

# IMPLEMENTATION DU « STRESS-TEST » MACRO-PRUDENTIEL DU RISQUE DE CREDIT BANCAIRE DANS L'UNION ECONOMIQUE ET MONETAIRE OUEST AFRICAINE (UEMOA)<sup>1</sup>

**Mathieu Gbêmèho TRINNOU\***

*E-mail* : [trinnougma@yahoo.fr](mailto:trinnougma@yahoo.fr)

\* *Centre d'Etudes, de Formation et de Recherches en Développement (CEFRED)  
Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)  
Université d'Abomey-Calavi, Bénin.*

**Résumé** : *Cet article implémente le « stress-test » macro-prudentiel du risque de crédit du secteur bancaire de la zone UEMOA. Pour cela, nous avons simulé des scénarios macroéconomiques à partir d'un modèle Vectoriel AutoRegressif (VAR), en faisant référence aux expériences de crise bancaire vécue par les pays de l'UEMOA dans les années 1980-1990. D'une part, les scénarios ont été simulés sur le taux de croissance du PIB réel et sur le taux de change réel individuellement et d'autre part, sur les deux variables de façon mixte. Les résultats du stress-test révèlent que le secteur bancaire est résistant aux chocs macroéconomiques sévères. En effet, à la suite des chocs, le ratio d'adéquation au capital (CAR) des banques reste toujours supérieur au 8% minimum exigé bien qu'il baisse remarquablement. Ce résultat montre que les banques de l'UEMOA ne sont pas « myopes au désastre ». Elles se constituent des fonds propres de sécurité pour couvrir leurs expositions au risque de manière à ce que leur ratio d'adéquation au capital ne descende pas en dessous des 8% exigés.*

**Mots clés** : Risque de crédit, stress-test, Ratio d'adéquation au capital, VAR, UEMOA

**Abstract** : *This paper implements the macro-prudential "stress-test" of credit risk of the banking sector in the WAEMU area. For this, we simulated macroeconomic scenarios from a Vector AutoRegression (VAR) model, referring to the experiences of banking crisis experienced by WAEMU countries in 1980-1990. First, the scenarios have been simulated on the growth rate of real GDP and the real exchange rate separately and secondly, on the two variables so mixed. The results of the stress-test indicate that the banking sector is resistant to severe macroeconomic shocks. Indeed, following the shocks, the capital adequacy ratio (CAR) of banks is still higher than the 8 % minimum required although it falls down remarkably. This result shows that the WAEMU banks are not " myopic to disaster ". They have capital buffers to cover their exposures so that their capital adequacy ratio does not fall below the 8 % required.*

**Key words** : Credit Risk, stress-test, capital adequacy ratio, VAR, WAEMU

**JEL**: G32, G21, C32, O55.

---

<sup>1</sup> L'UEMOA est composée de huit pays : le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo.

## 1. Introduction

Une caractéristique du système financier stable est que ce système doit être capable d'absorber des chocs, empêchant ces derniers d'exercer un effet perturbateur sur l'économie réelle ou sur d'autres systèmes financiers (Wellink, 2002). Dans le même sens, Large (2003) estime que l'on devrait penser à la stabilité financière en termes de maintien de la confiance dans le système financier et que les menaces pour cette stabilité peuvent venir des chocs d'un genre ou d'un autre.

Un principal outil quantitatif d'évaluation de la résilience du système financier aux chocs indésirables est le test de résistance « stress-test » (Čihák, 2004, Melecký et Podpiera, 2010). Les stress-tests sont des instruments pratiques qui permettent d'évaluer la résilience des institutions financières individuelles et des secteurs financiers aux événements fortement adverses mais plausibles (Melecký et Podpiera, 2010). Ainsi, les exercices de stress-test se font au niveau des institutions financières individuelles et au niveau du système financier dans son ensemble. Au niveau des institutions financières individuelles, on parle de stress-test micro-prudentiel tandis qu'au niveau du système financier dans son ensemble, on parle de stress-test macro-prudentiel. Les stress-tests peuvent fournir une vérification indépendante des sources potentielles de vulnérabilité et élargir la compréhension des liens dans le système financier (Fond Monétaire International et Banque Mondiale, 2003). Ils sont exploités afin de servir comme un instrument pour l'analyse de politique et comme un cadre unificateur pour le débat sur la politique prudentielle. L'exécution du programme conjoint d'évaluation des secteurs financiers du Fond Monétaire International et de la Banque Mondiale repose essentiellement sur l'implémentation des stress-tests (Sorge, 2004 ; Niyogi et Bhattacharya, 2011). Aussi, l'exercice des stress-tests est largement appliqué par les banques centrales dans leur souci de préservation de la stabilité financière. Le processus de « Bâle II » en cours aussi souligne l'importance de réaliser les stress-tests afin de combler les limites des modèles internes des banques (Virolainen, 2004).

Cependant, la crise financière internationale de 2007-2008 a non seulement fait ressorti les lacunes de la surveillance micro-prudentielle<sup>2</sup> mais a aussi justifié la grande importance de la surveillance macro-prudentielle<sup>3</sup> dans l'évaluation de la vulnérabilité des systèmes financiers. En effet, la perspective macro-prudentielle a lentement gagné du terrain jusqu'à ce que la crise financière internationale de 2007-2008 lui donne une impulsion considérable (Borio, 2009), car, il ressort clairement à la lumière de cette crise que la surveillance financière trop centrée sur la dimension micro-prudentielle des différents risques au niveau de chaque intermédiaire et de chaque marché, n'a pas suffisamment étudié comment les risques pouvaient s'additionner et se renforcer mutuellement (Trichet, 2011). Le

---

<sup>2</sup> L'objectif de l'approche micro-prudentielle est de limiter le risque de défaillance au niveau des différentes institutions financières, indépendamment de toute incidence sur l'ensemble du système financier (Borio, 2009). Il s'agit du risque idiosyncratique. Le risque idiosyncratique se réfère à une exposition au risque qui est inhérente à une institution financière prise seule dans l'exercice de ses activités. L'analyse micro-prudentielle vise ainsi à assurer la protection des déposants en préservant la santé des institutions financières prises individuellement.

<sup>3</sup> L'objectif de l'approche macro-prudentielle est de limiter le risque d'épisodes de crise financière affectant l'ensemble du système financier, afin de maîtriser leur coût au niveau macroéconomique (Borio, 2009). Il s'agit du risque systémique. Le risque systémique est un risque de dégradation brutale de la stabilité financière, provoqué par une rupture dans le fonctionnement des services financiers, et ayant un impact négatif généralisé sur l'économie réelle (Lepetit, 2010). L'analyse macro-prudentielle s'intéresse donc à la solidité du système financier pris dans son ensemble.

risque systémique n'est évidemment pas appréhendable par simple agrégation des expositions individuelles aux risques.

Ainsi, à la suite de la crise financière internationale de 2007-2008, plusieurs travaux ont implémenté le stress-test macro-prudentiel dans plusieurs systèmes financiers. On peut citer le travail de Gutierrez et Matias (2009) sur le secteur bancaire argentin, de Niyogi et Bhattacharya (2011) sur le secteur bancaire indien, de Melecky et Buncic (2012) sur un échantillon de banques des pays de l'Europe de l'Est et le travail du Fond Monétaire international (2011) sur le secteur bancaire Suédois dans le cadre du Programme d'Evaluation des Secteurs Financiers (PESF). Dans le cas de la zone UEMOA, Gammadigbé (2012) tente un stress-test sur le système bancaire de la zone. Mais, son essai sur le stress-test reste très perfectible car l'auteur s'est juste limité à analyser la sensibilité du coefficient de rentabilité des banques aux variations du taux directeur de la BCEAO à partir de l'estimation d'un modèle en panel dynamique.

En réalité, l'implémentation du stress-test macro-prudentiel est un processus à plusieurs étapes. Ces étapes concernent la construction des scénarios macroéconomiques adverses mais plausibles, l'identification et la quantification des facteurs de risque auxquels sont exposés les institutions financières, l'établissement de la relation entre les variables macroéconomiques et les facteurs de risque, l'identification et le calcul des expositions au risque et l'établissement de la relation entre les indicateurs de résultat du stress-test et les risques (Melecky et Podpiera, 2010).

L'objectif de ce papier est d'implémenter le stress-test macro-prudentiel du risque de crédit du secteur bancaire de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA).

Malgré les innovations dans le domaine bancaire, le risque de crédit reste le risque le plus significatif auquel s'exposent les banques (Čihák, 2005). L'une des principales tâches des banques est d'offrir des crédits, et leur principale source de risque est le risque de crédit, qui est, l'incertitude liée au remboursement de ces crédits par les emprunteurs (Greenidge et Grosvenor, 2009). De même, l'histoire récente a montré que le risque de crédit est au cœur des problèmes de solvabilité dans le secteur bancaire, se manifestant largement à travers les problèmes de solvabilité du bilan et cash flow des banques (Melecky et Buncic, 2012). La détérioration de la qualité du portefeuille de crédits des banques a été la principale cause des difficultés au niveau des systèmes bancaires et des crises économiques et financières à la fois dans les économies développées et dans les économies en développement (Kemraj et Pasha, 2009 ; Nkusu, 2011). La crise bancaire qui a affecté un grand nombre de pays de l'Afrique Sub-saharienne dans les années 1990 était accompagnée d'une rapide accumulation des Prêts Non Performants<sup>4</sup> (Fofack, 2005). Le risque de crédit a été un des facteurs explicatifs déterminant de la crise bancaire des années 1980-1990 dans la zone UEMOA. Le Benin avait 80% des portefeuilles de prêts de ses banques qui étaient improductifs, le Burkina Faso en avait 16%, la Côte d'Ivoire présentait 50%, le Mali était à 75%, le Niger était à 50% et le Sénégal aussi avait 50% des prêts de ses banques qui étaient improductifs.

---

<sup>4</sup> Les Prêts Non Performants font généralement allusion aux prêts qui pendant une période de temps relativement longue ne génèrent pas de revenus (principal et/ou intérêts). Aussi, ces prêts désignent également les prêts improductifs ou encore les créances en souffrance. Cependant, le critère principal d'identification des Prêts non performants qui est la période de non remboursement varie d'un système financier à un autre (Fofack, 2005 ; Nkusu, 2011). Le ratio des Prêts Non Performants se calcule en faisant le rapport des Prêts Non Performants sur le total des prêts accordés.

Pour implémenter le stress-test macro-prudentiel du risque de crédit, nous partons d'un modèle Vectoriel AutoRegressif (VAR) sur les données macroéconomiques agrégées du secteur bancaire de l'UEMOA pour simuler les scénarios de stress. Le modèle VAR est adopté en raison de sa plus grande facilité et flexibilité à générer une série cohérente de variables prédites. De plus, cette modélisation tient compte des effets de feedback qui existeraient entre les variables incluses dans le modèle. En effet, la prise en compte des effets de feedback est beaucoup recommandée dans l'exercice de stress-test à tel point que cela devient une étape complétée dans les processus d'implémentation. Aussi, l'utilisation de la modélisation VAR est une alternative viable à beaucoup de modèles structurels complexes (Melecky et Buncic, 2012). Les scénarios sont définis en s'appuyant sur les expériences de crise bancaire qu'ont connue les pays membres de la zone UEMOA pendant les années 1980-1990. Il s'agit de se remettre dans le contexte de la crise bancaire des années 1980-1990 des pays membres et simuler les chocs sévères qui ont affecté la zone pendant cette crise. Pour se prononcer sur la résistance ou non du secteur bancaire après avoir simulé les chocs, l'indicateur de résultat du stress-test que nous retenons est le Ratio d'Adéquation au Capital (CAR). Suivant les directives de l'accord « Bâle II » sur la convergence internationale de la mesure du capital et des normes de capital (CBSB, 2006), ce ratio se calcule comme étant le rapport des fonds propres sur les actifs pondérés au risque. Le ratio minimum réglementaire exigé aux banques est de 8%. On calculera le Ratio d'Adéquation au Capital sous la période de stress macroéconomique. Ce Ratio d'Adéquation au Capital sera comparé au seuil minimum de 8% pour apprécier la résistance ou non du secteur bancaire de l'UEMOA aux chocs macroéconomiques extrêmes.

La suite de cette étude se présente comme suite. La section 2 présente la revue de littérature sur le stress-test, la section 3 présente la démarche méthodologique. La section 4 analyse les résultats empiriques obtenus. Enfin, la section 5 est consacrée aux implications de politiques prudentielles.

## **2. Revue de littérature**

Elle concerne les étapes théoriques d'implémentation du stress-test macro-prudentiel et les travaux empiriques sur l'implémentation du stress-test macro-prudentiel du risque de crédit bancaire.

### **2.1. L'implémentation du stress-test : un processus à plusieurs étapes**

La valeur ajoutée des stress-tests macro-prudentiels dérive d'un processus qui combine une perspective macroéconomique tournée vers le futur, une focalisation sur le système financier dans son ensemble et une approche uniforme d'évaluation des expositions au risque à travers les institutions (Foglia, 2008). L'implémentation du stress-test pour examiner la vulnérabilité du système financier est un processus à plusieurs étapes. Ces étapes impliquent la construction des scénarios macroéconomiques, l'identification et la quantification des facteurs de risque, l'établissement de la relation entre les variables macroéconomiques et les facteurs de risque, l'identification et le calcul des expositions au risque et l'établissement de la relation entre les indicateurs de résultat et les risques (Melecky et Podpiera, 2010).

### **2.1.1. La construction des scénarios macroéconomiques**

Les scénarios de stress-test sont des évènements extrêmes ou des signes noirs qui sont difficilement prédictibles et pour lesquels les modèles compatibles de scénarios ne peuvent être facilement construits. Il y a deux scénarios distincts qui sont construits dans l'implémentation d'un stress-test. On a les scénarios de base et les scénarios de stress macroéconomiques. Les scénarios de base reflètent la situation normale (courante) de l'économie et les scénarios de stress macroéconomiques décrivent les effets des évènements adverses extrêmes mais plausibles sur les conditions macroéconomiques (Melecky et Podpiera, 2010). Pour pouvoir satisfaire au caractère plausible des évènements, il est recommandé de s'appuyer sur des évènements historiques notamment les expériences de crise pour construire les scénarios. Mais par ailleurs, certaines études se basent sur la définition de scénarios hypothétiques.

### **2.1.2. Identification des facteurs de risques**

Une autre étape dans la conduite du stress-test est l'identification et la quantification des facteurs de risque. Les institutions financières en générale et les banques en particulier font face à plusieurs types de risques, notamment, le risque de crédit, le risque de marché, le risque de liquidité, le risque opérationnel. Le risque de crédit qui est lié à la qualité des portefeuilles de prêt est le principal et le plus complexe risque attaché au secteur bancaire (Melecky et Podpiera, 2010). Aussi, malgré les innovations dans le secteur bancaire, le risque de crédit est typiquement la source de risque la plus significative (Čihák, 2005).

### **2.1.3. Etablissement de la relation entre les variables macroéconomiques et les facteurs de risque**

Il existe quatre méthodologies utilisées pour la construction des scénarios adverses dans la pratique du stress-test. Foglia (2008) décèle trois qui sont, un modèle économétrique structurel, un modèle VAR ou une approche statistique pure. A ces trois, Melecky et Podpiera (2010) ajoutent l'approche par jugement d'experts pour les situations où les modèles économétriques et statistiques ne produisent pas des scénarios de stress appropriés. Les modèles économétriques structurels qui sont utilisés par les banques centrales pour les prévisions et l'analyse de politique garantissent la cohérence entre les variables prédites dans les scénarios de stress. Cependant, la limite de ces modèles est qu'ils ont la plupart une forme linéaire qui ne permet pas de capter les relations entre les variables macroéconomiques qui apparaissent non linéaires dans les périodes de stress. Aussi, avec ces modèles, il y a une difficulté dans la détermination de la probabilité des scénarios macroéconomiques. Ces modèles pour la plupart sont des modèles développés pour des buts de politique monétaire (Foglia, 2008). La modélisation VAR est adoptée en raison de sa plus grande facilité et flexibilité à générer une série cohérente de variables prédites. De plus, cette modélisation tient compte des effets de feedback qui existeraient entre les variables incluses dans le modèle. Un avantage dans l'usage de la statistique pure à travers l'approche copule est que les distributions marginales peuvent être différentes de la distribution multivariée qui caractérise le comportement joint des variables. Un autre avantage est que la co-dépendance entre les variables est telle que la corrélation devient plus forte sous les scénarios de stress. Cependant, l'approche statistique pure ne fournit pas un cadre commode d'analyse de politique car les mécanismes qui en ressortent ne sont pas faciles à interpréter. Quant à l'approche du jugement des experts qui est une alternative aux modèles, elle est critiquée du fait de la cohérence

structurelle contestable des scénarios construits. Les quatre approches sont utilisées pour mettre en liaison les variables macroéconomiques et les variables reflétant les facteurs de risques afin de générer les scénarios de stress.

#### **2.1.4. Les expositions au risque de crédit**

Pour évaluer les expositions au risque de crédit, on s'appuie généralement sur le cadre défini dans « Bâle II ». Les mesures y figurant sont : l'exposition en cas de défaut (exposure at default (EAD)) qui correspond au montant dû par la contrepartie au moment où elle fera défaut sur un engagement et le taux de perte en cas de défaut (loss given at default(LGD)) qui mesure la part du montant de l'exposition que la contrepartie ne sera pas en mesure de rembourser. Par ailleurs, des mesures d'expositions spécifiquement définies par des banques centrales sont aussi exploitées par elles.

#### **2.1.5. Calcul des indicateurs de résultat associés au risque de crédit**

L'output final d'une analyse de stress-test est la mesure d'impact d'un scénario adverse macroéconomique sur le portefeuille de prêt des banques en terme de perte de crédit et de marché et l'évaluation de si les banques peuvent les couvrir (Melecky et Podpiera, 2010). Cette étape de l'exercice de stress-test macro-prudentiel est très importante pour les autorités chargées de la mise en œuvre des politiques macro-prudentielles. Le calcul des indicateurs de résultat doit être clair et facile à comprendre car c'est sur la base de ces indicateurs que les décideurs politiques pourront définir des mesures pour le renforcement de la solidité du système financier afin de contrecarrer l'occurrence d'une éventuelle crise. Comme indicateur de résultat, on peut citer les pertes attendues et le niveau de capitalisation par le biais du ratio d'adéquation au capital (capital adequacy ratio (CAR)). Les pertes attendues (EL) correspondent au produit entre la probabilité de défaut, les expositions en cas de défaut et le taux de perte en cas de défaut. Le niveau de capitalisation est repéré en termes de nombre de banques ayant un CAR en dessous de la norme (8% en référence à l'accord de « Bâle II ») et que le système doit nécessairement recapitaliser.

En outre, de manière générale, les pertes attendues (EL) et l'exposition en cas de défaut (EAD) sont tirés des informations sur le bilan bancaire lors de l'implémentation du stress-test sur le risque de crédit bancaire.

## **2.2. Les travaux empiriques sur l'implémentation du stress-test macro-prudentiel du risque de crédit bancaire**

Virolainen (2004) présente un modèle du risque de crédit dans lequel les variables macroéconomiques sont incluses sous forme de spécification AutoRegressive (AR) pour effectuer le stress-test macro-prudentiel sur le secteur bancaire finlandais. Il s'intéresse aux risques de crédit dérivant des secteurs d'entreprises suivants : agriculture, manufacture, construction, commerce, hôtel et restaurant, transport et communication et autres industries. Les scénarios analysés concernent les chocs adverses sur le PIB et sur le taux d'intérêt et les résultats du stress-test suggèrent que les risques de crédit des secteurs d'entreprises finlandais sont raisonnablement limités dans l'environnement macroéconomique courant. En d'autres termes, le secteur bancaire ne se trouverait pas exposé à des risques pour lesquels il ne disposerait pas des ressources adéquates pour les couvrir en cas de chocs extrêmes sur le PIB

et sur le taux d'intérêt. Misina et al (2006) dans un VAR sur le secteur bancaire canadien, ont appliqué plusieurs scénarios de stress (augmentation des prix des biens, chute du taux de croissance réel des USA, augmentation du taux d'intérêt réel des USA et une combinaison de ces chocs) sur le taux de défaut des secteurs suivants : manufacture, construction, détails, logement et service. Les pertes en ce qui concerne les scénarios sur le prix des biens et sur le taux d'intérêt sont non significatives tandis qu'elles restent prononcées pour le scénario sur le taux de croissance du PIB réel et aussi sur le scénario combiné. Dans des spécifications VAR, les simulations de scénarios hypothétiques faites par Filosa (2007) sur le système bancaire italien ne confirme pas seulement que le changement des conditions du cycle d'affaire produit des modifications modestes dans les indicateurs de solidité des banques, mais fait ressortir aussi la robustesse remarquable du système bancaire même pour des chocs monétaires drastiques. Par exemple, la simulation de scénario de crash du dollar (scénario d'appréciation du taux de change) produit peu de variations dans les indicateurs de détresse des banques. Les scénarios de stress-test sur le secteur bancaire tchèque de Jakubík et Hermánek (2008) ont confirmé que l'élévation rapide de l'endettement des ménages ne pose pas de risque significatif d'instabilité du secteur bancaire (n'érode pas le ratio d'adéquation du capital). Cependant, une combinaison de croissance continue du crédit et une augmentation imprévue du taux d'intérêt pourrait conduire à des exigences en capital plus élevées pour couvrir une montée du risque de crédit. Jakubík et Schmieder (2008) font des stress-tests du risque de crédit sur la république tchèque et sur l'Allemagne qu'ils comparent. Ces stress-tests ont porté sur les risques de crédit découlant à la fois des secteurs des ménages et des entreprises dans les deux pays. Les scénarios de stress sont simulés sur les variables macroéconomiques incluses telles que le taux d'inflation, le taux de change effectif réel, le taux de croissance du PIB et le ratio de crédit aux entreprises sur le PIB. L'application des stress-tests révèle qu'il peut avoir une augmentation substantielle du taux de défaut des entreprises dans les deux pays avec un impact moins prononcé pour l'Allemagne du moins sur la période considérée. Quant au secteur des ménages, la sensibilité du taux de défaut aux modifications de l'environnement macroéconomique est moins prononcée dans les deux pays. Zeman et Jurca (2008) analysant des scénarios de récession, à travers un ralentissement de la croissance du PIB dans un VAR concluent que la récession ne menacerait pas substantiellement le secteur bancaire Slovaque (en termes de chute du ratio d'adéquation du capital) pourvu que la réponse de la politique monétaire soit adéquate. Cette politique monétaire aurait un impact positif sur le secteur bancaire par une augmentation directe de la valeur réelle de son portefeuille et principalement à travers le canal du taux d'intérêt. Gutierrez et Matias (2009) dans un stress-test du système financier argentin, utilisent un modèle VAR pour conduire des scénarios de stress sur la croissance réelle du PIB et sur le taux d'intérêt à court terme du crédit. Les scénarios font aussi bien référence au comportement des variables macroéconomiques pendant les crises de 1995 et 2001 qu'aux scénarios subjectifs. En comparant les pertes non espérées estimées au capital disponible, ils trouvent que le système financier argentin est adéquatement capitalisé pour absorber les pertes les plus élevées qui pourraient se révéler dans une situation de stress. Niyogi et Bhattacharya (2011) dans une étude sur le système bancaire indien appliquent des scénarios de type hypothétiques sur l'output gap, le taux de change effectif réel, le taux d'inflation et le taux bancaire dans un VAR. Ces scénarios révèlent que le taux de défaut des banques du secteur public peut augmenter sur une moyenne de 4% à 7% suivant le type de scénario macroéconomique généré. Une moyenne de 3% de capital de sécurité accumulé pendant la période sous considération peut ainsi être inadéquate pour à peu près deux fois le montant d'actifs non performants généré si les conditions macroéconomiques s'empiraient. Melecky et Buncic (2012) effectuent un stress-test du risque de crédit sur une série de banques des pays de l'Europe de l'Est. Ils conduisent plusieurs types de scénarios sur quatre variables macroéconomiques que sont la croissance du PIB réel, l'inflation, le taux de prêt et

le taux de change nominal. Mais particulièrement, ils utilisent un VAR comme une alternative viable aux modèles structurels plus complexes pour construire un scénario spécifique au pays sur les quatre variables macroéconomiques. Les résultats pour ce cas-ci indiquent que la médiane du risque économique pondéré au ratio d'adéquation du capital (mesure de l'indicateur de revenu) pour le système dans son ensemble déclinerait lorsque les risques de crédits sont proprement considérés. Pour recapitaliser toutes les banques dans le système afin que le seuil d'insolvabilité de 2% soit au moins maintenu dans le scénario de stress sur le VAR, il faut 18% des profits générés par le système bancaire entier.

D'autres travaux sur le stress-test macro-prudentiel ont été exécutés dans le cadre du Programme d'Evaluation des Secteurs Financiers (PESF) du FMI et de la BM. Ces travaux exploitent généralement de complexes modèles macroéconomiques structurels spécifiques utilisés par chaque banque centrale.

Dans l'exécution de ce programme pour le secteur bancaire du Danemark en 2007, trois scénarios macroéconomiques pour le stress-test du risque de crédit ont été défini. On a un premier scénario qui est un boom-baisse dans les prix de l'immobilier, ensuite, un choc extérieur dû à une correction des déséquilibres aux USA et enfin, un boom-baisse à la fois dans les prix de l'immobilier et du crédit plus une augmentation des taux d'intérêts européens. Les résultats du stress-test montrent que sous des conditions macroéconomiques changeantes, le risque de crédit peut se matérialiser, causant une détérioration substantielle des résultats des banques. L'augmentation des probabilités de défaut, des pertes espérées et des pertes non espérées est consistante à travers les scénarios. Un coussin de sécurité assez important pour absorber les pertes espérées devrait être généré. Pour ce qui concerne le cas plus récent de la Suède en 2011, plus scénarios regroupant des combinaisons de plusieurs chocs adverses ont été élaborés pour le stress-test du risque de crédit. L'application de ces scénarios souligne l'importance du risque de crédit. Néanmoins, l'on se rend compte que les banques sont résistantes à ces chocs sévères. Malgré la faible croissance, le chômage élevé et les pertes subséquentes des banques pendant les années de crises, les ratios de capital des banques restent bien au dessus des seuils fixés par le comité des superviseurs bancaires européens. Même sous le scénario de croissance faible prolongée, les banques restent solides.

Les travaux sur le stress-test des secteurs bancaires en Afrique sont très limités. On en rencontre très peu. Une étude d'Amediku (2007) applique une méthodologie VAR pour le stress-test du secteur bancaire ghanéen. Il estime les changements de quelques variables macroéconomiques sur le ratio des prêts non performants de l'industrie bancaire. Les résultats montrent qu'un choc adverse sur la production et une hausse de l'inflation accroissent les prêts non performants. Havrylchuk (2010) appliquant un stress-test du risque de crédit sur le secteur bancaire en Afrique du sud montre que la capacité à supporter le risque des banques sud africaines est plus qu'adéquate. Sous des crises très sévères, quand le prix des propriétés chute de 26%, des pertes considérables sur le portefeuille de crédit des ménages sont accumulées, mais elles sont suffisamment couvertes par les ratios courants d'adéquation au capital. Dans le cas particulier de la zone UEMOA, la seule étude recensée est celle de Gammadigbé (2012). Gammadigbé (2012) tente un stress-test sur le système bancaire de la zone. Mais, son essai sur le stress-test reste très perfectible car l'auteur s'est juste limité à analyser la sensibilité du coefficient de rentabilité des banques aux variations du taux directeur de la BCEAO à partir de l'estimation d'un modèle en panel dynamique.

Toutefois, on reproche à plusieurs de ces études de ne pas explicitement tenir compte de la corrélation entre la probabilité de défaut et le taux de recouvrement (indirectement le taux de perte en cas de défaut) comme le stipule Altman et al (2002). En revanche, les travaux



de Van Den End et al (2006) et celui de Schmieder et al (2011) satisfont à cette attente dans les cadres méthodologiques respectifs qu'ils décrivent. Van Den End et al (2006) estiment deux modèles séparés ; un sur la probabilité de défaut et l'autre sur le ratio des provisions pour perte sur prêt, qui lui, dépend de la probabilité de défaut. Ensuite, ils utilisent les résultats de ces deux variables après scénarios de stress-test pour calculer le taux de perte en cas de défaut. Quant à Schmieder et al (2011), ils proposent une méthodologie qui combine des résultats obtenus par Moody's avec une formule proposée par la Réserve Fédérale des Etats-Unis pour établir la relation entre la probabilité de défaut et le taux de perte en cas de défaut sous les conditions de stress. Mais plus générale qu'elle soit, la première approche qui s'appuie sur des spécifications de modèles s'y prête mieux et est facilement adaptable dans des cas d'études alors que la seconde approche plus particulière paraît complexe à adapter. En effet, elle se base sur une formule propre à la Réserve Fédérale qu'il faut nécessairement modifier car ne reflétant pas le contexte de tout système financier.

En définitive, les travaux sur les stress-tests macro-prudentiels s'appuient beaucoup sur la modélisation VAR. Aussi, il est à noter que la mesure du risque de crédit qui est régulièrement utilisée dans la plupart des travaux est le ratio des Prêts Non Performants qui est en même temps employé comme proxy de la probabilité de défaut ou taux de défaut des crédits des banques. Aussi, les résultats des exercices de stress-test indiquent la vulnérabilité de certains secteurs bancaires tandis que d'autres restent résistants face aux événements sévères indésirables. Cependant, les travaux sur le stress-test des secteurs bancaires en Afrique et particulièrement dans la zone UEMOA sont très limités. Cette étude vient combler ce vide.

### **3. Aspects méthodologiques**

Nous présentons d'une part la méthodologie d'implémentation du stress-test macro-prudentiel du risque de crédit bancaire et d'autre part les données et leurs sources.

#### **3.1. Méthodologie d'implémentation du « stress-test » macro-prudentiel du risque de crédit bancaire**

Les étapes d'implémentation du stress-test sont : la construction des scénarios macroéconomiques, l'identification et la quantification des facteurs de risque (risque de crédit), l'établissement de la relation entre les variables macroéconomiques et les facteurs de risque, l'identification et le calcul des expositions au risque, l'établissement de la relation entre les indicateurs de résultat et les risques. Pour construire les scénarios de stress, nous nous appuyons sur une modélisation VAR.

##### **3.1.1. Spécification du modèle**

Pour implémenter le stress-test macro-prudentiel du risque de crédit, nous partons d'une modélisation VAR sur les données macroéconomiques agrégées du secteur bancaire de l'UEMOA pour construire les scénarios de stress. La modélisation VAR est adoptée en raison de sa plus grande facilité et flexibilité à générer une série cohérente de variables prédites. De plus, cette modélisation tient compte des effets de feedback qui existeraient entre les variables incluses dans le modèle. En effet, la prise en compte des effets de feedback est beaucoup

recommandée dans l'exercice de stress-test à tel point que cela devient une étape complétée dans les processus d'implémentation. Aussi, l'utilisation de la modélisation VAR est une alternative viable à beaucoup de modèles structurels complexes (Melecky et Buncic, 2012). La spécification VAR (P) retenue est la suivante :

$$Z_t = B_0 + B_1 \times Z_{t-1} + B_2 \times Z_{t-2} + \dots + B_j \times Z_{t-j} + \dots + B_p \times Z_{t-p} + \eta_t \quad (E1)$$

$$Z_t = \begin{bmatrix} TNDPB_t \\ TPIB_t \\ TINT_t \\ TECHG_t \end{bmatrix} \text{ est la matrice comportant l'ensemble des variables du modèle à la date t.}$$

$$B_j = \begin{bmatrix} b_{1j}^{TNDPB} & b_{1j}^{TPIB} & b_{1j}^{TINT} & b_{1j}^{TECHG} \\ b_{2j}^{TNDPB} & b_{2j}^{TPIB} & b_{2j}^{TINT} & b_{2j}^{TECHG} \\ b_{3j}^{TNDPB} & b_{3j}^{TPIB} & b_{3j}^{TINT} & b_{3j}^{TECHG} \\ b_{4j}^{TNDPB} & b_{4j}^{TPIB} & b_{4j}^{TINT} & b_{4j}^{TECHG} \end{bmatrix} \text{ est la matrice des coefficients associée à la matrice des}$$

variables du modèle retardées d'ordre j.  $b_{1j}^{TNDPB}$  se lit : coefficient  $b_1$  de la variable  $TNDPB$  retardée d'ordre j. La lecture des autres coefficients se fait de manière analogue.

$$B_0 = \begin{bmatrix} b_0^{TNDPB} \\ b_0^{TPIB} \\ b_0^{TINT} \\ b_0^{TECHG} \end{bmatrix} \text{ est la matrice des termes constants et } \eta_t = \begin{bmatrix} \eta_t^{TNDPB} \\ \eta_t^{TPIB} \\ \eta_t^{TINT} \\ \eta_t^{TECHG} \end{bmatrix} \text{ est la matrice des chocs ou}$$

innovations à la date t.

TNDPB est le taux net de dégradation du portefeuille du secteur bancaire de l'UEMOA. TPIB est le taux de croissance du PIB réel de l'espace UEMOA. TINT est le taux d'intérêt réel de la zone. TECHG est l'indice des termes de l'échange de la zone. Le taux net de dégradation du portefeuille du secteur bancaire de l'UEMOA (TNDPB) est calculé en rapportant les crédits en souffrance au total des crédits accordés par le secteur bancaire. Le taux de croissance du PIB réel de l'espace UEMOA (TPIB) se calcule en rapportant la différence entre le PIB réel de l'année courante et celui de l'année précédente au même PIB réel de l'année précédente. Le taux d'intérêt réel de la zone (TINT) est mesuré en faisant la différence entre le taux d'intérêt nominal et le taux d'inflation. L'indice des termes de l'échange de la zone UEMOA (TECHG) mesure le rapport entre l'indice des prix à l'exportation et l'indice des prix à l'importation.

L'estimation du modèle retenu suppose les étapes importantes suivantes. En effet, du fait de l'usage de séries temporelles, nous effectuons en premier lieu, des tests relatifs à leurs propriétés que sont le test de stationnarité et le test de cointégration si les variables ne sont pas stationnaires en niveau. Cependant, nous déterminons le nombre de retards avant de faire le test de cointégration (s'il y a lieu). Ensuite, nous effectuons le test de causalité et conformément au résultat du test de cointégration, nous aboutissons au modèle estimé (modèle VAR normal ou Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur (MVCE)).

### 3.1.2. Les scénarios de stress macroéconomiques et calcul des indicateurs de résultats

Après estimation du modèle VAR spécifié, nous simulons des scénarios de stress. Ces scénarios sont définis en s'appuyant sur les expériences de crise bancaire qu'ont connue les pays membres de la zone UEMOA sur la période 1980-1990. Il s'agit de se remettre dans le contexte de la crise bancaire des années 1980-1990 des pays membres et simuler les chocs sévères qui ont affecté la zone pendant cette crise. Ensuite, nous étudions la capacité du secteur bancaire à résister à ces événements s'ils se reproduisaient à nouveau. En d'autres termes, le secteur bancaire pourrait-il maintenir sa solidité si la zone UEMOA se retrouvait exactement dans les conditions de forte baisse du taux de croissance et/ou de nette détérioration des termes de l'échange comme ce fut exactement le cas pendant la crise bancaire des années 1980-1990 ?

Pour se prononcer quant à la résistance ou non du secteur bancaire en cas d'occurrence de ces événements extrêmes, l'indicateur de résultat du stress-test que nous retenons est le ratio d'adéquation au capital (CAR). Suivant les directives de l'accord « Bâle II » sur la convergence internationale de la mesure du capital et des normes de capital (CBSB, 2006), ce ratio s'obtient par la formule suivante :

$$CAR = \frac{\text{Fonds Propres}}{RWA} \quad (\text{E2})$$

$$\text{avec; } RWA = K \times 12,5 \times EAD \quad (\text{E3})$$

$$K = \left[ LGD \times N \left[ G(PD) \times \sqrt{\frac{1}{1-R}} + G(0,999) \times \sqrt{\frac{R}{1-R}} \right] - PD \times LGD \right] \times \frac{(1 + (M - 2,5) \times B)}{(1 - 1,5 \times B)} \quad (\text{E4})$$

$$R = 0,12 \times \left[ \frac{(1 - \exp(-50 \times PD))}{(1 - \exp(-50))} \right] + 0,24 \times \left[ 1 - \frac{(1 - \exp(-50 \times PD))}{(1 - \exp(-50))} \right] \quad (\text{E5})$$

$$B = (0,11852 - 0,05478 \times \ln(PD))^2 \quad (\text{E6})$$

$K$  est le niveau du capital réglementaire,  $RWA$  représente les actifs pondérés au risque,  $PD$  est la probabilité de défaut,  $LGD$ , le taux de perte en cas de défaut et  $EAD$  est l'exposition en cas de défaut,  $R$  mesure la corrélation d'actifs,  $M$  est la maturité effective et  $B$  est l'ajustement de maturité,  $\ln$  et  $\exp$  sont respectivement le logarithme et l'exponentiel.  $N$  est la fonction de répartition de la loi normale standard (la moyenne est 0 et la variance est 1).  $N(X)$  est la probabilité que la variable aléatoire normale soit inférieure ou égale à  $X$ .  $G$  est l'inverse de la fonction de répartition de la loi normale standard ( $G(Z)$  est la valeur de  $X$  sachant que  $N(X)$  est égale à  $Z$ ).

Pour effectuer les calculs, les informations manquantes sont  $PD$ ,  $LGD$  car  $M$  est supposée égale à 2,5 dans l'accord de Bâle et  $EAD$  et les *Fonds Propres* sont tirés des informations sur le total du bilan des banques de la zone.

Ainsi, parallèlement à beaucoup de travaux sur le stress-test qui approximent le ratio des Prêts Non Performants à la probabilité de défaut, nous approximons le taux net de dégradation du portefeuille ( $TNDPB$ ) à la probabilité de défaut. Par ailleurs, la littérature

admet qu'il y a une relation entre la probabilité de défaut ( $PD$ ) et le taux de perte en cas de défaut ( $LGD$ ) (Altman et al, 2002). De plus, à la fois, la probabilité de défaut et le taux de perte en cas de défaut sont très sensibles à l'état de la macroéconomie (Sorge, 2004, Foglia, 2008). Tenant compte de ces aspects, certains auteurs, dans leurs travaux sur le stress-test définissent des relations avec ces deux mesures de risque (Van Den End et al, 2006 ; Schmieder et al, 2011). Van Den End et al (2006) particulièrement estiment deux modèles séparés que sont :

$$\lambda(Defaultrate)_t = \beta_0 + \beta_1 GDP_t + \beta_2 (RL_t - RS_t) + \nu_t \quad (E7)$$

$$\lambda\left(\frac{LLP}{CRED}\right)_{i,t} = fixed\ effects_i + \alpha_1 GDP_t + \alpha_2 RL_t + \alpha_3 \lambda(Defaultrate) + \mu_t \quad (E8)$$

$Defaultrate$  est le taux de défaut,  $GDP$  est la croissance du PIB réel,  $RL$  est le taux d'intérêt de long terme,  $RS$  est le taux d'intérêt de court terme,  $(RL - RS)$  est le spread,  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  est le ratio entre les provisions en cas de perte ( $LLP$ ) et les prêts octroyés par la banque ( $CRED$ ),  $fixed\ effects$  signifie effets fixes et  $\lambda(Defaultrate)$  et  $\lambda\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  sont les transformations logarithmiques de  $Defaultrate$  et  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  respectivement.

$$\lambda(Defaultrate) = Log\left(\frac{Defaultrate}{1 - Defaultrate}\right) \quad \text{et} \quad \lambda\left(\frac{LLP}{CRED}\right) = Log\left[\frac{\left(\frac{LLP}{CRED}\right)}{1 - \left(\frac{LLP}{CRED}\right)}\right]$$

Les principales remarques sont que ces deux mesures de la qualité de portefeuille dépendent des variables macroéconomiques et que le ratio des provisions en cas de perte dépend du taux de défaut. Par ailleurs, en approximant  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  au ratio  $\frac{EL}{EAD}$ , les auteurs utilisent l'équation des pertes attendus ( $EL$ ) pour déterminer  $LGD$  ;

$$EL = PD \times LGD \times EAD \quad (E9)$$

$$LGD = \frac{\left(\frac{EL}{EAD}\right)}{PD} = \frac{\left(\frac{LLP}{CRED}\right)}{PD} \quad (E10)$$

Nous emprunterons cette approche<sup>5</sup> de Van Den End et al (2006) en intégrant une modification majeure. En effet, au lieu de faire des estimations séparées des deux indicateurs,

<sup>5</sup> L'approche de Van Den End et al (2006) est préférable à celle de Schmieder et al (2011) car plus général qu'elle soit, elle s'appuie sur des spécifications de modèles qui s'y prêtent mieux et sont facilement adaptables alors que la seconde approche plus particulière paraît complexe à adapter. En effet, elle se base sur une formule propre à la Reserve Fédérale des Etats-Unis qu'il faut nécessairement modifier car ne reflétant pas le contexte de tout système financier.

nous ajouterons plutôt  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  dans le modèle VAR spécifié en (E1) où les valeurs de  $TNDPB$  et  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  seront déterminées à partir des scénarios de stress macroéconomiques.

Cette approche a l'avantage de faire dépendre simultanément  $TNDPB$  et  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  des variables macroéconomiques et au même moment, de mettre en relation  $TNDPB$  et  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$ .

De plus, elle se justifie d'autant plus que Sorge (2004) avance ceci : « Il est important de garder en esprit pour le stress-test macro que non seulement les expositions du crédit mais aussi la probabilité de défaut et le taux de recouvrement peuvent changer dans les scénarios de stress macro simulés ». Après avoir donc déterminé  $TNDPB$  et  $\left(\frac{LLP}{CRED}\right)$  à partir des scénarios simulés, on calcule  $LGD$  suivant Van Den End et al (2006) qui sera égal à

$$LGD = \frac{\left(\frac{LLP}{CRED}\right)}{TNDPB} \quad (E11)$$

Une fois  $TNDPB$  et  $LGD$  déterminés, on calcule la corrélation d'actifs ( $R$ ), l'ajustement de maturité ( $B$ ) et la valeur du capital ( $K$ ) sous les scénarios de stress-test. Le calcul des actifs pondérés au risque ( $RWA$ ) est effectué suivant la formule (E3) avec l'exposition ( $EAD$ ) qui sera mesurée par les prêts accordés et enfin, on calcule  $CAR$  sous la période de stress-test. Ce  $CAR$  sera comparé au seuil minimum de 8% pour apprécier la résistance ou non du secteur bancaire de l'UEMOA aux chocs macroéconomiques extrêmes. Aussi, on pourrait comparer le  $CAR$  de la période normale à celui de la période de stress-test pour évaluer l'impact des scénarios de stress-test sur le ratio d'adéquation au capital du secteur bancaire.

Cependant, il est aussi important que nous précisions tout d'abord les données qui ont été finalement utilisées pour l'implémentation du stress-test.

### 3.2. Données utilisées et sources

Après l'exposé de la méthodologie, les données figurant dans le modèle VAR sont :

- Le ratio des provisions en cas de défaut sur les crédits accordés (RLLP). Il est mesuré en rapportant les provisions constituées au total des prêts accordés.
- Le taux net de dégradation du portefeuille du secteur bancaire de l'UEMOA (TNDPB). Il est calculé en rapportant les crédits en souffrance au total des crédits accordés par le secteur bancaire. Les critères d'identification des Prêts Non Performants (PNP) varient d'un système financier à un autre (Fofack, 2005, Nkusu, 2011). Dans l'UEMOA, les indicateurs de la qualité de portefeuille des banques sont le taux brut de dégradation du portefeuille des banques et le taux net de dégradation du portefeuille des banques. Le taux brut de dégradation du portefeuille est défini comme étant le rapport entre les crédits en souffrance bruts et le total des crédits bruts. Les crédits en souffrance sont la somme des crédits impayés et immobilisés (c'est-à-dire

dont au moins une échéance est impayée depuis moins de 6 mois) et des crédits douteux et litigieux (c'est-à-dire dont au moins une échéance est impayée depuis plus de 6 mois) (BCEAO, 2006). Les crédits en souffrance bruts s'obtiennent en faisant la somme des crédits en souffrance et des provisions constituées. De même, le total des crédits bruts s'obtient en faisant la somme des crédits accordés et des provisions constituées. Par contre, on peut aussi calculer le taux net de dégradation de portefeuille des banques. Ce taux mesure juste le rapport des crédits en souffrance sur le total des crédits accordés. Ce taux net diffère du taux brut car il n'inclut pas les provisions. Suivant Abdou (2002), le taux brut est préféré au taux net de dégradation du portefeuille, pour la simple raison qu'un taux net, en déduisant le montant des provisions du total de crédits en souffrance, ne rend pas compte des problèmes latents des banques. La provision est un coût, voire une perte probable pour les banques, dont le seul avantage est de limiter le risque de panique. Mais, nous utilisons le taux net de dégradation du portefeuille des banques dans cette étude pour la simple raison que dans le modèle figure aussi le ratio des provisions en cas de défaut sur les crédits accordés (RLLP).

- Le taux de croissance du PIB réel de l'espace UEMOA (TPIB). Il se calcule en rapportant la différence entre le PIB réel de l'année courante et celui de l'année précédente au même PIB réel de l'année précédente.
- Le taux d'intérêt réel de la zone (TINT). Il est mesuré en faisant la différence entre le taux d'intérêt nominal et le taux d'inflation.
- L'indice des termes de l'échange de la zone UEMOA (TECHG). Il mesure le rapport entre l'indice des prix à l'exportation et l'indice des prix à l'importation.

Cependant, le manque pour certaines variables de données annuelles sur une longue période nous a amené à utiliser des données trimestrielles pour toutes les variables. En effet, ces données annuelles couvrent la période allant de 1995 à 2011 alors nous avons procédé à leur trimestrialisation. La technique de trimestrialisation utilisée est le « linear match last » fourni dans Eviews 7. Cette trimestrialisation a porté sur les variables TNDPB, TPIB, et RLLP. Il est à rappeler que la trimestrialisation n'a pas porté directement sur les variables du modèle elles-mêmes mais a plutôt porté sur les composantes (grandeurs en valeurs) de chaque variable. Ce sont donc ces composantes trimestrialisées qui ont permis d'obtenir nos variables trimestrielles utilisées dans le modèle. Par ailleurs, non seulement les données trimestrielles sur l'indice des termes de l'échange (TECHG) et sur le taux d'intérêt réel (TINT) sont indisponibles et de surcroît, ces deux variables ne peuvent pas être trimestrialisées car leurs composantes sont respectivement des indices et des taux. Pour cela, nous avons donc remplacé l'indice des termes de l'échange (TECHG) par le taux de change réel entre la zone UEMOA et la zone EURO noté TCHGR et le taux d'intérêt réel (TINT) a été remplacé par le taux moyen du crédit (TMC) qui se mesure comme étant le rapport des agios encaissés sur crédits à la clientèle sur l'encours des crédits à la clientèle. Le taux de change réel se mesure comme étant le produit du taux de change nominal coté à l'incertain multiplié par le rapport des indices de Prix à la Consommation (IPC) de la zone Euro et de la zone UEMOA. Cette variable n'a pas été trimestrialisée car nous disposons des séries trimestrielles sur les indices de Prix à la Consommation (IPC) de la zone Euro et de la zone UEMOA. Le taux moyen du crédit (TMC) a par contre ses composantes qui peuvent être trimestrialisées. C'est ce qui a donc été fait. En synthèse, nous exploitons finalement des données trimestrielles sur la période 1996-2011. Ces données trimestrielles sont le taux de croissance du PIB réel (TPIB), le taux de change réel entre la zone Euro et la zone UEMOA (TCHGR), le Taux Moyen du

Crédit (TMC), le taux net de dégradation de portefeuille des banques (TNDPB) et le ratio des provisions en cas de défaut sur les crédit accordés (RLLP).

Par ailleurs, pour estimer le modèle VAR, nous utilisons les transformations logarithmiques des variables TNDPB et LLP/CRED que nous désignons respectivement par LTNDPB et LRLLP comme l'ont fait Van Den End et al (2006).

$$LTNDPB = \text{Log}\left(\frac{TNDPB}{1 - TNDPB}\right) \quad \text{et} \quad LRLLP = \text{Log}\left[\frac{\left(\frac{LLP}{CRED}\right)}{1 - \left(\frac{LLP}{CRED}\right)}\right]$$

Aussi, TCHGR sera pris sous la forme logarithmique usuelle et sera noté LTCHGR. Donc,  $LTCHGR = \text{Log}(TCHGR)$ . Toutes ces variables ont été calculées à partir de leurs composantes qui elles mêmes sont des données secondaires. Les sources de collectes des variables composantes sont essentiellement les bases statistiques en ligne sur le site de la BCEAO. Seul l'IPC de la zone EURO a été obtenu dans la base statistique aussi en ligne sur le site de la Banque Centrale Européenne (BCE).

Après avoir précisé les données utilisées dans le modèle, nous présentons les résultats empiriques du stress-test et les analyses avant de tirer les implications qui en découlent.

## 4. Résultats empiriques, analyses et implications

### 4.1. Résultats empiriques

Pour aboutir aux résultats du stress-test, le modèle VAR a été estimé en suivant un certain nombre d'étapes.

#### 4.1.1. Nombre optimal de retards

Les critères d'information de Akaike (AIC) et de Schwarz (SC) obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Critères d'information suivant le nombre de retards**

Retards	Critère (AIC)	Critère (SC)
1	-31,92974	-30,87336
2	-33,84011	-31,90342*
3	-33,66773	-30,85073
4	-33,95998	-30,26267
5	-35,66959*	-31,09197

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7.

Note : \* indique le critère d'information minimal.

Le nombre de retards à retenir est normalement celui qui minimise les critères de Akaike et de Schwarz. Mais, les deux critères ne fournissent pas le même retard. Pour le critère AIC, le retard est 5 alors que pour le critère SC, le retard est 2. Cependant, nous nous limitons au critère d'information de Schwarz pour retenir le retard qui est 2 du fait de l'insuffisance d'un plus grand nombre d'observations et aussi du fait du principe de parcimonie. (Voir annexe 1 pour résultat détaillé).

#### 4.1.2. Tests de stationnarité des variables

Les résultats des tests de stationnarité sont présentés dans le tableau 9.

**Tableau 2 : Résultats des tests de stationnarité en niveau et en différence première**

Tests Variables	en niveau			en différence première			Décision
	Constante et Tendance	Constante	Aucun	Constante et tendance	Constante	Aucun	
TPIB			0,1932			0,0000***	I(1)
LTCHGR		0,0082***					I(0)
TMC			0,2717			0,0134**	I(1)
LTNDPB		0,0353**					I(0)
LRLLP			0,4986			0,0076***	I(1)

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7.

*Notes :* \*\*\* significativité au seuil de 1% ; \*\* significativité au seuil de 5% ; \* significativité au seuil de 10%.

*I (0) signifie est intégré d'ordre 0, c'est-à-dire, est stationnaire en niveau ;*

*I (1) signifie est intégré d'ordre 1, c'est-à-dire, est stationnaire en différence première.*

Il ressort du tableau que les variables sur le TNDPB et le TCHGR sont stationnaires en niveau alors que celles sur le TPIB, le TMC et le RLLP sont stationnaires en différence première. (Pour le résultat détaillé, voir annexe 2). Il y a donc une présomption de cointégration entre les variables du modèle qu'il faut vérifier.

#### 4.1.3. Test de cointégration de Johansen

Les résultats obtenus sur le test de stationnarité indiquent que toutes les variables ne sont pas stationnaires en niveau. Les variables sur le TNDPB et le TCHGR sont stationnaires en niveau alors que celles sur le TPIB, le TMC et le RLLP sont stationnaires en différence première. Il y a donc une présomption de cointégration. Mais, les résultats du test de cointégration de Johansen révèlent que le rang de cointégration correspond exactement au nombre de variables dans le modèle VAR (résultat détaillé à l'annexe 3). Le rang de cointégration est exactement égal à 5 (nombres de variables) alors le Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur (MVCE) est réjeté et l'estimation se fait sur le modèle VAR normal avec les variables stationnaires. Ainsi, les variables LTNDPB et LTCHGR seront maintenues sans modification dans le modèle tandis que les variables TPIB ; TMC et LRLLP seront exploitées chacune sous forme différenciée.



**Tableau 3 : Résultats du test sur la Trace**

Hypothèse nulle des relations de cointégration	Probabilité
Aucune***	0,0000
Au plus 1***	0,0001
Au plus 2***	0,0032
Au plus 3**	0,0442
Au plus 4**	0,0444

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7.

Notes : \*\*\* rejet de l'hypothèse nulle à 1% ; \*\* rejet de l'hypothèse nulle à 5%.

#### 4.1.4. Test de causalité de Granger

Le tableau suivant présente les résultats du test de causalité de Granger.

**Tableau 4 : Résultats du test de causalité de Granger**

H <sub>0</sub> : La première variable ne cause pas la deuxième H' <sub>0</sub> : La deuxième variable ne cause pas la première Nombre de retards : 5		
	Probabilité de H <sub>0</sub>	Probabilité de H' <sub>0</sub>
LTCHGR – TPIB	0,6135	0,9985
TMC – TPIB	0,9975	0,9721
LTNDPB – TPIB	0,7873	0,0033***
LLL – TPIB	0,0728*	0,0204***
TMC – LTCHGR	0,6728	0,4932
LTNDPB – LTCHGR	0,8897	0,6802
LLL – LTCHGR	0,1129	0,0026***
LTNDPB - TMC	0,6030	0,2887
LLL – TMC	0,6333	0,3465
LLL – LTNDPB	0,5075	0,2570

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7.

Notes : H<sub>0</sub> et H'<sub>0</sub> sont les hypothèses nulles ;

\*\*\* rejet de l'hypothèse nulle à 1% ; \*\* rejet de l'hypothèse nulle à 5% ; \* rejet de l'hypothèse nulle à 10%.

Le test de causalité de Granger (résultat détaillé à l'annexe 4) nous indique s'il est préférable de prédire une variable en connaissant une telle autre variable que sans la connaître. Une illustration est qu'il est préférable de prédire le taux net de dégradation de portefeuille des banques en connaissant le taux de croissance du PIB réel que sans le connaître. Aussi, ce test nous aide à définir l'ordre d'écriture des variables dans le modèle VAR. En effet, contrairement au modèle linéaire classique, les résultats d'estimation du

modèle VAR sont influencés par l'ordre de spécification des variables du modèle. Dans ce cas présent, nous retenons à partir du test l'ordre suivant :

TMC → LTCHGR → TPIB → LTNDPB → LRLLP

————→ Signifie précède.

#### 4.1.5. Tests de validation du modèle estimé

Les tests de validation du modèle ont été effectués. Les résultats de ces tests indiquent dans l'ensemble qu'il y a absence d'autocorrélation des erreurs, que les erreurs sont homoscedastiques car les probabilités respectives de ces différents tests sont toutes supérieures à 5%. De même, le test de stabilité confirme que le modèle VAR estimé est stable car aucune racine ne sort du cercle unitaire. (Voir annexe 5). Ainsi donc, le modèle estimé est validé et peut servir pour simuler les différents scénarios de stress macroéconomiques.

#### 4.1.6. Les scénarios macroéconomiques

Le scénario de base caractérise la situation normale où aucun évènement extrême ne survient. Les résultats issus de ce scénario sont ceux obtenus avec les données précisées précédemment sans aucune modification. Les scénarios de stress macroéconomiques concernent des chocs sévères qui sont survenus pendant la crise bancaire des années 1980-1990. Nous considérons trois scénarios. Le premier est le choc sur le taux de croissance du PIB réel (TPIB), le second est le choc sur le taux de change réel (TCHGR) et le troisième est le scénario mixte qui combine les deux premiers chocs à la fois. En outre, Nous nous intéressons aux rythmes de décroissance des variables TPIB et TCHGR pendant la crise pour simuler les chocs. Le rythme de décroissance le plus notoire entre deux années sera celui à considérer. Notons que les périodes de crise considérées au niveau de chaque pays se réfèrent aux périodes mentionnées dans les études de Caprio et Klingébiel (1996) et Kane et Rice (2000). Ces études ont repéré les mêmes périodes qui sont 1988-1990 pour le Bénin, 1988-1991 pour la Côte d'Ivoire et le Sénégal et 1993, 1994 et 1995 pour le Togo. Nos informations sur la zone UEMOA partiront donc de 1988 à 1995. Par contre, les études montrent que le choc externe pendant la crise a été beaucoup ressenti sur les termes de l'échange qui se sont sérieusement détériorés. Eboué (2007) dans son étude révèle même que c'est en 1993 que les termes de l'échange ont connu la plus forte détérioration. Donc, pour ce qui concerne le scénario sur le taux de change réel, les termes de l'échange ont été utilisés pour capter le changement observé au niveau du prix relatif entre la zone Euro et la zone CFA. Nous présentons les informations sur le taux de croissance du PIB réel (TPIB) et sur les termes de l'échange (TECHG) de la zone UEMOA pendant la crise dans le tableau 5. Les termes de l'échange de la zone UEMOA affichés pour chaque année représente la moyenne des termes de l'échange des pays membres de l'UEMOA sans la Guinée Bissau.

**Tableau 5 : Informations sur TPIB et TECHG**

Années Variables	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
TPIB (%)	1,04651086	2,99768252	-1,10279413	0,01848856	-0,0884462	-0,40947431	2,09887915	7,1011136
TECHG	140,673724	136,350237	137,495604	131,908682	128,272629	107,791706	109,026667	119,65329

Source : Réalisé par nous même.

Les informations du tableau 5 nous révèlent que le taux de croissance du PIB réel et les termes de l'échange ont chuté au cours de certaines années. Le taux de croissance du PIB réel a décliné passant de 2,99768252% en 1989 à -1,10279413% en 1990, soit une baisse de 4,10047665 points entre 1989-1990. Ensuite ce taux est passé de 0,01848856% en 1991 à -0,0884462% en 1992 puis à -0,40947431 en 1993, soit une baisse de 0,10693483 points entre 1991-1992 et de 0,32102804 points entre 1992-1993. Quant aux termes de l'échange, ils ont connu une détérioration entre 1988-1989 passant de 140,673724 en 1988 à 136,350237 en 1989, soit une diminution de 4,32348688 points. De même, ils ont annuellement connu une détérioration de 1990 à 1993. De 137,495604 en 1990, ils descendent à 131,908682 en 1991, 128,272629 en 1992 puis à 107,791706 en 1993, soit une détérioration de 5,58692229 entre 1990-1991, 3,63605298 entre 1991-1992 et 20,4809234 entre 1992-1993. La baisse du Taux de croissance du PIB réel constatée sur ces différentes années pourrait s'expliquer par la détérioration des termes de l'échange observés car les informations sur la baisse du TPIB et la baisse des TECHG (voir tableau 6 ci-dessous) nous montrent aussi que les périodes de baisse du taux de croissance du PIB réel sont à chaque fois précédées de périodes de détérioration des termes de l'échange.

**Tableau 6 : Informations sur la baisse du TPIB et du TECHG**

	1988-1989	1989-1990	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995
baisse du TPIB		4,10047665		0,10693483	0,32102804		
baisse des TECHG	4,32348688		5,58692229	3,63605298	20,4809234		

Source : Réalisé par nous même.

A partir des informations issues du tableau 6, nous constatons sur la période 1988-1995 que la baisse la plus significative du taux de croissance du PIB réel est de 4,10047665 points et celle des termes de l'échange est 20,4809234. Sur la base de ces informations, nous pouvons simuler nos différents scénarios énoncés.

**Scénario 1** : baisse du TPIB de 4,10047665 points entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 et le 4<sup>ème</sup> trimestre 2011.

**Scénario 2** : modification du prix relatif équivalent à une détérioration des termes de l'échange de 20,4809234.

**Scenario 3** : baisse du TPIB de 4,10047665 points et modification du prix relatif équivalent à une détérioration des termes de l'échange de 20,4809234 entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 et le 4<sup>ème</sup> trimestre 2011.

Ainsi donc, il s'agira de savoir :

- ✓ Si le système bancaire aurait pu résister en 2012 à un choc sévère sur le TPIB (baisse du TPIB de 4,10047665 points entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 et le 4<sup>ème</sup> trimestre 2011). Le TPIB étant de 0,175% au 1<sup>er</sup> trimestre 2011, il passera donc à -3,92547665% au 4<sup>ème</sup> trimestre 2011.
- ✓ Si le système bancaire aurait pu résister en 2012 à un choc sévère sur le TCHGR (modification du prix relatif équivalent à une détérioration des termes de l'échange de 20,4809234). Le TCHGR étant de 706,801995 au 1<sup>er</sup> trimestre 2011, il passera donc à 738,829701 au 4<sup>ème</sup> trimestre 2011.
- ✓ Si le système bancaire aurait pu résister en 2012 aux chocs simultanés sur le TPIB et le TCHGR (à la fois baisse du TPIB de 4,10047665 points et modification du prix relatif équivalent à une détérioration des termes de l'échange de 20,4809234 entre le 1<sup>er</sup> trimestre 2011 et le 4<sup>ème</sup> trimestre 2011). Ces chocs traduisent donc le passage du TPIB à -3,92547665 et du TCER à 738,829701 à la fois au 4<sup>ème</sup> trimestre 2011.

Pour simuler chaque scénario de façon pratique, nous partons du modèle VAR spécifié au départ, on insère les nouvelles données concernant le 4<sup>ème</sup> trimestre 2011 puis on utilise la technique de prévision au niveau du VAR pour disposer des prévisions pour l'année 2012 des variables nécessaires pour le calcul des indicateurs de résultats du stress-test. Ces variables sont le taux net de dégradation du portefeuille du secteur bancaire (TNDPB), le ratio des provisions en cas de défaut sur le total des crédits accordés (RLLP) et le taux de perte en cas de défaut (LGD) qui elle particulièrement sera calculé à partir des deux premières variables. Par ailleurs, il est à noter que les projections pour le scénario de base (situation normale où il n'y a pas de chocs) sont évidemment obtenues avec les mêmes données dont nous disposons au départ. Ainsi, on dispose pour l'année 2012 des projections suivantes après simulation de chaque scénario de stress.

**Tableau 7 : Projections pour 2012 à partir du scénario de base**

Projections	TNDPB	RLLP	LGD
2012Q1	0,06877	0,019833	0,288389
2012Q2	0,068778	0,019835	0,288389
2012Q3	0,068784	0,019836	0,288381
2012Q4	0,06879	0,019837	0,288366

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 8 : Projections pour 2012 à partir du scénario 1 sur TPIB**

Projections	TNDPB	RLLP	LGD
2012Q1	0,068278	0,026945	0,394635
2012Q2	0,068278	0,027205	0,398446
2012Q3	0,068278	0,027468	0,402293
2012Q4	0,068278	0,027733	0,406177

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 9 : Projections sur 2012 à partir du scénario 2 sur TCHGR**

Projections	TNDPB	RLLP	LGD
2012Q1	0,067554	0,024922	0,368917
2012Q2	0,067554	0,025124	0,371914
2012Q3	0,067554	0,025328	0,374936
2012Q4	0,067553	0,025534	0,377982

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 10 : Projections sur 2012 à partir du scénario 3 mixte sur TPIB et TCHGR**

Projections	TNDPB	RLLP	LGD
2012Q1	0,067933	0,029483	0,434002
2012Q2	0,067933	0,029829	0,439098
2012Q3	0,067933	0,030179	0,444252
2012Q4	0,067932	0,030533	0,449466

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

Après avoir déterminé les valeurs prédites sur l'année 2012 des variables TNDPB, RLLP et LGD, nous allons calculer l'indicateur principal de résultat du stress-test au niveau de chaque scénario. Il s'agit du ratio d'adéquation du capital (CAR) au niveau de chaque scénario. Rappelons que R, B, K, RWA et CAR sont obtenus respectivement à partir des équations (E5), (E6), (E4), (E3) et (E2). Les fonds propres et les expositions en cas de défaut (EAD) sont obtenus à partir des informations sur le total du bilan du secteur bancaire de l'UEMOA. Les expositions (EAD) sont approchées par le total des crédits accordés.

#### 4.1.7. Les indicateurs de résultats

Les tableaux 11, 12, 13 et 14 suivants présentent les indicateurs de résultats des différents scénarios du stress-test. Spécifiquement, le tableau 11 présente les indicateurs de résultats pour le scénario de base, le tableau 12 présente les indicateurs de résultats pour le scénario 1 sur le taux de croissance du PIB (TPIB), le tableau 13 présente les indicateurs de résultats pour le scénario 2 sur le taux de change réel (TCHGR) et le tableau 14 expose les indicateurs de résultats pour le scénario 3 sur le taux de croissance du PIB et le taux de change réel.

**Tableau 11 : Les indicateurs de résultats pour le scénario de base**

	R	B	K	fonds propres	EAD	RWA	CAR
2012Q1	0,123853	0,070313	0,08684542	1691392,5	8054932,5	8744174,87	0,19343077
2012Q2	0,123852	0,070309	0,0868466	1728231	8305796	9016627,17	0,19167156
2012Q3	0,123851	0,070307	0,08684515	1765069,5	8556659,5	9288804,64	0,19002117
2012Q4	0,12385	0,070304	0,08684144	1801908	8807523	9560724,87	0,18846981

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 12 : Les indicateurs de résultats pour le scénario 1 sur TPIB**

	R	B	K	Fonds propres	EAD	RWA	CAR
2012Q1	0,12395	0,070521	0,1187484	1691392,5	8054932,5	11956379,6	0,1414636
2012Q2	0,12395	0,070521	0,11989516	1728231	8305796	12447809,1	0,13883817
2012Q3	0,12395	0,070521	0,12105275	1765069,5	8556659,5	12947589,3	0,13632418
2012Q4	0,12395	0,070521	0,12222147	1801908	8807523	13455855,1	0,13391256

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 13 : Les indicateurs de résultats pour le scénario 2 sur le TCHGR**

	R	B	K	Fonds propres	EAD	RWA	CAR
2012Q1	0,124095	0,070832	0,11088485	1691392,5	8054932,5	11164625,2	0,15149568
2012Q2	0,124095	0,070832	0,11178566	1728231	8305796	11605860,9	0,14891019
2012Q3	0,124095	0,070832	0,11269398	1765069,5	8556659,5	12053549,8	0,14643566
2012Q4	0,124095	0,070832	0,11360917	1801908	8807523	12507691,8	0,14406399

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

**Tableau 14 : Les indicateurs de résultats pour le scénario 3 sur le TPIB et TCHGR**

	R	B	K	Fonds propres	EAD	RWA	CAR
2012Q1	0,124018	0,070669	0,1305237	1691392,5	8054932,5	13141995	0,12870135
2012Q2	0,124018	0,070669	0,1320563	1728231	8305796	13710408,1	0,12605248
2012Q3	0,124018	0,070669	0,13360633	1765069,5	8556659,5	14290298,6	0,12351523
2012Q4	0,124018	0,070669	0,13517401	1801908	8807523	14881852,2	0,1210809

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

Comme synthèse des résultats à interpréter, nous présentons le tableau suivant contenant les taux de perte en cas de défaut (LGD) et les ratios d'adéquation du capital (CAR).

**Tableau 15 : Synthèse des résultats à interpréter sur LGD et CAR**

	SCENARIO DE BASE		SCENARIO 1		SCENARIO 2		SCENARIO 3	
	LGD	CAR	LGD	CAR	LGD	CAR	LGD	CAR
2012Q1	0,288389	0,19343077	0,394635	0,1414636	0,368917	0,15149568	0,434002	0,12870135
2012Q2	0,288389	0,19167156	0,398446	0,13883817	0,371914	0,14891019	0,439098	0,12605248
2012Q3	0,288381	0,19002117	0,402293	0,13632418	0,374936	0,14643566	0,444252	0,12351523
2012Q4	0,288366	0,18846981	0,406177	0,13391256	0,377982	0,14406399	0,449466	0,1210809

Source : Réalisé par nous à partir des résultats sous Eviews 7

## 4.2. Analyses des résultats

L'analyse des résultats se fera en comparant d'abord le CAR au niveau des scénarios au seuil réglementaire de 8% et ensuite en comparant le taux de perte en cas de défaut (LGD) et le ratio d'adéquation du capital (CAR) au niveau du scénario de base (LGD et CAR de la période normale sans chocs) aux LGD et CAR des autres scénarios, c'est-à-dire aux LGD et CAR des périodes avec chocs. On constate que le secteur bancaire a l'habileté à résister aux divers chocs macroéconomiques simulés en ce sens que le CAR est toujours resté au dessus de la norme réglementaire qui est de 8%. Comme l'indique le tableau, le CAR au 4<sup>ème</sup> trimestre 2012 est de 13,39%, 14,41% et 12,11% respectivement pour les scénarios 1, 2 et 3. Cependant, les résultats laissent entrevoir que bien que le secteur bancaire résiste aux chocs (CAR > 8%), il en demeure par moins que les chocs affectent négativement les conditions du secteur bancaire et cela de manière non négligeable. En effet, Au 4<sup>ème</sup> trimestre 2012, les comparaisons révèlent que le LGD augmente sensiblement en passant de 28,84% à la période normale sans chocs à respectivement 40,61% en cas de chocs sur le TPIB (scénario 1), 37,80% en cas de choc sur le TCHGR (scénario 2) et 44,95% en cas de choc mixte sur le TPIB et le TCHGR (scénario 3). Le taux de perte en cas de défaut augmente de 11,77 points pour le scénario 1, de 8,96 points pour le scénario 2 et de 16,11 points pour le scénario 3. De même, le CAR chute de façon remarquable en passant de 18,85% à la période normale sans chocs à respectivement 13,39% en cas de chocs sur le TPIB (scénario 1), 14,40% en cas de choc sur le TCHGR (scénario 2) et 12,11% en cas de choc mixte sur le TPIB et le TCHGR (scénario 3). Le CAR chute de 5,46 points pour le scénario 1, de 4,45 points pour le scénario 2 et de 6,74 points pour le scénario 3. De toute évidence, les chiffres montrent que les effets sont plus amplifiés lorsqu'il ya des chocs à la fois sur le TPIB et le TCHGR (scénario 3) par rapport aux chocs individuels sur le TPIB (scénario 1) et sur le TCHGR (scénario 2). Mais les trois scénarios nuisent de manière non négligeable au secteur bancaire. La survenance des chocs sur le TPIB et le TCHGR augmente fortement le taux de perte sur les crédits octroyés car les débiteurs des banques voient leurs activités se bouleverser et se trouvent dans l'incapacité de rembourser les dettes. Ce qui réduit donc le taux de recouvrement des créances par les banques. En période de très forte décroissance de l'activité économique, on assiste à une baisse des revenus et à l'incapacité des emprunteurs à honorer leurs engagements. Une appréciation du taux de change réel affaiblit la compétitivité des firmes dont les opérations sont orientées vers les exportations. Cette perte de compétitivité va entraîner une baisse des revenus des entreprises exportatrices. Cette baisse les empêcherait d'honorer leurs engagements de crédits vis-à-vis des banques. Aussi, cette situation va se traduire par une chute des recettes fiscales de l'Etat qui le conduirait à accumuler des arriérés de paiement vis-à-vis de ses fournisseurs, lesquels fournisseurs, par ricochet, vont se trouver dans l'incapacité de rembourser leurs crédits auprès des banques. Ce sont ces facteurs qui expliquent la hausse notoire du LGD en cas de choc sur le TPIB et le TCHGR. Cependant, la résistance du secteur

bancaire face à ces chocs malgré la baisse non négligeable du CAR reflète le comportement de grande prudence qu'adoptent les banques. En plus de l'efficacité de la surveillance prudentielle menée par la Commission Bancaire de l'UEMOA à travers notamment la contrainte relative à l'imposition de normes prudentielles d'adéquation du capital, les banques conservent des fonds propres de sécurité afin d'éviter toute situation désagréable qui pourrait les rendre insolubles. En d'autres termes, on pourrait dire que les banques de la zone UEMOA ne sont pas « myopes au désastre ». Elles ne minimisent pas la probabilité d'apparition d'un choc extrême et prennent donc toutes les précautions pour se couvrir. Le comportement des banques répond donc au souci d'éviter la déstabilisation du secteur bancaire en cas de chocs macroéconomiques telle qu'illustrée dans la théorie sur la dette et fragilité financière des auteurs tels que Fisher (1933) et Minsky (1977). Donc, les banques prennent leur précaution en termes de couverture des risques par les fonds propres de sorte que même si elles accusent des défauts de paiement en période de net retournement de l'activité économique, elles ne puissent pas se retrouver dans une situation d'insolvabilité qui fragiliserait leurs activités.

En somme, bien que la résilience du secteur bancaire aux chocs simulés ait été révélée, toujours est-il que les banques de la zone UEMOA connaissent des pertes non négligeables de leurs crédits et que leurs CAR tendent aussi à régresser nettement en cas de chocs sévères. Sur la base de ces résultats, il est indispensable de tirer les implications en termes de politique macro-prudentielle afin d'éviter que le secteur bancaire ne se retrouve éventuellement dans une situation dramatique, surtout que les chocs peuvent survenir sous des ampleurs diverses.

### **4.3. Implications de politiques macro-prudentielles**

L'analyse faite des résultats obtenus nous amène à tirer les implications en termes de politiques macro-prudentielle en vue de renforcer la surveillance du secteur bancaire de la zone UEMOA. Ces résultats impliquent la mise en œuvre par les autorités de mesures proactives permettant de prévenir la survenance des chocs nuisibles au secteur bancaire. Il s'agira en particulier de :

- Garantir en permanence un cadre macroéconomique sain dans la zone UEMOA. L'environnement macroéconomique constitue aussi une source d'influence des activités des institutions bancaires. Des perturbations qui affectent l'environnement macroéconomique peuvent nuire aux activités des banques en accentuant leurs expositions aux risques et plus particulièrement leurs expositions au risque de crédit. En effet, une dégradation de l'environnement macroéconomique influence négativement la rentabilité des projets des emprunteurs, ce qui par ricochet réduit les possibilités de remboursement des crédits octroyés à ces derniers. Pour assurer un environnement macroéconomique sain, il faut revoir la structure de l'économie de la zone. Dans les pays membres de la zone, les politiques doivent être orientées vers la diversification des produits agricoles afin d'échapper à la détérioration des termes de l'échange. Aussi dans ces pays, l'on doit songer à la politique de transformation des produits de bases. Cela favoriserait l'articulation des secteurs de l'économie et réduirait la dépendance relative à l'importation des biens industriels. Mais également, la transformation des produits de bases permet de limiter les exportations des biens primaires et permet donc de se couvrir toujours contre les affres d'une détérioration des termes de l'échange. Aussi, les pays membres de l'UEMOA devront intensifier les échanges commerciaux entre eux. Toutes ces mesures mises en œuvre induiraient une amélioration de la performance des entreprises des pays de la zone qui pourront se



prémunir des chocs externes dévastateurs. Les emprunteurs des pays membres de la zone, dans l'exercice de leurs activités pourront dégager des cash flows nécessaires pour honorer leurs engagements de prêts auprès des banques.

- Encourager les banques à conserver en permanence des volants de fonds propres (des fonds propres de sécurité) remarquables. Les volants de fonds propres sont des fonds propres additionnels qui s'ajoutent à ceux requis pour garantir le ratio d'adéquation de capital minimum de 8%. Ces volants pourront à tout moment être mobilisés en période de tension afin de réduire la procyclicité et de maintenir la résilience du secteur bancaire contre les chocs macroéconomiques sévères. C'est d'ailleurs, ce qui est observé dans le cadre du stress-test que nous avons implémenté. Les banques sont restées solides malgré les chocs qui les ont affectés car elles disposaient de fonds propres supplémentaires qui ont couverts leurs expositions de manière à ce que leurs CAR ne descendent pas en dessous des 8% exigés.

## 5. Conclusion

L'objectif de ce chapitre a été d'implémenter le « stress-test » du risque de crédit du secteur bancaire de l'UEMOA afin de tester la résistance du secteur aux chocs macroéconomiques sévères. Pour cela, nous avons simulé des scénarios macroéconomiques à partir d'un modèle Vectoriel AutoRegressif (VAR). Ces scénarios ont été construits en faisant référence aux expériences de crise bancaire vécue par les pays membres de la zone dans les années 1980-1990. D'une part, ces scénarios ont été simulés sur le taux de croissance du PIB réel et sur le taux de change réel individuellement et d'autre part, ils ont été simulés sur les deux variables de façon mixte. L'indicateur que nous avons utilisé pour apprécier la résistance du secteur bancaire est le ratio d'adéquation du capital. Ce ratio est comparé au minimum de 8% requis pour couvrir les risques. Les résultats du stress-test révèlent que le secteur bancaire est bien résistant aux chocs macroéconomiques sévères car le ratio d'adéquation du capital des banques reste toujours supérieur au 8% minimum même si nous constatons sa baisse remarquable à la suite des chocs. Les banques ont au fait constitué des fonds propres supplémentaires qui ont couverts leurs expositions de manière à ce que le niveau de leur ratio d'adéquation du capital CAR ne descende pas en dessous des 8% exigés qui les rendrait insolubles. Ce résultat montre donc que les banques de la zone UEMOA ne sont pas « myopes au désastre » et qu'elles prennent des précautions pour résister aux événements indésirables qui affecteraient la zone. Toutefois, bien que la résilience du secteur bancaire aux chocs simulés ait été révélée, toujours est-il que les banques de la zone UEMOA connaissent des pertes non négligeables de leurs crédits et que leurs CAR tendent aussi à régresser nettement en cas de chocs sévères.

## Références bibliographiques

Abdou R. (2002), “Les déterminants de la dégradation du portefeuille des banques: Une approche économétrique et factorielle appliquée au système bancaire nigérien“, BCEAO, *Notes d'Information et de Statistiques (NIS)*, N°528, Août/Septembre.

Altman E. I., Andrea R. et Andrea S. (2002), “The link between default and recovery rates: effects on the procyclicality of regulatory capital ratios”, *BIS Working Paper* N° 113.

Altunbas Y., Gambacorta L. et Marques-Ibanez D. (2014), “Does monetary policy affect bank risk-taking? “ *International Journal of Central Bank*, Vol.10[1], pp 95-135, March.

Amediku S. (2007), “Stress Tests of the Ghanaian Banking Sector: A VAR Approach“, Bank of Ghana, *Working Paper/ BOG-2006/02*, 1-37.

BCEAO (2006), “Revue de la stabilité financière dans l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine“, N°1, Avril.

Borio C. (2009), “L'approche macro-prudentielle appliquée à la régulation et à la surveillance financières“, Banque de France, *Revue de la stabilité financière*, N°13-Quel avenir pour la régulation financière, Septembre, pp 35-46.

CBSB (2006), “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A Revised Framework. Comprehensive Version“, BIS, June.

Caprio G., Klingebiel D. (1996), “Bank Insolvencies; Cross-country Experience“, World Bank Policy and Research, *Working Paper* N° 1574.

Čihák M. (2004), “Stress Testing: A Review of Key Concepts,” Czech National Bank Research Policy Note N° 2,

Čihák M. (2005), “Stress Testing of Banking Systems,” *Czech Journal of Economics and Finance*, Vol. 55, N° 9-10.

Eboué C. (2007), “Les coûts réels des crises bancaires en Afrique : quels enseignements pour l'UMOA ?“, BCEAO, *Revue Economique et Monétaire (REM)*, N°1, Juin, pp 39-76.

Filosa R. (2007), “Stress testing of the Italian Banking System: a VAR Approach”, *Heterogeneity and Monetary Policy*, N° 0703, 1-46

Fisher I. (1933), “The debt deflation theory of great depressions” *Econometrica*, 1: 337-57.

Fofack H. (2005), “Nonperforming Loans in Sub-Saharan Africa: Causal Analysis and Macroeconomic Implications“, *World Bank Policy Research Working Paper* N°. 3769 (Washington).

Foglia A. (2008), “Stress Testing Credit Risk: A survey of Authorities' Approaches“, Bank of Italy, *occasional papers*. N°37. September.

Gutierrez G. et Matias A. (2009), “Modeling extreme but plausible losses for credit risk: a stress testing framework for the Argentine Financial System“, *MPRA paper*, N°16378, July.

Havrylchuk O. (2010), “A macroeconomic credit risk model for stress testing the South African banking sector“, *MPRA paper*, N°21639, March.

Fond Monétaire International (2007), “Denmark: Financial Sector Assessment Program-Technical Note-Stress Testing“, *IMF country report*, N°07/125.

Fond Monétaire International (2011), “Sweden: Financial Sector Assessment Program Update-Technical Note on Stress Testing of the Banking Sector “, *IMF country report*, N°11/288.

Fond Monétaire International et Banque Mondiale (2003), “Analytical tools of the FSAP“.

Gammadigbé V. (2012) “ Stress test macroéconomique du système bancaire de l’UEMOA“, *MPRA Paper* No. 39214, Juin

Greenidge K. et Grosvenor T. (2009), “Forecasting non-performing loans in Barbados“, Central Bank of Barbados, Research Department, Presented at the Annual Review Seminar, July 27-30.

Jakubík et Hermánek (2008), “Stress testing of the Czech banking sector“, *Prague economic paper*, 3.

Jakubík P. et Schmieder C. (2008), “Stress testing credit risk: comparison of the Czech Republic and Germany, Financial Stability Institute”, Bank for International Settlements, *FSI Award 2008 Winning Paper*.

Kane E. J. et Rice T. (2000) “Bank run and banking policies: lessons for african policymakers “, *NBER*, working paper n°8003, Cambridge, November.

Khemraj T. et Pasha S. (2009), “The Determinants of Non-performing Loans: An Econometric Case Study of Guyana,” presented at the Caribbean Centre for Banking and Finance Bi-annual Conference on Banking and Finance, St. Augustine, Trinidad.

Large S. A. (2003), “Financial Stability: Maintaining Confidence in a Complex World,” *Financial Stability Review* (London: Bank of England), December, pp. 170–74.

Lepetit J. F. (2010), “Rapport sur le risque systémique“,

Melecky M. et Buncic D. (2012), “Macroprudential stress testing of credit risk: a practical approach for policy makers“ World Bank, *Policy research working paper*, N°5936.

Melecky M. et Podpiera A. (2010), “Macroprudential Stress-testing Practices of Central Banks in Central and Southern Eastern Europe: An Overview and Challenges Ahead“. *Policy Research Working Paper*, World Bank.

Minsky H. P. (1977), “A Theory of Systemic Fragility”, Financial Crises, Altman E I and Sametz A W (ed), Wiley, New York

Misina M., D. Tessier D. et Dey S. (2006), "Stress-testing the corporate loans portfolio of the Canadian Banking sector." *Bank of Canada Working Paper* 2006-47.

Niyogi S. R. T. et Bhattacharya B. (2011), “Macroeconomic Stress Testing and the Resilience of the Indian Banking System: A Focus on Credit Risk“, *MPRA paper*, N°30263, April.

Nkusu M. (2011), “Nonperforming Loans and Macrofinancial Vulnerabilities in Advanced Economies“. *IMF Working Paper* No 11/161.

Schmieder C., Pühr C. et Hasan M. (2011), “Next Generation Balance Sheet Stress Testing“, IMF, *working paper*/11/83.

Sorge M. (2004), “Stress testing Financial Systems: an overview of current methodologies,” *BIS Working Papers* No. 165.

Trichet J. C. (2011), “Les défis intellectuels qui se posent à l’analyse de la stabilité financière à l’ère de la surveillance macro-prudentielle“, Banque de France, *Revue de la stabilité financière*, N°15, Février, pp 159-171.

Van Den End J. W., Hoerberichts M. et Tabbae M. (2006), “Modelling Scenario Analysis and Macro Stress-testing“, De Nederlandsche Bank, *Working Paper*, No. 119.

Virolainen K. (2004): “Macro stress testing with a macroeconomic credit risk model for Finland”, Bank of Finland, *Research Discussion Papers* No. 2004/8.

Wellink N. (2002), “Current Issues in Central Banking”, (Oranjestad: Central Bank of Aruba), November 14.

Zeman J. et Jurca P. (2008), “Macro stress testing of the Slovak banking sector“, National Bank of Slovakia, *Working Paper*1/2008.

## ANNEXES

### Annexe 1. : Retard optimal

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: TPIB LTCHGR TMC LTNDPB LRLLP

Exogenous variables: C

Date: 10/11/13 Time: 19:12

Sample: 1996Q1 2011Q4

Included observations: 59

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	642.6221	NA	2.82e-16	-21.61431	-21.43825	-21.54558
1	971.9272	591.6328	9.38e-21	-31.92974	-30.87336	-31.51737
2	1053.283	132.3760	1.41e-21	-33.84011	-31.90342*	-33.08411
3	1073.198	29.02821	1.76e-21	-33.66773	-30.85073	-32.56809
4	1106.820	43.30906	1.44e-21	-33.95998	-30.26267	-32.51670
5	1182.253	84.38315*	3.07e-22*	-35.66959*	-31.09197	-33.88267*

\* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

### Annexe 2. : Test de stationnarité des variables du modèle VAR

#### **TPIB**

Null Hypothesis: TPIB has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.084961	0.5432
Test critical values:		
1% level	-4.121303	
5% level	-3.487845	
10% level	-3.172314	
@TREND(1996Q1)	1.05E-06	1.51E-05
	0.069590	0.9448

Null Hypothesis: TPIB has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.124828	0.2359
Test critical values:		
1% level	-3.546099	
5% level	-2.911730	
10% level	-2.593551	

C	0.001676	0.000909	1.843960	0.0708
---	----------	----------	----------	--------

Null Hypothesis: TPIB has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.246301	0.1932
Test critical values: 1% level	-2.604746	
5% level	-1.946447	
10% level	-1.613238	

Null Hypothesis: D(TPIB) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.886181	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.604746	
5% level	-1.946447	
10% level	-1.613238	

## LTCHGR

Null Hypothesis: LTCHGR has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.481592	0.0501
Test critical values: 1% level	-4.110440	
5% level	-3.482763	
10% level	-3.169372	

@TREND(1996Q1)	-0.000268	0.000306	-0.873491	0.3859
----------------	-----------	----------	-----------	--------

Null Hypothesis: LTCHGR has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.607916	0.0082
Test critical values: 1% level	-3.538362	
5% level	-2.908420	
10% level	-2.591799	

C	1.722098	0.476491	3.614125	0.0006
---	----------	----------	----------	--------

## TMC

Null Hypothesis: TMC has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.031779	0.1322	
Test critical values:	1% level	-4.113017		
	5% level	-3.483970		
	10% level	-3.170071		
@TREND(1996Q1)	-4.97E-05	2.43E-05	-2.048237	0.0451

Null Hypothesis: D(TMC) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.618970	0.2737	
Test critical values:	1% level	-4.113017		
	5% level	-3.483970		
	10% level	-3.170071		
@TREND(1996Q1)	-1.80E-05	2.34E-05	-0.769665	0.4446

Null Hypothesis: TMC has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.319417	0.1692	
Test critical values:	1% level	-3.540198		
	5% level	-2.909206		
	10% level	-2.592215		
C	0.005953	0.002721	2.188054	0.0326

Null Hypothesis: D(TMC) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.538560	0.1115

Test critical values:	1% level	-3.540198
	5% level	-2.909206
	10% level	-2.592215

C	-0.000289	0.000413	-0.699353	0.4870
---	-----------	----------	-----------	--------

Null Hypothesis: TMC has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.024982	0.2717
Test critical values:		
	1% level	-2.602794
	5% level	-1.946161
	10% level	-1.613398

Null Hypothesis: D(TMC) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.493075	0.0134
Test critical values:		
	1% level	-2.602794
	5% level	-1.946161
	10% level	-1.613398

## LTNDPB

Null Hypothesis: LTNDPB has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.051089	0.1272
Test critical values:		
	1% level	-4.113017
	5% level	-3.483970
	10% level	-3.170071
@TREND(1996Q1)	-6.23E-05	0.000178
	-0.350942	0.7269

Null Hypothesis: LTNDPB has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.056359	0.0353



Test critical values:	1% level	-3.540198
	5% level	-2.909206
	10% level	-2.592215

C	-0.209732	0.068299	-3.070776	0.0032
---	-----------	----------	-----------	--------

## LRLLP

Null Hypothesis: LRLLP has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.245226	0.0860	
Test critical values:	1% level	-4.124265		
	5% level	-3.489228		
	10% level	-3.173114		
@TREND(1996Q1)	0.000409	0.000212	1.930114	0.0593

Null Hypothesis: LRLLP has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.603628	0.0981	
Test critical values:	1% level	-3.548208		
	5% level	-2.912631		
	10% level	-2.594027		
C	-0.186023	0.071889	-2.587653	0.0126

Null Hypothesis: D(LRLLP) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.584692	0.1019	
Test critical values:	1% level	-3.548208		
	5% level	-2.912631		
	10% level	-2.594027		
C	0.001043	0.002549	0.409019	0.6842

Null Hypothesis: LRLLP has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*

Augmented Dickey-Fuller test statistic		-0.492222	0.4986
Test critical values:	1% level	-2.605442	
	5% level	-1.946549	
	10% level	-1.613181	

Null Hypothesis: D(LRLLP) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.704563	0.0076
Test critical values:	1% level	-2.605442	
	5% level	-1.946549	
	10% level	-1.613181	

### **Annexe 3. : Test de cointégration de Johansen**

Date: 10/11/13 Time: 19:15  
 Sample (adjusted): 1996Q4 2011Q4  
 Included observations: 61 after adjustments  
 Trend assumption: Linear deterministic trend  
 Series: TPIB TMC LTNDPB LTCHGR LRLLP  
 Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.569082	124.3131	69.81889	0.0000
At most 1 *	0.425488	72.96103	47.85613	0.0001
At most 2 *	0.317497	39.15276	29.79707	0.0032
At most 3 *	0.176000	15.85149	15.49471	0.0442
At most 4 *	0.064127	4.042827	3.841466	0.0444

Trace test indicates 5 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.569082	51.35205	33.87687	0.0002
At most 1 *	0.425488	33.80827	27.58434	0.0070
At most 2 *	0.317497	23.30126	21.13162	0.0244
At most 3	0.176000	11.80867	14.26460	0.1180
At most 4 *	0.064127	4.042827	3.841466	0.0444

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b'\*S11\*b=I):

TPIB	TMC	LTNDPB	LTCHGR	LRLLP
-85.83271	97.97881	25.62223	38.42922	11.05859
42.92806	9.559713	-0.550901	-21.61045	-2.323763
-484.2443	-17.49622	-4.868816	-8.754644	-0.594514
58.57534	52.21148	-0.507183	13.69326	9.298285
-66.78074	-53.85695	-2.844054	-0.214050	3.257387

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(TPIB)	0.000605	0.000356	0.001137	0.000197	0.000221
D(TMC)	2.36E-05	-0.000604	-6.26E-05	-0.000880	0.000556
D(LTNDPB)	-0.016678	-0.001142	-0.001271	0.003299	0.001742
D(LTCHGR)	-0.004794	0.029097	0.002950	-0.000511	0.001208
D(LRLLP)	-0.010281	-0.012493	0.001444	-0.004854	-0.000723

1 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      983.6256

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

TPIB	TMC	LTNDPB	LTCHGR	LRLLP
1.000000	-1.141509	-0.298514	-0.447722	-0.128839
	(0.17986)	(0.03800)	(0.06801)	(0.02169)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(TPIB)	-0.051952
	(0.02910)
D(TMC)	-0.002026
	(0.03895)
D(LTNDPB)	1.431515
	(0.22205)
D(LTCHGR)	0.411513
	(0.55638)
D(LRLLP)	0.882472
	(0.29921)

2 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      1000.530

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

TPIB	TMC	LTNDPB	LTCHGR	LRLLP
1.000000	0.000000	-0.059467	-0.494320	-0.066327
		(0.04732)	(0.09955)	(0.03218)
0.000000	1.000000	0.209412	-0.040821	0.054763
		(0.04415)	(0.09287)	(0.03002)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(TPIB)	-0.036658	0.062709
	(0.03217)	(0.03300)
D(TMC)	-0.027946	-0.003459
	(0.04276)	(0.04386)
D(LTNDPB)	1.382488	-1.645004
	(0.24778)	(0.25417)
D(LTCHGR)	1.660608	-0.191582
	(0.47734)	(0.48965)
D(LRLLP)	0.346185	-1.126777
	(0.28738)	(0.29479)

3 Cointegrating Equation(s):      Log likelihood      1012.180

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

TPIB	TMC	LTNDPB	LTCHGR	LRLLP
1.000000	0.000000	0.000000	-0.001084 (0.01053)	-0.003384 (0.00407)
0.000000	1.000000	0.000000	-1.777735 (0.35704)	-0.166886 (0.13791)
0.000000	0.000000	1.000000	8.294225 (1.36855)	1.058432 (0.52863)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(TPIB)	-0.587416 (0.14476)	0.042810 (0.02932)	0.009775 (0.00765)
D(TMC)	0.002357 (0.21990)	-0.002365 (0.04454)	0.001242 (0.01162)
D(LTNDPB)	1.997934 (1.27144)	-1.622768 (0.25752)	-0.420509 (0.06719)
D(LTCHGR)	0.231883 (2.44661)	-0.243204 (0.49554)	-0.153237 (0.12929)
D(LRLLP)	-0.353168 (1.47476)	-1.152045 (0.29870)	-0.263579 (0.07793)

4 Cointegrating Equation(s):            Log likelihood            1018.085

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

TPIB	TMC	LTNDPB	LTCHGR	LRLLP
1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.003201 (0.00285)
0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.133946 (0.03620)
0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	-0.345136 (0.16330)
0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.169222 (0.05091)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(TPIB)	-0.575861 (0.14510)	0.053110 (0.03292)	0.009674 (0.00762)	0.008305 (0.01371)
D(TMC)	-0.049165 (0.21245)	-0.048289 (0.04821)	0.001688 (0.01115)	0.002459 (0.02008)
D(LTNDPB)	2.191175 (1.25874)	-1.450521 (0.28561)	-0.422183 (0.06606)	-0.559940 (0.11898)
D(LTCHGR)	0.201960 (2.46350)	-0.269875 (0.55897)	-0.152978 (0.12930)	-0.845877 (0.23285)
D(LRLLP)	-0.637515 (1.44454)	-1.405499 (0.32777)	-0.261117 (0.07582)	-0.204246 (0.13654)

#### **Annexe 4. : Test de causalité de Granger**

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 10/11/13 Time: 19:17

Sample: 1996Q1 2011Q4

Lags: 5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
TMC does not Granger Cause TPIB	59	0.05966	0.9975
TPIB does not Granger Cause TMC		0.17115	0.9721

LTNDPB does not Granger Cause TPIB	59	0.48283	0.7873
TPIB does not Granger Cause LTNDPB		4.14420	0.0033
LTCHGR does not Granger Cause TPIB	59	0.71738	0.6135
TPIB does not Granger Cause LTCHGR		0.04809	0.9985
LRLLP does not Granger Cause TPIB	59	2.17170	0.0728
TPIB does not Granger Cause LRLLP		2.97193	0.0204
LTNDPB does not Granger Cause TMC	59	0.73196	0.6030
TMC does not Granger Cause LTNDPB		1.27838	0.2887
LTCHGR does not Granger Cause TMC	59	0.89325	0.4932
TMC does not Granger Cause LTCHGR		0.63660	0.6728
LRLLP does not Granger Cause TMC	59	0.69021	0.6333
TMC does not Granger Cause LRLLP		1.15191	0.3465
LTCHGR does not Granger Cause LTNDPB	59	0.62665	0.6802
LTNDPB does not Granger Cause LTCHGR		0.33425	0.8897
LRLLP does not Granger Cause LTNDPB	59	0.87110	0.5075
LTNDPB does not Granger Cause LRLLP		1.35743	0.2570
LRLLP does not Granger Cause LTCHGR	59	1.89402	0.1129
LTCHGR does not Granger Cause LRLLP		4.30834	0.0026

## **Annexe 5. : Modèle VAR estimé et tests de validation du modèle**

Vector Autoregression Estimates

Date: 10/11/13 Time: 19:21

Sample (adjusted): 1996Q4 2011Q4

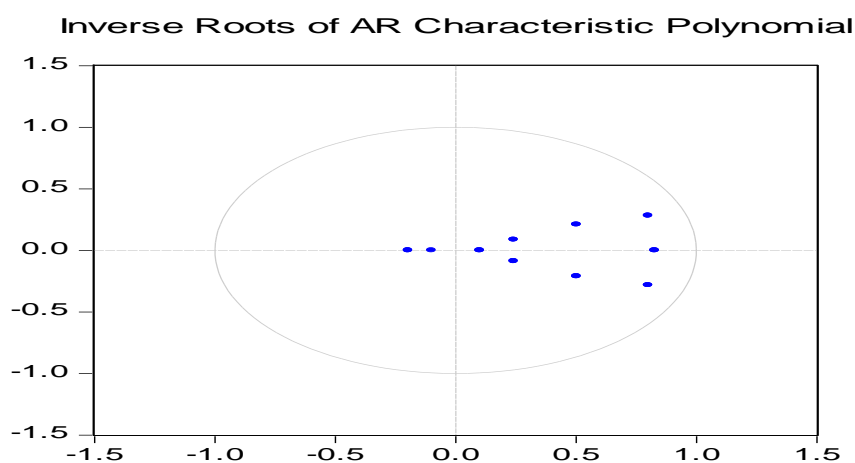
Included observations: 61 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	D(TMC)	LTCHGR	D(TPIB)	LTNDPB	D(LRLLP)
D(TMC(-1))	0.783516 (0.16229) [ 4.82776]	1.383013 (1.91172) [ 0.72344]	0.002696 (0.12785) [ 0.02109]	1.200981 (1.18222) [ 1.01587]	0.192251 (1.28604) [ 0.14949]
D(TMC(-2))	-0.080896 (0.15943) [-0.50741]	-1.172961 (1.87801) [-0.62458]	0.019097 (0.12559) [ 0.15205]	-0.746554 (1.16137) [-0.64282]	-0.920357 (1.26336) [-0.72850]
LTCHGR(-1)	0.015154 (0.01266) [ 1.19678]	0.542348 (0.14915) [ 3.63616]	-0.004878 (0.00997) [-0.48905]	-0.084897 (0.09224) [-0.92042]	0.065991 (0.10034) [ 0.65768]
LTCHGR(-2)	-0.000592 (0.01103) [-0.05363]	-0.073492 (0.12997) [-0.56545]	-0.002325 (0.00869) [-0.26751]	-0.026315 (0.08038) [-0.32741]	0.094660 (0.08743) [ 1.08265]
D(TPIB(-1))	0.006708 (0.19564) [ 0.03429]	-0.394610 (2.30447) [-0.17124]	0.008629 (0.15411) [ 0.05599]	-0.542668 (1.42510) [-0.38079]	-0.358223 (1.55025) [-0.23107]
D(TPIB(-2))	0.006807 (0.17770)	0.017849 (2.09326)	0.033176 (0.13999)	-0.795678 (1.29448)	-1.032333 (1.40816)

	[ 0.03830]	[ 0.00853]	[ 0.23699]	[-0.61467]	[-0.73311]
LTNDPB(-1)	-0.006587 (0.01362) [-0.48363]	-0.071221 (0.16044) [-0.44391]	0.009069 (0.01073) [ 0.84522]	1.673036 (0.09922) [ 16.8624]	-0.147839 (0.10793) [-1.36976]
LTNDPB(-2)	0.015733 (0.01481) [ 1.06201]	0.014098 (0.17451) [ 0.08078]	-0.008681 (0.01167) [-0.74386]	-0.814385 (0.10792) [-7.54641]	0.111884 (0.11739) [ 0.95306]
D(LRLLP(-1))	0.013093 (0.02374) [ 0.55142]	-0.178398 (0.27968) [-0.63786]	0.005034 (0.01870) [ 0.26913]	-0.190694 (0.17296) [-1.10255]	0.725860 (0.18815) [ 3.85794]
D(LRLLP(-2))	-0.002633 (0.02060) [-0.12782]	0.072675 (0.24262) [ 0.29955]	0.002345 (0.01623) [ 0.14451]	-0.042972 (0.15003) [-0.28641]	-0.019442 (0.16321) [-0.11912]
C	-0.072700 (0.05107) [-1.42345]	3.357760 (0.60161) [ 5.58130]	0.048480 (0.04023) [ 1.20498]	0.365997 (0.37204) [ 0.98376]	-1.154198 (0.40471) [-2.85191]
R-squared	0.628555	0.462199	0.062889	0.957268	0.651418
Adj. R-squared	0.554266	0.354639	-0.124533	0.948722	0.581701
Sum sq. resids	0.000572	0.079395	0.000355	0.030363	0.035930
S.E. equation	0.003383	0.039848	0.002665	0.024642	0.026807
F-statistic	8.460957	4.297127	0.335549	112.0091	9.343817
Log likelihood	266.5401	116.0926	281.0921	145.4100	140.2752
Akaike AIC	-8.378365	-3.445660	-8.855480	-4.406884	-4.238530
Schwarz SC	-7.997715	-3.065010	-8.474830	-4.026234	-3.857880
Mean dependent	-0.000716	6.597373	-0.000108	-2.593509	-0.005102
S.D. dependent	0.005067	0.049603	0.002513	0.108823	0.041448
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.19E-20			
Determinant resid covariance		8.10E-21			
Log likelihood		978.2151			
Akaike information criterion		-30.26935			
Schwarz criterion		-28.36610			

## Test de stabilité du modèle VAR: Racines inverses des polynômes caractéristiques AR



## Test portmanteau d'autocorrélation des résidus

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations

Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h

Date: 12/04/13 Time: 13:22

Sample: 1996Q1 2011Q4

Included observations: 61

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	Df
1	9.153535	NA*	9.306094	NA*	NA*
2	17.38890	NA*	17.82062	NA*	NA*
3	23.27877	0.9979	24.01515	0.9969	46
4	103.8390	0.0067	110.2288	0.0020	71
5	114.2594	0.0986	121.5795	0.0400	96
6	119.4392	0.5231	127.3244	0.3291	121
7	124.0532	0.9058	132.5365	0.7806	146
8	188.7178	0.1679	206.9618	0.0316	171
9	203.6401	0.3392	224.4668	0.0797	196
10	206.4043	0.7512	227.7730	0.3630	221
11	210.5126	0.9509	232.7852	0.7179	246
12	269.8050	0.5091	306.5981	0.0674	271

\*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.

df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

## Test d'hétéroscédasticité des résidus

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)

Date: 09/18/13 Time: 09:56

Sample: 1996Q1 2012Q4

Included observations: 61

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
314.5538	300	0.2703