



HAL
open science

Essais sur la liquidité bancaire : contributions à la mesure du risque de liquidité et à la gestion de la production de liquidité bancaire

Jean-Loup Soula

► **To cite this version:**

Jean-Loup Soula. Essais sur la liquidité bancaire : contributions à la mesure du risque de liquidité et à la gestion de la production de liquidité bancaire. Economies et finances. Université de Strasbourg, 2017. Français. NNT : 2017STRAB012 . tel-01717301

HAL Id: tel-01717301

<https://theses.hal.science/tel-01717301>

Submitted on 26 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ DE STRASBOURG



ÉCOLE DOCTORALE AUGUSTIN COURNOT (ED221)
Laboratoire de Recherche en Gestion et Economie (LaRGE)

THÈSE

présentée par :

Jean-Loup SOULA

soutenue le : **28 novembre 2017**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**
Discipline : Sciences de Gestion
Spécialité : Finance

**Essais sur la liquidité bancaire : Contributions à
la mesure du risque de liquidité et à la gestion de
la production de liquidité bancaire**

THÈSE dirigée par :
M. PETEY Joël

Professeur, Université de Strasbourg

RAPPORTEURS :

M. LOBEZ Frédéric

Professeur, Université de Lille 2

M. VIVIANI Jean-Laurent

Professeur, Université de Rennes 1

AUTRES MEMBRES DU JURY :

M. GODLEWSKI Christophe

Professeur, Université de Strasbourg

Mme. REFAIT-ALEXANDRE Catherine

Professeure, Université de Franche-Comté

À mon épouse

« L'Université de Strasbourg n'entend donner ni approbation ni improbation aux opinions exprimées dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à son auteur. »

Remerciements

Sans l'enrichissement des multiples rencontres qui l'ont jalonnée, cette thèse n'aurait pas sa forme actuelle. Mes remerciements vont en premier lieu à Joël Petey, directeur de thèse, pour son aide, son temps et ses conseils, sans qui cette thèse n'aurait pu voir le jour. Je tiens à remercier également Christophe Godlewski, Frédéric Lobez, Catherine Refait-Alexandre et Jean-Laurent Viviani pour leur participation au jury.

Au cours de ces dernières années, j'ai pu compter sur le soutien des membres du LaRGE qui ont participé à rendre cette recherche fertile intellectuellement et humainement. Je remercie particulièrement Christophe Godlewski, Anaïs Hamelin, Laurent Weill et Blandine Zimmer, pour leurs conseils et leur disponibilité.

La mission d'enseignement qui m'a été confiée au sein de l'Institut d'Etudes Politiques de Strasbourg m'a donné la possibilité de développer des compétences d'enseignement. La qualité de ces premières expériences doit beaucoup au dynamisme et à la passion pour ce métier des membres de l'équipe pédagogique avec lesquels j'ai pu travailler. Merci en particulier à Anne-France Delannay et Juan Torreiro. Merci également à l'équipe administrative, toujours disponible pour résoudre les éventuelles difficultés opérationnelles.

Je remercie l'Ecole Doctorale Augustin Cournot pour son offre de formation et les séminaires doctoraux, ainsi que Danielle Genevé qui participe à rendre cette école humaine et agréable. Je remercie également l'équipe pédagogique du CEFAG 2015 animé par Xavier Lecoq et Isabelle Martinez, pour le complément de formation que j'y ai reçu.

Merci également à Iftekhhar Hasan, pour m'avoir accueilli en séjour de recherche à la Fordham University de New York à l'automne 2016. Ses qualités humaines, sa disponibilité et son écoute, et sa conception exigeante de la recherche ont été extrêmement profitables. Cette expérience a donné lieu à la rédaction du troisième chapitre de cette thèse ainsi qu'à ma première expérience de co-auteur en dehors de mon directeur de thèse. Merci à la FNEGE pour la bourse qui a concouru à rendre cette expérience possible.

Je souhaite également remercier ceux que j'ai pu rencontrer lors de conférences académiques auxquelles j'ai pu participer et qui m'ont permis d'améliorer mon travail. Merci notamment à Kevin Fox et Valeria Venturelli pour la richesse de leurs commentaires.

Je remercie mes collègues de bureau et désormais amis avec qui j'ai partagé cette expérience du doctorat, pour leur présence et leurs encouragements, Paul-Olivier Klein, Nicolae Stef, Arnaud Tamini et Alexandra Zins. Merci à Adrian, ami de toujours et qui s'est également engagé sur la voie du doctorat.

Enfin, merci à Pascaline pour avoir illuminé mon quotidien. Merci à mes parents et grand-parents pour leur soutien indéfectible. Merci à Marie-Aude pour avoir toujours été là. Merci à Colette, Myriam, Sandra et Coralie, pour n'avoir cessé de m'encourager. Merci à mes beaux-parents et à Vincent.

Sommaire

SOMMAIRE	3
INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
CHAPITRE 1 – REVUE DE LITTÉRATURE	21
1. L’EXPOSITION BANCAIRE AU RISQUE DE LIQUIDITE, OPTIMALE ET BENEFIQUE A L’ECONOMIE	22
2. NOUVELLES FORMES D’EXPOSITION BANCAIRE AU RISQUE DE LIQUIDITE ET PHENOMENES DE RUEE	56
3. QUELLES SOLUTIONS AUX CRISES BANCAIRES DE LIQUIDITE ? EVALUER ET GERER LE RISQUE DE LIQUIDITE DES BANQUES	71
CONCLUSION	86
REFERENCES	87
CHAPITRE 2 – ESTIMATING BANKS’ EXPOSURE TO LIQUIDITY RISK USING THE BARRIER OPTION FRAMEWORK. AN EXPLORATORY STUDY	93
1. INTRODUCTION	94
2. METHODOLOGY	98
3. RESULTS	116
4. CONCLUSION AND FURTHER RESEARCH	127
APPENDIX	130
REFERENCES	132
CHAPITRE 3 – TECHNICAL EFFICIENCY IN BANK LIQUIDITY CREATION	135
1. INTRODUCTION	136
2. LITERATURE REVIEW	141
3. METHODOLOGY	145
4. RESULTS	159
5. CONCLUSION	171
APPENDIX	173
REFERENCES	175

<u>CHAPITRE 4 – MEASURING HETEROGENEITY IN BANK LIQUIDITY RISK: WHO ARE THE WINNERS AND LOSERS?</u>	179
1. INTRODUCTION	180
2. LITERATURE REVIEW	182
3. METHODOLOGY	187
4. RESULTS	192
5. BALANCE SHEET DETERMINANTS OF BANK SENSITIVITY TO AGGREGATE LIQUIDITY CONDITIONS	202
6. ROBUSTNESS CHECKS	213
7. CONCLUSION	217
APPENDIX	219
REFERENCES	222
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	227
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	231
<u>TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX</u>	246
<u>TABLE DES MATIÈRES</u>	247

Introduction générale

« Banks provide the lifeblood of a modern economy »¹

La création de liquidité par les banques constitue un élément central au bon fonctionnement de l'économie. Les théories récentes de l'intermédiation bancaire mettent l'accent sur cette fonction de production de liquidité bancaire (e.g. Berger et Bouwman, 2009; Diamond et Rajan, 2001). Ainsi, les banques créent de la liquidité via l'octroi de crédits à des agents économiques à besoin de financement, et la collecte de dépôts alimentés par l'épargne. En détenant des actifs illiquides tels que les crédits aux particuliers et aux entreprises et en se finançant par des ressources exigibles telles que les dépôts, les banques produisent de la liquidité. Plus précisément, la liquidité bancaire résulte de l'écart de liquidité entre les éléments d'actifs et de passifs du bilan bancaire. Le bilan bancaire conjugue, d'une part, l'accès à la liquidité des emprunteurs par la mise à disposition de liquidités et, d'autre part, l'accès des déposants à tout moment et sans condition à leurs propres liquidités. La production de liquidité consiste alors pour les banques à détenir des actifs illiquides à la place du marché et à fournir un service de liquidité à la demande aux particuliers et aux entreprises.

Plus particulièrement, pour les banques commerciales cette fonction de création de liquidité consiste à s'engager essentiellement dans la collecte de dépôts et l'octroi de crédits (Kashyap et al., 2002). La collecte de dépôts consiste en l'émission de droits au remboursement sans risque, de valeur fixe et exerçable à tout moment. Les dépôts constituent dès lors un passif exigible. L'activité

¹ Schooner et Taylor, 2010, p.1

de crédit nécessite l'acquisition d'une information coûteuse concernant des emprunteurs opaques. L'octroi de crédits requiert le développement de compétences et d'un capital humain spécifiques. Par conséquent, les crédits bancaires ne peuvent généralement être vendus ou apportés en collatéral d'un emprunt que pour un montant inférieur à leur valeur (Diamond et Rajan, 2001). Les actifs bancaires sont donc généralement illiquides. Entrent également dans le champ de l'activité de crédit, la fourniture d'engagements de crédit et de lignes de crédits. Ainsi, la création de liquidité bancaire est définie au bilan comme le financement d'actifs relativement illiquides au moyen de passifs relativement exigibles, et au hors-bilan à travers les engagements de crédit et les lignes de crédits (Berger et Bouwman, 2009).

Parallèlement à cette intermédiation bancaire traditionnelle, les banques ont développé une intermédiation bancaire de marché. Les années 1980 ont été marquées par une accélération des mutations de l'environnement des banques (Saunders et Cornett, 2005). La modification des préférences des ménages quant à leurs besoins et capacités de financement a favorisé les comportements d'épargne longue. Cette dernière s'inscrit notamment, dans un contexte de vieillissement de la population et de faible inflation. Ces conditions économiques et démographiques se sont accompagnées de changements technologiques, d'innovations financières ainsi que de modifications de la régulation bancaire. Les services financiers assurés par des intermédiaires financiers non bancaires se sont alors développés sur les marchés financiers. Ils ont conduit à une perte du monopole bancaire sur les déposants ainsi qu'à l'accroissement de la concurrence des banques du côté de l'actif (Scialom, 2007). Ainsi, les fonds mutuels de marché monétaire américains ou les OPCVM monétaires français offrent aux déposants un rendement proche de celui du marché monétaire. Par ailleurs, les grandes entreprises se sont massivement tournées vers les financements de marché moins coûteux que les financements intermédiés. Les

grandes entreprises ont ainsi bénéficié de nouvelles opportunités de financements via l'émission de billets de trésorerie et d'obligations sur les marchés nationaux et internationaux. L'effet conjugué de ces changements a conduit à une transformation de l'intermédiation bancaire : le déclin relatif de l'intermédiation bancaire traditionnelle s'est accompagné du développement de l'intermédiation bancaire de marché (DeYoung et al., 2004). D'une part, la diminution relative des dépôts dans le passif du bilan a conduit les banques à augmenter la part des fonds empruntés. Les banques collectent sur les marchés des ressources en émettant elles-mêmes des titres, essentiellement des obligations, des certificats de dépôts et des titres subordonnés. Cette levée de fonds est d'autant plus aisée que les conditions de marché sont souples, c'est-à-dire que les financements monétaires de gros sont disponibles à un coût raisonnable. Il en résulte un comportement procyclique d'endettement à court terme des banques sur les marchés (Adrian et Shin, 2009). D'autre part, le développement des marchés financiers et de l'offre de services financiers des banques a généré un accroissement de la part des titres détenus à l'actif. Une proportion croissante des financements accordés par les banques passe par l'acquisition de titres émis par des agents à besoin de financement plutôt que par l'octroi de crédits. Ces évolutions de l'environnement bancaire ne conduisent cependant pas nécessairement à un déclin de la fonction de création de liquidité des banques. En effet, certains agents économiques tels que les ménages, les Petites et Moyennes Entreprises (PME) et les Entreprises de Taille Intermédiaires (ETI), n'ont pas accès aux financements de marché et restent dépendants des banques pour leur financement et d'autres services de liquidité. En outre, les activités de marché des banques leur permettent d'assumer un rôle de teneur de marché, c'est-à-dire de faciliter les négociations d'actifs financiers en rétrécissant les fourchettes entre prix acheteur et vendeur. Les banques renforcent de cette manière la liquidité de marché.

Aux côtés de la transformation du risque, la création de liquidité est une fonction unique et une raison d'être des banques. Cette fonction leur est propre et les distingue des autres intermédiaires financiers qui proposent des services a priori comparables. Ainsi, les organismes de placement collectif collectent des fonds auprès d'agents non financiers afin d'acquérir des actifs financiers tels que des titres du marché monétaire, des obligations ou des actions, ou des actifs immobiliers. A la différence des banques, ces intermédiaires financiers ne créent pas de liquidité dès lors que, d'une part, ils détiennent des actifs liquides et, d'autre part, que les parts émises présentent un degré de liquidité moindre que les dépôts bancaires à vue. A l'inverse, des institutions financières telles que les investisseurs en capital développement jouent un rôle important et constant dans la gestion des start-ups financées en accordant des financements relativement illiquides en dette comme en fonds propres. Cependant, leur passif est relativement stable, limitant la création de liquidité bancaire.

Or, si la production de liquidité bancaire est bénéfique, elle est consubstantielle à leur exposition au risque de liquidité. Ce risque est la probabilité qu'une banque devienne incapable de faire face à ses obligations à un horizon donné en utilisant des actifs liquides disponibles ou en s'endettant à un coût raisonnable (Drehmann et Nikolaou, 2013). Il ne s'agit pas d'un risque résiduel de l'activité bancaire mais bien d'un risque fondamental associé à la fragilité intrinsèque des bilans bancaires. Dès lors que se manifeste une incertitude quant à sa capacité à faire face à ses obligations, une banque peut faire l'objet d'une ruée, c'est-à-dire de retraits massifs des déposants conduisant à un défaut en raison de l'illiquidité des actifs détenus, rendant impossibles et/ou coûteuses les cessions d'actifs pour faire face aux demandes de retraits. Les dispositifs publics d'assurance des dépôts apportent une solution à ce risque. Les banques de marché sont également exposées au risque de liquidité en raison de leurs financements. Le recours à des financements de court terme sur les

marchés monétaires de gros les exposent à de nouveaux types de ruées qui sont le fait d'institutions financières ou de grandes entreprises (Gorton, 2009). En outre, ces financements nécessitent de disposer de collatéral, c'est-à-dire d'actifs disponibles apportés en garantie. A cet effet, les banques détiennent des titres financiers. Cela crée une interaction entre les conditions de liquidité sur les marchés et la liquidité de financement des banques et par conséquent une relation plus forte entre ces risques. En effet, un assèchement de la liquidité de marché peut provoquer un effondrement des cours des actifs, susciter des ventes en situation de détresse et donc de nouvelles baisses des prix, ce qui dégrade les conditions de financement des banques. Ce mécanisme est celui des spirales de liquidité décrites par Brunnermeier et Pedersen (2009). Le phénomène est renforcé par le développement des normes de comptabilité en valeur de marché. En effet, les variations de prix sont plus rapidement répercutées dans la valeur du bilan des banques et réduisent la quantité de capital détenu pour faire face à leur risque d'insolvabilité. Une interaction dynamique émerge alors entre l'illiquidité et l'insolvabilité au sein du secteur bancaire (Imbierowicz et Rauch, 2014). La littérature académique ainsi que les instances de supervision bancaire ont souligné dans la période contemporaine la nécessité d'une gestion du risque de liquidité bancaire tant à titre individuel pour les banques qui souhaitent limiter le coût des ruées bancaires, que pour les autorités publiques qui doivent contenir le coût public des crises bancaires. La régulation du risque de liquidité vise ainsi à contrôler la probabilité d'occurrence de ruées bancaires aux conséquences défavorables, tout en maintenant les bénéfices du service de liquidité à la demande fourni par les banques via leur exposition au risque de liquidité. Les deux ratios de liquidité, le LCR et le NSFR prévus par Bâle III visent à réduire et à contrôler l'exposition des banques au risque de liquidité en s'assurant de leur capacité à absorber les pertes.

Le premier chapitre présente un état de la recherche concernant le risque de liquidité bancaire à travers une revue de littérature. La thèse s'appuie sur ce cadre théorique pour proposer trois essais empiriques originaux qui visent à caractériser la fragilité bancaire, les déterminants de la capacité des banques à produire de la liquidité et à saisir la nature de l'exposition des banques au risque de liquidité. La thèse contribue à la compréhension de la spécificité des banques en tant qu'entreprises, leur fonctionnement interne via leur business model ainsi que la nature du risque de liquidité.

Le premier essai (chapitre 2) propose la construction d'une mesure de la fragilité bancaire. Elle repose sur une modélisation explicite de la spécificité bancaire qu'est l'exposition à une ruée bancaire. En effet, le phénomène de ruée bancaire est la matérialisation ultime du risque de liquidité. Les retraits de dépôts et la non reconduction de financements monétaires de court terme conduisent à un défaut bancaire sans que la banque soit nécessairement en situation d'insolvabilité, c'est-à-dire que la valeur de ses actifs soit inférieure à la totalité de ses engagements. Ce chapitre développe une approche basée sur la combinaison de deux théories financières : la théorie des ruées bancaires informées et la théorie des actifs contingents. Cette combinaison permet de proposer la spécification d'un modèle empirique de la valeur des fonds propres bancaires intégrant l'exposition de la banque au risque de liquidité et d'en déduire une mesure de la fragilité bancaire.

En premier lieu, la modélisation proposée s'inscrit dans le cadre de la théorie des ruées bancaires informées dans laquelle les déposants se fondent en particulier sur un signal (plus ou moins précis) sur la qualité des actifs détenus par la banque pour retirer leurs dépôts. Ce cadre correspond plus particulièrement à la situation d'investisseurs professionnels et/ou sophistiqués tels que des fonds d'investissement ou des trésoriers de grandes entreprises et décrit plus particulièrement les crises de liquidité de 2008 et 2011.

En second lieu, la méthodologie développée dans ce chapitre s'inscrit dans le cadre de la théorie des actifs contingents de la structure financière qui décrit les titres financiers émis par les entreprises comme des contrats dérivés (options) basés sur la valeur des actifs de la firme. Ainsi, les actions d'une entreprise sont représentées par une option d'achat sur les actifs de l'entreprise. Ce cadre est à la base de nombreuses applications en finance d'entreprise dans la mesure et la prévision du défaut. Il est étendu pour tenir compte de la possibilité d'une ruée bancaire. Pour ce faire, la valeur des actions d'une banque est représentée par une option d'achat à barrière désactivante. Ainsi, l'option cesse d'exister dès lors que la valeur des actifs sous-jacents à l'option devient inférieure à la barrière désactivante. Par analogie, cette spécificité correspond au déclenchement d'une ruée bancaire dès lors que la valeur des actifs bancaires devient inférieure à cette barrière, entraînant le défaut de la banque.

Ce modèle est appliqué à un échantillon de banques européennes sur la période 2004-2014. Les résultats soulignent tout d'abord la fragilité des banques telles que théorisée notamment par Diamond et Rajan (2001). Ainsi, la barrière désactivante est en moyenne proche de la valeur nominale de la dette ce qui implique que de faibles variations de valeur des actifs de la firme peuvent induire une ruée bancaire. De plus, les variations temporelles de la barrière reproduisent l'impact des crises de liquidité en Europe sur la période récente. Finalement, nous étudions les déterminants bilanciaux de la barrière désactivante. Les résultats obtenus permettent de relier notre mesure du risque de liquidité aux caractéristiques de financement, de solvabilité et de risque des banques, en particulier en période de crise. Ceci souligne l'intérêt de cette approche pour caractériser le risque de liquidité au sein du secteur bancaire.

Le troisième chapitre (adapté de Hasan et Soula, 2017) est consacré à l'étude de la capacité des banques à produire de la liquidité. Considérant que l'activité principale des banques est de produire de la liquidité c'est-à-dire qu'elles basent leur profitabilité et leur pérennité sur cette activité, le processus industriel de production de la liquidité bancaire est interrogé. En effet, si l'on considère que l'activité bancaire peut être synthétisée dans la quantité de liquidité bancaire produite, la question de l'efficacité des moyens mis en œuvre pour y parvenir se pose. En s'appuyant sur les méthodes d'efficience productive (l'efficience technique), l'essai construit une mesure de l'efficience relative de chaque banque à mobiliser ses ressources (travail, capital physique et capital financier) pour produire de la liquidité bancaire et analyse les déterminants individuels de l'efficience. Il met notamment en lumière l'impact des choix d'activité bancaire sur la production de liquidité. Ainsi, il contribue à mieux comprendre comment les choix d'organisation de l'activité, de business model bancaire déterminent la production de liquidité.

Ce chapitre s'appuie sur la mesure de création de liquidité bancaire développée par Berger et Bouwman (2009) afin de jauger la totalité de la production de liquidité d'une banque au bilan et au hors-bilan. Les auteurs observent que les banques de grande taille, celles qui sont membres d'un groupe bancaire ou qui ont récemment fusionné, créent le plus de liquidité. La mesure de Berger et Bouwman (2009) a été utilisée dans de nombreux travaux visant notamment à en identifier les déterminants. En effet, sa capacité à synthétiser l'activité bancaire en un indicateur unique la rend particulièrement attractive pour analyser l'impact de l'environnement économique et/ou réglementaire sur l'activité bancaire ou encore d'en identifier les déterminants organisationnels. Ainsi, des recherches étudient l'effet sur la création de liquidité de la valeur bancaire (Cowan et Salotti, 2015), de la concurrence (Horvath et al., 2016) ou encore de la régulation et des

interventions publiques (Berger et al., 2016). Ces études s'intéressent aux déterminants du niveau de production de liquidité.

Toutefois, à notre connaissance, aucune recherche n'avait encore analysé l'efficacité des banques dans leur production de liquidité. C'est l'objectif de ce chapitre. En effet, les banques qui créent le plus de liquidité ne sont pas nécessairement les plus efficaces. Un montant maximal de liquidité est créé et mesuré par Berger et Bouwman (2009) lorsqu'une banque d'une part octroie les crédits les plus illiquides tels que des crédits aux petites ou aux jeunes entreprises, et d'autre part collecte les ressources les plus exigibles telles que les dépôts à vue. La capacité des banques à octroyer des crédits et à collecter des dépôts dépend de la technologie utilisée, de leur organisation, de leur choix d'activités entre spécialisation et diversification notamment. Le montant de liquidité créé est ainsi le résultat d'un processus de production qui dépend de la capacité d'une banque à utiliser au mieux les ressources productives que sont les capitaux financier et physique et le travail. Les techniques d'efficacité développées par l'économie de la production permettent de répondre à la problématique de l'optimalité de la création de liquidité. L'avantage de la mesure de Berger et Bouwman (2009) est son exhaustivité ; elle rend compte de toutes les activités bancaires. Les scores d'efficacité des banques américaines sont estimés sur une fenêtre de 1999 à 2014. En effet, les call reports américains fournissent le degré de détail des catégories de bilan bancaire suffisant pour permettre de jauger avec précision la création de liquidité bancaire. Ensuite, les déterminants des scores d'efficacité sont analysés. Deux facteurs en particulier sont considérés dans ce chapitre comme susceptibles d'affecter l'efficacité bancaire en termes de production de liquidité. La taille, mise en évidence par la littérature comme augmentant la création de liquidité, et le mix d'activité qui affecte l'intensité de la fonction d'intermédiation bancaire.

La taille des banques est un premier facteur mis en évidence par la recherche comme augmentant la création de liquidité. Elle affecte la productivité bancaire en augmentant les économies d'échelle (Berger et Mester, 1997; Hughes et Mester, 1998). L'efficacité est plus élevée en raison d'une meilleure division du travail, d'une spécialisation des grandes banques et d'une diversification du risque liées aux portefeuilles de crédits de plus grande taille. La première hypothèse est donc celle d'un lien positif entre taille et efficacité en termes de production de liquidité.

En second lieu, la littérature souligne la relation entre efficacité et mix d'activité. En effet, la diversification des activités est associée à des économies d'échelle plus importantes (Hughes et al., 2001). En outre, la diversification des activités bancaires est liée au choix de business model des banques. En effet, les banques diversifient leurs activités via un mix d'activités traditionnelles telles que la collecte des dépôts, l'octroi de crédit et la mise à disposition de moyens de paiement, et d'activités non traditionnelles telles que la gestion d'actifs, les assurances ou les activités non financières (Apergis, 2014; Berger et al., 2010). Par ailleurs, pour effectuer leur activité d'intermédiation et créer de la liquidité, les banques s'appuient sur une technologie de crédit qui détermine également leur modèle de business. Elles peuvent soit utiliser une technologie d'intermédiation relationnelle fondée sur l'information soft, soit s'appuyer sur une technologie transactionnelle utilisant l'information hard (Berger et Udell, 2006; Stein, 2002). Toutefois, le lien entre modèle de business bancaire et efficacité productive a été peu analysé. Le chapitre apporte alors une contribution à la littérature. Ainsi, la deuxième hypothèse testée dans le chapitre est donc celle d'une meilleure efficacité de l'intermédiation relationnelle en raison de son caractère plus intensif en termes d'information sur la clientèle. L'intermédiation relationnelle consiste en effet à associer les passifs dont la valeur ajoutée est la plus élevée – les dépôts à vue – aux crédits dont la valeur ajoutée est la plus forte – les crédits relationnels (Song et Thakor, 2007).

Cependant, les deux premières hypothèses peuvent être contradictoires en raison du lien entre taille bancaire et modèle de business. Les grandes banques tendent à avoir relativement plus d'activités non traditionnelles comme les activités de marché et utilisent plus l'information hard pour mener une intermédiation transactionnelle (Berger et Udell, 2002; Stiroh et Rumble, 2006). A contrario, les petites banques tendent à avoir une activité traditionnelle, s'appuyant sur l'information soft et l'intermédiation relationnelle. La troisième hypothèse est alors celle d'un effet plus fort sur l'efficacité des activités bancaires traditionnelles par comparaison aux économies d'échelle liées à la taille, car ces activités augmentent directement l'intensité de la production de liquidité. Les modèles de business bancaire sont approchés par des indices de diversification des activités, des actifs et du portefeuille de crédit, couramment utilisés par la littérature (Deng et al., 2007; Estes, 2014; Schmidt et Walter, 2009; Stiroh, 2004).

Les résultats indiquent que la taille affecte la production de liquidité de façon non linéaire. Les petites banques qui utilisent l'information soft et l'intermédiation relationnelle, sont plus proches de la frontière d'efficacité de la production de liquidité au bilan. Cela s'explique par le caractère traditionnel de l'intermédiation bancaire des petites banques dont l'activité se concentre sur la collecte de dépôt et l'octroi de crédit à l'échelle locale (Berger et Bouwman, 2009). A contrario, les grandes banques qui utilisent l'information hard et l'intermédiation transactionnelle, sont plus proches de la frontière d'efficacité de la production de liquidité au hors-bilan. Ce résultat reflète le fait que les grandes banques octroient relativement plus de lignes de crédit (Kashyap et al., 2002). Elles créent par conséquent relativement plus de liquidité au hors-bilan (Berger et Bouwman, 2009). Les banques de taille moyenne tendent quant à elles, à être plus proches de la frontière de production de la liquidité totale, c'est-à-dire au bilan et au hors-bilan.

De plus, en concentrant leur actif sur les crédits et en diversifiant leur portefeuille de crédit, les banques conduisent une intermédiation traditionnelle qui augmente leur efficacité productive, quelle que soit leur taille. Plus particulièrement, la diversification du portefeuille de crédit crée des économies de gamme entre les types de crédits et de clientèles. En outre, la diversification des activités augmente l'efficacité des grandes et moyennes banques. Ce résultat s'explique par la capacité des banques à bénéficier d'économies d'échelle dans la création de liquidité, notamment via les synergies entre la création de liquidité au bilan et au hors-bilan, entre les dépôts et les lignes de crédit par exemple (Kashyap et al., 2002).

Enfin, le chapitre documente l'effet des conditions financières globales sur l'efficacité en termes de production de liquidité. Toutes les banques voient leur efficacité diminuer en raison de la crise financière de 2007-2008 à 2010. Toutefois, le déclin est plus marqué pour les grandes banques alors que les petites banques tendent à mieux résister. Cela indique que l'efficacité est plus sensible pour les banques relativement plus engagées dans des activités bancaires non traditionnelles. In fine, ce chapitre a des implications en termes de politique prudentielle. En effet, la régulation affecte le mix d'activité des banques (DeYoung et al., 2004). Le lien observé entre mix d'activité et efficacité laisse supposer que la régulation ne serait pas neutre en termes d'efficacité à produire de la liquidité. L'identification des caractéristiques bancaires individuelles associées à l'efficacité en termes de création de liquidité permet d'anticiper les conséquences de la régulation du risque de liquidité telle que prévue par Bâle III.

Finalement, le quatrième chapitre (adapté de Soula, 2017²) cherche à caractériser l'exposition des banques au risque de liquidité. L'approche suivie dans cet essai diffère cependant de l'approche réglementaire du risque de liquidité. En effet, dans une logique de stabilité financière, la réglementation du risque de liquidité reconnaît la fragilité structurelle des institutions financières et plus particulièrement sa dimension systémique, c'est-à-dire l'interdépendance des conditions de liquidité entre les banques. Toutefois, toutes les banques ne sont pas exposées de la même manière au risque de liquidité. A fortiori, une augmentation globale du risque de liquidité, via le marché interbancaire, peut augmenter la fragilité de certaines banques et au contraire en renforcer d'autres. En effet, les banques perçues comme les plus solides peuvent voir les dépôts affluer ou encore être perçues comme plus attractives par des prêteurs (investissant dans des obligations à moyen et long terme) ou encore des actionnaires acceptant de participer à des augmentations de capital. Ainsi, un accroissement du risque de liquidité peut être vecteur d'opportunité pour certaines banques. Le troisième essai développe une méthodologie permettant d'évaluer l'évolution de l'exposition au risque de liquidité d'une banque en fonction de l'évolution des conditions générales de liquidité dans l'économie, en l'occurrence la zone euro. Il pose la question de l'évaluation du risque de liquidité bancaire individuel compte tenu des conditions fluctuantes de liquidité agrégée. En effet la littérature a développé deux principaux types de mesure du risque de liquidité bancaire. D'une part, des caractéristiques bancaires individuelles sont utilisées afin de rendre compte de l'exposition potentielle des banques aux chocs de liquidité. Ces mesures reposent sur des éléments du bilan des banques et évaluent par exemple la liquidité de l'actif ou la stabilité des financements. D'autre part, des indices agrégés de liquidité jaugent les conditions de liquidité sur les marchés financiers. Ils utilisent par exemple des taux de refinancement interbancaire ou des différences de

² Publié par Quarterly Review of Economics and Finance – <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.04.006>

taux de refinancement entre le secteur bancaire et des émetteurs souverains (spreads). Toutefois, quasiment aucune mesure ne rend compte de l'effet direct des conditions de liquidité agrégées sur le risque de liquidité individuel des banques. L'objectif de ce chapitre est de mieux comprendre comment les banques répondent individuellement au risque de liquidité agrégé. Ce chapitre est construit en deux parties. Premièrement, il développe une mesure du risque de liquidité des banques cotées de la zone euro de 2005 à 2012. Un modèle factoriel des rendements des actions bancaires est utilisé afin de mesurer la sensibilité des banques aux variations quotidiennes des conditions de liquidité agrégée. Ensuite, le lien entre la mesure et des variables bilancielle du risque de liquidité est étudié.

Les résultats indiquent en premier lieu une hétérogénéité marquée entre banques en termes d'exposition aux conditions de liquidité agrégées. Ainsi, une large proportion de banques n'est pas affectée par les conditions de liquidité agrégées. D'autres voient leur risque positivement ou négativement affecté par les conditions générales de liquidité, c'est-à-dire que les conditions de liquidité agrégées réduisent ou augmentent respectivement la volatilité du cours de leurs actions. Ceci reflète notamment que certaines banques pourraient ainsi bénéficier des conditions dégradées de liquidité agrégée via la thésaurisation d'actifs liquides soit pour sécuriser leurs refinancements à venir (e.g. Acharya et al., 2012), soit pour tirer un bénéfice des difficultés d'autres établissements (e.g. Allen et al., 2009). D'autres banques subissent au contraire négativement la dégradation des conditions de liquidité agrégée en raison de l'augmentation de leur coûts de refinancement et ce malgré les mécanismes publics de soutien de liquidité dont l'utilisation peut stigmatiser les difficultés de la banque (Philippon et Skreta, 2012).

En second lieu, les résultats soulignent qu'en période calme sur les marchés, le risque de liquidité est un risque spécifique, c'est-à-dire propre à chaque banque individuellement, par opposition au risque systématique qui affecterait simultanément toutes les banques. Toutefois en 2007-2008 et en 2011, les banques ont fait face à des chocs systémiques de liquidité. Le risque de liquidité tend alors à être systématique. Cependant, le fait qu'une large proportion de banques ne soit pas affectée par les conditions de liquidité agrégées suggère que le risque de liquidité individuel des banques est déterminé essentiellement par leurs décisions propres en termes de financements et de gestion de leur structure bilancielle.

La seconde partie de ce chapitre examine alors les indicateurs bilanciaux d'exposition potentielle au risque de liquidité. L'objectif est de mieux comprendre la relation entre ces indicateurs et le risque de liquidité bancaire. En effet, ces indicateurs sont utilisés par les régulateurs afin de contenir les effets des conditions de liquidité agrégées sur le risque de liquidité bancaire, à travers les exigences en liquidité de Bâle III par exemple. Ils sont également utilisés afin d'évaluer la création de liquidité bancaire (Berger et Bouwman, 2009) étudiée au chapitre 3. Les résultats indiquent que la part des dépôts dans le total des financements tend à augmenter l'exposition au risque de liquidité. Par ailleurs, la dépendance aux financements de marché de gros et l'impasse de liquidité limitent l'exposition au risque de liquidité.

Néanmoins, ces effets ne sont à l'œuvre que pour les banques qui bénéficient des conditions de liquidité agrégées, c'est-à-dire dont le risque mesuré par la volatilité du cours de leurs actions diminue lorsque les conditions de liquidité se dégradent. Ainsi, les investisseurs ne considèrent le risque associé à la création de liquidité que pour les banques positivement affectées par les fluctuations des conditions de liquidité agrégées. Ce comportement est interprété comme celui

d'une fuite vers la qualité (flight-to-quality) dans la mesure où les investisseurs considèrent uniquement la création de liquidité des banques les plus fortes, c'est-à-dire celles bénéficiant des conditions de liquidité agrégées. Ce résultat est également cohérent avec les bénéfices associés à la thésaurisation de liquidité. A contrario, les investisseurs ne considèrent pas la production de liquidité des banques négativement affectées par les conditions de liquidité agrégées, c'est-à-dire dont le risque augmente lorsque les conditions de liquidité se dégradent. Ils anticipent un soutien des autorités publiques en cas de besoin. Cette anticipation repose sur la taille et la capitalisation des banques qui tendent à réduire la sensibilité des banques au risque de liquidité. Enfin, dans la mesure où la capitalisation permet aux banques de faire face au risque de crédit, les résultats mettent en évidence le lien entre risque de liquidité et de solvabilité bancaire (e.g. Imbierowicz et Rauch, 2014).

Chapitre 1 – Revue de littérature

Ce chapitre introductif présente une revue de littérature du risque de liquidité des banques afin d'explicitier le champ de recherche dans lequel cette thèse souhaite s'inscrire. Trois axes sont présentés. Le risque de liquidité est consubstantiel à la création de liquidité des banques qui est leur raison d'être. Cette fonction est optimale et bénéficie à l'économie (I). Toutefois, les banques peuvent s'exposer au risque de liquidité de façon excessive, incitées notamment par le développement de leurs activités de marché et les profits qu'entraîne cette exposition. La conséquence d'un tel comportement peut être la matérialisation de crises de liquidité, à titre individuel – une banque pouvant faire l'objet d'une ruée de ses déposants – mais également au niveau du système bancaire dont la liquidité peut s'assécher. Les crises bancaires contraignent les autorités publiques à intervenir, ce qui représente un coût pour les contribuables. L'exposition bancaire excessive au risque de liquidité peut alors rendre la production de liquidité bancaire sous-optimale. (II). De cette observation découle la problématique de cette thèse, celle de la maîtrise de l'exposition au risque de liquidité bancaire en vue de conserver l'optimalité de la fonction de production de liquidité pour l'économie (III).

1. L'exposition bancaire au risque de liquidité, optimale et bénéfique à l'économie

La création de liquidité bancaire est l'un des deux rôles centraux assurés par les banques dans l'économie, aux côtés de la transformation du risque (Berger et Bouwman, 2009). Elle se caractérise au bilan des banques par le financement d'actifs relativement illiquides au moyen de passifs relativement exigibles et au hors-bilan à travers les engagements de crédit et les lignes de crédits. Cette activité conduit donc à une structure du bilan fragile qui expose les banques au risque de liquidité. Les banques sont potentiellement exposées à des ruées coûteuses car elles peuvent conduire à la faillite d'institutions solvables mais illiquides. Toutefois la production de liquidité bancaire est une fonction unique et optimale. D'une part, elle prodigue des avantages aux agents économiques en termes de risque de liquidité. D'autre part, elle apporte une solution au problème d'incitation des banques dans leur activité de crédit, grâce à la menace de ruées bancaires. En outre, les banques bénéficient de synergies bilancielle, l'afflux de dépôts est négativement corrélé au tirage sur les lignes de crédit.

Après avoir présenté la fonction de création de liquidité bancaire traditionnelle, une seconde section développe des bénéfices de la création de liquidité bancaire pour l'économie, compte tenu de l'évolution des activités de banques. En effet, si le modèle originel de Diamond et Dybvig (1983) permet une meilleure compréhension des ruées bancaires et des avantages en termes d'incitation des banques, il repose sur une conception du métier bancaire marquée par l'intermédiation bancaire traditionnelle. Or, des éléments de théorie ultérieurs ont pris en compte la seconde forme d'intermédiation des banques apparue plus récemment – l'intermédiation bancaire de marché. En soulignant la convergence entre le service de liquidité des banques et la liquidité de marché, les

derniers développements des théories de la création de liquidité bancaire soulignent d'autant plus les avantages de cette fonction des banques pour l'économie.

1.1. La fonction de création de liquidité des banques

Les banques portent structurellement dans leur bilan un montant de liquidité agrégé négatif, c'est-à-dire qu'elles promettent plus de liquidité qu'elles n'en possèdent (Brunnermeier et al., 2014). Ce faisant, elles offrent un service de liquidité aux déposants et aux investisseurs et donc plus généralement à l'économie. Au passif, la fonction du système bancaire est de créer de la liquidité en émettant des titres de dette de exigibles à court terme (Diamond et Dybvig, 1983). A contrario, à l'actif, les banques supportent des crédits illiquides à la place des agents économiques. Les dépôts permettent aux banques de promettre plus que la valeur de marché des crédits accordés aux investisseurs (Diamond et Rajan, 2001). Les activités bancaires de crédit et de collecte des dépôts – caractéristiques structurelles du bilan bancaire – sont deux manifestations d'une même fonction originelle : la fourniture de liquidité à la demande (Kashyap et al., 2002). De surcroît, ces deux activités sont complémentaires et fonctionnent en synergie. Afin de remplir pleinement cette fonction de création de liquidité, il importe pour une banque d'octroyer des crédits illiquides conjointement à l'émission de titres exigibles. La création de liquidité est alors une caractéristique des banques qui justifie leur existence par comparaison aux autres établissements financiers ou aux marchés. La plupart des éléments de théorie de cette fonction de création de liquidité se concentre soit sur le passif du bilan, soit sur l'actif. Ils permettent de comprendre l'utilité de cette fonction pour l'économie et la fragilité de la structure bilancielle – le risque de liquidité – qui en découle (1.1.1.). L'analyse conjointe de la création de liquidité à la fois à l'actif et au passif permet toutefois de comprendre que cette fragilité est optimale (1.1.2).

1.1.1. Une structure bilancielle fragile exposant au risque de liquidité

Les banques créent de la liquidité au passif via l'émission de dépôts – titres de dettes exigibles – et à l'actif via les crédits illiquides octroyés aux investisseurs. Ces deux éléments de la fonction de création de liquidité constituent indépendamment un service de liquidité à la demande apporté aux déposants et aux investisseurs. Ils justifient également la fragilité de la structure bilancielle.

Au passif du bilan, les banques créent de la liquidité en offrant via les dépôts un service d'assurance de liquidité des déposants. En effet, les dépôts sont utilisés comme moyen de transaction et réserve de valeur. Leur valeur ne varie pas au cours du temps, c'est-à-dire qu'elle est insensible à l'information publique ou privée (Gorton et Pennacchi, 1990). Par opposition aux marchés de capitaux, les banques créent des actifs liquides sûrs, non risqués, c'est-à-dire indépendants des asymétries d'information entre investisseurs informés et non informés (Dang et al., 2017). Diamond et Dybvig (1983) soulignent ainsi que les dépôts bancaires assurent les déposants contre les chocs de liquidité. Ils sont conçus comme un mécanisme de partage du risque entre les agents économiques dont les besoins de financement peuvent survenir aléatoirement à des moments différents. Ainsi, en regroupant leurs fonds au sein d'un intermédiaire, les déposants peuvent s'assurer contre le risque idiosyncratique de liquidité, tout en investissant la plupart de leur richesse dans des projets à fort rendement mais illiquides. En effet, un choc de liquidité subi par les déposants entraîne un retrait de leur financement des banques sous forme de dépôts. Or, un tel choc de liquidité est une information privée. Dès lors, seuls les dépôts permettent ce type d'assurance de liquidité car il n'est pas possible pour un contrat d'assurance de prévoir un paiement sur la seule base d'informations privées. Ainsi les déposants peuvent faire face à des besoins de consommation

non anticipés (cf. également Haubrich et King, 1990). Enfin, les dépôts permettent une meilleure allocation des financements que les marchés. Les contrats de dépôts préviennent en effet le retrait des financements octroyés via les crédits aux investisseurs et assurent ainsi la continuité des financements de l'économie.

Les banques créent également de la liquidité à l'actif du bilan en octroyant des crédits. Les banques produisent de l'information sur des emprunteurs potentiels et surveillent les emprunteurs une fois les crédits octroyés (Boyd et Prescott, 1986). Les crédits produits par les banques sont généralement illiquides, c'est-à-dire qu'il n'est possible de les vendre ou de les mettre en collatéral d'un emprunt que pour un montant inférieur à leur valeur (Diamond et Rajan, 2001). D'une part, l'actif réel sous-jacent à l'actif financier que constitue le crédit est souvent illiquide. Ainsi, si le crédit finance le projet d'un entrepreneur, ce-dernier a une meilleure capacité à mettre en œuvre son projet que n'importe quel autre opérateur économique. En raison des compétences spécifiques de l'entrepreneur, l'actif réel sous-jacent au crédit est illiquide (Diamond et Rajan, 2001). D'autre part, l'octroi de crédit nécessite le développement de compétences spécifiques par les banques. Les banques possèdent en effet un capital humain spécifique pour analyser le risque des entrepreneurs et recouvrer les paiements dus. Cette compétence provient de la connaissance de l'emprunteur particulier et de l'expertise acquise par la répétition des interactions avec une classe d'emprunteurs ou un type de contrat de crédit. Grâce aux relations bilatérales entretenues durablement avec leurs clients, les banques produisent un savoir interne spécifique à chaque emprunteur. Il s'agit d'un savoir interne idiosyncratique qui se compose à la fois d'éléments objectifs et subjectifs (Guille, 1994). L'octroi de crédit, la gestion des dépôts, l'organisation de la création et de la circulation des moyens de paiements dans l'économie permettent un recoupement d'informations objectives concernant la qualité spécifique de chaque client. Ces informations reposent sur l'analyse des

volumes, des conditions et du respect des engagements passés, ainsi que sur l'historique des comptes de dépôts et d'épargne. Ces informations sont internes à la banque et ne sont pas transmissibles aux marchés. Ce savoir bancaire interne objectif est plus fort concernant la clientèle d'une entreprise car les banques disposent d'informations sur les recouvrements des créances commerciales. En outre, les banques développent une connaissance subjective de leur clientèle grâce à des entretiens fréquents qui sont le fondement d'une relation de confiance. Si le savoir interne objectif bénéficie à l'ensemble d'une banque, le savoir interne subjectif n'est acquis que par le chargé d'affaires.

Du fait d'asymétries d'information, les banques ne peuvent s'engager explicitement à déployer leur capital humain spécifique pour le compte d'autres qu'elles-mêmes dans le futur. Les compétences spécifiques mobilisées pour l'octroi de crédits conduisent à un actif bancaire imparfaitement négociable (Breton, 2007; Goodhart, 1988). Un actif est négociable si l'emprunteur offre les informations exigées par les investisseurs. A contrario les crédits bancaires ne sont pas négociables car le prêteur rassemble davantage d'informations que l'emprunteur n'en offre aux investisseurs. L'illiquidité des actifs bancaires est ainsi assez largement due à leur fort contenu informatif. L'actif bancaire est alors opaque et le coût d'acquisition de l'information concernant les crédits bancaires pour un investisseur externe est prohibitif (Dang et al., 2017). Il en résulte que les actifs bancaires ne peuvent être cédés qu'à un prix inférieur à leur valeur et ne constituent qu'une faible valeur de collatéral (Diamond et Rajan, 2001).

Compte tenu de l'illiquidité de l'actif bancaire, la présence de dépôts au bilan induit une fragilité de la structure financière des banques, dès lors que leur remboursement n'est pas assuré. Leur persistance au bilan des banques est potentiellement menacée par une ruée bancaire. Diamond et

Dybvig (1983) indiquent qu'un phénomène de ruée survient lorsque tous les déposants se rendent auprès d'une banque pour retirer leurs dépôts. Leur comportement est dû à leur anticipation que la banque va faire l'objet d'une ruée et donc faire faillite. En effet, les dépôts sont remboursés séquentiellement, c'est-à-dire en fonction de la place du déposant dans la file d'attente, jusqu'à ce que la banque ait liquidé tous ses actifs et ne puisse plus rembourser les autres déposants. L'élément déclencheur d'une ruée est ainsi une modification des anticipations des déposants. Les auteurs notent que les contrats de dépôts peuvent être utilisés en dépit du danger de ruée, du moment que la probabilité de ruée est suffisamment faible. Ce peut être le cas si le déclenchement d'une ruée dépend de variables aléatoires ordinairement observables telles que la communication d'états financiers dégradés, l'observation d'une ruée sur une autre banque, des prévisions gouvernementales négatives, une volonté moindre du prêteur en dernier ressort de secourir les banques en difficulté ou encore des tâches solaires. Jacklin et Bhattacharya (1988) distinguent ainsi les ruées qui reposent sur des éléments d'informations, des ruées fondées sur un mouvement de panique. La variable génératrice de la ruée ne porte pas nécessairement sur l'état fondamental de la banque et l'équilibre de ruée est un équilibre d'anticipations rationnelles. En effet, a posteriori cette croyance est vérifiée car les retraits soudains peuvent forcer la banque à liquider plusieurs de ses actifs à perte. Une banque solvable mais illiquide peut alors faire faillite ; la prophétie est autoréalisatrice. La survenance potentielle d'une ruée bancaire constitue donc la source de risque de liquidité traditionnelle des banques.

Or les conséquences des ruées sont fortement négatives. Elles conduisent d'une part à une interruption du marché monétaire par la destruction du partage optimal du risque entre les déposants. D'autre part, les ruées réduisent le bien-être social dans la mesure où l'arrêt d'investissements productifs interrompt la production. Pour ces raisons, la vulnérabilité des

banques aux ruées doit être maîtrisée. Le modèle originel de Diamond et Dybvig (1983) justifie alors la mise en place de mesures visant à interrompre et prévenir les ruées bancaires par l'anticipation de politiques de soutien des banques telles que l'assurance des dépôts et la suspension de la convertibilité des dépôts. L'assurance des dépôts garantit leur remboursement à tous les déposants. Seule une autorité ayant le pouvoir de prélever des taxes ou de créer de la monnaie telle qu'un gouvernement, est en mesure de fournir ce mécanisme. Il suffit que cette autorité ait la capacité d'imposer une telle taxe pour que les ruées devenues inutiles n'aient pas lieu et que la taxe ne soit pas imposée. A contrario, la suspension de la convertibilité des dépôts n'est pas une solution possible individuellement pour une banque. Cette décision doit s'appliquer plutôt à l'ensemble d'un système financier. Elle est prise à l'échelle régionale face à une panique systémique (Calomiris et Kahn, 1991). Une telle mesure a ainsi été imposée, en mars 2013, aux dépôts des banques chypriotes. Enfin, une solution consiste également à plafonner le montant de retraits des déposants. Cette solution est appliquée en Grèce depuis le 29 juin 2015³.

Ainsi, la création de liquidité bancaire conduit à une structure du bilan fragile. Elle a nécessité historiquement la mise en place de mécanisme public d'assurance des dépôts dont l'utilité a été confirmée lors de la crise de 2007-2009 ainsi qu'ultérieurement. Toutefois, cette fragilité est optimale. En effet, elle est d'une part une condition nécessaire à la création de liquidité et d'autre part elle confère aux banques une capacité unique à fournir ce service.

³ Le montant maximal des retraits a été limité à 420 euros par semaine initialement, puis assoupli à 840 euros toutes les deux semaines à partir en juillet 2016.

1.1.2. La fragilité bilancielle comme organisation financière optimale

Si la menace de ruée sur les dépôts est un facteur de fragilité, elle est également une condition nécessaire à la création de liquidité. En effet la menace de ruée est la solution d'un problème d'incitation des banques, comme le montrent les analyses de la création de liquidité des deux côtés du bilan (e.g. Calomiris et Kahn, 1991 ; Diamond et Rajan, 2001). Hypothétiquement, en présence d'un mécanisme d'assurance des dépôts, la menace de ruée ne serait plus crédible. Dès lors que les dépôts sont garantis ou protégés par la suspension de leur convertibilité, les déposants ne seraient plus incités à se ruer. Toutefois, l'extraction de rendement par les banques peut être disciplinée par le contrôle des déposants non assurés qui pourraient donc avoir intérêt à se ruer. Ainsi, si les déposants couverts par la garantie ne sont plus incités à retirer leurs dépôts en masse, d'autres créanciers peuvent se ruer sur l'endettement de court terme ou encore tirer sur les engagements ou lignes de crédit. Dès lors, le financement de crédits illiquides par des dépôts, en raison même de l'exposition des banques à des phénomènes de ruées, constitue le modèle d'organisation financière bancaire optimale, y compris en présence d'un mécanisme d'assurance des dépôts.

En effet, si les ruées bancaires ont des conséquences fortement négatives, leur menace joue un rôle incitatif sur les banques et favorise la création de liquidité bancaire. En raison d'intérêts divergents entre les déposants d'une banque et ses dirigeants, il existe en effet un problème d'incitation inhérent aux activités bancaires. Cela conduit potentiellement les banques à agir contre les intérêts de ses déposants non informés. Les fondements de ce problème tiennent aux caractéristiques des actifs bancaires, notamment à leur illiquidité (1.1.2.1.). Ces caractéristiques sont sources de distorsions dans les décisions d'investissement qui sont alors difficilement contrôlables via les instruments standards d'endettement (Flannery, 1994). Une solution consiste alors à recourir à

l'endettement de court terme pour financer les activités bancaires, c'est-à-dire au risque de liquidité bancaire et à la non concordance des maturités. En effet, face au problème d'aléa moral entre une banque et ses déposants, les dépôts sont les contrats de dette optimaux pour inciter les banques à l'extraction de rendement (Diamond, 1984). L'endettement de court terme est une solution au problème d'aléa moral car il discipline la gouvernance des banques (1.1.2.2.). Plus particulièrement, le mécanisme de discipline de l'extraction de rendement par les banques consiste en la menace d'une ruée des déposants (1.1.2.3.). Cette dernière est la matérialisation du risque de liquidité bancaire. Par conséquent, le financement d'actifs illiquides par des dépôts exigibles constitue l'organisation financière optimale des banques.

1.1.2.1. Caractéristiques du portefeuille d'actifs à l'origine d'un problème d'incitation

L'évaluation difficile et coûteuse des actifs bancaires illiquides est à l'origine d'un problème d'incitation des banques. Le modèle de Diamond et Dybvig (1983) explique l'illiquidité des actifs bancaires par la spécification d'une technologie de production. Ainsi, les crédits bancaires servent à financer des investissements irréversibles de long terme dans des actifs réels. Il en résulte que les actifs financiers des banques sont illiquides. La technologie est supposée sans risque dans le modèle ce qui ne permet pas de considérer les choix de portefeuilles pouvant être effectués par les banques. Toutefois, si les dirigeants d'une banque peuvent choisir le niveau de risque du portefeuille bancaire sans que ce choix soit observable par les investisseurs extérieurs, des problèmes d'aléa moral peuvent émerger.

Diamond (1984) justifie alors l'illiquidité des actifs par le coût qu'implique leur surveillance. Un intermédiaire financier est chargé d'observer l'information relative à chaque crédit. Il est le seul,

excepté l'emprunteur, à le faire. Comme le montre l'auteur, déléguer la surveillance à un intermédiaire spécialisé dans la collecte et l'analyse d'informations concernant les crédits, permet de minimiser le coût de l'information. En effet, en l'absence d'intermédiaire, les crédits seraient détenus directement par les déposants ce qui entraînerait une duplication du coût de contrôle de l'emprunteur ou au contraire, un contrôle sous-optimal si les déposants adoptent un comportement de passager clandestin. Dès lors que le contrôle est délégué à l'intermédiaire qui collecte les fonds des déposants, lui seul dépense des ressources pour surveiller les emprunteurs. Les actifs sont complètement illiquides dans la mesure où les contrats de crédit sont détenus par l'intermédiaire qui en surveille l'observation plutôt qu'il ne les vend. En effet, la vente d'un crédit entraînerait le transfert de l'analyse et de la surveillance de l'emprunteur à l'acquéreur. Le coût de la surveillance serait supporté une seconde fois par l'acquéreur et viendrait s'ajouter aux coûts de transfert de la propriété du crédit. Par ailleurs, il y aurait un mécanisme d'antisélection du crédit que l'intermédiaire financier choisirait de vendre, en raison du caractère privé de l'information. Par conséquent, il n'existe pas de marchés actifs sur lesquels traiter ces crédits dont la surveillance est centralisée au sein d'un intermédiaire. L'illiquidité des actifs bancaires qui est une caractéristique de la création de liquidité par les banques, justifie donc le rôle que jouent ces dernières en permettant une meilleure allocation que les marchés.

Toutefois, cette caractéristique des actifs bancaires génère un problème d'incitation des banques. Diamond (1984) présente les intermédiaires financiers comme les récepteurs des fonds des déposants qui sont ensuite prêtés aux entrepreneurs. La tâche de surveillance des résultats des projets des entrepreneurs est déléguée aux banques par les déposants, ce qui permet de réduire le coût de l'information ; il est en effet coûteux et difficile d'évaluer l'information relative aux projets financés. Elle est exercée en leur nom. Or, si les déposants peuvent observer les versements qu'ils

touchent d'un intermédiaire, ils n'ont pas connaissance des paiements que ce dernier reçoit de l'entrepreneur ni des ressources dépensées pour sa surveillance. La délégation de la surveillance est coûteuse pour les déposants ; ce coût représente le contrôle de la banque par les déposants. Il en résulte un problème d'aléa moral, d'incitation des banques, dû au fait que les paiements qu'elles reçoivent des entrepreneurs ne peuvent être directement observés sans coût par les déposants. Un intermédiaire pourrait affirmer recevoir des entrepreneurs des paiements plus faibles et ainsi verser des montants moindres aux déposants.

Il existe par ailleurs d'autres sources de distorsions dans les décisions bancaires d'investissement. Flannery (1994) précise qu'en raison de la nature hautement informationnelle de l'actif bancaire, les décisions d'investissement des banques peuvent ne pas être optimales, c'est-à-dire que les banques peuvent accepter des investissements dont la valeur actuelle nette est moindre voire négative. En effet, en raison du profil de paiement des actionnaires⁴, une institution ayant un effet de levier élevé, telle qu'une banque, peut rejeter un projet d'investissement dont la valeur actuelle nette est positive car il réduit le risque de son portefeuille d'actifs. A l'inverse, une institution peut accepter des investissements dont la valeur actuelle nette est négative car ils augmentent la volatilité de la valeur des actifs. Cela génère un problème d'incitation dans les décisions d'investissement prises par les banques.

Flannery (1994) distingue trois types d'opportunité d'investissement des banques. Ces-dernières peuvent tout d'abord être en concurrence pour une relation de crédit ou de dépôt qui fournit une quasi-rente en raison de la répétition de transactions commerciales. Par ailleurs, les banques

⁴ Le profil de paiement des actionnaires d'une banque correspond à celui d'une option d'achat sur les actifs de la banque (Merton, 1977).

décident de la manière de surveiller la performance d'un emprunteur. Cela constitue également une décision d'investissement dans la mesure où la surveillance détermine la valeur ajoutée des banques dans les marchés financiers (Diamond, 1984). Enfin, en situation de concurrence imparfaite, les banques bénéficient de monopoles sur les crédits et de profits sur les dépôts. Or en raison des caractéristiques des actifs bancaires, ces décisions d'investissements des banques peuvent être source des distorsions.

En premier lieu, il n'est pas possible pour les investisseurs extérieurs à la banque d'observer le risque des actifs bancaires en raison du coût d'information élevé et prohibitif (Diamond, 1984). Certes les investisseurs extérieurs peuvent facilement former une évaluation imprécise du risque d'une banque et de ses actifs, et donner ainsi une valeur de marché de sa dette et de son capital (Flannery, 1994). Toutefois, l'incapacité d'observer le risque des actifs bancaires conduit à l'impossibilité de faire reposer les modalités d'un contrat sur la base de ce risque (Diamond, 1984; Flannery, 1994).

Par ailleurs, les banques bénéficient d'une opportunité plus importante que les autres agents économiques à modifier rapidement la composition de leurs actifs. A la différence des entreprises qui possèdent du capital physique, les décisions d'investissements bancaires sont prises quotidiennement à travers l'évaluation de nouveaux crédits et le renouvellement d'anciens crédits. Cette malléabilité de l'actif explique « le problème d'aléa moral le plus important auquel font face les banques » (Diamond et Dybvig, 1986, p. 62).

Enfin, les banques doivent honorer les demandes raisonnables de crédit de la part de leurs clients, a fortiori si elles sont engagées dans une relation spécifique avec eux. Pour obtenir les fonds

nécessaires, les banques peuvent d'une part céder des actifs existants pour financer les nouveaux ; cette substitution peut être effectuée au détriment des détenteurs de dette de la banque. D'autre part, les banques peuvent émettre de la dette ou du capital ; le changement d'effet de levier peut influencer la valeur de l'endettement déjà présent au passif du bilan.

Ainsi, ces trois caractéristiques des actifs bancaires – l'impossibilité pour les investisseurs extérieurs d'observer le risque des actifs bancaires en raison du coût prohibitif de l'information, les opportunités de substitutions d'actifs et la possibilité de nouveaux investissements – font que le portefeuille de crédits des banques est particulièrement exposé aux distorsions dans les décisions d'investissement. Le financement des crédits bancaires illiquides par un endettement exigible, apporte alors une solution au problème d'incitation des banques et justifie la fonction de création de liquidité bancaire.

1.1.2.2. Les dépôts – solution au problème d'aléa moral des banques

Le problème d'aléa moral causé par les caractéristiques des actifs bancaires peut être résolu par une structure financière fragile, c'est-à-dire par l'exposition des banques au risque de liquidité. En effet, l'endettement limite le pouvoir discrétionnaire des dirigeants (Harris et Raviv, 1991; Jensen, 1986). Compte tenu de la malléabilité de la composition de l'actif bancaire, ce type de contrôle importe pour les banques (Flannery, 1994). Relativement moins de capital et plus d'endettement permettent de motiver les dirigeants des banques qui prennent alors des décisions plus efficaces. Les dirigeants peuvent dans ce cas détenir une part plus importante du capital d'une banque donnée, ce qui aligne plus leurs intérêts sur ceux des actionnaires.

De plus, Diamond (1984) démontre que l'endettement et plus particulièrement le recours aux contrats de dépôts, est le meilleur moyen de financer les activités bancaires. En raison des problèmes d'aléa moral présentés dans la section (1.1.2.1.) précédente, les contrats de dépôts sont optimaux pour inciter les banques à surveiller les emprunteurs au profit des déposants. Dans la mesure où les investisseurs extérieurs à la banque ne peuvent observer le rendement du portefeuille bancaire, ils ne peuvent accepter un rendement contingent à cette information. Les actions ne sont alors pas un type de contrat admissible et les banques ne peuvent financer leurs crédits qu'avec des contrats de dette. Or l'auteur montre que les dépôts sont un contrat de dette qui fournit une incitation à payer les déposants et à surveiller les emprunteurs pour un coût minimal supporté par les intermédiaires. Lorsque ce contrat est en place, les intermédiaires choisissent les dépenses de surveillance qui maximisent l'espérance des remboursements reçus des emprunteurs. La décision de contrôler les entrepreneurs est prise comme si les dépenses de surveillance étaient librement observables. Les banques acceptent par conséquent les crédits dont la valeur de la surveillance excède le coût de la surveillance déléguée⁵, et les contrôlent.

Toutefois dans ce modèle de Diamond (1984), les déposants ne surveillent pas l'extraction de rendement des banques en raison de coût de la production de cette information. Cependant, les intermédiaires ne doivent pas être contrôlés car ils sont pleinement responsables d'une diminution des paiements fixes offerts aux déposants. Ils en supportent les conséquences en ne pouvant plus attirer les dépôts. Or la diversification du portefeuille bancaire fait que la probabilité que cela survienne est faible et permet donc à l'information collectée par un intermédiaire de n'être observée

⁵ Dans le modèle de Diamond (1984), le coût de la surveillance déléguée comprend le coût « physique » de la surveillance par la banque ainsi que le coût de la délégation de surveillance, c'est-à-dire le coût attendu de la fourniture d'incitations à la banque pour la surveillance qu'elle exerce.

que par lui-même. Diamond (1984) montre en effet, que lorsqu'une banque détient un portefeuille de crédits diversifiés, c'est-à-dire dont les rendements sont indépendants entre eux, le coût de la délégation de surveillance⁶ peut tendre vers zéro. Ainsi, le problème d'aléa moral entre une banque et ses déposants décroît à mesure que le portefeuille de la banque est diversifié.

Par ailleurs, Diamond (1984) souligne que les banques doivent supporter certains risques à des fins d'incitation. Elles doivent conserver la responsabilité de tous les risques qui ne sont pas observables. A contrario, les risques observables tels que le risque de taux d'intérêt, ne comportent pas d'incitation pour les banques et peuvent être couverts sur les marchés ou par des contrats de dépôts dont la valeur dépend de facteurs de risques observables. Enfin, la nature à très court terme de la plupart des passifs bancaires pourrait fournir un contrôle additionnel des dirigeants bancaires en créant essentiellement un besoin continu de maintenir la confiance en la banque (Cone, 1982).

Les dépôts apportent ainsi une solution aux problèmes d'incitation des banques. Il est ainsi optimal pour les établissements bancaires de recourir à cette source de financement. Plus particulièrement, la gestion du portefeuille d'actifs bancaires est disciplinée par la menace de ruées de certains déposants, en raison du droit unilatéral au remboursement immédiat de la totalité des dépôts. Cela est possible seulement si la dette est exigible. Ainsi, l'exigibilité des dépôts discipline l'extraction de rendement par les banques. Cette caractéristique assure que les banques surveillent les emprunteurs.

⁶ Cf. note de bas de page n° 5

1.1.2.3. La menace de ruée – discipline de l'extraction de rendement par les banques

La menace de ruée des déposants explique le rôle disciplinant des dépôts pour les banques dans l'extraction des rendements des crédits. Ce rôle peut s'exercer de deux façons ; soit la menace de ruée nécessite la surveillance effective des banques par certains déposants (Calomiris et Kahn, 1991), soit la seule la possibilité d'une ruée suffit à discipliner les banques (Diamond et Rajan, 2001; Flannery, 1994).

Calomiris et Kahn (1991) soulignent que les dépôts à vue, retirables selon un processus séquentiel, peuvent inciter les déposants les plus efficaces à surveiller et à discipliner l'extraction de rendement par les banques. Le processus de retrait séquentiel fonctionne selon le principe du premier arrivé, premier servi. Les auteurs indiquent que les déposants les premiers à retirer leurs dépôts sont entièrement remboursés ce qui leur donne une incitation endogène à surveiller les décisions de leur banque pouvant entraîner une diminution de la valeur des crédits. Dans un contexte où l'acquisition d'information est coûteuse, le coût de la vigilance exercée par un déposant sur sa banque est compensé par le bénéfice d'être le premier à retirer. Toutefois, un déposant n'a intérêt à surveiller une banque que dans la mesure où il n'est pas couvert par la garantie des dépôts.

Par ailleurs, la discipline exercée sur une banque bénéficie également aux déposants de cette banque qui n'exercent pas de surveillance, et maximise ainsi la valeur de marché de la banque. En effet, l'extraction de rendement par la banque est disciplinée et la ruée des déposants informés alerte les déposants passifs sur le fait que l'emprunteur pourrait agir à l'encontre de leurs intérêts. Selon Calomiris et Kahn (1991), ce dernier élément fait des dépôts un contrat de dette plus liquide que les autres car l'ensemble des déposants est mieux informé sur leur valeur de marché. Dès lors,

la liquidité des contrats dépôts apparaît comme un sous-produit de la solution au problème d'incitation.

Flannery (1994) adopte un point de vue similaire. Il indique que le risque de liquidité auquel une banque s'expose reflète la réponse optimale au problème de financement de son portefeuille d'actifs. Les dépôts jouent un rôle déterminant dans la structure du capital optimale des banques. La valeur de marché des dépôts à vue est constante car leurs termes sont renégociés fréquemment pour refléter le risque actuel d'une banque. Toutefois, à la différence de Calomiris et Kahn (1991), la seule possibilité pour les déposants de retirer leurs fonds dissuade une banque d'augmenter le risque de son portefeuille à moins que l'opportunité d'investissement ne soit véritablement profitable. Diamond et Rajan (2001) précisent également que les déposants ne sont pas requis d'entreprendre une surveillance de la banque pour anticiper de futurs problèmes. Ils n'ont pas besoin d'avoir accès à une information plus détaillée que l'information publique. Il leur suffit de s'engager à sanctionner suffisamment fermement une banque si des problèmes sont révélés. Ainsi, dans la mesure où les dépôts sont exigibles, c'est-à-dire que les déposants peuvent en demander le remboursement à tout moment, les banques sont incitées à investir dans des crédits et à surveiller les emprunteurs.

En raison de cette structure du capital fragile sujette aux ruées, les banques s'engagent à déployer les compétences spécifiques d'extraction de rendement des crédits, gratuitement dans le futur au profit de nouveaux créanciers (Diamond et Rajan, 2001). Ce faisant, elles protègent les emprunteurs du risque de liquidité. En effet, si une banque menaçait de retirer ses compétences spécifiques de sélection et d'analyse des crédits, pour obtenir des rendements plus forts, elle précipiterait une ruée des déposants qui conduirait ses rentes à zéro. En raison de cette crainte, les

banques ne tentent pas de renégocier des engagements de paiements et restituent aux déposants l'intégralité de ce qu'elles extraient des entrepreneurs. Donc la fragilité de la structure du capital permet d'emprunter pour la totalité de la valeur des crédits illiquides qu'elles détiennent. Par conséquent, les banques prêtent sans incorporer dans les termes des contrats de crédit une prime de liquidité qui leur permettraient de liquider le projet en cas de besoin de liquidité, et sans liquider les projets de l'entrepreneur face à un choc de liquidité. Par ailleurs, les déposants sont également protégés contre le risque de liquidité.

Si les déposants initiaux ont des besoins de liquidité, la banque peut se refinancer en émettant de nouveaux dépôts à vue et ainsi satisfaire leur demande. D'autres déposants voudront remplacer les anciens qui retirent s'ils pensent que la banque les remboursera. Par conséquent, les dépôts sont un atout de valeur pour la banque car ils permettent de satisfaire les exigences en liquidité des déposants, bien que les crédits de la banque soient illiquides. En outre, la banque protège les entrepreneurs contre les besoins de liquidité des déposants.

Or, dans la mesure où la plupart des actifs bancaires est illiquide, le financement des banques par des passifs hautement exigibles les expose à un risque substantiel de liquidité (Goodhart, 1988). Ce risque apparaît comme une caractéristique intrinsèque des opérations bancaires et résulte du rôle des banques dans la fourniture de services sur les marchés de capitaux. Il n'est pas le produit d'une subvention du risque de liquidité par le filet de sécurité public. Toutefois, compte tenu de l'évolution du métier des banques ces dernières décennies et du développement de l'intermédiation de marché, les banques sont exposées à des formes différentes de risque de liquidité. Le risque de ruée bancaire, traditionnellement vu comme la première source de risque de liquidité (Gatev et Strahan, 2009), existe certes toujours comme les banques Northern Rock et Fortis ont pu en faire

l'expérience respectivement en septembre 2007 et en septembre 2008. Néanmoins, les banques sont désormais également exposées au risque de liquidité de marché. Ce dernier est essentiellement le risque de voir les actifs qu'elles détiennent devenir illiquides ou de ne pas pouvoir se refinancer sur les marchés monétaires.

Dans le contexte d'imprégnation des activités bancaires par les marchés financiers, la théorie de la création de liquidité bancaire doit être complétée. Elle tend désormais à considérer le rôle tant de l'actif que du passif du bilan des banques dans la création de liquidité. Dès lors, si cette fonction augmente la possibilité d'une crise financière comme l'indiquent Brunnermeier et al. (2014), ses bénéfices ressortent d'autant plus dans le contexte de la liquidité de marché.

1.2. Création de liquidité bancaire et liquidité de marché

La création de liquidité bancaire s'accompagne d'une structure financière fragile, dans le cadre de l'intermédiation bancaire traditionnelle qui consiste à financer des crédits illiquides par la collecte de dépôts exigibles. Le développement des marchés financiers n'a pas fait disparaître cette activité. Cependant, l'apparition de l'intermédiation bancaire de marché a fait émerger de nouveaux éléments au bilan des banques. Ces dernières acquièrent désormais des titres financiers potentiellement illiquides, augmentent la taille de leurs opérations de hors-bilan et recourent aux marchés financiers pour le financement de leurs activités.

La transformation du bilan des banques n'a pas modifié la définition de la création de liquidité posée par Diamond et Dybvig (1983). Il convient cependant d'y adjoindre les engagements de crédit et les lignes de crédit au hors-bilan. Néanmoins, cette continuité doit, d'une part, être nuancée

par l'émergence de nouveaux coûts potentiels auxquels les banques sont exposées en raison de leur fonction de création de liquidité. Ils tiennent notamment à l'exposition des banques au risque de liquidité, du fait de leurs activités sur les marchés financiers (1.2.1.). D'autre part, les bénéfices de la création de liquidité pour l'économie s'illustrent dans un contexte de marchés financiers développés. Ils confirment l'optimalité de l'exposition bancaire au risque de liquidité (1.2.2.).

1.2.1. Dépendance accrue envers la liquidité de marché

Le développement des activités de marché des banques conduit à des expositions nouvelles au risque de liquidité. Ces expositions diffèrent du risque de liquidité traditionnel lié à l'intermédiation bancaire classique d'octroi de crédit, de collecte des dépôts et de fourniture de moyens de paiements. Les banques s'exposent à un risque classique de liquidité de marché, lié à la liquidité des actifs financiers ou aux conditions de refinancement sur les marchés monétaires.

L'actif bancaire est majoritairement composé de crédits qui sont des actifs illiquides. Toutefois, du fait de leurs activités de marché, les banques peuvent également détenir des actifs financiers dont la liquidité varie au cours du temps. La liquidité d'un actif est la facilité avec laquelle il peut être échangé contre du numéraire, rapidement et sans perte de valeur. Dans son sens le plus courant, la liquidité d'un actif dépend de la liquidité du marché qui désigne la capacité du marché à absorber des transactions sur un volume donné d'actifs, sans effet significatif sur leurs cours. La liquidité de marché a trois caractéristiques : la largeur de la fourchette de cotation, la profondeur et la résilience (e.g. Bervas, 2006). Sur un marché, un actif est liquide si, d'une part, les coûts de transaction mesurés par la largeur de la fourchette de cotation (cours vendeur – cours acheteur) sont faibles et, d'autre part, si le marché est capable d'absorber d'importants volumes sans impact adverse sur les

prix. Cette capacité s'appuie sur la profondeur, c'est-à-dire le volume de transactions pouvant être immédiatement exécutées sans décalage de prix à la meilleure limite, et sur la résilience qui est la rapidité avec laquelle les cours retrouvent leur niveau d'équilibre suite à un choc aléatoire dans le flux de transactions. Toutefois, la liquidité n'est généralement pas continue sur un marché, en raison de sa nature paradoxale (Keynes, 1936). En effet, un actif n'est liquide que si sa liquidité n'est pas mise à l'épreuve par l'ensemble des investisseurs simultanément.

A l'inverse de l'actif bancaire globalement illiquide, le passif est exigible. Par conséquent les banques sont par définition sensibles à la liquidité de financement, c'est-à-dire la facilité avec laquelle elles peuvent obtenir des financements. Les banques sont d'autant plus vulnérables à l'assèchement de la liquidité de financement qu'elles recourent à des financements de court terme sur les marchés de gros tels que les marchés monétaires. Concrètement, la liquidité de financement correspond à la rareté et au coût du financement. Elle se manifeste par la marge requise pour un emprunt collatéralisé sur les marchés financiers (Brunnermeier, 2009).

A l'instar des autres intermédiaires financiers, les banques ayant des activités de marché se préoccupent de la liquidité des titres financiers qu'elles détiennent et de leur liquidité de financement sur les marchés monétaires. En effet, bien que ces deux types de liquidité constituent chacun une forme d'exposition différente au risque de liquidité, ces deux dimensions de la liquidité sont étroitement liées. Ainsi, les actifs liquides détenus par les banques pour faire face à leurs obligations de court terme, peuvent devenir illiquides en cas de vente en situation de détresse. Ces actifs sont alors cédés à des prix dépréciés pour satisfaire des obligations immédiates de remboursement. La liquidité de marché fait alors défaut. Par ailleurs, le risque de liquidité de marché se manifeste par la volatilité potentielle des prix des actifs. Cette dernière génère une

volatilité du compte de résultat en raison de la comptabilisation de certains instruments en valeur de marché. En outre, ces actifs ne peuvent alors être apportés en collatéral d'une opération de refinancement qu'avec une forte marge. Les banques sont alors exposées au risque de liquidité de financement.

Les activités bancaires tendent ainsi à ne plus pouvoir être conçues indépendamment de la liquidité de marché. Il existe en outre une interdépendance entre la liquidité des marchés et celle à laquelle les intermédiaires financiers ont accès : les intermédiaires financiers ont besoin de marchés liquides pour conduire leur stratégie de gestion du risque et les marchés sont tributaires des lignes de crédits fournies par les institutions financières pour couvrir leurs besoins de liquidité (Crockett, 2008). Ainsi, l'amélioration de la liquidité du marché diminue les contraintes de financement des activités bancaires, c'est-à-dire le risque de liquidité des banques (Valla et al., 2006). En effet, une plus forte liquidité de marché améliore la valeur de garantie des actifs détenus pour satisfaire les demandes de retraits ou pour couvrir des opérations. Les flux de liquidité (achats et cessions d'actifs liquides) des intermédiaires financiers sont alors moins motivés par les contraintes de financement des activités bancaires et plus par la recherche de gains, c'est-à-dire la maximisation des rendements attendus en tenant compte du risque de taux d'intérêt. Par conséquent, l'amélioration de la liquidité du marché permet aux banques de détenir moins d'actifs liquides à des fins de couverture du risque et plus d'actifs illiquides, favorisant ainsi la création de liquidité à l'actif du bilan.

En outre, la transformation de liquidité et la liquidité des actifs financiers de la banque sont étroitement liées (Goodhart, 2008). Ainsi, l'augmentation de la liquidité du marché rend les actifs de la banque plus liquides, et la banque doit moins se préoccuper de la transformation de liquidité puisqu'elle peut compenser les retraits avec le produit des cessions d'actifs. Ainsi, la liquidité des

actifs financiers favorise la création de liquidité puisqu'une banque peut alors faire face aux retraits de ses déposants et donc financer ses activités à l'aide d'un passif exigible. A contrario, si des actifs financiers que détient une banque deviennent illiquides, elle ne peut les céder pour faire face aux retraits de ses déposants et doit donc financer ses activités avec des ressources moins exigibles, de maturité proche de celle de ses emplois. La transformation des échéances opérée par la banque est plus faible et elle doit moins se préoccuper du risque de marché de ses actifs puisqu'elle peut les conserver jusqu'à échéance. Elle ne devra pas liquider ces actifs pour compenser une diminution de ses ressources car elles sont du même terme que ses emplois. La banque peut donc supporter les crises survenant dans l'intervalle puisque le fait que ses actifs deviennent illiquides n'est pas problématique. Toutefois, dans ce cas, la création de liquidité est moindre au passif du bilan. En effet, le recours à des ressources moins exigibles que les dépôts réduit le service de liquidité à la demande offert aux agents économiques par la banque.

Toutefois, la dépendance d'une banque envers la liquidité de marché la place en situation de risque de liquidité. Par ailleurs le risque de liquidité d'une banque est d'autant plus important que cette dernière sous-estime la transformation de liquidité en faisant confiance à la liquidité du marché et qu'elle surestime sa capacité à se refinancer sur les marchés. Il s'agit de l'illusion de la continuité de la liquidité (Bervas, 2006). En effet, l'ajustement procyclique de l'effet de levier bancaire augmente certes la liquidité de marché mais provoque également selon Adrian et Shin (2010) une diminution de l'aversion pour le risque. Bervas (2006) considère cette dernière comme l'inverse de l'appétit pour le risque. Or un plus fort appétit pour le risque est à l'origine d'une phase d'optimisme qui donne aux intermédiaires l'illusion d'une liquidité continue des marchés qui conduit les intermédiaires financiers à prendre des risques excessifs. Cette dimension psychologique conduit à la formation de bulles par l'appât du gain puis à leur éclatement par

aversion pour le risque ainsi qu'à des pratiques variables de gestion du risque. Elle est, selon Crockett (2008), à l'origine des crises de liquidité. Un tarissement de la liquidité de marché entraîne alors une crise de liquidité bancaire. La détérioration de la liquidité de financement est renforcée par une diminution de la liquidité de marché qui peut grever la valeur des actifs bancaires, sous l'effet de deux spirales de liquidité décrites par Brunnermeier et Pedersen (2009) (2.1.1.). Le mécanisme est d'autant plus prononcé que les banques ont recours à un effet de levier élevé (Adrian et Shin, 2010) (2.1.2.). Cependant, les banques possèdent un avantage comparatif en termes de couverture du risque de liquidité, y compris dans ce contexte d'interaction entre risque de liquidité de marché et risque de liquidité bancaire.

1.2.2. Avantage comparatif des banques à couvrir le risque de liquidité

Les banques possèdent un avantage comparatif du fait de leur fonction de création de liquidité, à gérer leur risque de liquidité et à offrir aux entreprises une assurance contre les chocs systématiques de liquidité.

1.2.2.1. Gestion du risque de liquidité – rôle des actifs liquides et synergies bilancielle

Kashyap et al. (2002) expliquent que la combinaison des dépôts à vue et des engagements ou lignes de crédit par les banques commerciales améliore l'efficacité de la gestion de leur exposition au risque de liquidité. Ce risque découle des activités de collecte des dépôts et d'octroi de crédits, et nécessite la détention d'un stock d'actifs liquides coûteux. L'exposition simultanée au risque de liquidité à l'actif et au passif permet aux banques commerciales de bénéficier de synergies de diversification.

Les engagements de crédit et les lignes de crédit⁷ permettent aux banques de fournir en liquidité des ménages et des entreprises. Ils sont en effet une option permettant de contracter un crédit à la demande durant une période de temps définie. Leur tirage est donc proche du mode, dans une certaine mesure, aléatoire de retrait des dépôts à vue. En cas de choc économique défavorable, une entreprise pourrait ne pas avoir suffisamment de collatéral pour lever des financements externes et pourrait être liquidée, bien que sa valeur soit significative et non aliénable. Pour se protéger de cette liquidation inefficace, l'entreprise peut acheter une ligne ou un engagement de crédit qui servent d'assurance contre les chocs défavorables (Holmström et Tirole, 1998). Cela lui permet de s'endetter et participe donc au service de liquidité offert aux investisseurs par les banques. Les engagements ou lignes de crédit et les dépôts sont des produits assez similaires ; tous deux sont exigibles sur demande et nécessitent du cash pour satisfaire des besoins que les banques ne peuvent prévoir. Or une institution qui fournit de la liquidité à la demande doit pour ce faire investir dans un coussin large d'actifs liquides, sous forme de cash et de titres. Il est en effet impossible pour une banque de se couvrir parfaitement contre un choc de liquidité. Un tel stock est nécessaire dans la mesure où l'imperfection des marchés ne permet pas aux banques de lever de nouveaux financements externes en cas de choc de liquidité, si ce n'est à un coût élevé. Par ailleurs, un portefeuille d'actifs liquides est coûteux. Tout d'abord les titres liquides présentent un coût d'opportunité en raison de leur faible rémunération. Ce coût est d'autant plus fort pour le cash dont la détention n'est pas rémunérée. En outre, Flannery (1994) ou Myers et Rajan (1998) indiquent

⁷ Les lignes de crédit diffèrent des engagements de crédit. Une entreprise peut obtenir des banques des lignes de crédit, à court ou moyen terme, sur lesquelles elle pourra tirer à tout moment durant une période déterminée pour obtenir des liquidités, à un taux prédéterminé et pour un montant maximum fixé. Les engagements de crédit sont quant à eux des contrats au hors-bilan par lesquels une banque s'engage à octroyer dans le futur un crédit, selon des termes prédéfinis, à la discrétion de l'emprunteur.

qu'un large portefeuille d'actifs liquides crée des problèmes d'agence additionnels pour les institutions financières. Les dirigeants ont en effet un fort degré de discrétion et peuvent céder des actifs liquides en échange de crédits illiquides ce qui augmente les coûts d'agence.

Kashyap et al. (2002) soulignent qu'il existe une synergie entre les dépôts et les engagements ou lignes de crédit dans la mesure où les deux activités partagent une partie de la couverture coûteuse d'actifs liquides. Ainsi, les banques détiennent un stock d'actifs liquides pour faire face à de larges retraits des dépôts à vue. Toutefois la plupart du temps, cette situation ne survient pas et le stock d'actifs liquides est détenu oisivement. Ce stock peut par conséquent être également utilisé pour satisfaire le tirage des lignes de crédit. Son efficacité augmente alors. Ainsi, une banque se diversifie envers les chocs de liquidité en ayant ces deux activités distinctes, via des demandes de liquidité de forme différente⁸. Elle doit donc détenir un volume minimum d'actifs liquides nécessaires au bilan. Cette synergie existe du moment que les demandes de liquidité de la part des déposants et des emprunteurs sont imparfaitement corrélées. Tel est le cas, y compris en présence d'un grand nombre de déposants et d'emprunteurs. En effet, ces deux catégories d'agents peuvent appartenir à des segments distincts d'une même population et donc avoir des incitations différentes. Par exemple, lors d'une ruée bancaire, les déposants ont une incitation à retirer leurs dépôts tandis que les emprunteurs ont peu d'incitation à tirer sur leurs lignes de crédit.

Dès lors, Kashyap et al. (2002) observent empiriquement que les banques prêtent plus par engagements de crédit que les autres types d'intermédiaires financiers. Par ailleurs, au sein du

⁸ Kashyap et al. (2002) soulignent ici le potentiel de diversification des deux côtés du bilan bancaire. D'autres auteurs mentionnent les possibilités de diversification à travers les déposants (e.g. Diamond et Dybvig, 1983), à travers les emprunteurs (e.g. Deng et al., 2007; Estes, 2014; Holmström et Tirole, 1998) ou encore à travers les banques (e.g. Bhattacharya et Gale, 1987).

secteur bancaire, les banques ayant les ratios de dépôts à vue sur le total des dépôts les plus élevés ont également les plus forts ratios d’engagements de crédit sur les crédits. Ainsi, les banques spécialisées dans les dépôts à vue semblent également se spécialiser dans les engagements de crédit.

Par ailleurs, Gatev et al. (2009) observent une volatilité moindre du rendement boursier des banques dont les niveaux d’engagements de crédit non tirés et de dépôts à vue sont les plus élevés. Ces résultats indiquent que l’augmentation du risque induite par les engagements de crédit est atténuée par les dépôts à vue. Ainsi, le risque n’augmenterait pas avec les engagements de crédit pour les banques dont les niveaux de dépôts à vue sont élevés.

Dans la continuité de cette littérature concernant les gains d’efficience permis par les synergies bilancielle, le troisième chapitre de la thèse explore l’effet du modèle de business des banques sur l’efficience dans la production de liquidité bancaire.

Gatev et Strahan (2006) étendent la logique de Kashyap et al. (2002) et démontrent la capacité unique des banques à couvrir les chocs systématiques de liquidité. Ils émettent une hypothèse plus forte en suggérant que la corrélation entre dépôts et lignes de crédit n’est pas seulement faible mais également souvent négative.

1.2.2.2. Capacité unique à assurer contre les chocs systématiques de liquidité

Gatev et Strahan (2006) soulignent la capacité unique des banques commerciales à offrir une assurance contre une diminution importante et inattendue de la liquidité du marché des billets de

trésorerie. En de telles circonstances, l'affluence des dépôts permet de financer à faible coût les chocs de demande de crédits à court terme de la part d'émetteurs de billets de trésorerie. Par conséquent, les banques peuvent assurer les entreprises contre les diminutions systématiques de la liquidité disponible sur le marché à des conditions plus avantageuses que les autres institutions financières. Cette idée se trouvait déjà chez Salden et Strahan (1999) qui observent une corrélation négative prononcée entre les retraits des dépôts et le tirage de lignes de crédit chez les grandes banques lors de la panique des marchés obligataires à l'automne 1998.

En effet, en cas d'assèchement de la liquidité et d'écartement des spreads de billets de trésorerie, les fonds affluent du marché vers les banques. Les investisseurs cherchent à mettre leur richesse en sécurité selon le mécanisme de « flight to quality ». Ils effectuent des dépôts auprès des banques, considérées comme des havres de paix en période de stress non bancaire sur les marchés financiers. Cet afflux de financement s'explique, d'une part, par les garanties explicites offertes par les autorités publiques aux banques via le filet de sécurité composé de la garantie des dépôts et de l'accès au refinancement de la banque centrale. D'autre part, il existe un soutien implicite en période de crise qui accroît la probabilité d'un plan de sauvetage notamment pour les institutions financières d'importance systémique. Pennacchi (2006) montre ainsi qu'antérieurement à la mise en place d'un tel système de support des banques, ces dernières ne connaissaient pas d'afflux de financement en période de stress de liquidité.

Au même moment, les entreprises qui se finançaient habituellement à court terme par des billets de trésorerie et à long terme par des obligations, sont mises en difficulté par le choc de liquidité. Elles se tournent vers les banques et tirent sur leurs lignes de crédit. En effet, les émetteurs de billets de trésorerie prennent généralement la garantie d'une ligne de crédit de secours auprès des

banques afin de se protéger des baisses de liquidité sur les marchés. Les banques leur fournissent ainsi, en échange de cotisations périodiques, une assurance contre la nécessité d'avoir à emprunter lorsque les billets de trésorerie sont coûteux. Plus particulièrement, les entreprises peuvent contracter des « commercial paper backup lines ». Ces contrats leur permettent d'emprunter un montant de fonds prédéterminé à un spread fixe au-dessus d'un taux d'intérêt de marché de référence sûr tel que l'Euribor. Les lignes de crédit représentent presque une exposition pure à la liquidité systématique car les émetteurs de billets de trésorerie financent en temps normal sur les marchés leurs besoins de financement de court terme. Ils tirent sur leurs lignes de crédit lorsque la liquidité du marché s'assèche (Gatev et Strahan, 2006).

Dès lors, l'afflux de dépôts couvre le tirage des lignes de crédit qui peuvent donc être proposées à moindre coût par les banques aux entreprises. En effet, étant donné l'accroissement de la disponibilité de financements lorsque ceux-ci se font rares sur les marchés, les banques peuvent offrir cette assurance de liquidité sans gérer un portefeuille large d'actifs liquides, coûteux en raison de leur rendement faible et des problèmes d'agence qu'il exacerbe (Flannery, 1994 ; Myers et Rajan, 1998).

Gatev et Strahan (2006) trouvent ainsi que le prix des lignes de crédit varie négativement avec la covariance entre le coût des financements pour la banque et la disponibilité de la liquidité de marché. Si, suite à une raréfaction de la liquidité de marché, les dépôts affluent plus abondamment, le coût de financement de la banque diminue et les lignes de crédit proposées sont meilleur marché. De plus, le coût des financements de la banque diminue lorsque la liquidité de marché devient rare. Cette dernière est mesurée dans le cadre de l'article par le « paper bill spread » c'est-à-dire par la

différence entre le taux des billets de trésorerie d'emprunteurs bien notés et le taux des bons du Trésor (T-bills).

L'observation de plusieurs phénomènes confirme ces éléments. D'une part, en réponse à l'écartement des spreads sur le marché des billets de trésorerie, les banques augmentent la croissance de leur total actif. Cette augmentation se traduit par une hausse des crédits aux entreprises industrielles et commerciales ainsi que par une croissance de la détention d'actifs liquides (cash et titres). Au lieu de réduire leur coussin d'actifs liquides face à une augmentation non anticipée de la demande de crédit, les banques augmentent leur détention d'actifs liquides. Cette augmentation est selon Gatev et Strahan (2006) la preuve d'une plus grande disponibilité des financements pour les banques. D'autre part, la quantité d'actifs financée par les dépôts (notamment par les dépôts à vue) augmente avec le spread des billets de trésorerie. Cela reflète la plus grande disponibilité du financement par les dépôts en période de spread élevés. Enfin, le rendement des certificats de dépôt diminue lorsque le spread des billets de trésorerie augmente tandis que le rendement des dettes émises par des entreprises financières ne diminue pas. Or ces dépôts ne sont pas assurés et ne bénéficient pas du soutien explicite du gouvernement. La diminution de leur rendement est pour les auteurs une preuve de l'accroissement du niveau de soutien implicite du gouvernement aux banques.

Les banques ont donc un avantage comparatif à offrir aux emprunteurs une assurance de liquidité contre l'assèchement du marché des billets de trésorerie. En de telles circonstances, l'augmentation des crédits et des dépôts est concentrée sur les banques dont le niveau préexistant d'engagements de crédit ou de lignes de crédit est élevé. En revanche, l'augmentation de la détention d'actifs

liquides survient dans les banques, quel que soit le niveau préexistant d'engagements de crédit ou de lignes de liquidité.

Gatev et Strahan (2009) illustrent l'avantage comparatif des banques commerciales à offrir une assurance de liquidité dans le cadre des crédits syndiqués. En raison de cet avantage comparatif, les banques commerciales prennent plus part, relativement aux autres institutions financières, aux prêts syndiqués sous la forme de participation passive à travers les lignes de crédit. Les parts des lignes de crédit et des « commercial paper backup lines » dans le total des crédits des banques commerciales sont d'autant plus élevées que ces dernières présentent plus de dépôts à vue. En outre, la comparaison des banques entre elles indique que celles financées par plus de dépôts se spécialisent dans le risque de liquidité relativement aux autres risques. Elles prêtent aux entreprises dont le risque de crédit évalué via la notation et le rendement des crédits est faible et aux entreprises dont le secteur industriel présente un bêta faible. En effet, les actifs exposés au risque de crédit et au risque de marché peuvent plus facilement être titrisés et les risques répartis entre investisseurs. A contrario, le risque de liquidité doit être supporté par la banque. Ainsi, non seulement les banques commerciales dominent les autres institutions financières pour supporter le risque de liquidité mais en outre, au sein du secteur bancaire, les banques dont le niveau de dépôts à vue est plus important ont un avantage comparatif pour supporter ce risque par comparaison aux banques commerciales financées par d'autres sources de dette.

Dans la continuité de cette littérature concernant l'avantage comparatif des banques à fournir un service de liquidité à la demande, le troisième chapitre de la thèse examine le lien entre le modèle de business bancaire et l'efficacité technique à produire de la liquidité. Les résultats indiquent que les petites banques dont les activités se concentrent sur l'intermédiation bancaire traditionnelle,

tendent à être plus efficaces et donc à avoir un avantage comparatif en termes de production de liquidité, que les grandes banques orientées vers des activités bancaires non-traditionnelles telles que les activités de marché.

Ainsi, les banques bénéficient d'avantages dans la couverture contre le risque de liquidité. Cet avantage découle d'une part de la combinaison des dépôts à vue et des engagements de crédit qui couvre les banques contre les demandes de liquidité des déposants et des emprunteurs. D'autre part, l'atout provient de la tendance des investisseurs à placer leurs fonds auprès des banques en période de turbulences non bancaires sur les marchés. Les investisseurs se ruent sur les banques non pas pour retirer leurs fonds mais pour les déposer. Les dépôts à vue n'exposent plus les banques au risque de liquidité mais les aident au contraire à se couvrir contre ce risque. Cela permet aux banques de se substituer aux marchés pour la fourniture de financements. Toutefois, en période de crise financière bancaire, les banques perdent cet avantage comparatif à couvrir le risque de liquidité. Dépôts et lignes de crédit ne sont alors plus négativement corrélés et les banques subissent une double ruée des déposants et des emprunteurs comme observé par exemple en 2007 (Ippolito et al., 2016).

En conclusion, la présentation du risque de liquidité bancaire, consubstantiel à leur fonction de création de liquidité, appelle deux commentaires. D'une part, il convient de dissocier la transformation de liquidité de trois autres formes de transformation ou de création avec lesquels elle est souvent confondue. D'autre part, si la fonction de création de liquidité et l'exposition des banques au risque de liquidité a été présentée comme leur raison d'être dans l'économie, la théorie du « narrow banking » prône une définition des banques dont la création de liquidité est absente.

Ce concept de création de liquidité est différent de celui de transformation de maturité. La transformation de maturité par les banques consiste à financer des emplois de long terme par des ressources de court terme. Or, un même encours de dépôts à vue (un passif exigible) peut par exemple financer soit un crédit de court terme à une entreprise innovante, soit un crédit hypothécaire de long terme. Dans le second cas, l'emploi est de plus long terme. La banque réalise donc une plus forte transformation de maturité. Toutefois, la création de liquidité est plus importante dans le premier cas. En effet, les crédits aux entreprises innovantes sont plus illiquides que les crédits hypothécaires dont l'hypothèque permet à un investisseur externe d'évaluer plus précisément la valeur. La liquidité n'est donc pas nécessairement liée à la maturité. En outre, la création de liquidité peut coïncider avec la transformation du risque. Cette dernière est définie comme l'émission de dépôts sans risque par les banques pour financer des crédits risqués. Toutefois, l'ampleur de la liquidité créée peut varier assez fortement pour une même transformation de risque. Enfin, la création de liquidité diffère de la création monétaire selon laquelle de la monnaie est créée lorsqu'une banque monétise une créance en dépôt. Or, d'une part, la création monétaire ne considère pas la liquidité de la créance monétisée. D'autre part, elle considère seulement la création de monnaie sous la forme de dépôts. Or en raison du développement de l'intermédiation de marché, les banques utilisent d'autres financements exigibles sur les marchés monétaires de gros.

Cette première partie a présenté les justifications théoriques de la fonction de création de liquidité bancaire. Elles expliquent et légitiment la fragilité de la structure du bilan des banques, caractérisée par un passif exigible et un actif illiquide, par les bénéfices économiques qui en découlent. Toutefois, la fragilité de la structure du capital des banques est à l'origine de ruées potentielles coûteuses. L'impossibilité des investisseurs extérieurs d'évaluer sans erreur la valeur des actifs

bancaires peut provoquer la faillite d'institutions solvables mais illiquides. En outre, l'intermédiation de marché accentue le risque de liquidité des banques en les rendant dépendantes de la liquidité de marché pour le financement de leurs activités. Le coût des ruées bancaires est souvent supporté par les autorités publiques via la recapitalisation d'établissements tels que Northern Rock en septembre 2007. Ainsi, le risque de liquidité et les coûts potentiels qui en résultent ont conduit certains auteurs à renouveler les propositions de « narrow banks ». Ces idées font écho à la proposition de Fisher (1936), relayée par Allais (1967) ou Friedman (1959), de banques dont l'actif serait constitué à 100% de monnaie banque centrale. Les dépôts seraient donc investis dans des titres extrêmement liquides tandis les crédits illiquides sortiraient du système bancaire et seraient financés par des passifs de long terme. L'idée de « narrow banking » est présentée comme la solution aux problèmes de ruées bancaires coûteuses en ce qu'elles nécessitent un système d'assurance des dépôts, une régulation des banques et le sauvetage d'établissements par les Etats. Wallace (1996) soulignait que ce concept ne reposait pas sur une théorie ou un modèle bancaire propre. Les propositions contemporaines de « narrow banking » ont développé des modèles. Leurs implications en termes de politique prudentielle varient en intensité. Pennacchi (2012) considère ainsi par exemple que l'exposition des banques au risque de liquidité n'est pas nécessaire et prône l'instauration d'un système de « narrow banks ». D'autres, tels Chiarella et al. (2012), soulignent seulement certains avantages d'un tel système sans en conseiller l'instauration. Les propositions de « narrow banking » résolvent la problématique de l'occurrence potentielle de ruées par la suppression de l'exposition bancaire au risque de liquidité, en éliminant donc la création de liquidité bancaire. Wallace (1996) qualifie la proposition de « narrow banks » d'analogie à vouloir « réduire les accidents de la route en limitant la vitesse des voitures à zéro » (p.9). La conséquence d'une telle politique serait dommageable à l'économie qui ne bénéficierait plus du service de liquidité à la demande fourni par les banques à la fois aux déposants et aux

investisseurs avec l'efficacité qui a été exposée dans cette première partie. Si l'interaction entre création de liquidité bancaire et liquidité de marché conduit à de nouvelles formes d'exposition au risque de liquidité et donc à de nouvelles fragilités bancaires (2.), il conviendrait de mieux maîtriser la fonction de création de liquidité (3.) plutôt que de vouloir la supprimer.

2. Nouvelles formes d'exposition bancaire au risque de liquidité et phénomènes de ruée

La création de liquidité bancaire qui nécessite le financement via des passifs de court terme exigibles, expose les établissements bancaires à un risque de liquidité de financement (Brunnermeier et Pedersen, 2009). Or ce risque est d'autant plus problématique que les activités bancaires se conçoivent de moins en moins, voire ne se conçoivent plus, indépendamment de la liquidité de marché, comme exposé précédemment (1.2.1.). L'interaction entre création de liquidité bancaire et liquidité de marché conduit à de nouvelles formes d'exposition au risque de liquidité dont les mécanismes ont été étudiés (2.1.). Le tarissement de la liquidité de marché a conduit à la matérialisation du risque de liquidité bancaire via des phénomènes de ruées qui ont jalonné les crises de liquidité débutées en 2007 (2.2.).

2.1. Interaction entre création de liquidité bancaire et liquidité de marché – nouvelles formes d'exposition au risque de liquidité

Les banques sont incitées à s'exposer au risque de liquidité. En période de croissance, les banques tendent à détenir une proportion plus importante d'actifs insuffisamment liquides ou dont la liquidité n'est pas garantie et à recourir plus grandement à des dettes exigibles non couvertes par les mécanismes publics d'assurance des dépôts. Ce comportement procyclique de gestion de l'effet

de levier des banques, encouragé par les conditions de liquidité du marché favorables, leur permet d'augmenter leur profitabilité. En outre les banques peuvent bénéficier du soutien implicite ou explicite des autorités publiques. Toutefois le tarissement de la liquidité de marché entraîne une crise de liquidité bancaire. Le mécanisme est celui des spirales de liquidité (2.1.1.) et de l'ajustement procyclique de l'effet de levier des intermédiaires financiers en général, et des banques en particulier (2.1.2.). Cette gestion bilancielle des banques répond à une incitation de thésaurisation de liquidité (2.1.3.).

2.1.1. Mécanisme des spirales de liquidité

La liquidité de marché et la liquidité de financement sont intrinsèquement liées. Elles peuvent se renforcer en présence d'un marché illiquide et de marges déstabilisantes et conduire à des spirales de liquidité. Brunnermeier et Pedersen (2009) soulignent en effet que la liquidité de marché dépend de la disponibilité des financements. Symétriquement, la liquidité de financement dépend de la liquidité de marché des actifs. En effet, lorsque la liquidité de financement est restreinte, les agents financiers ne souhaitent pas prendre des positions coûteuses en financement, c'est-à-dire des positions ne pouvant être apportées en collatéral d'un emprunt qu'avec une marge trop élevée. Comme le mentionne Crockett (2008), les intervenants considèrent certes la valeur fondamentale des actifs mais également les conditions dans lesquelles ils peuvent les céder ou les utiliser en garantie pour l'obtention de financement. Ils peuvent même être contraints de réduire leur exposition sur ce type de positions afin de se reporter sur les titres moins risqués, moins volatils et dont les marges de refinancement sont plus faibles. Ce phénomène de « fight to quality » conduit

à une liquidité de marché plus faible ainsi qu'à une plus grande volatilité des prix d'actifs⁹. Dès lors que les prêteurs ne savent pas si les changements de prix des actifs sont dus à des modifications dans leurs fondamentaux ou à des chocs de liquidité et que la volatilité de la composante fondamentale des actifs varie avec le temps, ils exigent des marges plus importantes. Les changements de prix sont alors guidés plus par la liquidité de financement que par des mouvements dans les fondamentaux. Par ailleurs, une liquidité de marché future faible peut augmenter le risque de financement d'actifs ainsi que les marges de refinancement collatéralisé.

Par conséquent, en présence d'un marché illiquide, si les intermédiaires financiers ne peuvent distinguer les chocs sur les fondamentaux des actifs des chocs de liquidité, c'est-à-dire s'ils sont mal informés, et que la volatilité des fondamentaux varie avec le temps, les marges de refinancement augmentent et peuvent être déstabilisantes pour les intermédiaires financiers. A contrario, les marges de refinancement peuvent être stabilisantes, en théorie, c'est-à-dire si les intermédiaires financiers sont bien informés. Elles peuvent se réduire si l'illiquidité augmente lorsque les prêteurs savent que les changements de prix sont dus à une illiquidité temporaire du marché et que la liquidité s'améliorera rapidement grâce à l'arrivée de nouveaux clients. Les marges peuvent ainsi se réduire en situation d'illiquidité car les intermédiaires financiers espèrent générer un profit lorsque les prix retourneront à leurs valeurs fondamentales. Ce profit couvre les intermédiaires financiers contre les pertes dues à la volatilité de la composante fondamentale. Dans certaines conditions donc, lorsque les marchés sont illiquides et que les marges sont déstabilisantes, la liquidité de marché est très sensible aux changements dans les conditions de financement. Dès

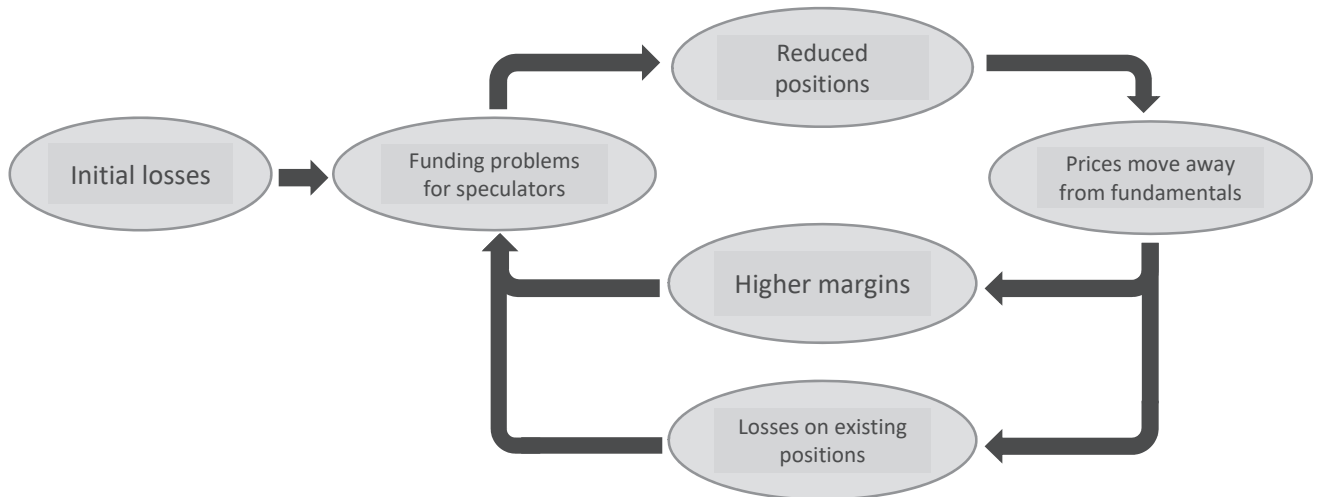
⁹ Lors d'un « flight to quality », les intermédiaires financiers fournissent alors la liquidité de titres dont la volatilité est faible et dont les marges de refinancement sont également faibles, ce qui conduit à un différentiel de liquidité croissant entre titres dont la volatilité est forte et titres dont la volatilité est faible.

lors la liquidité de financement et la liquidité de marché se renforcent mutuellement en raison de deux spirales de liquidité représentées sur la figure 1.1 ci-après. Il peut y avoir un assèchement brutal de la liquidité.

D'une part, une spirale de marge se forme si les marges de refinancement augmentent avec l'illiquidité du marché. Selon ce mécanisme, un choc de liquidité impacte un intermédiaire financier et diminue la liquidité de marché. En effet, comme expliqué précédemment, les intermédiaires doivent réduire leurs positions compte tenu de financements disponibles moins abondants. La liquidité de marché plus faible conduit alors à des marges plus élevées et réduit d'autant plus la liquidité de financement de l'intermédiaire. D'autre part, une spirale de perte émerge si les intermédiaires financiers détiennent une position initiale large négativement corrélée au choc de demande sur les actifs. Dans ce cas, un choc de financement augmente l'illiquidité du marché ce qui conduit l'intermédiaire à supporter des pertes sur sa position initiale, le contraint à d'autres ventes et entraîne d'autant plus une chute des prix.

Figure 1.1: Spirales de liquidité (Brunnermeier et Pedersen, 2009)

La figure ci-dessous présente la spirale de perte et la spirale de marge



Les mécanismes de ces spirales telles que les ventes en situation de détresse ont été documentés par la littérature (e.g. Shleifer et Vishny, 2011). Les deux spirales se renforcent mutuellement et conduisent à un effet total plus large que l'addition de leurs effets séparés. Elles forcent les intermédiaires financiers à réduire leurs positions, c'est-à-dire à diminuer leur effet de levier.

2.1.2. Ajustement procyclique de l'effet de levier

Ces deux spirales de liquidité ont pour conséquence un ajustement procyclique de l'effet de levier des intermédiaires financiers. Ce comportement a été mis en évidence par Adrian et Shin (2010). Il se caractérise par l'ajustement de la taille de leurs bilans en fonction des prix de marché et selon la capacité de leurs bilans à supporter un effet de levier plus ou moins élevé. Cette capacité est déterminée par l'importance du capital de base considéré comme une quantité fixe, de la possibilité

d'obtenir des financements à court terme (certificats de dépôts, repos) sur les marchés financiers – c'est-à-dire la liquidité de financement - et de leur politique de gestion des risques telle que le ciblage d'une Value at Risk (VaR) par nature procyclique. Enfin, la comptabilisation en fair value de même que le manque de liquidité des marchés financiers, c'est-à-dire qu'une plus forte demande d'actifs conduit à augmenter leurs prix par défaut de profondeur et de résilience des marchés, accentuent l'ajustement de l'effet de levier.

Ce mécanisme met en évidence le lien entre liquidité de financement et liquidité de marché. L'augmentation de la liquidité de marché facilite le financement des intermédiaires financiers, leur capacité à s'endetter à court terme via les repos notamment. Une dépendance extrême aux financements de court terme sur les marchés de gros a été observée avant la crise de 2007-2009. Elle résulte d'une « course folle à la maturité » qui peut s'expliquer par la volonté de banques de diluer la valeur exigible par les créanciers préexistants en émettant des dettes nouvelles à maturité plus courte (Brunnermeier et Oehmke, 2013). Adrian et Shin (2010) observent alors que lorsque l'effet de levier augmente, l'offre de crédit des intermédiaires financiers est plus importante et la liquidité de financement augmente. Cette liquidité est liée à l'intensité de l'effort de recherche d'emprunteurs par les intermédiaires financiers. Cet effort peut être observé par les conditions (volumes et taux) plus ou moins favorables des crédits octroyés. Suite à l'augmentation de l'effet de levier il est plus facile pour les utilisateurs de crédit d'obtenir des fonds ; la demande d'actifs et donc les prix des actifs augmentent de même que l'appétit pour le risque. Ainsi, l'augmentation de la taille des bilans des intermédiaires financiers se reflète dans un changement des prix du système financier, ce qui a un impact en termes de risque de marché : la prime de risque de volatilité agrégée des actifs diminue. Inversement, une diminution de l'effet de levier conduit à l'augmentation de la prime de risque de volatilité des actifs sur les marchés financiers. Adrian et Shin (2011) en

déduisent que l'observation des changements dans les positions des repos qui sont la première marge d'ajustement des bilans des intermédiaires financiers, permet de prévoir l'évolution de la prime de risque de volatilité. Cette anticipation de la liquidité de marché reflète la liquidité de financement à venir et donc le risque de liquidité des intermédiaires financiers.

La présentation de ce mécanisme pourrait conduire à penser l'ajustement procyclique des banques comme la réaction à une modification de l'environnement financier extérieur aux banques caractérisé par les spirales de liquidité. Ce comportement pourrait toutefois apparaître comme généré par une incitation des banques à thésauriser la liquidité.

2.1.3. Thésaurisation de la liquidité au bilan bancaire

Selon leur environnement financier, les banques sont incitées à thésauriser plus ou moins de liquidité à l'actif de leur bilan. Ce comportement est en effet déterminé par la demande et donc le prix de marché de la liquidité qui évolue inversement au prix des actifs illiquides (Gale et Yorulmazer, 2013). Ainsi, la politique de détention d'actifs liquides par les banques est procyclique. Le volume d'actifs liquides détenus au bilan bancaire est relativement faible en période de croissance et relativement élevé en période de récessions (Acharya et al., 2011). La littérature fournit des preuves empiriques de cette gestion (e.g. Aspachs et al., 2005). En d'autres termes, lors d'une crise systémique de liquidité, les banques ont tendance à thésauriser d'autant plus de liquidité. Deux raisons motivent la thésaurisation de liquidité par les banques.

Il existe tout d'abord un motif de précaution à thésauriser de la liquidité. D'une part, les banques refusent de prêter à toute autre banque susceptible d'être affectée par une source de risque de crédit.

L'assèchement de la liquidité sur le marché interbancaire peut ainsi s'expliquer par une augmentation du risque de contrepartie perçu par les investisseurs (Heider et al., 2015). D'une part, en raison d'asymétries d'information elles augmentent les marges (haircuts) des opérations de repo, réduisent l'éligibilité de collatéral, ou cessent de refinancer leurs débiteurs. D'autre part, elles redoutent, en raison des incertitudes pesant sur leur accès futur à la liquidité, de ne pouvoir se financer qu'à un coût trop élevé dans le futur. Un coussin d'actifs liquides leur permet de ne pas emprunter des liquidités à des conditions défavorables sur les marchés. La thésaurisation pour motif de précaution réduit ainsi l'offre de liquidité et donc l'accès à la liquidité pour les autres banques, ce qui augmente alors l'incitation à thésauriser. Cet argument est nourri empiriquement par le fait qu'un soutien public inconditionnel des banques réduise l'incitation à thésauriser de la liquidité (Acharya et al., 2011).

Par ailleurs, il existe un motif stratégique ou de spéculation à thésauriser de la liquidité. Les banques sont incitées à thésauriser la liquidité afin d'en tirer un bénéfice. Dans l'hypothèse où elles ne seraient pas elles-mêmes touchées par un choc futur de liquidité, elles pourraient se porter acquéreurs d'actifs illiquides vendus en situation de détresse, c'est-à-dire à prix réduit, par les autres intermédiaires financiers dans le futur. Les observations empiriques soulignent que certaines banques bénéficient des ventes d'actifs en situation de détresse ou du fait de devoir emprunter relativement moins sur les marchés financiers de gros (Allen et al., 2009; De Haan et Van den End, 2013). Par ailleurs, les banques peuvent prêter les liquidités thésaurisées aux banques en difficultés et obtenir une prime. Nagel (2016) observe ainsi une corrélation positive entre la prime de liquidité sur les créances bancaires et les mesures agrégées de prime de liquidité. Quel que soit son motif, la thésaurisation réduit l'offre de liquidité à laquelle les banques peuvent accéder et renforce ainsi l'incitation à thésauriser.

Par conséquent, la thésaurisation de la liquidité par les banques est non seulement insuffisante pour répondre au motif de précaution, mais également inefficace. Les réserves de liquidité des banques sont insuffisantes, selon Gale et Yorulmazer (2013), en raison du caractère incomplet des marchés interbancaires (Flannery, 1996; Freixas et Jorge, 2008) – les asymétries d’information ne permettent pas aux banques de conclure ex ante des contrats contingents pour la fourniture de liquidité – et de l’augmentation de la volatilité des prix résultants de la liquidation d’actifs. Par ailleurs, il existe un comportement de passager clandestin des banques envers la liquidité. Les banques augmentent leur profitabilité en investissant presque exclusivement dans des actifs liquides. Elles s’appuient sur la capacité des autres banques ou de la banque centrale à fournir de la liquidité en cas de choc du système (Bhattacharya et Gale, 1987; Repullo, 2005). Enfin, les contraintes de solvabilité du régulateur et de la valorisation en valeur de marché des actifs (Cifuentes et al., 2005) ne permettent pas aux banques de disposer d’un niveau de réserve d’actifs liquides suffisant.

La thésaurisation de la liquidité est en outre inefficace en raison des incertitudes sur les futurs chocs de liquidité et des incitations à thésauriser (Gale et Yorulmazer, 2013) mais également à cause de l’existence d’un pouvoir de marché et de comportements stratégiques (Acharya et al., 2012). Ainsi, les banques disposant d’un surplus de liquidité sont incitées à moins fournir de liquidité au marché interbancaire afin de bénéficier de ventes d’actifs en situation de détresse. L’allocation de la liquidité par les marchés interbancaires est alors rendue inefficace. La détention de liquidité par les banques dépend ainsi de la liquidité des actifs : Acharya et al. (2011) montrent que lorsque la liquidité des actifs est forte (faible), les banques détiennent moins (plus) que le niveau socialement optimal de liquidité. Cela est probablement dû à l’illusion de la continuité de

la liquidité en période de croissance économique – les actifs sont alors liquides – et à l’aversion pour le risque en période de turbulences sur les marchés, lorsque les actifs deviennent illiquides (Bervas, 2006).

Selon Gale et Yorulmazer (2013), une solution à la thésaurisation inefficace de liquidité au bilan bancaire est la fourniture de liquidité premièrement et uniquement par la banque centrale. En effet, lorsque les anticipations de chocs forts de liquidité augmentent, bien que la gestion de la liquidité requière de thésauriser tant du point de vue de la banque que du bien-être social, la thésaurisation devient problématique en raison de la réduction du niveau des crédits à l’économie qui s’éloigne alors de l’optimum social. Les auteurs soulignent que cette politique de la banque centrale est plus efficace lorsqu’elle est menée auprès de chaque banque individuellement plutôt que par les opérations d’open market. En effet, le comportement stratégique des banques rend l’allocation de la liquidité aux banques via le marché interbancaire inefficace.

La crise de liquidité de 2007-2009 tend à montrer qu’il n’existe pas d’autorégulation de cette exposition au risque de liquidité que l’on pourrait alors qualifier d’excessive. Il existe un biais psychologique de myopie au désastre des investisseurs et des banques (Guttentag et Herring, 1986). En période de croissance économique, les investisseurs tendent à sous-estimer les probabilités d’occurrence d’évènements défavorables tels qu’une crise de liquidité. A contrario, en période de récession, les investisseurs surestiment la probabilité d’occurrence d’une crise de liquidité. Outre ce comportement tendanciel à s’exposer de façon excessive au risque de liquidité, il n’existerait pas de discipline de marché conduisant les investisseurs à sanctionner les surexpositions des banques au risque de liquidité. Le quatrième chapitre de la thèse montre ainsi que la discipline de marché n’existe que pour les banques qui bénéficient du risque de liquidité, dans le sens où elles

pourraient être moins profitables. Il n’y a en revanche pas d’évidence d’une discipline de marché pour les banques négativement affectées par le risque de liquidité. Ce résultat est interprété comme l’anticipation des investisseurs d’un soutien public de la part du gouvernement ou de la banque centrale. La conséquence de cette exposition excessive au risque de liquidité est la matérialisation dans ce risque à travers les ruées bancaires.

2.2. Ruées bancaires

La matérialisation du risque de liquidité bancaire consiste essentiellement en l’occurrence de ruées. Une proportion suffisamment large de créanciers tels que les déposants retirent de façon synchrone leurs financements ou ne renouvellent pas leurs créances de court terme par crainte d’une faillite de la banque. Cela fait peser sur les banques un risque de liquidité de financement. Les banques doivent alors soit lever de nouveaux financements à un coût plus élevé, soit céder des actifs pour faire face aux retraits. En effet, les banques ne détiennent suffisamment d’actifs liquides disponibles pour satisfaire une ruée. Elles doivent alors céder des actifs peu liquides en situation de détresse, à prix déprécié donc. La liquidité de financement des banques et la liquidité de marché des actifs se renforcent alors mutuellement sous l’effet des spirales de liquidité présentées plus haut (1.2.1.). Les ruées bancaires conduisent à la faillite des établissements bancaires en étant l’objet, à défaut d’un soutien des autorités publiques. Les ruées bancaires se différencient d’une part dans leur déroulement par les agents économiques qui en sont les acteurs. Deux types de ruées bancaires se distinguent : les ruées de déposants particuliers et les ruées d’investisseurs institutionnels sur les marchés de gros. D’autre part, deux origines distinctes des ruées sont identifiées par la littérature qui distingue les ruées sous forme de tâche solaire des ruées informées.

2.2.1. *Types de ruées*

Les ruées des déposants particuliers tendent à être un phénomène daté, en raison des dispositifs publics d'assurance des dépôts et de suspension ou de réduction de la convertibilité des dépôts mis en place par les autorités publiques. L'Etat promet par exemple de se substituer à la banque qui échouerait à rembourser ces déposants. S'il est crédible, le mécanisme rend alors toute ruée inutile. Des ruées de déposants particuliers ont toutefois été observées ponctuellement depuis la crise de 2007-2008. Des déposants particuliers se sont ainsi rués sur Northern Rock en septembre 2007, en raison de faiblesses dans le mécanisme britannique d'assurance des dépôts (Dermine, 2015; Eisenbeis et Kaufman, 2010; Shin, 2009). Des ruées sur le secteur bancaire en général se sont également produites en mars 2013 à Chypre, en juillet 2014 en Bulgarie et en juin 2015 en Grèce.

Les ruées des créanciers institutionnels sur les marchés monétaires de gros constituent en revanche un phénomène plus récent. Leurs dépôts ne sont pas couverts par les mécanismes d'assurance des dépôts. Au cours de la crise de 2007-2009, ils ont été la source principale des ruées bancaires aux Etats-Unis (Morris et Shin, 2016). La littérature documente ainsi la ruée de ces créanciers sur Northern Rock (Shin, 2009). De telles ruées se sont également produites sur Bear Stearns, IndyMac et Washington Mutual en 2008.

Lorsqu'elles sont le fait de créanciers institutionnels, les ruées bancaires peuvent également être systémiques dans la mesure où elles gèlent la liquidité accessible aux banques. Toutefois, il n'existe pas de consensus dans la littérature quant à la définition du risque systémique de liquidité (Hong et al., 2014). En s'appuyant sur la définition du risque systémique de Kaufman et Scott (2003), le risque de liquidité systémique peut être défini comme le risque ou la probabilité d'un assèchement

de la liquidité sur l'ensemble du marché monétaire, par contraste avec l'assèchement de la liquidité sur certains compartiments individuels exclusivement. Il se manifeste par une corrélation entre la plupart ou tous les compartiments du marché monétaire. Le risque systémique de liquidité s'est notamment matérialisé au cours de la crise financière de 2007-2008, à travers un assèchement général de liquidité sur les marchés monétaires. La littérature a documenté les ruées sur les marchés des titres garantis par des actifs (Brunnermeier, 2009) tels que le marché des papiers commerciaux adossés à des actifs (Covitz et al., 2013) ou le marché des prises en pensions, couramment dénommées repurchase agreement (Gorton et Metrick, 2012). Des ruées ont également eu lieu sur les marchés des titres non garantis par des actifs tel que le marché des fonds fédéraux (Afonso et al., 2011) et d'autres marchés interbancaires (Acharya et Merrouche, 2012). Sur le marché interbancaire, les ruées sont le fait des banques elles-mêmes qui cessent d'échanger mutuellement des liquidités en raison des incitations à thésauriser la liquidité présentées plus haut (2.1.). Ces ruées bancaires systémiques correspondent à une situation de crise financière particulière. En effet, généralement au cours d'une crise financière les banques sont perçues comme des havres de paix dans lesquels les déposants particuliers et les entreprises peuvent conserver leurs liquidités (1.2.2. supra ; Kashyap et al., 2002). Les banques jouent alors d'autant plus un rôle de création de liquidité en se substituant en partie à la liquidité de marché et le risque de liquidité bancaire ne se matérialise pas. A contrario, les ruées bancaires systémiques se produisent lors de crises financières bancaires. Dans cette situation, les banques ne sont plus considérées par les investisseurs comme des havres de paix et font l'objet de ruées.

2.2.2. *Ruées bancaires informées*

La littérature a développé deux explications distinctes des fondements des ruées bancaires. D'une part, les créanciers se ruent en raison de croyances portant sur les actifs bancaires, à travers une ruée en forme de tâche solaire, c'est-à-dire sans aucune raison apparente. D'autre part, les créanciers se ruent en raison d'informations sur les fondamentaux des banques, notamment concernant le risque des actifs bancaires, à travers une ruée informée.

Les ruées de type tâche solaire sont provoquées par un facteur exogène aléatoire qui modifie les croyances des déposants en les conduisant à croire que les autres déposants vont se ruer (Bryant, 1980; Diamond et Dybvig, 1983; Iyer et Puri, 2012). Ces ruées sont des prophéties autoréalisatrices et se manifestent à travers des paniques selon la psychologie des foules ou l'hystérie de masse (Kindleberger et Aliber, 2005).

A contrario, les ruées informées se produisent lorsque les déposants perçoivent un signal négatif quant à la valeur des actifs bancaires. Il peut s'agir d'informations provenant du cycle économique en raison la corrélation des conditions économiques et des pertes sur les actifs bancaires. En période de récession, les banques subissent des pertes plus élevées ce qui réduit la valeur de l'actif bancaire. De telles circonstances peuvent conduire les déposants à penser que leurs dépôts ne seront pas remboursés (Allen et Gale, 2007). Par ailleurs, en fonction des informations communiquées sur les fondamentaux bancaires, les déposants peuvent anticiper une ruée des autres déposants et se ruent donc sur la banque. Les déposants se réfèrent à la valeur des actifs bancaires dans leur décisions de se ruer ou pas (Rochet et Vives, 2004). Les théories des ruées informées expliquent d'autant mieux les ruées des créanciers institutionnels sur les marchés de gros que ces-derniers sont mieux

informés que les déposants particuliers. Morris et Shin (2016) observent par exemple que la ruée sur Bear Stearns en 2008 a été déclenchée par des doutes portant sur la qualité des actifs. Trois types de modèles de ruées informées ont été développés. D'une part, il existe des modèles reposant sur la panique. Selon ces modèles, les ruées se produisent en raison d'un problème de coordination entre les déposants. Les déposants savent que collectivement ils ne devraient pas se ruier mais font face à un dilemme du prisonnier et se ruent (e.g. Goldstein et Pauzner, 2005). D'autre part, certains modèles considèrent que les ruées se produisent en raison d'asymétries d'information, d'une information incomplète des déposants sur le montant des pertes d'une banque par exemple (e.g. Dermine, 2015). Enfin, la littérature considère des modèles structurels de défaut bancaire étendus au risque de liquidité. Ces modèles sont construits sur le modèle structurel de défaut de Merton (1974). Ils expliquent l'occurrence d'une ruée par la chute de la valeur de l'actif bancaire sous un seuil spécifique (He et Xiong, 2012; Liang et al., 2013). Ce seuil dépend notamment du type de financements des banques en émettant du capital ou de la dette. La probabilité que la valeur de l'actif bancaire diminue jusqu'au seuil détermine la probabilité d'occurrence d'une ruée. Le deuxième chapitre de cette thèse s'appuie sur ces modèles structurels de défaut bancaire afin d'évaluer le risque de liquidité bancaire.

L'exposition des banques au risque de liquidité peut ainsi être excessive. La matérialisation de ce risque peut alors être d'autant plus dommageable que la liquidité bancaire et la liquidité de marché sont étroitement liées. La nature de la manifestation des crises de liquidité bancaire a évolué des ruées bancaires traditionnelles de déposants particuliers assurés vers les ruées bancaires systémiques de créanciers institutionnels non assurés. Toutefois, l'exposition bancaire au risque de liquidité est consubstantielle à leur fonction de création de liquidité. Cette dernière est optimale et bénéficie à l'économie (1.). Prévenir l'occurrence des crises bancaires de liquidité consiste à mieux

maîtriser ce risque. Il convient d'une part de pouvoir évaluer l'exposition des banques au risque de liquidité et d'autre part de réguler ce risque par des exigences prudentielles, eu égard à l'absence d'autodiscipline des banques et du marché. Cette régulation devrait toutefois tenir compte de ses effets sur la création de liquidité, afin de conserver les bénéfices de cette fonction pour l'économie.

3. Quelles solutions aux crises bancaires de liquidité ? Evaluer et gérer le risque de liquidité des banques

Depuis le début des années 1980, les recherches théoriques sur le risque de liquidité bancaire se sont développées. Elles justifient l'exposition des banques au risque de liquidité par cette fonction optimale de création de liquidité qui leur est propre. Jusqu'à la crise de liquidité de 2007-2009, les études empiriques du risque de liquidité bancaire étaient relativement peu fournies. Cette dernière crise majeure de liquidité a fait prendre conscience de la nécessité d'évaluer ce risque afin de mieux maîtriser l'exposition des banques. Des indices agrégés du risque de liquidité bancaire ont été développés (3.1.) parallèlement à l'établissement de normes de régulation du risque de liquidité (3.2.). Ces exigences prudentielles en termes de risque de liquidité font peser une contrainte sur la composition du bilan bancaire. Il importe ainsi de tenir compte de la relation entre régulation du risque de liquidité et modèle de business bancaire (3.3.).

3.1. *Mesure du risque de liquidité bancaire*

La littérature relative à l'évaluation du risque de liquidité bancaire considère essentiellement deux types d'indices distincts par leur niveau d'analyse. D'une part, des mesures bilancielle du risque de liquidité sont utilisées au niveau individuel des banques. D'autre part, il existe des indices des

conditions de liquidité communes à toutes les banques sur les marchés interbancaires ou monétaires. Enfin, la littérature a développé quelques mesures synthétiques.

3.1.1. Les mesures bilancielle d'exposition aux chocs de liquidité

Premièrement, la littérature évalue l'exposition potentielle des banques aux chocs de liquidité en utilisant trois types de mesures bilancielle : la liquidité de l'actif, la stabilité des financements et l'impasse de liquidité entre l'actif et le passif du bilan¹⁰.

Les actifs liquides constituent un premier élément du bilan des banques qui rend compte de leur exposition potentielle au risque de liquidité. En effet, les actifs liquides constituent un coussin qui amortit le risque de refinancement. Toutefois, la liquidité des actifs est étroitement liée à la liquidité de marché, comme exposé précédemment (section 1.2.1.). Lorsque la liquidité de marché se dégrade, les banques peuvent éprouver des difficultés à céder certains actifs sans perte trop importante ou à les proposer en collatéral de refinancement pour une marge raisonnable (Brunnermeier et Pedersen, 2009). Différents ratios évaluent couramment la liquidité de l'actif tels que par exemple la part des disponibilités ou la part des crédits dans le total actif (e.g. Pagratis et Stringa, 2009), les réserves auprès de la banque centrale (Acharya et Merrouche, 2012) ou encore les changements quotidiens dans les réserves auprès de la banque centrale (Cocco et al., 2009)¹¹. D'autres mesures de la liquidité de l'actif sont plus construites telles que la mesure de la liquidité

¹⁰ Les chapitres deux et quatre recourent à certaines de ces variables afin d'évaluer l'exposition potentielle des banques aux chocs de liquidité.

¹¹ Acharya et Merrouche (2012) utilisent la balance des réserves auprès de la banque centrale afin de rendre compte de la thésaurisation de liquidité des grandes banques au Royaume-Uni durant la crise des subprimes de 2007-2008. Cocco et al. (2009) observent que les banques dont les dépôts de réserve sont les plus élevés tendent à emprunter auprès des banques avec lesquelles elles ont une relation et à payer des taux d'intérêt plus faibles.

du portefeuille de crédit proposée par Loutskina (2011). L'auteur développe un indice du potentiel de titrisation des crédits d'une banque, compte tenu de la composition du portefeuille de crédit de la banque et de l'état du marché de la titrisation. Il rend ainsi compte de la liquidité de l'actif bancaire pouvant résulter de la titrisation.

La stabilité des financements représente un deuxième élément bilanciel de l'exposition potentielle des banques aux chocs de liquidité. Elle se définit comme la proportion des ressources stables utilisées par les banques afin de financer leurs actifs. Le retrait par les déposants de leurs avoirs ou les décisions de créanciers de court terme de ne pas renouveler leurs financements représentent une perte de financements. La probabilité d'occurrence d'un tel événement constitue un risque de refinancement (Acharya et al., 2011). Dans cette acception, le risque de liquidité renvoie à la capacité de lever des fonds immédiatement à coût raisonnable. Des ratios bilanciels évaluent la stabilité des financements comme la part des financements de court terme sur le total des financements ou encore le flux d'intérêts versés par la banque sur le total des dépôts. Ce dernier ratio permet d'approcher le coût des financements (Dietrich et al., 2014).

L'impasse de liquidité, appelée également impasse de refinancement, constitue le troisième indice bilanciel d'exposition potentielle aux chocs de liquidité. Il est défini comme la différence entre la proportion d'actifs illiquides financée par un passif exigible. Les ratios utilisés se calculent notamment comme le rapport de la différence entre les crédits et l'endettement à court terme, et les crédits (e.g. Aikman et al., 2011), les fonds prêtés aux autres banques et les fonds empruntés auprès d'autres banques, les crédits et l'endettement à court terme, les actifs liquides et l'endettement à court terme, ou encore les actifs liquides et l'endettement total (e.g. Pagratis et Stringa, 2009). Deep et Schaefer (2004) proposent en outre une impasse de transformation de liquidité mesurée comme

le rapport de la différence entre les passifs exigibles et les actifs liquides, et le total bilan. Toutefois malgré l'apparence d'une mesure complète, Deep et Schaefer (2004) ne tiennent pas compte des engagements de hors-bilan et obtiennent par conséquent un montant relativement faible de création de liquidité.

Quel que soit l'indice retenu, ces trois types de mesures bilanciennes du risque de liquidité ne rendent compte que du potentiel d'une banque à faire face à une dégradation des conditions de liquidité, toute chose égale par ailleurs. Elles disent peu de la capacité effective des banques à résister à un choc de liquidité. Elles souffrent de quatre limites. Premièrement, ces mesures bilanciennes ne rendent pas compte de la capacité des banques à accéder aux sources de financement durant les chocs de liquidité. En effet, la capacité de refinancement des banques n'est pas exprimée en totalité au bilan. Elle dépend notamment de la réputation des banques, de la diversification de leurs sources de financement, ou encore de la politique de la banque centrale. Deuxièmement, la comparaison de ces mesures bilanciennes entre banques et au cours de temps est malaisée. Un même niveau pour une mesure donnée entre plusieurs banques ne signifie pas nécessairement le même degré d'exposition au risque de liquidité. De la même manière, une même valeur pour un indicateur à deux moments différents au cours du temps ne traduit pas nécessairement la même exposition au risque de liquidité. Troisièmement, les mesures bilanciennes manquent de fréquence, en raison de leur base annuelle ou trimestrielle, et traduisent une situation passée. Elles ne peuvent donner une évaluation précise de l'exposition individuelle au risque de liquidité, particulièrement en période de stress de liquidité sur les marchés financiers. En effet, ces événements durent en général quelques semaines ou quelques mois. Enfin, ces mesures ne rendent pas compte des interactions entre les différents aspects du risque de liquidité tels que la liquidité de l'actif ou le risque de

refinancement. Chaque mesure ne souligne qu'un aspect différent de l'exposition potentielle au risque de liquidité.

3.1.2. Les mesures des conditions systémiques de liquidité

En second lieu, la littérature a développé des mesures des conditions de liquidité communes à l'ensemble des banques. Ces indices sont généralement qualifiés de mesures systémiques de liquidité ou de mesures du risque systémique de liquidité. Les plus couramment utilisés sont les écarts (spreads) de taux entre l'Euribor ou le Libor et le rendement des obligations souveraines bien notées de même maturité (e.g. Cornett et al., 2011; Hong et al., 2014; Hong et Wu, 2012) ou entre les taux interbancaires et les taux de l'Overnight Indexed Swap (OIS). Certaines études du risque de liquidité utilisent les marges de refinancement des repos (Gorton et Metrick, 2012). Enfin, Schwarz (2017) propose de mesurer la liquidité de marché comme le spread de taux entre les obligations souveraines allemandes et les celles de l'agence gouvernementale allemande de développement Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Les deux types d'obligations ont en effet le même risque de crédit dans la mesure où elles sont explicitement garanties par le gouvernement fédéral allemand. Par conséquent, le spread reflète les conditions de liquidité agrégées¹². Ces mesures ont une fréquence plus élevée que les indices bilanciers. Toutefois, elles se situent au niveau macro de l'ensemble du secteur bancaire.

¹² Schwarz (2017) utilise cette mesure de la liquidité de marché pour dissocier la part de risque de liquidité et de risque de crédit en dans les spreads LIBOR-OIS et obligations souveraines. L'auteur observe que la part de risque de liquidité représente plus des deux tiers de l'augmentation de ces spreads depuis la crise de 2007-2009.

3.1.3. *Les mesures synthétiques du risque de liquidité individuel*

Enfin, la littérature a développé quelques mesures individuelles du risque de liquidité bancaire qui rendent à la fois compte des caractéristiques bilancielle individuelles et des conditions de liquidité sur les marchés monétaires. Certains auteurs utilisent le prix individuel de la liquidité bancaire demandé ou payé lors des opérations principales de refinancement hebdomadaire de l'Eurosystème (MRO) (e.g. Abbassi et al., 2013; Craig et al., 2015; Drehmann et Nikolaou, 2013). Toutefois, les données utilisées dans ces études ne sont pas disponibles publiquement.

Brunnermeier et al. (2014) développent une mesure synthétique, le Liquidity Mismatch Index (LMI). Cet indice est utilisé par les auteurs pour évaluer le risque de liquidité d'une banque ou d'un secteur bancaire, et pour identifier les institutions financières d'importance systémique. Il se calcule comme la liquidité des actifs à laquelle est soustraite la liquidité promise à travers les passifs. Les éléments du bilan sont classés selon leur catégorie et pondérés selon leur liquidité de marché. La pondération (λ) d'un actif est d'autant plus élevée qu'il est liquide et celle d'un passif est d'autant plus forte qu'il est exigible. La grille de pondération suivante est appliquée (tableau 1 infra) :

Tableau 1.1: Pondérations des éléments du bilan dans le calcul du LMI (Brunnermeier et al. 2014)

Actif	Passif
Pondération en liquidité de l'actif (λ)	Pondération en exigibilité du passif (λ)
- Dette souveraine/cash : $\lambda = 1$	- Overnight debt : $\lambda = 1$
- Overnight repo : $\lambda = 0,99$	- Dette de long terme : $\lambda = 0,5$
- Agency MBS : $\lambda = 0,95$	- Fonds propres : $\lambda = 0,20$
- Private –label MBS : $\lambda = 0,90$	

Les pondérations en liquidité pour chaque type d'actif ou de passif sont calculées à l'aide des spreads de taux d'intérêt obligataires selon la méthode présentée par Krishnamurthy et Vissing-Jorgensen (2012). Elles mesurent l'apport d'un actif en termes de liquidité, c'est-à-dire de donner sa valeur équivalente en cash. Par ailleurs, sur certains marchés, les haircuts des repos et les mesures de la structure de liquidité de marché d'un actif – la largeur de sa fourchette de négociation, les variations de son prix, le volume échangé - permettent également de déterminer les différents λ . Le LMI est également utilisé lors de stress test, en faisant des hypothèses sur les valeurs des différents λ selon des scénarii de crise systémique.

Berger et Bouwman (2009) développent une mesure de création de liquidité bancaire dans une logique similaire. Ils considèrent qu'un maximum de liquidité est créé par les banques lorsque les actifs illiquides sont transformés en passifs exigibles et que les garanties au hors-bilan sont illiquides ou exigibles. A l'inverse, un maximum de liquidité est détruit lorsque les actifs liquides sont transformés en passifs non exigibles ou en capitaux propres et que les garanties au hors-bilan sont liquides. Les auteurs prennent en considération la facilité de titrisation d'un crédit pour évaluer

sa liquidité et donc sa contribution à la création de la liquidité ; un crédit facilement titrisable est alors considéré comme un actif assez liquide et donc moins créateur de liquidité qu'un crédit plus difficilement titrisable. La création de liquidité par les banques provient ainsi de la détention d'actifs illiquides à la place du public non bancaire et par la fourniture de liquidité au public. En attribuant des pondérations aux différentes catégories d'éléments de l'actif et du passif du bilan en fonction de leur contribution à la création de liquidité, une mesure de la création de liquidité est calculée.

Berger et Bouwman (2009) indiquent que la création de liquidité par les banques a quasiment doublé sur la période de 1993 à 2003. Le secteur bancaire ne créerait en outre qu'environ la moitié de sa liquidité au bilan ce qui souligne l'importance de la création de liquidité au hors-bilan, principalement via les garanties illiquides (en particulier les engagements de crédit non tirés et dans une moindre mesure les lettres de crédit). Les dérivés ne sont pas parmi les composants majeurs de la création de liquidité au hors-bilan car les valeurs de marché des positions prises sur les dérivés tendent à s'annuler. Les auteurs observent que les grandes banques, celles membres de groupes bancaires ainsi que celles ayant récemment fusionné créent le plus de liquidité. D'autres études analysent les déterminants du niveau de création de liquidité tels que la valeur des banques (Cowan et Salotti, 2015), la compétition (Horvath et al., 2016), les interventions et la régulation des autorités publiques (Berger et al., 2016)¹³.

¹³ Cf. Berger et Bouwman (2016) pour une revue de littérature exhaustive de ces différentes études.

3.2. *Ratios prudentiels de liquidité*

Les théories de création de liquidité bancaire permettent de mettre en perspective les enjeux et les problématiques de la régulation du risque de liquidité des banques prévus par Bâle III.

Les superviseurs bancaires considéraient déjà le risque de liquidité bancaire, avant la crise de liquidité de 2007-2009. Ainsi, le rapport du Comité de Bâle sur le contrôle bancaire de 2000, revu en 2008, intitulé « Principes de saine gestion et de surveillance du risque de liquidité » soulignait l'importance du risque de liquidité et recommandait à « toutes les banques (de) disposer d'un processus rigoureux pour identifier, mesurer, surveiller, contrôler le risque de liquidité [...] (c'est-à-dire d'un) mécanisme de projection complète des flux de trésorerie [...] selon divers horizons temporels appropriés »¹⁴. Il était conseillé aux banques de pouvoir calculer leurs positions de liquidité au jour le jour pour les horizons les plus rapprochés, c'est-à-dire sur cinq jours, et sur des périodes temporelles spécifiées. Le but était de leur permettre de gérer effectivement et de surveiller leurs contraintes de financements. Toutefois, ce rapport ne faisait pas mention de techniques spécifiques de mesure de ces risques.

La proposition du Comité de Bâle – Basel III : International Framework for Liquidity Risk Measurement, Standards and Monitoring – publiée le 16 décembre 2010, introduit deux mesures du risque de liquidité via deux ratios de liquidité: le Liquidity Coverage Ratio (LCR) à un mois et le Net Stable Funding Ratio (NSFR) à un an. La directive européenne sur les fonds propres réglementaires (Capital Requirement Directive – CRD) IV du 27 juin 2013 introduit ces ratios en

¹⁴ Principe n°5 des *Principes de saine gestion et de surveillance du risque de liquidité*, Comité de Bâle, 2008, p.10

droit européen. L'objectif n'est pas ici donner une présentation exhaustive de ces ratios mais de montrer que leur logique est celle des mesures bilancielle d'exposition aux chocs de liquidité (3.1.1.). Le détail des mesures est présenté dans les règlements (UE) 2015/61 de la Commission du 10 octobre 2014 et 575/2013 du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2013. Le respect du LCR est imposé à hauteur de 60% depuis le 1^{er} octobre 2015. Cette exigence augmente graduellement de 10% au premier janvier de chaque année pour atteindre 100% au 1^{er} janvier 2018. Le respect du NSFR n'est pas encore imposé aux banques. La Commission a proposé un règlement le 23 novembre 2016.

Le Liquidity Coverage Ratio (LCR) a pour objectif la résistance à court terme des banques face au risque de liquidité. Il vise à s'assurer que chaque banque ait suffisamment d'actifs liquides de haute qualité (ALHQ) – qui puissent être convertis facilement, immédiatement et sans ou avec peu de perte de valeur, en cash sur les marchés privés afin de satisfaire les besoins de liquidité de la banque – face à un scénario de stress d'une durée de 30 jours. Les actifs liquides sont par conséquent des titres susceptibles de conserver une valeur substantielle en période de stress de liquidité de marché. Cela signifie que le marché de ces actifs doit rester relativement liquide. Le scénario de stress prend en compte aussi bien les stress économiques que financiers. Pendant ces 30 jours, des actions correctives devraient être prises par les managers et le superviseur ou bien une banque pourrait être liquidée de manière ordonnée. Par ailleurs, la banque centrale aurait le temps de prendre les mesures appropriées.

Le LCR est construit comme le rapport entre le stock d'actifs liquides de haute qualité d'une banque et le total de ses sorties nettes de cash à 30 jours selon un scénario de stress :

$$LCR = \frac{\text{stock d'actifs liquides de haute qualité}}{\text{total des sorties nettes de cash à 30 jours}} \geq 100\% \quad (1)$$

Au numérateur du ratio, les actifs liquides d'une banque sont pondérés en fonction de leur qualité puis comptabilisés au stock d'ALHQ de la banque. Ainsi, les disponibilités ou les obligations souveraines bien notées sont considérées comme très liquides et pondérés à 100%. La pondération décroît ensuite avec la liquidité des actifs éligibles au ratio. En effet, pour être éligibles au stock d'ALHQ, les actifs doivent être disponibles, c'est-à-dire libres de toute restriction légale, de régulation, contractuelle ou autre qui empêcherait une banque de les liquider ou de les transférer. En outre, les actifs reçus lors des opérations de reverse repos peuvent faire partie du stock d'ALHQ.

Au dénominateur du LCR, le total des sorties nettes de cash à 30 jours sont calculées comme le total des sorties de cash anticipées auquel est soustrait le total des entrées de cash anticipées à dans la limite de 75% des sorties de cash anticipées :

$$\begin{aligned} & \text{total des sorties nettes de cash à 30 jours} = \\ & \text{total des sorties de cash anticipées} \\ & - \text{Min} \{ \text{total des entrées de cash anticipées}; 75\% \text{ du total des sorties de cash anticipées} \} \end{aligned} \quad (2)$$

Les sorties de cash anticipées totales sont calculées en multipliant les différentes catégories de passif et d'engagements de hors bilan par des taux auxquels ils sont estimés s'écouler ou être tirés dans un scénario de stress. Une distinction est faite entre les financements sécurisés et les financements non sécurisés. Les pondérations des financements non sécurisés dépendent de la probabilité que ces financements soient retirés de manière inattendue par les contreparties. Ainsi,

les dépôts sont plus ou moins pondérés selon leur caractère stable. Un dépôt est considéré comme stable s'il est couvert par l'assurance des dépôts ou si un déposant a d'autres relations établies avec la banque telles qu'un crédit, qui rendent le retrait des fonds moins probable.

Les entrées de cash anticipées totales sont obtenues en multipliant les sommes contractuellement dues par les taux auxquels elles sont censées affluer sous un scénario de stress, avec une limite de 75% du total des sorties de cash anticipées. Cela est équivalent à une exigence minimale de détention d'actifs liquides d'au moins 25% du total des flux sortants, quel que soit le profil de financement de l'établissement à trente jours. Les flux entrants sont estimés à partir des flux contractuellement dus à l'établissement minorés d'une décote représentative de la production nouvelle.

En l'absence de situation de stress, le ratio devrait être au minimum de 100%. Toutefois, en période de stress, les banques pourront utiliser leur stock d'actifs liquides de haute qualité qui tombera alors sous le seuil minimum. En effet, maintenir le LCR à 100% en période de turbulence pourrait produire des effets négatifs non souhaités sur la banque ou les autres participants au marché. Les superviseurs seront supposés évaluer la situation et guider l'utilisation des actifs liquides selon les circonstances.

Le Net Stable Funding Ratio (NSFR) encadre le financement des crédits de long terme par des ressources de court terme et incite les banques à financer leurs activités avec des ressources de maturité plus grande. L'objectif est d'obtenir une structure de maturité des actifs et des passifs plus stables à un horizon de un an. Le NSFR se calcule comme suit :

$$NSFR = \frac{\text{Ressources stables}}{\text{Besoins de financement stables}} > 100\% \quad (3)$$

Contrairement au LCR, un ratio en flux qui ne considère que certains éléments du bilan, le NSFR est un ratio en stock qui tient compte de tous les éléments du bilan. Au numérateur, les ressources stables renvoient à l'exigibilité des éléments du passif du bilan d'une banque. Moins une ressource est exigible, plus elle est considérée comme stable. Au dénominateur, les besoins de financement stables apprécient la liquidité des éléments de l'actif du bilan et du hors-bilan d'une banque. Moins un actif ou un élément de hors-bilan est liquide, moins un établissement peut s'en défaire et donc plus il représente un besoin de financement stable. Les ressources stables doivent être au moins égales aux emplois non liquides.

La liquidité des emplois et l'exigibilité des ressources du bilan d'une banque sont évaluées suite à la pondération des différents types d'actifs, de passifs et d'éléments de hors-bilan, selon des coefficients définis par le Comité de Bâle et qui font actuellement l'objet de discussions. Au numérateur, les éléments du passif sont pondérés de manière croissante en fonction de leur stabilité. Cette dernière est évaluée selon le type de produit/contrepartie mais également au regard d'un horizon de un an pour les éléments qui ont une maturité contractuelle. Dans la proposition du Comité de Bâle, le NSFR favorise la captation de ressources au niveau de la clientèle de particuliers et de PME au détriment au circuit institutionnel puisque les dépôts des institutions financières ne sont pas considérés comme des ressources stables. Au dénominateur, le principe est que moins un actif au bilan ou un élément au hors-bilan d'une banque est liquide, plus il est fortement pondéré et donc considéré comme un besoin de financement.

La régulation du risque de liquidité prévue par Bâle III contraint ainsi la composition du bilan des banques ainsi que celle du hors-bilan. Le dispositif prudentiel serait par conséquent susceptible de modifier le modèle économique des banques. Or la littérature souligne que la régulation influence les choix de mix d'activité des banques (DeYoung et al., 2004).

3.3. Relation entre régulation du risque de liquidité et modèle de business des banques

Il convient donc pour les banques et le régulateur de trouver un équilibre entre les bénéfices en termes de financement de l'économie découlant de la création de liquidité d'une part, et le coût des ruées bancaires justifiant la mise en œuvre d'un dispositif prudentiel d'autre part. Plus particulièrement, la littérature a mis en évidence les conséquences de la régulation du risque de liquidité sur l'activité des banques. Si le dispositif de réglementation de la liquidité de Bâle III présenté précédemment ne peut encore être évalué du fait de son entrée progressive en vigueur d'ici 2019, certains pays ont mis en œuvre dans la période récente des dispositifs pour partie similaire. Les études empiriques restent toutefois rares en raison notamment d'un accès limité aux données, de nature réglementaire en particulier.

L'estimation des ratios de liquidité sur la période précédant leur introduction indique que les banques ne satisfaisaient historiquement pas ces exigences en liquidité (e.g. Dietrich et al., 2014). Les banques ont répondu à l'introduction de cette régulation en ajustant leur bilan. Banerjee et Mio (2014) étudient la mise en œuvre partielle d'exigences en liquidité plus strictes au Royaume-Uni en 2010. Ils montrent que les banques augmentent la détention d'actifs liquides disponibles ainsi que les financements stables tout en diminuant les financements de court-terme sur les marchés

interbancaires et de financements de gros. Duijm et Wierts (2016) soulignent que les banques satisfont le ratio de liquidité à court terme hollandais, similaire au LCR, en augmentant les financements stables tandis que la proposition d'actifs liquides reste inchangée. Les banques remplacent les financements de gros sur les marchés monétaires par des dépôts stables, notamment après le choc de liquidité de 2007-2008.

En outre, les exigences en liquidité modifient le comportement des banques sur le marché interbancaire. Le ratio de liquidité à court terme (LCR) conduit à une hausse de la demande des financements de long terme ainsi que des taux à long terme. Cet effet est d'autant plus fort que la liquidité agrégée est faible. Par ailleurs, le ratio de liquidité entraîne une diminution des marges d'intérêt dans la mesure où les banques ne peuvent pas répercuter ces coûts auprès de leur clientèle en raison de pressions concurrentielles (Bonner et Eijffinger, 2016). Des conséquences identiques ont été anticipées concernant le ratio de liquidité à long terme (NSFR). King (2013) souligne que le NSFR incite les banques à augmenter leur détention d'actifs liquides de haute qualité et les financements de long terme sur les marchés monétaires de gros. Cela conduit à une diminution des marges d'intérêt d'autant plus forte pour les banques universelles en raison de la diversification de leurs sources de financements et de leurs activités de marché.

Ainsi, gérer le risque de liquidité bancaire nécessite de pouvoir l'évaluer. La littérature a développé des mesures du risque de liquidité, outils de gestion de l'exposition bancaire au risque de liquidité. Les chapitres deux et quatre de cette thèse s'inscrivent dans ce champ de la recherche. S'appuyant sur ces mesures, des exigences prudentielles en liquidité ont été introduites par le superviseur bancaire. Elles prennent la forme de ratios prudentiels et d'outils de supervision. Or la régulation en général et celle du risque de liquidité en particulier n'est pas neutre en termes de modèle de

business des banques. L'analyse des facteurs propres aux banques affectant l'optimalité de la fourniture du service de création de liquidité permettrait d'anticiper les conséquences de la régulation et de la calibrer. Le troisième chapitre de la thèse analyse ainsi le lien entre efficience technique des banques à créer de la liquidité et modèles de business bancaires.

Conclusion

Le risque de liquidité bancaire est consubstantiel à la fonction de création de liquidité, raison d'être des banques. Ces institutions sont par nature fragiles, exposées à la matérialisation du risque de liquidité sous la forme de ruée, comme le caractérise le premier essai (chapitre 2). Toutefois, si la production de liquidité bancaire expose les banques au risque de liquidité, cette fonction est optimale. La menace de ruée répond à un problème d'incitation et discipline le management des banques. En outre, les banques exploitent des synergies bilancielle qui leur permettent d'assurer les ménages et entreprises contre les chocs de liquidité. La création de liquidité est ainsi bénéfique pour l'économie. Le deuxième essai (chapitre 3) analyse alors les déterminants de la capacité des banques à produire de la liquidité. Néanmoins, une exposition bancaire excessive au risque de liquidité est à l'origine des crises bancaires de liquidité observées notamment au cours de la dernière décennie. Le troisième essai (chapitre 4) explore alors la nature de l'exposition bancaire au risque de liquidité.

Références

- Abbassi, P., Fecht, F., & Weber, P. (2013). How stressed are banks in the interbank market? *Deutsche Bundesbank Discussion Paper*, 40.
- Acharya, V. V., Gale, D., & Yorulmazer, T. (2011). Rollover risk and market freezes. *Journal of Finance*, 66(4), 1177–1209.
- Acharya, V. V., Gromb, D., & Yorulmazer, T. (2012). Imperfect competition in the interbank market for liquidity as a rationale for central banking. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(2), 184–217.
- Acharya, V. V., & Merrouche, O. (2012). Precautionary Hoarding of Liquidity and Interbank Markets: Evidence from the Subprime Crisis. *Review of Finance*, 17, 107–160.
- Acharya, V. V., Shin, H. S., & Yorulmazer, T. (2011). Crisis Resolution and Bank Liquidity. *Review of Financial Studies*, 24, 2166–2205.
- Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). Liquidity and leverage. *Journal of Financial Intermediation*, 19(3), 418–437.
- Adrian, T., & Shin, H. S. (2011). Financial Intermediary Balance Sheet Management. *Annual Review of Financial Economics*, 3, 289–307.
- Afonso, G., Kovner, A., & Schoar, A. (2011). Stressed, not frozen: the federal funds market in the financial crisis. *Journal of Finance*, 66, 1109–1139.
- Aikman, D., Alessandri, P., Eklund, B., Gai, P., Kapadia, S., Martin, E., ... Willison, M. (2011). Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability. *Financial Stability, Monetary Policy and Central Banking*, 15(12), 371–410.
- Allais, M. (1967). Les Conditions de l'expansion dans la stabilité sur le plan national. *Revue D'économie Politique*.
- Allen, F., Carletti, E., & Gale, D. (2009). Interbank market liquidity and central bank intervention. *Journal of Monetary Economics*, 56, 639–652.
- Allen, F., & Gale, D. (2007). *Understanding Financial Crises*. Oxford: Oxford University Press.
- Aspachs, O., Nier, E., & Tiesset, M. (2005). Liquidity, banking regulation and the macroeconomy - Evidence on bank liquidity holdings from a panel of UK-resident banks. *Bank for International Settlements Working Paper*.
- Banerjee, R. N., & Mio, H. (2014). The impact of liquidity regulation on banks. *Bank for International Settlements Working Paper*, (470), 1–15.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank Liquidity Creation. *Review of Financial Studies*, 22, 3779–3837.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2016). *Bank Liquidity Creation and Financial Crises*. Academic Press, Elsevier.
- Berger, A. N., Bouwman, C. H. S., Kick, T., & Schaeck, K. (2016). Bank risk taking and liquidity creation following regulatory interventions and capital support. *Journal of Financial Intermediation*, 26, 115–141.
- Bervas, A. (2006). Market liquidity and its incorporation into risk management. *Financial Stability Review - Banque de France*, 8, 63–79.
- Bhattacharya, S., & Gale, D. (1987). Preference Shocks, Liquidity, and Central Bank Policy. *New Approaches to Monetary Economics*, Ed. by W. A. Barnett, and K. J. Singleton, Cambridge University Press, 69–88.
- Bonner, C., & Eijffinger, S. C. W. (2016). The Impact of Liquidity Regulation on Bank Intermediation. *Review of Finance*, 20(5), 1945–1979.

- Boyd, J. H., & Prescott, E. C. (1986). Financial Intermediary-Coalitions. *Journal of Economic Theory*, 38, 211–232.
- Breton, R. (2007). Monitoring and the acceptability of bank money. *Working Paper Banque de France*.
- Brunnermeier, M. K. (2009). Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 77–100.
- Brunnermeier, M. K., Gorton, G., & Krishnamurthy, A. (2014). Liquidity Mismatch Measurement. *Risk Topography: Systemic Risk and Macro Modeling - NBER Books*.
- Brunnermeier, M. K., & Oehmke, M. (2013). The Maturity Rat Race. *Journal of Finance*, 68(2), 483–521.
- Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *Review of Financial Studies*, 22(6), 2201–2238.
- Bryant, J. (1980). A Model of Reserve, Bank Runs, and Deposit Insurance. *Journal of Banking and Finance*, 4, 335–344.
- Calomiris, C. W., & Kahn, C. M. (1991). The Role of Demandable Debt in Structuring Optimal Banking Arrangements. *American Economic Review*, 81(3), 497–513.
- Chiarella, C., Flaschel, P., Hartmann, F., & Proaño, C. R. (2012). Stock market booms, endogenous credit creation and the implications of broad and narrow banking for macroeconomic stability. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 83, 410–423.
- Cifuentes, R., Ferrucci, G., & Shin, H. S. (2005). Liquidity Risk and Contagion. *Journal of the European Economic Association*, 3(2–3), 556–566.
- Cocco, J. F., Gomes, F. J., & Martins, N. C. (2009). Lending relationships in the interbank market. *Journal of Financial Intermediation*, 18, 24–48.
- Cone, K. R. (1982). Regulation of depository financial institutions. *Stanford University*.
- Cornett, M. M., McNutt, J. J., Strahan, P. E., & Tehranian, H. (2011). Liquidity risk management and credit supply in the financial crisis. *Journal of Financial Economics*, 101, 297–312.
- Covitz, D., Liang, N., & Suarez, G. (2013). The Evolution of a Financial Crisis: Collapse of the Asset-Backed Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 68(3), 815–848.
- Cowan, A. R., & Salotti, V. (2015). The resolution of failed banks during the crisis: Acquirer performance and FDIC guarantees, 2008-2013. *Journal of Banking and Finance*, 54, 222–238.
- Craig, B. R., Fecht, F., & Tümer-Alkan, G. (2015). The role of interbank relationships and liquidity needs. *Journal of Banking & Finance*, 53(C), 99–111.
- Crockett, A. (2008). Market Liquidity and Financial Stability. *Financial Stability Review - Banque de France*, 11, 13–17.
- Dang, T. V., Gorton, G., Holmström, B., & Ordóñez, G. (2017). Banks as Secret Keepers. *American Economic Review*, 107(4), 1005–1029.
- De Haan, L., & Van den End, J. W. (2013). Bank's responses to funding liquidity shocks: Lending adjustment, liquidity hoarding and fire sales. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 26, 152–174.
- Deep, A., & Schaefer, G. (2004). Are Banks Liquidity Transformers? *Harvard University, KSG Working Paper Series*, 04–022.
- Deng, S. (Esther), Elyasiani, E., & Mao, C. X. (2007). Diversification and the cost of debt of bank holding companies. *Journal of Banking and Finance*, 31(8), 2453–2473.
- Dermine, J. (2015). Basel III leverage ratio requirement and the probability of bank runs. *Journal of Banking & Finance*, 53, 266–277.

- DeYoung, R., Hunter, W. C., & Udell, G. F. (2004). The Past, Present, and Probable Future for Community Banks. *Journal of Financial Services Research*, 25(2/3), 85–133.
- Diamond, D., & Rajan, R. G. (2001). Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy*, 109(2), 287–327.
- Diamond, D. W. (1984). Financial Intermediation and Delegated Monitoring. *Review of Economic Studies*, 1, 393–414.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401–419.
- Dietrich, A., Hess, K., & Wanzenried, G. (2014). The good and bad news about the new liquidity rules of Basel III in Western European countries. *Journal of Banking and Finance*, 44, 13–25.
- Drehmann, M., & Nikolaou, K. (2013). Funding liquidity risk: Definition and measurement. *Journal of Banking & Finance*, 37(7), 2173–2182.
- Duijm, P., & Wierst, P. (2016). The Effects of Liquidity Regulation on Bank Assets and Liabilities. *International Journal of Central Banking*, 12(2), 385–411.
- Eisenbeis, R. A., & Kaufman, G. G. (2010). Deposit insurance. *Oxford Handbook of Banking*, Chapter 13, 347–349.
- Estes, K. (2014). Diversification and Community Bank Performance. *International Journal of Finance and Banking Studies*, 3(4), 1–40.
- Fisher, I. (1936). 100% Money and the Public Debt. *Economic Forum*, Spring Num, 406–420.
- Flannery, M. J. (1994). Debt Maturity and the Deadweight Cost of Leverage: Optimally Financing Banking Firms. *American Economic Review*, 84(1), 320–331.
- Flannery, M. J. (1996). Financial Crises, Payment System Problems, and Discount Window Lending. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(4), 804–824.
- Freixas, X., & Jorge, J. (2008). The Role of Interbank Markets in Monetary Policy : A Model with Rationing. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(6), 1151–1176.
- Friedman, M. (1959). A Program for Monetary Stability. *Fordham University Press*.
- Gale, D., & Yorulmazer, T. (2013). Liquidity hoarding. *Theoretical Economics*, 8, 291–324.
- Gatev, E., Schuermann, T., & Strahan, P. E. (2009). Managing Bank Liquidity Risk: How Deposit-Loan Synergies Vary with Market Conditions. *Review of Financial Studies*, 22(3), 995–1020.
- Gatev, E., & Strahan, P. E. (2006). Bank's Advantage in Hedging Liquidity Risk: Theory and Evidence from the Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 61(2), 867–892.
- Gatev, E., & Strahan, P. E. (2009). Liquidity risk and syndicate structure. *Journal of Financial Economics*, 93(3), 490–504.
- Goldstein, I., & Pauzner, A. (2005). Demand-deposit contracts and the probability of bank runs. *Journal of Finance*, 60(3), 1293–1327.
- Goodhart, C. (1988). The Evolution of Central Bank. *MIT Press*.
- Goodhart, C. (2008). Liquidity Risk Management. *Financial Stability Review - Banque de France*, 11, 39–44.
- Gorton, G., & Metrick, A. (2012). Securitized banking and the run on repo. *Journal of Financial Economics*, 104, 425–451.
- Gorton, G., & Pennacchi, G. (1990). Financial Intermediaries and Liquidity Creation. *Journal of Finance*, 45(1), 49–71.
- Guttentag, J. M., & Herring, R. J. (1986). Disaster Myopia in International Banking. *Essays in International Finance*, 164, 1–40.
- Harris, M., & Raviv, A. (1991). The Theory of Capital Structure. *Journal of Finance*, 46(1), 297–355.

- Haubrich, J. G., & King, R. G. (1990). Banking and insurance. *Journal of Monetary Economics*, 26, 361–386.
- He, Z., & Xiong, W. (2012). Dynamic Debt Runs. *The Review of Financial Studies*, 25(6), 1799–1843.
- Heider, F., Hoerova, M., & Holthausen, C. (2015). Liquidity Hoarding and Interbank Market Spreads: The Role of Counterparty Risk. *Journal of Financial Economics*, 118, 336–354.
- Holmström, B., & Tirole, J. (1998). Private and Public Supply of Liquidity. *Journal of Political Economy*, 106(1), 1–40.
- Hong, H., Huang, J., & Wu, D. (2014). The Information Content of Basel III Liquidity Risk Measures. *Journal of Financial Stability*, 15(C), 91–111.
- Hong, H., & Wu, D. (2012). The Information Value of Basel III Liquidity Risk Measures. *SSRN Working Paper*.
- Horvath, R., Seidler, J., & Weill, L. (2016). How bank competition influences liquidity creation. *Economic Modelling*, 52, 155–161.
- Ippolito, F., Peydro, J. L., Polo, A., & Sette, E. (2016). Double bank runs and liquidity risk management. *Journal of Financial Economics*, 122(1), 135–154.
- Iyer, R., & Puri, M. (2012). Understanding bank runs: The importance of depositor-bank relationships and networks. *American Economic Review*, 102(4), 1414–1445.
- Jensen, M. C. (1986). Agency Costs of Free Cash Flow. *American Economic Review*, 76(2), 323–329.
- Kashyap, A. K., Rajan, R. G., & Stein, J. C. (2002). Banks as Liquidity Providers: An Explanation for the Coexistence of Lending and Deposit-Taking. *Journal of Finance*, 57(1), 33–73.
- Kaufman, G. G., & Scott, K. E. (2003). What is Systemic Risk, and Do Bank Regulators Retard or Contribute to It? *The Independent Review*, 7(3), 371–391.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*.
- Kindleberger, C. P., & Aliber, R. Z. (2005). *Manias, Panics, and Crashes*. John Wiley & Sons.
- King, M. R. (2013). The Basel III Net Stable Funding Ratio and bank net interest margins. *Journal of Banking and Finance*, 37, 4144–4156.
- Krishnamurthy, A., & Vissing-Jorgensen, A. (2012). The Aggregate Demand for Treasury Debt. *Journal of Political Economy*, 120(2), 233–267.
- Liang, G., Lütkebohmert, E., & Xiao, Y. (2013). A Multiperiod Bank Run Model for Liquidity Risk. *Review of Finance*, 18, 803–842.
- Loutskina, E. (2011). The role of securitization in bank liquidity and funding management. *Journal of Financial Economics*, 100, 663–684.
- Merton, R. C. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, 29(2), 449–470.
- Merton, R. C. (1977). On the pricing of contingent claims and the Modigliani-Miller theorem. *Journal of Financial Economics*, 5, 241–249.
- Morris, S., & Shin, H. S. (2016). *Illiquidity Component of Credit Risk*.
- Myers, S., & Rajan, R. G. (1998). The Paradox of Liquidity. *Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 733–771.
- Nagel, S. (2016). The Liquidity Premium of Near-Money Assets. *Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1927–1971.
- Pagratias, S., & Stringa, M. (2009). Modeling Bank Senior Unsecured Ratings: A Reasoned Structured Approach to Bank Credit Assessment. *International Journal of Central Banking*, 5(2).

- Pennacchi, G. (2006). Deposit insurance, bank regulation, and financial system risks. *Journal of Monetary Economics*, 53(1), 1–30.
- Pennacchi, G. (2012). Narrow Banking. *Annual Review of Financial Economics*, 4, 141–159.
- Repullo, R. (2005). *Liquidity, Risk Taking, and the Lender of Last Resort* (No. 504).
- Rochet, J.-C., & Vives, X. (2004). Coordination failures and the lender of last resort: Was Bagehot right after all? *Journal of the European Economic Association*, 2(6), 1116–1147.
- Saidenberg, M. R., & Strahan, P. E. (1999). Are banks still important for financing large businesses? *Current Issues in Economics and Finance - Federal Reserve Bank of New York*, 5(12), 1–6.
- Schwarz, K. (2017). Mind the Gap: Disentangling Credit and Liquidity in Risk Spreads. *University of Pennsylvania, Wharton School of Business Working Paper*.
- Shin, H. S. (2009). Reflections on Northern Rock: The Bank Run That Heralded the Global Financial Crisis. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 101–120.
- Shleifer, A., & Vishny, R. (2011). Fire Sales in Finance and Macroeconomics. *The Journal of Economic Perspective*, 25(1), 29–48.
- Valla, N., Saes-Escorbiac, B., & Tiesset, M. (2006). Bank Liquidity and Financial Stability. *Financial Stability Review - Banque de France*, 9, 89–104.
- Wallace, N. (1996). Narrow Banking Meets the Diamond-Dybvig Model. *Federal Reserve Bank*

Chapitre 2 – Estimating banks’ exposure to liquidity risk using the barrier option framework. An exploratory study¹⁵

The liquidity crises observed in the banking sector in 2008 and 2010 can be considered as modern forms of bank runs as uninsured bank depositors are nowadays mainly financial institutions or large corporates operating on money markets. We introduce liquidity risk within a structural bank default model by modeling bank equity as a particular barrier option: a down-and-out call. This framework allows estimating the deactivating barrier of the down-and-out call, i.e. the value of bank assets under which a bank run could occur and thus provides a measure of bank exposure to liquidity risk. Applied to a sample of European banks from 2004 to 2014, results show that banks are fundamentally fragile institutions, i.e. that the asset value potentially triggering a run is close on average to the face value of debt. We also show that especially in times of stressed liquidity, the deactivating barrier is determined by the bank funding structure, solvency, and risk of banking assets. This underlines the ability of our fragility measure to characterize liquidity risk.

Keywords: liquidity risk, bank runs, barrier options, contingent claims

JEL classification: G01, G21

¹⁵ This chapter has been written with Joël Petey.

1. Introduction

Banks play a major role in the economy as they supply net liquidity both to borrowers and depositors. The net supply of liquidity is associated to an inherent fragility of the balance sheet of banks, as they hold illiquid assets funded to a large extent by demandable deposits. In other words, banks are structurally exposed to liquidity risk. Among others, Diamond and Rajan (2001) have shown that this fragility is not only a technical corollary of the specific feature of the intermediation business of banks, but also provides an optimal incentive structure to banks in terms of selection and monitoring of investments, i.e. loans. Typically, the manifestation of this fragility is the likelihood of bank runs, i.e. depositors simultaneously claiming withdrawing their demandable deposits.

Nowadays, runs of individual (retail) depositors are most unlikely to occur as depositors generally benefit from public deposit insurance schemes. Nevertheless, some runs of retail customers occurred in recent times such as on Northern Rock in 2007, albeit most likely due to weaknesses of the insurance mechanism (Dermine, 2015; Eisenbeis and Kaufman, 2010; Shin, 2009). These events gained a high public attention even if only through the spectacular vision of queues in front of closed bank branches.¹⁶ However, the systemic bank crisis that followed the fall of Lehman Brothers in 2008 highlighted a set of evolutions that had changed fundamentally the funding structure of banks. In fact, banks have progressively increased their exposure to wholesale funding and simultaneously shortened its maturity, increasing the rollover frequency of money markets

¹⁶ However, depositor runs may also happen in less stable economies and/or where institutions and the credibility of government may be weak.

funding. Thus, the securities held by the institutional lenders operating on money markets, such as mutual funds, large corporates or hedge funds, progressively became qualitatively similar to uninsured demandable deposits. In other words, the creditors prone to run on a bank are not small retail depositors anymore but large professional investors excluded from deposit insurance schemes. These evolutions suggest that the mechanisms underlying the outbreak of bank runs have changed and are increasingly linked to the signals bank creditors, here especially short-term lenders, may receive and/or produce on bank assets.

Indeed, the theoretical literature on bank runs distinguishes between two types of runs, sunspot runs and fundamental runs. Sunspot runs are triggered by a random exogenous variable affecting depositor's beliefs that other depositors will run (Bryant, 1980; Diamond and Dybvig, 1983). These runs are self-fulfilling and occur through panics because of mode psychology or mass hysteria (Kindleberger and Aliber, 2005). Fundamental runs on the contrary occur when depositors receive a negative signal about the value of a bank's assets. As banks incur higher losses during economic downturns, bank asset values fall. During such circumstances, depositors might believe that their deposits would not be redeemed (Allen and Gale, 1998; Gorton, 1988). In other words, depositors refer to the value of bank's assets in order to decide whether to run or not (Rochet and Vives, 2004). For instance, Morris and Shin (2016) observed that the 2008 run on Bear Sterns was induced by negative information of the bank's assets quality.

Indeed, the recent wholesale runs might be more fitted to fundamental runs theories due to the privileged access of investors on short-term capital market, as opposed to retail depositors. Models of informed bank runs either focus, on the one side, on the mechanisms that may trigger or prevent

the coordination failure among depositors (e.g. Allen and Gale, 2007; Goldstein and Pauzner, 2005) or, on the other side, focus on the bank characteristics that may trigger a bank run. In the latter case, a modelling strategy is to characterize the threshold value of assets under which a run may occur, given the characteristics of the banks. Structural models of default provide such a modelling framework, as these models define default as the value of assets crossing downwards a threshold, generally linked to the level of maturing debt. A few theoretical models have extended this framework in order to incorporate liquidity risk through the possibility of a bank run to occur. Namely, the probability for the threshold to be reached gives the probability of a run. Determinants of the threshold are identified. Higher fundamental volatility is associated to higher threshold as it signals larger insolvency risk and greater strategic uncertainty about other creditors’ decision to run (He and Xiong, 2012; Liang et al., 2013). The threshold also depends on characteristics of the debt. More credit lines and longer debt maturity tend to increase (decrease) the probability of a run when fundamental volatility is high (low) (He and Xiong, 2012). Higher rollover frequency and larger ratio of short-term debt over total debt increase the threshold. Indeed, there are more possibilities for a run to occur and more short-term debt to be rolled over (Liang et al., 2013).

This chapter falls within the scope of the latter strand of research by implementing an extension of the structural default model to liquidity risk derived from the contingent claims approach of corporate finance. The path breaking work of Merton (1974) has set the grounds of a large literature strand based upon the idea that the securities issued by firms have optional features that allow transposing the tools of option pricing both to their theoretical analysis and pricing. The contingent claims framework initiated by Merton (1974) develops a structural analogy between the consistency of the balance sheet valuation of a limited liability firm, i.e. the value of the securities

issued by a firm has to sum to the value of its assets, and the consistency of the arbitrage-free valuation of options, i.e. the well-known call-put parity relationship. While the first developments of the contingent claims approach concentrated on the pricing of risky debt, its most prominent application is the valuation on the firm's equity as a call option on the firm's assets. An important application of this idea is the measurement of default risk, which corresponds to the situation where shareholders decide not to exercise their call option on the firm assets, once debt has reached its maturity. In this framework, the non-exercise probability of the shareholders' call can be interpreted as the (risk-neutral) default probability of the firm. An industry model such as Moody's KMV® implements the original Merton (1974) model by bridging the gap between the risk neutral default probability and the physical default probability inferred typically from credit ratings, under the form of a distance to default as a stock based solvency measure of an individual firm. This has led to a rich strand of applications, the distance-to-default being nowadays commonly used as a risk indicator in various works in empirical corporate finance. Vassalou and Xing (2004) set the benchmark for the application of the contingent claims approach in the field of academic research. This model has been widely used in empirical research where default risk is either an explanatory covariate or the variable to be explained. An extension of the contingent claims based measurement of default is the introduction of specific features of the funding structure of firms that may alter the properties of the call option held by shareholders. The next section presents the extension of the structural model in order to introduce the exposure to liquidity risk specific to the intermediation function of banks.

2. Methodology

2.1. Bank equity as a down-and-out call option

This chapter rests upon an analogy between the specificity of a bank as being exposed to depositor runs and the valuation of bank equity as a specific type of barrier option, a down-and-out call. A down-and-out call option is a call which can prematurely disappear provided the value of the underlying assets crosses down a given threshold¹⁷. Here, this particular feature represents in a convenient way the possibility for a bank to face a depositors' run. Ziegler (2004) develops a theoretical framework that incorporates a positive bank run probability within a bank equity contingent claim valuation approach, providing a rigorous underpinning to the analogy between liquidity risk and the down-and-out feature of bank equity. In this model, a bank run is a possible outcome of a coordination failure between depositors given some (informative or not) signal about the value of the banking assets. In order to link the depositors' decision to withdraw (or not) their deposits to the value of banking assets, Ziegler (2004) considers a two-person game. Two depositors make each a deposit of $D_0/2$ in a bank. A continuous interest rate r^* is paid on deposits, with $r^* < r$, where r is the risk-free rate.¹⁸ Assuming that for each currency unit of deposit, the bank shareholders invest x additional units of capital, the initial funds available for investment in (possibly risky) banking assets are given by $(1+x)D_0$. Thus, the parameter x reflects the capital

¹⁷ For a detailed presentation of barrier options, see Zhang (1998). Barrier options were initially introduced in order to provide fund managers with hedging tools they could use at a cheaper cost. These options are cheaper than plain vanilla options as they disappear when a threshold is crossed. The threshold corresponds in practice to a range of the underlying's value being considered as unlikely to be reached.

¹⁸ This inequality, common in banking models, reflects the liquidity service provided by banks to depositors, i.e. the feature that bank deposits are demandable.

structure choice of bank shareholders, considered here as exogenous. These funds are invested in a divisible risky asset whose value V follows a geometric Brownian motion:

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dW_t$$

Thus, if depositors consider the possibility of the bank illiquidity at time t , the payoff to each depositor is:

$$\begin{aligned} \min\left[(1-\alpha)V_t, \frac{D_t}{2}\right] & \quad \text{for the first to withdraw,} \\ \max\left[0, (1-\alpha)V_t - \frac{D_t}{2}\right] & \quad \text{for the second to withdraw.} \end{aligned}$$

Introducing the bank balance sheet structure at time 0 within these last conditions yields respectively for the first and second depositors:

$$\min\left[(1-\alpha)(1+x)V_t, \frac{V_0}{2} e^{r^*t}\right] , \quad \max\left[0, (1-\alpha)(1+x)V_t - \frac{V_0}{2} e^{r^*t}\right]$$

The bank is exposed to a bank run as soon as each depositor has an incentive to withdraw first, i.e. when:

$$\min\left[(1-\alpha)(1+x)V_t, \frac{V_0}{2} e^{r^*t}\right] > \max\left[0, (1-\alpha)(1+x)V_t - \frac{V_0}{2} e^{r^*t}\right]$$

Each depositor has indeed an advantage to be the first to withdraw, i.e. to start a bank run when the face value of his deposits is higher than the value of the banking assets net of liquidation costs. This leads to the sufficient condition for a possible bank run¹⁹:

$$\begin{aligned} V_t &< \frac{D_t}{(1-\alpha)} \\ \Leftrightarrow V_t &< \frac{D_0}{(1-\alpha)} e^{r^*t} = H_t \\ \Leftrightarrow V_t &< \frac{V_0}{(1-\alpha)(1+x)} e^{r^*t} = H_t \end{aligned}$$

H_t , the threshold which starts a bank run is higher for higher liquidation costs and lower when the bank holds more capital. In other words, the loss in assets’ value a bank can bear before a run starts is higher the more the bank is capitalized and its assets can be prematurely liquidated at lower cost. In order to derive the value of the bank’s equity, we follow Ziegler (2004, p. 107) by making the two following assumptions:

- (i) Shareholders cannot recapitalize the bank when a run occurs (or is about to occur). This leads to overestimate the risk the shareholders support as they are unable to counterbalance a deterioration of asset values by providing new equity. However, this assumption is consistent with the approach we pursue here, considering a liquidity crisis as a form of bank run, i.e. considering illiquidity not as a transient state but rather as a structural event.

¹⁹ We assume that this condition is not verified as the bank is set up. For a discussion of this particular point, see Ziegler (2004, p. 105).

- (ii) As soon as the condition for a bank run is fulfilled, a run occurs. This second assumption allows concentrating the impact of bank runs on the bank equity value rather than on the conditions for a bank run to effectively occur. Again, this is consistent with our aim to consider liquidity risk as a significant difficulty to rollover short term debt and/or deposits. In other words, the situation we focus on is more a freeze of wholesale money markets, considered as the modern form of bank runs, rather than partial withdrawals.

Under these assumptions, the bank equity can be represented as a European down-and-out call of maturity T . Indeed, the final (at time T) pay-off for the bank shareholders is then defined as:

$$\begin{cases} C_T = \text{Max}[V_T - D_T; 0] & \text{if } V_s > H_s \quad s \in [t, T] \\ C_T = 0 & \text{else} \end{cases}$$

Its exercise price D_T is the face value of deposits given no bank run occurs until maturity of the banking assets. The barrier of the call (the knockout price) is determined by the threshold value of assets H_t . Thus, the deactivation of the down-and-out call thus corresponds to the assumption that bank shareholders lose their initial investment as their shares become valueless once the run occur. Thus, a limitation of the structural model of bank default used here is the assumption that a bank run would necessarily imply the liquidation of the bank, i.e. the deactivation of the shareholders’ call on bank assets. However, a bank run may not necessarily lead to the liquidation of the bank. Moreover, even if we make the simplifying assumption that a run always implies the liquidation of the bank, the recovery of the shareholders conditional to liquidation might be strictly positive provided the bank is only illiquid but not insolvent. This difficulty could be alleviated by specifying

an additional feature of barrier options: the rebate value. Knock-out options may pay to the option holder a so-called rebate, i.e. a contractually predetermined lump-sum payment in case the deactivating barrier is hit before the exercise date. Within the analogy between a down-and-out call and bank equity, the rebate could correspond to the (expected) recovery of shareholders in case of a bank run. Indeed, as the occurring of a bank run might only induce a situation of illiquidity and not insolvency (e.g. in the case of an uninformed run), shareholders may expect a non-null recovery after for restructuration of the bank. However, for the sake of simplicity and as usually done in the literature, we will assume a null rebate.

Nevertheless, the down-and-out call incorporates explicitly the feature that a bank may face an illiquidity event before the maturity of all its debt and, more importantly, that the triggering of such an event is effectively linked to the value of its assets. Thus, even if this framework does not allow distinguishing between liquidity and insolvency, it still reflects the fact that illiquidity is the starting point of a default process where a valuation exercise may reveal if the bank is illiquid and/or insolvent. Table 2.1 gathers the notation of the variables used in the following sections.

Table 2.1: Definition and notation of variables

Variable	Definition
V	Gross market value of risky banking assets
μ	Expected return of banking assets
σ	Volatility of banking assets return
H	Knock-out price (barrier) of the down-and-out call
D	Face value of total bank debt
α	Relative barrier, as a percentage of total bank debt
V_E	Market value of bank equity
σ_C	Volatility of bank equity return
r	Risk free rate
Φ, ϕ	Resp. the standard normal cumulative and density functions

Following Zhang (1998), the value of a down-and-out call without rebate is given by:

$$\begin{aligned}
 DOTC &= g(V, \sigma, H) \\
 &= V\Phi(a) - De^{-rt}\Phi(a - \sigma\sqrt{t}) \\
 &\quad - \left(\frac{H}{V}\right)^{2v/\sigma^2} \left[\frac{H^2}{V}\Phi(b) - \max(H, D)e^{-rt}\Phi(b - \sigma\sqrt{t}) \right] \\
 &\quad + [\max(H - D, D)]e^{-rt} \left(\Phi(a - \sigma\sqrt{t}) - \left(\frac{H}{V}\right)^{2v/\sigma^2} \Phi(b - \sigma\sqrt{t}) \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

with:

$$a = \frac{\ln\left(\frac{V}{\max(H, D)}\right) + (r + 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$
$$b = \frac{\ln\left(\frac{H^2}{\max(H, D)V}\right) + (r + 0.5\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$
$$v = r - 0.5\sigma^2$$

Equation (1) underlines the specificity of a down-and-out call in comparison to a conventional European call option. The value of the down-and-out call is indeed the value of the conventional call diminished by adjustment terms reflecting the fact that the option may disappear before its maturity date. Moreover, this effect is even more pronounced in the case where the barrier is larger than the exercise price. The critical parameter in equation (1) is the deactivating barrier H . However, the absolute value of H for a given bank will be directly determined by the size of the bank, making comparisons across banks less straightforward. Thus, we define the barrier to be estimated as a fraction α of the face value of total debt²⁰. Hence:

$$H = \alpha D$$

Thus, α defines the level of banking assets that may start a run relatively to the face value of total debt. The higher α the more fragile a bank. Therefore, α gives a measure of the fragility of financial institutions, its evolution over time, and its possible determinants. For $\alpha = 0$, the valuation framework degenerates to the vanilla European call, i.e. bank creditors wait for their debt to mature

²⁰ Alternative specifications of the deactivating barrier are possible. For instance, the Black and Scholes valuation framework allows for an exponentially increasing barrier, reflecting the interest payments on deposits.

to discover the final value of the bank assets and if the bank is in default or not. The value of α might be determined both by the nature and quality of the information the bank creditors may receive. Indeed, one could expect that an uncertainty on the value of banking assets could induce uninsured depositors to anticipate the supposed distress of the bank and to start a bank run by not rolling over their funding before the value of banking assets reaches the “objective” trigger, i.e. when the value of assets becomes effectively smaller than the total claim of demandable deposit holders. This is due to imperfect information of depositors. For instance to depositors believe that the reported loan losses are equal to the actual amount of realized loan losses plus some random noise (e.g. Dermine, 2015). Moreover, the value of α may also be determined by the bank creditors perception of the nature and the efficiency of the actions that can be undertaken either bank the bank itself or other actors such regulators or a central bank. Indeed, creditors may observe interim value of banking assets lower than the repayment value of debt without triggering a run because they consider potential corrective actions as credible. Accordingly, the default barrier, i.e. the knock-out price of the down-and-out call could be either larger or smaller than the face value of bank claims. Moreover, time and cross-section variations of α may convey information on the determinants and the degree of bank fragility.

A few empirical papers have applied the barrier option framework to corporate finance, either to measure default risk or to analyze the effects of some contractual features of financial contracts. The seminal empirical research on the empirical estimation of default barriers implicit to financial securities is Brockman and Turtle (2003). They aim at measuring the disciplining effect of loan or bond covenants. Indeed, because covenants may trigger the early repayment of debt (the debt is then said to be callable), the breach of one or several covenants can be assimilated to the crossing

of a deactivating threshold, as the early repayment implies that shareholders lose their call on the firm's assets. Their main empirical result is that the estimated default barriers are systematically larger than the face value of debt (i.e. $\alpha > 1$ in our notation), suggesting that covenants are designed in a way to trigger default before insolvency. Brockman and Turtle (2003) consequently conclude to the overall efficiency of covenants in protecting lenders of losses as early repayment would be triggered before the value of assets becomes smaller than the redemption value of debt, i.e. before a state of insolvency. Episcopos (2008) applies the Brockman and Turtle (2003) approach to banks in order to model the efficiency of the US regulatory framework. In Episcopos (2008), the deactivating barrier corresponds to the critical asset level triggering regulatory intervention, i.e. the suspension of the bank activities that may lead to the restructuring or the liquidation of the bank. This analogy between the barrier option framework and the regulatory framework is based upon the assumption that regulators act as the delegated agents of depositors, reflecting the effect of the presence of deposit insurance schemes that transfer the monitoring incentive from insured depositors to the deposit insurer. Applying the same methodology as Brockman and Turtle (2003), Episcopos (2008) obtains a result similar to these authors, i.e. that the estimated deactivating barriers are always higher than total non-equity liabilities. According to the author, this underlines the fact that regulators might systematically not wait for the value of assets to become lower than the face value of debt. Thus, bank supervisors would be able to systematically avoid bankruptcy costs by restructuring weak but solvent entities.

However, Wong and Choi (2009) show that the results of Brockman and Turtle (2003) ensue from the violation of the non-arbitrage condition in the valuation of the bank equity. Indeed, the implementation of the barrier option framework rests upon the estimation of an unobservable

variable, the time series of the firm asset values. To tackle this difficulty, Brockman and Turtle (2003) assume that the unobservable value of assets can be approximated by the sum of the firm's market capitalization and face value of debt. Given this assumption, the barrier valuation formula (Eq. 1) has only one unknown, the deactivating barrier, considerably simplifying the numerical computation. In addition to violate a non-arbitrage condition, Wong and Choi (2009) establish that this assumption systematically leads to an extracted default barrier larger than the face value of debt, i.e. $\alpha > 1$. Thus, the Brockman and Turtle (2003) approach leads to inconsistent conclusions not only on the level, but also the position of the default barrier relatively to the face value of debt. In order to circumvent this difficulty, a few papers have implemented a maximum likelihood approach in order to get consistent estimations of the implicit deactivating barrier from observed equity prices. Applications, focusing mainly on default prediction and its determinants can be found for instance in Chou and Wang (2007) or Dionne and Laajimi (2012). The following section presents the maximum likelihood framework that we later apply to a sample of European banks.

2.2. Maximum likelihood estimation of the deactivating barrier.

Following Duan (1994, 2000), we seek maximizing the likelihood of observing for a given bank a sample of equity values given the moments of the asset value distribution (expected return and volatility), the barrier parameter α and the (exogenous) face value of total debt. Indeed, the estimation of these parameters rests upon an unobservable, the value of the banking assets and its first two moments under the assumption of the log-normality of prices. Beside the assumed characteristics of the call such as its exercise price and maturity, the only observable variable is the time series of its value, i.e. the market capitalization of the bank. Thus, the estimation of the default

barrier would require the joint estimation of the time series of asset values in addition to its mean and standard deviation.

If a time series of asset values \hat{V} were observable for any financial institution, we could estimate the parameters α , μ , and σ by maximizing the unconstrained objective function:

$$\text{Max}_{\{\alpha, \mu, \sigma\}} L(\alpha, \mu, \sigma; \hat{V})$$

However, the asset values \hat{V} are unobservable. A straightforward way to calibrate the asset values is to infer the asset values from the observed equity values and the valuation formula $g(\cdot)$. Thus, the unconstrained maximization might be replaced by the constrained maximization problem:

$$\text{Max}_{\{\alpha, \mu, \sigma, V\}} L(\alpha, \mu, \sigma, V) \text{ s. t. } V = g^{-1}(\alpha, \sigma; V_E)$$

Duan (1994, Theorem 2.2, p. 158) establishes a link between the likelihood to observe a given sample of the (observable) value of a derivative contract and the likelihood to obtain a sample of the unobservable underlying. Duan et al. (2004) extend this general result to the case of a down-and-out call by providing the corresponding likelihood function. We maximize²¹ the following constrained log-likelihood:

²¹ The log-likelihood function (2) is maximized using the SAS Optmodel procedure which allows for non-linearly constrained optimization.

$$\begin{aligned}
 & L(\mu, \sigma, \alpha; V_E^0, V_E^1, \dots, V_E^N) \\
 &= -\frac{N}{2} \ln(2\pi\sigma^2 N) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \frac{(\ln(V^j/V^{j-1}) - (\mu - \sigma^2/2)dt)^2}{\sigma^2 dt} - \sum_{j=1}^N \ln(V^j) \\
 &\quad - \sum_{j=1}^N \ln \left(\left| \frac{\partial g(V^j, \sigma, \alpha)}{\partial V^j} \right| \right) \\
 &\quad + \sum_{j=1}^N \ln \left(1 - \exp \left(-\frac{2}{\sigma^2 dt} \ln \left(\frac{V^{j-1}}{\alpha D} \right) \ln \left(\frac{V^j}{\alpha D} \right) \right) \right) - \ln \left(\Phi \left(\frac{(\mu - \sigma^2/2)Ndt - \ln(\alpha D/V^0)}{\sqrt{Ndt}\sigma} \right) \right) - \\
 &\quad \exp \left(\frac{2}{\sigma^2} \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \ln \left(\frac{\alpha D}{V^0} \right) \right) \Phi \left(\frac{(\mu - \sigma^2/2)Ndt + \ln(\alpha D/V^0)}{\sqrt{Ndt}\sigma} \right) \quad (2) \\
 &\quad s. t. V_E^j = g(V^j, \sigma, \alpha) \quad j = 1, \dots, N
 \end{aligned}$$

The first three terms of the likelihood function (2) define the likelihood to observe a given sample of the bank asset values. The next term is a correction term reflecting the fact that the likelihood to observe asset values is derived from the likelihood of observing a set of values of the derivative contract, here the bank equity values. Duan (1994) shows that the correction term is linked to the Jacobian of the transformation from the underlying value to the derivative value, which reduces to the derivative of the valuation function of the derivative given there is a one-to-one relationship between both variables. The last terms in the likelihood function (2) correct for the censorship of the observed equity values. Indeed, the data used to estimate the parameters of interest are based on living financial institutions. However, market data from active financial institutions is affected by a survivorship bias, i.e. no bank has seen its assets hitting the default barrier. Thus, the last two terms of the log-likelihood refer to the probability for the asset value not to reach the barrier over the observation period (Rubinstein and Reiner, 1991). This log-likelihood is estimated under the

equality constraint that the valuation function of the banking assets is verified at each observation date, here on a daily basis.

The log-likelihood function involves the derivative of the valuation function with respect to the value of assets V . In the case of an option, this derivative corresponds to the option delta. Following Zhang (1998), the delta of the down-and-out call is given by:

If $\alpha \leq 1$:

$$\begin{aligned} \Delta_{DOC} &= \frac{\partial g(V, \sigma, \alpha)}{\partial V} \\ &= \Phi(a) + \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2+2)} \Phi(b) \\ &\quad + \left(\frac{2v}{\sigma^2 V}\right) \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2)} \left(\frac{(\alpha D)^2}{S} \Phi(b) - D e^{-rt} \Phi(b - \sigma\sqrt{t})\right) \end{aligned}$$

If $\alpha > 1$:

$$\begin{aligned}
 \Delta_{Doc} &= \frac{\partial g(V, \sigma, \alpha)}{\partial V} \\
 &= \Phi(a) + \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2+2)} \Phi(b) \\
 &\quad + \left(\frac{2v}{\sigma^2 V}\right) \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2)} \left(\frac{(\alpha D)^2}{S} \Phi(b) - \alpha D e^{-rt} \Phi(b - \sigma\sqrt{t})\right) \\
 &\quad + (H - D) e^{-rt} \left(\phi(a - \sigma\sqrt{t}) \frac{1}{V\sigma\sqrt{t}} - \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2)} \phi(b - \sigma\sqrt{t}) \frac{1}{V\sigma\sqrt{t}}\right) \\
 &\quad + \Phi(b - \sigma\sqrt{t}) \left(\frac{2v}{\sigma^2 V}\right) \left(\frac{\alpha D}{V}\right)^{(2v/\sigma^2)}
 \end{aligned}$$

The valuation of bank equity within the Black and Scholes framework allows for the computation of a (risk-neutral) probability of the non-exercise of the option. When considering bank equity as a plain vanilla call, this probability defines the probability of insolvency at debt maturity²². When bank equity is defined as a down-and-out call, this probability of non-exercise corresponds to the probability that the value of the banking assets hits the barrier before the option expires or that the option survives until maturity but is finally not exercised. In our modeling framework, this corresponds to the probability of the bank to face illiquidity over the duration of banking assets. In particular, the barrier option framework allows for the computation of a (risk-neutral) non-exercise probability:

²² KMV ©, which builds upon the structural framework of Merton (1974), uses the distance to default rather than the probability of default. Formally, the distance to default is defined as the argument of the risk-neutral distribution function of non-exercise.

$$\Phi\left(\frac{\ln(\alpha D/V_0)-(r-\sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}}\right) + \exp\left(\frac{2}{\sigma^2}\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\ln\left(\frac{\alpha D}{V_0}\right)\right)\left(1 - \Phi\left(\frac{-\ln(\alpha D/V_0)-(r-\sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}}\right)\right) \quad (3)$$

The non-exercise probability of the down-and-out call can be directly compared to the risk-neutral default probability of a bank not exposed to illiquidity risk, i.e. the benchmark Merton structural default model. Indeed, the first term in expression (3) corresponds to the non-exercise probability of a standard call while the second term of expression (3) is reflecting the fact that the call might be deactivated before its contractual maturity.

In order to measure the efficiency of our estimation strategy, we perform, similarly to Duan et al. (2004) or Wong and Choi (2009), a simulation exercise considering two scenarios. The first scenario considers a barrier parameter larger than 1 ($\alpha = 1.05$) while the second scenario is based on a barrier parameter smaller than 1 ($\alpha = 0.95$). Both scenarios are based on identical values of the moments of the asset value distribution: an expected asset return μ of 10% and an annual asset volatility σ of 30%. In a first step, we simulate asset values following a lognormal value process with return moments μ and σ with an initial asset value of 50. The second step consists in computing the corresponding equity values (from equation 1) using the barrier parameter associated to each scenario and a face value of debt of 40. Table 2.2 depicts the different parameter values and the simulation results. The choice to consider simulation scenarios with value of α either larger or smaller than 1 stems from the discontinuity that exists in the valuation formula, both in the option delta and in the likelihood function for α equal to 1. This discontinuity in the valuation function may lead to difficulties during the optimization process and specifically to compute solutions that reflect the underlying (but not observable) barrier given it is larger or smaller than the face value

of total debt. The simulation is performed in order to stick to the conditions of the empirical implementation. For each scenario of α , we simulate 1 000 equity value paths of 252 realizations, i.e. one year of daily market values of the bank equity.

The optimization requires that starting values of the variables are provided. For the default barrier, we choose $\alpha = 1$, i.e. an absolute barrier equal to the face value of debt. This reflects the implicit assumption that a bank run would occur so far as the bank becomes insolvent (i.e. the value of its assets becoming smaller to its claims) but not necessarily illiquid. Thus, larger (resp. smaller) values of α may reflect the higher (resp. smaller) sensitivity of a bank to the outbreak of a bank run. For the expected return of assets, we fix a starting value equal to 3 times the corresponding 10-year government bond yield of the bank home country. The initial value of asset return volatility is a fraction (25%) of the annualized volatility of equity returns, reflecting the leverage entailed within options.

Table 2.2: Simulation results

Table 2.2 gathers the means and standard deviations of 1 000 maximum likelihood estimations (for each scenario) performed on simulated bank equity time series randomly generated from the effective underlying asset value process. The underlying parameters for the asset value distribution are $\mu = 10\%$, $\sigma = 30\%$.

	Scenario 1	Scenario 2
	$\alpha = 1.05$	$\alpha = 0.95$
Barrier (α)		
Mean	1.0668	0.990
Standard deviation	0.104	0.107
Expected return (μ)		
Mean	-0.103	0.044
Standard deviation	0.450	0.371
Volatility (σ)		
Mean	0.292	0.283
Standard deviation	0.060	0.139

Considering the asset return volatility (σ), the estimation strategy appears indeed able to measure underlying volatility from market data. More precisely, as the estimation is on average near the real value when the default barrier is larger than the face value of debt, there is an underestimation bias of about 10% in relative terms for a lower default barrier. This appears to be comparable to the results observed in the literature (Duan et al., 1994, Choi and Wang, 2009). For the expected asset return, again as in the relevant literature, the maximum likelihood approach appears unable to provide an efficient estimator of the expected return. Finally, the average of the simulated barrier

parameter is of same order of magnitude than the true underlying value. However, in both scenarios there appears to be a positive bias, i.e. the estimated barriers are too large on average. However, their standard deviation appears to be relatively low (and close to the values observed in Wong and Choi, 2009) and, most importantly, the estimation method seems to be able to discriminate between both scenarios, i.e. to identify both barriers below and over the reference point of the face value of total debt. Thus, the maximum likelihood approach avoids the systematic bias identified by Wong and Choi (2009) in their analysis of the Brockman and Turtle (2003) framework which leads to barrier parameters systematically larger than 1.

2.3. Data description

We build an unbalanced panel dataset for 2004-2014 based on daily observation of daily bank stock capitalizations and end of year bank debt obtained from Bloomberg, and 10-year government bonds. The initial sample includes data on 280 listed commercial, savings and cooperative banks across Europe (Table 2.6 in the appendix presents the geographical distribution of the sample). More precisely, the initial sample covers a total of 2 299 bank-years of daily market capitalizations. However, for some bank-years, the maximization of the likelihood function (2) fails. Thus, we finally obtain 2 080 sets of bank-year estimates for the mean and standard deviation of the asset returns, the time series of asset values, and, key parameter in our analysis, the (relative) deactivating barrier α .

3. Results

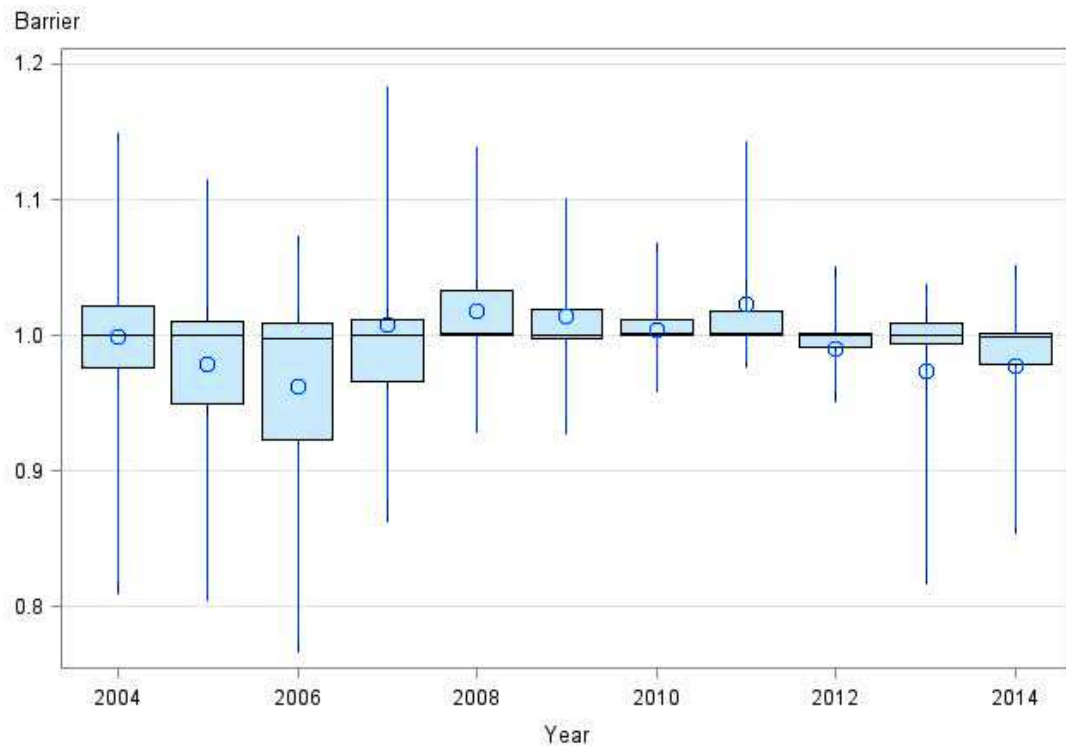
3.1. Descriptive statistics of deactivating barriers

In a first step, we present an univariate analysis of the estimated liquidity barriers. Figure 2.1 presents annual box plots of the deactivating barriers and calls for several comments. Figure 2.1 first shows that banks are on average fundamentally fragile institutions (Diamond and Rajan, 2001). Indeed, the annual averages of α remain close to 1, i.e. banks would, on average, hardly resist falls in bank asset values to levels close (either higher or lower) to the face value of debt. These values can be put in relation with the results obtained by Chou and Wang (2007) or Dionne and Laajimi (2012). Considering non-financial firms, these authors obtain much lower deactivating barriers, i.e. in the 0.25 – 0.5 range for α . Wong and Choi (2009), considering a large sample of US firms, provide larger barrier estimates with median values in the range 0.5 – 0.8 across a large set of industries, with some industries with median barriers over the threshold value of 1. These different results show that there is still a large dispersion of estimates across studies suggesting a lack of consensus of what could be relevant and reliable values for the deactivating barrier. Nevertheless, the values we obtain highlight in an original way the specificity of banks with respect to non-financial firms. Indeed, banks are highly leveraged firms mainly funded with short-term debt and generally considered as highly regulated. These features lead most empirical corporate finance research to exclude banks. Assuming the robustness of our estimation strategy, the higher values we obtain in comparison with the (few) results available in the literature thus confirm the specific exposure of banks to liquidity risk.

Second, the estimation results highlight the evolution of the average liquidity barrier across time, especially during the liquidity crises of 2007-2008 and 2011. The liquidity barrier is on average lower than the face value of bank debt before the beginning of the liquidity crisis with most of the banks under this threshold of 1. Along with the degradation of liquidity conditions on financial markets from 2007 to 2011, the liquidity barrier is on average higher than the face value of the debt, reflecting a higher probability of bank run, i.e. an increasing fragility of banks. Indeed, during this period banks faced higher costs and a lower availability of liquidity due to tighter liquidity conditions on money markets. Around 75% of the distribution of the liquidity barrier moves above the threshold of 1 and, simultaneously the cross-sectional variance reduces significantly in comparison with the pre-crisis period. This result is consistent with the liquidity crisis being systemic, i.e. the idiosyncratic dimension of each bank’s exposure to liquidity becoming less important given the overall degradation of the liquidity conditions. However, from 2012 onwards, the average liquidity barrier is again lower than the face value of bank debt, similarly to the pre-crisis period. This may both reflect the progressive recovery of the banking industry out of the crisis as the impact of the liquidity management policies of the European Central Bank that were progressively implemented from 2012.

Figure 2.1: Annual distributions of the relative deactivating barrier α

Figure 2.1 shows annual boxplots of the distribution of the relative deactivating barrier parameter α . The average value is represented by a circle. The box shows the first quartile, median and third quartile. The whiskers show respectively the first and last deciles.



Finally, Figure 2.1 also shows that there is also a high degree of cross-sectional heterogeneity of the estimated deactivating barriers. Indeed, the annual volatility of α varies between 0.09 and 0.18 over the 2004-2014 observation period. As mentioned earlier, the cross-sectional variation of α might be linked to the overall liquidity conditions, decreasing in period of liquidity stress. Nevertheless, there appears to be a considerable variation in the potential fragility across European banks. This calls for identifying the determinants of the deactivating barrier.

3.2. Univariate analysis of deactivating barriers

Thus, we deepen the univariate analysis by comparing group means. As the liquidity barrier is not normally distributed – as indicated by the Kolmogorov Smirnov test – Welch and Levene's tests are used to compare distributions of the parameters. Corresponding results are shown in table 2.3. First, breaking the sample into a pre-crisis 2004-2007 and a crisis 2008-2014 periods confirms that the liquidity barrier significantly increased with a reduced variance along with stressed liquidity conditions. We then distinguish between banks on the criteria of the country's membership of the Eurozone (Euro), as banks within the Eurozone may have benefited earlier and/or easier from the ECB's action especially during the 2010-2011 sovereign and liquidity crisis in Europe. Within the Eurozone, the liquidity crises did not affect the average level of the deactivating barrier on average (but decreases its variance as mentioned earlier). On the contrary, the average deactivating barrier of banks outside the Eurozone significantly increased with the liquidity crises, reflecting a higher probability for bank run to occur. Moreover, the average level of the barrier is significantly higher for banks outside the Eurozone, compared to the banks located in countries belonging to the Eurozone. These results suggest that the annual variations observed from Figure 2.1 could be mainly driven by the variations in the barrier parameter α of non-Eurozone banks. This result could be explained by the access of Eurozone banks to the ECB mechanisms, especially to the unconventional liquidity support during the crises periods. Restraining the analysis to the Eurozone, we also break the sample into banks from central countries and banks from the periphery of the euro area, namely Cyprus, Greece, Ireland, Spain, Portugal, and Italy (GIIPS). Surprisingly, results do not show any difference in terms of mean or variance between the two groups for the

overall period. Moreover, further splitting the sample in two sub-periods does not yield any significant difference between central and peripheral countries within the Eurozone.

Table 2.3: Mean differences tests

Table 2.3 shows the results of Welch difference tests in means and Levene’s test on variance homogeneity for successive splits of the sample of estimated barrier parameters α . GIIPS banks are defined as banks located in Cyprus, Greece, Ireland, Spain, Portugal, and Italy.. Large banks are defined as those occupying the highest decile of banks ranked by total assets at the start of the period of observation in 2004 (Jokipii and Milne, 2008). Statistical significance for tests of differences in means and variances at the 10%, 5%, and 1% level are indicated respectively by *, **, and ***.

	Obs	Mean	F-value	Std. dev.	F-value
2004-2007	856	98,73%	3,55*	17,68%	19,44***
2008-2014	1224	100,07%		13,06%	
<i>EUROZONE</i>	1084	99,21%	0,94	13,57%	8,79***
<i>Non EUROZONE</i>	996	99,86%		16,68%	
<i>EUROZONE 2004-2007</i>	474	99.64%	2.70	15.96%	5.09**
<i>Non EUROZONE 2004-2007</i>	382	97.61%		19.56%	
<i>EUROZONE 2008-2014</i>	609	98.88%	10.30***	11.38%	4.79**
<i>Non EUROZONE 2008-2014</i>	615	101.26%		14.44%	
<i>GIIPS</i>	555	99,19%	0.00	13,62%	0.00
<i>EUROZONE Non GIIPS</i>	528	99,24%		13,54%	
<i>GIIPS 2004-2007</i>	253	100.01	0.29	16.46%	0.25
<i>EUROZONE non GIIPS 2004-2007</i>	221	99.22%		15.40%	
<i>GIIPS 2008-2014</i>	302	98.50%	0.67	10.66%	0.43
<i>EUROZONE non GIIPS 2008-2014</i>	307	99.25%		12.05%	
<i>Small</i>	1815	99,45%	2,4	16,21%	30,82***
<i>Big</i>	265	100,38%		0,56%	
<i>Small 2004-2007</i>	755	98.55%	4.90**	18.82%	16.41***
<i>Big 2004-2007</i>	101	100.08%		0.68%	
<i>Small 2008-2014</i>	1060	100.08%	0.02	14.03%	13.69***
<i>Big 2008-2014</i>	164	100.01%		0.46%	

Finally, we evaluate whether the barriers differ across bank size. The sample is thus divided into small and large banks. Indeed, the large banks are likely to be more exposed than small banks to a

run from uninsured financial investors on money market. This is due to their higher reliance on financial markets (Berger and Bouwman, 2009). Large banks are defined as those occupying the highest decile of banks ranked by total assets at the start of the period of observation in 2004 (Jokipii and Milne, 2008). Results of the tests show that the average deactivating barrier is very close to the face value of debt (in fact slightly larger with an average of 100.38%) and significantly larger than the average value estimated for smaller banks, although the economic significance of the difference might be limited, the average value for small banks being 99.45%. However, splitting the sample in two sub-periods (pre- and post-crisis) shows that the previous difference is concentrated on the pre-crisis time. This result implies that in times of calm financial market conditions, large banks are more exposed to the probability of a run. As large banks tend to rely more on money markets funding, they are more exposed to a dry up of money markets. This might be interpreted as an effect of the too-big-to-fail feature of large banks, where large banks are more prone to take on excessive risks, for instance in terms of leverage or weight and maturity of short term funding. However, during the liquidity crises, all banks were affected by adverse liquidity conditions, regardless their size. This is consistent with the systemic nature of the liquidity crises.

3.3. Balance sheet determinants of deactivating barriers

We then further analyze the determinants of the exposure of banks to liquidity risk by regressing the deactivating barrier α on a set of bank balance sheet variables related to bank exposure to liquidity risk. Accordingly, we consider the following explanatory variables:

- Size = $\ln(\text{total assets})$
- Leverage = $\text{equity} / \text{total assets}$
- Stable funding = $\text{long-term debt} / \text{total debt}$
- Cash share = $\text{cash and due from banks} / \text{total assets}$
- Short-term funding = $\text{short-term debt} / (\text{short-term debt} + \text{deposits})$
- Asset illiquidity = $\text{net loans} / \text{total assets}$
- Funding gap = $(\text{net loans} - \text{short-term debt}) / \text{net loans}$
- Credit risk = $\text{provisions for loan losses} / \text{net loans}$

Bank balance sheet data are extracted from Datastream and Worldscope reports for the Euro area. Unfortunately, data limitations reduce the availability of the balance sheet variables to the 2005-2012 years. Further, due to the incompleteness of balance sheet information for some countries, merging the balance sheet information with the sample of barrier parameters leaves only 524 observations left. Moreover, the variables listed above are mainly related to the liability side or some asset/liability characteristics of the bank. While we expect these variables to play a prominent role in explaining the exposure of a given bank to liquidity risk, we complement these variables by adding the expected return (μ) and the volatility (σ) of the bank assets returns. These two parameters synthesize the assets held by the bank.

Table 2.4: Descriptive statistics

Table 2.4 gives descriptive statistics on the balance sheet characteristics. A lag of one year is applied to all these independent variables. Table 2.7 in the Appendix shows the correlation matrix of the variables.

	Alpha	Size	Leverage	Stable funding	Cash share	Short- term funding	Asset illiquidity	Funding gap	Credit risk	μ	σ
Obs.	524	524	524	524	524	524	524	524	524	524	524
Min	31.90%	10.80	0.17%	0	0.01%	0	9.03%	-742.08%	-0.19%	-49.21%	0.11%
Max	173.40%	21.51	24.40%	1	36.01%	93.03%	97.05%	1	11.44%	87.58%	65.07%
Mean	99.60%	17.07	7.57%	50.94%	2.15%	30.99%	73.06%	68.59%	0.69%	-3.13%	6.53%
Std. Dev.	9.30%	1.95	3.30%	23.54%	2.22%	17.16%	16.17%	53.39%	0.89%	13.17%	6.72%

Table 2.5 shows the estimation results for four successive models. Model (1) is an OLS regression performed for the entire observation period (2005-2012). However, the high dispersion of the barrier parameters (see Figure 2.1) suggests that bank specific factors may explain the level and variation of the deactivating barriers. Thus, in order to control for these effects, we also perform a random effects regression of the entire observation period (model 2). As done in the previous univariate analysis, we split the sample in pre-crisis (model 3) and crisis sub-periods (model 4).

Table 2.5: Regressions

Table 2.5 presents the results of the regressions of bank balance sheet variables lagged by one year on the deactivating barrier α . Standard errors are in parentheses. Significance at the 1%, 5%, and, 10% levels are denoted respectively by *, **, ***.

	Estimates			
	1	2	3	4
	2004-2012	2004-2012	2004-2007	2008-2012
Intercept	1.0538*** (0.06)	1.0714*** (0.07)	1.1749*** (0.13)	0.9804*** (0.06)
Size	-0.0008 (0.00)	-0.0015 (0.00)	-0.0042 (0.01)	0.0014 (0.00)
Leverage	-0.2277 (0.15)	-0.2110 (0.16)	-0.2979 (0.28)	-0.3442* (0.19)
Stable funding	-0.0047 (0.02)	-0.0044 (0.02)	-0.0184 (0.04)	0.0504** (0.02)
Cash share	-0.1990 (0.20)	-0.1705 (0.20)	-0.1676 (0.30)	-0.4207 (0.28)
Short-term funding	-0.1075*** (0.03)	-0.1078*** (0.04)	-0.1600** (0.06)	-0.0851** (0.04)
Asset illiquidity	0.0296 (0.04)	0.0198 (0.04)	-0.0017 (0.07)	0.0734* (0.04)
Funding gap	-0.0116 (0.01)	-0.0108 (0.01)	-0.0117 (0.01)	-0.0437 (0.03)
Credit risk	-0.7459 (0.47)	-0.8428* (0.48)	-1.9156** (0.89)	-0.3535 (0.46)
μ	-0.0774** (0.03)	-0.0748** (0.032)	-0.2518*** (0.06)	0.0179 (0.03)
σ	0.0411 (0.07)	0.0269 (0.07)	-0.0116 (0.11)	0.1457* (0.08)
N	524	524	524	524
Adjusted R ²	3.63%	4.54%	10.31%	9.66%
Hausman Test p-value	-	62.98%	11.98%	18.38%

Starting with the OLS regression performed over the whole period of study, results show that the chosen explanatory variables only explain a limited share of the barrier’s variability, with an adjusted R-square of 3.63%, indeed calling for additional control of individual bank heterogeneity.

We observe a negative effect on the liquidity barrier of the share of short term market funding over total short-term funding (the short-term funding variable). This means that the reliance on short-term wholesale funding tends to reduce the liquidity barrier while a larger amount of deposits tends to increase the barrier. Even if the reliance on money markets exposes possibly banks to a run from uninsured financial institutions, at least two reasons could explain this result. First, banks enjoying a better access to financial market tend to have a funding advantage. For instance, they tend to be charged less for interbank loans (Akram and Christophersen, 2010), their debt issuances are more liquid and more frequent. Besides, lenders to these banks anticipate liquidity support from public authorities in times of distress, as the literature illustrated empirically (Acharya et al., 2014; Bijlsma et al., 2014)²³. This implies that a larger amount of customer deposits (at the denominator of the short-term funding variable) tends to increase the liquidity barrier, consistently with the fact that more depositors are likely to run on the bank. Even if retail deposits are to some extent insured by public authorities, some deposits are not insured. This result is consistent with the disciplinary role of deposits regarding the extraction of return by banks manager (Diamond and Rajan, 2001). Furthermore, a larger expected return of the banking assets is associated to lower values of the deactivating barrier. This is consistent with the fact that larger expected profits may reinforce the stability of banks, all things being equal. The inclusion of random effects confirms the previous results, i.e. the effects of the share of wholesale funding in short term debt and of the expected returns of banking assets remain qualitatively and statistically unchanged. Only one additional explanatory variable becomes significant with a negative parameter, the ratio of loan loss provisions on net loans (the credit risk variable). Thus, larger relative levels of loan loss provisions

²³ The authors show that lenders anticipate bail out during emergencies and require a lower risk premium through more advantageous interest rate.

are associated to lower levels of the deactivating barrier. However, higher loan loss provisions may on the one side reflect riskier origination policies but, on the other side, correspond to a prudent management of credit risk through an increase of the loss absorption capacity of the bank. If this second channel prevails, . banks reducing their exposure to credit risk by increasing their loan loss provisions, decrease the probability of a run to occur. This is consistent with the positive relationship between illiquidity and insolvency evidenced by the literature (e.g. Imbierowicz and Rauch. 2014).

Estimating the model during the pre-crisis 2004-2007 period (model 3), yields identical results in terms of significant variables and parameter signs, suggesting that the results for the overall period of study are mainly driven by the pre-crisis situation. However, during the crisis 2008-2012 period (model 4), other determinants of the liquidity barrier appear. The use of short-term wholesale funding still has the same (negative) influence on the barrier, although the effect is reduced. This is consistent with the fact that the probability of run from depositors is higher in time of liquidity stress. Furthermore, the use of long-term debt compared to short-term debt tends to increase the liquidity barrier. This result is surprising as it seems at odds with the idea that long term debt (e.g. bonds) positively contribute to the overall stability of bank funding. Indeed, the availability of long term funding is at the core of the Net Stable Funding Ratio (NSFR) of the Basel III regulatory framework. However, within the context of the liquidity crisis in the Eurozone, a higher weight of long-term debt could also reflect the existence of punctual potential refunding difficulties. However, the observed increase in bond issues by European banks from 2010 to 2014 rather disqualifies the explanation of difficulties in the rollover of bonds.

Besides, a higher illiquidity of the assets increases the barrier. This means that a bank holding fewer liquid assets that could be used as a buffer to manage liquidity risk, especially in time of crisis, is more exposed to a run. Moreover, hoarding cash in times of crisis, banks reduce their exposure to fluctuation of liquidity conditions as they can face higher cash outflows. Indeed, the cash share variable has a negative effect on the deactivating barrier, although the p-value of the estimated parameter is about 13%. In addition, a higher capitalization of the bank is associated to lower values of the deactivating barrier. Indeed, because of the loss absorbing capacity of capital, a higher capitalized bank is able to absorb larger decreases in asset values without triggering a bank run. This result underlines the interaction between solvency and illiquidity risk, justifying the prominent role of potential changes in asset values within the framework of informed bank runs. This result is reinforced by the volatility of the banking assets becoming significant in model 4. The estimated parameter is positive, i.e. banks holding more volatile assets, all things being equal (expected returns in particular), are characterized by a higher deactivating barrier. The volatility of banking assets being linked to the potential losses in asset values, this results stresses the potential interplay between, on the one side, solvency determined by the potential losses on the asset side and capitalization on the liability side and, on the other side, the funding structure of bank debt determining liquidity risk. Finally, credit risk proxied by loan loss provisions does not affect the barrier significantly anymore.

4. Conclusion and further research

This chapter introduced a measure of bank exposure to liquidity risk based upon the assumption that bank equity shares the features of a down-and-out call option. This modelling strategy is an

extension of the contingent claims framework introduced by Merton (1974). From a theoretical perspective, this approach is closely linked to the theory of informed bank runs. Indeed, recent liquidity crises in 2008 and 2011 can be assimilated as bank runs by uninsured short term lenders operating on money markets. In the theory of informed bank runs, variations in asset values may cast doubt on the ability of a bank to fulfill all its financial obligations and induce the triggering of a run. Modelling bank equity as a barrier option allows establishing an explicit link between asset values and the likelihood of a bank run through the estimation of a deactivating barrier parameter, i.e. the threshold in asset values under which a run might occur. This framework is applied to a sample of European banks from 2004 to 2014. Although the results are heterogeneous across banks and despite the positive bias in its estimation, the deactivating barrier is on average close to the face value of bank debt. These results indicate that banks are on average fundamentally fragile institutions, i.e. they are structurally exposed to liquidity risk and only (relatively) small variations in asset values could trigger run like events.

The results highlight the impact of the 2007 and 2011 crises. Indeed, the negative shocks on liquidity are associated to higher values of the deactivating barrier. However, the observed fluctuations appear to mainly reflect the situation of European banks located outside the Eurozone. Indeed, banks within the Eurozone do not appear to be affected on average by stressed liquidity conditions, as the mean liquidity barrier does not move. Thus, our results might reflect the ability of the ECB to manage the effects of systemic events on money markets.

Investigating the balance sheet characteristics related to the liquidity barrier, we confirm the consistency of the measure. The structure of short term funding, the characteristics of banking

assets in terms of return and risk, or the capitalization determine the level of the deactivating barrier. However, these results appear to be concentrated in times of crises. Thus, these results also highlight a clear difference between the pre-crisis and crisis time when considering market implied risk indicators. While balance sheet variables only have a limited explanatory power on the deactivating barrier in the pre-crisis period, most solvency and funding structure variables have an overall consistent effect in explaining variations of the barrier parameter. This result is somehow comparable to some results in chapter 4 below. In times of booming liquidity, stock returns (or market capitalizations) only convey limited information about the exposure to liquidity risk. On the contrary, in times of crisis, investors seem to pay much more attention to bank characteristics in their appreciation of exposure to liquidity risk. While market based measures of risk may contribute in identifying and confirming determinants of banking risks, this casts some doubt on the ability of such measure to serve as advanced indicators of upcoming events.

However, several avenues could be followed to further characterize the robustness and relevance of this approach. First, alternative estimation methods could be considered such as conditional maximum likelihood techniques or the implementation of an EM algorithm as suggested in Duan et al. (2004) might help circumventing this positive bias highlighted in our simulation exercise. Second, the same estimation strategy could be applied to other industries in order to confirm the “specificity hypothesis” of financial institutions, i.e. that lower values of the deactivating barrier should be observed (on average) for non-financial firms.

Appendix

Table 2.6: Banks by country

Country	Banks
Austria	10
Belgium	5
Cyprus	4
Denmark	44
Finland	3
France	27
Germany	14
Greece	13
Iceland	4
Ireland	3
Italy	33
Malta	4
Netherlands	3
Norway	25
Portugal	7
Spain	19
Sweden	4
Switzeland	45
UK	13

Table 2.7: Correlations

Table 2.7 presents Pearson correlations coefficients and p-value in parentheses between the deactivating barrier α and balance sheet variables such as size = $\ln(\text{total assets})$, leverage = capital / total assets, stable funding = long-term debt / total debt, cash share = cash and due from banks / total assets, short-term funding = short-term debt / (short-term debt + deposits), asset illiquidity = net loans / total assets, funding gap = (net loans – short-term debt) / net loans, credit risk = provisions for loans losses / net loans, the expected return (μ), and the volatility (σ) of the bank assets returns.

	α	Size	Leverage	Stable funding	Cash share	Short-term funding	Asset illiquidity	Funding gap	Credit risk	μ	σ
α	1	-0.0373 (0.3947)	-0.1322 (0.0024)	0.0313 (0.4752)	-0.0058 (0.8946)	-0.1684 (0.0001)	0.0169 (0.7002)	0.0345 (0.4303)	-0.0151 (0.7301)	-0.0806 (0.0651)	0.0661 (0.1305)
Size		1	-0.2470 (<.0001)	-0.1819 (<.0001)	0.0267 (0.5417)	0.1929 (<.0001)	-0.5021 (<.0001)	-0.0515 (0.2397)	0.0226 (0.6059)	-0.2150 (<.0001)	-0.0639 (0.1439)
Leverage			1	0.1244 (0.0044)	-0.1327 (0.0023)	0.3132 (<.0001)	0.3690 (<.0001)	0.0723 (0.0983)	-0.1590 (0.0003)	0.1888 (<.0001)	-0.1420 (0.0011)
Stable funding				1	-0.1017 (0.0199)	-0.3364 (<.0001)	0.2734 (<.0001)	0.3452 (<.0001)	0.0379 (0.3872)	0.0652 (0.1364)	-0.0872 (0.0461)
Cash share					1	-0.2330 (<.0001)	-0.1266 (0.0037)	0.0185 (0.6721)	0.1673 (0.0001)	0.0417 (0.3411)	0.2793 (<.0001)
Short-term funding						1	-0.1808 (<.0001)	-0.4879 (<.0001)	-0.1746 (<.0001)	-0.1449 (0.0009)	-0.3037 (<.0001)
Asset illiquidity							1	0.4709 (<.0001)	0.0086 (0.8438)	0.1432 (0.0010)	-0.1515 (0.0005)
Funding gap								1	0.0792 (0.0701)	0.0532 (0.2241)	0.0630 (0.1501)
Credit risk									1	-0.1520 (0.0005)	0.2039 (<.0001)
μ										1	-0.0262 (0.5504)
σ											1

References

- Acharya, V. V., Anginer, D., & Warburton, A. J. (2014). The End of Market Discipline? Investor Expectations of Implicit Government Guarantees. *SSRN Working Paper*.
- Akram, F. Q., & Christophersen, C. (2010). Interbank overnight interest rates-gains from systemic importance. *Norges Bank Working Paper Series, 11*.
- Allen, F., & Gale, D. (1998). Optimal Financial Crises. *Journal of Finance, 53*(4), 1245–1284.
- Allen, F., & Gale, D. (2007). Understanding Financial Crises. *Oxford: Oxford University Press*.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank Liquidity Creation. *Review of Financial Studies, 22*, 3779–3837.
- Bijlsma, M., Lukkezen, J., & Marinova, K. (2014). Measuring too-big-to-fail funding advantages from small banks' CDS spreads. *CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis Discussion Paper, 268*.
- Black, F., & Cox, J. C. (1976). Valuing Corporate Securities : Some Effects of Bond Indenture Provisions. *Journal of Finance, 31*(2), 351–367.
- Brockman, P., & Turtle, H. J. (2003). A barrier option framework for corporate security valuation. *Journal of Financial Economics, 67*(3), 511–529.
- Bryant, J. (1980). A Model of Reserve, Bank Runs, and Deposit Insurance. *Journal of Banking and Finance, 4*, 335–344.
- Chou, H. C., & Wang, D. (2007). Performance of default risk model with barrier option framework and maximum likelihood estimation: Evidence from Taiwan. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 385*(1), 270–280.
- Dermine, J. (2015). Basel III leverage ratio requirement and the probability of bank runs. *Journal of Banking & Finance, 53*, 266–277.
- Diamond, D., & Rajan, R. G. (2001). Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy, 109*(2), 287–327.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy, 91*(3), 401–419.
- Dionne, G., & Laajimi, S. (2012). On the determinants of the implied default barrier. *Journal of Empirical Finance, 19*(3), 395–408.
- Duan, J.-C. (1994). Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract. *Mathematical Finance, 4*(2), 155–167.
- Duan, J.-C. (2000). Correction : Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract. *Mathematical Finance, 10*(4), 461–462.
- Duan, J., Geneviève, G., & Simonato, J.-G. (2004). On the Equivalence of the KMV and Maximum Likelihood Methods for Structural Credit Risk Models. *Working Paper*.
- Eisenbeis, R. A., & Kaufman, G. G. (2010). Deposit insurance. *Oxford Handbook of Banking, Chapter 13*, 347–349.
- Episcopos, A. (2008). Bank capital regulation in a barrier option framework. *Journal of Banking and Finance, 32*(8), 1677–1686.
- Goldstein, I., & Puzner, A. (2005). Demand-deposit contracts and the probability of bank runs. *Journal of Finance, 60*(3), 1293–1327.
- Gorton, G. (1988). Banking Panics and Business Cycles. *Oxford Economic Papers, 40*, 751–781.
- He, Z., & Xiong, W. (2012). Dynamic Debt Runs. *The Review of Financial Studies, 25*(6), 1799–1843.

- Imbierowicz, B., & Rauch, C. (2014). The relationship between liquidity risk and credit risk in banks. *Journal of Banking & Finance*, 40, 242–256.
- Jokipii, T., & Milne, A. (2008). The cyclical behaviour of European bank capital buffers. *Journal of Banking and Finance*, 32, 1440–1451. Retrieved from
- Kindleberger, C. P., & Aliber, R. Z. (2005). *Manias, Panics, and Crashes*. John Wiley & Sons.
- Liang, G., Lütkebohmert, E., & Xiao, Y. (2013). A Multiperiod Bank Run Model for Liquidity Risk. *Review of Finance*, 18, 803–842.
- Merton, R. C. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, 29(2), 449–470.
- Morris, S., & Shin, H. S. (2016). *Illiquidity Component of Credit Risk*.
- Rochet, J.-C., & Vives, X. (2004). Coordination failures and the lender of last resort: Was Bagehot right after all? *Journal of the European Economic Association*, 2(6), 1116–1147.
- Rubinstein, M., & Reiner, E. (1991). Breaking Down the Barrier. *Risk*, 4, 28–35.
- Shin, H. S. (2009). Reflections on Northern Rock: The Bank Run That Heralded the Global Financial Crisis. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 101–120.
- Vassalou, M., & Xing, Y. (2004). Default Risk in Equity Returns. *The Journal of Finance*, 59(2), 831–868.
- Wong, H. Y., & Choi, T. W. (2009). Estimating default barriers from market information. *Quantitative Finance*, 9(2), 187–196.
- Zhang, P. G. (1998). *Exotic Options*. World Scientific, Singapore, Second ed.
- Ziegler, A. (2004). *A Game Theory Analysis of Options*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Chapitre 3 – Technical Efficiency in Bank Liquidity Creation²⁴

This paper generates an optimum bank liquidity creation benchmark by tracing an efficient frontier in liquidity creation (bank intermediation) and questions why some banks are more efficient than others in such activities. Evidence reveals that medium size banks are most correlated to efficient frontier. Small (large) banks - focused on traditional banking activities - are found to be the most (least) efficient in creating liquidity in on-balance sheet items whereas large banks – involved in non-traditional activities – are found to be most efficient in off-balance sheet liquidity creation. Additionally, the liquidity efficiency of small banks is more resilient during the 2007-2008 financial crisis relative to other banks.

Keywords: banks, technical efficiency, liquidity creation, diversification

JEL classification: G21, G28, G32

²⁴ This chapter has been written with Iftekhar Hasan. It received the Best AFFI 2017 Conference Paper in Banking and Insurance Prize. A previous version is available as a LaRGE Working Paper (2017-08).

1. Introduction

Liquidity creation is an essential role of banks, along with risk transformation. Banks create liquidity by financing illiquid assets such as loans with liquid liabilities such as demand deposits. Doing so, banks offer a service to the economy as liquidity production by banks enhances the total funding an economy could benefit from. Using information on all assets, liabilities, equity, and off-balance sheet activities, Berger and Bouwman (2009) developed a comprehensive measure of liquidity transformation (extent of bank intermediation) revealing that large banks, multibank holding company members, and merged banks create the most liquidity. While others related the extent of liquidity creation be affected by bank value (Cowan and Salotti, 2015), competition (Horvath et al. 2015), and regulatory policies and interventions (Berger et al. 2015). While these studies provide insights about the factors associated with higher levels of liquidity production, they do not necessarily reflect the extent of efficiency by banks in creating such liquidity.

In other words, banks identified as producing most funding liquidity are not necessarily the most efficient liquidity provider. This paper attempts to fill this void in the literature. This paper investigates factors associated with most efficient bank liquidity production. It reports that size does matter but in a non-linear shape where smaller banks – experienced in processing soft information and relationship lending – are closer to the efficient frontier of the on-balance sheet liquidity creation as opposed to large banks – depended on hard information and transaction lending – being more correlated to efficient off-balance sheet frontier of liquidity creation.

In the Berger and Bouwman's framework, a bank produces most liquidity when originating the most illiquid loans (for instance to young, small businesses) and collecting the most liquid

liabilities, i.e. demand deposits. However, the ability to both originate opaque loans and collect deposits is determined by the technological, organizational, and business mix choices in terms of specialization or diversification made by banks. In other words, the level of liquidity produced by a bank is the result of a production process. Thus, the level of liquidity produced is determined by the ability of each bank to make the best use of its productive resources, i.e. financial and physical capital, and labor. This calls for measuring the productive performance of banks in their ability to provide liquidity to the economy. Efficiency measures used in production economics provide a consistent framework to address this issue. This article uses Berger and Bouwman's (2009) measure of liquidity creation as a measure of bank output. This measure is a more comprehensive measure of a bank's output than traditional measures (such as loans or total assets). Indeed, it accounts for all bank activities contributing to bank liquidity creation. To the best of our knowledge, this is the first paper to study efficiency in bank liquidity production. Building an efficiency measure of the liquidity production of banks, this paper identifies three main factors that may determine the efficiency of bank liquidity production.

A first factor identified by the research as affecting the quantity of liquidity produced is the size of the bank. Research evidences scale economies as a major factor governing productivity in the banking sector. Scale economies arise from an improved division of labor and specialization in larger banks. The risk diversification of large loan portfolios can also explain increasing return to scale. The literature evidences that economies of scale increase with bank size (Berger and Mester, 1997; Hughes and Mester, 1998). Scale economies may foster the production of illiquid loans and/or facilitate the collection of deposits. Thus, we expect larger banks to be more efficient in terms of liquidity production.

Drawing on the potential effect of the size on efficiency to produce liquidity, we also investigate the effect of bank activity mix. Indeed, diversification is associated with larger scale economies while increased risk taking and inefficiency are related to smaller scale economies (Hughes et al., 2001). Bank diversification stems from a mix of traditional and non-traditional activities (Apergis, 2014). Traditional banking includes deposit taking, lending, and payment services. Non-traditional activities include asset management, brokerage, insurance, non-financial-business, and securities underwriting services (Berger et al., 2010). Moreover, banks of different size differ in portfolio composition and performance. Large banks are more diversified in terms of product mix and tend to be more engaged in non-traditional banking (e.g. Stiroh, 2004; Stiroh and Rumble, 2006).

Moreover, performing their intermediation activity (creating liquidity), banks rely on lending technology. Berger and Udell (2006) distinguish between relationship lending from transaction lending. These types of lending rely respectively on two technologies, using either soft or hard information (Stein, 2002). Research also evidences the relationship between lending technology and bank size. Smaller banks tend to process soft information, performing relationship lending. On the contrary, large banks tend to specialize in the use of hard information and perform transaction lending (e.g. Berger and Udell, 2002) . The relationship between size and the kind of information used by banks is particularly observed in the US banking industry. It has been identified as a consequence of deregulation and technological change. Indeed, DeYoung et al. (2004) underline that both factors have divided the US banking industry into two kinds of business models: large banks tend to use hard information and small banks tend to use soft information.

However, to the best of our knowledge, the literature does not relate bank business models to productive efficiency. The purpose of this article is to analyze to what extent bank business models

could explain efficiency in bank liquidity production. We hypothesize that the relationship oriented model would be more efficient in producing liquidity. This could be due to the fact that this model is more intense in information regarding customers. Indeed the relationship oriented model consists in associating the highest value-added liabilities (core deposits) to the highest value-added loans (relationship loans) (Song and Thakor, 2007).

Finally, liquidity creation goes hand in hand with exposure to liquidity risk, as the gap between illiquid assets and liquid liabilities increases as more liquidity is produced. Relying on liquid liabilities, banks are potentially unable to settle obligations with immediacy over a specific horizon by using available liquid assets and cash, or incurring new debt at reasonable price (Drehmann and Nikolaou, 2013). Furthermore, Acharya and Naqvi (2012) underline that banks creating substantial liquidity might pursue lending policies generating asset price bubbles, thus increasing the fragility of the banking sector. Berger and Bouwman (2016) indeed observe that liquidity creation tends to be abnormally high before financial crises. We might expect that banks less efficient in producing liquidity could be less profitable and, all things being equal, be more exposed to liquidity shocks. Moreover, liquidity regulations may have heterogeneous effects on banks that not only differ in their liquidity production levels, but also differ in their efficiency to produce liquidity. While the present article cannot address directly these issues, considering liquidity in a productive perspective might highlight a management channel of liquidity regulation. Indeed, if the cost of liquidity increases through tighter liquidity regulations, banks less efficient might be more affected, i.e. reduce their liquidity production by e.g. originating relatively less illiquid loans, thus altering their activity mix.

The contribution to the literature is threefold. First, we reconsider the question of bank technical efficiency considering an alternative measure of bank production. We thus investigate what determines banks' ability to produce liquidity while saving resources. More particularly, a second contribution of this article is to investigate the factors associated with most efficient bank liquidity production. We find that size matters in a non-linear shape. Small banks – experienced in processing soft information and relationship lending – are closer to the efficient frontier of the on-balance sheet liquidity creation as opposed to large banks – relying on hard information and transaction lending – being more correlated to efficient off-balance sheet frontier of liquidity creation. Medium banks are the most efficient in producing overall liquidity. Bank technical inefficiency tends to increase with diversification in nontraditional banking activities. At a macro point of view, we also provide information about how global financial conditions seem to affect efficiency in producing liquidity, particularly since the beginning of the 2007-2008 financial crisis until 2010. Whatever the size, efficiency decreases with the crisis. However, the larger the bank the more pronounced this decline, and the smaller banks become the most efficient in producing liquidity. In other words, efficiency is more sensitive to liquidity shocks when the bank is more engaged in nontraditional banking. Thirdly, at the regulatory level, the literature evidences the influence of deregulation on the choice of activity mix by banks (DeYoung et al., 2004). Because of the relationship we observe between activity mix and efficiency in producing liquidity, we argue that regulation might not be neutral in terms of efficiency in creating liquidity. Identifying bank characteristics affecting efficiency in producing liquidity could help understand the consequences of regulation in terms of welfare of the economy.

2. Literature review

2.1. How to assess bank productive efficiency

The literature usually uses three measures of bank aggregated output: total assets, gross total asset, and lending (see Berger and Bouwman, 2016 for a survey of the literature). Here we use the measure of liquidity creation developed by Berger and Bouwman (2009) to account for the production of banks. This measure of liquidity creation is a more comprehensive measure of a bank's output than traditional measures. Indeed, the “catfat” version of the measure takes into account the contribution to bank liquidity creation of all bank activities. Indeed, it uses information on all assets, liabilities, equity, and off-balance sheet activities. This measure is constructed in three steps. Firstly, all bank assets, liabilities, and off-balance sheet activities are classified as liquid, semi-liquid, or illiquid. Secondly, weights are assigned to the elements classified. The final step sums the activities classified and weighted. Table 1 in Berger and Bouwman (2009) provides a synthetic view of this methodology. A second “catnonfat” version of the measure assesses liquidity creation on-balance sheet only. The authors also measure liquidity creation off-balance sheet. To the best of our knowledge, this study is the first to use Berger and Bouwman's (2009) measure of liquidity production as a global indicator of banks' production in order to analyze productive efficiency.

Several studies address the issue of the efficiency in banks' production with intermediation and production approaches or value-added approaches. The intermediation approach considers banks' liabilities as inputs to produce loans and other banking assets (Rogers, 1998; Sealey and Lindley, 1977). The production or value-added approach considers in addition to loans, deposits as a service

offered to banks' customers. Therefore, in the value-added approach, inputs comprise only labor and capital. As the measure of bank output is here the liquidity creation measure, the choice of the value-added approach is appropriate. Indeed, bank's liabilities are included in this measure. Under the intermediation approach inputs and output would overlap. Moreover, under this approach all the liquidity created is viewed as output as it accounts for the value added by banks. Using a production function, we study the technical efficiency of banks, that is if managers organize production so that the firm maximizes the amount of output produced with a given amount of inputs.

2.2. Relationship between bank size, activity mix and liquidity creation

This article explores the relationship between efficiency in producing liquidity and bank mix of activity. Closest to the issue of this article, Hughes et al. (1997) analyze the effect of a set of variables characterizing bank production on market value inefficiency.

Bank mix between traditional and nontraditional activities determine banks' level of diversification (Apergis, 2014). Traditionally, banks take deposits, lend, and provide payment services. Banks developed nontraditional activities such as asset management, brokerage, insurance, non-financial-business, and securities underwriting services (Berger et al., 2010). Large banks tend to engage more in nontraditional activities, while small banks favor traditional activities (Stiroh and Rumble, 2006).

Moreover, the literature on bank lending business identifies two kind of business models and relates these business models to the size of banks. The relationship oriented model relies on soft

information and is associated with small banks. The transaction oriented model uses hard information and is related to large banks. Berger and Udell (2002) define soft information as qualitative information that is difficult to quantify and communicate. This is a personal and subjective knowledge about the borrower and the activity a bank finance. Hard information is defined as quantitative information that can be credibly communicated to others. This encompasses financial ratios, collateral values and credit scores. Cole et al. (2004) evidence that small banks tend to use more subjective measures such as the character of the borrower (i.e. soft information) while large banks use quantitative financial data (i.e. hard information). The literature underlines the comparative advantage of large (small) banks in using lending technologies based on hard (soft) information. Berger and Udell (2002) relate the advantage of small and large banks in using soft and hard information to their organizational structure. Berger et al. (2005) explain the choice of the type of information banks rely on by different sets of incentives within organization structure according to the size of banks. Smaller organization structures are best at resolving agency problems and managing soft information. Namely, large banks rely on hard information that they can communicate to others in the bank, while small banks use soft information to be more flexible. The literature provides empirical evidence of the relative advantages associated with the different lending technologies given asset size (e.g. Berger and Udell, 2002; de la Torre et al., 2010).

A whole strand of the literature analyses the relationship between bank business models and lending business technologies. A first strand of the literature addresses the issue of the relationship between business model and bank's performance in the lending business as a whole. The literature underlines the advantage of large banks in lending to large firms and the advantage of small banks in lending to small firms. Berger et al (2005) observe that large banks tend to lend to larger, older SMEs and small banks to SMEs with which they have stronger relationship. Firstly, the respective

advantage of large (small) banks in lending to large (small) firm might be explained by the business model used by the banks. Berger et al. (2005) observe that firms interacting with large banks tend to communicate in impersonal ways, with less exclusive bank relationship than firms interacting with small banks. Secondly, this respective advantage could be due to borrower characteristics. Smaller banks may benefit relatively more from the credit information steaming from deposit accounts. Carter and McNulty (2005) find that small banks perform better than large banks in the small business lending market. The authors argue that a small bank dealing with a small firm observe all the information on account deposit flows, as the firm usually have one deposit relationship. Also, Song and Thakor (2007) argue that banks associate the highest value-added liabilities (core deposits) to the highest value-added loans (relationship loans). Doing so, banks minimize the fragility imposed by withdrawal risk and maximize the value added in relationship lending. Thus, the business model of relationship lending would create more value and also more liquidity.

Another strand of the literature looks at the performance of lending technologies on the more specific business of small lending. Berger and Black (2011) investigate the comparative advantage of large (small) banks lending to small businesses using hard (soft) information lending technologies. More particularly, the authors propose an identification of hard information based on fixed-asset lending technologies. Finally, some studies investigate the effect of characteristics of lending products on business lending. DeYoung et al. (2004) relate the use of soft information by smaller banks to the evaluation of customized loans such as small business loans. Larger banks tend to use hard information to evaluate more standardized loans, such as credit card loans. Carter and McNulty (2005) provide empirical evidence of the better performance of smaller (larger) banks in providing non-standardized (standardized) loans.

Thus, the intensity of the intermediation function of banks is affected by the activity mix between traditional and nontraditional banking, and by the choice of business model in lending. Consequently, we expect the activity mix to affect bank efficiency in producing liquidity.

3. Methodology

3.1. Model

Levels of technical efficiency are estimated using the standard Stochastic Frontier Approach (SFA) along the lines suggested by Aigner et al. (1977) and Meeusen and van den Broeck (1977). We use the Battese and Coelli (1995) model of a stochastic frontier function for panel data. Firm effects are assumed to be distributed as truncated normal random variable and are permitted to vary systematically over time. The standard translog functional form as well as the two-component error structure is estimated using a maximum likelihood procedure. The stochastic frontier production function to be estimated is specified as follows:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \sum_{j=1}^4 \beta_j x_{jit} + \sum_{j=1}^4 \sum_{k=1}^4 \beta_{jk} x_{jit} x_{kit} + V_{it} + U_{it} \quad (1)$$

where \ln denotes the natural logarithm, the subscripts, i and t , represent the i -th bank ($i = 1, 2, \dots, 2562$) and the t -th quarter of observation ($t = 1, 2, \dots, 48$), respectively;

Y represents the liquidity creation both in and off-balance sheet defined as the “catfat” measure of Berger and Bouwman (2009);

x_1 is the logarithm of financial capital defined as the total equity of the bank;

x_2 is the logarithm of labour capital defined as total expenses in salaries and employee benefits;

x_3 is the logarithm of physical capital defined as expenses of premises and fixed assets;

x_4 is the logarithm of non-performing loans of the bank;

the V_{itS} are random variables associated with measurement errors in input variables or the effects of unspecified explanatory variables in the model. There are assumed to be independent and identically distributed with $N(0, \sigma_v^2)$ – distribution, independent of the U_{itS} ;

the U_{itS} are non-negative random variables, associated with the inefficiency of the use of the inputs in the banks, given the levels of the inputs, and U_{it} is obtained by the truncation (at zero) of the $N(\mu_{it}, \sigma^2)$ -distribution.

In equation 1, the technical inefficiency effects are assumed to be defined by:

$$U_{it} = \delta_0 + \sum_{j=1}^{14} \delta_j z_{jit} + W_{it} \quad (2)$$

where:

z_1 is the size of the bank defined as the logarithm of total assets;

z_2 is a dummy variable equal to one if the bank is part of a bank holding company, zero otherwise;

z_3 to z_5 are proxies of diversification between traditional and non-traditional banking activities, respectively the diversification of activities, assets, and loans;

z_6 to z_{14} are variables assessing the interaction between dummies of bank size class and diversification of banking activities, denoted by bank size dummy * diversification index; for instance, small bank dummy * activity diversification indice.

The model for inefficiency effects in equation (2) specifies that the inefficiency effects are different for different size of banks, bank holding company status, diversification of banking activities between traditional and non-traditional, and the interaction between bank size class and diversification of activity mix.

The model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data is estimated. We use a value-added approach to specify inputs in the model (e.g. Chaffai and Dietsch, 2015). Therefore, we do not use stocks of assets or liabilities as inputs but rely on flow of services. Moreover, financial capital is included as an input in the production process as it provides a cushion against losses and depends on the risk profile of the bank (Mester, 1996). Finally, comparing efficiency between banks, one should take into account output quality (Berger and Mester, 1997). Thus we include nonperforming loans as a input to control for the quality of bank output (e.g. Mester, 1996).

The parameters of the stochastic frontier model, defined by equations (1) and (2), are simultaneously estimated by the method of maximum likelihood. The variance parameters in the frontier model are estimated in terms of the variance parameters:

$$\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma^2 \text{ and } \gamma = \sigma^2 / \sigma_v^2 \quad (3)$$

where γ is a parameter with possible values between zero and one.

The technical efficiency of liquidity production for the i -th bank in the t -th quarter of observation, given the values of the inputs, is defined by the ratio of the stochastic frontier liquidity production to the observed liquidity production. The stochastic frontier liquidity production is defined by the value of liquidity production if the technical inefficiency effect, U_{it} , was zero, i.e. the bank was fully efficient in liquidity production. Technical efficiency of liquidity production is defined by:

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) \quad (4)$$

By definition technical efficiency is no greater than one. The reciprocal of technical efficiency, $\exp(U_{it})$ can be interpreted as a measure of technical inefficiency of liquidity production.

3.2. Hypotheses

We investigate two main hypotheses. First, the literature evidences scale economies as affecting productivity in the banking sector. More particularly, economies of scale increase with bank size (Berger and Mester, 1997; Hughes and Mester, 1998), as well as risk diversification (Hughes et al., 2001). Thus, a first hypothesis is that larger banks would need to input less resources for a given level of liquidity production. Indeed, scale economies may foster the production of illiquid loans and/or facilitate the collection of deposits. Thus, we expect larger banks to be more efficient in terms of liquidity production (hypothesis 1). This hypothesis is reinforced by the link between bank size and bank business model. Indeed, the relationship business model would require more labor and physical capital to collect deposits and grant loans, compared to the transactional business

model. Furthermore, because of risk diversification inherent in larger loan portfolio, larger banks would need a lower amount of equity capital for a given level of liquidity production. Following Berger and Bouwman (2009), we create three size dummies: a large dummy equal to one if banks' gross total asset (GTA) exceeds \$3 billion, a medium dummy equal to one if banks' GTA is comprised between \$1 billion and \$3 billion, and a small dummy for banks' GTA up to \$1 billion. This threshold is usually used by the literature studying the US banking industry (e.g. DeYoung, 2004).

Then, we analyze the link between bank business models and efficiency in producing liquidity. Our second hypothesis is that banks engaged in traditional banking would be more efficient than banks involved in nontraditional activities (hypothesis 2). Indeed, traditional banking is grounded in the relationship oriented model of associating the highest value-added liabilities (core deposits) to the highest value-added loans (relationship loans) (Song and Thakor, 2007). Doing so, we expect banks to be more efficient. On the contrary, nontraditional activities such as brokerage and securities underwriting, do not participate to the core intermediation function of banks. These banking activities reduce the level of liquidity creation in Berger and Bouwman's methodology. As a result, technical efficiency of banks engaged in nontraditional activities would be lower.

However, bank business model and activity mix are related to bank size. Large banks tend to engage more in nontraditional banking such as financial market activities (Stiroh and Rumble, 2006) and rely more on the use of hard information to perform transactional lending (Berger and Udell, 2002). On the contrary, smaller banks have an advantage in terms of lending as mentioned previously. Consequently, we wonder which effect prevails between hypothesis 1 and 2. Nevertheless, we expect that the effect of traditional banking activities on technical efficiency is

stronger that the size effect of economies of scale, as it directly increases the quantity of liquidity produced. Thus, our third hypothesis is that the largest banks would be less efficient because of their involvement in nontraditional banking activities (hypothesis 3).

To investigate these last hypotheses, we estimate the effect of activity, asset, and loan diversification on technical efficiency. The literature underlines the potential benefits of diversification in terms of economies of scope (e.g. Laeven and Levine, 2007). Namely, making loans, banks acquire information about clients that facilitate the provision of other financial services, such as the underwriting of securities. Conversely, other activities than traditional intermediation, such as securities and insurance underwriting, brokerage and mutual fund services, produce information that can improve loan making. Econometric difficulties prevent from measuring economies of scope in the provision of financial services (Berger and Humphrey, 1997). Consequently, the literature hardly finds evidence of significant economies of scope. For instance, Laeven and Levine (2007) find evidence of a diversification discount applied to financial conglomerates. Rather than measuring economies of scope, we investigate whether diversification in nontraditional banking activities influences bank efficiency in producing liquidity.

First, we construct an income-based measure of diversification. Indeed, DeYoung and Rice (2004) observe that smaller banks have a much lower level of non-interest income compared to larger banks. Furthermore, the sources of non-interest income for smaller banks are more likely to come from traditional banking activities such as fees on deposit account or cash management. On the contrary, non-interest income for larger banks stems from mortgage securitisation, credit cards, investment banking, and fiduciary accounts. As a consequence, activity diversification, measured by the source of non-interest income, indicates the extent of non-traditional banking activities.

These sources of non-interest income might increase the level of liquidity production by large banks as found in Berger and Bouwman (2009), consistently with potential economies of scope. Namely, being larger, these banks have a higher level of non-interest income stemming from traditional banking activities. However, financial market activity might reduce efficiency in liquidity production, as derivatives for instance, does not account for liquidity creation but for liquidity destruction. Consequently, activity diversification would tend to be associated with less technical efficiency, as it consists of using resources to pursue activities that do not strictly produce liquidity. Nontraditional activities would tend to reduce efficiency in creating liquidity.

Drawing on Deng et al. (2007), Estes (2014), Schmidt and Walter (2009), and Stiroh (2004), we compute a Herfindahl-Hirschman Index (HHI) of non-interest income (NONII) categories. This HHI captures the level of activity diversification. The HHI of NONII is the sum of squares for each segment as a proportion of total NONII. A high value indicates a concentration of fee sources, i.e. more activity specialization, while banks engaging in a mix of activities have a relatively low HHI. Thus, higher values of HHI of NONII indicate traditional banking activities and would be associated to higher level of technical efficiency (hypothesis 3). The non-interest income categories come from the call reports. They are presented in the table 3.6 in the appendix. The HHI of activity diversification is computed as follows:

$$\begin{aligned}
 HHI_{Activity_{i,t}} = & \left(\frac{FID}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{SRV}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{TRAD}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{S\&I}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{VENT}{NON}\right)_{i,t}^2 \left(\frac{SERV}{NON}\right)_{i,t}^2 \\
 & + \left(\frac{SEC}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{GAINS}{NON}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{OTH}{NON}\right)_{i,t}^2
 \end{aligned}$$

where i represents the i^{th} bank for the time period t , NON is the sum of non-interest income, FID is fiduciary income, SRV is service charges on deposit accounts, TRAD is the trading revenue, S&I is the sum of all securities brokerage, investment banking, annuity, and insurance fees and commissions, VENT is venture capital revenue, SERV is net servicing fees, SEC is net securitization income, GAINS is the sum of gains/losses on sales of loans, other real estate, and other assets, and OTH is other non-interest income. Banks can report negative income for these NONII categories. For each category of NONII, this results in a positive number. However, the summation of NONII categories would underestimate the portfolio of non-interest activities. Thus, we take the absolute value for each NONII category to obtain the denominator (NON).

Then, to account for the reliance of banks on traditional banking activities, we also look at asset diversification. We compute a Herfindahl-Hirschman Index (HHI) of asset diversification. Banks oriented towards traditional activities focus on lending and tend to have a higher share of loans in total asset. Clearly there is a link between the measure of diversification of assets and the degree to which banks engage in lending or non-lending activities. If a bank only make loans, it will have a low asset diversification and a high HHI of asset diversification. Thus, the HHI of asset diversification determines where the bank lies along the spectrum from pure commercial banking to a mix of commercial and investment banking. We expect high asset concentration (i.e. high values of HHI) to be associated with more efficiency in producing liquidity. Indeed, the more a bank engages in traditional lending activity, the more it allocates its resources to the assets producing the most liquidity. Using asset categories of the call reports, we construct the Herfindahl-Hirschman Index of asset diversification as follows:

$$HHI_{Asset_{i,t}} = \left(\frac{CASH}{ASSETS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{SECU}{ASSETS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{LOANS}{ASSETS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{FIX}{ASSETS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{OTH}{ASSETS}\right)_{i,t}^2$$

where i represents the i^{th} bank for the time period t , ASSETS is the sum of all assets, CASH is the cash held by the bank, SECU is the sum of all securities including repo securities, LOANS is the total net loans, FIX is the sum of fixed assets and real estate assets, OTHER is all other assets (see table 3.6 in the appendix).

Finally, we construct a Herfindahl-Hirschman Index of loan diversification based on loan categories, following Deng et al. (2007) and Estes (2014). This index reflects how much a bank rely on traditional banking in its lending operations. Indeed, traditional banking includes making loans to different sectors such as commercial and industrial, real estate agriculture, financial institutions, individual, and others (Deng et al., 2007). Thus, a more diverse loan portfolio tends to indicate traditional banking. Moreover, diversification of the loan portfolio can benefit to a bank in terms of economies of scope. Namely, making loans to a given sector, banks acquire information about clients that facilitate the provision of loans to the same clients of another sector. Similarly, making loans to a given clientele, banks acquire information about sectors, facilitating the provision of loans to other clients of the same sectors. Thus, we expect banks with a diversified loan portfolio to be more efficient in terms of liquidity production. The HHI of loan diversification determines where the bank lies along the spectrum from traditional diversified lending to non-traditional specialized lending. Higher level of HHI of loan diversification indicates a higher concentration of lending activity which denotes nontraditional banking activities, as traditional lending include making loans to different economic sectors (Deng et al., 2007). We expect high

loan concentration (i.e. high value of HHI) to be associated with less efficiency in producing liquidity. We construct the index using loans categories of the call reports, as follows:

$$HHI_{Loans_{i,t}} = \left(\frac{1 - 4RE}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{CONST}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{FARM}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{MULTI}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{CRE}{LOANS}\right)_{i,t}^2 \\ + \left(\frac{AG}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{CI}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{CONS}{LOANS}\right)_{i,t}^2 + \left(\frac{OTH}{LOANS}\right)_{i,t}^2$$

Where i represents the i^{th} bank for the time period t , $LOANS$ is the sum of all loans, $1-4RE$ is loans secured by 1-4 family residential properties, $CONST$ is loans secured by real estate and used for construction or other land development, $FARM$ is loans secured by farmland, $MULTI$ is loans secured by multifamily residential properties, CRE is loans secured by nonfarm non-residential properties, AG is agricultural loans, CI is all commercial and industrial loans, $CONS$ is consumer loans, including credit card loans, and OTH is the sum of loans to depository institutions, foreign or state and local government, lease financing, and other loans (see table 3.6 in the appendix).

3.3. Data sources

This paper uses data from the reports of income and condition (“call reports”) published by the Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) for all domestic commercial banks in the United States. The dataset contains quarterly balance sheet and income statement data on FDIC-insured banks from 1999 to 2014 on a quarterly basis. This paper also uses the measure of liquidity creation by banks computed by Berger and Bouwman (2009). For consistency, we apply the same GDP deflator as Berger and Bouwman (2009) to the data extracted from the call reports.

We apply to the dataset several treatments. First, following Kashyap et al. (2002) we conduct the analysis on the bank-level and use unconsolidated data. We consider banks as decision making units regarding lending and deposit taking activities resulting in the production of liquidity. Secondly, to handle the distorting effect of bank mergers and acquisitions for the continuity of time series, we follow Campello (2002). We eliminate observations with asset growth in excess of 50 percent, those with total loan growth exceeding 100 percent and those with loans-to-asset ratios below 10 percent. Following Beltratti and Stulz (2012), we keep observations with a ratio of deposit equal to 20 percent or larger. Finally, the measure of liquidity creation contains large positive and negative outliers. To make sure that these outliers do not drive our results, we winsorize this variable at the 0.5% level (Cebenoyan and Strahan, 2004).

The resulting unbalanced sample consists of 103 583 observations and 7 113 banks, for a forty-eight-quarters period going from 1999 to 2014. In table 3.1, we report the mean, standard deviation, and median for several variables of our sample banks. The average size of a sample bank is \$1 403 million with a median size of \$144 million. Around 2% of banks are labelled as large with total assets higher than \$1 billion and around 92% are affiliated with a bank holding company. On average, the activity diversification HHI is around 50% and asset and loans HHI are respectively around 49% and 32%, on average.

Table 3.1: Descriptive statistics for sample banks (1999 – 2014)

This table reports means, standard deviations, minimum, maximum, and medians for several variables for sample banks over the period of 1999 through 2014. The number of observations is 103 583. The sample comprises 7 113 banks. The small variable is equal to 1 if the bank's gross total assets (GTA, i.e. total assets plus the allowance for loans and lease losses and transfer risk reserve) is lower than \$1 billion, zero otherwise. The medium variable is equal to 1 if the bank's GTA is between \$1 and \$3 billion, zero otherwise. The large variable is equal to 1 if the bank's GTA exceeds \$3 billion, zero otherwise. The BHC variable is equal to 1 if the bank is part of a bank holding company, 0 otherwise. The federal chartered variable is equal to 1 if the bank is a federal-chartered-bank, zero if it is a state-chartered bank. The multinational variable is equal to 1 if the bank has foreign income, zero otherwise. The listed variable is equal to 1 if the bank is listed or if it belongs to a listed bank holding company, zero otherwise. The activity, asset and loan diversification HHI indices are computed as explained by the methodology. For each of these three indices a dummy variable is computed. It is equal to 1 if the bank is part of the 50% of the banks with the lowest HHI index, zero otherwise. The liquidity creation variables consist of the "catfat", "catnonfat", and "off-balance sheet liquidity creation" measures of Berger and Bouwman (2009) divided by total assets. Computation of the labor, physical, and financial capital are detailed in the column description of the table. Financial capital is equal to total equity divided by total assets. Non-performing loans is equal to allowance for loan and lease losses divided by total assets.

Variables	Description	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum	Median
Size	Total assets (in millions)	1403,403	27228,421	23,912	1501661,889	144,311
Size	Ln(total assets)	18,95	1,173	16,99	28,04	18,79
Small	Dummy variable	93,44%	160%	0	1	1
Medium	Dummy variable	4,14%	19,93%	0	1	0
Large	Dummy variable	2,42%	15,36%	0	1	0
BHC	Dummy variable	91,77%	27,49%	0	1	1
Federal chartered	Dummy variable	10,05%	30,06%	0	1	0
Multinational	Dummy variable	1,36%	11,59%	0	1	0
Listed banks	Dummy variable	9,35%	29,11%	0	1	0
Activity diversification	Herfindhal-Hirschman Index of activity diversification	50,43%	19,18%	0,60%	1	49,12%
Asset diversification	Herfindhal-Hirschman Index of asset diversification	48,83%	10,24%	21,24%	91,90%	46,67%
Loan diversification	Herfindhal-Hirschman Index of loan diversification	31,53%	10,83%	13,03%	1	29,25%
Activity diversification dummy	Dummy variable	50,00%	50,00%	0	1	1
Asset diversification dummy	Dummy variable	50,00%	50,00%	0	1	1
Loan diversification dummy	Dummy variable	50,00%	50,00%	0	1	1
Liquidity creation	(Catfat measure of Berger and Bouwman (2009)) / total assets	31,89%	19,15%	-42,66%	424,14%	32,43%
Liquidity creation	(Cat non fat measure) / total assets	26,29%	15,85%	-44,30%	79,23%	27,42%
Liquidity creation	(Cat off-balance sheet measure) / total assets	5,60%	7,90%	-1,78%	402,75%	4,45%
Labour capital	(Total expenses in salaries and employee benefits) / income before income taxes and extraordinary items	2,02	28,54	-3357	2869	1,24
Physical capital	(Expenses of premises and fixed assets) / income before income taxes and extraordinary items	0,520	8,608	-625,000	1485,000	0,289
Financial capital	Total equity / total assets	10,72%	3,32%	0,03%	56,48%	10,13%
Non-performing loans	Allowance for loan and lease losses / total assets	1,03%	0,63%	0	9,92%	0,89%

We break out the sample into small, medium, and large banks in order to contrast bank efficiency. We use the same thresholds for the size dummies than Berger and Bouwman (2009). Table 3.2 reports means and standard deviation along with t-tests for comparisons of the three measures of liquidity creation: overall “catfat” liquidity creation, on-balance sheet “catnonfat” liquidity creation, and off-balance sheet liquidity creation. Consistently with Berger and Bouwman (2009), small banks (gross total asset (GTA) up to \$1 billion) create on average less liquidity for the three measures of liquidity creation. Large banks (GTA exceeding \$3 billion) create more overall liquidity and off-balance sheet than the other banks. Medium banks create on average more liquidity on-balance sheet. Banks member of a bank holding company and listed banks create more overall liquidity on average. Federal chartered banks produce more liquidity off-balance sheet. Banks with foreign income produce more liquidity off-balance sheet, but less on-balance sheet, as opposed to banks with activities in the US exclusively. We define activity, asset, and loans diversification dummies as equal to 1 if the bank is part of the 50% of the banks with the lowest HHI index, zero otherwise. Activity diversification improves on average the production of liquidity, while asset and loan diversification reduces liquidity creation.

Table 3.2: Comparisons of liquidity creation across bank group characteristics (1999-2014)

This table reports means and standard deviations in parentheses for several groups of sample banks over the period of 1999 through 2014. Groups of banks are defined along the size (small, medium, and large dummies) BHC, federal-chartered, multinational, non-traditional, listed dummies, and activity, asset, and loan diversification dummies. See table 3.1 for variable definitions. Liquidity creation is measure as a percentage of total asset. Statistical significance for tests of differences in means and variances at the 5% or 1% level are indicated by **, ***, respectively.

Variable	Liquidity Creation		Liquidity Creation		Liquidity Creation	
	Catfat		Catnonfat		Off-balance sheet	
Small banks	31,07%***	(0,19)***	25,85%***	(0,16)***	5,21%***	(0,06)***
Other banks	43,67%	(0,21)	32,54%	(0,14)	11,12%	(0,18)
<i>Medium banks</i>	41,56%***	(0,15)***	33,66%***	(0,13)***	7,90%***	(0,04)***
<i>Other banks</i>	31,48%	(0,19)	25,97%	(0,16)	5,50%	(0,08)
Large banks	47,27%***	(0,29)***	30,63%***	(0,16)***	16,64%***	(0,28)***
Other banks	31,51%	(0,19)	26,19%	(0,16)	5,33%	(0,06)
<i>BHC</i>	31,98%***	(0,19)***	26,40%***	(0,16)***	5,57%***	(0,08)***
<i>Non BHC</i>	30,95%	(0,20)	25,04%	(0,17)	5,91%	(0,05)
State Chartered	31,76%***	(0,19)***	26,28%	(0,16)***	5,47%***	(0,07)***
Federal Chartered	33,13%	(0,23)	26,38%	(0,17)	6,75%	(0,14)
<i>No multinational activities</i>	31,77%***	(0,19)***	26,31%***	(0,16)***	5,46%***	(0,07)***
<i>Multinational activities</i>	40,65%	(0,3)	24,69%	(0,19)	15,96%	(0,27)
Non listed bank	30,77%***	(0,19)***	25,57%***	(0,16)***	5,21%***	(0,07)***
Listed bank	42,75%	(0,20)	33,31%	(0,14)	9,44%	(0,14)
<i>No activity diversification</i>	29,61%***	(0,21)***	24,03%***	(0,17)***	5,58%	(0,10)***
<i>Activity diversification</i>	34,18%	(0,17)	28,56%	(0,14)	5,62%	(0,05)
No asset diversification	39,41%***	(0,19)***	32,95%***	(0,16)***	6,47%***	(0,08)***
Asset diversification	24,38%	(0,16)	19,64%	(0,13)	4,74%	(0,08)
<i>No loan diversification</i>	32,51%***	(0,20)***	26,88%***	(0,16)***	5,63%	(0,10)***
<i>Loan diversification</i>	31,28%	(0,18)	25,71%	(0,15)	5,57%	(0,06)

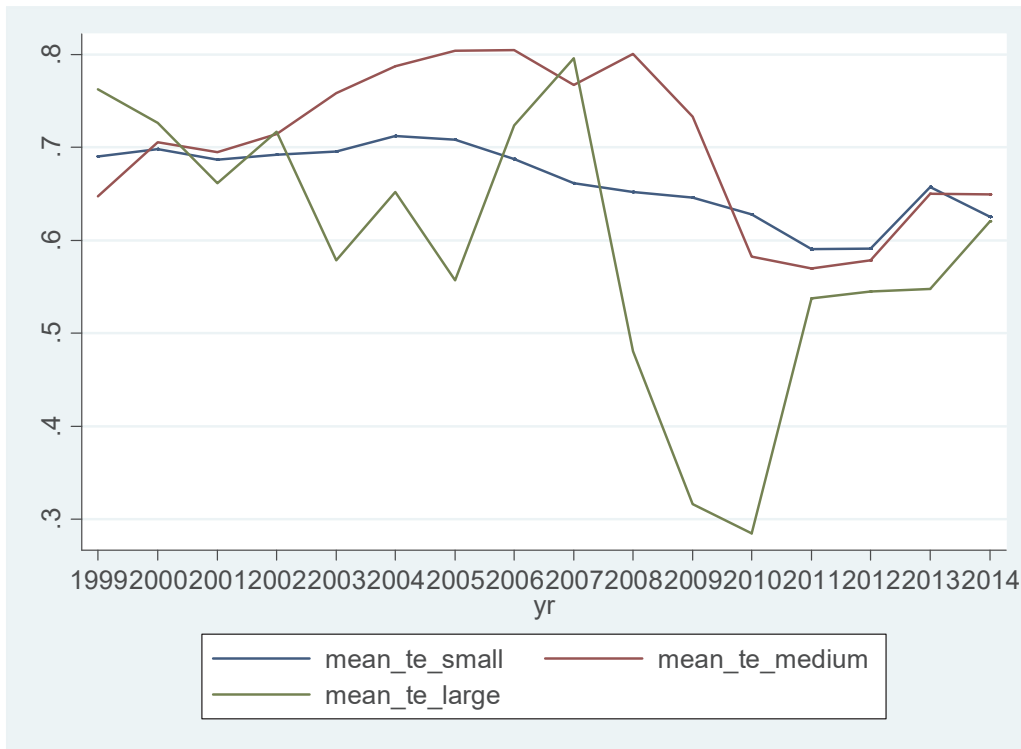
4. Results

Our primary goal is to investigate the link between the size of a bank and technical efficiency in creating liquidity. We do this in two ways.

We first estimate technical efficiency scores for the three types of liquidity creation measures (see tables 3.3 and 3.4, the three first models). Then we compare the average technical efficiency scores for small, medium, and large banks throughout the 1999-2014 period of study (table 3.5). A graphical analysis of the technical efficiency scores throughout the period illustrates the relationship between the technical efficiency in creating liquidity and the size of the banks (figure 3.1). One main result is that large banks are not the most efficient in terms of liquidity creation, although they produce the most liquidity (Berger and Bouwman, 2009). Throughout the period, large banks have most of the time on average lower technical efficiency scores regarding overall liquidity creation (“catfat”), and on-balance sheet liquidity creation (“catnonfat”). Large banks are on average as efficient as medium banks regarding off-balance sheet liquidity creation. Medium banks are throughout the period most of the time the most efficient in overall liquidity creation. Regarding on-balance sheet liquidity creation, small banks were the most efficient until 2005. From 2005 to 2009, medium banks are the most efficient in on-balance sheet liquidity creation on average, except in 2007 where the largest banks are the most efficient. In terms of overall liquidity creation, small banks are on average more efficient than large banks, but less efficient than medium banks. However, small banks are on average by far least efficient in creating liquidity off-balance sheet.

Figure 3.1: Evolution of average technical efficiency scores by bank size

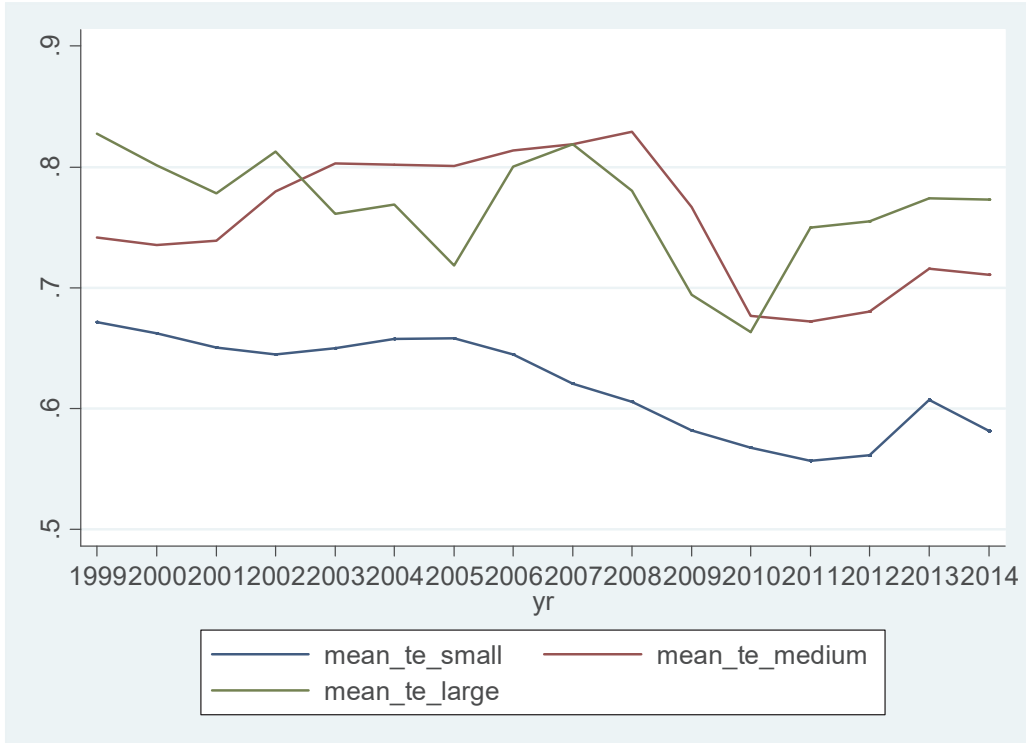
These graphs plot the evolution across time of mean technical efficiency scores by bank size. Technical efficiency scores are estimated for the overall “catfat”, on balance sheet “catnonfat”, and off-balance sheet liquidity creation measures with the first three models (cf. table 3.3). Following Berger and Bouwman (2009), banks with a gross total asset (GTA, i.e. total assets plus the allowance for loans and lease losses and transfer risk reserve) lower than \$1 billion are labelled as small. Medium banks have a GTA between \$1 and \$3 billion. Large banks have a GTA exceeding \$3 billion.



Liquidity Creation Overall “Catfat”



Liquidity Creation on-balance sheet “Catnonfat”



Liquidity Creation Off-balance sheet

Regarding the evolution of technical efficiency over time, the figures show a decrease in both on-balance sheet and off-balance sheet liquidity creation from the beginning of the financial crisis in 2007 for large banks, and in 2008 for medium banks. Technical efficiency of small banks seems unaffected by the financial crisis. This observation could be explained by the decrease in the level of liquidity production, particularly for larger banks, as shown by Berger and Bouwman (2016), while the productive resources remained quasi constant or were adjusted gradually. Off-balance sheet, the drop in liquidity creation during the crisis was likely due to borrowers drawing down their loan commitments, as documented by Campello et al. (2011). The drop in technical efficiency off-balance sheet was larger for large banks but the slope is similar between medium and large banks. However, due to the advantage of large banks in creating liquidity off-balance sheet, overall liquidity creation efficiency decreased more for large banks. Furthermore, the drop of technical efficiency in on-balance sheet liquidity creation is more pronounced for large banks both regarding the loss and the speed of the decrease. A possible explanation is a negative synergy between off-balance sheet and on-balance sheet liquidity creation during the 2007-2008 crisis. Indeed, the literature underlines the synergies between off-balance sheet commitments and deposits (Gatev and Strahan, 2006; Kashyap et al., 2002). Namely, during a non-banking financial crisis, banks are viewed as a safe haven by investors. Deposits tend to increase while borrowers want to draw funds from their loan commitments. However, in 2007-2008 a liquidity crisis affected banks. More particularly, large banks experienced a decline in funding participating to liquidity creation on the liability side. The literature indeed documents runs that occurred from 2007-2008 in asset-backed securities markets (Brunnermeier, 2009) such as the asset-backed commercial papers market (Covitz et al., 2013), the repurchase agreement market (Gorton and Metrick, 2012), federal funds markets, (Afonso et al., 2011), and other interbank markets (Acharya and Merrouche, 2012). Ivashina and Scharfstein (2010) documented the simultaneous run by short-term bank creditors and

borrowers who drew down their credit lines. Consequently, because of the negative synergy between loan commitment and funding, the drop in technical efficiency in creating liquidity on-balance sheet was more pronounced for large banks. Here we stress that the efficiency of the small banks in on-balance sheet liquidity creation seems unaffected by the financial crisis compared to the medium and large banks. As a result, from 2009, small banks became the most efficient in producing liquidity.

Table 3.3: Estimation of the stochastic frontier model

Maximum-likelihood estimates for parameters of the translog stochastic frontier model for liquidity production of US banks over the 1999-2014 period. Three specifications of the model are considered. The first specification is estimated for the three measures of liquidity creation (overall “catfat”, on-balance sheet “catnonfat”, and off-balance sheet). It includes a size variable defined as the natural logarithm of total assets, and a bank holding company dummy, as determinants of technical inefficiency effects. The second specification includes the two previous variables, and activity, asset, and loans diversification Herfindahl-Hirschman Indices (HHI). The last specification includes the size variable, the BHC dummy, and interaction terms between the three dummies of size class and the three HHI, taken separately. Standard errors are shown in brackets with *, and ** indicating significance at 5% and 1% respectively.

Variable	1 Catfat	1 Catnonfat	1 Off-balance sheet	2 Catfat	3 Catfat
Intercept	-24.491 (19.28)**	-19.694 (13.90)**	-34.878 (25.37)**	-23.388 (19.20)**	-16.063 (13.68)**
Financial capital	2.566 (9.39)**	1.448 (4.64)**	3.110 (13.08)**	2.407 (9.24)**	2.053 (9.27)**
Labour capital	-0.331 (1.32)	0.553 (1.94)	-1.167 (5.47)**	-0.422 (1.74)	0.336 (1.67)
Physical capital	-0.710 (2.38)*	-2.260 (7.43)**	2.328 (20.24)**	-0.691 (2.25)*	-2.506 (8.36)**
Non-performing loans	2.632 (12.53)**	3.939 (15.41)**	0.898 (5.53)**	2.774 (13.79)**	3.333 (19.25)**
(Financial capital) ²	0.059 (24.88)**	0.063 (28.01)**	0.004 (1.21)	0.059 (24.38)**	0.055 (23.64)**
(Labour capital) ²	-0.018 (7.69)**	-0.018 (8.64)**	-0.017 (4.10)**	-0.021 (9.13)**	-0.019 (8.28)**
(Physical capital) ²	0.251 (14.61)**	0.356 (20.89)**	-0.022 (4.30)**	0.244 (13.71)**	0.318 (18.84)**
(Non-performing loans) ²	0.022 (50.01)**	0.023 (62.94)**	0.011 (16.28)**	0.023 (48.81)**	0.025 (46.49)**
Labour capital * Physical capital	-0.006 (0.34)	-0.062 (3.24)**	0.047 (3.17)**	-0.001 (0.06)	-0.052 (3.69)**
Labour capital * Financial capital	0.047 (11.34)**	0.042 (11.80)**	0.028 (4.43)**	0.052 (12.49)**	0.054 (13.25)**
Labour capital * Non-performing loans	0.022 (9.76)**	0.025 (12.48)**	0.045 (11.88)**	0.024 (9.81)**	0.020 (7.87)**
Physical capital * Financial capital	-0.262 (13.56)**	-0.215 (9.86)**	-0.123 (6.89)**	-0.251 (13.58)**	-0.214 (13.31)**
Physical capital * Non-performing loans	-0.156 (10.54)**	-0.265 (15.06)**	-0.018 (1.40)	-0.163 (11.43)**	-0.186 (14.90)**
Financial capital * Non-performing loans	-0.049 (21.41)**	-0.029 (13.37)**	-0.076 (22.55)**	-0.053 (22.73)**	-0.063 (27.69)**

Table 3.4: Estimation of the technical inefficiency effects

Maximum-likelihood estimates for parameters of the inefficiency effects of the translog stochastic frontier model for liquidity production of US banks over the 1999-2014 period.

See table 3.3 for comments on the specification. Standard errors are shown in brackets with *, and ** indicating significance at 5% and 1% respectively.

Variable	1 Catfat	1 Catnonfat	1 Off-balance sheet	2 Catfat	3 Catfat
Intercept	8.870 (43.36)**	5.490 (25.68)**	13.463 (24.40)**	10.880 (21.97)**	9.308 (57.26)**
Ln (total assets)	0.175 (51.01)**	0.324 (92.52)**	-0.160 (32.80)**	0.095 (27.21)**	0.164 (35.65)**
BHC dummy	0.424 (40.97)**	0.469 (44.96)**	0.744 (52.42)**	0.098 (8.91)**	0.066 (5.92)**
HHI_activity (indice)				-1.280 (68.86)**	
HHI_asset (indice)				-0.986 (32.71)**	
HHI_loan (indice)				1.972 (63.95)**	
Small dummy * HHI_activity					-1.465 (75.18)**
Medium dummy * HHI_activity					1.116 (11.29)**
Large dummy * HHI_activity					0.601 (3.87)**
Small dummy * HHI_asset					-0.779 (25.21)**
Medium dummy * HHI_asset					-4.591 (38.55)**
Large dummy * HHI_asset					-5.620 (38.40)**
Small dummy * HHI_loan					1.858 (58.33)**
Medium dummy * HHI_loan					1.953 (10.94)**
Large dummy * HHI_loan					3.576 (21.29)**
Vsigma	-3.031 (270.11)**	-3.365 (271.45)**	-1.195 (122.85)**	-3.052 (267.26)**	-3.038 (267.44)**
N	103,583	103,583	103,583	103,583	103,583

A second way to investigate the link between bank size and technical efficiency in creating liquidity is to include a size variable in the estimation of the determinants of inefficiency effects of the production function. The effect of size is included through the natural logarithm of total asset in the estimation of inefficiency effect for the three types of liquidity creation measure (table 3.4). Results confirm the link observed above. Size increases inefficiency in on-balance sheet liquidity creation and reduces inefficiency in off-balance sheet liquidity creation. Ultimately, efficiency in creating overall liquidity decreases with size. Consequently, the first hypothesis that the larger a bank, the more efficient, is not validated, except regarding liquidity creation off-balance sheet.

We also look at the link between technical efficiency in producing liquidity and bank characteristics other than size. While the research underlines that multibank holding company members create the most liquidity, we find that this membership increases inefficiency in both on and off-balance sheet liquidity production (table 3.4). This result is consistent with the comparison of mean technical efficiency scores across these two groups (table 3.5). Furthermore, comparing group means, we find that being either a state chartered or a federal chartered bank has a marked link with technical efficiency. Federal chartered banks tend to be on average more efficient than state chartered in both on and off-balance sheet liquidity creation. Banks involved in activities in other countries than the US tend to be less efficient in on-balance sheet liquidity creation. Finally, listed banks tend to be less efficient in on-balance sheet liquidity production but more efficient in off-balance sheet liquidity production.

Table 3.5: Comparisons of technical efficiency scores across bank group characteristics (1999-2014)

This table reports means and standard deviations in parentheses of the technical efficiency scores for several groups of sample banks over the period of 1999 through 2014. Groups of banks are defined along the size (small, medium, and large dummies), BHC, federal-chartered, multinational, non-traditional, and listed dummies. See table 3.1 for variable definitions. Technical efficiency scores are estimated respectively with “1 catfat”, “1 catnonfat”, and “1 off-balance sheet” models (cf. table 3.3). Statistical significance for tests of differences in means and variances at the 10%, 5%, and 1% level are indicated respectively by *, **, and ***.

Variable	Technical Efficiency 1 Catfat		Technical Efficiency 1 Catnonfat		Technical Efficiency 1 Off-balance sheet	
Small banks	63,14%***	(0,21)**	65,93%***	(0,21)***	59,25%***	(0,20)***
Other banks	59,44%	(0,20)	55,06%	(0,22)	71,93%	(0,13)
<i>Medium banks</i>	60,88%***	(0,19)***	58,36%***	(0,21)	69,47%***	(0,13)***
<i>Other banks</i>	62,98%	(0,21)	65,51%	(0,21)	59,68%	(0,20)
Large banks	56,96%***	(0,22)***	49,40%***	(0,24)***	76,14%***	(0,09)***
Other banks	63,04%	(0,21)	65,61%	(0,21)	59,68%	(0,20)
<i>BHC</i>	62,45%***	(0,21)	64,69%***	(0,21)***	59,43%***	(0,19)***
<i>Non BHC</i>	67,85%	(0,21)	71,06%	(0,2)	67,37%	(0,21)
State Chartered	62,34%***	(0,21)***	64,62%***	(0,21)***	59,72%***	(0,19)***
Federal Chartered	67,88%	(0,20)	70,53%	(0,19)	63,35%	(0,20)
<i>No multinational activities</i>	63,11%***	(0,21)***	65,55%***	(0,21)***	59,95%***	(0,20)***
<i>Multinational activities</i>	47,41%	(0,23)	40,99%	(0,24)	69,35%	(0,18)
Non listed bank	62,58%***	(0,21)***	65,33%***	(0,21)**	59,03%***	(0,20)***
Listed bank	65,88%	(0,19)	64,16%	(0,21)	70,30%	(0,14)
<i>No activity diversification</i>	63,61%***	(0,22)***	66,75%***	(0,21)***	58,97%***	(0,21)***
<i>Activity diversification</i>	62,17%	(0,20)	63,69%	(0,20)	61,20%	(0,18)
No asset diversification	68,66%***	(0,19)***	70,79%***	(0,19)***	63,11%***	(0,19)***
Asset diversification	57,13%	(0,20)	59,64%	(0,21)	57,05%	(0,20)
<i>No loan diversification</i>	61,33%***	(0,21)***	63,64%***	(0,22)***	57,78%***	(0,21)***
<i>Loan diversification</i>	64,46%	(0,20)	66,80%	(0,20)	62,38%	(0,18)

A second stage of the analysis of bank characteristics related to technical efficiency in creating liquidity is to consider the effect of bank activity mix. We do this by including diversification indices in the estimation of the determinants of inefficiency effects of the production function.

Results of the second specification of the model indicate that activity concentration and asset concentration reduce inefficiency while loan concentration increases inefficiency (table 3.4, model 2). Indeed, the higher the Herfindahl-Hirschman index, the lower the diversification. However, we expect these overall effects of diversification on technical efficiency to differ along with bank size. Indeed, as exposed above, there is a link between bank size and bank business model. The third specification of the model associates the three diversification indices to the size class of the banks, either small, medium, or large.

Firstly, the Herfindahl-Hirschman Index (HHI) of activity diversification measures the extent of diversification in the sources of non-interest income. A high value of the HHI indicates a concentration of fee sources and traditional banking, while a low value indicates diversification and non-traditional banking. A negative coefficient means that a higher level of the activity concentration reduces inefficiency (table 3.5). Activity diversification is associated to more inefficiency in liquidity production for small banks only. Small banks focused on traditional banking activities, are the most efficient in on-balance sheet liquidity creation. Diversifying their activities, small banks use resources to pursue activities that do strictly produce liquidity. On the contrary, diversifying their sources of non-interest income, medium and large banks decrease inefficiency in liquidity production. Medium and large banks are specialized in non-traditional activities. Diversifying their activities medium and large banks get relatively more involved in nontraditional banking activities and improve efficiency in creating liquidity. We explain this result by economies of scope and scale stemming from diversification. Activity diversification of medium and large banks benefit to efficiency in on-balance sheet and also off-balance sheet liquidity creation because of synergies between on and off-balance sheet liquidity creation (Gatev and Strahan, 2006; Kashyap et al., 2002).

Drawing from this result, diversification of bank activities benefits in terms of economies of scope and scale conditionally on the bank being specialized in non-traditional banking.

Then, the development of nontraditional banking activities leads to greater diversification of bank asset. Indeed, traditional banking focus on lending. As banks develop nontraditional activities, the share of loans in total asset tends to decrease. We expect a bank concentrating its asset to produce more liquidity all things being equal. Indeed, concentrating its asset, a bank holds a higher proportion of loans which produce the most liquidity among other assets. On the contrary, diversifying their asset with other assets than loans, such as securities, banks allocate resources to assets destroying liquidity.

Results indicate that a higher asset diversification is associated with more inefficiency regardless the size of the bank. Indeed, a negative coefficient indicates that the higher the asset concentration (i.e. the higher the HHI of asset diversification), the lower the inefficiency (table 3.5). This effect of asset diversification confirms the second hypothesis that nontraditional banking activities reduce efficiency in creating liquidity.

Furthermore, the larger the size class of the bank, the lower the coefficient of interaction between the size class dummy and the asset diversification index. Thus, the larger the banks the higher the cost of diversification in terms of inefficiency. Because of their traditional banking activities, smaller banks have a lower degree of diversification of asset which mainly comprises loans. Nevertheless, small banks still benefit from asset concentration. As opposed to small banks, medium and large banks tend to lose significantly more from asset diversification, despite the fact that they are already more engaged in nontraditional banking such as financial market activities

(Stiroh and Rumble, 2006). Therefore, medium and large banks tend to be even more efficient while specializing in lending. In other words, banks could produce liquidity more efficiently with specialization conditionally on benefiting from scale economies. Larger banks tend to have other activities than lending but because of economies of scale, they might be more efficient in terms of liquidity production. This seems particularly the case of the medium banks, whose efficiency in on-balance sheet liquidity creation is close to the small banks' and even larger regarding overall liquidity creation (see figure 3.1). This result is in line with the observation of Berger and Bouwman (2009) that larger banks produce the most liquidity. Our contribution is to view liquidity creation in terms of productive efficiency and scale economies i.e. identifying the ability of banks to produce liquidity while saving resources. Thus, we show that the capacity of larger banks to produce liquidity efficiently is related to their benefits in terms of economies of scale and synergies in asset composition and between balance sheet and off-balance sheet liquidity creation. Larger banks could produce liquidity more efficiently despite an asset structure destroying liquidity a priori.

Finally, loan diversification increases efficiency in producing liquidity, regardless the size of the bank. Indeed, the positive coefficients indicate that the higher the loan concentration (i.e. the higher the HHI of loan diversification), the higher the inefficiency. Traditional lending includes making loans to different sectors and is thus associated to loan diversification (Deng et al., 2007). Results indicate that nontraditional lending, i.e. concentration of the loan portfolio on one type of product such as commercial loans, increases inefficiency. Making loans to various sectors or clientele, banks benefit from economies of scope which improves efficiency in producing liquidity. Indeed, banks acquire information facilitating the provision of loans to other sectors or clients. This result also validates our second hypothesis that nontraditional banking activities reduce efficiency.

5. Conclusion

Computing technical efficiency scores, we analyze the productive performance of U.S. banks in producing liquidity throughout the 1999-2014 period. We look essentially at two characteristics across banks. We consider bank size, as the literature underlines that large banks create the most liquidity, and activity mix which is likely to affect the intensity of the intermediation function of banks. Results show that the medium banks are the most efficient in producing overall liquidity, i.e. on-balance sheet and off-balance sheet. Small banks – experienced in processing soft information and relationship lending – are the most efficient in producing liquidity on-balance sheet. In other words, small banks are the most able to have the best use of productive resources to conduct the intermediation activity. This is consistent with the relationship oriented model of small banks allowing an intermediation process maximizing both value and liquidity creation (Song and Thakor, 2007). The largest banks – relying on hard information and transaction lending – which produce the most liquidity, are found to be the least efficient in on-balance sheet liquidity creation. This confirms the third hypothesis that the largest banks would be less efficient because of their involvement in nontraditional banking. Creating liquidity off-balance sheet, large banks are as efficient as medium banks. Medium banks also rely on hard information and transaction lending. They are the most efficient in overall liquidity creation. Indeed, their efficiency is close to the small banks' on-balance sheet and to the large banks' off-balance sheet.

The mix of activity affects bank efficiency. Results summarized above show that banks relying on traditional activity and relationship oriented model tend to be the most efficient in producing liquidity. This confirms the second hypothesis that traditional banking leads to higher efficiency in creation liquidity. Furthermore, concentrating their asset on loans and diversifying their loan

portfolio, therefore shifting from non-traditional to traditional banking, banks tend to improve efficiency, regardless of their size. More particularly, loan diversification is likely to bring economies of scope, benefiting to efficiency in liquidity creation. However, we underline the capability of medium and large banks to improve efficiency through activity diversification evidencing nontraditional banking. This result comes from benefits in terms of economies of scale in creating liquidity and from synergies of liquidity creation on and off-balance sheet. This is consistent with the observation that large banks create the most liquidity (Berger and Bouwman, 2009).

Finally, the efficiency of small banks is more resilient during the 2007-2008 financial crisis, particularly regarding on-balance sheet liquidity creation. On the contrary, liquidity production of large banks drops substantially. Consequently, the economy benefits from liquidity creation of small banks both in terms of efficiency levels and the resiliency of this efficiency throughout of liquidity shocks. This calls for a particular vigilance of the effect of regulation in terms of welfare of the economy. Especially, liquidity regulation might take into account banks characteristics linked to efficiency in producing liquidity in order to anticipate, or modulate its consequences.

Appendix

Table 3.6: Construction of the Herfindhal-Hirschman Indices

Descriptions of the Call Report categories used to construct the activity, asset, and loan Herfindahl-Hirschman indices.

Variable description	Variable
Income for fiduciary activities	FID
Service charges on deposit accounts	SRV
Trading revenue	TRAD
Fees and commissions from securities brokerage, investment banking, annuity sales, and insurance	S&I
Venture capital revenue	VENT
Net servicing fees	SERV
Net securisation income	SEC
Gains on sales of loans, other real estate, and other assets	GAINS
Other non-interest income	OTH
Total non-interest income	NON
Activity diversification: HHI of a bank's non-interest income sources	$HHI_{Activity}$
Cash and balances due from depository institutions	CASH
Securities	SECU
Net loans	LOANS
Fixed and real estate assets	FIX
Other assets	OTH
Total assets	ASSETS
Asset diversification: HHI of a bank's asset categories	HHI_{Asset}

Chapitre 3 – Technical Efficiency in Bank Liquidity Creation

Variable description	Variable
1-4 family residential loans	1-4RE
Construction, land development, and other land loans	CONST
Loans secured by farmland	FARM
Loans secured by multifamily properties	MULTI
Secured by nonfarm, non-residential properties	CRE
Agricultural loans	AG
Commercial and industrial loans	CI
Consumer and credit card loans	CONS
Other loans	OTH
Total loans	LOANS
Asset diversification: HHI of a bank's loans categories	HHI_{Loans}

References

- Acharya, V., & Naqvi, H. (2012). The seeds of a crisis: A theory of bank liquidity and risk taking over the business cycle. *Journal of Financial Economics*, *106*(2), 349–366.
- Acharya, V. V., & Merrouche, O. (2012). Precautionary Hoarding of Liquidity and Interbank Markets: Evidence from the Subprime Crisis. *Review of Finance*, *17*, 107–160.
- Afonso, G., Kovner, A., & Schoar, A. (2011). Stressed, not frozen: the federal funds market in the financial crisis. *Journal of Finance*, *66*, 1109–1139.
- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *6*(1), 21–37.
- Apergis, N. (2014). The long-term role of non-traditional banking in profitability and risk profiles: Evidence from a panel of U.S. banking institutions. *Journal of International Money and Finance*, *45*, 61–73.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, *20*(235–332), 325–332.
- Beltratti, A., & Stulz, R. M. (2012). The credit crisis around the globe: Why did some banks perform better? *Journal of Financial Economics*, *105*(1), 1–17.
- Berger, A. N., & Black, L. K. (2011). Bank size, lending technologies, and small business finance. *Journal of Banking and Finance*, *35*(3), 724–735.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank Liquidity Creation. *Review of Financial Studies*, *22*, 3779–3837.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2016). Bank Liquidity Creation and Financial Crises. *Academic Press, Elsevier*.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, *98*(2), 175–212.
- Berger, A. N., & Mester, L. J. (1997). Inside the Black Box: What Explains Differences in the Efficiencies of Financial Institutions? *Journal of Banking & Finance*, *21*(7), 895–947.
- Berger, A. N., Miller, N. H., Petersen, M. A., Rajan, R. G., & Stein, J. C. (2005). Does function follow organizational form? Evidence from the lending practices of large and small banks. *Journal of Financial Economics*, *76*(2), 237–269.
- Berger, A. N., Molyneux, P., & Wilson, J. O. S. (2010). Banking An overview. *Oxford Handbook of Banking*.
- Berger, A. N., & Udell, G. F. (2002). Small Business Credit Availability and Relationship Lending: The Importance of Bank Organisational Structure. *The Economic Journal*, *112*(477), 32–53.
- Berger, A. N., & Udell, G. F. (2006). A more complete conceptual framework for SME finance. *Journal of Banking and Finance*, *30*(11), 2945–2966.
- Brunnermeier, M. K. (2009). Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, *23*(1), 77–100.
- Campello, M. (2002). Internal Capital Markets in Financial Conglomerates: Evidence from Small Bank Responses to Monetary Policy. *Journal of Finance*, *57*(6), 2773–2805.
- Campello, M., Giambona, Er., Graham, J. R., & Harvey, C. R. (2011). Liquidity Management and Corporate Investment During a Financial Crisis. *The Review of Financial Studies*, *24*(6), 1944–1979.
- Carter, D. A., & McNulty, J. E. (2005). Deregulation, technological change, and the business-lending performance of large and small banks. *Journal of Banking and Finance*, *29*(5), 1113–1130.

- Cebenoyan, A. S., & Strahan, P. E. (2004). Risk management, capital structure and lending at banks. *Journal of Banking and Finance*, 28(1), 19–43.
- Chaffai, M., & Dietsch, M. (2015). Modelling and measuring business risk and the resiliency of retail banks. *Journal of Financial Stability*, 16, 173–182.
- Cole, R. A., Goldberg, L. G., White, L. J., Cole, R. A., Goldberg, L. G., & White, L. J. (2004). Cookie Cutter vs . Character : The Micro Structure of Small Business Lending by Large and Small Banks, 39(2), 227–251.
- Covitz, D., Liang, N., & Suarez, G. (2013). The Evolution of a Financial Crisis: Collapse of the Asset-Backed Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 68(3), 815–848.
- Cowan, A. R., & Salotti, V. (2015). The resolution of failed banks during the crisis: Acquirer performance and FDIC guarantees, 2008-2013. *Journal of Banking and Finance*, 54, 222–238.
- de la Torre, A., Martinnez Peria, M. S., & Schmukler, S. L. (2010). Bank involvement with SMEs: Beyond relationship lending. *Journal of Banking and Finance*, 34(9), 2280–2293.
- Deng, S. (Esther), Elyasiani, E., & Mao, C. X. (2007). Diversification and the cost of debt of bank holding companies. *Journal of Banking and Finance*, 31(8), 2453–2473.
- DeYoung, R., Hunter, W. C., & Udell, G. F. (2004). The Past, Present, and Probable Future for Community Banks. *Journal of Financial Services Research*, 25(2/3), 85–133.
- DeYoung, R., & Rice, T. (2004). How do banks make money? A variety of business strategies. *Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago*, 28(4), 52–67.
- Drehmann, M., & Nikolaou, K. (2013). Funding liquidity risk: Definition and measurement. *Journal of Banking & Finance*, 37(7), 2173–2182.
- Estes, K. (2014). Diversification and Community Bank Performance. *International Journal of Finance and Banking Studies*, 3(4), 1–40.
- Gatev, E., & Strahan, P. E. (2006). Bank’s Advantage in Hedging Liquidity Risk: Theory and Evidence from the Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 61(2), 867–892.
- Gorton, G. (2009). Information, liquidity and the (ongoing) panic of 2007. *American Economic Review*, 99, 567–572.
- Gorton, G., & Metrick, A. (2012). Securitized banking and the run on repo. *Journal of Financial Economics*, 104, 425–451.
- Hughes, J. P., & Mester, L. J. (1998). Bank Capitalization and Cost : Evidence of Scale Economies in Risk Management and Signaling Author (s): Joseph P . Hughes and Loretta J . Mester Source : The Review of Economics and Statistics , Vol . 80 , No . 2 (May , 1998), pp . 314–325 Published b, 80(2), 314–325.
- Hughes, J. P., Mester, L. J., & Moon, C. G. (2001). *Are scale economies in banking elusive or illusive?: Evidence obtained by incorporating capital structure and risk-taking into models of bank production. Journal of Banking and Finance* (Vol. 25).
- Ivashina, V., & Scharfstein, D. (2010). Bank lending during the financial crisis of 2008. *Journal of Financial Economics*, 97(3), 319–338.
- Kashyap, A. K., Rajan, R. G., & Stein, J. C. (2002). Banks as Liquidity Providers: An Explanation for the Coexistence of Lending and Deposit-Taking. *Journal of Finance*, 57(1), 33–73.
- Laeven, L., & Levine, R. (2007). Is there a diversification discount in financial conglomerates? *Journal of Financial Economics*, 85(2), 331–367.
- Meeusen, W., & van den Broeck, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 18(2), 435–444.
- Mester, L. J. (1996). A study of bank efficiency taking into account risk- preferences A study of bank efficiency taking into account. *Journal of Banking & Finance*, 20, 1025–1045.

- Rogers, K. E. (1998). Nontraditional activities and the efficiency of US commercial banks. *Journal of Banking & Finance*, 22.
- Schmidt, M. M., & Walter, I. (2009). Do financial conglomerates create or destroy economic value? *Journal of Financial Intermediation*, 18, 193–216.
- Sealey, C. W., & Lindley, J. T. (1977). Inputs, Outputs, and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions. *Journal of Finance*, 32(4), 1251–1266.
- Song, F., & Thakor, A. V. (2007). The Society for Financial Studies Relationship Banking, Fragility, and the Asset-Liability Matching Problem. *Review of Financial Studies*, 20(6), 2129–2177.
- Stein, J. C. (2002). Information Production and Capital Allocation: Decentralized versus Hierarchical Firms. *Journal of Finance*, 57(5), 1891–1921.
- Stiroh, K. J. (2004). Diversification in Banking: Is Noninterest Income the Answer? *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(5), 853–882.
- Stiroh, K. J., & Rumble, A. (2006). The dark side of diversification: The case of US financial holding companies. *Journal of Banking and Finance*, 30(8), 2131–2161.

Chapitre 4 – Measuring heterogeneity in bank liquidity risk: who are the winners and losers?²⁵

The 2007-2009 crisis stressed the importance of liquidity for banks. Aggregate liquidity indices provide an account of financial market liquidity conditions. However, these indices do not illustrate how banks individually are affected by such conditions. Similarly, balance sheet indicators only reflect degrees of potential bank exposure to liquidity shocks. Using a risk factor model, we present a way of measuring bank sensitivity to liquidity risk. Our results indicate that liquidity risk is a specific risk, and we shed light on heterogeneities among banks in terms of their exposure to liquidity risk. Liquidity conditions can hinder or benefit banks, and banks can also be insensitive to such conditions. We document large variations in exposure levels across the 2008 and 2011 crises. Larger size and higher capital levels insulate banks from aggregate liquidity risk. However, deposit shares, wholesale funding reliance and funding gaps affect only those banks benefiting from aggregate liquidity risk. These ratios reveal bank liquidity production levels. This suggests that market discipline applies to liquidity production, but only for less risky banks in cases of liquidity crisis. Thus, market discipline appears to be one-sided. This reinforces the necessity of liquidity requirements for all banks as illustrated from the Basel III liquidity ratios.

Keywords: bank risk management, liquidity risk, systemic risk

JEL classification : E51, G21, G28, G32

²⁵ Published by the Quarterly Review of Economics and Finance – <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.04.006>

1. Introduction

Bank overexposure to liquidity risk can have dramatic effects on the stability of financial systems and the economy. The 2007-2008 crisis revealed the disruptive effects of liquidity risk (e.g., Allen and Carletti, 2008; Brunnermeier, 2009). Banks relying on short-term funding suffered from higher short-term interest rates and lower degrees of funding availability (e.g., Cornett et al., 2011). Some banks could not even rollover their short-term debt, threatening their solvency. Nevertheless, not all banks were affected to the same extent by fluctuations in market-wide liquidity conditions (e.g., Craig et al., 2015). This therefore raises questions concerning cross-sectional variations in bank risk as aggregate liquidity conditions change. This calls for a measurement of individual bank sensitivity to aggregate liquidity conditions. Indeed, the literature uses two main measures of liquidity risk. A first strand of the literature uses individual bank features describing potential bank exposure to liquidity shocks. These measures, which are based on balance sheet elements, assess either asset liquidity or funding stability. A second strand of the literature considers aggregate liquidity risks associated with money markets. Aggregate liquidity conditions are measured based on interbank rates or spreads. Almost no measure considers the direct effect of aggregate liquidity on individual bank liquidity risk. Therefore, this article measures individual bank exposure to liquidity shocks in consideration of aggregate liquidity conditions. Our objective is to develop a stronger understanding of how banks respond individually to aggregate liquidity risks.

This paper contributes to the literature by introducing a measure of bank exposure to aggregate liquidity conditions. We use a risk factor model as our framework. The model allows one to compute bank sensitivity to daily variations in aggregate liquidity conditions. The sample consists of listed banks across the euro area for 2005 to 2012.

A first result indicates that liquidity risk is mainly an idiosyncratic risk in calm markets. However, during the 2007-2008 and 2011 crises, banks faced systemic liquidity shocks, as runs occurred in most components of money markets. Liquidity risk thus tended to become systematic. A second result indicates that there is a high degree of heterogeneity across banks in terms of their exposure to liquidity conditions. Bank risk is either positively or negatively affected by general liquidity conditions: aggregate liquidity either reduces or increases bank stock volatility. Moreover, many banks are not affected by aggregate liquidity. Consequently, liquidity risk at the bank level reflects overly idiosyncratic decisions in terms of funding and asset liability management. However, this heterogeneity across banks decreases during liquidity crises, as most banks become negatively affected by market-wide liquidity conditions.

The paper then looks at indicators of bank exposure to liquidity risk. Our intention is to develop a stronger understanding of relationships to bank liquidity risk. Indeed, these indicators are mainly used by regulators to contain effects of aggregate liquidity conditions on bank liquidity risk (e.g., Basel III liquidity requirements). They are also currently used to assess bank liquidity creation (Berger and Bouwman, 2009). We find that the share of deposits in total funding tends to increase exposure to liquidity risk. Moreover, reliance on wholesale funding and the scale of the funding gap limits exposure to liquidity risk. However, these effects only apply for banks positively affected by liquidity conditions, i.e., whose risk measured by stock price volatility decreases as aggregate liquidity conditions deteriorate. Thus, investors consider risks associated with liquidity creation only for those banks positively affected by aggregate liquidity changes. We interpret this as reflecting a flight-to-quality behavior, as investors consider only the liquidity creation by the strongest banks, i.e., banks benefiting from aggregate liquidity. This is also consistent with benefits

associated with liquidity hoarding. For banks that are negatively affected (for which risk increases as liquidity conditions deteriorate), market participants do not consider liquidity production. They likely anticipate receiving public support when needed. This belief is based on size and capitalization, which decrease exposure to liquidity risk. As capitalization helps banks face credit losses, we identify a relationship between bank liquidity and solvency risk.

The paper is organized as follows. Section 2 reviews the literature on bank liquidity risk measures. Section 3 introduces the risk factor model used to develop our individual measure of bank exposure to aggregate liquidity and specifies the variables used. Section 4 presents the results and analyses the liquidity risk measure. Section 5 studies relationships between balance sheet measures of liquidity risk and the measure of bank exposure to liquidity risk based on a Tobit model with friction. Section 6 presents our robustness check results; section 7 concludes.

2. Literature review

Liquidity risk reflects a bank's potential to become unable to settle obligations with immediacy over a specific horizon by using available liquid assets and cash or by incurring new debt at a reasonable price (Drehmann and Nikolaou, 2013). The literature on bank liquidity risk mostly addresses balance sheet measures of liquidity risk and measures of liquidity conditions affecting all banks on interbank and money markets separately.

First, the literature studies bank potential exposure to liquidity risk based on three balance sheet characteristics: the stability of funding, the liquidity of assets, and the funding gap between assets and liabilities.

The stability of funding represents the proportion of stable liabilities used by banks to fund their assets. Deposit withdrawals or short-term lender decisions not to rollover their funding represent a loss of funding. This possibility represents a rollover risk (Acharya et al., 2011). To this extent, bank liquidity refers to the capacity to raise funds at a reasonable cost at short notice. The stability of funding is approached by accounting for ratios representing the share of short-term funding over total funding or of interest expenses over total deposits, with the latter ratio being used to proxy funding costs (Dietrich et al., 2014). These ratios are currently known as core deposit ratios, non-core funding ratios, and brokered deposit ratios.

The liquidity of assets represents a second element of balance sheet exposure to liquidity risk. Indeed, liquid assets constitute a buffer that insures banks against rollover risks. However, the liquidity of assets is closely linked to market liquidity (Brunnermeier and Pedersen, 2009). When market liquidity dries up, banks can experience difficulties when attempting to sell specific assets without significant losses. Various ratios gauge the amount of liquid assets or cash such as the net short-term asset ratio, current ratio, acid test ratio, and government securities ratio. Asset liquidity is usually measured using the share of customer loans over total assets (Pagratis and Stringa, 2009), the reserve balance at the central bank (Acharya and Merrouche, 2012) or the daily change in bank reserve deposits (Cocco et al., 2009), among other measures²⁶.

Funding gaps are the third type of accounting indicator. Funding gaps represent the difference or proportion of illiquid assets funded by demandable debt. They are approached for instance as

²⁶ Acharya and Merrouche (2012) also use the reserve balance at the central bank to account for liquidity hoarding among large settlement banks in the UK occurring during the subprime crisis of 2007-2008. Cocco et al. (2009) find that banks with a larger imbalance in reserve deposits tend to borrow funds from banks with which they have a relationship and to pay lower interest rates than they would otherwise.

customer loans minus short-term liabilities over customer loans (Aikman et al., 2011), as money lent to banks over money borrowed from banks, as customer loans over short-term liabilities, as liquid assets over short-term liabilities, or as liquid assets over total debt (Pagratis and Stringa, 2009).

These individual micro-level measures of bank liquidity risk present banks' potential capability to withstand fluctuations in funding liquidity, all things being equal. Nevertheless, these measures are unable to account for bank effective capacities to withstand liquidity shocks. They bear at least four shortcomings. First, balance sheet measures do not account for bank capacities to access funding sources during liquidity shocks. Bank capacities to fund themselves are not only expressed as public balance sheet variables. Bank access to funding can also depend on dimensions such as bank reputation, the diversification of bank funding sources, or central bank policies. Second, the comparison of balance sheet measures between banks and across time is not straightforward. From the previous argument, the same level of a given measure for several banks does not necessarily denote the same degree of exposure to liquidity risk. Similarly, when an accounting indicator has the same value at two different points in time, this does not imply that exposure to liquidity risk is the same. Third, balance sheet measures lack frequency, as they are dependent on yearly or at best quarterly data and are backward looking measures. They also fail to provide a precise assessment of bank individual liquidity risk across time, and especially when examining stressed liquidity conditions in financial markets. These stress events usually last for a few weeks or months. Finally, it is difficult to understand the interactions between various accounting indicators. Each balance sheet measure underlines a different aspect of bank potential exposure to liquidity risk, with no measure encompassing all of them.

Second, the literature considers measures of liquidity conditions for the banking sector. These aggregate liquidity measures are relatively frequent but at the macro level. These measures are often referred to as systemic liquidity measures. However, Hong et al. (2014) note that there is no commonly accepted definition of systemic liquidity risk. Drawing on Kaufman and Scott's (2003) definition of systemic risk, systemic liquidity risk can be defined as the risk or probability of breakdowns in the entire money market as opposed to breakdowns in individual components. This is evidenced by comovements among most or all parts of the money market. Systemic liquidity risk manifested during the 2007-2008 financial crisis through a general drying up of money market liquidity. The literature documents runs that occurred from 2007-2008 in asset-backed securities markets (Brunnermeier, 2009) such as the asset-backed commercial paper market (Covitz et al., 2013), the repurchase agreement market (Gorton and Metrick, 2012), federal funds markets (Afonso et al., 2011), and other interbank markets (Acharya and Merrouche, 2012). Moreover, some banks such as Northern Rock faced runs from retail depositors (Shin, 2009) or from non-deposit creditors such as Bear Stearns and IndyMac.

Systemic liquidity risk is commonly measured using market liquidity indices such as interbank rate spreads. Spreads such as the Euribor or Libor minus government yield rates of the same maturity (e.g., Cornett et al., 2011; Hong et al., 2014; Hong and Wu, 2012) or interbank rates minus Overnight Indexed Swap (OIS) rates (e.g., Hui et al., 2011) are widely used. Market liquidity risk can also be studied based on repo haircuts as is done in Gorton and Metrick (2012)²⁷. Finally, Schwarz (2014) proposes a measure of market liquidity computed as the spread between German sovereign bonds and German KfW agency bonds²⁸. Both bonds share the same degree of credit

²⁷ Gorton and Metrick (2012) find a correlation between the change in the LIBOR-OIS and changes in repo rates.

²⁸ Kreditanstalt für Wiederaufbau is a German governmental development bank.

risk, as they are both explicitly guaranteed by the federal government. Consequently, the yield spread reflects aggregate liquidity conditions²⁹.

Finally, some studies have presented individual bank measures of liquidity risk in attempting to account for balance sheet characteristics and funding conditions of financial markets. Some authors have used bank bid or paid liquidity prices of the Eurosystem's weekly main refinancing operations (MRO) (e.g., Abbassi et al., 2013; Craig et al., 2015; Drehmann and Nikolaou, 2013). However, the data from which they are computed are not publicly available. Brunnermeier et al. (2012) propose a Liquidity Mismatch Index (LMI) computed as a sum of balance sheet items weighted by their market liquidity based on repo haircut and interbank rates. Berger and Bouwman (2009) develop a similar measure of liquidity creation by banks that involves weighting assets and liabilities of balance sheets according to their liquidity levels. Severo (2012) uses the approach that is most similar to ours. His paper measures bank exposure to systemic liquidity conditions based on bank equity return sensitivity to systemic liquidity risk. However, Severo (2012) uses this measure to estimate the cost for public authorities to provide liquidity support to banks.

²⁹ Schwarz (2014) uses this measure of market liquidity to disentangle the liquidity component from the credit component in LIBOR-OIS and sovereign bond spreads. She finds that the liquidity component represents more than two-thirds of the widening in these spreads at the start of the 2007-2009 crisis.

3. Methodology

3.1. A factor model of bank returns and volatility

Using a risk factor model, we measure individual bank exposure to liquidity conditions. The measure determines the sensitivity of volatility in bank stock returns to an aggregate liquidity risk factor. Factors models have been widely applied in the banking sector. These models analyze common risk factors that drive bank returns. Baele et al. (2015) review the literature on models including factors thought to be relevant for banks. More particularly, some authors have included liquidity risk factors in return models. Hess and Laisathit (1997) take the interest rate of three-month federal agency securities minus the interest rate of three-month U.S. Treasury bills as a liquidity risk factor. Dewenter and Hess (1998) use three-month unregulated time deposits minus the discount rate on three-month Treasury bills. Schuermann and Stiroh (2006) use the commercial paper spread to proxy liquidity risk. However, all of these authors find little explanatory power for liquidity risk. Consequently, liquidity risk does not appear to be a priced systematic risk factor.

Still, liquidity risk may influence total bank risk levels. We thus select a model that characterizes the influence of liquidity risk on either systematic risk or total risk. By expanding the market model to include an aggregate liquidity risk factor, we measure the sensitivity of total variations in bank returns to liquidity risk. We estimate this return model using an ARCH(1) process. We model the sensitivity of bank stock return volatility to aggregate liquidity risk. Using this model, we consider both idiosyncratic and market channels of liquidity risk affecting banks (Allen et al., 2009). Indeed, bank liquidity risks can be divided into idiosyncratic and systematic liquidity risks. Systematic liquidity risks relate to bank exposure to aggregate common liquidity conditions. This occurs

during a liquidity shock when the price every bank pays to finance itself on the wholesale market increases or when banks cannot refinance their maturing debt. Idiosyncratic liquidity risk reflects all bank funding decisions that can be diversified away by investors, as these decisions are independent across banks. A return model based on an ARCH(1) process can account for this dichotomy between idiosyncratic and systematic components of liquidity risk.

Following (Severo, 2012), the stock returns of bank i from period $t-1$ to t follow the model shown below³⁰:

$$r^i(t) = \alpha^i + \beta_m^i r_m(t) + \beta_L^i SL(t) + e^i(t) \sigma^i(t) \quad (1)$$

$$\sigma^i(t)^2 = \exp\left(\omega_0^i + \omega_L^i SL(t)\right) + \gamma^i \varepsilon^i(t-1)^2 \quad (2)$$

where

$$e_i \sim N(0,1)$$

The first equation expresses bank i 's stock return $r^i(t)$ as a function of the market return $r_m(t)$ and aggregate liquidity risk factor $SL(t)$. The second equation models the volatility of bank i 's stock returns. Volatility is affected by parameter (ω_L^i) , which measures the sensitivity of bank i stock return volatility to aggregate liquidity risk. The exponential form of conditional heteroskedasticity prevents the emergence of negative volatility values.

³⁰ The only difference between Severo's (2012) model and ours is that we do not include control variables in equations (1) and (2). This does not alter the results.

This model allows one to characterize the nature of bank liquidity risk as either specific or systematic. The two parameters facilitating the analysis of bank i 's liquidity risk in this model are ω_L^i and β_L^i . Parameter ω_L^i estimated in the second equation is a measure of bank i 's individual exposure to liquidity risk. A positive (negative) ω_L^i value denotes that bank i loses (benefits) from aggregate liquidity conditions. Indeed, the volatility of its stock returns increases with aggregate liquidity risk. A bank can for example be a net borrower (lender) on the interbank market and pay (get) a higher price for funding liquidity. Parameter β_L^i captures the liquidity risk premium of bank i 's risk. Parameter ω_L^i includes both systematic and idiosyncratic components of bank liquidity risk. Parameter β_L^i represents the systematic component of bank liquidity risk. A situation involving a significant parameter ω_L^i and non-significant parameter β_L^i would denote that the systematic component of bank i 's liquidity risk is absent. Consequently, bank liquidity risk would present a specific risk.

3.2. Hypotheses

Consistent with the literature previously mentioned, we do not expect liquidity risk to be priced most of the time. Regarding the liquidity parameters, we expect to observe insignificant parameters β_L on average but also significant parameters ω_L (hypothesis 1).

We expect to observe heterogeneity in bank sensitivity to aggregate liquidity conditions (hypothesis 2). Some banks should lose while others should benefit from liquidity risk.

On the one hand, during periods of liquidity crisis, banks should be negatively affected by liquidity conditions. Indeed, they may not be able to refinance themselves at a reasonable cost despite central

bank and government liquidity support schemes. Such schemes were expanded after the beginning of the crisis, starting with ECB liquidity support for the interbank market starting in August 2007. Banks should then be immune to aggregate liquidity shocks. Nevertheless, banks can lose as a result of aggregate liquidity risks due to the stigma associated with receiving public support. The literature underscores that banks receiving liquidity support from public authorities can suffer from stigma effects (Philippon and Skreta, 2012; Ennis and Weinberg, 2013). Furthermore, short-term depositor runs can occur.

On the other hand, banks can benefit from liquidity conditions for two main reasons. In contrast to normal conditions, liquidity crisis conditions can be characterized by the occurrence of liquidity hoarding behaviors by market participants and/or an increase in counterparty risk concerns. Dried up money markets can be accompanied by the hoarding of liquid assets by banks, which has been empirically shown (e.g., Aspachs et al., 2005; De Haan and Van den End, 2013). Two theoretical causes for such hoarding behaviors have been proposed. First, banks can hoard liquid assets for strategic reasons (Acharya et al., 2012; Diamond and Rajan, 2009). Second, banks can hoard liquid assets for precautionary reasons (Allen et al., 2009; Caballero and Krishnamurthy, 2008). Dried up aggregate liquidity could also be explained by an increase in counterparty risk perceived by market participants (Heider et al. 2015). Asymmetric information on counterparty credit risk leads to higher interest rates or to complete drying-up of the interbank market. Adverse selection in interbank markets was observed during the 2007-2008 crisis (Afonso et al., 2011; Angelini et al., 2011).

3.3. Data description

We build an unbalanced panel dataset for 2005 to 2012 based on daily observations of bank stock returns obtained from Datastream. Our sample includes data on listed commercial, savings and cooperative banks across the euro area. Following Schuermann and Stroh (2006), we do not count any bank return observations for a given year when more than 150 observations of daily returns are missing for a given year. After cleaning the data, we obtained a sample covering 85 banks from twelve countries across the euro area for 2005 to 2012.

Data for the one-period return of the market factor are estimated using daily national stock market return indexes relevant to the domestic market of each bank. Table 4.10 in the appendix shows the number of banks by country and the national stock market indices. To proxy aggregate liquidity, scholars often use measures of liquidity for the interbank market. A commonly used measure is the spread between banks' and government borrowing rates (Christensen et al. 2014; Haq and Heaney, 2012; Hong and Wu, 2012). As our sample is composed of banks of the euro area, we use the three-month Euribor rate. As for government borrowing rates, we use the three-month rate of euro-area AAA-rated member state yield curves computed by the ECB. We thus compute a Euribor-euro area AAA yield spread for a three-month maturity period. One of the main criticisms of spreads between banks and government borrowing rates concerns the fact that they contain both liquidity and credit risk components (e.g., Gyntelberg and Wooldridge, 2008; Schwarz, 2014), and especially in the context of a liquidity crisis affecting banks as shown by Angelini et al. (2011). We thus correct for bank credit risk by subtracting the Euribor-euro area AAA three-month spread from the CMA European Bank 5-year CDS Index provided by Datastream, which has standardized both distributions. We do not take the liquidity of bank CDS into account, as when working with CDS

data, liquidity is less of a concern (Bijlsma et al., 2014; Bongaerts et al., 2011). Working with spread rather than rate, we control for the term structure of risk-free interest rate. The five-year CDS spread is the most liquid CDS contract. In spite of their maturity mismatch, both the Euribor three-month rate and the five-year CDS index should on average move in the same direction, responding to new information about banks' creditworthiness (Tölö and Jokivuolle, 2015).

4. Results

4.1. Descriptive statistics of liquidity parameters

The model from equations 1 to 2 is estimated for each bank and for each year from 2005 to 2012. Descriptive statistics on the distribution of liquidity parameters ω_L and β_L are presented in tables 4.1 and 4.2. Non-significant liquidity coefficients are set as equal to zero, as they correspond to banks that are not exposed to aggregate liquidity risk.

Table 4.1: Descriptive statistics on ω_L per year

Table 4.1 presents the number of observations, means, medians and standard deviations of ω_L . Non-significant ω_L values at the 10% level are set to zero.

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Obs.	73	74	78	80	78	79	80	79
Mean	-0.44	-0.71	0.15	0.31	0.24	0.26	0.67	0.08
Median	0	0	0	0.34	0	0	0.75	0
Std. dev.	3.22	1.72	0.41	0.30	0.42	1.21	0.71	0.32

Table 4.2: Descriptive statistics on β_L per year

Table 4.2 presents the number of observations, means, medians and standard deviations of β_L . Values are multiplied by 1 000. Non-significant β_L values at the 10% level are set to zero.

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Obs.	73	74	78	80	78	79	80	79
Mean	-0.59	-1.29	-0.18	-0.09	-0.10	0.54	0.15	0.03
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. dev.	5.73	3.47	0.58	1.14	1.68	1.51	2.45	1.34

The parameters ω_L are on average negative before the beginning of the 2007-2008 liquidity crisis and are positive thereafter (table 4.1). Liquidity conditions represent the cost of liquidity in the interbank market. On average, during the pre-crisis period, bank stock volatility decreased with liquidity costs. Higher liquidity costs reinforced bank income and decreased total risk levels. Thus, banks on average benefited from a relatively efficient allocation of liquidity in a booming interbank market. However, since the 2007-2008 crisis, banks have been on average impeded by aggregate liquidity, as indicated by the positive value of ω_L . Higher liquidity costs decreased incomes and increased stock returns as banks were viewed as riskier. In addition to this mean effect of liquidity conditions, the standard deviation reveals heterogeneity in bank sensitivity to liquidity risk: banks have negative or positive parameters ω_L .

Furthermore, this heterogeneity has evolved over time. We observe a substantial reduction in heterogeneity through the lower dispersion of ω_L during periods of liquidity stress. During liquidity

crises, banks benefiting from aggregate liquidity conditions benefited relatively less. Banks in need of liquidity were relatively less hampered. The central bank's intervention as a substitute for the interbank market may have eased bank funding conditions, and especially for banks that were most exposed³¹. Still, more banks were sensitive to aggregate liquidity during the crisis, as the median denotes a lower proportion of ω_L equal to zero in 2008 and 2011.

The parameters β_L are valued at very close to zero for the whole 2005-2012 period (table 4.2). This is consistent with the literature finding that liquidity risk is generally not a priced factor (section 3). This confirms our first hypothesis. Still, the sensitivity of bank returns to liquidity conditions decreased in absolute value from 1.29 in 2006 to 0.09 in 2008. Similarly, the dispersion of β_L declined since the beginning of the liquidity crisis from 3.47 in 2006 to 0.58 in 2007. This suggests that the link between aggregate liquidity conditions and bank returns is significant for a larger number of banks in times of liquidity stress. This is due to the systemic nature of liquidity shocks. Liquidity decline in the money markets affected a large majority of banks that in turn experienced difficulties financing themselves. The diversity of liquidity risk positions within the interbank system declined and the correlation between bank liquidity risks increased.

4.2. Univariate analysis of liquidity parameters ω_L

We now focus our analysis on parameter ω_L . Indeed, parameter β_L is typically non-significant, which is consistent with the literature on bank risk factors. According to the literature, liquidity risk is not typically a systematic risk (Hess and Laisathit, 1997; Dewenter and Hess, 1998;

³¹ The ECB provided liquidity support to banks through operations such as long term refinancing operations (LTRO) settled by the ECB in December 2012 and March 2013.

Schuermann and Stiroh, 2006). As parameter ω_L denotes the sensitivity of individual bank susceptibility to aggregate liquidity risk, bank liquidity risk is typically a specific risk accounted for by ω_L . The absence of a systematic component of bank liquidity risk may be attributable to market participants believing that the central bank and governments would help banks in cases of systemic liquidity shock.

We perform a univariate analysis by comparing group means. As noted above, non-significant ω_L is set to zero. The estimate ω_L is not normally distributed as the Kolmogorov Smirnov test indicates. Thus, Welch and Levene's tests are used to compare distributions of ω_L . Corresponding results are shown in table 4.3 below.

First, we break the sample into two periods: 2005-2007 and 2008-2012. These periods, respectively, correspond to the pre-crisis and liquidity crisis periods. We investigate how exposure to liquidity risk has evolved across time. From comparing means of ω_L for all banks of the euro area for 2005 to 2007 and 2008 to 2012, a statistically significant difference is observed between the two means (table 4.3). Before the liquidity crisis of 2005-2007 had occurred, banks benefited on average from aggregate liquidity conditions as denoted by the negative mean of ω_L . By contrast, once the liquidity crisis had begun in 2008, banks on average were negatively affected by aggregate liquidity risk. Furthermore, a significant difference in the standard deviation of ω_L is found between the two periods. ω_L volatility decreased after the start of the 2007-2008 crisis. This is consistent with our observation of more heterogeneity in ω_L before the crisis than afterwards (section 4.1.). Thus, the systemic liquidity event characterized by a strong deterioration of liquidity conditions changed the average sensitivity of bank total risk to aggregate liquidity.

Second, we evaluate whether the measure accounts for potential differences in terms of exposure to liquidity risk across bank size. The sample is divided into small and large banks. The literature indeed shows that large banks are more heavily exposed to liquidity risk than small banks. Large banks tend to enjoy better access to financial markets (Cocco et al., 2009). They tend to be charged less for interbank loans (Furfine, 2001; Akram and Christophersen, 2010). Finally, large banks tend to hold a lower share of liquid assets on their balance sheets (Bunda and Desquilbet, 2008; Vodova, 2013). By contrast, small banks typically focus on traditional intermediation and finance themselves relatively less from financial markets or the central bank (Berger and Bouwman, 2009). Thus, small banks should be less sensitive to aggregate liquidity. Then, we should expect to observe higher positive values of ω_L for large banks than small banks. Large banks are defined as those occupying the highest decile of banks ranked by total assets at the start of the period of observation in 2005 (Jokipii and Milne, 2008). Twelve banks of 85 are considered to be large. Our results indicate that the average ω_L value is higher for large banks than for small banks, but the difference is not significant (table 4.3). However, ω_L dispersion is significantly stronger for small banks.

On average, large and small banks have both been negatively affected by the liquidity crises. The average, ω_L became positive and significantly higher from 2008-2012 relative to the 2005-2007 period for both large and small banks. Similarly, ω_L dispersion significantly declined for both large and small banks. Both large and small banks were affected by liquidity crises in a similarly negative way. However, they were not affected to the same extent. Indeed, from 2005-2007, both large and small banks on average benefited from liquidity conditions and average ω_L values between them did not differ significantly. Small banks still show significantly higher levels of heterogeneity, as the standard deviation of their ω_L is higher. However, from 2008-2012, large banks were more negatively affected by liquidity risk than small banks, as their average ω_L is significantly higher.

ω_L dispersion does not show any significant difference. The effect of liquidity crises was stronger among large banks than small banks, which is consistent with the literature underscoring the higher exposure of large banks to liquidity risk. Higher levels of large bank exposure to aggregate liquidity are likely due to a higher reliance on money markets. This hypothesis is investigated further in section 5 below.

Table 4.3: Descriptive statistics of ω_L for separately large/small banks and 2005-2007/2008-2012 periods

The table below reports the mean and standard deviation of parameter ω_L split into two distinctive groups six times. The table presents tests of significant differences in ω_L means for 2005-2007 and 2008-2012 for large and small banks with each divided across the two periods. Tests are based on Welch's test statistics. Tests on significant differences in group variances of ω_L are based on Levene's test on variance homogeneity. ***, ** and * denote that the subsamples differ significantly from one another at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

	Obs	Mean	F-value	Std. dev.	F-value
2005-2007	225	-0.32		2,12	
2008-2012	396	0.31	19.24***	0,71	45.76***
Large banks	96	0.22		0,81	
Small banks	525	0.06	2.25	1,51	3.80**
Small banks 2005-2007	189	-0.34		2.27	
Small banks 2008-2012	336	0.28	13.65***	0.73	45.13***
Large banks 2005-2007	36	-0.22		0.96	
Large banks 2008-2012	60	0.48	16***	0.56	5.04**
Large banks 2005-2007	36	-0.22		0.96	
Small banks 2005-2007	189	-0.34	0.28	2.27	4.74**
Large banks 2008-2012	60	0.48		0.56	
Small banks 2008-2012	336	0.28	5.63**	0.73	0.22

4.3. Signs of exposure to liquidity risk (ω_L)

The paragraphs above show heterogeneity across banks in terms of exposure to liquidity risk either as a cross-section or across time. The purpose of this section is to analyze the evolution of the distribution of banks across three categories defined by the signs of their ω_L values. As stated in section 3.1., a ω_L value equal to zero indicates that a bank is insensitive to aggregate liquidity. When ω_L is positive (negative), a bank is negatively (positively) affected by aggregate liquidity risk. Figure 4.1 shows the cumulative frequency of the estimated ω_L per sign. Banks insensitive to aggregate liquidity are listed in the central area of the graph while banks negatively (positively) affected are represented at the top (bottom) of the figure.

The proportions of the three types of banks evolved continually over the 2005-2012 period. Total bank sensitivity to aggregate liquidity risk was overwhelmingly either null or negative, respectively, for 51% and 35% of banks on average in 2005. Most banks were thus either not affected or benefited from aggregate liquidity conditions. A peak in negative sensitivity to aggregate liquidity risk was observed in 2006 for 42% of banks from the euro area while only 13% of banks had a positive ω_L the same year. The lower proportion of banks negatively affected by aggregate liquidity risk is interpreted as a result of the stronger liquidity of money markets prior to August 2007. Most banks did not experience difficulties obtaining funding from financial markets during that period, and their total susceptibility was independent from liquidity conditions.

In 2007 and 2008, the proportion of positive ω_L values increased, reaching a peak of 67% of banks in 2008. Consistent with stressed liquidity conditions, most banks observed their total risk increasing as aggregate liquidity deteriorated. Similarly, only two banks had a negative ω_L value in 2008. Furthermore, the proportion of banks insensitive to aggregate liquidity risk dropped from an

average of 50% to 30%. These results are consistent with the degradation of aggregate liquidity during the 2007-2008 liquidity crisis starting from July 2007 with the collapse of the market for short-term asset-backed commercial paper.

In 2009 and 2010, bank total risk became less heavily affected by aggregate liquidity risk than it did during the 2007-2008 crisis. The proportion of banks negatively affected by aggregate liquidity (positive ω_L) decreased from 35% during the crisis to 28%. However, a larger proportion of banks was still negatively affected by aggregate liquidity risk than in the pre-crisis 2005-2006 period, when only 13% of banks were negatively affected by aggregate liquidity. The proportion of banks insensitive to aggregate liquidity risk increased to 60%, thus returning to the 2005 pre-crisis level (57%). Thus, relative to the pre-crisis period, the higher proportion of positive ω_L in 2009-2010 is attributed to a lower proportion of negative ω_L values (12%).

The comparable proportion of banks insensitive to aggregate liquidity to the pre-crisis period suggests a reduction of aggregate liquidity risk back to pre-crisis levels. This is consistent with the normalization of bank access to market liquidity. However, the 2007-2008 crisis seemed to have lasting effects on the pricing of bank risk by market participants: more banks were negatively affected by systemic liquidity risk after the crisis than before.

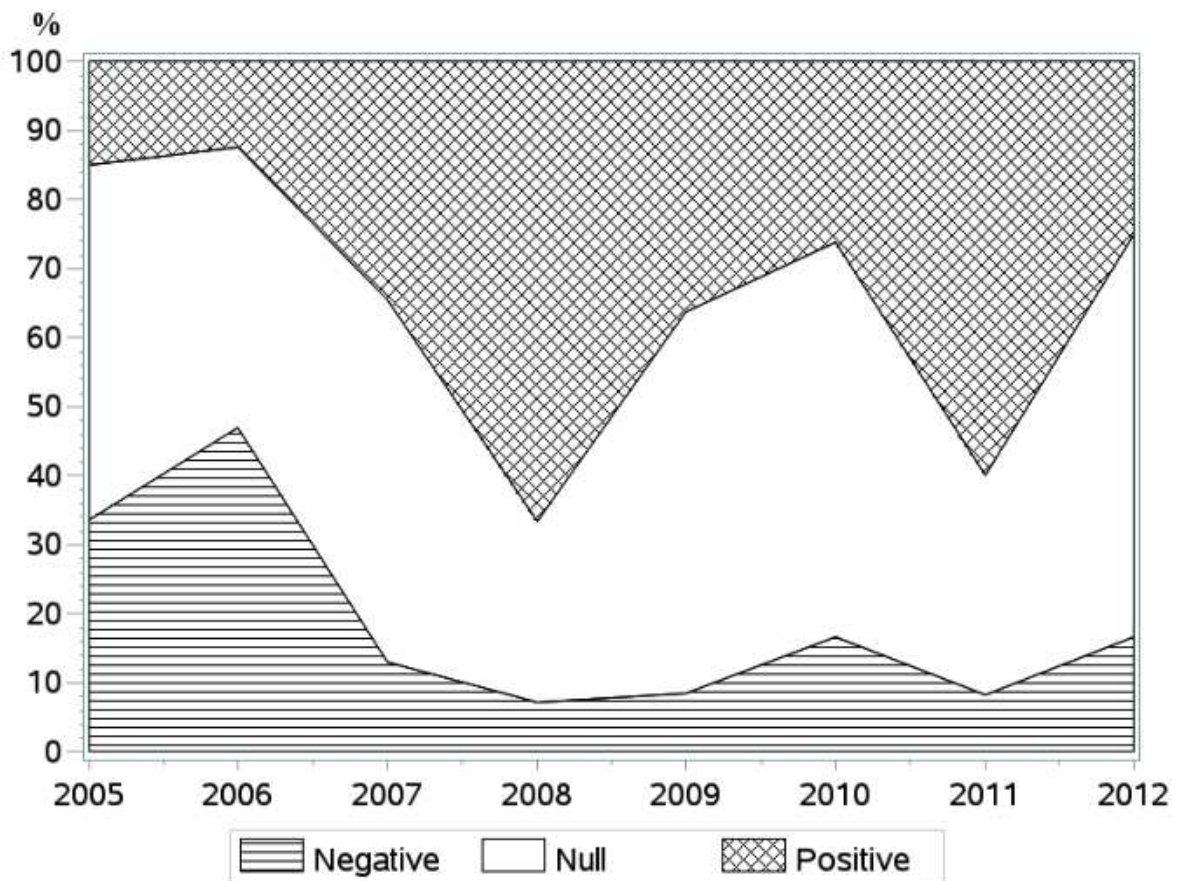
Total bank sensitivity to aggregate liquidity risk then increased in 2011 to levels comparable to those of 2008. This second peak in positive ω_L values signals a second liquidity crisis corresponding to the euro area sovereign debt crisis.

Thus, the measure of bank total risk sensitivity to aggregate liquidity conditions is consistent with the chronology of the crisis. An increasing proportion of banks with positive ω_L signals the

occurrence of liquidity stress events. More banks were sensitive to aggregate liquidity risk during the liquidity crises of 2007-2008 and 2011 than during pre- and post-crisis periods. A higher proportion of banks is negatively affected by aggregate liquidity conditions when aggregate liquidity deteriorates. Furthermore, since the 2007-2008 liquidity crisis, market participants have tended to remain cognizant of previously stressed liquidity conditions and to view bank exposure to liquidity conditions more negatively than before the crisis. These results confirm our second hypothesis.

Figure 4.1: Frequency of ω_L

The frequency of ω_L is plotted by sign for each year. Frequency is cumulated from negative to positive ω_L values. Non-significant ω_L at the 10% level of significance is set to 0.



5. Balance sheet determinants of bank sensitivity to aggregate liquidity conditions

A segment of the related literature focuses on accounting measures of bank liquidity risk. In this section, we analyze relationships between bank sensitivity measures to aggregate liquidity risk and balance sheet variables related to bank exposure to liquidity risk. Some of these more detailed

variables are at the core of Basel III liquidity requirements designed to limit bank exposure to potential liquidity shocks.

Bank size most likely shapes bank exposure to liquidity risk. Large banks are expected to be more heavily exposed to liquidity risk due to their greater reliance on wholesale markets (Cocco et al., 2009) and holdings of fewer liquid assets (Bunda and Desquilbet, 2008; Vodova, 2013). However, the literature also underscores funding advantages associated with size, namely, relatively privileged access to funding liquidity for large banks. This is attributed to the higher liquidity of more significant debt issues, to more frequent issuances, and to anticipated liquidity support from public authorities in times of distress. Lenders to large institutions anticipate that these will be bailed out during emergencies and require a lower risk premium through more advantageous interest rates (e.g., Akram and Christophersen, 2010; Acharya et al., 2014; Bijlsma et al., 2014). Thus, access to wholesale markets and to liquidity support from central banks or governments should protect banks negatively affected by aggregate liquidity shocks. Consequently, the effects of bank size on bank exposure to liquidity risk are ambiguous.

Leverage may also be related to liquidity risk exposure. Leverage is procyclical. In times of economic growth, money markets are liquid and banks finance the expansion of their balance sheets using short-term funds on wholesale markets (Adrian and Shin, 2010). Thus, more heavily leveraged banks should be more exposed to liquidity shocks. When leverage is computed as equity over total assets, a negative link between leverage and measures of bank liquidity risk is expected.

Funding stability tends to render banks less affected by liquidity risk. Deposits are viewed as a stable funding source due to deposit insurance (e.g., Diamond and Dybvig, 1983; Calomiris and

Kahn, 1991; Diamond and Rajan, 2001; Diamond and Rajan, 2000). According to models of banking theory, insured depositors have no incentives to run on banks. A negative link is expected between deposit shares of total assets and exposure to liquidity risk (ω_L). By contrast, the more banks rely on wholesale funding, the more heavily exposed to liquidity risk they can become. Thus, a positive relationship is anticipated between short-term debt shares of total assets and measures of bank liquidity risk. Holding a buffer of liquid assets also tends to protect banks from liquidity risk, as they can face larger cash outflows. We expect to find a negative link between the proportion of liquid assets of total assets and measures of bank liquidity risk. Finally, funding gaps defined as the share of loans financed with stable funding synthesize both the stability of funding and the liquidity of assets. We expect to find a negative relationship between funding gaps and measures of bank liquidity risk. These last four variables provide an account of bank liquidity creation.

Finally, a positive relationship between liquidity and insolvency risk is proven theoretically (e.g., Eisenbach et al., 2014) and empirically (e.g., Imbierowicz and Rauch, 2014). This principle mainly comes from the literature on bank runs. On the one hand, short-term creditors can decide to run based on beliefs on bank assets through sunspot bank runs (Diamond and Dybvig, 1983; Iyer and Puri, 2012). On the other hand, depositors can run based on information on asset risks through fundamental bank runs (Allen and Gale, 2007; Goldstein and Pauzner, 2005). We thus expect to observe a positive relationship between credit risk and exposure to liquidity risk.

5.1. Methodology

One characteristic of the estimated ω_L is the large number of non-significant values set to zero in the previous section. This calls for a regression strategy based on this feature. To estimate the

effects of the selected balance sheet features on exposure to liquidity risk, we use a Tobit model with friction introduced by Rosett (1959) as a generalization of Tobin's (1958) model. This model considers the fact that variations in explanatory variables may affect the explained variable if and only if they are large enough, i.e., contributing to the crossing of certain thresholds. This specific feature accounts for the fact that a bank not currently exposed to liquidity risk can become positively or negatively exposed only when its characteristics change sufficiently, hence reflecting the share of banks exhibiting non-significant exposure to aggregate liquidity.

This specification thus assumes that the dependent variable, ω_L , only responds to strong variations in a latent non-observable variable ω_L^* . This market participant behavior may be due to transaction costs that limit transactions relative to desired levels and more generally to stickiness. When parameter ω_L is positive or negative, we are no longer referring to the frictional part of the model and ω_L can be determined by a given set of covariates. However, a parameter ω_L that is equal to zero denotes insensitivity to liquidity conditions.

Let $\omega_{L,it}^*$ be the latent individual liquidity measure of liquidity risk for bank i at time t . Balance sheet characteristics are modeled by a vector x_t of k exogenous variables excluding the constant as shown by equation (3):

$$\omega_{L,it}^* = \sum_{j=1}^k \beta_j x_{j,it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

The observed individual liquidity measure $\omega_{L,it}$ is modeled as a function of the expected $\omega_{L,it}^*$ according to $\omega_{L,it} = \xi(\omega_{L,it}^*)$. Function $\xi(\cdot)$ maps latent variable $\omega_{L,it}^*$ to observed variable $\omega_{L,it}$. This function is given by equation (4):

$$\omega_{L,it} = \begin{cases} \omega_{L,t}^* - \alpha_1, & \omega_{L,t}^* < \alpha_1 \\ 0, & \alpha_1 \leq \omega_{L,t}^* \leq \alpha_2 \\ \omega_{L,t}^* - \alpha_2, & \alpha_2 < \omega_{L,t}^* \end{cases} \quad (4)$$

5.2. Data and results

The model is estimated using the following balance sheet variables. Bank balance sheet data were extracted from Datastream and Worldscope reports:

- Size = $\ln(\text{total assets})$
- Leverage = $\text{equity} / \text{total assets}$
- Deposit share = $\text{deposits} / \text{total liabilities}$
- Cash share = $\text{cash and due from banks} / \text{total assets}$
- Reliance on wholesale funding = $\text{short-term debt} / \text{total debt}$
- Asset liquidity = $\text{net loans} / \text{total assets}$
- Funding gap = $(\text{net loans} - \text{short-term debt}) / \text{net loans}$
- Credit risk = $\text{provisions for loan losses} / \text{net loans}$

Table 4.4 lists descriptive statistics on these balance sheet characteristics. A lag of one year is applied to all of these independent variables. Correlations between all variables used to estimate the model are shown in appendix table 4.8.

Table 4.4: Descriptive statistics on bank balance sheet characteristics

Table 4.4 reports means and standard deviations of bank balance sheets in parentheses. Bank characteristics are values lagged by one period. Data are observed for 2005 to 2012. Significant mean difference tests are based on Welch’s test statistic. Significant variance difference tests of negative, null and positive ω_L are based on Levene’s test statistic. ***, ** and * denote that the three samples differ from one another at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

Independent variables	ω_L			p-values
	Negative	Null	Positive	
N	80	310	231	
Volatility of returns	0.019*** (0.013)**	0.021 (0.021)	0.030 (0.017)	0.00 0.01
Size	16.46*** (2.00)	17.24 (2.02)	17.58 (2.18)	0.00 0.44
Leverage	0.09 (0.09)	0.08 (0.07)	0.08 (0.07)	0.51 0.81
Deposit share	0.45 (0.19)*	0.45 (0.19)	0.42 (0.16)	0.19 0.06
Cash share	0.02 (0.01)	0.02 (0.03)	0.02 (0.02)	0.92 0.67
Reliance on wholesale funding	0.50 (0.29)**	0.51 (0.24)	0.52 (0.23)	0.79 0.02
Asset liquidity	0.71 (0.17)*	0.72 (0.16)	0.68 (0.19)	0.11 0.10
Funding gap	0.64 (0.85)	0.71 (0.21)	0.63 (0.62)	0.16 0.23
Credit risk	0.008 (0.02)*	0.007 (0.01)	0.007 (0.01)	0.68 0.10

The effect of liquidity production and credit risk on bank liquidity risk is most likely dependent on bank liquidity conditions. We thus expect effects on bank liquidity risk to vary depending on whether banks are positively or negatively affected by aggregate liquidity risk. Different parameters of equation (4) should reflect effects of liquidity production and credit risk conditional to the sensitivity of bank liquidity risk. The opposite signs of parameters for positive and negative ω_L reflect two possible situations. When parameters are positive for negative ω_L and negative for positive ω_L , then the proxy of liquidity production or credit risk should tend to make banks insensitive to liquidity risk. By contrast, when parameters are negative for negative ω_L and positive for positive ω_L , then the proxy should tend to make banks more sensitive to liquidity risk.

Consequently, we first perform a Wald test on each independent variable to determine whether to impose a restriction of equal slope of upper and lower parts of the model (Fox, 1997). The results are shown in appendix table 4.9. When the test results are not significant, we impose a restriction of equal coefficients on the upper and lower parts. Thus, we impose a restriction of equal coefficients on leverage, cash, asset liquidity, loan loss provisions, and the error term.

The model is estimated for the entire 2005-2012 period. Table 4.5 shows the estimation results. Estimates in panel A correspond to the estimation with negative ω_L while panel B refers to the estimation with positive ω_L .

Table 4.5: Tobit regressions

Table 4.5 presents the results of the Tobit regressions of bank balance sheet variables lagged by one year on ω_L . The regressions are estimated for 2005-2012 and for negative ω_L (panel A) and positive ω_L (panel B). Error terms were subjected to Wald testing and are constrained to be equal. Hence, they are only reported in panel B. Variables in bold present the same parameters for negative and positive ω_L . The goodness of fit measure is the squared multiple correlation between predicted and observed values of ω_L . Standard errors are reported in parentheses. ***, ** and * denote that coefficients are statistically significantly different from zero at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

	Estimates	
	Panel A: negative ω_L	Panel B: positive ω_L
α_1	-7.917*** (1.73)	.
α_2	.	5.568*** (0.81)
Size	0.166** (0.08)	-0.198*** (0.04)
Leverage	-5.808** (2.89)	-5.808** (2.89)
Deposit share	-2.422* (1.44)	0.134 (1.05)
Cash share	-6.51 (4.72)	-6.51 (4.72)
Reliance on wholesale funding	2.477*** (0.93)	-0.312 (0.68)
Asset liquidity	-0.284 (0.58)	-0.284 (0.58)
Funding gap	4.713*** (1.61)	-0.282 (1.04)
Credit risk	1.959 (5.61)	1.959 (5.61)
Error term	1.361*** (0.06)	1.361*** (0.06)
Goodness of fit	61%	36%
Obs	521	379

We first comment on the results of explanatory variables on which an equality constraint was applied. Leverage computed as equity over total assets has a consistent effect on banks depending on their sensitivity to liquidity risk. Market participants value higher levels of capital to decrease their sensitivity to aggregate liquidity. Leverage tends to decrease (increase) the sensitivity of banks negatively (positively) affected by aggregate liquidity risk. As more capitalized banks rely less on wholesale markets to finance themselves, they depend less on aggregate liquidity. This result provides information on the relationship between liquidity and credit risk. Indeed, capital buffers help banks absorb credit shocks and decrease their insolvency risks. Imbierowicz and Rauch (2014) observed that the interaction between bank liquidity risk and credit risk is dependent on the overall level of bank risk. Rather, conditional to the probability of defaults, the interaction between liquidity risk and credit risk can either mitigate or aggravate the probability of defaults. Here, we further argue that the relationship between liquidity risk and credit risk is dependent on bank sensitivity to liquidity risk. Indeed, capital tends to insulate banks from liquidity risk when they are negatively affected by aggregate liquidity, i.e., banks for which risks measured based on stock volatility increase as aggregate liquidity conditions deteriorate. In addition, capital decreases the volatility of returns of banks insensitive to or positively affected by market wide liquidity, thus increasing benefits in terms of total risk. Regarding cash shares, asset liquidity and credit risk, no significant relationship was observed with ω_L .

Second, we comment on the results of explanatory variables for which no equality constraint was imposed. These parameters are size, the deposit share, reliance on wholesale funding and funding gaps.

Size is significant for all ω_L values. The positive (negative) sign of the estimated parameter for size for negative (positive) ω_L suggests that larger banks are exposed to less liquidity risk. A larger size tends to make banks insensitive to aggregate liquidity conditions. Larger banks with negative ω_L values benefit less from aggregate liquidity. Similarly, for positive ω_L values, larger banks are subjected to higher risk levels with aggregate liquidity. Thus, we observe that market participants value size as a way to insulate banks from aggregate liquidity pressures. This may reflect an incentive for banks to expand enough to benefit from public support under systemic liquidity stress. This suggests that even though larger banks are likely to be more heavily exposed to liquidity risk, the market anticipates public support for banks.

Regarding deposit share, wholesale funding reliance and funding gap relationships to ω_L , such relationships are significant only for banks with negative ω_L values. The estimated parameter for deposit shares is negative. Thus, for banks gaining from aggregate liquidity stress, market participants value a higher deposit share as even more advantageous in terms of total risk. This result is consistent with the literature underscoring the funding advantages of stable deposits. In addition, this result complements the literature, as the effects of deposits are dependent on bank exposure to liquidity risk. Increasing deposits is advantageous for banks benefiting from aggregate liquidity but not for banks negatively affected. Similarly, the estimated parameter for the reliance on wholesale funding is positive. Banks benefiting from the degradation of aggregate liquidity tend to lose this advantage in terms of total risk as they finance themselves relatively more through money markets. This result is consistent with the literature, as wholesale funding increases potential bank exposure to liquidity shocks. Finally, the estimated parameter for the funding gap is positive. A larger funding gap denotes here that a bank finances its loans with more long-term debt.

This implies a lower share of short-term debt. This result is in accordance with the literature stressing that more long-term funding reduces exposure to potential liquidity shocks.

Thus, regarding deposit shares, reliance on wholesale funding, and funding gaps, there are asymmetries between positive and negative ω_L . These results provide insight into investors' perceptions of risk. According to these three ratios, investors have perceptions of a bank's business model and more particularly of the intensity of liquidity creation levels. Higher levels of liquidity creation result in higher degrees of liquidity risk (Berger and Bouwman, 2009). Concordantly, riskier banks are more negatively affected by aggregate liquidity (table 4.4). However, liquidity creation only affects the sensitivity of banks positively affected by aggregate liquidity changes. This behavior reflects a flight-to-quality behavior as investors consider the liquidity creation of the strongest banks. This is also consistent with motivations behind liquidity hoarding. Indeed, benefits are anticipated from liquidity hoarding either as a strategic or precautionary motive. Banks can benefit from the degradation of aggregate liquidity through profits from fire sales of assets or from needing less wholesale funding (Allen et al. 2009; De Haan and Van den End, 2013). For banks negatively affected by aggregate liquidity, market participants do not view variations in liquidity creation as either aggravating or mitigating bank sensitivity to liquidity risk. Market participants likely believe that these banks should benefit from the support of public authorities when needed. This is consistent with the literature showing that unconditional public support for banks reduces incentives for banks to hold liquidity (Acharya et al., 2011). This belief is most likely based on the size and capitalization of banks as indicated by the results shown above. As a result, the market discipline of liquidity creation appears to be one-sided. From a regulatory point of view, this argues in favor of the regulation of liquidity creation through liquidity requirements such as Basel III ratios.

6. Robustness checks

We investigated some alternative specifications as a check on the robustness of our main findings. We estimated a model for alternative aggregate liquidity indices (6.1.) and market factor indices (6.2.). We also checked for linearity in the relationship between bank returns and aggregate liquidity risk factors (6.3.).

6.1. Alternative aggregate liquidity indices

First, we estimate the model from the Euribor euro area AAA spread on maturities for six, nine and twelve months. Furthermore, we use another measure of euro area government borrowing rates: the Eurobenchmark yield curve rate provided through Bloomberg for maturities of 6 and 12 months. For all cases, the relationship between bank returns and the aggregate liquidity index reflects results reported in section 4.

6.2. Alternative market factor indices

Second, another concern relates to what extent composite national market return indexes integrate the banking industry and thus to the effect of aggregate liquidity on bank stock returns. Indeed, larger banks are usually a component of composite national market indices. For instance, French market return index CAC 40 and the German DAX 30 each include three large banks³². We

³² The CAC 40 index includes BNP Paribas, Crédit Agricole, and Société Générale while the DAX 30 index includes Commerzbank, Deutsche Bank, and Deutsche Postbank.

determined whether this could explain the quasi-absence of significant β_L values consistent with the literature on risk factor models. To investigate the influence of market index returns on the aggregate liquidity index, we re-estimate the factor model using a market return index excluding banks. As computing composite national market returns while excluding banks is not the aim of this study, we take Eurostoxx ex banks as a market return factor including all sectors but the banking industry³³. The distribution of negative, null and positive ω_L values estimated (table 4.6) reflects our previous results (section 4). Indeed, the distribution of ω_L (figure 4.2 below) takes the same shape, but the impact of liquidity crises is slightly accentuated as we observe fewer positive ω_L values prior to the crisis of 2006 and more positive values during the crisis. Similarly, the distribution of β_L (table 4.7 below) reflects results presented in section 4. We still observe a few more positive β_L values in 2010 and negative β_L values in 2007 and 2012. Thus, effects of a market factor index excluding banks on bank liquidity risk appear to be negligible.

Table 4.6: Descriptive statistics of ω_L per year

Table 4.6 presents the number of observations, means, medians, standard deviations, 10th and 90th quantiles, and maximum and minimum values of ω_L . Non-significant ω_L values at the 10% level are set to zero.

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Obs.	73	74	78	80	78	79	80	79
Mean	-0.41	-0.93	0.20	0.31	0.21	0.32	0.52	0.07
Median	0	0	0	0.38	0	0	0.53	0
Std. dev.	3.51	1.79	0.44	0.30	0.44	0.99	0.72	0.45

³³ The Eurostoxx ex bank index is generated by STOXX Limited. It is computed as an index of 261 large, mid-sized and small capitalization companies across 12 Eurozone countries corresponding exactly to the geographical area covered by our sample and excluding stocks from the banking sector.

Figure 4.2: Frequency of ω_L estimated for Eurostoxx ex banks

ω_L frequency is plotted by sign for each year. Frequency is cumulated from negative to positive ω_L . Non-significant ω_L values at 10% significance are set to 0.

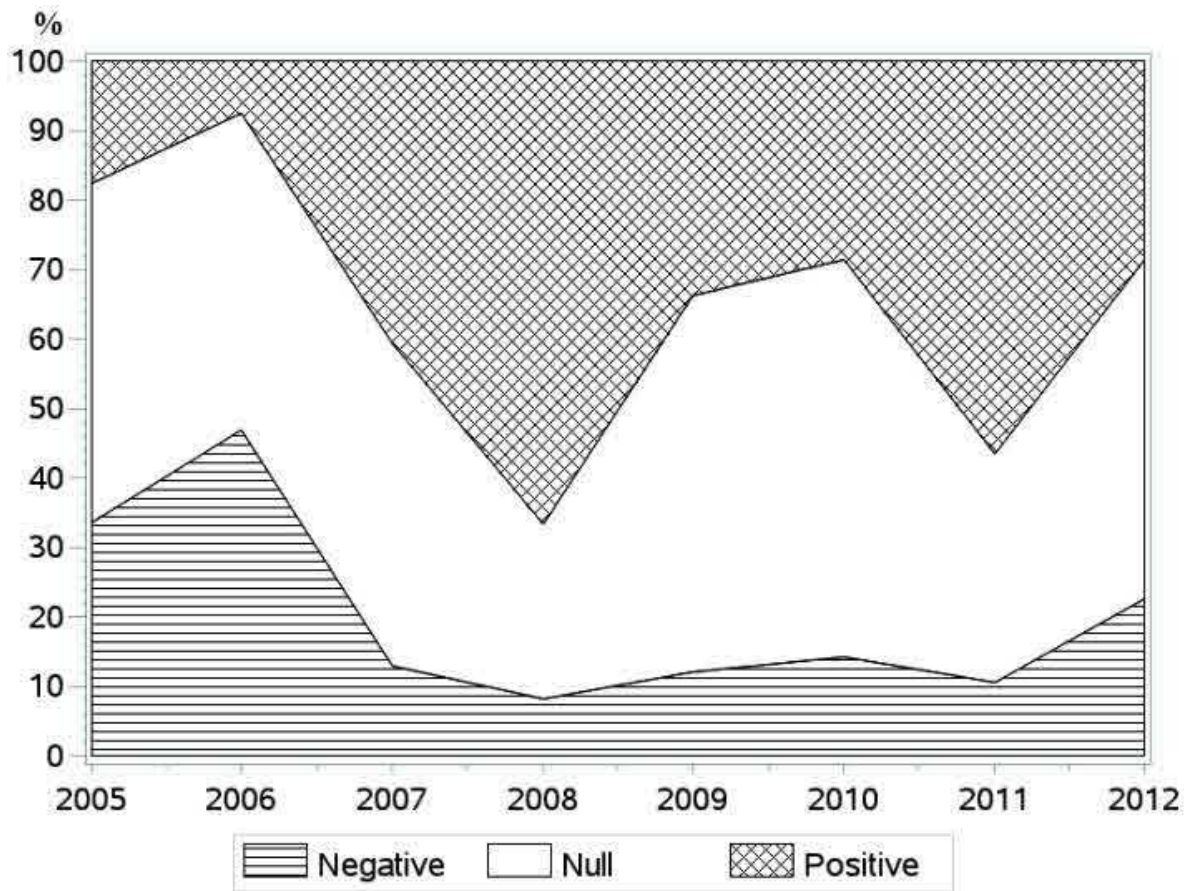


Table 4.7: Descriptive statistics of β_L per year

Table 4.7 presents the number of observations, means, medians, standard deviations, 10th and 90th quantiles, and maximum and minimum values of β_L . Values are multiplied by 1 000. Non-significant β_L values at the 10% level are set to zero.

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Obs.	73	74	78	80	78	79	80	79
Mean	-1.20	-0.72	-0.31	-0.22	-0.12	0.92	0.35	-0.32
Median	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. dev.	6.66	2.50	0.95	1.51	2.27	1.88	2.32	1.84

6.3. Linearity of the relationship between bank returns and the aggregate liquidity factor

Finally, we allow for non-linearity in the relationship between bank returns and the aggregate liquidity factor. Indeed, from the sudden irruption of liquidity crises, one could question the linearity of this relationship. We thus add another regressor to the initial model: the squared aggregate liquidity index. The following model is thus estimated:

$$r_{i,t} = \alpha_i + \beta_{m,i}r_{m,t} + \beta_{L,i}SL_t + \beta_{L^2,i}SL_t^2 + e_{i,t}\sigma_{i,t} \quad (5)$$

$$\sigma_{i,t}^2 = \exp(\omega_i + \omega_{L,i}SL_t) + \gamma_i\varepsilon_{i,(t-1)}^2 \quad (6)$$

where

$$e_i \sim N(0,1)$$

However, the cumulative frequencies of squared β_L and ω_L follow the same pattern as that shown in section 4 (figures 4.1 and 4.2). The number of significant β_L values (85) remains close to that we observe for the first model (81) while 91 significant β_L^2 values are observed. The results on parameter ω_L remain unchanged.

7. Conclusion

The measure of exposure to aggregate liquidity conditions confirms that liquidity risk is generally considered a specific risk. Our main results also highlight the heterogeneity of exposure to liquidity risk across banks. While some banks benefit from it, others are hampered by or insensitive to liquidity risk. The benefits of liquidity costs could be explained by the liquidity hoarding behaviors of banks either for strategic or precautionary reasons. A second major result concerns the identification of the 2007-2009 and 2011 liquidity crises as heterogeneity declines. However, even during liquidity crises, liquidity risk remained as a specific risk. This suggests that market participants anticipate interventions from public authorities, stressing the efficiency of European Central Bank policies during liquidity crises. Nevertheless, our findings show that size becomes determinant only during liquidity crises. As the literature stresses the importance of accounting for indicators of liquidity risk, we further examined the relationship between them and our measure. Deposit shares, reliance on wholesale funding, and funding gaps denote levels of liquidity production in banks. Our results indicate that market participants value liquidity creation only for banks whose risk decreases with increasing aggregate liquidity risk. Regarding banks negatively affected by liquidity risk, liquidity production has no effect. Market participants likely anticipate support from public authorities. Indeed, higher levels of size and capitalization reduce bank sensitivity. Thus, our measure is in accordance with the literature on accounting measures of

liquidity risk. Furthermore, we shed light on perceptions of bank liquidity risks among market participants. As the market discipline of liquidity production appears to be one-sided, this reinforces the need to impose liquidity requirements on all banks such as the Basel III liquidity ratios.

Appendix

Tableau 4.8: Correlations between ω_L and balance sheet variables

Table 4.8 presents Pearson correlation coefficients and p-values in parentheses between ω_L and balance sheet characteristics such as size = $\ln(\text{total assets})$, leverage = capital / total assets, deposit shares = deposits / total assets, cash shares = cash / total assets, wholesale funding = short-term debt / total debt, asset liquidity = net loans / total assets, funding gaps = (net loans – short-term debt) / net loans, credit risk = provisions for loan losses / net loans.

	ω_L	Size	Leverage	Deposit share	Cash share	Wholesale funding	Asset liquidity	Funding gap	Credit risk
ω_L	1	0.082 (0.050)	-0.099 (0.018)	0.021 (0.609)	-0.002 (0.965)	0.029 (0.481)	-0.028 (0.494)	0.021 (0.619)	-0.020 (0.632)
Size		1	-0.386 ($<.0001$)	-0.288 ($<.0001$)	-0.038 (0.363)	0.150 (0.000)	-0.502 ($<.0001$)	-0.068 (0.104)	-0.055 (0.184)
Leverage			1	-0.235 ($<.0001$)	-0.040 (0.341)	-0.086 (0.040)	0.302 ($<.0001$)	0.089 (0.032)	-0.088 (0.033)
Deposit share				1	0.328 ($<.0001$)	0.166 ($<.0001$)	0.214 ($<.0001$)	0.324 ($<.0001$)	0.161 ($<.0001$)
Cash share					1	0.055 (0.187)	-0.017 (0.687)	0.109 (0.009)	0.148 (0.000)
Wholesale funding						1	-0.333 ($<.0001$)	-0.333 ($<.0001$)	-0.075 (0.070)
Asset liquidity							1	0.445 ($<.0001$)	0.061 (0.146)
Funding gap								1	0.073 (0.079)
Credit risk									1

Tableau 4.9: Results of the Wald test

Table 4.9 presents the results of our Wald tests on equal coefficients for balance sheet variables of the model between upper and lower parts of the friction model. When the Wald test is not significant, a restriction is imposed on the variable that consists of equal coefficients for the upper and lower parts of the Tobit model. ***, ** and * denote that the tests are statistically significantly at the 1%, 5% and 10% levels, respectively.

Balance sheet variables	Wald statistics
Size	14.15***
Leverage	1.94
Deposit share	3.20*
Cash share	0.51
Reliance on wholesale funding	4.34**
Asset liquidity	1.63
Funding gap	3.15*
Credit risk	0.03

Tableau 4.10: Geographical distribution of the sampled banks

Table 4.10 presents the number of banks in the sample by country of origin and national stock market indices used to estimate the risk factor model (eq. 1 and 2).

Country	Number of banks	National stock market index
Austria	3	ATX
Belgium	2	BEL20
Germany	14	DAX30
Spain	8	IBEX35
Finland	1	OMXH
France	21	CAC40
Greece	9	ATHEX
Ireland	3	ISEQ20
Italy	18	FTSE MIB
Luxemburg	1	LUXX
The Netherlands	2	AEX25
Portugal	3	PSI20

References

- Abbassi, P., Fecht, F., & Weber, P. (2013). How stressed are banks in the interbank market? *Deutsche Bundesbank Discussion Paper*, 40.
- Acharya, V. V., Anginer, D., & Warburton, A. J. (2014). The End of Market Discipline? Investor Expectations of Implicit Government Guarantees. *SSRN Working Paper*.
- Acharya, V. V., Gale, D., & Yorulmazer, T. (2011). Rollover risk and market freezes. *Journal of Finance*, 66(4), 1177–1209.
- Acharya, V. V., Gromb, D., & Yorulmazer, T. (2012). Imperfect competition in the interbank market for liquidity as a rationale for central banking. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(2), 184–217.
- Acharya, V. V., & Merrouche, O. (2012). Precautionary Hoarding of Liquidity and Interbank Markets: Evidence from the Subprime Crisis. *Review of Finance*, 17, 107–160.
- Acharya, V. V., Shin, H. S., & Yorulmazer, T. (2011). Crisis Resolution and Bank Liquidity. *Review of Financial Studies*, 24, 2166–2205.
- Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). Liquidity and leverage. *Journal of Financial Intermediation*, 19(3), 418–437.
- Afonso, G., Kovner, A., & Schoar, A. (2011). Stressed, not frozen: the federal funds market in the financial crisis. *Journal of Finance*, 66, 1109–1139.
- Aikman, D., Alessandri, P., Eklund, B., Gai, P., Kapadia, S., Martin, E., Willison, M. (2011). Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability. *Financial Stability, Monetary Policy and Central Banking*, 15(12), 371–410.
- Akram, F. Q., & Christophersen, C. (2010). Interbank overnight interest rates-gains from systemic importance. *Norges Bank Working Paper Series*, 11.
- Allen, F., & Carletti, E. (2008). The Role of Liquidity in Financial Crises. In *Economic Policy Symposium - Jackson Hole - Federal Reserve Bank of Kansas City* (pp. 379–412).
- Allen, F., Carletti, E., & Gale, D. (2009). Interbank market liquidity and central bank intervention. *Journal of Monetary Economics*, 56, 639–652.
- Allen, F., & Gale, D. (2007). Understanding Financial Crises. *Oxford: Oxford University Press*.
- Angelini, P., Nobili, A., & Picillo, M. C. (2011). The interbank market after August 2007: what has changed and why? *Journal of Money, Credit and Banking*, 43(5), 923–958.
- Aspachs, O., Nier, E., & Tiesset, M. (2005). Liquidity, banking regulation and the macroeconomy - Evidence on bank liquidity holdings from a panel of UK-resident banks. *Bank for International Settlements Working Paper*.
- Baele, L., De Bruyckere, V., De Jonghe, O., & Vander Vennet, R. (2015). Model uncertainty and systematic risk in US banking. *Journal of Banking & Finance*, 53, 49–66.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank Liquidity Creation. *Review of Financial Studies*, 22, 3779–3837.
- Bijlsma, M., Lukkezen, J., & Marinova, K. (2014). Measuring too-big-to-fail funding advantages from small banks' CDS spreads. *CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis Discussion Paper*, 268.
- Bongaerts, D., De Jong, F., & Driessen, J. (2011). Derivative Pricing with Liquidity Risk: Theory and Evidence from the Credit Default Swap Market. *Journal of Finance*, 76(1), 203–240.
- Brunnermeier, M. K. (2009). Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 77–100.

- Brunnermeier, M. K., Gorton, G., & Krishnamurthy, A. (2012). Risk Topography. *NBER Macroeconomics Annual*, 26(1), 149–176.
- Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *Review of Financial Studies*, 22(6), 2201–2238.
- Bunda, I., & Desquilbet, J.-B. (2008). The bank liquidity smile across exchange rate regimes. *International Economic Journal*, 22(3), 361–386.
- Caballero, R. J., & Krishnamurthy, A. (2008). Collective Risk Management in a Flight to Quality Episode. *Journal of Finance*, 63(5), 2195–2230.
- Calomiris, C. W., & Kahn, C. M. (1991). The Role of Demandable Debt in Structuring Optimal Banking Arrangements. *American Economic Review*, 81(3), 497–513.
- Christensen, J. H. E., Lopez, J. A., & Rudebusch, G. D. (2014). Do Central Bank Liquidity Facilities Affect Interbank Lending Rates? *Journal of Business and Economic Statistics*, 32(1), 136–151.
- Cocco, J. F., Gomes, F. J., & Martins, N. C. (2009). Lending relationships in the interbank market. *Journal of Financial Intermediation*, 18, 24–48.
- Cornett, M. M., McNutt, J. J., Strahan, P. E., & Tehranian, H. (2011). Liquidity risk management and credit supply in the financial crisis. *Journal of Financial Economics*, 101, 297–312.
- Covitz, D., Liang, N., & Suarez, G. (2013). The Evolution of a Financial Crisis: Collapse of the Asset-Backed Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 68(3), 815–848.
- Craig, B. R., Fecht, F., & Tümer-Alkan, G. (2015). The role of interbank relationships and liquidity needs. *Journal of Banking & Finance*, 53(C), 99–111.
- De Haan, L., & Van den End, J. W. (2013). Bank's responses to funding liquidity shocks: Lending adjustment, liquidity hoarding and fire sales. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 26, 152–174.
- Dewenter, K. L., & Hess, A. C. (1998). An International Comparison of Banks' Equity Returns. *Journal of Money, Credit and Banking*, 30(3), 472–492.
- Diamond, D., & Rajan, R. G. (2001). Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy*, 109(2), 287–327.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401–419.
- Diamond, D. W., & Rajan, R. G. (2000). A Theory of Bank Capital. *Journal of Finance*, 55(2), 2431–2465.
- Diamond, D. W., & Rajan, R. G. (2009). The credit crisis: conjectures about causes and remedies. *American Economic Review*, 99(2), 606–610.
- Dietrich, A., Hess, K., & Wanzenried, G. (2014). The good and bad news about the new liquidity rules of Basel III in Western European countries. *Journal of Banking and Finance*, 44, 13–25.
- Drehmann, M., & Nikolaou, K. (2013). Funding liquidity risk: Definition and measurement. *Journal of Banking & Finance*, 37(7), 2173–2182.
- Eisenbach, T., Keister, T., McAndrews, J., & Yorulmazer, T. (2014). Stability of Funding Models: An Analytical Framework. *Economic Policy Review*, 20(1), 29–47.
- Ennis, H. M., & Weinberg, J. A. (2013). Over-the-counter loans, adverse selection, and stigma in the interbank market. *Review of Economic Dynamics*, 16, 601–616.
- Fox, J. (1997). *Applied regression analysis, linear models, and related methods*. (C. S. Publications, Ed.) (Thousand O).
- Furfine, C. H. (Bank for I. S. (2001). Banks as Monitors of Other Banks: Evidence from the Overnight Federal Funds Market. *Journal of Business*, 74(1), 33–57.

- Goldstein, I., & Pauzner, A. (2005). Demand-deposit contracts and the probability of bank runs. *Journal of Finance*, 60(3), 1293–1327.
- Gorton, G. (2009). Information, liquidity and the (ongoing) panic of 2007. *American Economic Review*, 99, 567–572.
- Gorton, G., & Metrick, A. (2012). Securitized banking and the run on repo. *Journal of Financial Economics*, 104, 425–451.
- Gyntelberg, J., & Wooldridge, P. (2008). Interbank rate fixings during the recent turmoil. *Bank for International Settlements Quarterly Review*, (March).
- Haq, M., & Heaney, R. (2012). Factors determining European bank risk. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 22(4), 696–718.
- Heider, F., Hoerova, M., & Holthausen, C. (2015). Liquidity Hoarding and Interbank Market Spreads: The Role of Counterparty Risk. *Journal of Financial Economics*, 118, 336–354.
- Hess, A. C., & Laisathit, K. (1997). A Market-based Risk Classification of Financial Institutions. *Journal of Financial Services Research*, 12(2/3), 133–158.
- Hong, H., Huang, J., & Wu, D. (2014). The Information Content of Basel III Liquidity Risk Measures. *Journal of Financial Stability*, 15(C), 91–111.
- Hong, H., & Wu, D. (2012). The Information Value of Basel III Liquidity Risk Measures. *SSRN Working Paper*.
- Hui, C.-H., Genberg, H., & Chung, T.-K. (2011). Funding liquidity risk and deviations from interest-rate parity during the financial crisis of 2007-2009. *International Journal of Finance and Economics*, 16(307–323).
- Imbierowicz, B., & Rauch, C. (2014). The relationship between liquidity risk and credit risk in banks. *Journal of Banking & Finance*, 40, 242–256.
- Iyer, R., & Puri, M. (2012). Understanding bank runs: The importance of depositor-bank relationships and networks. *American Economic Review*, 102(4), 1414–1445.
- Jokipii, T., & Milne, A. (2008). The cyclical behaviour of European bank capital buffers. *Journal of Banking & Finance*, 32(8), 1440–1451.
- Kaufman, G. G., & Scott, K. E. (2003). What is Systemic Risk, and Do Bank Regulators Retard or Contribute to It? *The Independent Review*, 7(3), 371–391.
- Pagratris, S., & Stringa, M. (2009). Modeling Bank Senior Unsecured Ratings: A Reasoned Structured Approach to Bank Credit Assessment. *International Journal of Central Banking*, 5(2).
- Philippon, T., & Skreta, V. (2012). Optimal interventions in markets with adverse selection. *American Economic Review*, 112(1), 1–28.
- Rosett, R. N. (1959). A Statistical Model of Friction in Economics. *Econometrica*, 27(2), 263–267.
- Schuermann, T., & Stiroh, K. J. (2006). Visible and Hidden Risk Factors for Banks. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, 252.
- Schwarz, K. (2017). Mind the Gap: Disentangling Credit and Liquidity in Risk Spreads. *University of Pennsylvania, Wharton School of Business Working Paper*.
- Severo, T. (2012). Measuring Systemic Liquidity Risk and the Cost of Liquidity Insurance. *IMF Working Paper*, 12/194.
- Shin, H. S. (2009). Reflections on Northern Rock: The Bank Run That Heralded the Global Financial Crisis. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 101–120.
- Tobin, J. (1958). Estimation of Relationship for Limited Dependent Variables. *Econometrica*, 26(1), 24–36.
- Tölö, E., & Jokivuolle, E. (2015). ECB Working Paper Series, (1809).

Vodova, P. (2013). Determinants of commercial Bank Liquidity in Hungary. *Financial Internet Quarterly "e-Finanse,"* 9(3), 64–71.

Conclusion générale

Le risque de liquidité supporté par les banques est le reflet de leur fonction de création de liquidité. Les établissements bancaires sont ainsi des institutions fragiles par nature, exposées à la menace de ruées des créanciers de court terme, qu'il s'agisse de déposants individuels ou d'investisseurs professionnels opérant sur les marchés monétaires. La thèse contribue par plusieurs aspects à une meilleure compréhension du risque de liquidité et ouvre des perspectives de travaux ultérieurs.

Le deuxième chapitre propose une mesure de la fragilité bancaire basée sur la valeur des actifs détenus par la banque. Le modèle développé combine les théories financières des ruées bancaires informées et des actifs contingents. La possibilité d'une ruée bancaire est intégrée dans la valorisation des actions d'une banque sous la forme d'une option d'achat à barrière désactivante. L'estimation de la valeur de la barrière, proche de la valeur de remboursement de la dette, confirme de manière originale le caractère fragile des banques.

La fonction de production de liquidité bancaire est toutefois bénéfique pour l'économie dans la mesure où elle permet le financement via des dépôts liquides d'activités par des crédits illiquides nécessitant la production d'informations spécifiques sur les entrepreneurs et leurs projets. Cela amène à étudier les déterminants de la capacité des banques à produire de la liquidité. Alors que la littérature existante a principalement mis l'accent sur la production de liquidité, le troisième chapitre propose une analyse de la capacité des banques à produire de la liquidité en lien avec leurs choix d'activité et leur business model. La production d'information dans le cadre d'un modèle relationnel de la production bancaire ainsi que la capacité à bénéficier de synergies

Conclusion générale

informationnelles entre segments d'activité apparaissent comme déterminant l'efficacité de la production de liquidité bancaire.

Néanmoins, l'exposition excessive des banques au risque de liquidité est à l'origine des crises de liquidité bancaire. Dans ce contexte, il importe de mieux saisir la nature de l'exposition au risque de liquidité bancaire. Le quatrième chapitre évalue l'exposition des banques au risque de liquidité en fonction de l'évolution des conditions générales de liquidité dans l'économie. Les résultats indiquent une hétérogénéité marquée des banques en termes d'exposition aux conditions de liquidité agrégées. Une large proportion de banques n'est le plus souvent pas affectée tandis que certaines sont négativement ou positivement impactées. Ces résultats soulignent, de manière complémentaire aux travaux existants, l'impact différencié des chocs de liquidité sur le risque supporté par les banques.

En outre, les deuxième et quatrième chapitres s'intéressent aux déterminants bilanciaux des mesures développées. En effet, ces indicateurs sont utilisés par les régulateurs afin de contenir le risque de liquidité bancaire, notamment via les exigences prudentielles définies dans le cadre de Bâle III. Si les résultats soulignent l'intérêt de ces approches en validant la cohérence des mesures, ils mettent également en lumière les limites de l'approche d'une régulation du risque de liquidité via les ratios prudentiels de liquidité.

Au terme de cette thèse, plusieurs perspectives de recherche sont envisageables. Les conséquences des exigences prudentielles en liquidité sur les activités bancaires gagneraient à être précisées, conditionnellement à l'accès des données de nature règlementaire. La capacité de la mesure de création de liquidité à synthétiser la totalité de la production bancaire suggère de nouvelles

applications visant à mieux comprendre la fonction de création de liquidité bancaire et l'intérêt de l'exposition des banques au risque de liquidité. Ainsi, une approche combinant explicitement production de liquidité bancaire et mesure de la fragilité bancaire devrait permettre de mieux caractériser la nature et les déterminants de la relation entre ces deux dimensions et donc de mieux identifier la spécificité des banques en tant qu'entreprises.

Bibliographie

- Abbassi, P., Fecht, F., & Weber, P. (2013). How stressed are banks in the interbank market? *Deutsche Bundesbank Discussion Paper*, 40.
- Acharya, V., & Naqvi, H. (2012). The seeds of a crisis: A theory of bank liquidity and risk taking over the business cycle. *Journal of Financial Economics*, 106(2), 349–366.
- Acharya, V. V., Anginer, D., & Warburton, A. J. (2014). The End of Market Discipline? Investor Expectations of Implicit Government Guarantees. *SSRN Working Paper*.
- Acharya, V. V., Gale, D., & Yorulmazer, T. (2011). Rollover risk and market freezes. *Journal of Finance*, 66(4), 1177–1209.
- Acharya, V. V., Gromb, D., & Yorulmazer, T. (2012). Imperfect competition in the interbank market for liquidity as a rationale for central banking. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(2), 184–217.
- Acharya, V. V., & Merrouche, O. (2012). Precautionary Hoarding of Liquidity and Interbank Markets: Evidence from the Subprime Crisis. *Review of Finance*, 17, 107–160.
- Acharya, V. V., Shin, H. S., & Yorulmazer, T. (2011). Crisis Resolution and Bank Liquidity. *Review of Financial Studies*, 24, 2166–2205.
- Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). Liquidity and leverage. *Journal of Financial Intermediation*, 19(3), 418–437.
- Adrian, T., & Shin, H. S. (2011). Financial Intermediary Balance Sheet Management. *Annual Review of Financial Economics*, 3, 289–307.
- Afonso, G., Kovner, A., & Schoar, A. (2011). Stressed, not frozen: the federal funds market in the financial crisis. *Journal of Finance*, 66, 1109–1139.

Bibliographie

- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *6*(1), 21–37.
- Aikman, D., Alessandri, P., Eklund, B., Gai, P., Kapadia, S., Martin, E., ... Willison, M. (2011). Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability. *Financial Stability, Monetary Policy and Central Banking*, *15*(12), 371–410.
- Akram, F. Q., & Christophersen, C. (2010). Interbank overnight interest rates-gains from systemic importance. *Norges Bank Working Paper Series*, *11*.
- Allais, M. (1967). Les Conditions de l'expansion dans la stabilité sur le plan national. *Revue D'économie Politique*.
- Allen, F., Carletti, E., & Gale, D. (2009). Interbank market liquidity and central bank intervention. *Journal of Monetary Economics*, *56*, 639–652.
- Allen, F., & Gale, D. (1998). Optimal Financial Crises. *Journal of Finance*, *53*(4), 1245–1284.
- Allen, F., & Gale, D. (2007). *Understanding Financial Crises*. Oxford: Oxford University Press.
- Apergis, N. (2014). The long-term role of non-traditional banking in profitability and risk profiles: Evidence from a panel of U.S. banking institutions. *Journal of International Money and Finance*, *45*, 61–73.
- Aspachs, O., Nier, E., & Tiesset, M. (2005). Liquidity, banking regulation and the macroeconomy - Evidence on bank liquidity holdings from a panel of UK-resident banks. *Bank for International Settlements Working Paper*.
- Banerjee, R. N., & Mio, H. (2014). The impact of liquidity regulation on banks. *Bank for International Settlements Working Paper*, (470), 1–15.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, *20*(235–332), 325–332.

-
- Beltratti, A., & Stulz, R. M. (2012). The credit crisis around the globe: Why did some banks perform better? *Journal of Financial Economics*, *105*(1), 1–17.
- Berger, A. N., & Black, L. K. (2011). Bank size, lending technologies, and small business finance. *Journal of Banking and Finance*, *35*(3), 724–735.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2009). Bank Liquidity Creation. *Review of Financial Studies*, *22*, 3779–3837.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. S. (2016). Bank Liquidity Creation and Financial Crises. *Academic Press, Elsevier*.
- Berger, A. N., Bouwman, C. H. S., Kick, T., & Schaeck, K. (2016). Bank risk taking and liquidity creation following regulatory interventions and capital support. *Journal of Financial Intermediation*, *26*, 115–141.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, *98*(2), 175–212.
- Berger, A. N., & Mester, L. J. (1997). Inside the Black Box: What Explains Differences in the Efficiencies of Financial Institutions? *Journal of Banking & Finance*, *21*(7), 895–947.
- Berger, A. N., Miller, N. H., Petersen, M. A., Rajan, R. G., & Stein, J. C. (2005). Does function follow organizational form? Evidence from the lending practices of large and small banks. *Journal of Financial Economics*, *76*(2), 237–269.
- Berger, A. N., Molyneux, P., & Wilson, J. O. S. (2010). Banking An overview. *Oxford Handbook of Banking*.
- Berger, A. N., & Udell, G. F. (2002). Small Business Credit Availability and Relationship Lending: The Importance of Bank Organisational Structure. *The Economic Journal*, *112*(477), 32–53.

Bibliographie

- Berger, A. N., & Udell, G. F. (2006). A more complete conceptual framework for SME finance. *Journal of Banking and Finance*, 30(11), 2945–2966.
- Bervas, A. (2006). Market liquidity and its incorporation into risk management. *Financial Stability Review - Banque de France*, 8, 63–79.
- Bhattacharya, S., & Gale, D. (1987). Preference Shocks, Liquidity, and Central Bank Policy. *New Approaches to Monetary Economics*, Ed. by W. A. Barnett, and K. J. Singleton, Cambridge University Press, 69–88.
- Bijlsma, M., Lukkezen, J., & Marinova, K. (2014). Measuring too-big-to-fail funding advantages from small banks' CDS spreads. *CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis Discussion Paper*, 268.
- Black, F., & Cox, J. C. (1976). Valuing Corporate Securities : Some Effects of Bond Indenture Provisions. *Journal of Finance*, 31(2), 351–367.
- Bonner, C., & Eijffinger, S. C. W. (2016). The Impact of Liquidity Regulation on Bank Intermediation. *Review of Finance*, 20(5), 1945–1979.
- Boyd, J. H., & Prescott, E. C. (1986). Financial Intermediary-Coalitions. *Journal of Economic Theory*, 38, 211–232.
- Breton, R. (2007). Monitoring and the acceptability of bank money. *Working Paper Banque de France*.
- Brockman, P., & Turtle, H. J. (2003). A barrier option framework for corporate security valuation. *Journal of Financial Economics*, 67(3), 511–529.
- Brunnermeier, M. K. (2009). Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 77–100.
- Brunnermeier, M. K., Gorton, G., & Krishnamurthy, A. (2014). Liquidity Mismatch Measurement. *Risk Topography: Systemic Risk and Macro Modeling - NBER Books*.

- Brunnermeier, M. K., & Oehmke, M. (2013). The Maturity Rat Race. *Journal of Finance*, 68(2), 483–521.
- Brunnermeier, M. K., & Pedersen, L. H. (2009). Market Liquidity and Funding Liquidity. *Review of Financial Studies*, 22(6), 2201–2238.
- Bryant, J. (1980). A Model of Reserve, Bank Runs, and Deposit Insurance. *Journal of Banking and Finance*, 4, 335–344.
- Calomiris, C. W., & Kahn, C. M. (1991). The Role of Demandable Debt in Structuring Optimal Banking Arrangements. *American Economic Review*, 81(3), 497–513.
- Campello, M. (2002). Internal Capital Markets in Financial Conglomerates : Evidence from Small Bank Responses to Monetary Policy. *Journal of Finance*, 57(6), 2773–2805.
- Campello, M., Giambona, Er., Graham, J. R., & Harvey, C. R. (2011). Liquidity Management and Corporate Investment During a Financial Crisis. *The Review of Financial Studies*, 24(6), 1944–1979.
- Carter, D. A., & McNulty, J. E. (2005). Deregulation, technological change, and the business-lending performance of large and small banks. *Journal of Banking and Finance*, 29(5), 1113–1130.
- Cebenoyan, A. S., & Strahan, P. E. (2004). Risk management, capital structure and lending at banks. *Journal of Banking and Finance*, 28(1), 19–43.
- Chaffai, M., & Dietsch, M. (2015). Modelling and measuring business risk and the resiliency of retail banks. *Journal of Financial Stability*, 16, 173–182.
- Chiarella, C., Flaschel, P., Hartmann, F., & Proaño, C. R. (2012). Stock market booms, endogenous credit creation and the implications of broad and narrow banking for macroeconomic stability. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 83, 410–423.

Bibliographie

- Chou, H. C., & Wang, D. (2007). Performance of default risk model with barrier option framework and maximum likelihood estimation: Evidence from Taiwan. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 385(1), 270–280.
- Cifuentes, R., Ferrucci, G., & Shin, H. S. (2005). Liquidity Risk and Contagion. *Journal of the European Economic Association*, 3(2–3), 556–566.
- Cocco, J. F., Gomes, F. J., & Martins, N. C. (2009). Lending relationships in the interbank market. *Journal of Financial Intermediation*, 18, 24–48.
- Cole, R. A., Goldberg, L. G., White, L. J., Cole, R. A., Goldberg, L. G., & White, L. J. (2004). Cookie Cutter vs . Character : The Micro Structure of Small Business Lending by Large and Small Banks, 39(2), 227–251.
- Cone, K. R. (1982). Regulation of depository financial institutions. *Stanford University*.
- Cornett, M. M., McNutt, J. J., Strahan, P. E., & Tehranian, H. (2011). Liquidity risk management and credit supply in the financial crisis. *Journal of Financial Economics*, 101, 297–312.
- Covitz, D., Liang, N., & Suarez, G. (2013). The Evolution of a Financial Crisis: Collapse of the Asset-Backed Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 68(3), 815–848.
- Cowan, A. R., & Salotti, V. (2015). The resolution of failed banks during the crisis: Acquirer performance and FDIC guarantees, 2008-2013. *Journal of Banking and Finance*, 54, 222–238.
- Craig, B. R., Fecht, F., & Tümer-Alkan, G. (2015). The role of interbank relationships and liquidity needs. *Journal of Banking & Finance*, 53(C), 99–111.
- Crockett, A. (2008). Market Liquidity and Financial Stability. *Financial Stability Review - Banque de France*, 11, 13–17.
- Dang, T. V., Gorton, G., Holmström, B., & Ordóñez, G. (2017). Banks as Secret Keepers. *American Economic Review*, 107(4), 1005–1029.

- De Haan, L., & Van den End, J. W. (2013). Bank's responses to funding liquidity shocks: Lending adjustment, liquidity hoarding and fire sales. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 26, 152–174.
- de la Torre, A., Martinez Peria, M. S., & Schmukler, S. L. (2010). Bank involvement with SMEs: Beyond relationship lending. *Journal of Banking and Finance*, 34(9), 2280–2293.
- Deep, A., & Schaefer, G. (2004). Are Banks Liquidity Transformers? *Harvard University, KSG Working Paper Series*, 04–022.
- Deng, S. (Esther), Elyasiani, E., & Mao, C. X. (2007). Diversification and the cost of debt of bank holding companies. *Journal of Banking and Finance*, 31(8), 2453–2473.
- Dermine, J. (2015). Basel III leverage ratio requirement and the probability of bank runs. *Journal of Banking & Finance*, 53, 266–277.
- DeYoung, R., Hunter, W. C., & Udell, G. F. (2004). The Past, Present, and Probable Future for Community Banks. *Journal of Financial Services Research*, 25(2/3), 85–133.
- DeYoung, R., & Rice, T. (2004). How do banks make money? A variety of business strategies. *Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago*, 28(4), 52–67.
- Diamond, D., & Rajan, R. G. (2001). Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy*, 109(2), 287–327.
- Diamond, D. W. (1984). Financial Intermediation and Delegated Monitoring. *Review of Economic Studies*, 1, 393–414.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401–419.
- Dietrich, A., Hess, K., & Wanzenried, G. (2014). The good and bad news about the new liquidity rules of Basel III in Western European countries. *Journal of Banking and Finance*, 44, 13–25.

Bibliographie

- Dionne, G., & Laajimi, S. (2012). On the determinants of the implied default barrier. *Journal of Empirical Finance*, 19(3), 395–408.
- Drehmann, M., & Nikolaou, K. (2013). Funding liquidity risk: Definition and measurement. *Journal of Banking & Finance*, 37(7), 2173–2182.
- Duan, J.-C. (1994). Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract. *Mathematical Finance*, 4(2), 155–167.
- Duan, J.-C. (2000). Correction: Maximum Likelihood Estimation Using Price Data of the Derivative Contract. *Mathematical Finance*, 10(4), 461–462.
- Duan, J., Geneviève, G., & Simonato, J.-G. (2004). On the Equivalence of the KMV and Maximum Likelihood Methods for Structural Credit Risk Models. *Working Paper*.
- Duijm, P., & Wierdsma, P. (2016). The Effects of Liquidity Regulation on Bank Assets and Liabilities. *International Journal of Central Banking*, 12(2), 385–411.
- Eisenbeis, R. A., & Kaufman, G. G. (2010). Deposit insurance. *Oxford Handbook of Banking*, Chapter 13, 347–349.
- Episcopos, A. (2008). Bank capital regulation in a barrier option framework. *Journal of Banking and Finance*, 32(8), 1677–1686.
- Estes, K. (2014). Diversification and Community Bank Performance. *International Journal of Finance and Banking Studies*, 3(4), 1–40.
- Fisher, I. (1936). 100% Money and the Public Debt. *Economic Forum*, Spring Num, 406–420.
- Flannery, M. J. (1994). Debt Maturity and the Deadweight Cost of Leverage: Optimally Financing Banking Firms. *American Economic Review*, 84(1), 320–331.
- Flannery, M. J. (1996). Financial Crises, Payment System Problems, and Discount Window Lending. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(4), 804–824.

-
- Freixas, X., & Jorge, J. (2008). The Role of Interbank Markets in Monetary Policy : A Model with Rationing. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(6), 1151–1176.
- Friedman, M. (1959). A Program for Monetary Stability. *Fordham University Press*.
- Gale, D., & Yorulmazer, T. (2013). Liquidity hoarding. *Theoretical Economics*, 8, 291–324.
- Gatev, E., Schuermann, T., & Strahan, P. E. (2009). Managing Bank Liquidity Risk: How Deposit-Loan Synergies Vary with Market Conditions. *Review of Financial Studies*, 22(3), 995–1020.
- Gatev, E., & Strahan, P. E. (2006). Bank's Advantage in Hedging Liquidity Risk: Theory and Evidence from the Commercial Paper Market. *Journal of Finance*, 61(2), 867–892.
- Gatev, E., & Strahan, P. E. (2009). Liquidity risk and syndicate structure. *Journal of Financial Economics*, 93(3), 490–504.
- Goldstein, I., & Pauzner, A. (2005). Demand-deposit contracts and the probability of bank runs. *Journal of Finance*, 60(3), 1293–1327.
- Goodhart, C. (1988). The Evolution of Central Bank. *MIT Press*.
- Goodhart, C. (2008). Liquidity Risk Management. *Financial Stability Review - Banque de France*, 11, 39–44.
- Gorton, G. (1988). Banking Panics and Business Cycles. *Oxford Economic Papers*, 40, 751–781.
- Gorton, G. (2009). Information, liquidity and the (ongoing) panic of 2007. *American Economic Review*, 99, 567–572.
- Gorton, G., & Metrick, A. (2012). Securitized banking and the run on repo. *Journal of Financial Economics*, 104, 425–451.
- Gorton, G., & Pennacchi, G. (1990). Financial Intermediaries and Liquidity Creation. *Journal of Finance*, 45(1), 49–71.
- Guttentag, J. M., & Herring, R. J. (1986). Disaster Myopia in International Banking. *Essays in International Finance*, 164, 1–40.

Bibliographie

- Harris, M., & Raviv, A. (1991). The Theory of Capital Structure. *Journal of Finance*, 46(1), 297–355.
- Hasan, I., & Soula, J.-L. (2017). Technical efficiency in bank liquidity creation. *Working Paper of LaRGE Research Center*, 8.
- Haubrich, J. G., & King, R. G. (1990). Banking and insurance. *Journal of Monetary Economics*, 26, 361–386.
- He, Z., & Xiong, W. (2012). Dynamic Debt Runs. *The Review of Financial Studies*, 25(6), 1799–1843.
- Heider, F., Hoerova, M., & Holthausen, C. (2015). Liquidity Hoarding and Interbank Market Spreads: The Role of Counterparty Risk. *Journal of Financial Economics*, 118, 336–354.
- Holmström, B., & Tirole, J. (1998). Private and Public Supply of Liquidity. *Journal of Political Economy*, 106(1), 1–40.
- Hong, H., Huang, J., & Wu, D. (2014). The Information Content of Basel III Liquidity Risk Measures. *Journal of Financial Stability*, 15(C), 91–111.
- Hong, H., & Wu, D. (2012). The Information Value of Basel III Liquidity Risk Measures. *SSRN Working Paper*.
- Horvath, R., Seidler, J., & Weill, L. (2016). How bank competition influences liquidity creation. *Economic Modelling*, 52, 155–161.
- Hughes, J. P., & Mester, L. J. (1998). Bank Capitalization and Cost : Evidence of Scale Economies in Risk Management and Signaling Author (s): Joseph P . Hughes and Loretta J . Mester Source : The Review of Economics and Statistics , Vol . 80 , No . 2 (May , 1998), pp . 314-325 Published b, 80(2), 314–325.

-
- Hughes, J. P., Mester, L. J., & Moon, C. G. (2001). *Are scale economies in banking elusive or illusive?: Evidence obtained by incorporating capital structure and risk-taking into models of bank production*. *Journal of Banking and Finance* (Vol. 25).
- Imbierowicz, B., & Rauch, C. (2014). The relationship between liquidity risk and credit risk in banks. *Journal of Banking & Finance*, 40, 242–256.
- Ippolito, F., Peydro, J. L., Polo, A., & Sette, E. (2016). Double bank runs and liquidity risk management. *Journal of Financial Economics*, 122(1), 135–154.
- Ivashina, V., & Scharfstein, D. (2010). Bank lending during the financial crisis of 2008. *Journal of Financial Economics*, 97(3), 319–338.
- Iyer, R., & Puri, M. (2012). Understanding bank runs: The importance of depositor-bank relationships and networks. *American Economic Review*, 102(4), 1414–1445.
- Jensen, M. C. (1986). Agency Costs of Free Cash Flow. *American Economic Review*, 76(2), 323–329.
- Jokipii, T., & Milne, A. (2008). The cyclical behaviour of European bank capital buffers. *Journal of Banking and Finance*, 32, 1440–1451.
- Kashyap, A. K., Rajan, R. G., & Stein, J. C. (2002). Banks as Liquidity Providers: An Explanation for the Coexistence of Lending and Deposit-Taking. *Journal of Finance*, 57(1), 33–73.
- Kaufman, G. G., & Scott, K. E. (2003). What is Systemic Risk, and Do Bank Regulators Retard or Contribute to It? *The Independent Review*, 7(3), 371–391.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*.
- Kindleberger, C. P., & Aliber, R. Z. (2005). *Manias, Panics, and Crashes*. *John Wiley & Sons*.
- King, M. R. (2013). The Basel III Net Stable Funding Ratio and bank net interest margins. *Journal of Banking and Finance*, 37, 4144–4156.

Bibliographie

- Krishnamurthy, A., & Vissing-Jorgensen, A. (2012). The Aggregate Demand for Treasury Debt. *Journal of Political Economy*, 120(2), 233–267.
- Laeven, L., & Levine, R. (2007). Is there a diversification discount in financial conglomerates? *Journal of Financial Economics*, 85(2), 331–367.
- Liang, G., Lütkebohmert, E., & Xiao, Y. (2013). A Multiperiod Bank Run Model for Liquidity Risk. *Review of Finance*, 18, 803–842.
- Loutschina, E. (2011). The role of securitization in bank liquidity and funding management. *Journal of Financial Economics*, 100, 663–684.
- Meeusen, W., & van den Broeck, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 18(2), 435–444.
- Merton, R. C. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, 29(2), 449–470.
- Merton, R. C. (1977). On the pricing of contingent claims and the Modigliani-Miller theorem. *Journal of Financial Economics*, 5, 241–249.
- Mester, L. J. (1996). A study of bank efficiency taking into account risk- preferences A study of bank efficiency taking into account. *Journal of Banking & Finance*, 20, 1025–1045.
- Morris, S., & Shin, H. S. (2016). *Illiquidity Component of Credit Risk*.
- Myers, S., & Rajan, R. G. (1998). The Paradox of Liquidity. *Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 733–771.
- Nagel, S. (2016). The Liquidity Premium of Near-Money Assets. *Quarterly Journal of Economics*, 131(4), 1927–1971.
- Pagratís, S., & Stringa, M. (2009). Modeling Bank Senior Unsecured Ratings: A Reasoned Structured Approach to Bank Credit Assessment. *International Journal of Central Banking*, 5(2).

-
- Pennacchi, G. (2006). Deposit insurance, bank regulation, and financial system risks. *Journal of Monetary Economics*, 53(1), 1–30.
- Pennacchi, G. (2012). Narrow Banking. *Annual Review of Financial Economics*, 4, 141–159.
- Philippon, T., & Skreta, V. (2012). Optimal interventions in markets with adverse selection. *American Economic Review*, 112(1), 1–28.
- Repullo, R. (2005). *Liquidity, Risk Taking, and the Lender of Last Resort* (No. 504).
- Rochet, J.-C., & Vives, X. (2004). Coordination failures and the lender of last resort: Was Bagehot right after all? *Journal of the European Economic Association*, 2(6), 1116–1147.
- Rogers, K. E. (1998). Nontraditional activities and the efficiency of US commercial banks. *Journal of Banking & Finance*, 22.
- Rubinstein, M., & Reiner, E. (1991). Breaking Down the Barrier. *Risk*, 4, 28–35.
- Saidenberg, M. R., & Strahan, P. E. (1999). Are banks still important for financing large businesses? *Current Issues in Economics and Finance - Federal Reserve Bank of New York*, 5(12), 1–6.
- Saunders, A., & Cornett, M. M. (2005). *Financial Institutions Management. Mc Graw Hill - International Edition*.
- Schmidt, M. M., & Walter, I. (2009). Do financial conglomerates create or destroy economic value? *Journal of Financial Intermediation*, 18, 193–216.
- Schwarz, K. (2017). Mind the Gap: Disentangling Credit and Liquidity in Risk Spreads. *University of Pennsylvania, Wharton School of Business Working Paper*.
- Scialom, L. (2007). *Economie bancaire. Repères, La Découverte*.
- Sealey, C. W., & Lindley, J. T. (1977). Inputs, Outputs, and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions. *Journal of Finance*, 32(4), 1251–1266.

Bibliographie

- Shin, H. S. (2009). Reflections on Northern Rock: The Bank Run That Heralded the Global Financial Crisis. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 101–120.
- Shleifer, A., & Vishny, R. (2011). Fire Sales in Finance and Macroeconomics. *The Journal of Economic Perspective*, 25(1), 29–48.
- Song, F., & Thakor, A. V. (2007). The Society for Financial Studies Relationship Banking , Fragility , and the Asset-Liability Matching Problem. *Review of Financial Studies*, 20(6), 2129–2177.
- Soula, J.-L. (2017). Measuring Heterogeneity in Bank Liquidity Risk: Who are the Winners and Losers? *Quarterly Review of Economics and Finance*, in press.
- Stein, J. C. (2002). Information Production and Capital Allocation : Decentralized versus Hierarchical Firms. *Journal of Finance*, 57(5), 1891–1921.
- Stiroh, K. J. (2004). Diversification in Banking : Is Noninterest Income the Answer ? *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(5), 853–882.
- Stiroh, K. J., & Rumble, A. (2006). The dark side of diversification: The case of US financial holding companies. *Journal of Banking and Finance*, 30(8), 2131–2161.
- Valla, N., Saes-Escorbiac, B., & Tiesset, M. (2006). Bank Liquidity and Financial Stability. *Financial Stability Review - Banque de France*, 9, 89–104.
- Vassalou, M., & Xing, Y. (2004). Default Risk in Equity Returns. *The Journal of Finance*, 59(2), 831–868.
- Wallace, N. (1996). Narrow Banking Meets the Diamond-Dybvig Model. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 20(1), 3–13.
- Wong, H. Y., & Choi, T. W. (2009). Estimating default barriers from market information. *Quantitative Finance*, 9(2), 187–196.
- Zhang, P. G. (1998). Exotic Options. *World Scientific, Singapore, Second ed.*

Ziegler, A. (2004). *A Game Theory Analysis of Options*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Table des figures et tableaux

FIGURE 1.1: SPIRALES DE LIQUIDITE (BRUNNERMEIER ET PEDERSEN, 2009)	60
FIGURE 2.1: ANNUAL DISTRIBUTIONS OF THE RELATIVE DEACTIVATING BARRIER A.....	118
FIGURE 3.1: EVOLUTION OF AVERAGE TECHNICAL EFFICIENCY SCORES BY BANK SIZE	160
FIGURE 4.1: FREQUENCY OF Ω_L	202
FIGURE 4.2: FREQUENCY OF Ω_L ESTIMATED FOR EUROSTOXX EX BANKS	215
TABLEAU 1.1: PONDERATIONS DES ELEMENTS DU BILAN DANS LE CALCUL DU LMI (BRUNNERMEIER ET AL. 2014)....	77
TABLE 2.1: DEFINITION AND NOTATION OF VARIABLES	103
TABLE 2.2: SIMULATION RESULTS	114
TABLE 2.3: MEAN DIFFERENCES TESTS	120
TABLE 2.4: DESCRIPTIVE STATISTICS.....	123
TABLE 2.5: REGRESSIONS	124
TABLE 2.6: BANKS BY COUNTRY	130
TABLE 2.7: CORRELATIONS	131
TABLE 3.1: DESCRIPTIVE STATISTICS FOR SAMPLE BANKS (1999 – 2014).....	156
TABLE 3.2: COMPARISONS OF LIQUIDITY CREATION ACROSS BANK GROUP CHARACTERISTICS (1999-2014)	158
TABLE 3.3: ESTIMATION OF THE STOCHASTIC FRONTIER MODEL.....	164
TABLE 3.4: ESTIMATION OF THE TECHNICAL INEFFICIENCY EFFECTS	165
TABLE 3.5: COMPARISONS OF TECHNICAL EFFICIENCY SCORES ACROSS BANK GROUP CHARACTERISTICS (1999-2014)	167
TABLE 3.6: CONSTRUCTION OF THE HERFINDHAL-HIRSCHMAN INDICES	173
TABLE 4.1: DESCRIPTIVE STATISTICS ON Ω_L PER YEAR.....	192
TABLE 4.2: DESCRIPTIVE STATISTICS ON B_L PER YEAR	193
TABLE 4.3: DESCRIPTIVE STATISTICS OF Ω_L FOR SEPARATELY LARGE/SMALL BANKS AND 2005-2007/2008-2012 PERIODS.....	198
TABLE 4.4: DESCRIPTIVE STATISTICS ON BANK BALANCE SHEET CHARACTERISTICS	207
TABLE 4.5: TOBIT REGRESSIONS	209
TABLE 4.6: DESCRIPTIVE STATISTICS OF Ω_L PER YEAR	214
TABLE 4.7: DESCRIPTIVE STATISTICS OF B_L PER YEAR.....	216
TABLEAU 4.8: CORRELATIONS BETWEEN Ω_L AND BALANCE SHEET VARIABLES	219
TABLEAU 4.9: RESULTS OF THE WALD TEST	220
TABLEAU 4.10: GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THE SAMPLED BANKS	221

Table des matières

SOMMAIRE	3
INTRODUCTION GÉNÉRALE	5
CHAPITRE 1 – REVUE DE LITTÉRATURE	21
1. L’EXPOSITION BANCAIRE AU RISQUE DE LIQUIDITE, OPTIMALE ET BENEFIQUE A L’ECONOMIE	22
1.1. LA FONCTION DE CREATION DE LIQUIDITE DES BANQUES	23
1.1.1. Une structure bilancielle fragile exposant au risque de liquidité	24
1.1.2. La fragilité bilancielle comme organisation financière optimale	29
1.1.2.1. Caractéristiques du portefeuille d’actifs à l’origine d’un problème d’incitation	30
1.1.2.2. Les dépôts – solution au problème d’aléa moral des banques	34
1.1.2.3. La menace de ruée – discipline de l’extraction de rendement par les banques	37
1.2. CREATION DE LIQUIDITE BANCAIRE ET LIQUIDITE DE MARCHE	40
1.2.1. Dépendance accrue envers la liquidité de marché	41
1.2.2. Avantage comparatif des banques à couvrir le risque de liquidité	45
1.2.2.1. Gestion du risque de liquidité – rôle des actifs liquides et synergies bilancielle	45
1.2.2.2. Capacité unique à assurer contre les chocs systématiques de liquidité	48
2. NOUVELLES FORMES D’EXPOSITION BANCAIRE AU RISQUE DE LIQUIDITE ET PHENOMENES DE RUEE	56
2.1. INTERACTION ENTRE CREATION DE LIQUIDITE BANCAIRE ET LIQUIDITE DE MARCHE – NOUVELLES FORMES D’EXPOSITION AU RISQUE DE LIQUIDITE	56
2.1.1. Mécanisme des spirales de liquidité	57
2.1.2. Ajustement procyclique de l’effet de levier	60
2.1.3. Thésaurisation de la liquidité au bilan bancaire	62
2.2. RUEES BANCAIRES	66
2.2.1. Types de ruées	67
2.2.2. Ruées bancaires informées	69
3. QUELLES SOLUTIONS AUX CRISES BANCAIRES DE LIQUIDITE ? EVALUER ET GERER LE RISQUE DE LIQUIDITE DES BANQUES	71
3.1. MESURE DU RISQUE DE LIQUIDITE BANCAIRE	71

Table des matières

3.1.1. Les mesures bilancielle d'exposition aux chocs de liquidité	72
3.1.2. Les mesures des conditions systémiques de liquidité	75
3.1.3. Les mesures synthétiques du risque de liquidité individuel	76
3.2. RATIOS PRUDENTIELS DE LIQUIDITE	79
3.3. RELATION ENTRE REGULATION DU RISQUE DE LIQUIDITE ET MODELE DE BUSINESS DES BANQUES	84
CONCLUSION	86
REFERENCES	87

CHAPITRE 2 – ESTIMATING BANKS' EXPOSURE TO LIQUIDITY RISK USING THE BARRIER OPTION FRAMEWORK. AN EXPLORATORY STUDY

1. INTRODUCTION	94
2. METHODOLOGY	98
2.1. BANK EQUITY AS A DOWN-AND-OUT CALL OPTION	98
2.2. MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION OF THE DEACTIVATING BARRIER.	107
2.3. DATA DESCRIPTION	115
3. RESULTS	116
3.1. DESCRIPTIVE STATISTICS OF DEACTIVATING BARRIERS	116
3.2. UNIVARIATE ANALYSIS OF DEACTIVATING BARRIERS	119
3.3. BALANCE SHEET DETERMINANTS OF DEACTIVATING BARRIERS	121
4. CONCLUSION AND FURTHER RESEARCH	127
APPENDIX	130
REFERENCES	132

CHAPITRE 3 – TECHNICAL EFFICIENCY IN BANK LIQUIDITY CREATION

1. INTRODUCTION	136
2. LITERATURE REVIEW	141
2.1. HOW TO ASSESS BANK PRODUCTIVE EFFICIENCY	141
2.2. RELATIONSHIP BETWEEN BANK SIZE, ACTIVITY MIX AND LIQUIDITY CREATION	142
3. METHODOLOGY	145
3.1. MODEL	145
3.2. HYPOTHESES	148
3.3. DATA SOURCES	154

4. RESULTS	159
5. CONCLUSION	171
APPENDIX	173
REFERENCES	175

CHAPITRE 4 – MEASURING HETEROGENEITY IN BANK LIQUIDITY RISK: WHO ARE THE WINNERS AND LOSERS? **179**

1. INTRODUCTION	180
2. LITERATURE REVIEW	182
3. METHODOLOGY	187
3.1. A FACTOR MODEL OF BANK RETURNS AND VOLATILITY	187
3.2. HYPOTHESES	189
3.3. DATA DESCRIPTION	191
4. RESULTS	192
4.1. DESCRIPTIVE STATISTICS OF LIQUIDITY PARAMETERS	192
4.2. UNIVARIATE ANALYSIS OF LIQUIDITY PARAMETERS Ω_L	194
4.3. SIGNS OF EXPOSURE TO LIQUIDITY RISK (Ω_L)	199
5. BALANCE SHEET DETERMINANTS OF BANK SENSITIVITY TO AGGREGATE LIQUIDITY CONDITIONS	202
5.1. METHODOLOGY	204
5.2. DATA AND RESULTS	206
6. ROBUSTNESS CHECKS	213
6.1. ALTERNATIVE AGGREGATE LIQUIDITY INDICES	213
6.2. ALTERNATIVE MARKET FACTOR INDICES	213
7. CONCLUSION	217
APPENDIX	219
REFERENCES	222

CONCLUSION GENERALE **227**

BIBLIOGRAPHIE **231**

Table des matières

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX	246
--------------------------------------	------------

TABLE DES MATIÈRES	247
---------------------------	------------



Essais sur la liquidité bancaire : Contributions à la mesure du risque de liquidité et à la gestion de la production de liquidité bancaire

Résumé

Le risque de liquidité des banques reflète leur fonction de création de liquidité. Ces institutions sont fragiles par nature, exposées à la menace de ruées des créanciers de court terme. La thèse contribue par plusieurs aspects à une meilleure compréhension du risque de liquidité. Le deuxième chapitre propose une mesure de la fragilité bancaire basée sur la valeur des actifs détenus. Les résultats confirment de manière originale le caractère fragile des banques. La fonction de production de liquidité bancaire est toutefois bénéfique pour l'économie. Le troisième chapitre propose une analyse de la capacité des banques à produire de la liquidité en lien avec leurs choix d'activité et leur business model. La production d'information dans le cadre d'un modèle relationnel et la capacité à bénéficier de synergies informationnelles entre segments d'activité apparaissent comme déterminant l'efficacité de la production de liquidité bancaire. Néanmoins, l'exposition excessive des banques au risque de liquidité est à l'origine des crises. Le quatrième chapitre évalue l'exposition des banques au risque de liquidité en fonction de l'évolution des conditions générales de liquidité. Les résultats soulignent l'impact différencié des chocs de liquidité sur le risque supporté par les banques.

Mots-clefs : risque de liquidité ; création de liquidité ; ruée bancaire ; crise de liquidité ; modèle de business

Résumé en anglais

Bank liquidity risk reflects the function of banks to create liquidity. Banks are fragile, exposed to the possibility of runs from short-term creditors. This dissertation contributes to a better understanding of bank liquidity risk. The second chapter proposes a measure of bank fragility based on the value of the assets held by a bank. Results confirm, in an original way, the fragile nature of banks. However, bank liquidity creation benefits to the economy. The third chapter analyses the capacity of banks to produce liquidity in conjunction with their choices in terms of activity and business model. Determinants of the efficiency to produce liquidity appear to be the bank capacity to produce information through a relationship-oriented business model and to benefit from informational synergies through the activity mix. Nevertheless, excessive exposition of banks to liquidity risk results in bank liquidity crises. The fourth chapter investigates bank exposition to liquidity risk depending on the evolution of aggregate liquidity conditions. Results underline the heterogeneous effect of liquidity shocks on the risk borne by banks.

Keywords: liquidity risk; liquidity creation; bank run; liquidity crisis; business model