobon, R., 2002. No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *Journal of Finance* 57, 2223–2261.
- [2]. Syriopoulos, T., 2007. Dynamic linkages between emerging European and developed stock markets: has the EMU any impact? *International Review of Financial Analysis* 16, 41–60.
- [3]. Barassi, M.R., Caporale, G.M., Hall, S.G., 2005. Interest rate linkages: a Kalman filter approach to detecting structural change. *Economic Modelling* 22, 253–284.
- [4]. Wang, Z., Yang, J., Li, Q., 2007. Interest rate linkages in the Eurocurrency market: contemporaneous and out-of-sample Granger causality tests. *Journal of International Money and Finance* 26, 86–103.
- [5]. Skintzi, V., Refenes, A., 2006. Bond volatility spillovers and dynamic correlation in European bond markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 16, 23–40.
- [6]. Johansson, A.C., 2008; "Interdependencies among Asian bond markets". *Journal of Asian Economics* 19, 101–116.

- [7]. Ling, S., McAleer, M., 2003, "Asymptotic theory for a vector ARMA-GARCH model", *Econometric Theory* 19, 278–308.
- [8]. Hammoudeh, S., Yuan, Y., McAleer, M., 2009, Shock and volatility spillovers among equity sectors of the Gulf Arab stock markets. *Quarterly Review of Economics and Finance* 49, 829–842.
- [9]. Jones, Charles M. and Kaul, Gautam, "Oil and the Stock Markets". *J. OF FINANCE*, Vol. 51 No. 2, June 1996. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=7805>.
- [10]. Huang, R.D, Masulis, R. W, Stoll, H.R, "Energy shock and financial market", *Journal of Futures Markets*, no.16, (1996), pp.1-27.
- [11]. Sadorsky, P., "Oil price shocks and stock market activity." *Energy Economics*, vol 21, (1999), pp.449–469.
- [12]. PARK, J. W. and Ratti, R. A., "Oil price shocks and stock markets in the U.S. and 13 European countries." *Energy Economics*, vol. 30, (2008), pp. 2578–2608.
- [13]. Nandha, M. and Faff R. (2007) "Does oil move equity prices? A global view", *Energy Economics*, vol. 30, 986-997.
- [14]. Haung D, Ou B, Prior RL (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Chem.* 53: 1841-1856.
- [15]. Malik, F., Ewing, B.T., 2009, "Volatility transmission between oil prices and equity sector returns", *International Review of Financial Analysis* 18, 95–100.
- [16]. Engle (R. F.) (2001): « Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate GARCH models », University of California San Diego, Department of Economics, Document de travail.
- [17]. Engle (R. F.) (2002): « Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity models », *Journal of Business Economic Statistics*, 20(3), p. 339-350.
- [18]. Engle (R. F.) et Sheppard (K.) (2001): « Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH », National Bureau Economic Research, Document de travail, 8554.
- [19]. Tse (Y. K.) et Tsui (A. K. C.) (2002) : « A multivariate GARCH model with time-varying correlations », *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(3), p. 351-362.
- [20]. Bollerslev (T.) (1987): « A multivariate GARCH model with constant conditional correlations for a set of exchange rates », Northwestern University, D.P.
- [21]. Engle, R. F. and Kroner, K. F. (1995): "Multivariate simultaneous GARCH". *Econometric Theory*, vol 11: 122-150.
- [22]. Box, G. E. P. and G. M. Jenkins, 1976, "Time Serie Analysis: Forcasting and control". Revised Edition, Holden-Day Inc. Oakland.

ANNEXE 1 : ANALYSE D'UN VAR(1)-GARCH(1) BIVARIÉ SUR TOUTE LA PÉRIODE.

Variables	Allemagne		Angleterre		Suisse		France		Brazil		Mexique		Kuwait	
	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o
Equation de la moyenne														
$R_t(1)$	-0,03*** (0,015)	-0,031 (0,028)	0,061*** (0,016)	0,029 (0,029)	0,095*** (0,016)	-0,0057 (0,014)	0,033*** (0,012)	0,04 (0,03)	0,16*** (0,12)	-0,003 (0,045)	-0,017 (0,0099)	0,0008 (0,0039)	0,037 (0,0158)	0,19*** (0,024)
$R_o(1)$	0,027*** (0,01)	0,0029 (0,028)	-0,01*** (0,008)	-0,0027 (0,017)	0,002 (0,016)	0,0027 (0,017)	0,009 (0,008)	0,0021 (0,017)	0,004 (0,006)	0,0026 (0,017)	0,0044 (0,0019)	0,0025 (0,017)	0,0491 (0,0448)	-0,0256 (0,0337)
C	0,094*** (0,02)	0,08*** (0,037)	0,057*** (0,016)	0,08** (0,037)	0,146*** (0,038)	0,08** (0,037)	0,094*** (0,02)	0,08** (0,037)	0,96*** (0,012)	0,081** (0,037)	0,091 (0,033)	0,08 (0,029)	-0,0007 (0,0255)	-0,0299 (0,0317)
Equation de la Variance														
Cte	0,024*** (0,004)	0,032*** (0,01)	0,012*** (0,0028)	0,032 (0,01)	0,162*** (0,0255)	0,032*** (0,01)	0,24*** (0,0045)	0,0323*** (0,01)	0,019*** (0,002)	0,31* (0,1)	0,0216*** (0,0046)	0,0324*** (0,011)	-0,00038 (20,11)	0,1605 (0,1086)
ε_{it}^2-1	0,087*** (0,008)	0,0561 (0,044)	0,097*** (0,0089)	-0,0925* (0,06)	0,095*** (0,009)	-0,026 (0,834)	0,087*** (0,008)	0,004 (9,17)	0,19*** (0,014)	-0,018 (0,253)	0,081 (0,007)	0,004 (8,39)	-0,088*** (0,0304)	-0,093* (0,0557)
$\varepsilon_{o,t-1}^2$	-0,113 (0,0066)	0,042*** (0,005)	-0,0144 (0,19)	0,042 (0,0053)	0,0022 (3,14)	0,042*** (0,0052)	-0,0033 (1,87)	0,0423 (0,0053)	-0,04 (1,43)	0,097** (0,052)	-0,0043 (2,87)	0,9509*** (0,0062)	-0,0144 (0,1989)	0,203*** (0,0233)
$h_{it,t-1}$	0,897*** (0,0087)	0,28 (0,33)	0,895*** (0,0092)	0,26** (0,15)	0,87*** (0,012)	0,235* (0,13)	0,898*** (0,009)	0,198 (0,09)	0,79*** (0,012)	-0,24 (1,017)	0,817 (0,0093)	0,219 (0,222)	0,895*** (0,0289)	0,2567* (0,1501)
$h_{o,t-1}$	0,27 (0,29)	0,951*** (0,006)	0,22*** (0,07)	0,951 (0,0062)	0,245 (0,07)	0,951*** (0,0062)	0,131* (0,014)	0,951*** (0,0063)	0,07 (25,17)	0,95 (0,0062)	0,239*** (0,013)	0,9513*** (0,006)	0,265* (0,0599)	0,9538*** (0,0262)
CCC		0,0058 (0,02)		0,0012 (0,02)		0,0012 (0,19)		0,000141 (0,02)		0,013 (0,019)		0,044 (0,024)		0,0678*** (0,0239)
Log-Likeilhoood		-9560,07		-		-		-		-8338,51		-9984,89		-
AIC		7,307		7,044		8,52		7,307		6,37		7,431		8,18
SIC		7,32		7,065		8,54		7,327		6,39		7,52		8,26

***, ** désigne le degré des significativité respectivement à 10%, 5% et 1%.
(.) Les valeurs entre parenthèse représentent les écart-types.

ANNEXE 2 : ANALYSE D'UN VAR(1)-GARCH(1) BIVARIÉ SUR LA PÉRIODE AVANT CRISE.

Variables	Allemagne		Angleterre		Suisse		France		Brazil		Mexique		Kuwait	
	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o
Equation de la moyenne														
$R_t(1)$	-0.059*** (0.021)	-0.058 (0.045)	-0.094** (0.0207)	-0.04 (0.0559)	-0.075*** (0.0009)	0.00197 (0.0052)	-0.07*** (0.0223)	-0.042 (0.046)	0.128*** (0.022)	-0.026 (0.028)	0.027 (0.017)	-1.108*** (0.088)	0.1201* (0.05)	0.0628 (0.0766)
$R_o(1)$	-0.019 (0.012)	-0.01 (0.026)	-0.0035 (0.0095)	-0.01 (0.026)	-0.049*** (0.0091)	-0.0106 (0.026)	-0.0004 (0.0115)	-0.01 (0.026)	0.0172 (0.0239)	0.0107 (0.026)	0.017 (0.012)	0.198 (0.101)	0.0377 (0.0627)	-0.0328 (0.0478)
C	0.089*** (0.027)	0.129*** (0.054)	0.0544*** (0.02)	0.13** (0.054)	0.27*** (0.018)	0.127** (0.054)	0.066*** (0.0252)	0.128** (0.054)	0.097** (0.049)	0.13** (0.0535)	0.136*** (0.037)	-1.96*** (0.116)	-0.0218 (0.0344)	-0.0575 (0.047)
Equation de la Variance														
Cte	0.026*** (0.0064)	0.307** (0.131)	0.0112*** (0.0037)	0.313** (0.138)	0.347*** (0.022)	0.309** (0.136)	0.023*** (0.006)	0.308*** (0.127)	0.245*** (0.062)	0.318** (0.139)	0.075*** (0.014)	4.903*** (0.76)	0.026*** (0.0064)	0.407* (0.2131)
$\varepsilon_{t,t-1}^2$	0.083*** (0.0125)	0.0536 (0.055)	0.102*** (0.013)	-0.03 (0.073)	2.077*** (0.057)	-0.617 (0.0832)	0.086*** (0.0118)	-0.0617 (0.081)	0.0837*** (0.0118)	0.0107* (0.002)	0.113*** (0.016)	0.0792** (0.036)	0.083*** (0.0125)	0.0513** (0.0565)
$\varepsilon_{o,t-1}^2$	-0.111 (0.0666)	0.0329*** (0.0109)	0.1732*** (0.0227)	0.0337*** (0.0109)	-0.0001 (0.963)	0.0338*** (0.0108)	-0.0001 (0.221)	0.0331*** (0.01)	-0.003 (0.34)	0.0343*** (0.011)	-0.0003 (23.77)	-0.268*** (0.0287)	-0.111 (0.0666)	0.222*** (0.0909)
$h_{t,t-1}$	0.897*** (0.015)	0.215*** (0.091)	0.889*** (0.039)	0.248 (0.167)	0.127*** (0.0067)	0.106 (0.133)	0.894*** (0.0143)	0.227 (0.144)	0.8509*** (0.0255)	0.221 (0.144)	0.837*** (0.02)	0.0326 (0.043)	0.897*** (0.015)	0.215*** (0.0867)
$h_{o,t-1}$	0.2001 (0.1615)	0.8953*** (0.0402)	-0.0001 (11.774)	0.893*** (0.039)	0.1287 (0.58)	0.894*** (0.039)	0.988* (0.091)	0.895*** (0.0397)	0.994** (0.014)	0.8913*** (0.04)	0.216 (0.1904)	0.961*** (0.0094)	0.2001 (0.1615)	0.2192 (0.4756)
CCC		-0.0106 (0.028)		0.0146 (0.027)		-0.0043 (0.03)		-0.0107 (0.027)		-0.021 (0.027)		-0.035 (0.073)		0.038* (0.018)
Log-Likelihood		-5256.45				-		-5153.84		-		-6538.97		-2191.45
AIC		7.288		6.809		7.74		7.146		8.386		9.062		7.277
SIC		7.335		6.856		7.787		7.193		8.433		9.109		7.414

*, **, *** désigne le degré des significativité respectivement à 10%, 5% et 1%.
(.) Les valeurs entre parenthèse représentent les écart-types.

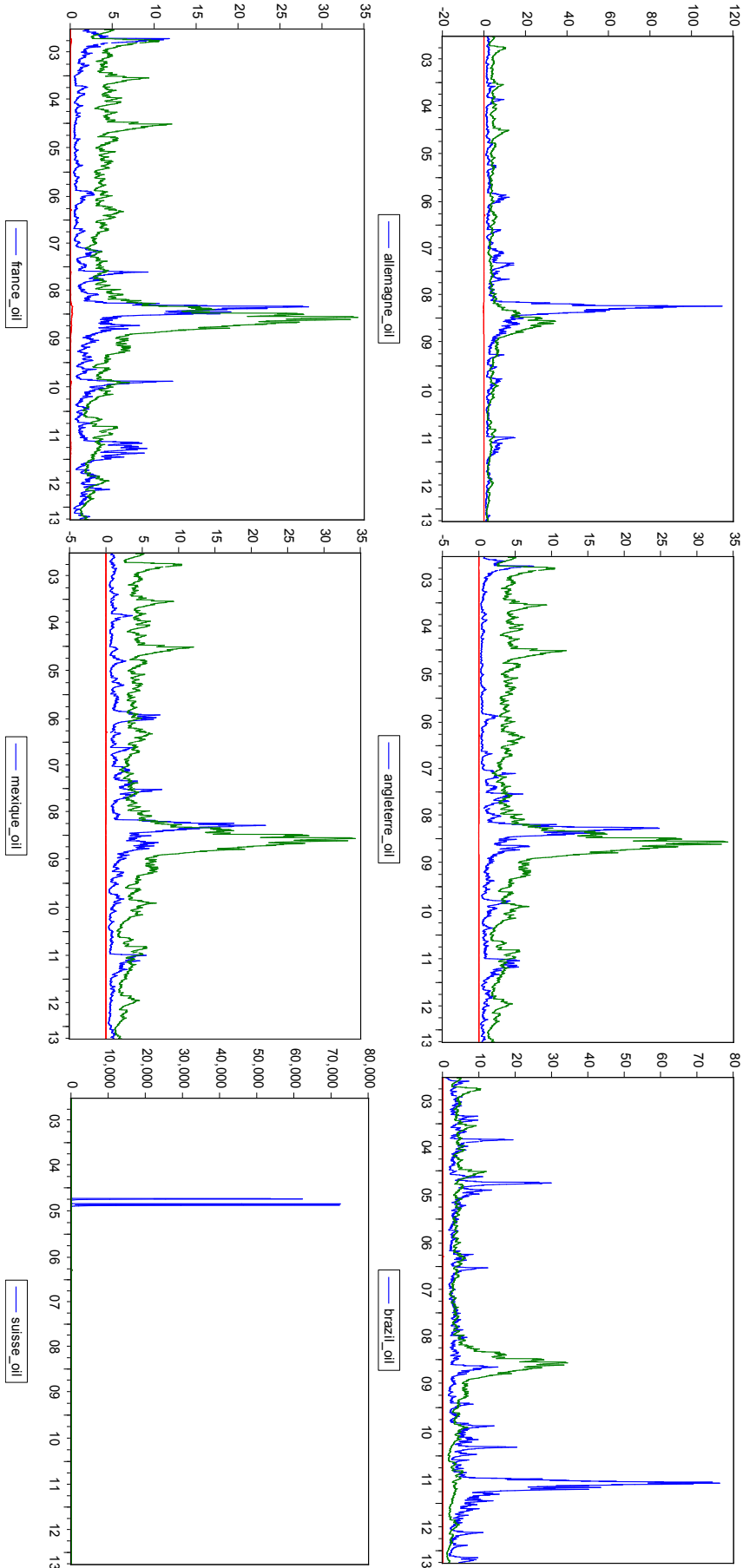
ANNEXE 3 : ANALYSE D'UN VAR(1)-GARCH(1) BIVARIÉ SUR LA PÉRIODE APRÈS CRISE.

Variables	Allemagne		Angleterre		Suisse		France		Brazil		Mexique		Kuwait	
	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o	R_t	R_o
Equation de la moyenne														
$R_t(1)$	0.0065 (0.0266)	-0.017 (0.036)	-0.02 (0.028)	-0.051 (0.043)	0.097*** (0.026)	-0.028 (0.042)	-0.02 (0.026)	0.0476 (0.0298)	0.061** (0.0253)	0.00146 (0.0168)	0.03 (0.028)	0.0826* (0.044)	-0.0547 (0.065)	0.2059** (0.0921)
$R_o(1)$	0.0486*** (0.017)	0.0159 (0.025)	-0.0296* (0.016)	0.15 (0.0256)	0.0077 (0.0136)	0.0157 (0.0251)	0.0195 (0.019)	0.0136 (0.0256)	-0.0097 (0.023)	0.0154 (0.0256)	-0.0018 (0.0136)	0.0144* (0.025)	0.0541 (0.0526)	-0.0219 (0.0612)
C	0.09*** (0.035)	0.047 (0.051)	0.0732*** (0.029)	0.0466 (0.0513)	0.069** (0.028)	0.047 (0.051)	0.067* (0.04)	0.05 (0.051)	0.177*** (0.059)	0.0499 (0.051)	0.054* (0.029)	0.048 (0.051)	0.04128 (0.0354)	0.00789 (0.0327)
Equation de la Variance														
Cte	0.028*** (0.008)	0.02472* (0.0097)	0.02*** (0.0057)	0.0246** (0.0097)	0.021*** (0.004)	0.0247*** (0.0097)	0.05*** (0.013)	0.02476* (0.0097)	0.146*** (0.033)	0.0245** (0.0096)	0.0134*** (0.0034)	0.02468* (0.0097)	0.026*** (0.0064)	0.307*** (0.1231)
$\varepsilon_{t,t-1}^2$	0.0088*** (0.011)	0.0536 (0.055)	0.0757*** (0.0114)	-0.03 (0.073)	0.069*** (0.009)	-0.617 (0.0832)	0.099*** (0.0133)	-0.0617 (0.081)	0.107*** (0.0155)	0.0107* (0.002)	0.0654*** (0.0077)	0.0792** (0.036)	0.083*** (0.0125)	-0.01536 (0.0455)
$\varepsilon_{o,t-1}^2$	-0.111 (0.0666)	0.0492*** (0.0111)	0.1732*** (0.0227)	0.04932* (0.011)	-0.0001 (0.963)	0.0491*** (0.011)	-0.0001 (0.221)	0.0493*** (0.011)	-0.003 (0.34)	0.0487*** (0.011)	-0.0003 (23.77)	0.0491*** (0.011)	-0.111 (0.0666)	0.2329** (0.1109)
$h_{t,t-1}$	0.9018*** (0.0127)	0.215*** (0.091)	0.908*** (0.0121)	0.248 (0.167)	0.912*** (0.01)	0.106 (0.133)	0.884*** (0.0149)	0.227 (0.144)	0.87*** (0.17)	0.221 (0.144)	0.9218*** (0.0079)	0.0326 (0.043)	0.897*** (0.015)	0.3215*** (0.0391)
$h_{o,t-1}$	0.2001 (0.1615)	0.9441*** (0.01146)	-0.0001 (11.774)	0.944*** (0.01145)	0.1287 (0.58)	0.944*** (0.011)	0.988* (0.011)	0.944*** (0.0114)	0.994** (0.014)	0.9446*** (0.0113)	0.216 (0.1904)	0.9441*** (0.011)	0.2001 (0.1615)	0.0003 (7.0402)
CCC		0.00077 (0.031)		-0.016 (0.03)		-0.0023 (0.939)	0.0346 (0.014)			0.0349* (0.029)		0.0127 (0.03)		0.12106 (0.0328)
Log-Likelihood		-4529.68				-4211.48		-4621.77		-5062.94		-4199.72		-2756.45
AIC		7.45		7.312		7.2		7.9		8.655		7.18		8.888
SIC		7.78		7.35		7.24		7.94		8.694		7.22		8.935

*, **, *** désigne le degré des significativité respectivement à 10%, 5% et 1%.

(.) Les valeurs entre parenthèse représentent les écart-types.

ANNEXE4 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE COVARIANCES CONDITIONNELLES BIVARIÉES



Determinants of performance of insurance companies in Tunisia: the case of life insurance

Abdelkader Derbali

Higher Institute of Management of Sousse,
University of Sousse, Tunis
Research Unit: Management and Risk Management
22 Street Zarkaa El Yamama City Erriadh, Sousse 4023, Tunisia

Copyright © 2014 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: Business performance has attracted researchers' attention in the literature of corporate finance over the past decades. However, in the context of the insurance sector, they have given some attention. There are many factors to consider when looking at insurance companies. More than anything, consumers and investors should be concerned about the financial strength of the insurer and its ability to meet its ongoing obligations to holders of insurance policies. The insurance sector is one of the fundamental elements in the financing of the Tunisian economy and contributes to the effort of the State to support the development of the countries. According to experts of the insurance sector in 2011 was difficult for insurance companies. In this study, we examine the impact of firm-specific characteristics (size, leverage, tangibility, risk, growth, liquidity and age) on the performance of eight insurance companies in Tunisia a period of 8 years (2005-2012). The analysis of the results from a regression on panel data indicates that the variables height, age and premium growth are the most important determinants of the performance of insurance companies measured by ROA ratio (Return on Asset). Then, the performance of insurance companies is not statistically significant with leverage, tangibility, liquidity and risk.

KEYWORDS: Performance, characteristics specific to insurance companies, life insurance, ROA, Panel data.

1 INTRODUCTION

Insurance companies reveal an importance for businesses and because individuals compensate losses and put them in positions where they were before they occur. In addition, insurers provide economic and social benefits for companies such as, loss prevention and reduction of anxiety.

Insurance can be defined as a service that provides a benefit upon the occurrence of a risk. Delivery, usually financial, may be for an individual, association or business in exchange for a perceived contributions or premiums. Thus, insurance is economic sector which includes the design, production and marketing of this type of service.

Given the rapid development of financial markets, banks and insurance companies are facing intense competition. Traditional performance management appears to be insufficient to meet the needs of strategic development financial institutions [1].

The performance is an association between the functional efficiency and strategic effectiveness. Thus, functional performance is to improve the products, services, production processes and marketing and human resources management. Then, the strategic performance is ahead of the competition by positioning itself on a growing market [2].

The problem of measuring the performance of insurance companies has been well developed in the literature of financial theory. Thus, the profitability of insurance companies can be influenced by external factors and internal factors [3].

In our study, we will examine the impact of specific features at the enterprise level on the performance of insurance companies in the case of life insurance. In this alignment, it begs the question: what are the main determinants of profitability of life insurance companies in Tunisia?

To answer this question, first, we begin our dissertation with a review of literature on the determinants of the performance of financial institutions mainly banks and insurance companies. Then we will analyze empirically the determinants of performance of life insurance companies in Tunisia, based on our sample selected, all analyzing the descriptive statistics for the explanatory variables and interpret the results of the estimation of the model chosen.

2 LITERATURE REVIEW

In general, the majority of studies on banking performance have been established on samples of U.S. banks and some parts of some European banks such as; [4], [5], [6]. We note that there are other works that have studied the performance of banks in other countries such as the case of Colombia [7], Brazil [8], Malaysia [9] and Tunisia [10], [11].

Determinants of performance have been widely studied in the literature of finance company in recent decades. In 1995, Berger conducted a survey on a sample of U.S. banks to determine the impact on the capital return on equity. He used in his study the ratio ROE (Return on Equity) to measure the performance of banks. He concluded that this ratio reveals the existence of a positive impact on the capital return on equity. The impact of the characteristics of banks in the United States on the net interest margin is examined. The results showed that the net interest margins of banks have a positive relationship with leverage, the opportunity cost, the risk of default and management efficiency [4].

In 1997, we studied the determinants of the profitability of commercial banks. They found that profitability is positively related to changes in the gross domestic product (GDP) per capita [6]. In fact, other study relates to the measurement of the performance of Tunisian commercial banks. The empirical data used in this work were extracted from the database of the BCT (Central Bank of Tunisia). The sample included the largest commercial banks in Tunisia (10 banks) during the period 1980-2000 [11].

In order to study the impact of bank characteristics, financial structure and macro-economic indicators, net interest and performance of Tunisian banks for the period concerned margins.

It should be remembered that the different characteristics of banks account for a substantial part of the variation in net interest margin and the performance of the bank. The net interest margin and high performance tend to be associated with banks that hold a relatively large amount of capital.

Other determinants of bank performance on the net interest margin on bank loans have a positive and significant impact. Thus, the size has negative coefficient significance on net interest margins. This finding may simply reflect inefficiencies in the balance.

In addition, macro-economic indicators such as inflation and growth rates have no impact on net interest margins and bank profitability.

Finally, the financial structure has an impact on bank performance and the net interest margin. In fact, the concentration is less beneficial to commercial banks Tunisian competition. In addition, the stock market development has a positive effect on the performance of banks. This reflects the complementarities between bank performance and stock market growth, these complementarities is probably a factor of economic growth. Furthermore, the development of disintermediation of the Tunisian financial system supports the performance of the banking sector in particular and economic management.

The determinants of performance of Malaysian banks over the period of 10 years (1986-1995) are studied. At this point, they chose two features at the micro and macro level. The results showed that inflation and effective expenditure management have a negative impact on profitability, as the interest rate has a positive impact on profitability [9].

Other authors developed a study of the determinants of profitability financial institutions. The results indicated that the credit risk and intensity loans are proportional inversely to profitability. Thus, financial institutions and large sizes that have a level of significant expenses tend to a high profitability ratio [12].

But, in other studies we noted that liquidity, capital and investment are important determinants of bank profitability [13].

In addition, the growth of the money supply has a negligible effect on profitability, while GDP and the capitalization of assets on the stock market have a negative relationship with ROA (Return on Asset). Then, the profitability is positively affected by the size, sales growth and investment. On the other hand, current assets and leverage are negatively correlated with profitability. Several studies have been conducted to measure the performance of insurance companies. For example the functional status of insurers has no impact on the profitability to be provided by public coverage, but have a significant impact on the profitability of insurance companies. However, the size, the investment and the liquidity are the main determinants of the financial viability of insurance companies.

For the role of consolidation and deregulation in the insurance sector in Spain, we focus on estimating the effect of EU directives on insurance (1994) and the policy of the Spanish Government in 1980 on changes in the market structure of the Spanish insurance. The authors also determined that the consolidation has eliminated inefficient and poorly performing companies in the market. In the Spanish insurance sector, the role of organizational form is analyzed by comparing the stock and mutual insurers.

Then, other authors studied the impact of characteristics for insurance companies in Pakistan on the performance thereof. They selected a sample of five insurance companies for a period of seven years (2001-2007). In their study, the performance is expressed by the ratio of economic profitability (ROA) based on seven variables. They made an estimate by the method of OLS (Ordinary Least Square) to justify the most important determinants of the performance of insurance companies. These authors concluded that performance is positively influenced by the level of risk and the size of the firm. But this performance was negatively impacted by the debt ratio (leverage) [12].

In addition, insurance companies must diversify their investment techniques and use an effective hedge for them to create adequate financial income. Since diversification minimizes the risk level.

3 RESEARCH METHODOLOGY

3.1 SAMPLE

Currently, there are nineteen insurance companies in Tunisia. According to the annual report published in 2013 by the Tunisian Federation of insurance companies we can notice the increase generated by the insurance companies in Tunisia income. This report has enabled us to draw the following conclusions:

- ❖ The premiums of the insurance sector totaled 1 026.223 961.921 MD in 2012 against MD in 2011, an increase of 6.68%.
- ❖ The paid claims registered an increase of 18.69% from 505.709 in 2011 to 600.250 MD MD in 2012.
- ❖ Management fees totaled an amount of 181.415 167.351 MD in 2012 against MD in 2011, an increase of 8.40%.
- ❖ Technical reserves recorded an increase of 12.35% in 2012 from 1 820.791 MD 2011-2 045.696 MD in 2012.
- ❖ Investment amounts entered in balance sheet assets totaled 243.374 2 2 MD in 2012 against 005.227 MD in 2011, a growth rate of 11.88%.
- ❖ The technical result for the year deteriorated in 2012, it recorded a surplus of 125.529 132.061 surplus against MD MD in 2011.
- ❖ The consolidated balance sheets were cleared in 2009 to a profit of 129.448 MD against a profit of 117.083 MD in 2008.

Our sample consists of eight life insurance companies, In order to measure their performance over a period of eight years (2005-2012). This choice is justified by the availability of data. Therefore, the financial data were collected from the annual financial statements (balance sheet, income statement and statement of cash flows) of the life insurance companies that have been published by them.

3.2 MODEL

In this study we used the model who studied the impact of specific variables of a firm (size, leverage, tangibility, risk, premium growth, liquidity and age) on the performance of companies Insurance in Pakistan. This study focused on five insurance companies for a period of 7 years (2001-2007). They used the ratio ROA (Return on Equity) as a measure of performance that will be regressed in terms of the explanatory variables [14].

In this context, the model used in our study is represented as follows:

$$PR_{it} = \beta_0 + \beta_1 (LG_{it}) + \beta_2 (TA_{it}) + \beta_3 (SZ_{it}) + \beta_4 (LQ_{it}) + \beta_5 (AG_{it}) + \beta_6 (RC_{it}) + \beta_7 (GR_{it}) + \varepsilon_{it}$$

Where:

- ❖ PR_{it} = Performance (ROA) = (earnings before interest and taxes divided by total assets).
- ❖ LG_{it} = Leverage (Leverage) = (total debt / total assets).
- ❖ TA_{it} = Tangibility (Tangibility) = (capital / total assets).
- ❖ SZ_{it} = Size (Size) = Ln (premiums).
- ❖ LQ_{it} = Liquidity (Liquidity) = (Current Assets / Current Liabilities).
- ❖ AG_{it} = Age (Age) (The difference between the current year and the year of establishment of the company).
- ❖ RC_{it} = Risk (Risk) = (Standard deviation of the ratio of total applications premiums).
- ❖ GR_{it} = (Growth) = (Percent change in premiums).
- ❖ ε_{it} = The error term.

4 EMPIRICAL RESULTS

4.1 DESCRIPTIVE STATISTICS

In Table 1 we present a descriptive analysis of the different variables associated with insurance companies' life in Tunisia obtained using the STATA software. In fact, in this study we considered the performance as a dependent variable expressed in terms of specific characteristics of insurance companies such as Tunisian, leverage, size, growth, tangibility, liquidity, risk and age (independent variables).

Table 1. Descriptive Statistics

Stats	N	Average	Max	Min	Standard deviation	Median
Leverage	64	0.1687585	0.4365028	0.0305468	0.1033324	0.1428552
Tangibility	64	0.6951185	0.90702	0.4352791	0.1279787	0.7162244
Size	64	17.57351	19.44382	14.04266	1.457735	17.94376
Liquidity	64	4.965466	40.99003	0.2161963	8.514908	2.397961
Age	64	33,125	60	13	12.45955	33
Risk	64	10.41076	35	0.2435627	9.588427	8.432577
Growth	64	0.0698127	0.4741729	-0.5520006	0.1971104	0.0766451

The analysis in Table 1 indicates that the minimum value of the debt ratio (Leverage) is (0.030), while its maximum value is (0.436). Based on the value of the median, we noticed that 50% of Tunisian life insurance companies have an average value (0.1428), which shows us the importance of debt in the activity of these firms.

Thus, we noticed that 50% of life insurance companies have a ratio of Tunisian tangibility (Tangibility) of (0.716) (the median value) so the assets have a large enough value in the composition of the assets of those thereof. During the study period we found that half of the life insurance companies have an average value of the variable size (Size) of (17.94) which is

expressed by the natural logarithm of the premiums received by them it from the insured. In addition, we noticed that 50% of the population in our sample age (Age) 33 years over the study period.

In this context, it fits the importance of age in the business of life insurance companies as may affect the market share and the performance thereof. Indeed, among the life insurance companies in our sample, those with a growth rate (Growth) premiums received is equal to 0.0766. Therefore, changes in premiums may largely influence the profitability of life insurance companies as premiums are the main resources for this type of service business.

Table 2. Pearson Correlation

	Leverage	Tangibility	Size	Liquidity	Age	Risk	Growth
Leverage	1						
Tangibility	-0.0483	1					
Size	-0.5256	0.1183	1				
Liquidity	-0.2338	0.1914	-0.0109	1			
Age	-0.2659	0.3293	0.3414	0.0466	1		
Risk	-0.2036	0.4023	0.1058	0.4541	0.1150	1	
Growth	-0.1237	-0.0634	0.2042	-0.3703	0.0097	-0.1539	1

In addition, the results show no coefficient exceed the tolerance limit (0.7), which does not cause problems during the regression of performance (ROA). The results for these tests are given in Table 2.

4.2 ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE ESTIMATION

After interpreting the results from the table of descriptive and statistical correlation table, we present the results of the estimation of our model that measures the performance of life insurance companies.

First, we present a regression on panel data (double dimension: individual and temporal). In this case, there is a problem in the estimation. That is to say, we will choose between the estimate of the fixed effects or random effects by. Our choice is justified by the probability of the Hausman test which must be compared to a value of 10%.

Table 3. Results of the estimation model for measuring the performance

Pr	Coeff	Std. Err.	Student's t	P> t	[95% Conf. Interval]
Constant	0.010267	1.959826	1.54	0137	-1.02607 7.046603
Leverage	-0.1033798	0.8500967	-0.12	0904	-0.5327734 0.5607563
Tangibility	0.0139914	0.2654793	0.05	0958	-0.5419053 -0.0136733
Size	-0.2777893	0.1282404	-2.17	0040 **	-0.0022039 0.0227791
Liquidity	0.0102876	0.0060652	1.70	0102	0.0222604 0.090817
Age	0.0565387	0.0166437	3.40	0002 *	-0.0061138 0.0072396
Risk	0.0005629	0.0032418	0.17	0864	0.0625603 0.5070237
Growth	0.284792	0.1079036	2.64	0014 **	-1.02607 7.046603
Significant at a threshold value (*) 1% (**) and 5% (***) 10%.					
R ² = 0.6213					
Adjusted R ² = 0.6544					
F (7.25) = 2.79					
P> F = 0.0273					
Hausman test: P> chi2 = 0.0002					

Based on the results shown in Table 3 we note that although the probability of Hausman test is equal to (0.0002). This probability is less than 10%, so we chose the fixed effects model.

In fact, the likelihood is equal to Fisher (0.0273) is less than 5%. So the estimated model is globally significant.

The value of R^2 is (0.6213) indicating that the performance of insurance companies in Tunisia depends almost 62.13% of independent variables namely, leverage, size, growth, tangibility, age, risk and liquidity.

Therefore, the performance of insurers is defined mainly by these seven variables insurers during the study period. Table 3 indicates that the variable size is inversely proportional to the performance of Tunisian life insurance companies.

The results show that the coefficient on Size (size) is negative (-0.2777893). Thus, this variable is statistically significant negative (-2.17) the 5% threshold. For this, life insurance Tunisian small size companies are more efficient than those of larger sizes.

The coefficient on age is positive (0.0565387). Thus, this variable has a significant and positive depending on the value of the Student's t which is equal to (3.40) at the 1% impact. Therefore, the age of an insurance company may affect its performance. This is explained through the age of the life insurance companies and their presence on the Tunisian insurance market.

The positive coefficient on the variable Growth (premium growth) indicates positive relationship between growth and yield. Thus, the variable Growth has a positive coefficient (0.284792). This variable is statistically significant positive (2.64) at 1%. Thereafter, the increase in premiums received positively affects the level of performance of insurance companies in Tunisia. In this case, premiums may be an important variable and admits a direct impact on the profitability of insurers.

However, other variables have no influence on the levels of performance of life insurance companies. In this context, the performance of a company, regardless of their type of activity depends on several internal and external factors which are connected with the activity performed by each type of firm.

5 CONCLUSION

This study examines the impact of the characteristics of life insurance Tunisian firms on the level of performance the insurance sector in Tunisia during a period of 8 years (2005-2012). To this end, the debt ratio, size, age, risk, liquidity, growth and tangibility are selected as explanatory variables while the ROA variable is taken as a dependent variable.

The results of the estimation of a regression model on panel data show that three variables, Size (size), age (age) and Growth (growth) are the most important determinants of the performance of the sector of insurance in Tunisia during the period going from 2005 until 2012.

Thus, the two variables Age and Growth have a positive impact on performance while the Size variable has a negative impact on the level of performance. Then, the other variables (Leverage, Tangibility and Liquidity Risk) are insignificant in relation to the performance of life insurance Tunisian firms.

REFERENCES

- [1] Y. Zhang and L. Li, "Study on Balanced Scorecard of Commercial Bank in Performance Management System," Proceedings of the 2009 International Symposium on Web Information Systems and Applications, Nanchang, PR China, pp. 206-209, 2009.
- [2] A.D. Chandler, "Organization and performance of enterprises," *Published by the organization*, vol. 21, 1992.
- [3] A. Demergu -Kunt and H. Huizinga, "Determinants of trading bank interest margins and Profitability: Some international evidence," *World Bank Economic Review*, vol. 13, pp. 379-408, 1999.
- [4] L. Angbazo, "Commercial bank net interest margins, default risk, interest-rate risk, and off-balance sheet banking," *Journal of Banking and Finance*, vol. 21, pp.55-87, 1997.
- [5] A. Berger, "The relationship between capital and earnings in banking," *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27, pp. 404-431, 1995.
- [6] M.C. Neely and D.C. Wheelock, "Why does bank performance vary across states?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, pp. 27-40, 1997.
- [7] A. Barajas, R. Steiner and N. Salazar, "Interest spreads in banking in Colombia from 1974 to 1996," *IMF Staff Papers*, vol. 46, pp.196-224, 1999.

- [8] T. Afanasieff, P. Lhacer and M. Nakane, "The determinants of bank interest spread in Brazil," Banco Central di Brazil, Working Papers, 2002.
- [9] B.K. Guru and B. Shanmugam, "Determinants of Profitability Commercial bank in Malaysia," Multimedia *University, Working Papers*, 2002.
- [10] S. Ben Naceur, "The determinants of the Tunisian Banking Industry Profitability: Panel Evidence," Working paper, *University of Tunis*, 2003.
- [11] S. Ben Naceur and M. Goaied, "The determinants of the Tunisian deposit banks' performance," *Applied Financial Economics*, vol. 11, pp. 317-319, 2001.
- [12] F. Sufian, "Determinants of bank efficiency falling on unstable macroeconomic environment: Empirical evidence from Malaysia," *Research in International Business and Finance*, vol. 23, pp. 54-77, 2009.
- [13] S.S. Hakim and S.S. Neaime, "Profitability and Risk Management in Banking: A Comparative Analysis of Egypt and Lebanon," *Research in Middle East Economics*, vol. 6, pp. 117-131, 2005.
- [14] N. Ahmed, Z. Ahmed and A. Usman, "Determinants of Performance: A case of life Insurance Sector of Pakistan," *International Research Journal of Finance and Economics*, vol. 128, no. 61, pp. 123-128, 2011.

The impact of banking strategies on the net interest margin: Empirical evidence from Tunisia

Abdelkader Derbali

Higher Institute of Management of Sousse,
University of Sousse, Tunis
Research Unit: Management and Risk Management
22 Street Zarkaa El Yamama City Erriadh, Sousse 4023, Tunisia

Copyright © 2014 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 banking sector, the conditions for creating a sustainable competitive advantage are specific. Moreover, innovation is not protected, new products or new sales methods are easily imitated. Building on traditional thesis factoring May Provide an advantage, aim the durability thereof cannot be ensured partner after the adoption of some strategies. Realized Banks -have for years, the need to define a strategy, as well as for internal Reasons of clearer presentation of the objective and tasks Reasons for external communication towards customers and Shareholders exposed to a controlled development. This article is devoted to the analysis of different approaches developed in the financial literature for measuring the impact of banking strategies on the performance of banks. Our analysis is based on the presentation of a literature review on the measurement of bank performance. Thus, the study of the impact of banking strategies on the performance of banks is based on the use of variables that indicate the type of strategy adopted by a bank. Our empirical validation is carried out on a sample of 11 banks for a period of 13 years (2000-2012). We will use the software to get STATA12 different econometric results and empirically validate our research problem. This validation will be based on the use of econometric techniques such as regression on panel data.

KEYWORDS: banking strategies, banking performance, performance measurement, net interest margin, panel data.

1 INTRODUCTION

The creation of the Tunisian banking system dates back to 1958 when the central bank was created more than two public institutions. The existence of a prudent economic policy and a gradual liberalization of the economy have a very favorable macro-economic environment in Tunisia. In fact, the Tunisian banking system is characterized by a process of reforms since 1986.

However, the Tunisian banking sector is characterized by a significant change: the protected area and closed to an open area, developed and dynamic in the Tunisian economy. Thus, reforms in the Tunisian banking sector have positively impacted the profitability of banks in terms of assets, liabilities and profitability ratios.

In our research, we will answer a key question brings us to determine the impact of banking strategies on net interest margin. Thus, this issue is as follows: to what extent the banking strategies can affect the net interest margin of banks Tunisian?

This paper aims to answer this question. In addition, we will try to present a review of empirical literature on the determinants of net interest margin and then show a brief overview of the banking sector in Tunisia.

Then, we present the research methodology and to analyze the results. In research methodology, we will show the sample used as models to estimate. The last section is reserved to conclusion.

2 LITERATURE REVIEW

The literature on the determinants of net interest margin is broad. Its relevance stems from the need to monitor the trends in bank efficiency over time and assess its impact on the efficiency of the allocation of company funds. Some authors have suggested that the most important interest margins can provide banks with a base that helps to absorb losses from shocks and financial crises and thereby promote the financial stability of the bank activity [1]. Other authors have pointed out that high interest margins may reflect an inadequate regulatory environment and underdeveloped banking system [2], [3].

Empirical evidence on the impact of competition on the net interest margin is heterogeneous and sometimes contradictory. In general, the concentration of high market or strong market power, often measured by the Herfindahl index or the Lerner index is expected to increase interest margins.

However, we showed that this positive relationship fails when applying control over institutions. The authors examined the impact of bank regulations, concentration, and inflation net of bank interest margins using data from 1400 banks in 72 countries. The data indicate that more stringent regulations on the entry of banks and banking activities increased net interest margins. Inflation also has a positive impact on net interest margin. Then, concentration is positively associated with net interest margins. Furthermore, bank regulations become insignificant when controlling for national indicators of economic freedom and the protection of property rights [4].

Other authors considered that the positive relationship between concentration and bank margins may be influenced by other variables [5]. These authors showed that the market concentration of a bank can even negatively affect net interest margins. Two authors have validated their theory on a sample of 19,322 banks for the period 1994-2001. The results found by the authors have verified the existence of a relationship between risk and net interest margin.

Then, in other studies we stated that there is a lack of robustness using market concentration as a factor explaining the conditions of competition between banks [2], [6], [7].

Thus, we found that banks belong to countries where there is a competitive banking sector have smaller net interest margins [3].

In contrast, the fall in margins in the banking sectors of the European Union is justified by a relaxation of competition [8]. Two authors studied the net interest margin in the banking sectors leading Europeans during the period 1993-2000. They found that the decline in net interest margins comes from the relaxation of competition. The increase in net margin comes from the reduction of the effect of interest rate risk, credit risk and costs of operations.

The mixed nature of the results obtained in different empirical research calls into question the exact nature of the relationship between competition and the net interest margin.

Other factors were mentioned that may have an impact on the net interest margin. These factors include the returns on equity and asset growth. The maximization of returns on equity and asset growth may lead to lower interest margins. So we can assume the existence of a negative relationship between equity returns and asset growth on the one hand and the net interest margin on the other.

The period before the financial crisis of 2007 was characterized by low risk-free rate and the growth of assets prices and the availability of financial innovations.

This has led to higher securitization activity and weak banking supervision. A growing chain of literature draws attention to monetary policy as a cause that encourages banks to increase their risk-taking. Several authors have postulated that by information asymmetries and mitigation banks lower the risk. In addition, a low interest rate environment may cause expansion of the level of credit and increase risk-taking.

By analyzing many studies, we can conclude that the net interest margin can be defined or expressed by several variables. These variables are defined in terms of strategies applied by banks. Mention may be made, for example, strategies to clients, financial development strategies, strategies for mergers and acquisitions, competition strategies, strategies for density and concentration, strategies for bank risk management.

3 METHODOLOGY

The purpose of this article is to verify the research hypotheses that revolve around determining the impact of banking strategies on net interest margin in Tunisian banks. We selected a sample of Tunisian banks listed on the stock exchange.

Thus, our sample includes the major commercial banks in Tunisia (11 banks) during the period 2000-2012. Our study will mainly banks listed on the stock exchange:

- ❖ Amen Bank (AB).
- ❖ Arab Tunisian Bank (ATB).
- ❖ Attijari Bank of Tunisia (BAT).
- ❖ The Housing Bank (BH).
- ❖ The Arab International Bank of Tunisia (BIAT).
- ❖ The Tunisian Bank (BT).
- ❖ The Agricultural National Bank (BNA).
- ❖ The Tunisian Society of Banks (STB).
- ❖ Union Bank of Trade and Industry (UBCI).
- ❖ International Union of Banks (UIB).
- ❖ Bank of Tunisia and Emirates (BTE).

In addition, the data used in the empirical validation were extracted from the database of the Central Bank of Tunisia (CBT), the Tunisian Professional Association of Banks and Financial Institutions (TPABFI), the National Institute of Statistics (NIS), the Stock Exchange of Tunisia (SET) and the World Bank (WB).

In fact, our empirical test is to measure the impact of banking strategies on net interest margin Tunisian banks. Therefore, we use several variables to measure this impact.

4 THE MODEL

In this paper, we will refer to the model, in which we studied the impact of banks' strategies on the net interest margin [9]. Their study focuses on a group of banks in the euro zone for a period of 13 years (1995-2007). They used two models. In the first, they considered a variable that measures the ratio between deposits and liabilities in terms of the explanatory variables that explain the existence of a causal relationship that leads to the maximization of net interest margins. The second model measures the net interest margin is expressed as a function of variables that reflect the strategies adopted by European banks.

Their results showed the existence of a positive relationship between net interest margin and deposits / liabilities ratio. This relationship is consistent with previous work. Therefore, we adopt the estimation of the two models we try to present them in the following:

4.1 MODEL 1

The first model is as follows:

$$ddepliab_{it} = \beta_0 + \beta_{1t}inf_t + \beta_{2t}gdp_t + \beta_{3t}size_{it} + \beta_{4t}oppcost_{it} + \beta_{5t}scale_{it} + \beta_{6t}growthasset_{it} + \epsilon_{it}$$

Where,

- $ddepliab_{it}$: is the ratio between the total deposits and total liabilities of bank i at time t .
- inf_t : is the inflation rate at time t in Tunisia.
- gdp_t : is the growth rate of GDP at time t in Tunisia.
- $size_{it}$: is the logarithms of total assets of bank i at time t .
- $oppcost_{it}$: is the ratio of reserves held at the central bank and the total assets of bank i at time t .
- $scale_{it}$: is the relationship between the logarithm of the bank credits and i the number of banks studied at time t .
- $growthasset_{it}$: is the growth rate of assets of bank i at time t .
- β_{it} : the coefficients of the explanatory variables ($i = 1, \dots, 6$) and ($t = 1, \dots, 13$).
- β_0 : the constant.
- i : the index relative to each bank ($i = 1, \dots, 11$).
- ϵ_{it} : the error term.

4.2 MODEL 2

The second model is as follows:

$$nim_{it} = \alpha_0 + \alpha_{1t}capstruc_{it} + \alpha_{2t}inf_t + \alpha_{3t}gdp_t + \alpha_{4t}credrisk_{it} + \alpha_{5t}size_{it} + \alpha_{6t}oppcost_{it} + \alpha_{7t}scale_{it} + \alpha_{8t}ddepliab_{it} + \alpha_{9t}conc_{it} + \alpha_{10t}growthasset_{it} + \alpha_{11t}marketcap_{it} + \varepsilon_{it}$$

Where,

- nim_{it} : is the relationship between interest margin and total assets of banks i at time t . it is the net interest margin is the ratio of net interest income and total assets.
- $capstruc_{it}$: is the relationships between social capital and total assets of bank i at time t .
- inf_t : is the inflation rate at time t .
- gdp_t : is the growth rate of GDP of Tunisia at time t .
- $credrisk_{it}$: it is the ratio between total loans and total assets of bank i at time t .
- $size_{it}$: is the logarithms of total assets of bank i at time t .
- $oppcost_{it}$: is the ratio of reserves held at the central bank and the total assets of bank i at time t .
- $scale_{it}$: is the relationship between the logarithm of the bank credits and i the number of banks studied at time t .
- $ddepliab_{it}$: is the ratio between the total deposits and total liabilities of bank i at time t .
- $conc_{it}$: is the ratio between the total assets of bank i and the total assets of the three largest banks at time t .
- $growthasset_{it}$: is the growth rate of the assets of bank i at time t .
- $marketcap_{it}$: is the ratio of market capitalization of the bank i and GDP Tunisia at time t .
- α_{it} : The coefficients of the explanatory variables ($i = 1... 11$) and ($t = 1... 13$).
- α_0 : the constant.
- i : the relative index to each bank ($i = 1, ..., 11$).
- ε_{it} : The error term.

The impact of different variables on the net interest margin, or the impact of banks' strategies on the net interest margin can be represented in Table 2.

Table 1. Analysis of the impact of banking strategies on the net interest margin in the literature

Variables	Impact on the net interest margin				Strategy of the bank
	+	Authors	-	Authors	
capstruc	*	[2], [3], [10], [5]			Capital management strategy. The higher ratio capstruc signified the higher the risk of insolvency is low.
inf	*	[2]	*	[3], [4]	Control strategy of the macro-economic environment.
gdp	*	[2]	*	[3], [4]	Control strategy of the macro-economic environment.
credrisk	*	[2], [8]			Strategy management of credit risk. More risk involved, the higher the net interest margin is high.
size			*	[5]	Strategy to manage the level of credit granted to customers.
oppcost	*	[8], [5]			Strategy for compliance with regulations imposed by the BCT.
scale	*	[1]	*	[8]	Strategies in the context of relations with other banks.
ddepliab	*	[3], [4]			Selection strategy clients. That is to say how we can assign a balance between collecting deposits and granting loans.
conc	*	[9]	*	[4]	Strategy of concentration and competition.
growthasset			*	[9]	Strategy to manage the assets. That is to say, the strategy to manage the evolution of the level of appropriations or the strategy of the customer.
marketcap	*	[11]			Strategy in the financial market.

This paper aims to study the impact of banking strategies on the net interest margin Tunisian banks. This impact may be reflected in the measurement of the net interest margin as a function of several variables such as variables related to the characteristics specific banks (capstruc, size, ddepliab, growthasset, credrisk) The variables of financial regulation (oppcost), Variables that represent macro-economic measures (inf, gdp) Variables on concentration and competition from banks (scale, conc) And indicators of financial development (marketcap).

In this context, the hypotheses to be tested are those that verify the existence or not of an impact on the strategies of banking net interest margin Tunisian banks during the study period (2000-2012). Indeed, the assumptions of our research are:

- ❖ **H1: Banking strategies may affect net interest margins.**
 - **H1a: Banking strategies for specific characteristics of banks may affect the net interest margin.**
 - **H1b: Banking strategies for the macro-economic environment may affect the net interest margin.**
 - **H1c: Banking strategies for financial regulation may affect the net interest margin.**
 - **H1d: Banking strategies for financial development can affect the net interest margin.**
 - **H1e: Banking strategies for concentration and competition may affect the net interest margin.**
- ❖ **H2 : Banking strategies may not affect net interest margins.**
 - **H2a: Banking strategies for specific characteristics of banks can not affect the net interest margin.**
 - **H2b: Banking strategies for the macro-economic environment can not affect the net interest margin.**
 - **H2c: Banking strategies for financial regulation can not affect the net interest margin.**
 - **H2d: Banking strategies for financial development can not affect the net interest margin.**
 - **H2e: Banking strategies for concentration and competition can not affect the net interest margin.**

5 EMPIRICAL RESULTS

In this section, we will specify the type of estimate for both models is a regression on panel data. The choice of this type of regression is justified by the presence of the two dimensions in the data used, the first dimension is time (a period of 13 years) and the second is individual (the sample used is composed of 11 Tunisian banks listed on the Securities Tunis).

Table 2 summarizes the descriptive statistics for each variable used in the estimation of both models. The nim variable, which expresses the net interest margin of banks Tunisian throughout the study period, can reach a maximum value 0.0670315, as its minimum value is 0.0076826. The level of risk of the net interest margin which is measured by the standard deviation is 0.00864.

In fact, Tunisian banks tend to ensure a positive interest margin is the difference between interests received (interest received on loans granted) and interest income (interest earned on deposits collected). For this, the strategy to manage the deposits is explained by the variable ddepliab which has a maximum value 0.9376426 and a minimum value of 0.0212091. Thus, the level of risk is 0.1877409. The ddepliab variable is riskier than the nim variable.

Table 2. Descriptive statistics

Variables	Obs	Mean	Max	Min	Sd	Skewness	Kurtosis
nim	143	0.0252712	0.0670315	0.0076826	0.00864	0.6829567	5.81052
capstruc	143	0.0564564	0.4292398	0.015467	0.0799893	3.486925	14.54558
inf	143	0.0324615	0.046	0.021	0.0074226	0.509426	2.230108
gdp	143	0.0396923	0.063	-0.008	0.0216464	-1.069673	2.893775
credrisk	143	0.725902	0.9155814	0.4319	0.0867406	-1.18072	4.469312
size	143	21.57717	22.79138	19.16106	0.802446	-1.130005	4.325964
oppcost	143	0.0527069	0.1558974	0.004224	0.0289286	1.282925	5.015567
scale	143	1.931707	2.052858	1.694555	0.0740285	-1.061256	4.187841
ddepliab	143	0.7484049	0.9376426	0.0212091	0.1877409	-2.459022	9.254685
vonc	143	0.2022536	0.4078546	0.0211756	0.1005056	0.0943297	2.114884
growthasset	143	0.0959237	0.2846661	-0.064902	0.0710038	0.4625839	2.772735
marketcap	143	23.05976	101.6935	0.0862381	20.57838	1.667371	5.937398

In continuation of the analysis of the results, we conducted a test of correlation between the variables used. Table 3 summarizes the results. Furthermore, the results show that the majority of Pearson correlation coefficients do not exceed the tolerance limit (0.7) except for a few variables, which does not cause problems in estimating the two models of the two models nim and ddepliab.

Table 3. The correlation matrix

	nim	capstruc	Inf	gdp	credrisk	size	oppcost	scale	ddepliab	conc	growthasset	marketcap
nim	1.0000											
capstruc	0.2998 (0.0003) *	1.0000										
inf	-0.0803 (0.3403)	-0.0767 (0.3623)	1.0000									
gdp	0.0426 (0.6135)	0.0783 (0.3528)	-0.0878 (0.2970)	1.0000								
credrisk	0.3459 (0.0000) *	0.0294 (0.7272)	-0.0494 (0.5578)	-0.2038 (0.0146) **	1.0000							
size	-0.3605 (0.0000) *	-0.7882 (0.0000) *	0.2149 (0.0100) **	-0.2396 (0.0040) *	0.0227 (0.7878)	1.0000						
oppcost	0.3774 (0.0000) *	0.6733 (0.0000) *	-0.0388 (0.6455)	0.0175 (0.8359)	-0.0161 (0.8484)	-0.6065 (0.0000) *	1.0000					
scale	-0.2970 (0.0003) *	-0.7708 (0.0000) *	0.2020 (0.0155) **	-0.2668 (0.0013) *	0.1835 (0.0000) *	0.9868 (0.0000) *	-0.5990 (0.0000) *	1.0000				
ddepliab	-0.2209 (0.0080) *	-0.8612 (0.0000) *	0.0955 (0.2564)	-0.0233 (0.7825)	-0.1699 (0.0425) **	0.6516 (0.0000) *	-0.7144 (0.0000) *	0.6136 (0.0000) *	1.0000			
conc	-0.3104 (0.0002) *	-0.5662 (0.0000) *	0.0300 (0.7222)	-0.0527 (0.5321)	0.0243 (0.7731)	0.8435 (0.0000) *	-0.4632 (0.0000) *	0.8346 (0.0000) *	0.3588 (0.0000) *	1.0000		
growthasset	-0.1384 (0.0993) ***	-0.0661 (0.4328)	0.1844 (0.0274) **	0.1262 (0.1331)	-0.2369 (0.0044) *	0.0645 (0.4440)	-0.1411 (0.0928) ***	0.0235 (0.7810)	0.0742 (0.3783)	-0.0212 (0.8011)	1.0000	
marketcap	-0.0114 (0.8923)	-0.3097 (0.0002) *	0.1176 (0.1618)	-0.4177 (0.0000) *	-0.0424 (0.6151)	0.4651 (0.0000) *	-0.0291 (0.7301)	0.4501 (0.0000) *	0.3443 (0.0000) *	0.2149 (0.0099) *	0.0535 (0.5254)	1.0000

significant at a threshold value (*) 1% (**) and 5% (***) 10%

In addition, by observing the Figure 1 we can see that all Tunisian banks have a net positive interest margin. This profit comes from good management applied by these banks in their activities. In fact, the resources collected from agents in lending are adequate to meet the demands of credit agents to financing needs.

For example, at the end of 2012, we can see that UBCI has the highest net interest margin. While the ATB has the lowest net interest margin in all Tunisian banks belonging to our sample.

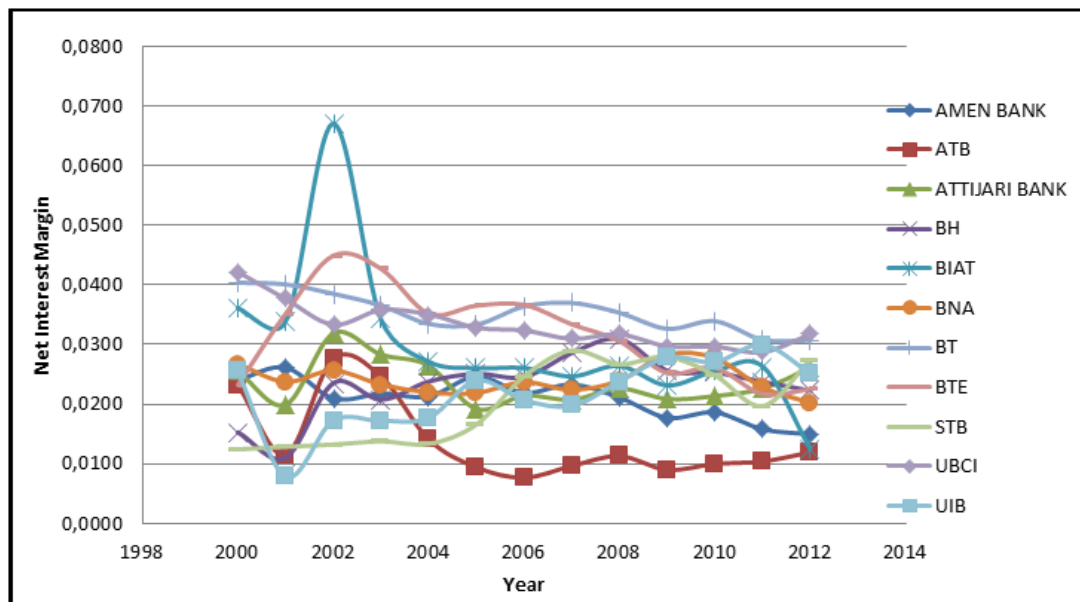


Fig. 1. The evolution of the net interest margin of banks Tunisian

The results of the estimation of the ddepliab variable and the nim variable are presented respectively in both Tables 5 and 6. The tables include several specifications; with the basic the two tables include several estimates specification including a

set of bank characteristic variables. Know an estimate of the dependent variables using the explanatory variables on strategies adopted by Tunisian banks. On the variable nim, we based our study on explanatory variables that are grouped by categories, namely category on the specific characteristics of banks, a category on financial regulation, a class on macro-economic indicators, a category on the concentration and competition and a final category for indicators of financial development.

So we added another model in which we estimate the ddepliab variable based on six variables inf, gdp, size, oppcost, scale and growthasset. This is justified in the literature by the significant impact of this variable on the net interest margin [9].

Note here that, the panel structure is homogeneous. In this case, we will apply the method of ordinary least squares that allows a better fit by minimizing the sum of squared residuals.

Therefore, we estimated two models in which we adopted the two variables ddepliab and nim as explained variables. The results of the OLS estimation of these two models are presented in both Table 5 and table 6.

Before starting estimates for the two models, we also conducted a test of the unit root panel data. Thus, we used the test of Levin-Lin-Chu. The null hypothesis of this test is H0: all series are non-stationary and the alternative hypothesis is H1: all series are stationary. The acceptance or rejection of the null hypothesis is based on the value of the p-value. This value is compared to a threshold of 10%. If the value of the p-value is less than 10%, then we reject H0 and if the value of the p-value is greater than 10%, then we accept H0.

According to the results presented in Table 4, we found that only three variables that present the p-value greater than 10%. These three variables are size, scale and marketcap and have no material impact on the net interest margin (nim). Thus, the non-stationarity of these three variables does not pose a problem in the estimated model. For other variables, the values of p-values for them are less than 10%. In this case, we reject H0 e thereafter all these variables are stationary.

Table 4. Testing the unit root

Variables	Statistic	p-value
Nim	-3.0359	0.0012
Capstruc	-0.5884	0.0781
Deppliab	-3.5578	0.0002
Inf	-2.2377	0.0126
Pg	0.9498	0.0000
Credrisk	-1.7568	0.0395
Size	0.7823	0.7830
Oppcost	-2.9825	0.0014
Scale	1.6300	0.9485
Conc	-2.5219	0.0058
Growthasset	-6.1053	0.0000
Marketcap	1.9967	0.9771
In this test, the p-value is compared to 10%. If p-value <10% and therefore we reject H0 if p-value > 10% then we accept H0. With H0: all series are non-stationary.		

However, the problem that arises when estimating is the choice of the estimation method, the estimation of a fixed effects model or the estimation of a random effects model. Thus, approached this problem solution is the Hausman test which allows you to choose between the estimation of a fixed effects model and the estimation of a random effects model.

In model 1 (ddepliab), we chose the random effects model as an estimation method. This choice is justified by the probability of the Hausman test which is equal to 0.9836. Thus, this probability is greater than 10%, therefore, we chose the random effects model.

Next, we conducted tests of autocorrelation of the first order of each estimated model. This test is based on the interpretation of the probability value (Prob > F). This value is compared to a threshold of 5%. If the probability is less than 5%, reject H0 therefore, that is to say it rejects the hypothesis of absence of the self-correlation of the first order. In this case, we will correct this problem in the presence of autocorrelation

For the model (ddepliab), the probability value (Prob> F =0.0001) is less than 5% and we have corrected the problem that is presented in Table 6 (estimate 3). In this context, there is not a problem of correlation between the explanatory variables and residuals.

We also conducted additional tests to show the validity of the estimated models and justify the significance of the estimates. We tested the correlation between the explanatory variables and the residuals. This type of test is based on the value (Prob> chi2). If this probability is less than 5%, so we accept H0 that verifies the absence of correlation between the residuals and the explanatory variables. If this probability is greater than 5% in this case there is a problem of correlation between the residuals and the explanatory variables that must be corrected.

In the three estimates of the model (1), the probability values (Prob> chi2) are all less than 5%. So there are not problems of correlation between the explanatory variables and residuals.

The test of significance of the model is based on the probability of Fisher. We noticed that all the probability value Fisher is less than 5% in all estimates first model. So we can deny that the estimated (ddepliab) model is globally significant.

Thus, we found that the coefficient of determination R² is equal to 0.6756 in the estimate used; therefore the model (1) is characterized by a good linear fit.

Model (1) to be estimated is as follows:

$$ddepliab_{it} = \beta_0 + \beta_{1t}inf_t + \beta_{2t}gdp_t + \beta_{3t}size_{it} + \beta_{4t}oppcost_{it} + \beta_{5t}scale_{it} + \beta_{6t}growthasset_{it} + \epsilon_{it}$$

Table 5. Estimating the variable ddepliab

Dependent Variable: ddepliab			
	Estimation 1 Fixed effects model	Estimation 2 Random effects model	Estimation 3 (Correcting the problem of autocorrelation)
	2000-2012	2000-2012	2000-2012
Explanatory variables	Coefficients (T-Student)	Coefficients (T-Student)	Coefficients (T-Student)
inf	0.5761678 (0.72)	0.567826 (0.72)	-0.1008473 (-0.27)
gdp	0.7449829 (2.26) **	0.7132656 (2.25) **	0.1027148 (0.48)
size	0.0376901 (0.49)	0.0571115 (0.77)	0.083147 (1.23)
oppcost	-3.208795 (-7.29) *	-3.223474 (-7.68) *	-2.68375 (-5.18) *
scale	0.488877 (0.55)	0.2646303 (0.31)	-0.3377341 (-0.47)
growthasset	-0.178439 (-2.02) **	-0.1791969 (-2.08) **	-0.1921107 (-3.39) *
const	-0.8712385 (-2.06) **	-0.8547434 (-2.15) **	-0.2412108 (-0.49)
Number of Obs	143	143	143
By Fisher	Prob> F = 0.0000		
The value of Fisher	F (6.126) = 14.42		
The probability of chi2 () ^a		Prob> chi2 = 0.0000	Prob> chi2 = 0.0000
The value of Wald chi2		Wald chi2 (6) = 108.26	Wald chi2 (6) = 40.10
R ²	0.6104	0.4068	0.6756
Probability of Hausman test	Prob> chi2 = 0.9836	Prob> chi2 = 0.9836	Prob> chi2 = 0.9836
Chosen in the estimation model	The random effects model		
Auto-correlation test (P> F) ^b	0.0001		
Assumption	H0 is rejected: absence of autocorrelation		
✓ Values in parentheses represent the t-Student. ✓ Significant at a threshold value (*) 1% (**) and 5% (***) 10%. ✓ ^aWall test is used to test the correlation between the explanatory variables and residuals. We compare the probability (Prob> chi2) with a threshold of 5% with H0: no correlation between the variables used and residuals. If (Prob> chi2) <5%, then we accept H0. ✓ ^bFor the autocorrelation test, comparing the probability of a Fisher 5% threshold with H0: absence of autocorrelation of the first order. If (P> F) <5%, then, we reject H0.			

From the results shown in Table 6, we noticed that there are two significant variables: oppcost growthasset. However, the variable is statistically significant oppcost negatively to a threshold of 1% with a value of t-student that is equal to (-5.18). So, the variable that measures the importance of mandatory reserves held by banks in Tunis negatively influences the dependent variable ddepliab which measures the proportion of deposits in total liabilities.

The second variable (growthasset) has a negative impact on the variable ddepliab. The growthasset is a statistically significant level of 1% with a value of t-student who is (-3.39). In this case, the increase in the level of assets negatively affects ddepliab.

In the model 2 (nim), we chose the random effects model as an estimation method. This choice is justified by the probability of the Hausman test which is equal to 0.2315. Thus, this probability is greater than 10%, therefore, we chose the random effects model.

Next, we conducted tests of autocorrelation of the first order of each estimated model. This test is based on the interpretation of the probability value (Prob> F). This value is compared to a threshold of 5%. If the probability is less than 5%, reject H0 therefore, that is to say it rejects the hypothesis of absence of the self-correlation of the first order. In this case, we will correct this problem in the presence of autocorrelation

In model 2 (nim), the probability value (Prob> F =0.0887) is greater than 5%. In this case, one accepts H0: lack of correlation of first self-. In this context, there is not a problem of correlation between the explanatory variables and residuals.

We also conducted additional tests to show the validity of the estimated models and justify the significance of the estimates. We tested the correlation between the explanatory variables and the residuals. This type of test is based on the value (Prob> chi2). If this probability is less than 5%, so we accept H0 that verifies the absence of correlation between the residuals and the explanatory variables. If this probability is greater than 5% in this case there is a problem of correlation between the residuals and the explanatory variables that must be corrected.

In both estimates of the model (2), the probability values (Prob> chi2) are all less than 5%. So there are not problems of correlation between the explanatory variables and residuals.

The test of significance of the model is based on the probability of Fisher. We noticed that all the probability value Fisher is less than 5% in the estimation of the second model (Prob> F = 0.0000). So we can deny that the estimated (ddepliab) model is globally significant.

Thus, we found that the coefficient of determination R² is equal to 0.6433 retaining in the estimation, therefore the model (2) is characterized by a good linear fit. Model (2) to be estimated is as follows:

$$nim_{it} = \alpha_0 + \alpha_{1t}capstruc_{it} + \alpha_{2t}ddepliab_{it} + \alpha_{3t}inf_t + \alpha_{4t}gdp_t + \alpha_{5t}credrisk_{it} + \alpha_{6t}size_{it} + \alpha_{7t}oppcost_{it} \\ + \alpha_{8t}scale_{it} + \alpha_{9t}conc_{it} + \alpha_{10t}growthasset_{it} + \alpha_{11t}marketcap_{it} + \varepsilon_{it}$$

Table 6. Estimating the variable nim

Dependent variable: nim		
	Estimation 1 Fixed effects	Estimate 2 Random effects
	2000-2012	2000-2012
Explanatory variables	Coefficients (T-Student)	Coefficients (T-Student)
capstruc	0.0564646 (2.40) **	0.0335728 (1.78) ***
deppliab	0.009289 (0.88)	0.0328918 (3.89) *
inf	-0.0321035 (-0.46)	0.0348916 (0.39)
gdp	-0.0026214 (-0.09)	0.0094484 (0.28)
credrisk	0.0315514 (0.52)	-0.0474652 (-0.66)
size	-0.0067563 (-0.16)	-0.0706218 (-1.50)
oppcost	0.0120062 (0.25)	0.13869 (3.89) *
scale	0.0971386 (0.21)	0.7045701 (1.35)
conc	-0.0472139 (-1.37)	0.0265904 (1.68) ***
growthasset	0.0004938 (0.07)	0.0067919 (0.75)
marketcap	-0.0001173 (-2.84) *	0.0000431 (1.02)
cons	-0.0369134 (-0.54)	0.1801702 (2.23) **
Number of Obs	143	143
By Fisher	Prob> F = 0.0000	
The value of Fisher	F (11.121) = 6.64	
The probability of chi2 () ^a		Prob> chi2 = 0.0000
The value of Wald chi2		Wald chi2 (11) = 91.48
R ²	0.1380	0.6433
Probability of Hausman test	Prob> chi2 = 0.2315	Prob> chi2 = 0.2315
Chosen in the estimation model	The random effects model	
Auto-correlation test (P> F) ^b	0.0887	
Assumption	Autocorrelation lack: It accepts H0	
✓ Values in parentheses represent the t-Student. ✓ Significant at a threshold value (*) 1% (**) and 5% (***) 10%. ✓ ^aWall test is used to test the correlation between the explanatory variables and residuals. We compare the probability (Prob> chi2) with a threshold of 5% with H0: no correlation between the variables used and residuals. If (Prob> chi2) <5%, then we accept H0. ✓ ^bFor the autocorrelation test, comparing the probability of a Fisher 5% threshold with H0: absence of autocorrelation of the first order. If (P> F) <5%, then we reject the hypothesis H0.		

The analysis in Table 7 reveals the existence of four statistically significant variables in Model 2. These four variables are capstruc, oppcost, ddeppliab and conc. Other variables have an impact on the net interest margin, but this impact is marginally significant or relative.

The strategy capital management has a positive and significant impact on the net interest margin. This strategy is represented by the variable capstruc. This variable is statistically significant and positively to a threshold of 10% and a value of t-student which is equal to 1.78. So, the more the bank adopted a good strategy for managing capital plus its net interest margin will be maximized.

Policy compliance with regulations imposed by the BCT has a positive and significant impact. This strategy is represented by the *oppcost* variable is statistically and positively significant at the 1% level and with a value of t-student which is equal to 3.89. However, over the bank complies with the regulations imposed by the CBT plus net interest margin will be maximized.

The strategy is to manage relationships with customers. That is to say how we can assign a balance between collecting deposits and granting loans. This strategy has a positive and significant impact on the net interest margin. This strategy, which is represented by the variable *ddepliab* affects net interest Tunisian banks at a threshold of 1% margin. This effect allows us to deduce the importance of adopting a good strategy to better manage the relationship with customers. That is to say, to assign equilibrium between stakeholders who are the agents in lending and borrowers who are agents financing needs. Better management of this relationship maximizes the net interest margin.

The fourth significant variable is the variable *conc* which has a statistically significant and positive impact on net interest a threshold margin of 10% and a value of 1.68 t-student. This variable defines the strategy of concentration and competition. Thus, the more the bank adopts best strategies of concentration and competition more it maximizes its net interest margin.

Finally, we presented in Table 7 different results for the verification of research hypotheses of this study.

Table 7. Verification of research hypotheses

Type of strategy	Accepted hypothesis	Hypothesis rejected
<i>Banking strategies for specific characteristics to banks</i>	<i>H1a: Banking strategies for specific characteristics can affect the bank's net interest margin (capstruc, ddepliab).</i>	<i>H2a: Banking strategies for specific characteristics banks can not affect the net interest margin (credrisk, size, growthasset)</i>
<i>Banking strategies for the macro-economic environment</i>		<i>H2b: Banking strategies for the macro-economic environment can not affect the net interest margin (inf, gdp).</i>
<i>Banking strategies for financial regulation</i>	<i>H1c: Banking strategies on financial regulation may affect the net interest margin (oppcost).</i>	
<i>Banking strategies on financial development</i>	<i>H1d: Banking strategies on financial development can affect the net interest margin (marketcap).</i>	<i>H2d: Bank financial development strategies can not affect the net interest margin (marketcap).</i>
<i>Banking strategies on concentration and competition</i>	<i>H1e: Banking strategies on concentration and competition can affect the net interest margin (conc, scale).</i>	

6 CONCLUSION

The study of the impact of banking strategies on the net interest margin is one of the main objectives in the recent financial literature. In our work, we have devoted this chapter to study the impact of banking strategies on the level of net interest margins Tunisian banks.

Furthermore, the observation of the results allowed us to conclude that a portion of bank strategies on specific characteristics of banks, banking strategies on financial regulation and banking strategies on concentration and competition have an impact on the performance of Tunisian banks measured by NIM variable. On the other hand, bank strategies on specific characteristics of banks and banking strategies on the macro-economic and banking strategies on financial development environment does have an impact on the net interest margin of banks Tunisian.

The study the impact of banking strategies on the net interest margin is one of the main objectives of the various banks in the banking systems. Indeed, for a net margin of maximum interest must adopt clear and adaptable to any economic situation property strategies. Thus, a focused strategy allows a bank to expose themselves against various banking risks. It allows him to maximize profit while minimizing operating costs.

REFERENCES

- [1] A. Saunders and L. Schumacher, "The determinants of bank interest rate margins: An international study," *Journal of Money and Finance*, vol. 19, no. 6, pp. 813-832, 2000.
- [2] S. Claeys and R. Van der Venet, "Determinants of bank interest margins in Central and Eastern Europe: A comparison with the West," *Economic Systems*, vol. 32, no. 2, pp. 197-216, 2008.
- [3] A. Demirgüç-Kunt and H. Huizinga, "Determinants of trading bank interest margins and Profitability: Some international evidence," *The World Bank Economic Review*, vol. 13, no. 2, pp. 379-408, 1999.
- [4] A. Demirgüç-Kunt, L. Laeven and R. Levine, "The impact of bank regulations, concentration, and institutions on bank margins," *World Bank Policy Research Working Paper*, no. 3030, 2003.
- [5] S.C. Valverde and R.F. Fernández, "The determinants of bank margins in European banking," *Journal of Banking and Finance*, vol. 31, no. 7, pp. 2043-2063, 2007.
- [6] J. Guevara, F. Maudos and F. Pérez, "Market power in European banking Sectors," *Journal of Financial Services Research*. 27(2):109-137, 2005.
- [7] S. Perera, M.T. Skully and J. Wickramanayake, "Bank market concentration and interest spreads: South Asian evidence," *International Journal of Emerging Markets*, vol. 5, no. 1, pp. 23-37, 2010.
- [8] J. Maudos and J.F. De Guevara, « Factors explaining the interest margin in the banking Sectors of the European Union," *Journal of Banking and Finance*, vol. 28, no. 9, pp. 2259-2281, 2004.
- [9] I.J.M. Arnold and S.E.V. Ewijk, "The quest for growth: The impact of bank strategy on interest margins," *International Review of Financial Analysis*, vol. 25, pp. 18-27, 2012.
- [10] A. Demirgüç-Kunt and H. Huizinga, "Financial Structure and Bank Profitability," *Policy Research Working Paper*, no. 2430, pp. 1-15, 2000.
- [11] F. Sufian, "Determinants of bank efficiency falling on unstable macroeconomic environment: Empirical evidence from Malaysia," *Research in International Business and Finance*, vol. 23, pp. 54-77, 2009.

