



**BCEAO**

BANQUE CENTRALE DES ETATS  
DE L'AFRIQUE DE L'OUEST



**COFEB**

CENTRE OUEST AFRICAIN DE FORMATION  
ET D'ETUDES BANCAIRES

**Document d'Etude et de Recherche**  
N°COFEB/DER/2020/01

# **RISQUE SYSTEMIQUE ET DE CONTAGION DANS LE SYSTEME BANCAIRE DE L'UEMOA : ANALYSE EN RESEAU ET PROPOSITION D'UN INDICE**

par Vigninou GAMMADIGBE

Décembre 2020

Les avis exprimés engagent la responsabilité des seuls auteurs.



**BCEAO**  
BANQUE CENTRALE DES ETATS  
DE L'AFRIQUE DE L'OUEST



**COFEB**  
CENTRE OUEST AFRICAIN DE FORMATION  
ET D'ETUDES BANCAIRES

**COFEB**

Direction de la Recherche et des Partenariats

# Document d'Etude et de Recherche

**N°COFEB/DER/2020/01**

## **RISQUE SYSTEMIQUE ET DE CONTAGION DANS LE SYSTEME BANCAIRE DE L'UEMOA : ANALYSE EN RESEAU ET PROPOSITION D'UN INDICE**

**par Vigninou GAMMADIGBE\***

***Décembre 2020***

\* Je remercie l'ensemble des collègues de la DRP, des autres Directions des Services Centraux, des Directions Nationales et du Secrétariat Général de la Commission Bancaire de l'UMOA pour leurs précieuses contributions qui ont permis d'améliorer la qualité de ce travail. Les insuffisances et les limites inhérentes à cette étude n'engagent nullement la responsabilité de la Banque Centrale et relèvent de celle, exclusive, de l'auteur.



# BCEAO

BANQUE CENTRALE DES ETATS  
DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

**Direction Générale du Centre Ouest Africain de Formation et d'Etudes Bancaires**  
Direction de la Recherche et des Partenariats  
Service de la Recherche

## **RISQUE SYSTEMIQUE ET DE CONTAGION DANS LE SYSTEME BANCAIRE DE L'UEMOA : ANALYSE EN RESEAU ET PROPOSITION D'UN INDICE**

---

Par Vigninou **GAMMADIGBE**

Décembre 2020

### **Résumé**

*La stabilité financière constitue une des préoccupations majeures des Autorités monétaires de l'Union Monétaire Ouest Africaine (UMOA). Sa préservation nécessite la mise en œuvre d'une politique macroprudentielle efficace. À cet égard, la boîte à outils de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO) est composée des indicateurs de solidité financière (ISF) recommandés par le Fonds Monétaire International (FMI), les tests de résistance ou stress tests annuels et le dispositif applicable aux Etablissements Bancaires d'Importance Systémique (EBIS). La présente étude se propose d'enrichir cette panoplie d'outils à travers la conception d'un modèle de réseau permettant de mesurer et de suivre les interconnexions au sein du système bancaire de l'UMOA ainsi que l'élaboration d'un indice de risque systémique et de contagion. L'analyse a porté sur l'ensemble des banques de l'Union et couvre la période de 2007-2019. Les simulations effectuées ont permis d'identifier les établissements à fort risque de contagion en cas de chocs et ceux qui présentent une grande vulnérabilité du fait de leur forte dépendance des autres. Les résultats ont également mis en évidence des phénomènes de contagion pouvant aller au-delà des frontières nationales. Cependant, le risque de contagion est globalement faible dans la zone. Ces résultats contribuent à l'amélioration de la méthode d'identification des EBIS et, partant, au renforcement du cadre de surveillance de ces institutions. Ils ont permis de formuler des recommandations de politiques macroprudentielles.*

**Mots clés :** Analyse en réseau, stabilité financière, risque systémique et de contagion, politique macroprudentielle, indice

**Classification JEL :** C45, G21, G33

**Abstract**

*Financial stability is one of the major concerns of the Monetary Authorities of the West African Monetary Union (WAMU). Its preservation requires the implementation of an effective macroprudential policy. In this regard, the toolkit of the Central Bank of West African States (BCEAO) is made up of the financial soundness indicators (FSI) recommended by the International Monetary Fund (IMF), annual stress tests and the system applicable to Systemically Important Banking Institutions (SIBIs). The purpose of this study is to expand this toolkit by designing a network model to measure and monitor interconnections within the WAMU banking system and by developing a systemic risk and contagion index. The analysis covered all the banks in the Union and spanned the period 2007-2019. The simulations carried out made it possible to identify institutions with a high risk of contagion in the event of shocks and those that are highly vulnerable due to their high dependence on others. The results also revealed contagion phenomena that could go beyond national borders. However, the risk of contagion is generally low in the zone. These results contribute to the improvement of the SIB identification methodology and, consequently, to the strengthening of the supervisory framework for these institutions. The results have led to the formulation of macroprudential policy recommendations.*

**Keywords** : Network analysis, financial stability, systemic and contagion risk, macroprudential policy, index

**JEL Classification JEL** : C45, G21, G33

## I. Introduction

Les crises financières (2007-2009) qui ont secoué le monde, notamment les défaillances successives des grandes banques internationales, ont remis sur le devant de la scène les enjeux de la stabilité financière. Cette dernière fait référence à une situation dans laquelle les institutions financières d'un pays ou d'une zone économique exercent de manière efficiente et soutenable, sans accumulation de risques excessifs, leurs activités de financement de l'économie tout en présentant une forte capacité de résilience en cas de survenance de chocs adverses exogènes. Une crise bancaire systémique survient lorsque l'instabilité financière remet en cause le bon fonctionnement de l'ensemble du système financier au point d'impacter négativement le secteur réel (BCE, 2010). Face à ces crises, il est apparu nécessaire de mettre à jour les normes microprudentielles et d'affiner les instruments de l'approche macroprudentielle de la stabilité financière. Ces deux approches sont complémentaires et l'attachement exclusif à l'une d'elles risquerait d'occulter une dimension importante de la stabilité financière (Borio, 2009). Ainsi, plutôt que d'étudier uniquement les vulnérabilités idiosyncratiques des institutions financières, l'approche macroprudentielle présente l'avantage d'analyser l'accumulation dans le temps de risques excessifs dans le système financier (dimension temporelle) et l'étude des vulnérabilités liées aux interconnexions entre les institutions financières (dimension transversale).

Les interconnexions entre les institutions financières (dimension transversale) jouent un rôle capital dans le processus de propagation et d'amplification des chocs financiers. En effet, la défaillance d'une institution financière peut déclencher une succession de défauts. Cet effet est dû à des liens financiers entre établissements tels que les crédits interbancaires et les expositions communes. Ces liens financiers créent des dépendances entre les institutions financières et expliquent le fait que les crises financières de 2007-2009, déclenchées par la faillite d'une banque américaine, puissent avoir des effets négatifs sur un large pan du réseau interbancaire national et se propager au reste du monde. Même si les banques de l'Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) ont été plus ou moins épargnées par les crises financières de 2007-2009, plusieurs enseignements peuvent retenir l'attention des Autorités en charge de la stabilité financière de la zone au regard de la crise financière des années 1980 et surtout des évolutions récentes du système bancaire de l'UEMOA. En effet, une des leçons issues de la crise bancaire des années 1980 à 1995 qui a mis en faillite 30 établissements de crédit de l'Union sur 79 au total (Powo, 2000) était la nécessité de renforcer la supervision bancaire avec la mise en place de la Commission Bancaire (CB-UMOA). En outre, la montée en puissance de grands groupes bancaires transfrontaliers observée au cours des dernières années couplée avec la complexité croissante des activités bancaires laisse présager des risques systémiques et de contagion dans le système bancaire de l'UEMOA. Cette mutation nécessite non seulement la mise à jour du cadre de la surveillance macroprudentielle, mais également la conception d'outils efficaces permettant d'évaluer périodiquement le niveau de risque systémique et de contagion présent dans le système bancaire de l'Union en vue de faciliter la mise en place, au besoin, de mesures préventives.

Sur le plan de la réglementation microprudentielle, les normes de supervision bancaire ont évolué vers celles édictées par le Comité de Bâle à la suite de la crise bancaire des années 1980-1995. Par ailleurs, les Autorités monétaires de l'UEMOA ont décidé en 2007 de doubler graduellement le capital social minimum des banques et établissements financiers de l'Union afin d'accroître, d'une part, la capacité de financement des banques et d'autre part, de relever leur solvabilité. Elles ont ensuite initié une refonte des règles prudentielles jusqu'alors basées sur les dispositions de Bâle I pour les faire converger vers les nouvelles règles de Bâle II et III qui sont rentrées en vigueur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2018. Ce nouveau dispositif vise la préservation d'un système bancaire résilient, répondant aux besoins des économies des Etats

de l'UEMOA, et présentant un profil de risque maîtrisé (BCEAO, 2017). Il prévoit, au-delà des normes de fonds propres classiques, la constitution en permanence des coussins de conservation, contra-cyclique et systémique entièrement composés d'éléments des fonds propres durs<sup>1</sup>. Un ratio supplémentaire à respecter est le ratio de levier qui a pour objectif de maîtriser la croissance du bilan d'une banque, au regard de ses fonds propres et de limiter l'accumulation de l'effet de levier dans le secteur bancaire.

Dans le cadre de l'approche macroprudentielle, la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO) s'est engagée sur plusieurs chantiers visant à renforcer la résilience du système bancaire et financier de l'UEMOA, conformément à sa mission de préservation de la stabilité financière. À cette date, la surveillance du risque systémique dans l'Union repose sur les indicateurs de solidité financière (ISF) recommandés par le Fonds Monétaire International (FMI), les tests de résistance ou stress tests (ST) annuels réalisés par la Banque et le dispositif applicable aux Etablissements Bancaires d'Importance Systémique (EBIS). Par ailleurs, l'entrée en vigueur du nouveau dispositif prudentiel suivant les normes de Bâle II et III dans la zone a nécessité la mise en place d'un nouveau dispositif réglementaire de résolution des crises bancaires et la réforme de la Commission Bancaire de l'UMOA. Ces outils permettent de suivre les risques idiosyncratiques agrégés à l'échelle de l'Union, sans toutefois pouvoir détecter les canaux de transmission des risques identifiés et évaluer leur impact potentiel sur l'économie réelle. En effet, une surveillance macroprudentielle efficace exige le suivi des liens systémiques directs et indirects entre les institutions, les places financières et les pays. À cet égard, il apparaît important de compléter les outils existants par des modèles plus élaborés.

Par ailleurs, les études ayant abordé les questions relatives aux risques systémiques et de contagion dans la littérature se sont concentrées sur les pays développés. Les rares études qui ont analysé le cas du système bancaire de l'UEMOA ont porté sur la conception d'indicateurs d'alerte précoce de crises bancaires (Gbénou, 2015), d'indice de stress bancaire (Doucouré et Sène, 2014) et d'un indice de risque systémique suivant une approche probabiliste non paramétrique (Fall, 2017). Ces travaux ont été effectués dans le cadre de la dimension temporelle du risque systémique qui traduit la vulnérabilité liée à la montée des risques au fil du temps. Toutefois, ils n'ont pas pris en compte les vulnérabilités imputables à l'interconnexion directe entre les banques, aux effets de contagion et aux expositions communes. Au cours de la dernière décennie, des progrès significatifs ont été réalisés dans le cadre de l'analyse du risque systémique notamment à partir de l'analyse en réseau. Cette approche permet d'étudier le mécanisme sous-jacent de formation et de contagion du risque systémique découlant des caractéristiques du réseau et de la vulnérabilité de chaque institution bancaire (Rogers et Veraart, 2013 ; Espinosa-Vega et Solé 2010 ; Caballero et Simsek, 2013 ; Caccioli et al. 2014 ; Cont et Schaanning, 2017 ; Kok et Montagna, 2016).

Face à ces défis, l'étude se propose de concevoir un modèle d'analyse en réseau, pour mieux appréhender l'exposition du système bancaire de l'Union au risque systémique et de contagion. Elle propose ensuite un indice de risque systémique et de contagion à partir de la matrice des interconnexions entre les institutions financières de la zone. L'étude a le mérite d'utiliser les données individuelles des banques<sup>2</sup>. Ces outils devraient permettre d'évaluer en temps réel le risque systémique et de contagion dans la zone et de mettre en œuvre des mesures de type «

---

<sup>1</sup> Les fonds propres durs constituent la première composante des fonds propres d'une banque (noyau dur). Au sens du nouveau dispositif prudentiel de l'UMOA, ils représentent la composante des fonds propres de meilleure qualité, permettant la continuité de l'exploitation de la banque (BCEAO, 2017).

<sup>2</sup> Pour des raisons de confidentialité, les banques ont été anonymisées en utilisant un code alpha numérique.

coupe-feu » afin de circonscrire la propagation des chocs, en cas de crise dans le système bancaire.

Le reste de l'étude est structuré comme suit. La section suivante est consacrée à la revue de la littérature relative à l'analyse de risque systémique ainsi qu'aux travaux empiriques ayant abordé le cas spécifique de l'UEMOA. L'approche méthodologique de l'étude ainsi que les données sont présentées à la section 3. Les résultats, leurs interprétations et implications font l'objet de la section 4. La dernière section conclut et formule des recommandations de politique macroprudentielle.

## II. Revue de la littérature

Un survol de la littérature dédiée à la stabilité financière met en lumière deux sources de crises systémiques : un choc économique simultané sur un grand nombre d'institutions financières ou par le biais d'une contagion. En effet, un choc simultané sur un grand nombre d'acteurs financiers, peut engendrer une crise systémique si le choc porte un coup à la solvabilité, la rentabilité, la liquidité ou la qualité des actifs de ces derniers. Ce choc peut être endogène au système financier, suite à une accumulation excessive dans le temps de risques par la majorité des institutions financières. À titre d'exemple, cette situation a été observée lors de l'explosion d'une bulle, en particulier immobilière et aussi de la crise des subprimes de 2007. Il peut également s'agir d'un choc exogène suffisamment puissant pour toucher l'ensemble du système bancaire et mettre en défaillance aussi bien les institutions financières saines que celles fragiles. À titre d'exemple, il peut être cité les crises politiques et les crises sanitaires (Covid-19) qui peuvent créer des pressions sur la liquidité des banques à l'issue des retraits massifs des agents économiques (course aux guichets) et dégrader la qualité du portefeuille des banques à la suite des défauts des clients engagés.

Une banque devient insolvable lorsque les pertes sur les crédits accordés absorbent ses fonds propres. Une crise systémique surviendra lorsqu'une partie importante du système bancaire subit des pertes substantielles qui érodent les fonds propres. Ainsi, la théorie prédit que les chocs qui affectent négativement les performances des emprunteurs bancaires devraient être positivement corrélés avec la probabilité d'occurrence des crises bancaires systémiques. Les crises de liquidité constituent un autre cas de choc simultané pouvant déstabiliser le système bancaire. Une crise de confiance par exemple, comme ce qui a pu se passer en 2007-2009, peut entraîner le gel du marché interbancaire, privant les banques de leurs sources de liquidités. Une banque ayant un doute sur la solidité de ses partenaires peut geler ses liens financiers. En refusant par exemple le renouvellement d'une ligne de crédit, cette banque mettra en difficulté une autre banque. À court de refinancements, plusieurs banques peuvent alors être très rapidement en faillite (Arnould, 2013).

Cette analyse est confirmée par les travaux empiriques de Demirgüç-Kunt et Detragiache (1998) qui aboutissent à la conclusion qu'aussi bien dans les pays en développement que dans les pays industrialisés, l'environnement macroéconomique défavorable (faible croissance du PIB, inflation élevée), en agissant négativement sur la qualité du portefeuille et la rentabilité des banques, accroît la probabilité des crises bancaires. Ce résultat qui avait déjà été noté par Gorton (1988) sur les banques américaines est confirmé par Kaminsky et Reinhart (1996) sur un panel de banques des pays en développement. Ainsi, pour tout choc donné, les systèmes bancaires moins capitalisés devraient être plus vulnérables (Demirgüç-Kunt et Detragiache, 1998). De l'analyse de la crise bancaire des années 80 au sein de la zone UMOA, il peut être retenu le rôle joué par la dégradation des fondamentaux macroéconomiques. En effet, à partir d'un modèle économétrique Logit, Powo (2000) a montré qu'un faible niveau de bancarisation,



une sous-capitalisation, une baisse du ratio crédit sur total actif et une dégradation de la rentabilité économique des banques sont associés à une forte probabilité de faillite. Angora (2006) utilise la même méthodologie pour analyser les déterminants des crises bancaires dans les pays de l'UEMOA sur la période de 1975 à 1995. Ses résultats montrent que la crise bancaire survenue est liée à un contexte macroéconomique défavorable, notamment une baisse significative de la croissance économique. Cette situation aurait conduit les banques à adopter une politique restrictive de crédit.

La deuxième source d'une crise systémique est relative au phénomène de contagion. En effet, en l'absence d'un choc économique sévère affectant l'ensemble des institutions financières, une crise systémique peut se déclencher suite à la faillite d'une institution financière occupant une position stratégique dans le système financier. Si le système bancaire n'était pas interconnecté, le défaut d'une institution financière demeurerait un évènement isolé et le système financier resterait robuste. Du fait des interconnexions, les risques pris par les institutions individuelles ont des effets externes sur le reste du secteur et de l'économie (Bénassy-Quéré et al, 2017). La faillite de cette institution financière peut induire la faillite d'autres institutions financières suivant un effet domino en remontant la chaîne des expositions bilatérales. Ces dernières peuvent être directes ou indirectes. Les interconnexions directes sont essentiellement liées aux contrats financiers entre acteurs : prêts, emprunts, participations en capital, produits dérivés, etc. Les interconnexions indirectes sont liées aux expositions communes d'institutions financières détenant des actifs similaires ou des actifs reposant sur une même contrepartie. Cette approche spatiale montre qu'une crise systémique peut surgir en l'absence de choc majeur et nonobstant la solidité de la majeure partie des institutions financières du système. Par ailleurs, une crise systémique issue initialement d'un choc économique endogène ou exogène peut s'amplifier par un processus de contagion.

Les travaux empiriques relatifs à cette approche spatiale s'appuient sur la théorie des réseaux. L'idée de départ est que tout système financier, global ou local, peut être représenté comme un réseau de créances et de dettes bilatérales. Construire une maquette de ce réseau permet d'y simuler la propagation des chocs et de comprendre si sa structure le rend vulnérable à la contagion lorsqu'un participant fait défaut. Les travaux pionniers dans ce domaine ont été réalisés par Espinosa-Vega et Solé (2010) sur des données agrégées de la Banque des Règlements Internationaux (BRI) de dix-huit (18) pays industrialisés. Les auteurs ont montré la propagation des crises systémiques d'un pays à un autre en simulant un choc de crédit et un choc de crédit couplé avec un gel du marché interbancaire. Ils parviennent à dériver un indice de vulnérabilité de chaque place bancaire. Le modèle de base d'Espinosa-Vega et Solé (2010) a été repris et/ou approfondi, en fonction de la structure des systèmes financiers, par plusieurs chercheurs (Rogers et Veraart, 2013 ; Caballero et Simsek, 2013 ; Caccioli et al. 2014 ; Cont et Schaanning, 2017 ; Kok et Montagna, 2016) et banques centrales sur les données granulaires des banques. Ce modèle est également utilisé dans les exercices de stress tests du Fonds Monétaire International (FMI) dans le cadre du programme d'évaluation du secteur financier (FSAP) des pays (Bricco et Xu, 2019). Nakorji et al. (2017), à partir d'un modèle de réseau, ont analysé le risque systémique implicite dans le réseau interbancaire nigérian, en se basant sur divers indicateurs de réseau et en utilisant des données sur les expositions bilatérales des banques individuelles. Les résultats ont montré que plusieurs banques étaient vulnérables à la faillite d'autres banques du système, en raison de leur niveau d'exposition. En outre, l'étude a identifié des liens entre deux banques occupant une place stratégique dans le réseau et dont la défaillance pourrait s'avérer désastreuse pour le système bancaire nigérian.

Au-delà des analyses théoriques et des modèles de simulation de choc dans les systèmes financiers, les Autorités en charge de la politique macroprudentielle ont besoin de quantifier le risque systémique à un moment donné. Une littérature abondante est dédiée à l'évaluation du

risque systémique à travers des indices synthétiques ou composites et des indicateurs d'alertes précoces. À cet effet, plusieurs approches sont généralement retenues en fonction du niveau de développement des marchés financiers. Une approche bien connue dans la littérature est la méthodologie VaR (Value at Risk) reconnue par les Autorités de Bâle comme un indicateur central d'évaluation des risques bancaires dans des conditions normales et extrêmes. Il faut noter que la VaR est une approche microéconomique, qui permet d'évaluer individuellement la capacité de résistance d'une institution financière. La Banque Centrale Européenne (BCE) utilise un indicateur de stress du système bancaire qui mesure la probabilité de défaut d'au moins deux grandes banques commerciales à partir des rendements des actions bancaires pour estimer les interconnexions entre les banques. Outre les limites de ces approches, elles ne sont pas compatibles avec l'architecture du système financier des pays en développement. Pour évaluer le risque systémique, les Banques Centrales des pays en développement construisent des indices agrégés de stress. Cette dernière approche semble plus adaptée car elle permet de tenir compte d'un ensemble de données financières capables de contrôler la fragilité bancaire et de mesurer le comportement de cet éventail de variables face à des chocs économiques.

Il revient à Doucouré et Sène (2014) de faire une première proposition d'un indice de stress pour le système bancaire de l'UEMOA. L'indice proposé combine trois indicateurs à savoir l'adéquation du capital, la rentabilité des actifs et la liquidité des banques. Il est calculé sur la période de 1990 à 2010 sur des données agrégées par pays après une normalisation centrée réduite. L'analyse des déterminants de l'indice de stress à partir de la méthode du Mean Group a montré que la volatilité de l'inflation, la contraction du crédit, la progression rapide de la masse monétaire par rapport au PIB nominal, les déficits budgétaire et courant constituent les principaux facteurs à l'origine de la vulnérabilité du système bancaire de l'Union. Dans le prolongement des travaux de Doucouré et Sène (2014), Gbenou (2015) propose un système d'alerte précoce de détection de l'occurrence des épisodes de tensions financières dans le secteur bancaire des Etats membres de l'UEMOA. L'étude tente, d'une part, d'identifier les épisodes de turbulences financières à partir des informations contenues dans les indicateurs financiers et macroéconomiques, afin de capturer les processus cumulatifs des difficultés qui mènent à une crise bancaire et d'autre part, d'évaluer la probabilité de l'occurrence de ces épisodes. L'étude identifie pour les principaux indicateurs les seuils d'alerte pour le régulateur. Les évaluations économétriques sont globalement en ligne avec ceux de Doucouré et Sène (2014). Ils montrent que la dégradation des indicateurs de profondeur et de vulnérabilité financière du secteur bancaire, des conditions économiques, ainsi que l'inefficacité de la régulation, ont contribué significativement à l'occurrence de la crise bancaire et des régimes de tensions financières dans la zone.

Plus récemment, l'étude de Fall (2017) propose des indicateurs de mesure de la stabilité du système bancaire de l'UEMOA en s'appuyant sur la méthode d'optimisation de la densité multivariée compatible avec l'information disponible (CIMDO) développée par Segoviano (2006) et Goodhart et Segoviano (2009). En usant des observations des créances en souffrance des banques, l'approche tient partiellement compte aussi bien des relations de dépendance systémique entre les banques que des effets résultant des fluctuations macroéconomiques. Cette approche permet de dériver la vraisemblance que toutes les banques soient dans la zone de détresse ainsi que les interactions qui puissent exister entre elles. L'indice de stabilité bancaire proposé reflète le nombre espéré de banques en difficulté lorsqu'au moins l'une d'entre elles est en situation de détresse. Les résultats indiquent une dégradation tendancielle de la stabilité du système bancaire de l'UEMOA de 2004 à 2014. Cependant, les limites relatives à l'approche CIMDO sont liées au fait que cette approche impose un nombre fixe de banques incluses dans l'échantillon ce qui rend son opérationnalisation difficile à mesure que le système bancaire évolue. Par ailleurs, les interactions mises en avant sont des co-mouvements de la variable observée des banques plutôt que les expositions bilatérales entre elles. En somme, les

études réalisées pour la zone UEMOA s'inscrivent dans la dimension temporelle de l'instabilité financière (Doucouré et Sène, 2014 ; Gbénou, 2015 et Fall, 2017). La présente étude enrichit la littérature de la stabilité financière dans la zone en s'inscrivant dans une approche spatiale du risque systémique. Elle propose suivant cette approche un modèle en réseau qui permet de simuler la propagation d'un choc entre les entités du réseau et un indice de risque systémique et de contagion pour l'UEMOA.

### III. Approche méthodologique

L'analyse et les simulations de crises systémiques suivant l'approche transversale s'appuient sur les théories et modèles de réseau développés dans la littérature récente. En effet, cette approche est plus appropriée pour évaluer le processus de contagion et les relations entre les différentes entités du système bancaire et financier. Plus spécifiquement, elle permet d'apprécier les liens d'interdépendance et les impacts systémiques potentiels en cas de défaillance d'une entité (Espinosa-Vega et Solé, 2010 ; Caballero et Simsek, 2013 ; Caccioli et al. 2014 ; Cont et Schaanning, 2017 ; Kok et Montagna, 2016). Elle offre ensuite, la possibilité de dériver des indicateurs pertinents et un indice de risque systémique et de contagion à partir de la matrice des expositions bancaires bilatérales. Ainsi, l'approche méthodologique proposée dans cette recherche peut être scindée en deux parties. La première propose un modèle d'analyse du risque systémique et de contagion suivant une approche transversale. La deuxième partie présente la démarche de construction de l'indice de risque systémique et de contagion pour le système bancaire de l'UEMOA.

#### 3.1. Le modèle d'expositions interbancaires (approche transversale)

Quel serait l'impact de la défaillance d'une banque de l'UEMOA sur la stabilité du système bancaire de la zone ? Combien de banques pourraient faire défaut à la suite de celui d'une banque occupant une position stratégique dans le réseau bancaire ? Au regard des expositions bilatérales interbancaires, quels seront les coûts en termes de fonds propres pour le système bancaire de l'Union si une banque fait défaut ? Une tentative de réponse à ces questions passe par la modélisation en réseau des interrelations entre les banques du système. L'approche retenue dans cette recherche s'inspire du modèle d'analyse de réseau élaboré par Espinosa-Vega et Solé (2010), initialement développé au niveau macroéconomique pour analyser la contagion des crises bancaires entre différents pays, à défaut des données granulaires. L'adaptation de ce modèle au système bancaire de l'UEMOA pourrait permettre d'analyser les mécanismes par lesquels la défaillance d'une banque donnée pourrait déclencher une succession de défauts bancaires dans le système, en raison des interconnexions existant entre les institutions. La démarche proposée suggère de simuler deux types de chocs, à savoir un choc de crédit et un choc de crédit couplé avec celui de liquidité sur le bilan d'une banque. Elle examine ensuite la propagation des chocs au sein du secteur bancaire (d'une banque à une autre, d'une place bancaire à une autre), à travers les expositions interbancaires.

##### 3.1.1. Le modèle

Le point de départ de notre analyse en réseau est un bilan bancaire type qui met en évidence le rôle des expositions interbancaires. Soit un système bancaire composé de  $N$  banques qui se refinancent entre-elles sur le marché interbancaire. En effet, les excédents de ressources d'une banque  $i$  peuvent être prêtés à une autre banque  $j$  en besoin de liquidités par le canal du marché interbancaire. En outre, dans le cadre de ses activités, la banque  $i$  peut également disposer auprès d'une autre banque  $h$  de dépôts (à vue ou à terme), des participations dans son capital ou d'autres actifs qui engendrent des expositions interbancaires. Ces dernières peuvent être résumées dans une matrice carrée d'ordre  $N$ . Considérons le bilan simplifié d'une banque  $i$  (avant un choc) schématisé comme suit :

**Tableau 1** : Bilan de la banque  $i$  avant un choc en temps  $t_1$ 

Actif	Passif
$\sum_j X_{ji}$	$K_i$
	$D_i$
	$Q_i$
$A_i$	$\sum_j Y_{ij}$

À l'actif,  $\sum_j X_{ji}$  constitue le total des prêts interbancaires accordés par la banque  $i$  au reste du système bancaire. Dans un sens plus large,  $\sum_j X_{ji}$  représente toutes les expositions détenues par la banque  $i$  sur le reste du système bancaire. Les autres actifs de la banque  $i$  sont représentés par  $A_i$ . Au passif, le capital de la banque  $i$  est noté  $K_i$ , les emprunts à long terme hors du système bancaire  $Q_i$  et les dépôts  $D_i$ . La variable  $Y_{ij}$  constitue l'encours des emprunts de la banque  $i$  par la banque  $j$ , de sorte que  $\sum_j Y_{ij}$  représente l'ensemble des expositions du système bancaire sur la banque  $i$ . L'équilibre du bilan implique l'égalité suivante :

$$\sum_j X_{ji} + A_i = K_i + Q_i + D_i + \sum_j Y_{ij} \quad (1)$$

Afin de simuler l'impact d'un choc de crédit, supposons que la perte induite par un défaut de paiement est captée par un paramètre  $\lambda$ . Il s'agit de la proportion (en pourcentage) de l'encours de crédit interbancaire provisionné ou passé en perte suite à la défaillance d'une banque. Il est également supposé que les banques ne disposent que de leurs fonds propres (capital) pour absorber les pertes sur créances interbancaires. Une telle situation implique que l'hypothèse d'augmentation spontanée de capital par les actionnaires d'une banque en cas de choc est écartée pour simplifier l'analyse et l'inscrire dans la perspective macroprudentielle de l'autorité en charge de la stabilité financière. Sur cette base, une banque devient défaillante si ses fonds propres sont insuffisants pour absorber une perte sur créance issue de la défaillance d'une ou plusieurs autres banques. Après la prise en compte de la perte sur créance interbancaire initiale résultant de la défaillance de la banque  $h$ , le bilan d'une banque après ce choc se présente comme suit :

**Tableau 2** : Bilan de la banque  $i$  après le choc de crédit en temps  $t_2$ 

Actif	Passif
$-\lambda X_{hi} + \sum_j X_{ji}$	$K_i - \lambda X_{hi}$
	$D_i$
	$Q_i$
$A_i$	$\sum_j Y_{ij}$

Suivant l'équilibre du bilan comptable de la banque  $i$ , l'équation (1) après l'absorption du choc de crédit devient :

$$A_i + \sum_{j \neq h} X_{ji} + (1 - \lambda)X_{hi} = (K_i - \lambda X_{hi}) + Q_i + D_i + \sum_j Y_{ij} \quad (2)$$

L'analyse précédente s'est limitée aux effets des pertes sur créances. Elle ne tient pas compte de l'effet sur la liquidité globale du marché interbancaire et de la liquidité individuelle des

banques. La vulnérabilité d'une banque ne découle pas seulement de ses expositions de crédits directs à d'autres établissements, mais aussi de son incapacité à renouveler sans contraintes et coûts additionnels son financement sur le marché interbancaire, et qui pourrait la placer dans l'obligation de brader des actifs afin de rétablir l'équilibre de sa trésorerie. En effet, la défaillance de la banque  $h$  peut réduire la liquidité sur le marché interbancaire du montant total de ses prêts interbancaires aux autres banques. La mesure dans laquelle une banque est à même de renouveler un retrait imprévu de financement interbancaire dépendra des conditions de liquidité du marché monétaire. En période de crise, comme celle de 2007-2009, par exemple, il est possible d'assister à un gel progressif des marchés interbancaires. Ce gel est le résultat de la réticence des banques à renouveler leur financement aux contreparties dont la qualité du portefeuille était perçue comme similaire à celle des banques vulnérables ou défailtantes. Dans ces conditions et sous l'hypothèse d'absence d'augmentation de capital et d'autres sources de financement, une banque peut être contrainte de vendre à perte une partie de ses actifs afin de rétablir l'équilibre de sa trésorerie.

Nous étudions la situation où, comme lors de la crise de 2007-2009, une banque ne peut renouveler qu'une fraction du financement perdu à la suite de la défaillance d'une banque, pour faire face au déficit de liquidité. Dans ce cas, la banque est amenée à vendre à perte ses actifs, c'est-à-dire que ses actifs sont négociés à une valeur marchande inférieure à leur valeur comptable. Cette perte induite par un manque de financement est supposée être absorbée par le capital de la banque (Tableau 3). Dans le cadre de cette étude, nous supposons que les institutions bancaires sont incapables de renouveler tous les financements précédemment accordés par les institutions défailtantes. En particulier, la banque  $i$  ne peut renouveler sans contraintes et coûts additionnels sur le marché interbancaire qu'une fraction  $1-\rho$  du financement initial accordé par la banque  $h$  de sorte qu'elle est obligée de vendre à perte  $\rho Y_{ih}(1+\delta)$  ses actifs pour pouvoir remplacer la fraction  $\rho Y_{ih}$  de liquidité offerte par la banque  $h$ . La perte induite par le gel du marché interbancaire, soit  $\delta\rho Y_{ih}$ , est donc absorbée par le capital de la banque  $i$ . Le taux de perte subie est donc défini par  $\delta\rho$ .

**Tableau 3** : Bilan de la banque  $i$  après le choc de liquidité en temps  $t_3$

Actif	Passif
$\sum_j X_{ji}$	$K_i - \delta\rho Y_{ih}$
	$D_i$
	$Q_i$
$A_i - (1 + \delta)\rho Y_{ih}$	$-\rho Y_{ih} + \sum_j Y_{ij}$

Suivant l'équilibre (Actif – Passif) du bilan comptable de la banque  $i$ , l'équation après l'absorption du choc de liquidité (1) devient :

$$A_i + \sum_j X_{ji} - (1 + \delta)\rho Y_{ih} = (K_i - \delta\rho Y_{ih}) + Q_i + D_i - \rho Y_{ih} + \sum_j Y_{ij} \quad (3)$$

Après la définition des chocs de crédit et de liquidité sur le bilan d'une banque type, l'étape suivante de la démarche méthodologique consiste à simuler la propagation de ces derniers d'une institution bancaire à une autre.

### 3.1.2. La simulation des chocs

À partir des analyses de la transmission des chocs de crédit et de liquidité décrites dans la section précédente, tout l'art de cette approche méthodologique réside dans le suivi, en fonction

des interconnexions, de la propagation des chocs et de la séquence des défaillances déclenchées par cette faillite initiale de la banque  $h$ . À cet effet, il est développé un algorithme de réseau d'un système composé de  $N$  nœuds (chaque nœud représentant une institution bancaire) avec une structure d'expositions bancaires bilatérales représentée par une matrice carrée  $M(N, N)$  où les lignes constituent les prêts et les colonnes les emprunts.

$$M(N, N) = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1j} & \cdots & X_{1N} \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{i1} & \cdots & X_{ij} & \cdots & X_{iN} \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{N1} & \cdots & X_{Nj} & \cdots & X_{NN} \end{pmatrix}$$

Avec  $X_{ij}$  l'ensemble des expositions de la banque  $j$  sur une banque  $i$  du système bancaire à une période précise. Les éléments de la diagonale sont tous nuls ( $X_{ii} = 0$  pour tout  $i$ ).

Soit  $F_t$  l'ensemble des institutions bancaires en défaillance et soit  $NF_t$  l'ensemble des institutions bancaires survivantes au « round »  $t$  des simulations. Pour initialiser la simulation d'un choc, supposons que l'institution  $h$  fasse défaut à un moment  $t = 0$ , et qu'une fraction  $\lambda X_{hi}$  de ses dettes envers le reste des institutions bancaires ne soit pas remboursée. Le choc initial précédent est aggravé par la perte induite par le gel du marché interbancaire, soit  $\delta \rho Y_{ih}$ . C'est-à-dire qu'à chaque étape de la simulation, le capital d'un établissement peut être affecté négativement par la perte sur créance (choc de crédit) et la vente à perte d'un actif (choc de liquidité). Pour chacune des institutions bancaires non défaillantes,  $j \in NF_t$ , l'algorithme calcule initialement la perte induite par le choc. Il vérifie ensuite si le montant total des pertes subies par cette institution est supérieur au montant de son capital initial. Si c'est le cas, l'institution bancaire fait également défaut et l'algorithme introduit une nouvelle itération à partir des nouvelles défaillances enregistrées lors du premier « round ». Ainsi, au fur et à mesure que le choc se propage, l'algorithme effectue une mise à jour des niveaux des fonds propres de chaque institution à chaque « round ». La condition de défaut d'une banque est donnée formellement par :

$$\text{Si } \sum_{h \in F_t} \lambda X_{hj} + \sum_{h \in F_t} \rho \delta Y_{jh} > K_j \Rightarrow j \text{ fait aussi défaut : } j \in F_{t+1} \quad (4)$$

L'algorithme converge une fois qu'il n'y a plus de défaillance :  $F_t = F_{t+1}$ . Cette convergence n'exclut pas le cas extrême où toutes les institutions peuvent être défaillantes sans l'intervention des Autorités en charge de la surveillance micro ou macroprudentielle. À partir de la condition (4), il est possible de simuler uniquement l'impact d'un choc de crédit en calibrant  $\rho = \delta = 0$ . À la suite des simulations, il est possible de recenser les banques défaillantes, d'évaluer pour chaque banque les pertes subies et de calculer des indicateurs et des indices utiles pour une analyse plus approfondie du risque systémique et de contagion.

### 3.2. L'indice de risque systémique et de contagion

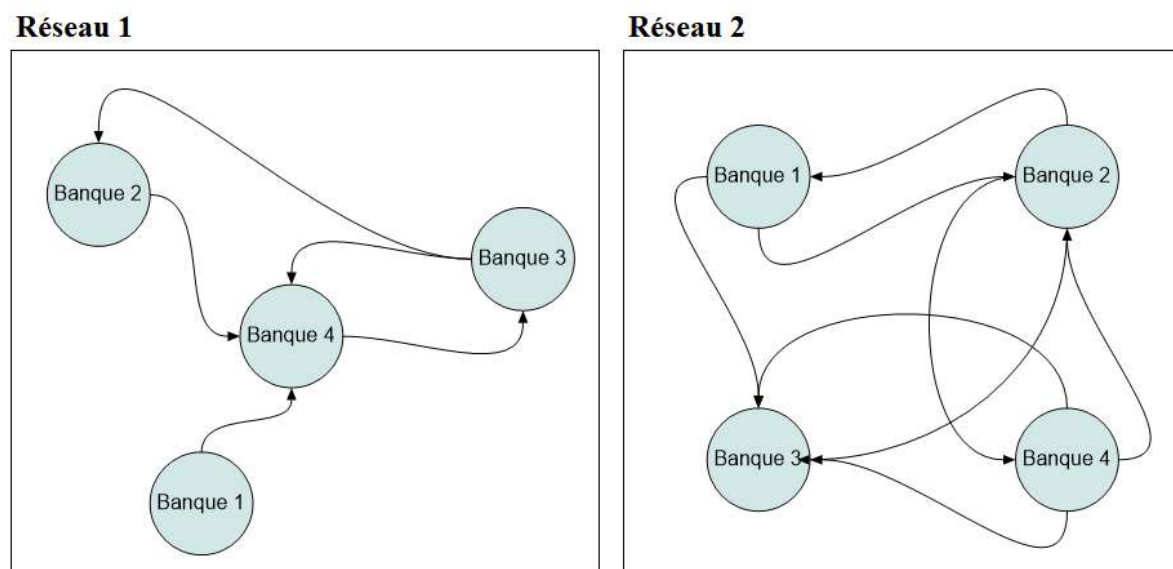
Le deuxième objectif de cette étude consiste à construire un indice de risque systémique et de contagion pour le système bancaire de l'UEMOA. Contrairement aux précédents travaux qui ont proposé des indicateurs d'alerte précoce et des indices synthétiques de risque systémique dans le cadre de la dimension temporelle de l'instabilité financière (Doucouré et Sène, 2014 ; Gbénou, 2015 et Fall, 2017), l'indice proposé dans cette étude s'inscrit dans une dimension transversale. Cet indice vient en complément des outils de suivi de la stabilité financière existants. En outre, il s'inscrit dans le prolongement de l'analyse du risque systémique et de contagion effectuée à partir du modèle d'expositions interbancaires développé dans la section précédente. En effet,

les simulations effectuées à partir du modèle informent sur la nature et l'ampleur du risque systémique présent dans le système bancaire à un moment précis. Il est intéressant de construire un indice synthétique qui capte à chaque simulation périodique le risque systémique suivant une approche transversale. Le suivi de cet indice peut être utile à plus d'un titre. D'une part, il permet de passer de l'approche transversale du risque systémique et de contagion à son analyse dynamique. D'autre part, il permet de fournir des informations importantes pour le superviseur sur la systémicité de chaque institution bancaire et sa contribution à la fragilité de l'ensemble du système.

### 3.2.1. Cadre conceptuel

À partir de la matrice des expositions bilatérales, l'indice proposé s'appuie sur l'analyse en réseau développée dans la section précédente. Pour une clarté de la présentation du cadre conceptuel de l'indice, il est supposé que le système bancaire est composé de quatre banques ( $N = 4$ ) de sorte que la matrice  $M(N, N)$  est composée de 16 éléments avec des éléments de sa diagonale tous nuls. L'indice proposé intègre plusieurs composantes de la stabilité financière suivant une dimension transversale : la taille et la complexité du réseau, la vulnérabilité, la fragilité et la contagiosité de chaque institution financière présente dans le réseau. La structure du réseau est appréciée par sa taille, sa complexité et l'importance des expositions bilatérales qui constituent des facteurs non négligeables dans le processus de propagation des chocs entre institutions financières. Le graphique 1 ci-dessous illustre deux réseaux où les nœuds représentent les banques du système. Les flèches indiquent les interconnexions, en partant de la banque prêteuse vers le bénéficiaire ou la contrepartie.

**Graphique 1** : Structure, complexité du réseau et risque systémique et de contagion (RSC)



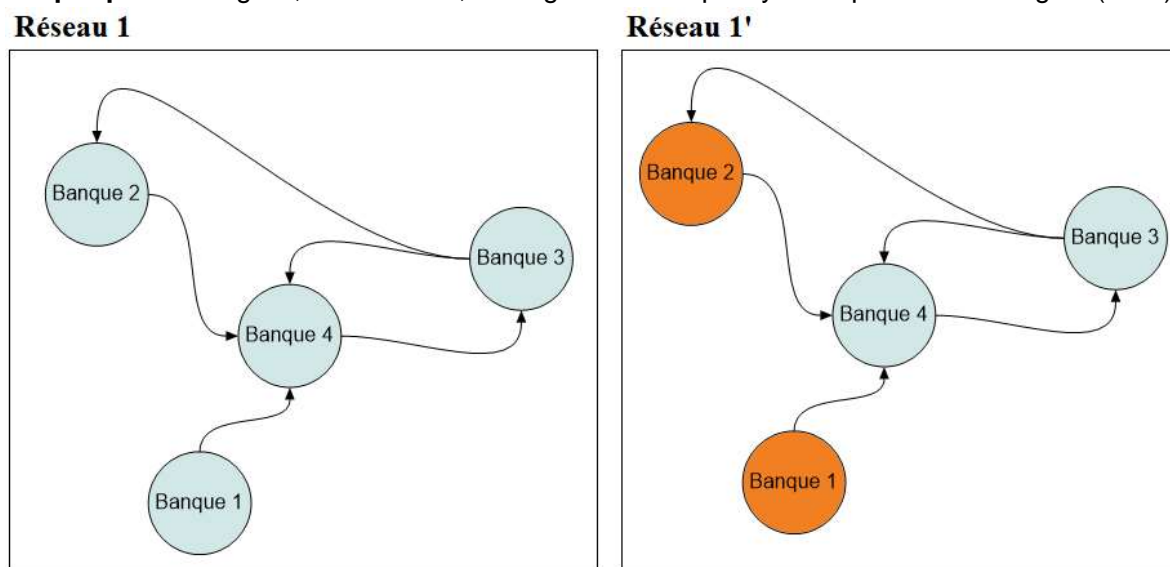
Source : auteur

Il apparaît visiblement que le réseau 2 est relativement plus complexe et plus dense que le réseau 1. Intuitivement et toutes choses égales par ailleurs, le risque systémique et de contagion (RSC) serait plus élevé dans le réseau 2 qui compte 3 interrelations de plus que le réseau 1. Sous l'hypothèse que les interconnexions sont de montants quasi-identiques, le total des expositions bilatérales serait plus élevé dans le réseau 2. En d'autres termes, la probabilité qu'un choc se diffuse à partir d'un nœud est relativement plus élevée dans le réseau 2.

La deuxième composante importante du risque systémique et de contagion (RSC) suivant l'approche transversale regroupe la vulnérabilité, la fragilité et la contagiosité individuelle des

institutions bancaires du réseau. Pour l'illustrer, considérons le réseau 1 représenté sur le graphique 2. Les banques 3 et 4 occupent des positions particulières qui les exposent aux chocs. En effet, ces banques sont respectivement au cœur de 3 et 4 interconnexions les rendant d'une part, plus vulnérables aux chocs. D'autre part, leurs positions respectives dans le réseau leur confèrent un rôle majeur dans la transmission des chocs d'une banque à une autre contrairement à la banque 1. Ainsi, la contagiosité (capacité à transmettre un choc) et la vulnérabilité (l'exposition aux chocs) des banques 3 et 4 sont relativement plus élevées indépendamment des critères généralement admis dans la littérature pour qualifier une banque d'importance systémique et ou transfrontalière.

**Graphique 2 : Fragilité, vulnérabilité, contagiosité et risque systémique et de contagion (RSC)**



Source : auteur

La vulnérabilité et la contagiosité décrites ci-dessus sont liées à la position de l'institution financière dans le réseau. Elles ne tiennent pas compte de la fragilité idiosyncratique de l'institution. En effet, l'analyse précédente suppose implicitement que toutes les banques disposent d'une résilience identique. Cette hypothèse est peu réaliste dans la mesure où certaines banques du système bancaire peuvent être initialement fragiles au regard de la qualité de leurs portefeuilles (à titre d'exemple). Cette hypothèse est ainsi levée dans le réseau 1' où les banques 1 et 2 (nœuds en orange) sont supposées plus fragiles alors que les banques 3 et 4 (nœuds en bleu clair) sont supposées plus résilientes. La défaillance de la banque fragile 2 ne peut affecter l'ensemble du système bancaire si le choc auquel celle-ci est affectée est efficacement absorbé par la banque 3 qui est une banque résiliente au regard vraisemblablement de son niveau de capitalisation, de liquidité, de rentabilité et de la qualité de son portefeuille. Ainsi, l'indice de risque systémique et de contagion (IRSC) proposé suivant l'approche transversale devra intégrer l'ensemble des expositions bilatérales du réseau bancaire en prenant en compte la fragilité, la vulnérabilité et la contagiosité de chaque entité, sans se limiter exclusivement aux banques qualifiées d'importance systémique et/ou transfrontalières.

### 3.2.2. Calcul de l'indice

Il est difficile de prévoir avec exactitude l'occurrence d'un choc sur l'ensemble du système bancaire quelle que soit l'approche d'analyse, transversale ou temporelle. Cependant, suivant l'approche transversale, il est néanmoins possible d'identifier les institutions bancaires les plus fragiles susceptibles de faire défaut à l'issue d'un choc improbable. Le point de départ de la construction de l'IRSC est donc l'évaluation de la systémicité de chaque banque du réseau. À partir du cadre conceptuel décrit dans la section précédente, la systémicité d'une institution



pourrait être décomposée en trois composantes essentielles : la contagiosité, la vulnérabilité et la fragilité. L'évaluation des deux premières composantes ( $I(c)_i$  et  $I(v)_i$ ) s'appuie sur les résultats des simulations effectuées dans la section relative au modèle de réseau bancaire. Il convient de préciser que la contagiosité et la vulnérabilité d'une banque peuvent se définir en termes de perte ou de défaut. En effet, les résultats des simulations permettent de recenser les défauts induits et de calculer les pertes en pourcentage d'actif subies par chaque institution. Sous l'angle des pertes, l'indice de contagion  $I(c)_i$  d'une banque  $i$  représente la perte moyenne subie par les autres entités du système en raison de la défaillance déclenchée de l'entité  $i$ . De manière formelle, l'indice est calculé comme suit :

$$I(c)_i = \frac{\sum_j P_{ji}}{\sum_j \text{Actif}_j} \quad (5)$$

Où  $P_{ji}$  représente la valeur totale de la perte de la banque  $j$  à la suite de la défaillance de la banque  $i$  et  $\text{Actif}_j$  le total actif de la banque  $j$ . À l'inverse, l'indice de vulnérabilité  $I(v)_i$  représente la perte moyenne en termes d'actif subie par la banque  $i$  du système en cas de défaillance individuelle de toutes les autres banques du système. En termes mathématiques, l'indice est obtenu par la formule suivante :

$$I(v)_i = \frac{\sum_j P_{ij}}{(N - 1)\text{Actif}_i} \quad (6)$$

Sous l'angle des défauts, l'indice de contagiosité d'une banque désigne le nombre moyen de défaillances induites par cette dernière. Il désigne le préjudice causé par une banque au système en termes de défaillance. À l'inverse, l'indice de vulnérabilité représente le nombre moyen de fois qu'une banque fait défaut à la suite des simulations de défaillance individuelle des autres banques<sup>3</sup>. Dans le cadre du calcul de l'indice de risque systémique et de contagion (IRSC), la contagiosité et la vulnérabilité ont été calculées sous l'angle des pertes en pourcentage de l'actif. La fragilité d'une institution bancaire prend en considération la solvabilité, la liquidité, la rentabilité et la qualité du portefeuille de la banque (Doucouré et Sène, 2014 ; Gbénu, 2015). Dans le cadre de cette étude, elle est appréciée par un indice synthétique  $I(f)_i$  qui englobe ces dimensions. Le tableau 4 ci-dessous présente le calcul de ces sous-indices suivant la littérature.

**Tableau 4** : calcul des sous-indices de la fragilité d'une banque

Indicateurs	Formule de calcul
Solvabilité	$I(s)_i = \frac{FPE}{ACTIF}$
Liquidité	$I(l)_i = \frac{LIQUIDITE}{EXIGIBILITE}$
Rentabilité	$I(r)_i = \frac{RESULTAT}{ACTIF}$
Qualité du portefeuille	$I(q)_i = \frac{ECS}{TOTAL CREDIT}$

Source : auteur. Note : *FPE* = Fonds propres effectifs, *ACTIF*=Total actif, *LIQUIDITE*=Actifs liquides, *EXIGIBILITE* = Passifs Exigibles, *RESULTAT*= Résultat net, *TOTAL CREDIT*= Encours du Total crédits accordés, *ECS*= Encours de crédits sains. L'encours sain est constitué du total de crédits accordés déduction faite des créances en souffrance.

<sup>3</sup> Formellement, si  $N$  désigne le nombre total de banques dans le système bancaire,  $A$  le nombre de faillites causées par une banque et  $B$  le nombre de fois qu'une banque fait défaut à la suite des faillites des autres institutions, l'indice de vulnérabilité  $I(v)$  et l'indice de contagiosité  $I(c)$  sont calculés comme suit :  $I(v) = 100 \left( \frac{B}{N-1} \right)$  et  $I(c) = 100 \left( \frac{A}{N-1} \right)$ .

Les quatre indicateurs présentés ci-dessus et représentant les différentes composantes de la fragilité d'une banque sont hétérogènes, ce qui rend leur agrégation brute en un seul sous-indice problématique. Deux approches principales de standardisation reconnues dans la littérature peuvent être mobilisées pour traiter ce problème, à savoir la normalisation centrée réduite ou l'approche z-score, et l'approche Min-Max. La première consiste à transformer une composante  $I(k)$  donnée, avec  $k = (s, l, r, q)$ , par la formule suivante, en un indice  $\overline{I(k)}$  :

$$\overline{I(k)} = \frac{I(k) - \mu_{I(k)}}{\sigma_{I(k)}} \quad (7)$$

Où  $\mu_{I(k)}$  et  $\sigma_{I(k)}$  désignent respectivement la moyenne et l'écart-type de  $I(k)$ . Si les indicateurs  $I(k)$  sont normalement distribués, alors les variables transformées  $\overline{I(k)}$  suivent une distribution normale centrée réduite, avec une moyenne nulle et un écart-type unitaire. Avec cette normalisation, tous les indicateurs de vulnérabilité sont exprimés dans la même unité, à savoir l'écart-type, et peuvent donc être agrégés de manière raisonnable en un seul sous-indice. Cependant, une préoccupation liée à cette approche est la sensibilité des variables transformées  $\overline{I(k)}$  à la présence de valeurs extrêmes. En effet, plusieurs variables bancaires telles que le résultat, les créances en souffrance ainsi que les actifs liquides peuvent présenter des volatilités élevées, ce qui implique des valeurs plus élevées des  $\sigma_{I(k)}$  de certaines banques par rapport à d'autres. Ces variabilités excessives peuvent conduire à une grande dispersion des  $\overline{I(k)}$  (non limité par définition) et rendre cette approche de normalisation moins appropriée pour attribuer des scores de fragilité aux banques.

L'approche Min-Max consiste également à transformer un indicateur  $I(k)$  en un sous-indice  $\overline{I(k)}$  suivant la formule ci-dessous :

$$\overline{I(k)} = \frac{I(k) - I(k)_{min}}{I(k)_{max} - I(k)_{min}} \quad (8)$$

Où  $I(k)_{max}$  et  $I(k)_{min}$  représentent respectivement le maximum (max) et le minimum (min) de l'indicateur  $I(k)$ . La question centrale de l'approche Min-Max est relative au choix du minimum et du maximum des indicateurs  $I(k)$ . Quelle valeur faut-il considérer comme maximale pour un indicateur de liquidité ou de rentabilité ? Afin d'éviter un choix arbitraire, la littérature propose de considérer les valeurs minimales et maximales de l'échantillon. Contrairement aux  $\overline{I(k)}$ , les variables transformées  $\overline{I(k)}$  sont bornées, allant de 0 à 1, et sont donc moins susceptibles d'avoir des distributions très dispersées, ce qui les rend plus adaptées à la perspective de classement des banques suivant le critère de fragilité. Ce dernier argument motive le choix de cette approche dans le cadre de cette étude étant donné qu'elle permet de borner l'IRSC sur un intervalle de 0 à 1, ce qui pourrait faciliter son interprétation. Cette approche de standardisation est également retenue pour les sous-indices de vulnérabilité  $I(v)_i$  et de contagiosité  $I(c)_i$ .

Après la standardisation des sous-indices, il convient d'affecter des facteurs de pondération aux différentes composantes de la fragilité. Dans le cadre de cette recherche, les différentes composantes sont équipondérées. La littérature dénote cependant des méthodes d'agrégation alternatives telles que l'analyse en composantes principales (ACP) ou l'approche par régression. Ces méthodes présentent certaines limites au regard des objectifs de l'étude. En effet, l'utilisation de l'ACP implique la variation des pondérations suivant les périodes ce qui rendrait difficile l'interprétation de l'évolution de l'indice. De même, la validité de l'approche fondée sur la régression dépend fortement de la qualité des régressions, y compris notamment des questions liées à leur endogénéité. L'indice de fragilité des banques est donc calculé comme ci-dessus :

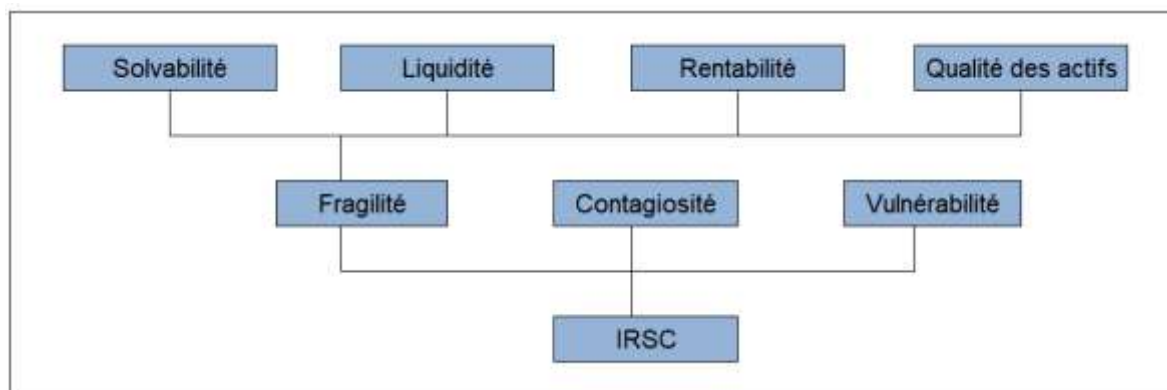
$$I(f)_i = 1 - I(z)_i \quad (9)$$

Où  $I(z)_i$  est la moyenne arithmétique des quatre sous-indices de solvabilité, de liquidité, de rentabilité et de qualité du portefeuille. Ainsi, plus  $I(z)_i$  est élevé, plus résiliente est la banque  $i$  et plus son indice de fragilité  $I(f)_i$  est faible. À partir de l'indice de fragilité et des indices de contagion et de vulnérabilité liés à la position de la banque dans le réseau, l'indice de systémicité ( $S_i$ ) d'une banque est défini comme une moyenne arithmétique des sous-indices  $I(f)_i$ ,  $I(c)_i$  et  $I(v)_i$  suivant une pondération équitable. Dans le cadre de cette pondération, l'indice de fragilité a également été standardisé suivant l'approche Min-Max. Ainsi, une banque qui présente un indice  $S_i$  relativement élevé constitue un maillon du réseau porteur du risque systémique et de contagion ou susceptible de transmettre un choc exogène aux autres institutions financières par sa défaillance. L'indice de risque systémique et de contagion (IRSC) proposé se calcule comme suit :

$$IRSC = \frac{\sum_i^N W_i S_i}{\sum_i^N W_i} \quad (10)$$

Où  $W_i$  représente le poids de la banque  $i$  dans le système bancaire (capté par son actif total),  $N$  le nombre total de banques présentes dans le système bancaire et  $S_i$  la systémicité de chaque entité. Par construction, l'IRSC est donc une moyenne pondérée du sous-indice de systémicité de chaque banque et est compris entre 0 et 1. Trois facteurs majeurs peuvent influencer l'IRSC : la fragilité des institutions financières présentes dans le système, les niveaux des expositions bilatérales entre les entités et la position particulière de chaque banque dans le réseau. La fragilité/résilience des banques capte la capacité des banques à subir ou à absorber un choc exogène. Les expositions bilatérales ainsi que les positions particulières des entités du réseau sont prises en compte à travers les sous-indices de vulnérabilité et de contagiosité. Ainsi, un accroissement des expositions bilatérales et de la fragilité des banques relèverait le risque systémique et de contagion dans le système alors qu'une augmentation de fonds propres des banques tendrait à le réduire, toutes choses égales par ailleurs.

**Graphique 3 :** Etapes de construction de l'Indice de Risque Systémique et de Contagion (IRSC)



Source : auteur

### 3.3. Données et sources

Les données des expositions bilatérales constituent la pièce maîtresse de la construction des éléments de la matrice carrée  $M(N, N)$ . Les expositions bilatérales regroupent les créances interbancaires, l'ensemble des dépôts à vue ou à terme d'une banque dans les livres d'une autre, l'ensemble des titres d'une banque détenus par une autre, les participations croisées et tout autre actif détenu par une banque sur une autre et donnant lieu à une exposition directe. Dans le cadre de cette étude et pour des raisons de disponibilité des données, les expositions bilatérales seront approximées par les créances interbancaires. Les données de créances interbancaires proviennent de la BCEAO. Les éléments de fonds propres retenus dans cette

analyse couvrent ceux des fonds propres de base qui constituent au sens du dispositif prudentiel les éléments mobilisés pour absorber les chocs et assurer la continuité de l'exploitation. À cet effet, les reports à nouveau débiteurs ainsi que les résultats déficitaires sont déduits de ces fonds propres. En outre, les fonds propres complémentaires qui sont généralement mobilisés en cas de liquidation ne sont pas inclus dans le calcul. Il s'agit des comptes bloqués des actionnaires ou d'associés, des provisions réglementées, des dettes subordonnées, et de la prime liée au capital. L'analyse en réseau est effectuée sur les données au 31 décembre 2019. Les données mensuelles des bilans et comptes de résultat de toutes les 128 banques en activité des huit pays de l'Union proviennent de la Commission bancaire de l'UMOA. Le calcul des indices de risque systémique et de contagion a été effectué sur la période de 2007 à 2019.

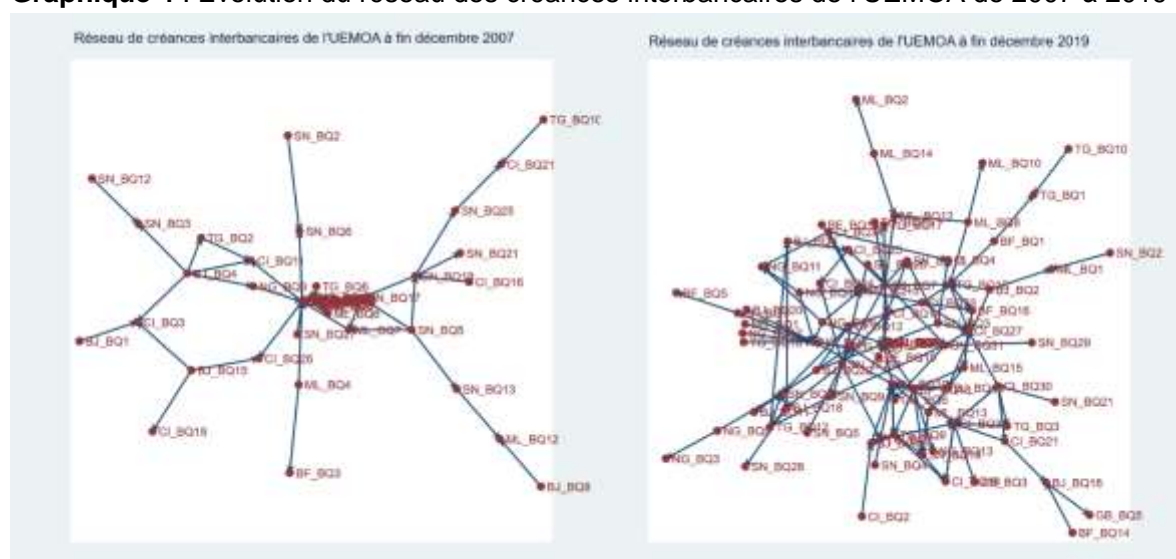
#### IV. Résultats

Avant de présenter les résultats des simulations et du calcul de l'indice de risque systémique et de contagion, une analyse descriptive du réseau des créances interbancaires et de la capacité de résilience des banques de l'UEMOA a été effectuée.

##### 4.1. Statistiques descriptives du réseau interbancaire

La structure d'un réseau interbancaire peut être caractérisée par sa taille (les nœuds), sa complexité (les interconnexions) et l'importance des encours d'expositions bilatérales à une date précise. Le graphique 4 présente les réseaux de créances interbancaires de l'Union à deux dates différentes : au 31 décembre 2007 et au 31 décembre 2019. Le tableau 5 ci-dessous présente aussi quelques statistiques du réseau interbancaire aux deux dates. Le réseau des créances interbancaires apparaît trois fois plus dense et plus complexe au 31 décembre 2019 qu'au 31 décembre 2007 (graphique 4). En effet, au 31 décembre 2019, le réseau était composé de 83 banques liées entre-elles par 137 interconnexions contre 45 banques présentes au 31 décembre 2007 avec 44 interrelations (tableau 5). Ces informations sont également présentées dans la matrice sociale des interrelations au 31 décembre 2019 (graphique 9 en annexe). Le montant total des expositions bilatérales dans le réseau au 31 décembre 2019 était de 599 milliards de FCFA contre 77 milliards de FCFA au 31 décembre 2007, soit une hausse de 677,9%.

**Graphique 4** : Evolution du réseau des créances interbancaires de l'UEMOA de 2007 à 2019



Source : auteur à partir des données de la BCEAO.

Au 31 décembre 2007, les expositions interbancaires fluctuaient entre un maximum de 10 milliards de FCFA et un minimum de 0,025 milliard de FCFA. Ces chiffres sont passés à 33 milliards et 0,3 milliard de FCFA au 31 décembre 2019 respectivement pour le maximum et le

minimum. La moyenne des encours des créances interbancaires est passée de 1,77 milliards de FCFA à 4,37 milliards de FCFA du 31 décembre 2007 au 31 décembre 2019. Cette densification du réseau des créances interbancaires de l'UEMOA traduit une intégration financière croissante des différentes places bancaires de l'UEMOA. Elle pourrait s'expliquer par deux facteurs complémentaires, notamment l'accroissement du nombre de banques et la montée en puissance des banques transfrontalières<sup>4</sup>. En effet, le nombre d'entités présentes dans le système bancaire a connu une hausse de 31,9%, passant de 97 à 128 banques de 2007 à 2019. Par ailleurs, le paysage bancaire de l'Union est en cours de mutation avec un nombre croissant de banques transfrontalières occupant des positions stratégiques dans la distribution des ressources sur le marché interbancaire (Kré, 2012). Cependant, cette intégration croissante du marché bancaire de l'Union pourrait également s'accompagner d'une montée du risque de contagion dans le système bancaire si les institutions présentes dans le réseau ne sont pas robustes.

**Tableau 5** : Statistiques descriptives du réseau de créances interbancaires de l'UEMOA

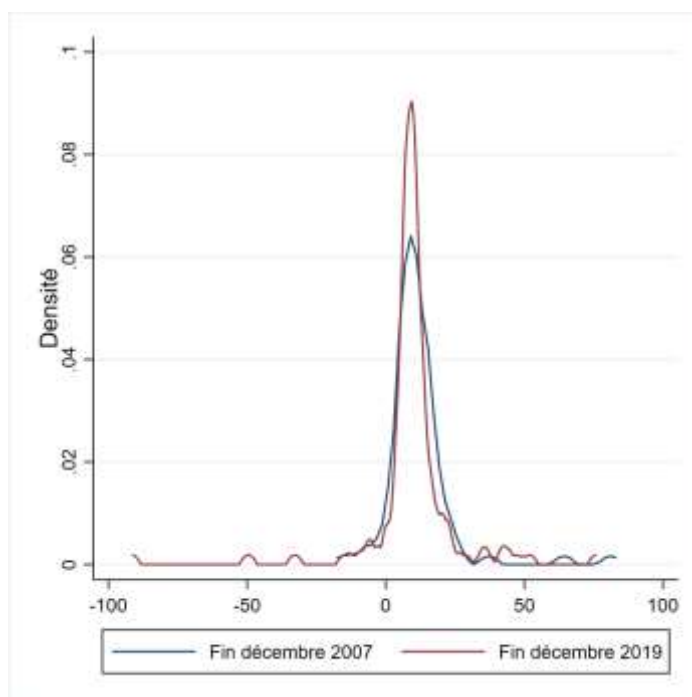
<b>Réseau interbancaire</b>	<b>Décembre 2007</b>	<b>Décembre 2019</b>
Nombre total de banques en activité	97	128
Nombre total de banques dans le réseau interbancaire	45	83
Nombre total d'interconnexions	44	137
<b>Expositions bilatérales (en millions de FCFA)</b>		
Maximum	10 000	33 000
Minimum	25	300
Moyenne	1 772,15	4 374,23
Ecart-type	2 310,08	5 230,54
Total	77 975	599 270
<b>Ratio de capitalisation (en %)</b>		
Maximum	81,09	76,00
Minimum	-15,61	-91,55
Moyenne	11,48	9,80
Ecart-type	11,63	15,66

Source : auteur, à partir des données de la BCEAO et de la Commission Bancaire. Les fonds propres utilisés dans le ratio de capitalisation couvrent l'intégralité des capitaux propres et assimilés. Le ratio de capitalisation est égal au rapport Fonds propres/Total actif.

La taille, la complexité et l'importance des expositions du réseau de créances interbancaires représentées sur le graphique 4 et dans le tableau 5 constituent des facteurs non négligeables dans le processus de propagation des chocs entre institutions financières. Cependant, elles ne prennent pas en compte la résilience de chaque entité du réseau. En effet, la propagation des chocs entre les entités du réseau est relativement limitée en présence de banques disposant de fonds propres suffisamment élevés pour amortir les chocs. Au niveau microéconomique, il peut être noté une hétérogénéité de la solidité des banques de l'UEMOA appréciée par le ratio de capitalisation des banques de l'Union. En effet, ce ratio s'étend sur une amplitude relativement large, entre 76% et -91,55% à fin décembre 2019 (tableau 5). Cette situation atteste la présence dans le réseau aussi bien de banques solides que de banques très fragiles, vectrices de risques de contagion. À la même date, le ratio moyen de capitalisation est évalué à 9,80% au 31 décembre 2019 contre 11,48% douze années plus tôt. L'estimation de la densité Kernel (Epanechnikov) du ratio de capitalisation illustre cette dispersion et hétérogénéité (graphique 5). Le graphique 5 montre que la distribution du ratio de capitalisation a légèrement évolué de 2007 à 2019. Il suggère un accroissement du nombre de banques à capitaux propres négatifs et une hausse de la dispersion de la capitalisation des banques au niveau individuel.

<sup>4</sup> Dans le cadre de cette étude, la banque transfrontalière est définie comme une institution financière appartenant à un groupe dont les activités s'inscrivent au-delà du périmètre géographique d'un pays de l'UMOA.

**Graphique 5** : Niveau de capitalisation des banques de l'UEMOA à fin décembre 2007 et fin décembre 2019.



Source : auteur, à partir des données de la Commission Bancaire de l'UEMOA.

#### 4.2. Résultats des simulations

Deux simulations de chocs sont effectuées. La première est un choc de crédit. Cet exercice requiert la calibration des paramètres  $\lambda$ ,  $\delta$  et  $\rho$ . Le paramètre  $\lambda$ , la proportion de perte sur créance en cas de défaillance d'une banque, est fixé à 1 étant donné que les prêts interbancaires dans la zone UEMOA sont généralement à blanc, non collatéralisés. L'absence de choc de liquidité dans ce premier exercice implique que  $\rho = \delta = 0$ . Au plan microéconomique, les résultats des simulations au 31 décembre 2019 sont présentés dans le tableau 6. La quatrième colonne présente le nombre de défauts induits par celui de la banque initiale. La cinquième colonne précise le nombre d'autres places bancaires de la zone touchées par une défaillance à l'issue de la première. La sixième colonne renseigne le coût total de la défaillance initiale en termes de pourcentage du total des capitaux propres des banques de l'UEMOA. Ainsi, au 31 décembre 2019, la défaillance de la banque BQ150 entrainerait le défaut de deux banques situées hors de sa place bancaire et coûterait au final 0,25% du total des fonds propres du système bancaire de la zone. Celle de la banque BQ191 entrainerait le défaut d'une banque implantée sur la même place bancaire. Le tableau 6 montre que le nombre maximum de défaillances bancaires à la suite d'un choc de crédit est limité à 2.

Par ailleurs, au 31 décembre 2019, une simulation de la défaillance de la banque BQ55 n'entrainerait pas de défaillance bancaire. Cependant, elle coûterait 2,06% du total des capitaux propres du système bancaire. Les résultats des simulations des banques n'entraînant pas de défaillance et ayant un effet marginal sur la capitalisation de l'ensemble du système ne sont pas présentés pour alléger le document. À partir des résultats, il est possible d'évaluer la contagiosité et la vulnérabilité d'une entité du réseau en termes de défauts ou de pertes en pourcentage d'actif. Pour rappel et sous l'angle de défaut, l'indice de contagiosité d'une banque désigne le nombre moyen de défaillances induites par cette dernière. Il désigne le préjudice causé par une banque au système en termes de défaillance. À l'inverse, l'indice de vulnérabilité représente le nombre moyen de fois qu'une banque fait défaut à la suite des simulations de défaillance

individuelle des autres banques<sup>5</sup>. Pour une banque, il illustre les effets négatifs qu'elle pourrait subir en raison du défaut des autres banques. Au 31 décembre 2019, en considérant le choc de crédit, l'indice de contagiosité de la banque BQ150 est évalué à 1,57%. En revanche, la banque BQ185 est la plus vulnérable de l'UEMOA à fin décembre 2019 (7,87%).

**Tableau 6** : Synthèse des résultats des simulations des chocs de crédit au 31 décembre 2019

Banque	Part de marché	Groupe bancaire	Défauts induits	Autres pays touchés	% de perte en capital	Indice de contagiosité (%)	Indice de vulnérabilité (%)
BQ150	4,60	Oui	2	2	0,25	1,57	0,00
BQ18	9,56	Oui	1	1	0,64	0,79	0,00
BQ9	6,64	Oui	1	1	0,55	0,79	0,00
BQ191	22,48	Oui	1	0	0,69	0,79	0,00
BQ152	1,57	Oui	1	1	0,42	0,79	0,00
BQ154	1,15	Oui	1	1	0,28	0,79	0,00
BQ66	2,91	Oui	1	1	0,21	0,79	0,00
BQ77	8,87	Oui	1	1	0,15	0,79	0,00
BQ107	3,63	Oui	1	1	0,15	0,79	0,00
BQ108	3,98	Oui	1	0	0,51	0,79	0,00
BQ183	4,61	Oui	1	0	0,15	0,79	0,00
BQ120	9,67	Oui	1	0	0,00	0,79	0,00
BQ193	0,40	Non	1	0	0,00	0,79	0,00
BQ195	8,97	Non	1	0	0,00	0,79	0,00
BQ55	12,41	Oui	0	0	2,06	0,00	0,00
BQ71	3,63	Oui	0	0	1,13	0,00	0,00
BQ92	14,35	Oui	0	0	0,90	0,00	0,00
BQ79	3,36	Oui	0	0	0,88	0,00	0,00
BQ19	7,73	Oui	0	0	0,72	0,00	0,00
BQ158	2,40	Oui	0	0	0,69	0,00	0,00
BQ110	1,98	Oui	0	0	0,51	0,00	0,79
BQ64	0,17	Oui	0	0	0,06	0,00	0,79
BQ126	1,02	Oui	0	0	0,00	0,00	1,57
BQ185	7,74	Non	0	0	0,00	0,00	7,87
BQ190	7,05	Oui	0	0	0,00	0,00	0,79

Source : calculs de l'auteur.

La crise financière de 2007-2008 a montré qu'un choc de crédit peut entretenir un comportement de méfiance des institutions financières et des agents économiques qui ouvrirait la voie à un choc de liquidité toutes choses étant égales par ailleurs. L'introduction de choc de liquidité dans le modèle implique la révision des valeurs numériques initialement assignées aux paramètres  $\delta$  et  $\rho$ . Pour rappel, le paramètre  $\rho$  représente la fraction de financement interbancaire qu'une banque  $i$  ne peut renouveler à la suite de la défaillance d'une banque  $j$  en raison de la méfiance des autres institutions financières alors que le paramètre  $\delta$  capte la perte ou le coût de la vente

<sup>5</sup> La vulnérabilité et la contagiosité d'une banque peuvent également se définir en termes de perte d'actif (voir section 3.2.2 relative à la construction de l'indice du risque systémique et de contagion).

à perte des actifs par la banque  $i$  afin de restaurer l'équilibre de sa trésorerie. Ces deux paramètres traduisent l'ampleur du choc de liquidité : plus ils sont élevés, plus le choc de liquidité est intense. En l'absence de données suffisantes pour l'estimation de ces paramètres, il est d'usage de recourir à la littérature dédiée. Dans le cadre de cette étude nous suivons les travaux de Espinosa-Véga et Solé (2010) qui fixent respectivement à 0,35 et 1 les paramètres  $\rho$  et  $\delta$ . Ces valeurs ont été également reprises par le FMI (2017) dans le cadre du programme d'évaluation des secteurs financiers (FSAP, *Financial Sector Assessment Program*)<sup>6</sup>. Le tableau 7 ci-dessous présente les résultats des simulations au 31 décembre 2019.

**Tableau 7** : Synthèse des résultats des simulations des chocs de crédit et de liquidité au 31 décembre 2019

Banque	Part de marché	Groupe bancaire	Défauts induits	Autres pays touchés	% de perte en capital	Indice de contagiosité (%)	Indice de vulnérabilité (%)
BQ18	9,56	Oui	4	4	0,95	3,15	0,00
BQ11	1,10	Non	3	3	0,36	2,36	0,00
BQ22	5,83	Oui	3	3	0,22	2,36	0,00
BQ66	2,91	Oui	3	2	0,81	2,36	0,00
BQ120	9,67	Oui	3	2	0,25	2,36	0,00
BQ190	7,05	Oui	3	3	0,41	2,36	0,79
BQ9	6,64	Oui	2	1	0,75	1,57	0,79
BQ64	0,17	Oui	2	2	0,24	1,57	5,51
BQ77	8,87	Oui	2	1	0,31	1,57	0,00
BQ107	3,63	Oui	2	1	0,34	1,57	0,00
BQ38	20,62	Oui	2	2	1,26	1,57	0,00
BQ126	1,02	Oui	2	2	0,27	1,57	5,51
BQ154	1,15	Oui	2	1	0,48	1,57	0,00
BQ150	4,60	Oui	2	2	0,27	1,57	5,51
BQ191	22,48	Oui	2	0	0,92	1,57	0,00
BQ193	0,40	Non	2	0	0,20	1,57	0,00
BQ152	1,57	Oui	2	1	0,61	1,57	0,00
BQ183	4,61	Oui	2	0	0,36	1,57	0,00
BQ55	12,41	Oui	1	1	2,56	0,79	0,00
BQ41	3,25	Oui	1	1	0,74	0,79	0,00
BQ3	2,13	Non	1	0	0,00	0,79	0,00
BQ79	3,36	Oui	1	1	1,45	0,79	0,00
BQ108	3,98	Oui	1	0	0,57	0,79	0,00
BQ185	7,74	Non	1	0	0,20	0,79	7,87
BQ195	8,97	Non	1	1	0,20	0,79	7,87
BQ6	1,21	Non	0	0	0,06	0,00	0,79
BQ19	7,73	Oui	0	0	0,91	0,00	0,00
BQ71	3,63	Oui	0	0	1,22	0,00	0,00
BQ92	14,35	Oui	0	0	0,90	0,00	0,79
BQ110	1,98	Oui	0	0	0,61	0,00	3,15
BQ130	2,32	Oui	0	0	0,45	0,00	0,79
BQ158	2,40	Oui	0	0	0,80	0,00	0,00

Source : calculs de l'auteur.

Au 31 décembre 2019, un choc de crédit couplé avec un choc de liquidité apparaît plus désastreux qu'un simple choc de crédit. En effet, il peut être noté un accroissement du nombre

<sup>6</sup> Dans le cadre des exercices de stress tests, des valeurs numériques plus élevées pourraient être proposées.



maximum de défaillances, passé de deux à quatre avec la prise en compte du gel éventuel du marché interbancaire. Le défaut de la banque BQ18 pourrait mettre en péril quatre institutions bancaires de l'Union de quatre pays différents. Les banques BQ18 et BQ66 constituent les banques les plus contagieuses en termes de défaillance avec des indices de contagiosité s'élevant respectivement à 3,15% et 2,36%. La défaillance de la banque BQ79 entrainerait la défaillance d'une banque située hors de cette place bancaire et coûterait au final 1,45% du total des fonds propres du système bancaire de la zone. Au 31 décembre 2019, les banques BQ185 et BQ195 sont les banques les plus vulnérables au choc de crédit combiné d'un choc de liquidité, avec un indice de vulnérabilité de l'ordre de 7,87%. Par ailleurs, les résultats montrent que le défaut de la banque BQ71 n'entrainerait pas de défaillance bancaire mais coûterait au système bancaire 1,22% de ses fonds propres. Relativement à l'appartenance à un groupe bancaire, il ressort que les banques à activité transfrontalière sont les principales vectrices de propagation de chocs dans le système bancaire de l'Union (Tableau 5, 6, 8 et 9). Ce résultat confirme la pertinence du critère d'activité transfrontalière dans la définition des institutions bancaires d'importance systémique (EBIS).

**Tableau 8 : contagiosité et vulnérabilité des places bancaires de l'UEMOA à fin décembre 2019**

Place bancaire	Nombre de banques dans la zone (N)	Nombre de banques de la place (A)	Taille relative de la place bancaire (W=A/N)	Défauts causés aux autres places (B)	Indice de contagiosité en % (B*W/A)	Défauts causés par les autres places (C)	Indice de vulnérabilité en % C*W/(N-A)
Burkina Faso	128	15	0,12	3	2,34	0	0,00
Bénin	128	15	0,12	12	9,37	1	0,10
Côte d'Ivoire	128	27	0,21	9	7,03	7	1,46
Guinée-Bissau	128	5	0,04	0	0,00	1	0,03
Mali	128	14	0,11	2	1,56	3	0,29
Niger	128	14	0,11	4	3,12	7	0,67
Sénégal	128	25	0,20	6	4,68	7	1,33
Togo	128	13	0,10	3	2,34	13	1,15

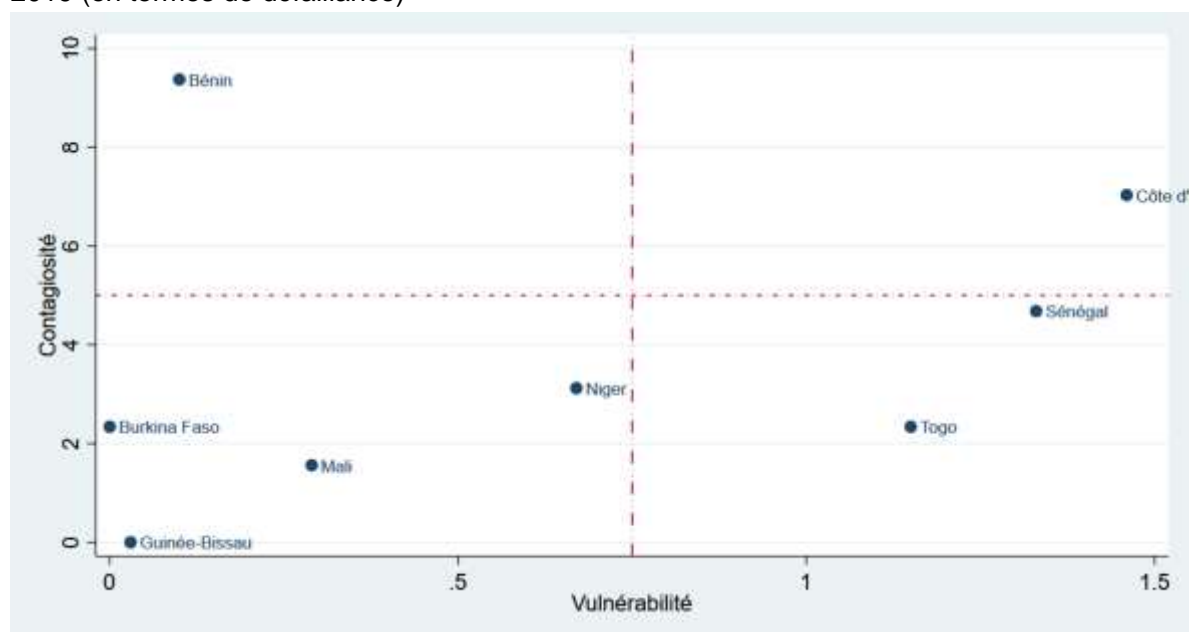
Source : auteur. Note : Les indices sont calculés en termes de défaillance bancaire.

L'analyse de la contagiosité et de la vulnérabilité peut être également conduite par place bancaire<sup>7</sup>. Le tableau 8 ci-dessus récapitule le calcul de ces indicateurs au 31 décembre 2019. Les résultats suggèrent que l'indice de contagiosité varie de 0,00% à 9,37% alors que l'indice de vulnérabilité se situe entre 0,00% et 1,46%. Ces indicateurs sont globalement faibles, traduisant un niveau de risque systémique et de contagion maîtrisé. Le graphique 6 ci-dessous présente la cartographie des places bancaires de l'UEMOA suivant l'indice de contagiosité et de vulnérabilité en termes de défaillance sur la période d'étude. Il montre que les places les plus

<sup>7</sup> Soient  $N$  le nombre de banques dans le système,  $A$  le nombre de banques sur une place bancaire,  $B$  le nombre de défauts causés aux autres places et  $C$  le nombre de défauts causés à une place par les autres. En notant  $W = \frac{A}{N} \times 100$  le poids relatif de la place bancaire, l'indice de contagiosité d'une place est calculé comme suit :  $I(c)_p = \frac{B}{A} \times W$ . L'indice de vulnérabilité d'une place est obtenu par la formule suivante :  $I(v)_p = \frac{C}{(N-A)} \times W$ .

importantes de l'Union sont aussi les plus vulnérables car elles sont les plus intégrées et les plus actives sur le marché interbancaire.

**Graphique 6** : Contagiosité et vulnérabilité des places bancaires de l'UEMOA à fin décembre 2019 (en termes de défaillance)

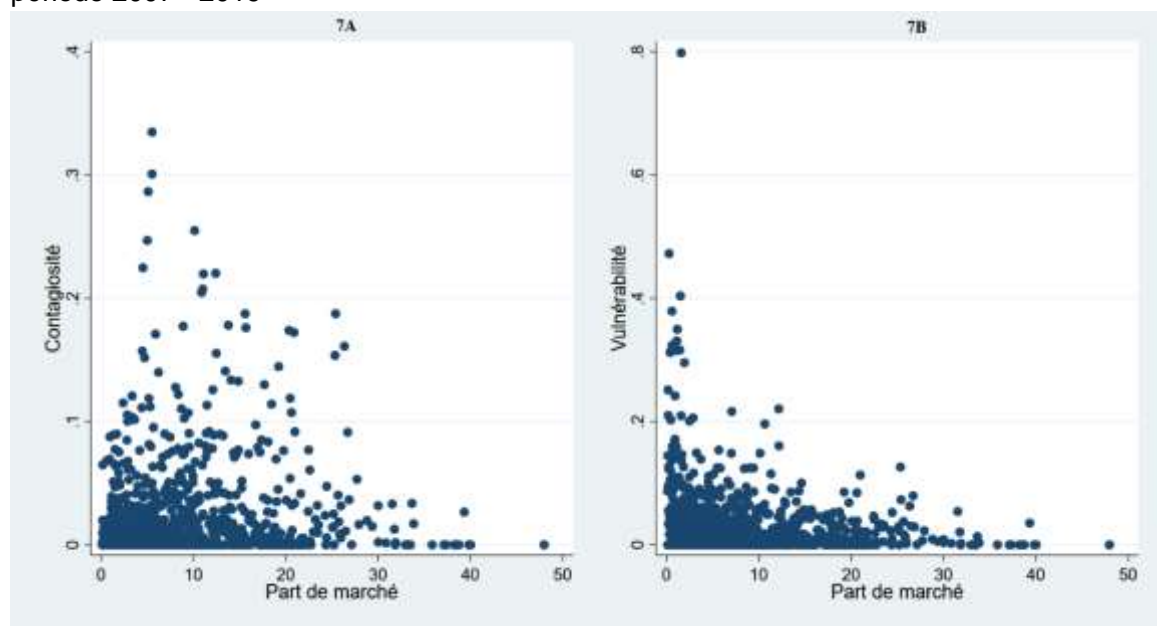


Source : auteur

### 4.3. Les indices de risque systémique et de contagion

Avant la présentation de l'indice IRSC, les relations entre la taille de la banque et les différentes composantes de l'indice (la vulnérabilité, la contagiosité et la fragilité) ont été illustrées. Les résultats montrent que contrairement aux attentes et aux idées reçues, la taille d'une banque ne semble pas entretenir une relation claire avec sa contagiosité et sa vulnérabilité (graphique 7).

**Graphique 7** : relation entre la taille, la vulnérabilité et la contagiosité d'une banque sur la période 2007 - 2019

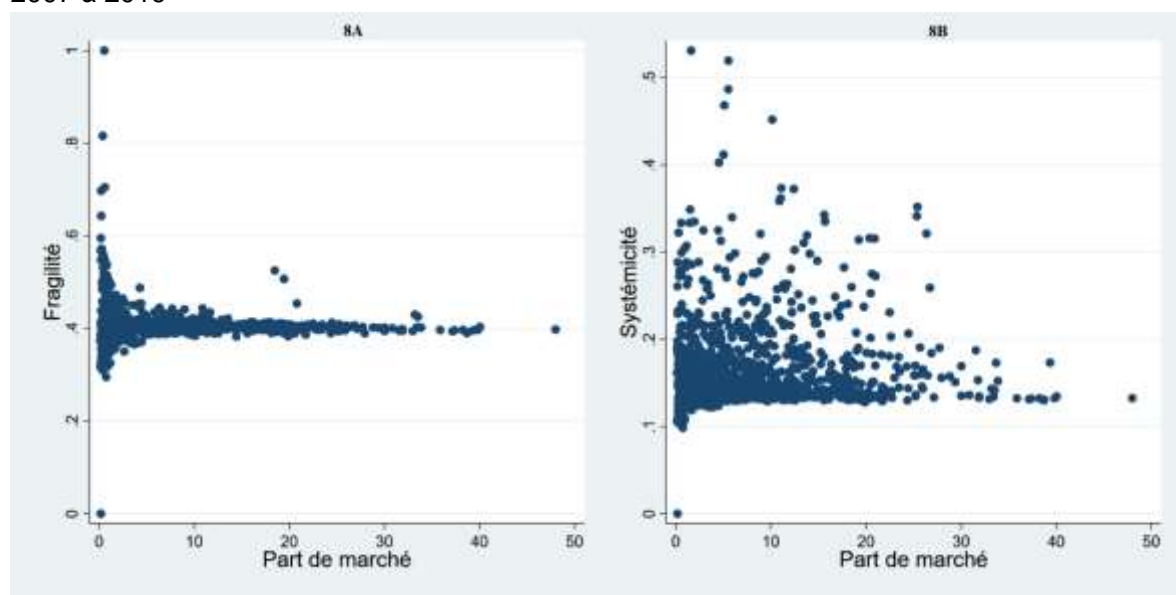


Source : auteur. Note : la vulnérabilité et la contagiosité sont calculés en termes de perte d'actif total en %.

Les petites banques seraient aussi vulnérables et contagieuses que les grandes banques détenant une part locale de marché élevée. De même, la fragilité des banques ne semble pas avoir une relation précise avec la taille des banques (Graphique 8A). Il s'ensuit que la systémicité d'une banque, qui regroupe ces trois sous-indices, n'entretient pas une relation particulière avec sa taille (Graphique 8B). Pour ce qui concerne la vulnérabilité et la contagiosité d'une banque, elles dépendraient d'une part de ses interconnexions avec les autres entités du réseau et d'autre part de sa capacité à absorber ou diffuser les chocs exogènes et son niveau de capitalisation. Cette analyse suggère que la taille d'une banque ne constituerait pas forcément un critère déterminant dans la définition des institutions bancaires d'importance systémique (EBIS) dans l'UEMOA. Les petites banques seraient porteuses de risque de contagion au même titre que les grandes banques.

Le graphique 9A ci-dessous présente l'IRSC de 2007 à 2019. Il montre que le risque systémique et de contagion a fluctué suivant les périodes. En effet, l'IRSC a évolué en dents de scie de 2007 à 2010. Sur la période de 2010 à 2015, il a connu une hausse de 27%, passant de 0,144 à 0,183. De 2015 à 2019, il a connu un repli pour atteindre 0,172 à fin décembre 2019. Cette évolution pourrait s'expliquer par plusieurs faits saillants de la période de 2007 à 2019. En effet, cette période a été marquée par l'accroissement du nombre de banques en activité dans la zone et la montée en puissance des banques transfrontalières. La combinaison de ces deux facteurs aurait sans doute contribué à une intégration relativement plus poussée du marché interbancaire avec l'accroissement des interconnexions entre les banques (Graphique 4).

**Graphique 8** : relation entre la taille, la fragilité et la systémicité d'une banque sur le période de 2007 à 2019

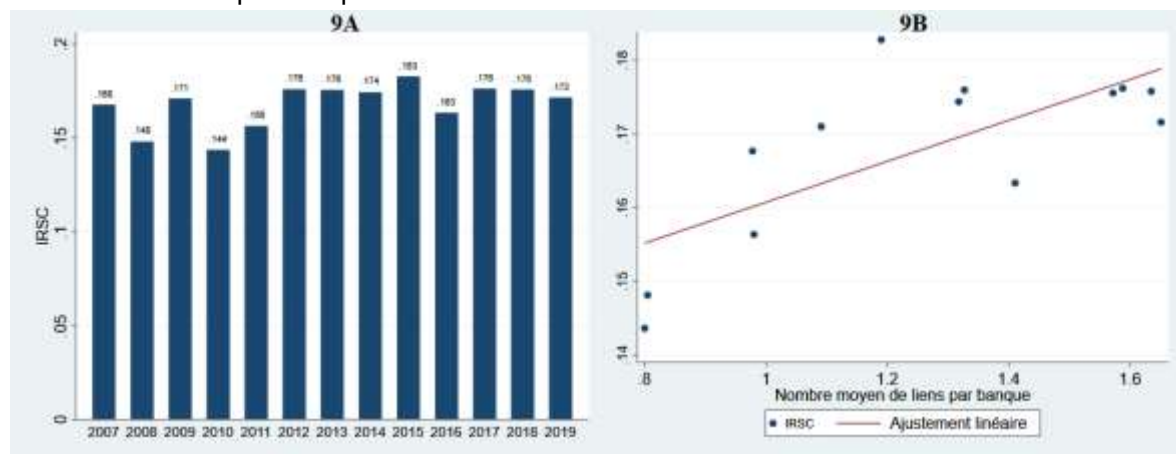


Source : auteur.

Cette intégration du marché interbancaire aurait engendré la montée du risque systémique et de contagion dans la zone. Cette analyse est corroborée par le graphique 9B qui montre une relation positive entre le nombre moyen de liens interbancaires par entité et l'IRSC sur la période de 2007 à 2019. La baisse légère de l'IRSC notée sur la période récente de 2015 à 2019 pourrait s'expliquer par la finalisation à fin 2017 du processus de relèvement du capital des banques de l'Union. En effet, les Autorités monétaires de l'UEMOA avaient décidé en 2007 de relever, à compter du 1er janvier 2008 le capital social minimum applicable aux banques à 10 milliards de FCFA. La mise en œuvre de cette décision (relèvement du capital) a été séquencée en deux phases. Le capital social minimum des banques était porté, dans une première phase, à 5 milliards de FCFA à compter du 1er janvier 2008 et applicable aux nouvelles demandes d'agrément. Les banques déjà en activité devaient s'y conformer au plus tard le 31 décembre

2010. Le 1<sup>er</sup> juillet 2017, marque la fin de la seconde phase au terme de laquelle les banques devront porter leur capital social minimum de 5 milliards à 10 milliards de FCFA. Cette augmentation de capital visait entre autres à accroître la résilience des banques de l'Union. La baisse de l'IRSC pourrait s'expliquer par cette amélioration des fonds propres des banques de l'Union.

**Graphique 9** : L'IRSC de 2007 à 2019 dans l'UEMOA et sa relation avec le nombre moyen d'interconnexions par banque



Source : auteur.

En outre, le graphique 9B montre que la position des banques à travers leurs interrelations dans le réseau est un déterminant important de l'IRSC. Il montre que plus le nombre moyen de liens d'une banque dans le réseau augmente plus l'IRSC est élevé. Les interconnexions des banques dans le réseau seraient plus importantes que leur taille dans l'analyse du risque de contagion. Ces résultats suggèrent la prise en compte des liens ou des expositions bilatérales d'une banque dans les critères d'identification des institutions d'importance systémique (EBIS).

#### 4.4. Enseignements et recommandations

Quels sont les principaux enseignements de cette recherche pour la conduite de la politique macroprudentielle dans la zone UEMOA ?

En premier lieu, l'analyse en réseau a montré le rôle important de la liquidité bancaire. En effet, la prise en compte du gel probable du marché interbancaire dans les simulations aboutit à des résultats plus désastreux, en amplifiant les effets des défaillances individuelles sur l'ensemble du système. L'analyse de l'IRSC a montré que plus le nombre moyen d'interconnexions par banque augmente, plus le risque systémique s'accroît. Ces résultats suggèrent que la densité du réseau interbancaire devrait faire l'objet d'une surveillance particulière de la part des structures en charge de la politique macroprudentielle. Dans une situation caractérisée par un accroissement excessif de la densité du réseau (augmentation des interconnexions), les Autorités monétaires pourraient intervenir pour contenir ce risque d'instabilité financière. Cette intervention pourrait s'effectuer à travers le dispositif prudentiel en relevant temporairement les pondérations associées aux expositions interbancaires afin d'orienter les banques vers d'autres sources de refinancement moins coûteux en termes de fonds propres. Elle pourrait aussi s'effectuer par l'allègement des conditions d'accès aux ressources de la Banque Centrale (la baisse des taux directeurs et l'admissibilité aux guichets de refinancement des créances détenues sur les entreprises privées ayant la qualité de signature acceptable). À ces mesures, peuvent s'ajouter des injections massives mais temporaires de liquidité<sup>8</sup>. Ces interventions rendraient le refinancement moins onéreux auprès de la Banque Centrale qu'auprès d'une

<sup>8</sup> Ces mesures ont été mises en œuvre par la BCEAO dans le contexte de la crise sanitaire de la Covid-19 afin d'assurer la liquidité des banques et le financement des économies de l'Union.

banque et réduiraient les interconnexions et les montants des expositions présentes dans le réseau bancaire. Ces recommandations ne limitent pas le développement du marché interbancaire de la zone dans la mesure où il s'agit d'interventions ponctuelles lorsque le risque systémique et de contagion est élevé. Elles sont destinées à restaurer l'équilibre entre le développement d'un marché interbancaire, nécessaire à l'efficacité de la politique monétaire de la BCEAO et la maîtrise du risque systémique et de contagion à un niveau compatible avec sa politique macroprudentielle.

En deuxième lieu, les résultats de l'analyse en réseau et du calcul de l'indice ont montré que le système bancaire de l'Union n'est pas homogène en termes de vulnérabilité et de contagiosité des places bancaires. Cette hétérogénéité est également présente au niveau de la solidité des institutions financières prises individuellement et est caractérisée par la présence de banques résilientes bien capitalisées ainsi que d'institutions fragiles à surveiller. L'étude a ainsi dressé une cartographie des risques par place bancaire de l'Union. Au-delà, elle a identifié les banques susceptibles de déclencher une instabilité financière par un phénomène de contagion. Ainsi, certaines banques pourraient avoir des difficultés à l'issue d'un défaut d'une banque spécifique du réseau (Tableau 7). Les maillons les plus vulnérables du système sont les banques sous-capitalisées. La surveillance de ces banques pourrait se concentrer spécifiquement sur leurs niveaux de liquidité, leurs expositions interbancaires et leurs engagements significatifs sur les secteurs les plus exposés aux chocs exogènes. À moyen terme, l'étude recommande la mise en place d'une stratégie pour redresser le niveau de capitalisation de ces banques afin de contenir le risque d'instabilité financière dans la zone.

En troisième lieu, l'étude a montré que le nombre d'interconnexions d'une banque dans le réseau s'avère plus important dans l'appréciation de sa systémicité que sa taille. Aussi, les banques transfrontalières jouent un rôle non-négligeable dans la diffusion des chocs d'une place bancaire à une autre. L'étude recommande la prise en compte des interconnexions dans la définition des institutions bancaires d'importance systémique (EBIS) dans l'UEMOA. À cet égard, le nombre moyen d'interrelations d'une banque sur une période annuelle, calculé sur les périodes infra-annuelles, pourrait servir de critère d'identification. Par ailleurs, des pondérations plus élevées devraient être accordées aux critères d'interconnexion et d'activité transfrontalière qu'à celui de la taille de la banque.

En dernier lieu, l'entrée en vigueur du nouveau dispositif prudentiel suivant les normes de Bâle II et III dans l'UEMOA a nécessité la mise en place d'un nouveau dispositif réglementaire de résolution des crises bancaires. Ce dispositif s'applique prioritairement aux établissements bancaires d'importance systémique (EBIS). Cependant, le dispositif prévoit une extension à tout autre établissement de crédit dont la défaillance pourrait impacter significativement la stabilité financière ou l'économie d'un ou de plusieurs Etats membres de l'Union. L'étude a mis en lumière les institutions bancaires de la zone dont la défaillance peut déclencher une chaîne de défauts dans la zone et impacter plusieurs places bancaires et celles qui sont les plus vulnérables. À cet égard les Autorités en charge de la supervision bancaire et de la stabilité financière pourraient exiger de ces banques, à titre préventif, l'élaboration d'un plan de redressement qui exposerait la manière dont ces établissements comptent faire face à différents scénarios de chocs adverses tels que la crise actuelle de la Covid-19 ainsi que les actions envisagées en cas de défaillance des contreparties d'importance significative telles que les banques et les entreprises de grande taille, gros consommateurs de crédit. En période de crise économique sévère telle que la crise sanitaire de la Covid-19, la Commission Bancaire de l'UEMOA pourrait se mettre en alerte afin d'intervenir en cas d'une défaillance bancaire pour limiter la contamination des autres places bancaires.

## V. Conclusion

La stabilité financière est l'une des préoccupations majeures des Autorités monétaires de l'UEMOA. Dans le cadre de la mise en œuvre des politiques macroprudentielles destinées à la préservation d'un système bancaire résilient aux chocs adverses, la BCEAO a recours à plusieurs outils, notamment la surveillance des indicateurs de solidité financière (ISF) recommandés par le Fonds Monétaire International (FMI), les tests de résistance ou stress tests (ST) annuels réalisés par la Banque et le dispositif applicable aux Etablissements Bancaires d'Importance Systémique (EBIS). Suivant une approche temporelle du risque systémique, ces outils permettent de suivre les risques idiosyncratiques agrégés à l'échelle de l'Union, sans toutefois pouvoir détecter la diffusion des risques identifiés d'une banque à une autre et d'une place bancaire à une autre. L'objectif de cette recherche a été de mettre en place, en complément des outils existants, deux outils de surveillance du risque systémique et de contagion suivant une approche transversale. Le premier outil est un modèle de réseau, permettant de simuler et d'analyser l'incidence des défaillances individuelles des banques sur le système bancaire. L'analyse en réseau du risque systémique et de contagion permet d'identifier respectivement aux niveaux macroéconomique et microéconomique les places bancaires et les entités les plus contagieuses et/ou les plus vulnérables aux chocs de crédit et de liquidité induits par la défaillance hypothétique de chaque banque de l'Union. Le deuxième outil est un indice de risque systémique et de contagion dont le suivi périodique permettrait de quantifier et d'apprécier la dynamique de ce risque au sein du système bancaire de l'Union.

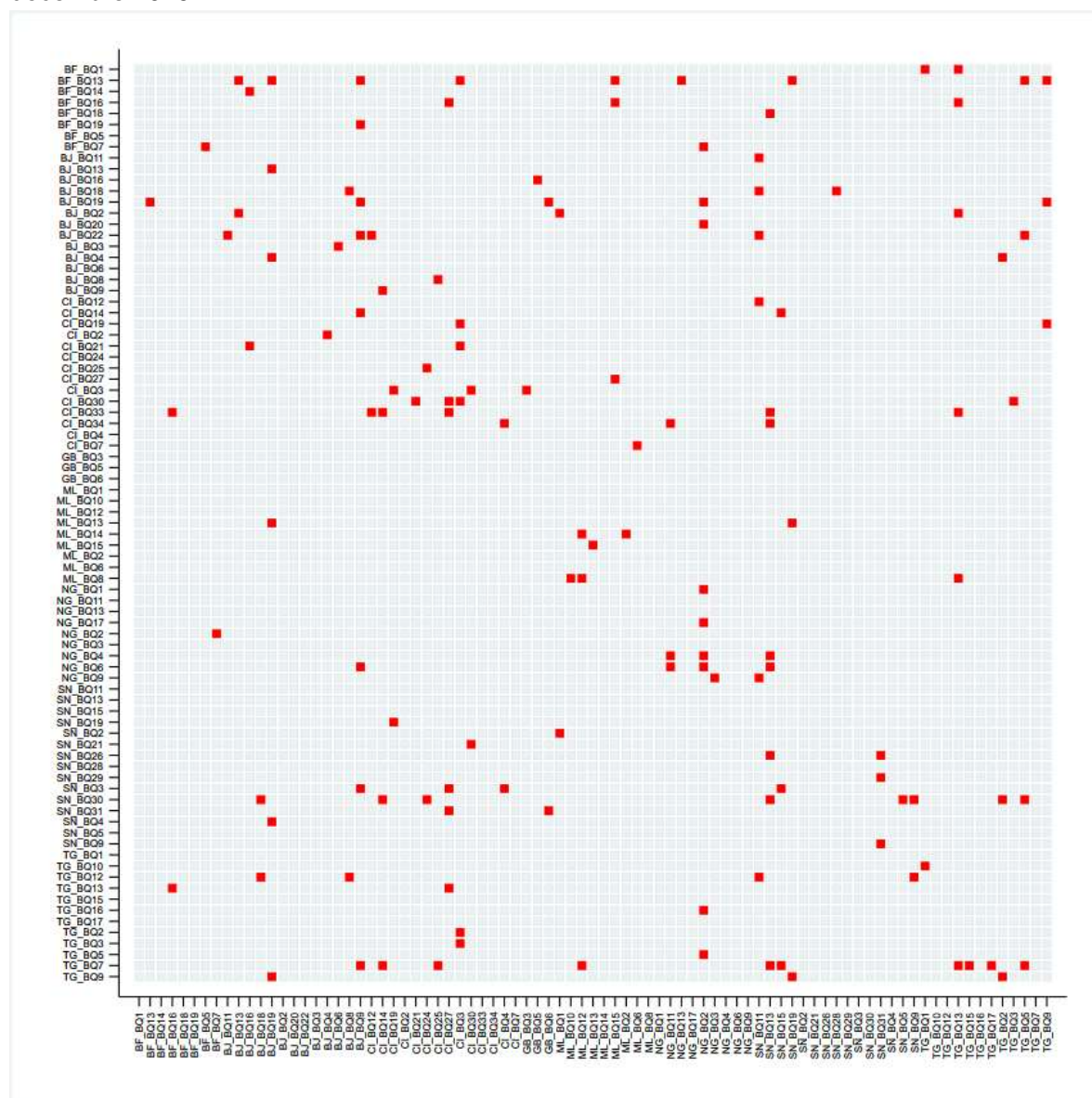
À cet effet, l'étude s'est appuyée sur un modèle de réseau susceptible d'une part de prendre en compte les interconnexions ou les expositions croisées des banques et d'autre part la propagation et l'impact des différents chocs dans le système bancaire de l'UEMOA à partir de la matrice des encours des créances interbancaires. Les simulations ont été effectuées au 31 décembre 2019 et couvrent toutes les banques en activité à cette date dans tous les pays de l'UEMOA. Les résultats des simulations effectuées ont montré la présence au 31 décembre 2019 de banques contagieuses dont les défaillances individuelles pourraient induire d'autres défaillances sur plusieurs places bancaires de l'Union. Les résultats des simulations, sur la période de 2007 à 2019, ont permis la construction d'un indice de risque systémique et de contagion (IRSC) intégrant la fragilité, la contagiosité et la vulnérabilité des entités présentes dans le système bancaire. Les résultats suggèrent d'une part une surveillance régulière de la structure du réseau interbancaire dans le cadre de la conduite de la politique macroprudentielle au sein de l'Union. L'étude recommande en période de risque systémique élevé un assouplissement des conditions de refinancement auprès de la Banque Centrale et des injections de liquidité afin de réduire les interconnexions et les expositions bilatérales entre les institutions financières. La mise en œuvre de cette recommandation pourrait être envisagée à court terme. Cependant, à moyen terme, le pilotage des pondérations associées aux expositions interbancaires, dans la détermination des ratios prudentiels de solvabilité, pourrait être mobilisé en complément. En outre, l'étude a mis en lumière la nécessité de la prise en compte des interconnexions entre les banques dans le critère de définition des Etablissements Bancaires d'Importance Systémique (EBIS) avec une pondération plus élevée que celle relative à la taille de l'institution.

Une limite importante de cette étude nécessite d'être soulignée dans la perspective de l'amélioration de la qualité et de la précision des résultats des simulations. En effet, compte tenu de la disponibilité des données au moment de l'étude, les expositions bilatérales ont été approximées par les seules créances interbancaires. Ce *proxy* ne prend pas en compte les autres actifs donnant lieu à des expositions interbancaires telles que les participations croisées et les avoirs sur compte courant que disposerait une institution dans les livres d'une autre aux fins des transactions courantes, ce qui pourrait minimiser l'effet d'un choc dans le système. Ces

préoccupations pourraient être réglées par la mise en place d'un outil de collecte auprès des banques de l'ensemble des expositions croisées. À cet égard, l'étude recommande vivement la mise en place d'un système de *reporting* régulier ou d'enquête périodique auprès des banques commerciales de l'Union afin de permettre une utilisation efficace et périodique de ces outils de suivi du risque systémique et de contagion dans le cadre de la conduite de la politique macroprudentielle.

## ANNEXES

**Graphique 9** : Matrice sociale du réseau des créances interbancaires de l'UEMOA à fin décembre 2019



Source : auteur, à partir des données de la DCEAM, BCEAO

## Bibliographie

- Angora A. (2006), 'Les déterminants des crises bancaires dans les pays de l'Union Monétaire Ouest Africaine (UMOA) : une approche empirique', Laboratoire d'Analyse et de Prospective Économiques (LAPE), Université de Limoges (France).
- Arnould G. (2013), 'Comment une crise systémique se déclenche-t-elle ?' BSI Economics, Note monnaie et finance.
- Bénassy-Quéré A, B. Coeuré, P. Jacquet et J. Pisani-Ferry (2017), *Politique économique, Ouverture économique* 4<sup>ième</sup> Edition.
- BCEAO (2020), 'Rapport sur la politique monétaire dans l'UMOA' Juin 2020.
- BCEAO (2017), 'Dispositif prudentiel applicable aux établissements de crédit et aux compagnies financières de l'Union Monétaire Ouest Africaine'.
- Borio C. (2009), 'Implementing the macroprudential approach to financial regulation and supervision', Banque de France, *Financial Stability Review*, pp. 32-41.
- Bricco J. and T. Xu (2019), 'Interconnectedness and Contagion Analysis: A Practical Framework', *IMF Working Paper Series*, Paper No WP/19/220.
- Caballero R. J. and A. Simsek (2013), 'Fire Sales in a Model of Complexity', *Journal of Finance*, 68 (6): pp. 2549–87.
- Caccioli F., M. Shrestha, C. Moore and J. D. Farmer (2014), 'Stability Analysis of Financial Contagion Due to Overlapping Portfolios', *Journal of Banking and Finance*, 46: pp. 233-45.
- Cont R. and E. Schaanning (2017), 'Fire Sales, Indirect Contagion and Systemic Stress Testing' Working paper Series No 2/2017, Norges Bank.
- Demirgüç-Knut A. and E. Detragiache (1998), 'The determinants of banking crises in developing and developed countries', *IMF Staff Papers*, 45(1), pp. 81-109.
- Doucouré, F. B. et B. Sène (2014), 'Les déterminants macroéconomiques de l'indice de stress bancaire dans les pays de l'UEMOA', *Revue Economique et Monétaire*, No 16, Décembre 2014.
- European Central Bank (2010), '*Financial Stability Review*'. June 2010, pp. 138-146.
- Espinoza-Vega M. A. and J. Sole´ (2010), 'Cross-Border Financial Surveillance: A Network Perspective', *International Monetary Fund Working Paper Series*, No 10/105.
- Fall A. (2017), 'Mesures du risque systémique par une approche probabiliste non paramétrique : application aux données du système bancaire de l'UEMOA', *Revue Economique et Monétaire* No 22, Décembre 2017.
- FMI (2017), Financial Sector Assessment Program, Technical note-risk analysis, Luxembourg, *IMF Country Report No. 17/261*.
- Gammadigbe V. (2018), 'Survie des banques de l'UEMOA : les nouvelles exigences de fonds propres sont-elles pertinentes ? ' *Revue économique et monétaire* de la BCEAO, N° 24, décembre 2018, pp. 9-47.



- Gbenou K. D. A. (2015), 'Mise en place d'un système d'alerte précoce de détection des crises bancaires dans l'UEMOA', *Document d'Etude et de Recherche*, DER/15/01, BCEAO, Décembre.
- Goodhart C. and M. Segoviano (2009), 'Banking Stability Measures', *IMF Working Paper Series*, paper No WP/09/04.
- Gorton G. (1988), 'Banking panics and business cycles', *Oxford Economic Papers*, 40, pp. 751-781.
- Kaminsky G. L. and C. M. Reinhart C.M. (1996), 'The twin crises: the cause of banking and balance-of-payment problems', *International Finance Discussion Papers*, No 544, Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Kré M. L. (2016), 'Analyse en réseau de l'intégration du marché interbancaire dans l'UEMOA', *Document d'Etude et de Recherche*, DER/15/04, BCEAO, Février.
- Kok C. and M. Montagna (2016), 'Multi-layered interbank model for assessing systemic risk', *European Central Bank Working Paper Series* No 1944.
- Lorenz E. N. (1972), 'Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas'. American Association for the Advancement of Science.
- Nakorji M., P. Ekeocha, C. Nwosu and P. Obikaonu (2017), 'Assessing Systemic Risk in the Nigerian Interbank Money Market', *Economic and Financial Review*, Central Bank of Nigeria, 55 (2): pp. 1-35.
- Powo F. (2000), 'Les déterminants des faillites bancaires dans les pays en voies de développement : le cas de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)', Université de Montréal.
- Rogers L. C. G. and L.A.M. Veraart (2013), 'Failure and Rescue in an Interbank Network', *Management Science*, 59(4): pp. 882–98.
- Segoviano M. (2006), 'Consistent Information Multivariate Density Optimization Methodology', *Financial Market Group Discussion Papers* No. 557.



**Centre Ouest Africain de Formation  
et d'Etudes Bancaires (COFEB)**

Avenue Abdoulaye Fadiga  
BP : 3108 Dakar - Sénégal  
Téléphone : 00 221 33 839 05 00  
Fax : 00 221 33 823 83 35  
Contact : [courrier.zdrp@bceao.int](mailto:courrier.zdrp@bceao.int)

<https://cofeb.bceao.int>