



## 2. L'IMPORTANCE DES INTERCONNEXIONS BANCAIRES ET DES FONDS D'INVESTISSEMENT

*Alexandra GIROD et Nejc SMOLE<sup>13</sup>*

### RÉSUMÉ

Nous analysons l'interconnectivité des établissements de crédit du Luxembourg dans le but de mieux cerner les sources potentielles de risques systémiques ainsi que les canaux de propagation des chocs à l'économie du Luxembourg. Cette analyse est conduite à différents niveaux, depuis un niveau sectoriel autorisant une analyse macroéconomique, jusqu'au niveau des banques individuelles, pour préciser les caractéristiques des sources et des canaux de contagion potentiels. Les analyses soulignent la forte interconnectivité des établissements de crédit du Luxembourg avec les contreparties étrangères ainsi que l'importance de ces expositions, tout en soulignant la relativement faible densité des liens constitutifs du réseau domestique.

### 1. BREF SURVOL DE L'ANALYSE SUR L'INTERCONNECTIVITÉ

Les leçons héritées de la crise financière ont mis en exergue l'importance des liens des établissements de crédit avec les secteurs économiques, mais également des liens entre les établissements de crédit. Cet ensemble de relations des établissements de crédits entre eux ainsi qu'avec les secteurs économiques caractérise l'interconnectivité des institutions financières et monétaires. Cette analyse peut fournir aux autorités, non seulement, des indications sur la résilience du système face à la propagation de la contagion, mais aussi, apporter des éclairages sur les déclenchements potentiels de contagion. Mener une telle évaluation est important, puisque bien qu'un système interconnecté puisse sembler robuste, il peut, en fait, être fragile. En améliorant les capacités d'évaluation des interrelations financières, ce type d'analyse faciliterait l'appréciation par les autorités de supervision du risque systémique émanant de l'interconnectivité. En particulier, une surveillance basée sur des données trimestrielles permet de suivre plus finement la dynamique du réseau et ainsi de mieux cerner l'importance des expositions ainsi que les canaux de transmission des chocs.

Dans l'analyse qui suit, le réseau est constitué d'une série de nœuds, représentant les banques ou les autres secteurs, ainsi que leurs liens, indiqués par les lignes reliant les différents nœuds. La largeur de la flèche reliant deux nœuds peut être utilisée pour représenter l'intensité de la relation, en termes de niveau d'exposition par exemple. Le réseau défini par ces nœuds et liens, conjointement à de possible regroupements ou variations de taille des nœuds<sup>14</sup>, informe alors sur la structure du système à un niveau agrégé et sur la dynamique possible du réseau. Cette information s'avère importante puisque même la faillite d'institutions petites mais très fortement connectées peut provoquer des répercussions négatives pour le reste du système financier, si l'impact initial est amplifié par les effets de propagation de la contagion.

Après avoir présenté les concepts et les mesures essentiels de centralité et de centralisation, nous analysons l'interconnectivité du réseau bancaire du Luxembourg avec les contreparties étrangères ainsi que les secteurs économiques domestiques. Nous resserrons ensuite l'étude sur le réseau domestique pour lequel nous décomposons tout d'abord les relations des établissements de crédit

<sup>13</sup> Financial Stability Department, Banque centrale du Luxembourg

<sup>14</sup> Une caractéristique importante des réseaux tient au concept de "centralité" qui indique la position d'un nœud donné dans le réseau. La centralité permet d'indiquer quels nœuds dans le réseau peuvent être considérés comme d'importance systématique.

luxembourgeois avec les secteurs économiques du Luxembourg, puis avec les fonds monétaires, pour enfin terminer l'analyse par un examen plus approfondi du marché interbancaire du Luxembourg.

## 2. MESURES DE CENTRALITÉ

Dans le contexte de l'analyse de réseau, la centralité fournit une mesure de l'importance relative d'un nœud dans la structure du réseau. Une mesure de centralité ne peut ainsi être appliquée qu'à un seul nœud dans le réseau.

Pour étendre le concept au réseau en entier, on recourt à la mesure de centralisation. La centralisation d'un réseau correspond en fait à la comparaison entre la centralité du nœud le plus central et la centralité de tous les autres nœuds du réseau. Plus précisément, la centralisation du réseau est établie comme la moyenne des différences entre la mesure de centralité du nœud le plus central et les mesures de centralité de tous les autres nœuds du réseau. Au niveau du réseau, on parle alors de degré relatif de centralisation.

Les concepts de centralité appliqués à l'analyse de réseau, tant au niveau des nœuds individuels que du réseau dans son intégralité, recourent aux mesures de centralité les plus généralement utilisées. Parmi les quatre mesures de centralité utilisées communément, citées et présentées ci-après, nous construisons l'analyse en utilisant essentiellement les trois premières mesures:

- Centralité en termes de degré (*Degree centrality*)
- Centralité en termes « d'intermédiarité » (*Betweenness centrality*)
- Centralité en termes de proximité (*Closeness centrality*)
- Centralité Pagerank (*Pagerank centrality*)

La centralité en termes de degré (*degree centrality*) est une mesure simple de la connectivité d'un nœud dans le réseau. Le degré de centralité d'un nœud particulier est calculé comme la somme des connections entrantes et sortantes de ce nœud. Cette mesure peut être décomposée en degré entrant, « *in-degree* », qui correspond au nombre de flux entrants reçus par un nœud en particulier, et en degré sortant, « *out-degree* », qui indique le nombre de flux sortants depuis un nœud spécifique. Ces deux aspects, *in-* et *out-degree*, permettent de raffiner l'évaluation de l'importance relative d'un nœud dans le réseau.

Plus précisément, *in-degree* permet d'apprécier l'importance d'un nœud en tant que débiteur pour le réseau en soulignant le nombre de crédettes qui financent ce débiteur. Ainsi, *in-degree* éclaire sur la dépendance d'un nœud vis-à-vis du reste du réseau, mais aussi sur la source potentielle de contagion que représente ce nœud pour le réseau. En effet, plus le nœud affiche un *in-degree* élevé, plus il apparaît comme un débiteur important. Ce nœud peut alors être considéré comme central pour le réseau dans le sens où le défaut de paiement de ce débiteur peut affecter de façon significative le reste des intervenants du réseau.

De façon symétrique, *out-degree* précise le nombre de débiteurs qui dépendent d'un crédettes particulier. *Out-degree* informe donc sur la dépendance du réseau vis-à-vis de ce crédettes particulier, en plus d'indiquer les sources potentielles de défaut aux quelles ce crédettes est exposé. Un nœud dont l'*out-degree* est élevé peut alors être interprété comme un intervenant central pour le réseau dans la mesure où une contraction des crédits qu'il distribue aurait des répercussions non négligeables pour l'ensemble des débiteurs qui dépendent de lui et impacterait l'ensemble du réseau.



Ces mesures de centralité, *in-*, *out-* et *all-degree*, présentent un caractère absolu et difficilement comparable d'un réseau à l'autre. On exprime alors ces mesures en termes relatifs pour autoriser la comparabilité, c'est-à-dire qu'on normalise ces mesures en les divisant par le degré le plus élevé du réseau qui leur est spécifique.<sup>15</sup>

- Mesure absolue de centralité en termes de degré d'un nœud  $x$  :

$C_D(x)$  degré de  $x$

- Mesure relative de centralité en termes de degré d'un nœud  $x$  :

$$C_D(x) = \frac{c_D(x)}{n-1}$$

Comme mentionné précédemment, au niveau du réseau on recourt au degré relatif de centralisation. Pour rappel, celui-ci est établi comme la moyenne des différences entre la mesure de centralité du nœud le plus central,  $C_D^*$ , et les mesures de centralité de tous les autres nœuds du réseau,  $C_D(x)$ . Ainsi, un degré relatif de centralisation élevé indique une forte disparité en termes de connexions entre le nœud le plus central et les autres nœuds du réseau. Ce degré relatif de centralisation du réseau renseigne alors sur la densité des liens constitutifs du réseau: plus le degré relatif de centralisation du réseau est élevé, plus ce réseau est perçu comme faiblement interconnecté. Par extension, cela indique que le réseau présente une densité disparate et une forte concentration des flux vers un nombre restreint d'acteurs du réseau.

Similairement à l'analyse focalisée sur les nœuds individuels, le degré de centralisation relatif du réseau peut être divisé en *in-* et *out-degree* pour mieux apprécier les caractères débiteur et créditeur de l'ensemble du réseau. Ainsi, l'*in-degree* relatif de centralisation du réseau mesure la concentration des établissements recevant des fonds alors que l'*out-degree* relatif de centralisation du réseau estime la concentration des banques amenant les fonds.

- Mesure de centralisation du réseau (degré relatif de centralisation) :

$$C_D = \frac{\sum (C_D^* - C_D(x))}{n-2}$$

La centralité en termes « d'intermédiarité » (*betweenness centrality*) est déterminée en fonction de la position du nœud dans le réseau en tant qu'intermédiaire entre deux autres nœuds. Plus spécifiquement, la *betweenness* d'un nœud (i) est calculée à partir du nombre de chemins les plus directs entre deux autres nœuds, (j) et (l), qui passent par le nœud (i) en question,  $\{a_{j,i}\}$ , divisé par le total des chemins directs qui existent entre les nœuds (j) et (l),  $\{a_{j,l}\}$ . Cette mesure *betweenness* intègre ainsi déjà un caractère relatif. Elle peut également être normalisée par le nombre de nœud du réseau, grevé des nœuds (j), (l) et (i) considérés.

La *betweenness* d'un nœud sera considérée comme importante, non pas parce que le nœud présente un nombre élevé de connexions, c'est-à-dire un degré de centralité élevé, mais plutôt parce que ce nœud joue un rôle prépondérant en tant qu'intermédiaire dans le réseau.

15 Si n est le nombre de nœuds du réseau, le degré le plus élevé possible dans un réseau sans boucle est alors de n-1.

- Mesure de centralité en termes « d'intermédiarité » d'un nœud (*betweenness*) :

$$C_B(x) = \frac{\sum_{j,l} \frac{a_{j,l,i}}{a_{j,l}}}{(n-1)(n-2)}$$

De façon identique à la centralité en termes de degré, le degré relatif de centralisation en termes d'intermédiarité du réseau, que nous appellerons par la suite la *betweenness* du réseau, est établie comme la moyenne des différences entre la *betweenness* du nœud le plus central et les *betweenness* de tous les autres nœuds. La *betweenness* du réseau souligne les disparités entre les nœuds : plus la *betweenness* du réseau est proche de 1, plus un acteur spécifique du réseau occupe une position stratégique d'intermédiaire comparativement aux autres intervenants.

- Mesure de centralisation en termes « d'intermédiarité » du réseau (*betweenness*) :

La centralité en termes de proximité (*closeness centrality*) est calculée comme l'inverse de la mesure d'éloignement d'un nœud. L'éloignement d'un nœud dans le réseau est défini comme la somme de la longueur de tous les chemins les plus directs entre le nœud considéré et tous les autres nœuds du réseau,  $\sum_y d(x,y)$ . La proximité est alors simplement l'inverse de l'éloignement. Il est aussi possible de normaliser cette mesure en divisant l'éloignement par le nombre total de nœuds, retranché de celui considéré. La centralité en termes de proximité reflète les capacités d'un nœud spécifique à interagir avec tous les autres nœuds du réseau.

- Mesure de centralité en termes de proximité (*closeness*) d'un nœud :

$$C_c(x) = \frac{1}{\sum_y d(x,y) / (n-1)} = \frac{(n-1)}{\sum_y d(x,y)}$$

Selon la même logique que précédemment, la *closeness* du réseau est établie relativement à la mesure de proximité du nœud le plus central et met en lumière les disparités entre les nœuds du réseau : plus la *closeness* du réseau est proche de 1, plus un nœud particulier dispose d'une position cruciale pour interagir avec les autres acteurs du réseau.

- Mesure de centralisation en termes de proximité (*closeness*) du réseau :

$$C_c = \frac{\sum_x (C_c^* - C_c(x))}{(n-1)(n-2) / (2n-3)}$$



La dernière mesure de centralité, la centralité Pagerank, trouvent ses origines de la théorie des graphes orientés. Elle peut être considérée comme une généralisation de la centralité exprimée par les vecteurs propres.<sup>16</sup>

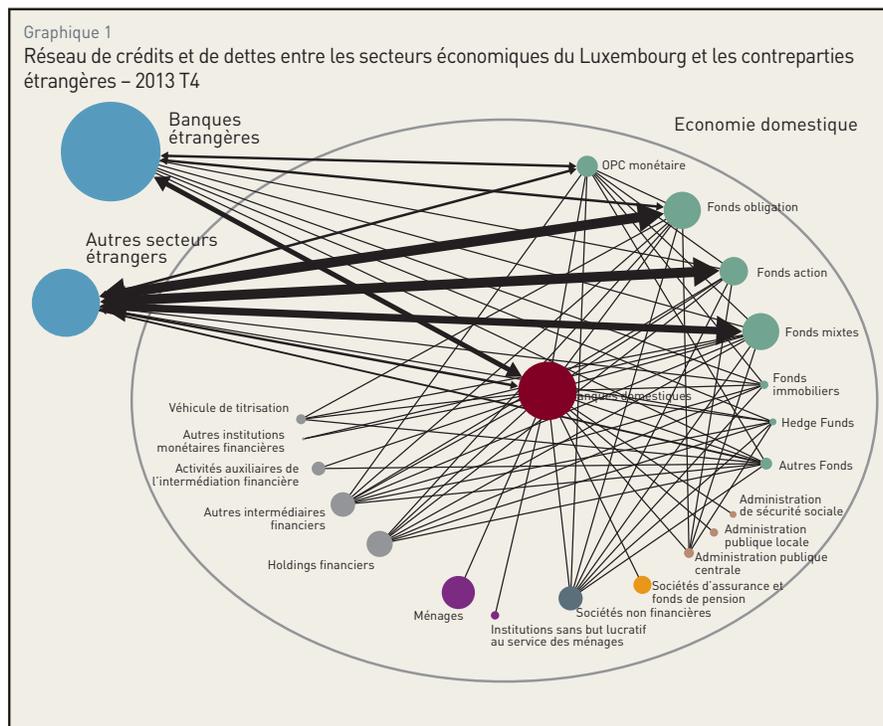
Il est important de mentionner que l'analyse de réseau appliquée aux systèmes financiers n'est qu'à ses prémises. A ce titre, elle ne peut être considérée comme une méthode adéquate à elle seule pour sous-tendre des décisions politiques. Néanmoins, combinée avec d'autres informations et indicateurs, elle peut aider à établir une image agrégée offrant une vision globale sur la stabilité du système financier. Ces analyses mériteraient ainsi davantage de recherche pour être ajoutées dans la boîte à outils de supervision.

### 3. TOUS SECTEURS ECONOMIQUES ET CONTREPARTIES ETRANGÈRES

Recourant à des données de bilans agrégés des banques et des fonds implantés au Luxembourg, nous construisons un réseau pour apprécier les interrelations entre les secteurs économiques du Luxembourg et les contreparties étrangères (voir Graphique 1). Ce réseau permet également d'estimer l'importance des fonds dans le financement du système bancaire du Luxembourg.

Les liens entre les secteurs reflètent les expositions brutes en termes de crédits et de dettes, calculées respectivement comme la somme i) pour les crédits : des créances et titres de dettes détenus par un secteur, et ii) pour les dettes : des créances et dettes émises par un secteur. La taille de

chaque nœud représente la part de ce secteur dans le financement des établissements de crédit luxembourgeois.



Pour ce qui concerne les montants non-ventilés des financements des fonds d'investissement, nous avons opté pour une répartition entre les banques domestiques (1 %) et les contreparties étrangères (99 %) appliquée à tous les fonds, si ce n'est pour les OPC<sup>17</sup> monétaires où cette répartition a été affinée pour les sources étrangères (49 % en provenance des banques étrangères et 51 % des autres secteurs étrangers). Une telle répartition a été approximée en se référant à divers indicateurs observés.

Le réseau met en lumière les forts liens du système financier

Sources : BCL, calculs BCL

<sup>16</sup> La centralité exprimée selon les vecteurs propres fournit une mesure de l'influence d'un nœud dans le réseau en attribuant des scores relatifs à tous les nœuds du réseau. Des connections à un nœud présentant un score relatif élevé accroît la centralité exprimée en vecteur propre du nœud en considération.

<sup>17</sup> OPC monétaires: Organismes de Placement Collectif monétaires, encore appelés fonds monétaire ou money market funds [MMF]. Ces différentes appellations sont utilisées indifféremment dans le texte.

luxembourgeois avec les banques étrangères et les autres secteurs étrangers<sup>18</sup>. Ces liens émanant de l'étranger rejoignent en premier lieu l'industrie des fonds (fonds monétaires, d'actions, obligataires, mixtes, immobiliers, alternatifs ou autres fonds) et ensuite le secteur bancaire domestique. Une telle situation n'est pas surprenante compte tenu de la présence au Luxembourg d'une industrie de fonds bien développée ainsi que de nombreuses succursales et filiales de groupes bancaires étrangers.

En se référant ci-dessus au réseau intégrant les relations avec l'étranger, les principaux contributeurs, en termes d'expositions brutes, au financement des établissements de crédit luxembourgeois sont : les banques étrangères, les autres secteurs étrangers et les banques domestiques (voir le Tableau 1 pour une approche plus granulaire des sources de financement des banques luxembourgeoises).

Au dernier trimestre 2013, l'industrie des fonds contribuait au financement des établissements de crédit du Luxembourg pour un total agrégé à hauteur de 17,04 %, dont les contributeurs essentiels étaient les fonds obligataires, mixtes et d'actions respectivement. Les établissements de crédit domestiques se reposent par ailleurs peu sur les OPC monétaires et ainsi que sur les fonds immobiliers comme source de financement. Dans l'ensemble, de tels résultats demeurent stables, quelque soit la fréquence retenue en termes de variation, annuelle ou trimestrielle, et confirment que, du point de vue des risques systémiques, les sources de contagion potentielle émanent davantage de l'étranger que de l'économie domestique du Luxembourg.

Tableau 1 :

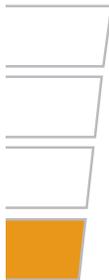
**Contribution de chaque secteur au financement des établissements de crédit du Luxembourg – toutes contreparties – 2013 T4**

CONTRIBUTION DE CHAQUE SECTEUR	2012 T4	2013 T4
Banques Domestiques *	13,91 %	13,51 %
OPC monétaires	1,79 %	1,58 %
Autres institutions monétaires financières	0,00 %	0,00 %
Administration centrale	0,31 %	0,41 %
Administration locale	0,20 %	0,24 %
Administration de sécurité locale	0,23 %	0,21 %
Holding financiers	2,74 %	2,68 %
Fonds d'actions	2,82 %	3,44 %
Fonds obligataires	4,77 %	5,44 %
Fonds mixtes	4,56 %	5,43 %
Fonds immobiliers	0,17 %	0,26 %
Fonds alternatifs	0,14 %	0,22 %
Autres fonds	0,84 %	0,67 %
Véhicules de titrisation	0,18 %	0,34 %
Autres intermédiaires financiers **	2,02 %	2,42 %
Auxiliaires financiers	0,58 %	0,73 %
Compagnies d'assurance et fonds de pension	1,18 %	1,26 %
Sociétés non financière	1,85 %	2,29 %
Ménages	4,00 %	4,32 %
Associations à but non lucratif au service des ménages	0,27 %	0,28 %
Banques étrangères	39,90 %	36,85 %
Autres secteurs étrangers	17,54 %	17,42 %

\* Cette contribution n'est pas représentée sur le Graphique puisqu'elle est intégrée dans la taille du nœud du secteur bancaire domestique.

\*\* Cette catégorie, Autres intermédiaires financiers, regroupent les intermédiaires financiers autres que les établissements de crédit, les holdings financiers, les sociétés de participation financières [SOPARFI], les fonds monétaires et non monétaires, et les véhicules de titrisation.

18 Cette catégorie englobe les contreparties étrangères de tous les secteurs à l'exception des établissements de crédit étrangers, formant une catégorie distincte.



En ce qui concerne le crédit distribué par les établissements de crédit domestiques, les principaux bénéficiaires sont les établissements de crédits étrangers et les autres secteurs étrangers. Cependant, les établissements de crédit domestiques et les ménages représentent également une part non négligeable du portefeuille des crédits des banques domestiques. Cette répartition demeure relativement stable, en comparaison trimestrielle comme annuelle, comme le montre le Tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 :

**Bénéficiaires des crédits distribués par des établissements de crédit du Luxembourg – toutes contreparties – 2013 T4**

DISTRIBUTION À CHAQUE SECTEUR	2012 T4	2013 T4
Banques Domestiques *	4,47 %	3,84 %
OPC monétaires	0,00 %	0,09 %
Autres institutions monétaires financières	0,00 %	0,00 %
Administration centrale	0,37 %	0,43 %
Administration locale	0,00 %	0,00 %
Administration de sécurité locale	0,16 %	0,15 %
Holding financiers	0,01 %	0,00 %
Fonds d'actions	0,00 %	0,00 %
Fonds obligataires	1,16 %	1,11 %
Fonds mixtes	0,74 %	0,51 %
Fonds immobiliers	0,00 %	0,00 %
Fonds alternatifs	0,00 %	0,00 %
Autres fonds	2,45 %	2,45 %
Véhicules de titrisation	0,11 %	0,16 %
Autres intermédiaires financiers **	0,03 %	0,02 %
Auxiliaires financiers	0,00 %	0,00 %
Compagnies d'assurance et fonds de pension	2,05 %	2,41 %
Sociétés non financière	0,26 %	0,33 %
Ménages	3,36 %	3,53 %
Associations à but non lucratif au service des ménages	0,03 %	0,02 %
Banques étrangères	56,18 %	57,99 %
Autres secteurs étrangers	28,62 %	26,94 %

\* Cette contribution n'est pas représentée sur le Graphique puisqu'elle est intégrée dans la taille du nœud du secteur bancaire domestique.

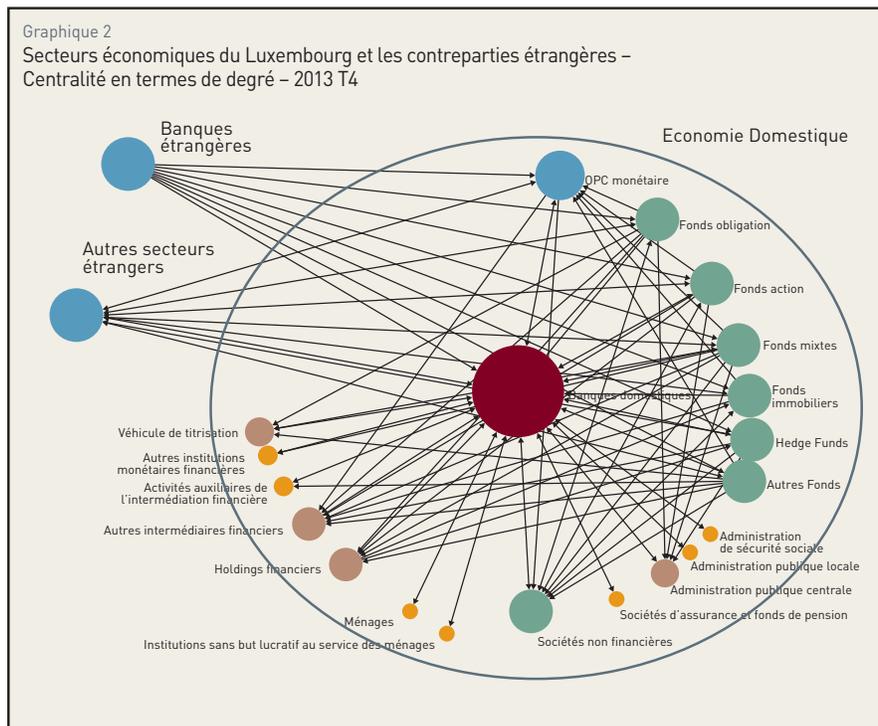
\*\* Autres que les établissements de crédit, les holdings financiers, les sociétés de participation financières [SOPARFI], les fonds monétaires et non monétaires, et les véhicules de titrisation.

Le Graphique 2 ci-après illustre le précédent réseau en termes de centralité. Il est important de rappeler que ce type d'analyse s'attache davantage au nombre de connexions qu'au montant alloué ou reçu. Ainsi, dans ce graphique, la taille des nœuds dépend du nombre de connexions que chaque nœud présente. De même, les couleurs rassemblent les secteurs selon le nombre de connexions :

- Bleu ciel : plus de 40 connexions
- Bleu marine : entre 17 et 21 connexions
- Bleu vert : entre 12 et 16 connexions
- Gris : entre 5 et 10 connexions
- Noir : moins de 5 connexions

Un tel graphique fournit une vision synthétique du réseau en termes de centralité en degré, il met ainsi en lumière les acteurs centraux de l'économie du Luxembourg.

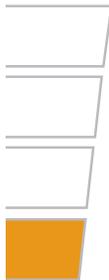
Ce graphique confirme les résultats mentionnés précédemment et illustre mieux la place centrale occupée par le secteur bancaire domestique ainsi que celles des contreparties étrangères et de l'industrie des fonds. En effet, ce graphique montre clairement que la majeure partie de l'activité est liée au marché interbancaire domestique, qui ressort comme le nœud le plus important. En outre, il souligne les résultats issus des tableaux précédemment évoqués, à savoir que les sources de financement des établissements de crédits luxembourgeois, comme leurs allocations de crédit, présentent un degré substantiel de diversification. En effet, le secteur bancaire domestique est lié à tous les secteurs, et les tailles des nœuds des fonds et des secteurs étrangers sont comparables. Un tel degré de diversification apparaît comme un élément positif sous une perspective de stabilité financière puisqu'il atténue l'impact qui pourrait résulter d'un choc négatif affectant la valeur des actifs gérés.



Sources : BCL, calculs BCL

Il est intéressant d'examiner les degrés relatifs de centralisation du réseau pour étudier plus précisément la densité des liens du réseau, et ainsi son interconnectivité. Comme présenté dans la partie précédente, le degré de centralité d'un nœud exprime l'importance relative de ce nœud dans le réseau. Plus ce dernier est élevé, plus le nœud occupe une position importante dans le réseau. Au niveau du réseau, on recourt au degré relatif de centralisation du réseau. Celui-ci est établi comme la moyenne des écarts entre la mesure de centralité du nœud le plus central et les mesures de centralité de tous les autres nœuds. Le degré relatif de centralisation du réseau souligne alors les disparités de centralité des nœuds du réseau et permet ainsi de mieux appréhender l'interconnectivité du réseau considéré. En effet, plus le degré de centralisation du réseau est important, plus le réseau présente une forte disparité de centralité des nœuds, c'est-à-dire que le réseau présente une densité hétérogène en termes de connexions, avec une concentration des flux vers un nombre réduit d'acteurs prépondérants. Ces mesures de degré de centralité ou de centralisation peuvent être décomposées en degré entrant, *in-degree*, pour analyser les flux reçus par les nœuds du réseau et par là mieux cerner le caractère débiteur du nœud ou du réseau. De façon symétrique, le degré sortant, *out-degree*, renseigne sur les flux émis par le nœud et autorise d'analyser l'aspect créditeur du nœud ou du réseau.

L'*in-degree* relatif de centralisation du réseau donne ainsi des indications sur la concentration des établissements recevant des fonds alors que l'*out-degree* relatif de centralisation du réseau s'attache à estimer la concentration des banques amenant les fonds. L'*in-degree* relatif de centralisation de ce réseau est de 0.40, et l'*out-degree* relatif est de 0.42. En d'autres termes, ce réseau présente une concentration des créditeurs légèrement plus prononcée que celle des débiteurs. Dans l'ensemble, le



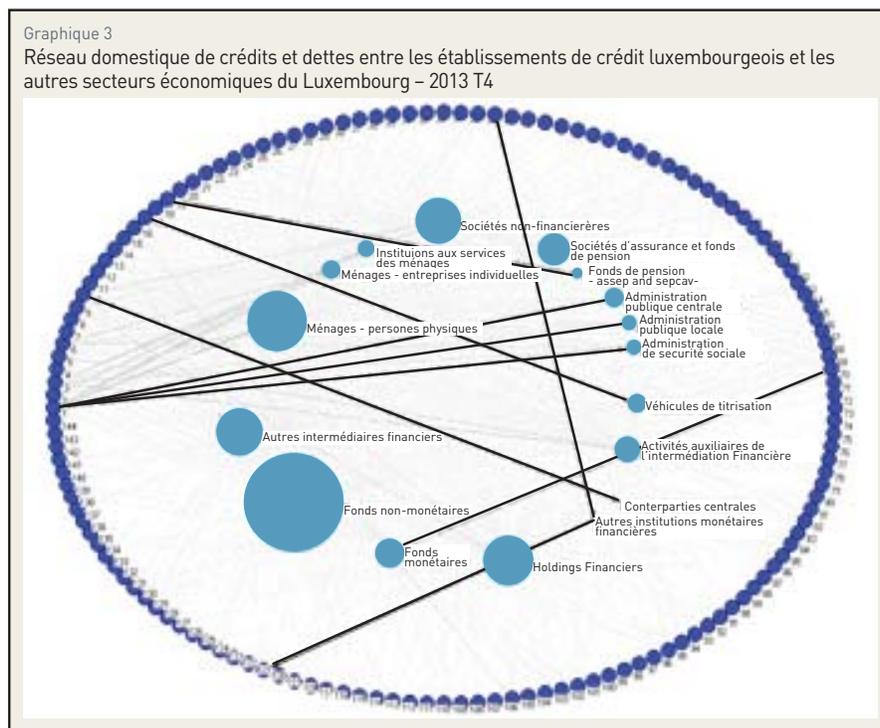
degré relatif de centralisation du réseau est de 0.41, indiquant un réseau non-homogène et peu dense en termes de connexions, caractérisé par une disparité assez forte entre certains nœuds plus actifs dans le réseau que d'autres.

Ce résultat est corroboré par le degré relatif de centralisation en termes « d'intermédiation » (*betweenness*) du réseau, de 0.719, qui est quasiment égal à « l'intermédiation » du nœud représentatif du secteur bancaire domestique (0.724), présentant la *betweenness* la plus importante. Le secteur bancaire domestique est ainsi perçu dans ce réseau comme un intermédiaire prépondérant pour atteindre les autres nœuds de ce réseau. La forte *betweenness* du réseau souligne qu'à l'inverse, les autres acteurs ne bénéficient pas de ce positionnement d'intermédiaire clé, leurs connexions étant principalement orientées vers un nombre restreint d'acteurs du réseau. De façon similaire, le degré relatif de centralisation du réseau en termes de proximité (*closeness*) de 0.86 est proche, mais inférieur, au degré de proximité du secteur bancaire domestique, égal à 1 (i.e. le secteur bancaire domestique peut interagir directement avec tous les autres nœuds du réseau).

Ces différents résultats mettent en relief que les relations financières transitent essentiellement entre certains acteurs, en l'occurrence le secteur bancaire domestique en priorité, puis les contreparties étrangères et enfin l'industrie des fonds.

#### 4. RÉSEAU DOMESTIQUE : BANQUES INDIVIDUELLES ET SECTEURS ECONOMIQUES DU LUXEMBOURG

Recourant à des données bilantaires d'établissements de crédit individuels luxembourgeois, nous dressons un réseau domestique pour figurer les relations entre les banques luxembourgeoises et les autres secteurs domestiques, voir Graphique 3 ci-dessous. Les banques individuelles sont disposées en cercle extérieur et les autres secteurs sont représentés sur le cercle intérieur. De façon similaire au réseau précédent, les liens entre les établissements de crédit individuels et les autres secteurs recouvrent i) pour les crédits : les créances et les titres de dettes détenus par une banque individuelle envers un secteur, et ii) pour les dettes : les créances et les titres de dettes émis par une banque individuelle et détenus par un secteur particulier. Cependant, contrairement au réseau précédent où les liens retraçaient les expositions brutes, ici les liens entre les banques individuelles et un secteur spécifique sont exprimés en pourcentage du total du crédit (respectivement de la dette) alloué à ce secteur. En continuité



Sources : BCL, calculs BCL

avec l'analyse de réseau précédente, la taille du nœud de chaque secteur correspond à la contribution de ce secteur dans le financement des établissements de crédit luxembourgeois (marché interbancaire domestique exclu). Le Graphique 3 ci-dessous indique ainsi les secteurs les plus importants dans le financement des banques luxembourgeoises (selon la taille du nœud) de même que les banques les plus actives pour chaque secteur (selon l'épaisseur de la flèche).

De façon évidente, on constate que seul un nombre limité d'établissement de crédit sont fortement connectés aux autres composants du secteur financier et de l'économie réelle.

Sous un angle domestique, les principaux contributeurs au financement des établissements de crédit luxembourgeois, en termes d'exposition, sont les fonds non-monétaires, les ménages, les holdings financiers, les autres intermédiaires financiers et les sociétés non-financières. Quelque soit les fréquences de comparaison, trimestrielle ou annuelle, cette répartition reste relativement stable. Nous invitons le lecteur à se référer au Tableau 3 ci-après pour une décomposition plus granulaire des sources de financement des établissements de crédit luxembourgeois.

Tableau 3 :

**Contribution de chaque secteur au financement des banques luxembourgeoises – contreparties Luxembourg – 2013 T4**

CONTRIBUTION DE CHAQUE SECTEUR	2012 T4	2013 T4
Auxiliaires financiers	2,44 %	2,69 %
Administration centrale	1,30 %	1,50 %
Administration de sécurité sociale	0,95 %	0,77 %
Administration locale	0,86 %	0,90 %
Autres intermédiaires financiers *	8,53 %	8,97 %
Véhicules de titrisation	0,74 %	1,26 %
Fonds non-monétaire	39,56 %	40,45 %
Contreparties centrales	0,00 %	0,00 %
Fonds de pension - assep et sepcav-	0,08 %	0,36 %
Holdings financiers	11,53 %	9,93 %
Autres institutions monétaires financières	0,00 %	0,00 %
Fonds monétaire	3,40 %	3,31 %
Institutions à non but lucratif au service des ménages	1,14 %	1,05 %
Ménages – entreprise individuelle	0,98 %	1,17 %
Ménages – personne physique	15,83 %	14,84 %
Compagnies d'assurance et fonds de pension	5,00 %	4,31 %
Sociétés non financières	7,68 %	8,49 %

\* Excluant les établissements de crédit, les holdings financiers, les sociétés de participation financières [SOPARFI], les fonds monétaires et non monétaires, et les véhicules de titrisation

Les sources de financement des établissements de crédit luxembourgeois apparaissent diversifiées. Un faible degré de dépendance des banques à une source de financement unique, qui pourrait se tarir et induire des problèmes de liquidité, voire d'insolvabilité, pour les banques, ressort comme un aspect positif du point de vue de la stabilité financière.

De façon corollaire, les principaux bénéficiaires des crédits octroyés par les établissements de crédit luxembourgeois sont les ménages, les autres intermédiaires financiers et les sociétés non-financières. Cette répartition demeure relativement stable en comparaison annuelle comme trimestrielle, voir Tableau 4 ci-dessous pour une décomposition plus granulaire sur cet aspect.



Tableau 4 :

**Allocation des crédits octroyés par les banques luxembourgeoises aux secteurs économiques du Luxembourg –  
contreparties Luxembourg – 2013 T4**

ALLOCATION DES CRÉDITS	2012 T4	2013 T4
Auxiliaires financiers	1,07 %	1,43 %
Administration centrale	3,45 %	3,87 %
Administration de sécurité sociale	0,05 %	0,00 %
Administration locale	1,50 %	1,37 %
Autres intermédiaires financiers *	22,69 %	21,96 %
Véhicules de titrisation	0,01 %	0,01 %
Fonds non-monnaire	6,84 %	4,57 %
Contreparties centrales	0,01 %	0,01 %
Fonds de pension - assep et sepcav -	0,00 %	0,00 %
Holdings financiers	10,81 %	9,98 %
Autres institutions monétaires financières	0,00 %	0,00 %
Fonds monétaire	0,49 %	0,09 %
Institutions à non but lucratif au service des ménages	0,25 %	0,21 %
Ménages – entreprise individuelle	2,40 %	2,98 %
Ménages – personne physique	31,06 %	31,67 %
Compagnies d'assurance et fonds de pension	0,29 %	0,22 %
Sociétés non financières	19,08 %	21,63 %

\* Excluant les établissements de crédit, les holdings financiers, les sociétés de participation financières (SOPARFI), les fonds monétaires et non monétaires, et les véhicules de titrisation

De façon symétrique aux sources variées de financement, nous soulignons que l'allocation des fonds bancaires présente un degré substantiel de diversification. Ainsi, le potentiel de diversification des défauts des emprunteurs s'en trouve accru, constituant également un aspect positif sous une perspective de stabilité financière. Néanmoins, une certaine concentration est observée au niveau des ménages, des sociétés non-financières et des autres intermédiaires financiers.

En termes de centralité, sept établissements de crédit peuvent être considérés comme créditeurs et débiteurs importants pour l'économie du Luxembourg, puisqu'ils affichent un *in-degree*<sup>19</sup> et un *out-degree*<sup>20</sup> avec les secteurs économiques du Luxembourg supérieur à 10<sup>21</sup>. Pour mieux illustrer ce point, nous référons le lecteur au Graphique 4 ci-après, qui éclaire sur l'importance relative en termes de centralité de chacun des établissements de crédit et des secteurs.

Il est à noter, que le nombre des débiteurs majeurs a régressé depuis Juin 2012, où ils étaient 10 établissements débiteurs importants pour le réseau domestique alors qu'ils ne sont plus que 7 en Décembre 2013. Ce nombre demeure inchangé pour ce qui concerne les créditeurs importants pour le réseau domestique.

Le graphique ci-dessus dépeint que peu d'établissements de crédit présentent des connections tangibles avec le reste du réseau de l'économie domestique (ils sont essentiellement localisés dans la

19 In-degree représente le nombre de créditeurs pour un débiteur spécifique, et informe sur la dépendance de ce débiteur envers le reste du réseau.

20 Symétriquement, out-degree représente le nombre de débiteurs pour un créateur en particulier; cela donne des indications sur l'importance de ce créateur pour le reste du réseau.

21 Comme déjà mentionné, nous rappelons que l'analyse en termes de centralité s'attache davantage aux nombres de connexions qu'aux expositions brutes.

partie nord-ouest du cercle extérieur) alors que l'ensemble des secteurs ressort comme important pour le réseau.

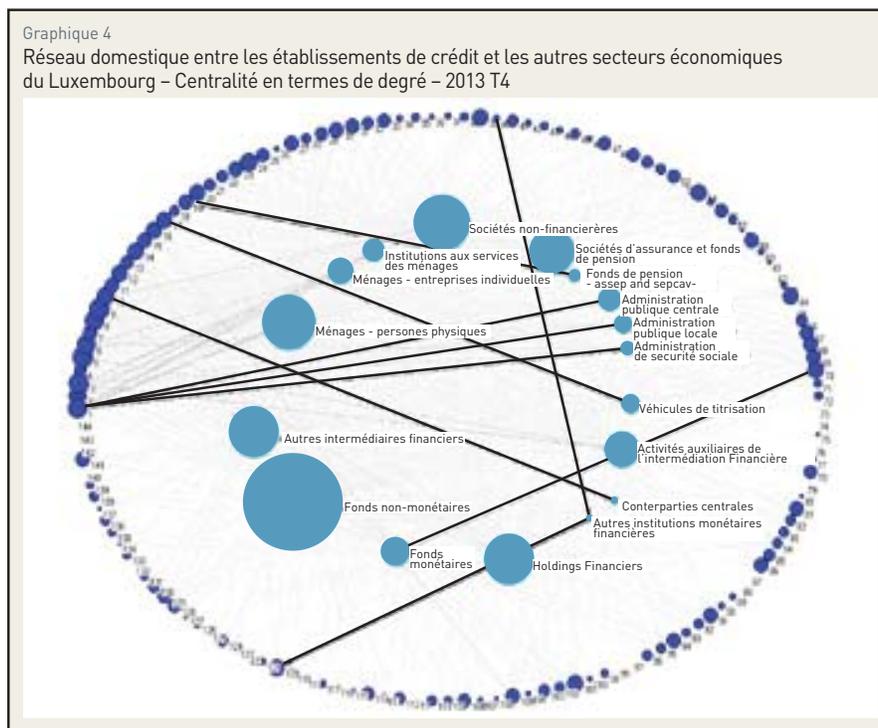
Il est également remarquable de constater les modifications de tailles des nœuds en comparaison avec le graphique précédent. Ainsi, les fonds non-monnaïres qui contribuaient de façon non négligeable dans le financement des établissements de crédit au Luxembourg, apparaissent comme moins centraux en termes d'interconnectivité, la taille du nœud se contractant de façon importante. A l'inverse les fonds monétaires et les auxiliaires financiers se voient représenter par des nœuds de tailles plus importantes, les révélant comme des acteurs plus centraux qu'initialement envisagés dans l'interconnectivité du réseau.

L'*in-degree* relatif de centralisation du réseau est de 0.49, l'*out-degree* relatif est à 0.60, indiquant un réseau fortement asymétrique, avec une concentration plus prononcée du côté des créditeurs. Le

décompte des établissements créditeurs et débiteurs confirme le résultat de l'analyse des *in-* et *out-degree* relatifs de centralisation (respectivement 112 banques apporteurs de fonds et 121 collecteurs de fonds). Dans l'ensemble, le degré relatif de centralisation du réseau est de 0.53, indiquant une densité faible du réseau. Il est intéressant à ce propos de noter que la densité du réseau décroît lorsqu'on se focalise exclusivement sur l'économie domestique.

En fait, la densité moindre du réseau domestique, en comparaison du réseau précédent, s'explique par une meilleure visualisation des différentes relations entre les établissements de crédit individuels et les secteurs économiques domestiques. En effet, dans le réseau précédent, incluant les contreparties étrangères, l'ensemble des flux entre le secteur bancaire domestique et les autres secteurs économiques domestiques se concentrait depuis un nœud unique. A l'inverse, dans le réseau domestique, ces flux sont maintenant décomposés et dispersés entre les différents établissements de crédit individuels.

Cependant, le degré relatif « d'intermédiation » (*betwenness*) du réseau est faible (0.21), et est largement supérieur à l'intermédiation moyenne observée pour les nœuds individuels (0.002). Par ailleurs, le degré relatif de proximité (*closeness*) du réseau est peu important (0.19), et il est inférieur au degré de proximité des nœuds individuels observé en moyenne (0.4), bien que celui-ci ne soit pas très élevé.



Sources : BCL, calculs BCL



En fait, les liens de financement du MMF sont asymétriques dans leur structure, avec un nombre de banques intervenant comme créditrices (14) bien inférieur au nombre de banques agissant comme débiteurs (28) sur ce marché.

En outre, les expositions brutes sont également asymétriques, avec un montant total levé par les banques sur ce marché bien plus important que le montant total qu'elles y amènent en tant que créditrices. Ainsi, le secteur des MMF demeure un créditeur net, un pourvoyeur de fonds pour les établissements de crédit luxembourgeois. Néanmoins, il convient de rappeler que les établissements de crédit luxembourgeois recourent faiblement à ce type de financement. A la fin de l'année 2013, la part des MMF dans le financement des banques correspondait à 1.58 % en contreparties tous pays, et à 3.31 % lorsque les contreparties sont restreintes au Luxembourg.

Sous une perspective de stabilité financière, ce marché présente une structure relativement stable. En comparaison annuelle, on observe quelques variations dans les montants levés ou amenés par les établissements de crédits, et des fluctuations dans le nombre de participants à ce marché. En comparaison trimestrielle, la structure conserve une certaine stabilité avec dans l'ensemble les mêmes acteurs majeurs, bien que le créditeur / débiteur principal puisse changer d'un trimestre à l'autre. Dans l'ensemble, relativement peu de banques ont un rôle prépondérant sur ce marché.

Bien que le rôle des certains acteurs sur ce marché est essentiel, leurs expositions au MMF ne représentent en fait qu'une faible proportion de leur bilan bancaire. En effet, la banque 23 fournit certes 75 % environ du financement des MMF, mais cette exposition ne correspond qu'à 0.75 % du total de son bilan – toutes contreparties –. Cette remarque peut se généraliser aux autres établissements de crédit créditrices des MMF (leur expositions respectives au MMF, exprimées en pourcentage de leur bilan, se révèlent bien inférieure à 1 %). Ainsi, leurs expositions aux MMF luxembourgeois s'avèrent marginales et ne présentent pas de risques systémiques.

Pour ce qui concerne les crédits alloués par les MMF, davantage de banques bénéficient de leur financement, bien que peu d'entre elles puissent être identifiées comme des acteurs essentiels. Pour illustration, la banque 10 reçoit 20 % environ des crédits octroyés par les MMF, suivi de la banque 27 qui bénéficient de 19 %, puis quatre banques dont les expositions en termes de dettes auprès des MMF oscillent entre 10 % et 7 %.

En rapportant ces expositions à leur bilan respectif, il est alors possible d'apprécier plus justement l'importance de cette source de financement pour ces acteurs clés. La dette de la banque 10 envers les MMF représente 13 % de son bilan. En fait, du côté du passif des banques, nous observons que neuf banques sont au dessus du seuil de 5 %, dont deux atteignent 50 % et 30 % respectivement. Un examen plus approfondi de ces deux établissements de crédit révèle qu'ils présentent des bilans de petite taille.

## 6. RÉSEAU INTERBANCAIRE DU LUXEMBOURG

L'analyse du réseau domestique entre les établissements de crédit et les secteurs économiques domestiques du Luxembourg a souligné que certains établissements de crédit luxembourgeois ne présentent de connexions qu'avec d'autres établissements de crédit. Ainsi, nous nous focalisons à présent sur le marché interbancaire. Nous procédons en deux temps pour analyser les principaux aspects de la centralisation du réseau interbancaire. Nous limitons d'abord l'étude de ce marché interbancaire luxembourgeois à un cadre domestique, puis nous l'étendons aux contreparties étrangères.



L'analyse s'étend sur une période allant de 2012 T4 à 2013 T4 et recoupe deux bases de données. Pour les expositions interbancaires brutes domestiques, nous utilisons les tables prudentielles relatives aux expositions aux grands risques des banques individuelles. Et pour les expositions brutes aux établissements de crédit étrangers, nous recourons aux bilans des banques individuelles luxembourgeoises.

Dans la continuité des analyses précédentes, les liens entre les établissements de crédit représentent i) pour les crédits : les créances et les titres de dettes détenus par un établissement de crédit envers un autre établissement, et ii) pour les dettes : les créances et titres de dettes émis par un établissement de crédit et détenu par un autre établissement de crédit. L'analyse intègre les succursales en plus des filiales du même groupe bancaire étranger implanté au Luxembourg.

Pour les besoins de l'étude, les flux de crédits interbancaires retenus remplissent au moins une des deux conditions suivantes : i) ils doivent être égaux ou supérieurs à 10 % des fonds propres de la banque ou ii) ils affichent une valeur supérieure à 12,5 million d'euros.<sup>22</sup> Le premier critère de sélection s'aligne sur la définition des grands risques telle qu'établie par la CRD IV / CRR.<sup>23</sup>

#### 6.1 Réseau Interbancaire du Luxembourg : Marché Domestique

En recourant à des données trimestrielles sur la période 2012 T4 à 2013 T4, nous observons que le nombre moyen d'établissement de crédit qui participent au marché interbancaire luxembourgeois était de 75. Le nombre d'établissements de crédit pourvoyeurs de fonds s'avère dans l'ensemble plus élevé que le nombre d'établissement recevant des fonds, à respectivement 55 et 39. Une plus forte concentration des établissements de crédit officiant comme débiteurs sur ce marché est confirmée par le calcul des *in-* et *out-degree* relatifs de centralisation du réseau.

Comme mentionné précédemment, l'*in-degree* relatif de centralisation du réseau mesure la concentration des établissements recevant des fonds alors que l'*out-degree* relatif de centralisation du réseau s'attache à estimer la concentration des banques amenant les fonds. Les valeurs demeurent stables sur la période d'analyse, à savoir en moyenne 0.09 pour l'*out-degree* et 0.26 pour l'*in-degree* relatif de centralisation du réseau. Ces chiffres corroborent ainsi le fait que les fonds du marché interbancaire domestique luxembourgeois sont dirigés vers un groupe plus concentré d'établissements de crédit dans le réseau.

Afin de mieux cerner l'importance de ces fonds interbancaires pour chaque établissement du réseau, les expositions interbancaires ont été exprimées en pourcentage du total de leur bilan respectif. Le résultat de l'analyse est présenté dans le Graphique 6 ci-après qui illustre le réseau du marché interbancaire domestique du Luxembourg en 2013 T4, dont le ratio moyen de dette interbancaire rapportée au total actif est d'environ 4 %.

Les nœuds dans le graphique ci-dessous représentent les établissements de crédit. La taille de chaque nœud reflète le ratio de dettes interbancaires sur le total d'actifs de la banque considérée. Les couleurs distinguent les différents groupes, définis en fonction de l'endettement interbancaire des établissements de crédit selon la classification suivante :

- 22 Le seuil de 12.5 millions € fut choisi en rapport avec la Circulaire 10/493 édictée par la CSSF qui définit le reporting en matière des grands risques. La Circulaire CSSF 10/493 précise que les transactions d'un montant de 12.5 millions € [25 millions € pour les expositions à un établissement de crédit] doivent être reportées. Dans un esprit conservatif, nous avons choisi le seuil de 12,5 millions € pour mener l'analyse de réseau sur le marché interbancaire.
- 23 L'exposition d'un établissement de crédit à un client ou à un groupe de clients connectés doit être considérée comme un grand risque lorsque sa valeur atteint ou excède 10 % de son capital éligible (Article 381), CRD IV/CRR.

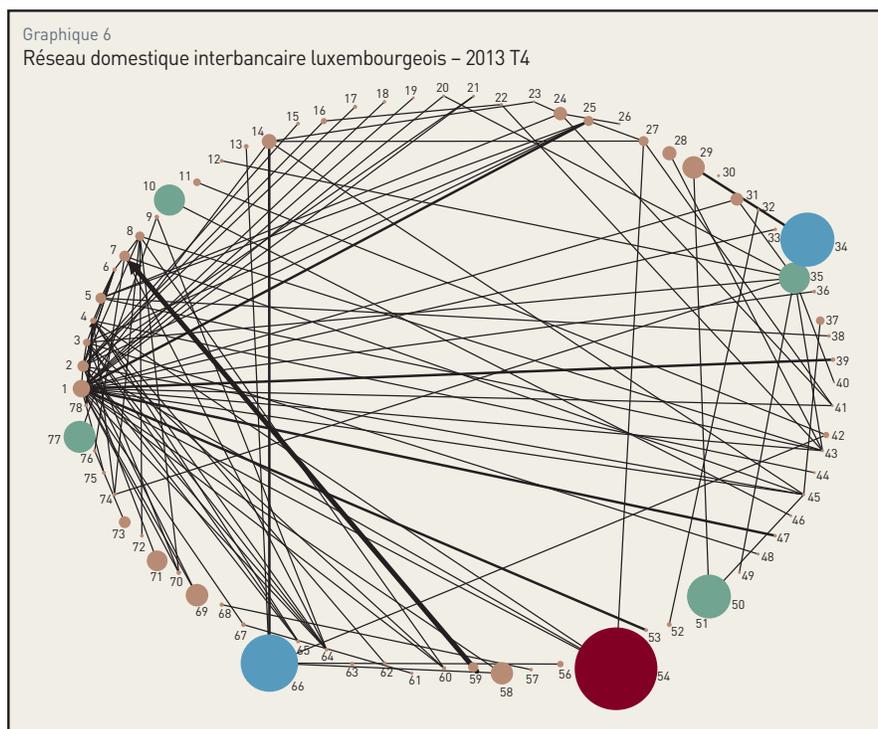
- Rouge = dette interbancaire / total actif < 10 %,
- Bleu = 10 % < x < 30 %,
- Rose = 30 % < x < 50 %, et
- Blanc = x > 50 %.

Les nœuds noirs dans le Graphique 6 correspondent aux établissements de crédit qui ne reçoivent pas de fonds interbancaires mais participent cependant à ce marché en y pourvoyant des fonds (i.e. établissements créditeurs nets). Par ailleurs, les flèches dépeignent les flux de crédit interbancaires depuis la banque qui initie le crédit vers celle qui en bénéficie. Ces flux sont exprimés en pourcentage du total actif de chacune des banques octroyant le crédit. Ainsi, plus la flèche est épaisse, plus elle indique qu'une part importante du total des actifs de cet établissement est allouée au marché interbancaire.

En termes de concentration, le Graphique 6 ci-après montre que la grande majorité des fonds interbancaires sont dirigés vers un petit nombre d'établissements de crédit (nœuds 1, 2 et 3), situés sur la partie ouest du réseau. L'épaisseur des flèches conduit à première vue à supposer que les établissements de crédit ne surpondèrent pas les expositions interbancaires individuelles en comparaison des autres portefeuilles de crédits. Cependant, l'exposition interbancaire moyenne de ce réseau, exprimée pourcentage du total des actifs du créditeur, est d'un peu plus de 5 %, alors que la médiane est à un peu moins de 3 %. Cela indique alors que les expositions ne sont pas négligeables et qu'elles méritent une attention particulière. L'exposition maximale, qui contribue certainement à un déplacement vers le haut de la moyenne, est attribuée à une seule banque, dont l'exposition à une autre contrepartie avoisine les 95 %. Ce flux correspond à un transfert de fonds ascendant à un niveau intra-groupe (de la succursale vers la filiale).

Comme indiqué plus haut, le Graphique 6 ci-dessus représente un nombre plus élevé de pourvoyeurs de fonds interbancaires que de receveurs dans ce réseau. Ainsi, il apparaît un vaste ensemble de nœuds noirs qui participent au réseau domestique uniquement par la distribution de fonds. Le deuxième groupe le plus important du réseau regroupe les établissements de crédit dont le ratio dette interbancaire / total actif est relativement faible (groupe de nœuds en rouge). Ces deux groupes, qui intègrent les établissements de crédit les moins dépendants du financement interbancaire, représentent la grande majorité du réseau.

Ensuite, on peut distinguer quatre banques davantage dépendantes de ce type de financement (nœuds



Sources : BCL, calculs BCL



en bleu), mais l'attention doit être portée sur les trois établissements de crédit restants. En effet, ces trois établissements, deux en rose, un en blanc, appartiennent aux derniers groupes en termes de dépendance vis-à-vis des fonds interbancaires (c'est-à-dire les dépendances les plus fortes) et présentent également les plus hauts niveaux de concentration. Les deux nœuds roses présentent un endettement interbancaire proche de 50 %. Une des banques de ce groupe reçoit ses financements d'une source unique, pour qui ce crédit représente presque 15 % de son total d'actifs. L'autre nœud de ce groupe bénéficie de crédits octroyés par trois contributeurs, pour qui ces expositions correspondent à respectivement 3 %, 21 % et 0.7 % de leur bilan. Enfin, le dernier groupe n'est constitué d'un seul nœud qui présente le plus fort degré de dépendance au financement interbancaire.

Un réseau domestique isolé ne fournit qu'une perspective limitée pour l'analyse. Ainsi, il apparaît nécessaire d'intégrer également les contreparties étrangères à ce marché interbancaire luxembourgeois pour permettre une compréhension exhaustive des caractéristiques du réseau.

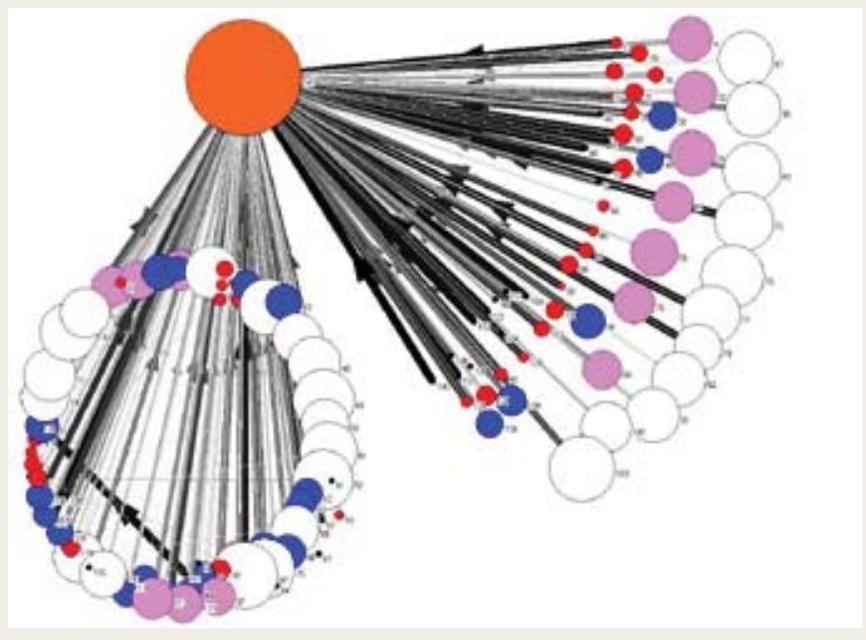
## 6.2. Réseau Interbancaire du Luxembourg : Marché Domestique et Contreparties Etrangères

Pour prendre en compte les flux entrants dans le marché interbancaire luxembourgeois depuis l'étranger, et les flux sortants de ce marché domestique vers l'étranger, le réseau domestique précédent fut étendu par l'ajout d'un nœud supplémentaire représentant le secteur étranger (nous nous référerons à ce réseau incorporant les contreparties étrangères comme le réseau étendu, en opposition au réseau initial qui se focalisait exclusivement sur les contreparties domestiques). Le secteur étranger, dans le Graphique 7 ci-après, est matérialisé par le nœud orange avec le numéro 141. Cette méthode d'interprétation fut choisie en raison de contraintes informationnelles portant sur les flux financiers transitant entre les marchés interbancaires domestique et étranger. Nous conservons la même légende de couleurs que le

graphique précédent pour exprimer les niveaux d'endettement des établissements de crédits.

Graphique 7

Réseau interbancaire luxembourgeois étendu aux établissements de crédits étrangers – 2013 T4



Sources : BCL, calculs BCL

Le graphique ci-dessous montre une dichotomie dans le réseau étendu entre i) les établissements de crédit qui constituaient le réseau domestique initial et présentent également des liens avec l'étranger, et ii) les banques implantées au Luxembourg qui n'ont de relations interbancaires qu'avec les contreparties étrangères. Evidemment, beaucoup plus d'établissements de crédit domiciliés au Luxembourg apparaissent actifs sur le marché interbancaire une fois que l'on prend en compte les expositions interbancaires envers les contreparties étrangères. Le réseau interbancaire étendu en 2013 T4 s'enrichit de 75 % en termes de banques y participant.

Sur la période d'analyse, le réseau interbancaire luxembourgeois étendu aux contreparties étrangères était composé de 137 établissements de crédit en moyenne, en excluant le nœud représentant le secteur étranger. Dans le réseau étendu analysé, tous les établissements de crédit étaient apporteurs de fonds. Le nombre moyen de banques recevant des financements interbancaires, sans comptabiliser le nœud du secteur étranger, était de 108.

De façon similaire au réseau domestique initial, le marché interbancaire au Luxembourg étendu aux contreparties étrangères présente davantage de créditeurs que de débiteurs. De façon plus granulaire, le secteur étranger présente le nombre le plus élevé de flux entrants et sortants, respectivement 134 et 101. Pour mieux mettre en relief la différence de centralité entre le nœud représentant le secteur bancaire étranger et le reste des nœuds illustrant les banques individuelles au Luxembourg, le nœud 1, présentant le second nombre de connexions le plus important, affiche en moyenne 21 flux entrants (*in-degree*) et 8 sortants (*out-degree*). Pour rappel, dans le réseau domestique isolé, cette banque représentée par le nœud 1 présentait le nombre de connexions le plus élevé, à savoir *in-degree* de 20 et *out-degree* de 7 en moyenne.

De façon similaire au réseau domestique initial, l'analyse des *in-* et *out-degree* relatifs de centralisation du réseau révèle une centralisation plus importante du réseau des collecteurs de fonds que du réseau des créditeurs, i.e. une plus forte concentration des débiteurs, cependant, avec des valeurs plus élevées du fait de la prise en compte du secteur étranger. Ainsi, les valeurs moyennes pour le réseau s'élèvent à 0.96 pour l'*in-degree* et 0.72 pour l'*out-degree* sur la période observée. Les différences en termes de centralisation entre le réseau domestique isolé et sa version étendue incorporant les contreparties étrangères s'avère significative (pour rappel, dans le réseau domestique initial, l'*in-degree* était de 0.26 et l'*out-degree* 0.09).

En plus d'une concentration plus prononcée dans le réseau étendu, les nœuds constitutifs du réseau initial, représentant le marché interbancaire domestique au Luxembourg en 2013 T4, présentent également des tailles plus importantes en volume lorsque les contreparties étrangères sont prises en compte. En effet, le ratio moyen de dettes interbancaires (incluant les contreparties étrangères) sur le total d'actifs pour les banques qui constituaient le réseau domestique initial passe à 24 % (il était de 4 % en réseau domestique isolé, hors dettes interbancaires dont les contreparties sont étrangères). D'un autre côté, le groupe d'établissements de crédit connectés uniquement au secteur étranger, et qui ne faisait donc pas partie du réseau domestique isolé initial (le groupe de nœuds à droite dans le graphe), affiche un ratio moyen dette interbancaire (incluant les contreparties étrangères) sur total actifs de 30 %.

Finalement, l'épaisseur des flèches illustre clairement que le réseau étendu présente un maillage plus dense que le réseau domestique initial, particulièrement en termes de crédits alloués au secteur étranger.

### 6.3. Analyse de la Centralité du Réseau Interbancaire au Luxembourg

Tel que précédemment mentionné, l'interconnectivité des réseaux initial et étendu (i.e. respectivement sans et avec contreparties étrangères) du marché interbancaire du Luxembourg est analysée au moyen des trois mesures de centralité que sont : i) la centralité en termes d'intermédiation (*betweenness centrality*), ii) la centralité en termes de proximité (*closeness centrality*) et iii) la centralité en termes de degré (*degree centrality*).

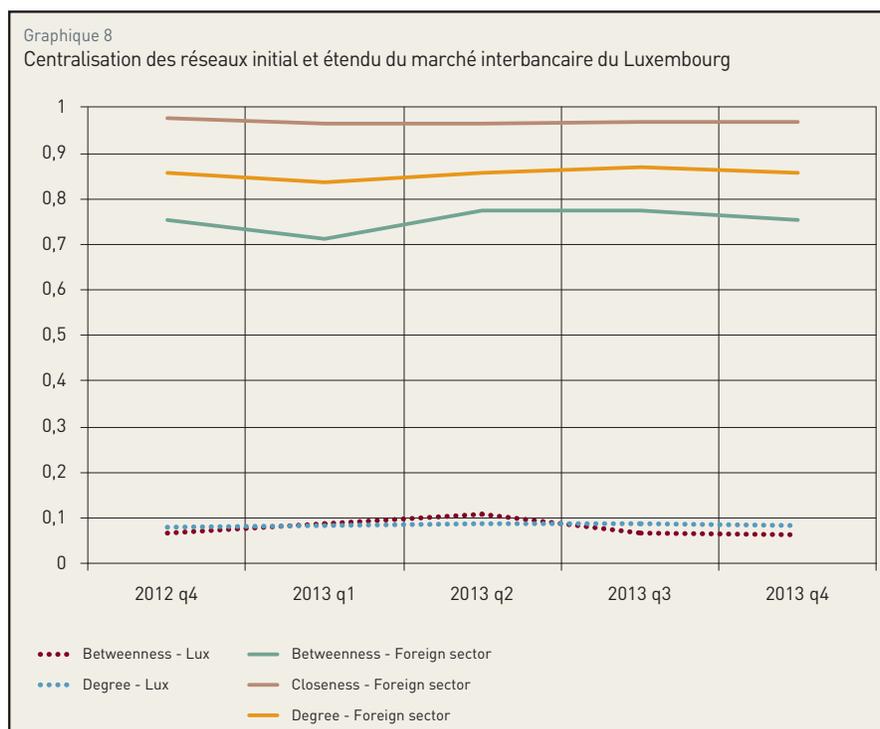


Généralement, ces trois mesures sont positivement corrélées, ce qui est également le cas pour les deux réseaux analysés. La différence principale entre les deux réseaux réside dans le niveau de centralisation du réseau. La différence est notable, du fait, en particulier, des résultats diamétralement opposés obtenus sur les réseaux initial et étendu du marché interbancaire luxembourgeois. Le facteur essentiel qui induit une telle dissemblance est le nœud central représentant le secteur étranger. En termes relatifs, les estimations en termes de centralité de ce nœud représentatif du secteur étranger sont les suivantes :

- la centralité en termes « d'intermédierité » (*betweenness centrality*) 0,75;
- la centralité en termes de proximité (*closeness centrality*): 0,98; et
- la centralité en termes de degré (*degree centrality*): 0,84.

Les valeurs associées au nœud représentant le secteur étranger sont très élevées, et confirme qu'il est le nœud plus connecté dans le réseau. Cependant, la centralité en termes « d'intermédierité » de ce nœud est relativement plus faible que sa centralité en termes de proximité et en termes de degré, du fait de sa position entre les deux groupes que sont i) le groupe des établissements de crédit interconnectés, et ii) le groupe d'établissements de crédit qui n'ont de connexions directes qu'avec le secteur étranger et aucune interconnexions entre eux.

Concernant le groupe des établissements de crédit interconnectés, le chemin le plus court entre deux établissements de ce groupe ne requiert pas nécessairement de transiter par le secteur étranger. A l'inverse, pour le groupe des établissements de crédit qui ne présentent aucune interconnexion entre eux, ce secteur étranger ressort comme un intermédiaire incontournable. Cette structure de connexions entre le secteur étranger et ces deux groupes d'établissements de crédit domestique explique ainsi la valeur relativement plus faible de centralité en termes « d'intermédierité » du nœud représentatif du secteur étranger.



Sources : BCL, calculs BCL

Les valeurs de centralisation pour le réseau initial sont faibles du fait d'un plus grand nombre de nœuds constituant le cœur du réseau. De façon similaire au réseau étendu incluant les contreparties étrangères, les deux mesures de centralité obtenues sur le réseau initial (excluant le secteur étranger) présentent également des résultats corrélés (voir Graphique 8).

## 7. CONCLUSION

Les leçons tirées de la crise financière ont fortement incité les autorités macro-prudentielles à comprendre la structure et le fonctionnement du secteur dit du *shadow banking* ainsi que ses liens avec leur secteur bancaire domestique. Dans cet esprit, nous avons

entrepris une étude des interconnexions entre les banques, les fonds d'investissement et les fonds monétaires, en recourant à une nouvelle base de données exhaustive, collectée pour le Luxembourg afin d'effectuer un survol et une première estimation des liens entre les secteurs institutionnels.

Les données soulignent la forte présence des contreparties étrangères dans le secteur bancaire luxembourgeois par rapport à la faible composante domestique. En particulier, l'analyse menée sur les réseaux interbancaires souligne la forte interconnectivité entre le secteur bancaire domestique et l'étranger ainsi que l'importance des expositions au secteur étranger. Une telle structure de connexions favorise une diffusion des chocs extérieurs à l'ensemble du système bancaire national. De plus, l'analyse conduite sur l'économie domestique révèle une densité relativement faible de ce réseau domestique, tout en mettant en relief la présence de quelques rares établissements de crédit qui ressortent cruciaux pour le financement de l'économie réelle. Ces établissements se distinguent du reste des établissements de crédit, qui eux n'apparaissent pas comme des acteurs incontournables pour l'économie domestique, mais sont très fortement connectés avec l'étranger.

Ainsi, un retrait ou une réduction des sources de financement étrangères pourrait provoquer de sérieuses conséquences négatives pour l'industrie domestique des services financiers, impactant potentiellement tous les établissements de crédit et l'industrie des fonds. Par ailleurs, étant donné la contribution du secteur financier dans le PIB du Luxembourg, un tel choc négatif sur le secteur financier pourrait avoir des répercussions sur l'économie réelle, qui serait susceptible d'affecter l'ensemble des secteurs économiques.

Cependant, les conséquences négatives pourraient être atténuées dans la mesure où seules quelques banques domestiques présentent des liens significatifs avec l'industrie des fonds monétaires d'une part. Et, que d'autre part, seuls quelques établissements de crédit s'avèrent cruciaux pour l'économie domestique. Des niveaux de capitalisation adéquats de ces établissements contribueraient à absorber les chocs et éviter leur propagation. Néanmoins, l'accès aux données des contreparties étrangères est primordial pour appréhender la réalité des risques auxquels les acteurs luxembourgeois sont exposés. Ainsi, il apparaît important de continuer à évaluer le secteur dit du *shadow banking* au Luxembourg pour être au fait des potentielles implications en termes de stabilité financière.