



Performance économique et marchés boursiers : le cas du Luxembourg

Document de travail n°4

HENNANI Rachida
rachida.HENNANI@cc.lu

*Le contenu de ce document n'engage que son auteur et ne constitue en rien le point de vue de la
Fondation Idea asbl.*

Performance économique et marchés boursiers : le cas du Luxembourg

Résumé non technique

L'économie luxembourgeoise se caractérise par une forte ouverture sur l'extérieur qui lui a permis de devenir l'un des centres financiers les plus importants au monde. Actuellement, la part du secteur financier dans la production nationale est de plus de 25%. Cette forte proportion pose la question de l'influence des marchés boursiers sur la performance économique du pays. Cette étude vise à analyser les liens susceptibles d'exister entre la performance économique luxembourgeoise, décrite dans ce cadre par le PIB et la valeur ajoutée du secteur financier, et les fluctuations boursières de la zone euro (données par l'indice Eurostoxx) et du principal indice luxembourgeois (LuxX). Nous constatons une forte relation entre la performance économique et les fluctuations boursières et nous relevons que les cycles d'évolution coïncident (presque) parfaitement. Les modèles utilisés permettent de préciser le lien entre performance économique et fluctuations boursières à partir des données trimestrielles sur la période 2000-2015. Les fluctuations boursières permettent d'anticiper, d'un trimestre, l'évolution du PIB luxembourgeois. L'indice boursier de la zone euro est directement lié à l'évolution de la valeur ajoutée du secteur financier. Ces résultats permettent de mieux comprendre comment et dans quelles proportions un choc au sein de la zone euro se propage à l'économie luxembourgeoise. Ainsi, nous estimons qu'une chute de 10% de l'indice Eurostoxx conduit à une baisse de 0,3 point de pourcentage du PIB et de 0,6 point de pourcentage de la valeur ajoutée du secteur financier. Par ailleurs, l'impact d'une perte de confiance des investisseurs envers les entreprises de la place luxembourgeoise sur la production nationale est plus significatif : une chute de 10% de l'indice LuxX conduit à une baisse d'un point de pourcentage du PIB. Cette étude confirme la forte dépendance de la production nationale aux fluctuations des marchés boursiers.

Résumé

L'existence d'un lien entre les cycles réels et les cycles boursiers est un objet d'étude récurrent dans la littérature économique tant l'impact des crises se rapportant à ces derniers est conséquent. Le Luxembourg, compte tenu de sa position au sein de l'Union économique et monétaire et en tant que centre financier de premier plan, est a priori particulièrement concerné par cette problématique. Cet article analyse les liens susceptibles d'exister entre la performance économique luxembourgeoise, symbolisée ici par le produit intérieur brut (PIB) et par la valeur ajoutée du secteur financier (VAF), et les marchés boursiers domestique et international représentés respectivement par les indices LuxX et Eurostoxx 50. Nous tentons de révéler cette relation au travers de divers instruments : descriptifs par l'analyse des corrélations (statiques et dynamiques) et des indices de concordance des cycles mais aussi analytiques avec le recours à un test de causalité au sens de Granger (1969) et une modélisation vectorielle autorégressive (VAR)¹. Cette dernière permet, par les fonctions de réponses impulsionnelles, de quantifier le délai nécessaire aux grandeurs économiques à l'amortissement d'un choc survenu sur les marchés boursiers. L'analyse empirique menée à partir des données trimestrielles sur la période 2000-2015 révèle un lien entre les indicateurs de performance économique et les indices boursiers qui nécessitent un décalage d'un trimestre dans le cas du PIB. Il existe bien une causalité au sens de Granger (1969) des marchés boursiers vers les mesures de performance économique. Nous estimons à 10 trimestres le délai nécessaire à ces dernières pour se stabiliser après un choc des marchés boursiers.

¹ Un modèle VAR est une spécification multivariée (c'est-à-dire qui explique l'évolution de plusieurs variables dites exogènes) utilisée en séries temporelles qui permet d'expliquer l'évolution de plusieurs séries temporelles par ses valeurs retardées et, éventuellement, par les valeurs retardées des autres variables. Par exemple, on peut tenter d'expliquer l'évolution trimestrielle du PIB sur 20 ans par les données trimestrielles du PIB retardées d'un trimestre et les données trimestrielles retardées d'un indice boursier.

Introduction

« Understanding in economics does not proceed cumulatively. We do not necessarily know more today than we did yesterday, tempting as it may be to believe otherwise. So-called “lessons” are learnt, forgotten, re-learnt and forgotten again. Concepts rise to prominence and fall into oblivion before possibly resurrecting. They do so because the economic environment changes, sometimes slowly but profoundly, at other times suddenly and violently. But they do so also because the discipline is not immune to fashions and fads. After all, no walk of life is. » Borio (2014).

L'analyse des liens entre performance économique et fluctuations boursières relève du constat de Borio (2014) en ce sens où elle a donné lieu à une multitude de réflexions sans pour autant établir de consensus. La littérature économique est riche d'études visant à déterminer si une telle relation existe, quelle en est la causalité et comment prendre en compte ce lien dans les politiques économiques. La crainte d'une bulle spéculative sur les marchés boursiers, révélatrice d'une déconnexion entre les sphères réelles et financières de l'économie, motive cette volonté d'identifier un lien entre la performance économique et l'évolution des marchés financiers.

Dans cette optique, la stabilité des systèmes financiers est devenue un enjeu international concrétisé par la création du comité de Bâle pour la supervision bancaire dont la principale fonction consiste à édicter des principes de saine gestion des risques financiers. Il suffit de réaliser que 5% de la capitalisation boursière américaine² a conduit à l'une des plus grandes crises internationales de l'Histoire financière pour apprécier toute l'importance du Comité de Bâle pour la Supervision Bancaire et des règles qu'il édicte. L'idée selon laquelle les crises financières affectent fortement l'économie réelle est largement défendue dans la littérature économique : le FMI (1998) évalue à 11,5% l'impact d'une crise bancaire³ sur le PIB et à 14%

² C'est ce que représentait le marché des subprimes. Voir à ce propos, *La crise des subprimes*, (2008), Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française.

³ Le FMI(1998) définit une crise bancaire comme une situation dans laquelle les difficultés bancaires réelles ou potentielles vont contraindre les banques à suspendre la convertibilité interne de leurs passifs ou dans laquelle le gouvernement est contraint d'intervenir en prévention pour éviter une propagation des difficultés à l'ensemble du secteur. Borio et Lowe (2002) répertorient 4 caractéristiques habituelles de la crise bancaire : une détérioration des données économiques, une exposition de plusieurs établissements à des risques courants, une accumulation des fragilités liées à un cycle financier et un éclatement imprévisible. Ces différents événements concourent à créer une situation d'instabilité financière qui met les banques en difficulté.

l'impact d'une crise jumelle⁴. Néanmoins, c'est le caractère systémique des crises qui justifie la nécessité de garantir une stabilité financière mondiale.

Les arguments en faveur de l'existence d'un lien entre marchés boursiers et performance économique sont issus de la théorie économique et des modèles s'y rapportant. Ainsi, il est possible de retrouver au moins trois explications théoriques à ce lien :

- Le prix des actifs boursiers est, en principe, la valeur actualisée des paiements futurs de l'entreprise. Ces paiements reflètent l'activité réelle de l'entreprise et par extension et agrégation celle d'un secteur, voire d'un pays. Les modèles de cash-flows actualisés considèrent qu'il est possible de prévoir l'activité économique si les anticipations des investisseurs sur les bénéfices futurs sont correctes en moyenne.
- Tobin (1969) introduit une mesure éponyme (le Q de Tobin) qui met en rapport la valeur boursière de l'entreprise sur la valeur de remplacement du capital fixe. Cet indicateur, lorsqu'il est supérieur à 1 doit conduire les entreprises à augmenter leur stock de capital fixe et par conséquent la production économique des entreprises. L'existence de marchés parfaits reste une condition nécessaire pour la validité de cette mesure.
- Selon Modigliani (1971), une croissance des prix d'un actif boursier enrichit son détenteur et par conséquent son revenu permanent, ce qui va conduire à un réajustement du niveau de consommation et ainsi augmenter la production.

Si les études portant sur le lien entre performance économique et fluctuations boursières sont nombreuses, peu d'analyses concernent le Luxembourg. Les raisons de ce fossé sont liées à l'intérêt des chercheurs d'établir ce lien pour les plus grandes places boursières (en termes de capitalisation, par exemple, les Etats-Unis, la France ou encore l'Allemagne) ou pour des économies nouvellement financiarisées (économies émergentes, par exemple).

Pourtant, le cas du Luxembourg est intéressant à plusieurs égards : le secteur financier et assurantiel représente plus de 26% du PIB en 2015 alors qu'il n'est « que » de 10% en Suisse et de 5% en France (OCDE (2015)) La part du secteur financier a atteint jusqu'à un tiers du PIB

⁴ Cette étude du FMI porte sur les pays d'Asie du Sud-est après la crise de 1997. L'impact des crises sur le PIB est mesuré par l'écart entre la croissance des deux ou trois années qui précèdent la crise et la croissance des deux ou trois années qui suivent la crise. Une crise jumelle est la combinaison d'une crise bancaire et d'une crise de change.

en 2006 et 2007, les activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite, représentant entre 60% et 80% de l'ensemble du secteur financier sur la période 2000-2015 (graphique 1). L'économie luxembourgeoise est particulièrement ouverte sur l'extérieur, ce qui la rend dépendante et sensible aux aléas des marchés internationaux. Cette accointance avec l'évolution des marchés extérieurs est d'autant plus importante à analyser que Guarda et Rouabah (2015) ont montré que la croissance des innovations du secteur financier entraînait celle des autres secteurs de l'économie. Parfois présentée comme la Silicon Valley financière⁵, la place luxembourgeoise pourrait continuer à contribuer de manière significative à la production économique à l'horizon 2045 (Ruben, 2016). Ces différents aspects font du cas luxembourgeois un incubateur unique d'analyse du lien entre performance économique et fluctuations boursières.

Cet article vise à contribuer au débat sur l'existence ou non d'un lien entre la performance économique et les indices boursiers, dans le cas du Luxembourg. Cette analyse est menée au travers de divers instruments de mesure. Dans un cadre descriptif, nous analysons les corrélations statiques et dynamiques qui caractérisent le lien entre performance économique et indices boursiers. En retenant la méthode du NBER (National Bureau of Economic Research), nous identifions les cycles qui caractérisent les indices boursiers et les mesures de performance et nous calculons des indices de concordance. Sur le plan économétrique, nous analysons la présence d'une causalité au sens de Granger (1969) et nous proposons de modéliser les liens entre performance économique et indices boursiers par un modèle vecteur autorégressif.

Les résultats de cette étude menée sur les données trimestrielles du PIB, de la valeur ajoutée du secteur financier et des indices boursiers LuxX et Eurostoxx sur la période 2000-2015 font apparaître un lien décalé d'un trimestre entre l'indice domestique et les grandeurs économiques. Ils confirment le lien direct, détecté par Larue (2016) entre l'Eurostoxx et la valeur ajoutée du secteur financier. L'analyse de l'indice de concordance indique une parfaite coïncidence des cycles entre le PIB et l'indice domestique. L'évolution de l'indice de la zone euro présente moins de similarité avec les données luxembourgeoises. Cependant, les tests de causalité au sens de Granger (1969) confirment le lien causal entre les fluctuations des indices

⁵Expression empruntée à « Luxembourg 2045 Les 30 glorieuses sont devant nous! », Ruben (2016), Document de travail IDEA.

boursiers et les grandeurs macroéconomiques. La modélisation de ce lien par une spécification vectorielle autorégressive confirme le rôle des indices boursiers dans l'évolution des grandeurs économiques, et par extension de l'importance de la confiance des investisseurs dans l'évolution de la performance économique.

Cette contribution se divise en trois parties. La première est une présentation de l'économie luxembourgeoise et de son secteur financier. La deuxième partie est une revue de la littérature sur le lien entre marchés boursiers et performance économique. La dernière partie expose les résultats de l'analyse pour le cas luxembourgeois. Nous formulerons quelques remarques conclusives.

1. L'économie et le secteur financier luxembourgeois

Dans son étude annuelle concernant le Luxembourg, l'OCDE (2015) met en exergue la croissance solide de l'économie luxembourgeoise en 2016 avec un taux proche de 4% dû notamment à la demande intérieure et à la tenue des exportations de services financiers. En dépit des réformes structurelles nécessaires et recommandées par l'OCDE (notamment l'insertion sur le marché du travail et l'enseignement pour une croissance plus inclusive), les indicateurs économiques font état d'une croissance nette dans les secteurs non financiers grâce à une demande intérieure solide et au rétablissement de la confiance. Quant au secteur financier, la forte volatilité des marchés et le bas niveau des taux affaiblissent les performances économiques des établissements financiers et assurantiels. Sur le plan international, le Luxembourg bénéficie d'une position solide avec un excédent continu du compte courant et une position extérieure nette créditrice. Sa forte interdépendance commerciale et financière avec, singulièrement, les pays de la zone euro peut faciliter la propagation des chocs mais le Luxembourg a montré par le passé qu'il peut tirer profit des situations financières tendues grâce à la réputation et à l'expérience de son secteur financier.

La contribution du secteur financier luxembourgeois à la croissance économique est conséquente sur la période considérée (2000-2015). Dans l'hypothèse où elle serait surévaluée (voir encadré 1), elle resterait quand même à un niveau important. Cela s'explique notamment

par l'adoption précoce de la réglementation européenne ou encore par le niveau de qualification des salariés (Wurzel et Azzopardi, 2015).

L'évolution de la part de la valeur ajoutée du secteur financier dans le PIB se présente en forme de cloche avec un point culminant aux années 2006-2007 (cf. graphique 1). Wurzel et Azzopardi (2015) attribuent la décroissance de la part de la valeur ajoutée du secteur financier au PIB à l'hypothèse de limite du seuil de contribution. Un certain nombre d'études, citées par les auteurs, montrent qu'il existe une relation en cloche entre le secteur financier d'une économie et sa croissance économique : tant que le haut de la courbe en cloche n'est pas atteint, la contribution du secteur financier à la performance économique augmente jusqu'à ce que la taille du secteur financier atteigne un seuil tel que sa contribution à la croissance économique se fasse à taux décroissant.

Wurzel et Azzopardi (2015) attribuent ces limites à différents facteurs, notamment une mauvaise allocation des ressources ou encore l'exposition à des chocs financiers. D'après ces auteurs, dans le cas luxembourgeois, la garantie implicite de l'Etat en cas de défaillance des banques a contribué à développer le risque d'aléa moral et à augmenter la taille du secteur bancaire au détriment des autres secteurs. Si cet argument peut être remis en cause, les auteurs recommandent une diversification du secteur financier, une régulation plus stricte des intermédiaires financiers de manière à prévenir d'éventuels chocs et une évaluation plus précise du risque systémique.

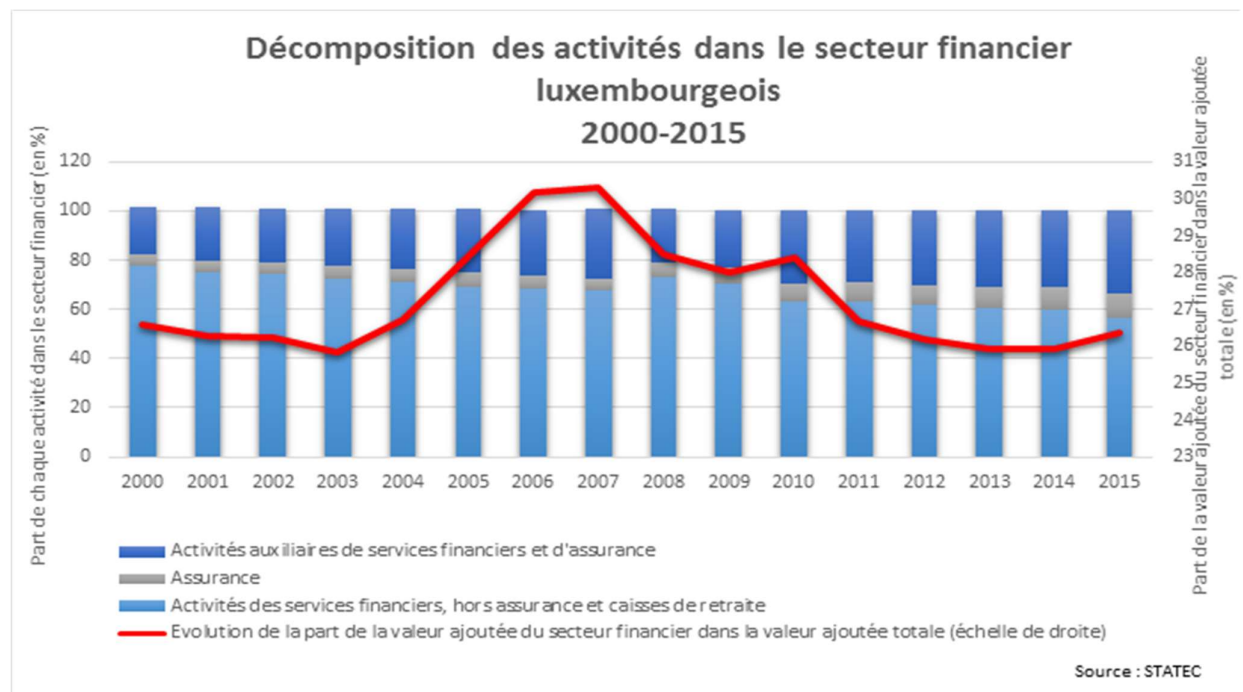
La vulnérabilité du secteur bancaire est aujourd'hui une problématique récurrente et particulièrement importante pour le Luxembourg. Dans ses recommandations pour le secteur financier, l'OCDE (2015) insiste sur la nécessité d'adopter une approche globale de l'évaluation du risque systémique tenant compte des liens financiers entre les banques et les intermédiaires financiers non bancaires (par exemple, les big four). Rouabah (2007) propose une mesure trimestrielle de la vulnérabilité du secteur bancaire luxembourgeois, dont les prévisions indiquent une vulnérabilité contenue avec un impact assez significatif de l'indice Eurostoxx 50 et du PIB sur l'indice de vulnérabilité.

Rouabah et Theal (2015) évaluent le lien macro-financier entre le système bancaire et l'économie luxembourgeoise. Ils concluent sur l'importance de tenir compte des liens macro-

financiers dans les décisions de politiques macro-prudentielles, dans la mesure où ces liens peuvent renseigner sur les interactions entre les variables financières et l'économie en général.

Bourgain *et al.* (2009) jugent la baisse du taux de croissance tendanciel du secteur inéluctable en raison des progrès des nouvelles technologies qui vont permettre de délocaliser les activités de suivi de marché et de post-marché qui constitueraient les principales activités du secteur. Par ailleurs, la concurrence internationale contraindrait le Luxembourg à être plus attractif, notamment sur les plans de la fiscalité, du logement et des infrastructures pour attirer des profils internationaux compétents.

L'OCDE recommande de renforcer le secteur financier dont l'apport dans la production nationale se trouve sur une pente descendante. Par ailleurs, la diversification du tissu économique est une recommandation clé de l'OCDE qui doit permettre de stimuler la productivité par des dépenses privées en R&D plus importantes. Enfin, des tensions budgétaires sont à craindre notamment à cause des incertitudes concernant les recettes fiscales du secteur financier soumis à une forte volatilité des marchés des capitaux.



Graphique 1 Secteur financier luxembourgeois

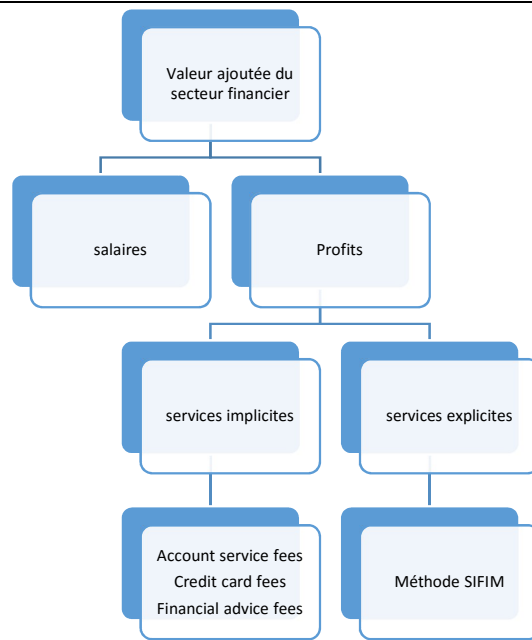
ENCADRÉ 1 : Mesure de la valeur ajoutée du secteur financier

Everett et *al.* (2013) analysent la valeur ajoutée du secteur financier en Irlande. Ils constatent une surestimation de la production du secteur financier dans la production nationale irlandaise. Avant 1995 et la mise en place du Système Européen des Comptes (SEC 1995), la contribution des entités financières et notamment des banques dans le PIB étaient mesurées par la somme des salaires versés. Les profits qui pouvaient être générés par les banques n'entraient pas dans le calcul de la contribution du secteur financier. Les banques supportent des charges implicites et explicites mais il reste difficile de quantifier les charges implicites (par exemple, les dépenses des investisseurs liées à la détention de leur actif). La méthodologie adoptée par le SEC version 2010 permet de quantifier à la fois les services explicites et implicites. Pour ces derniers, elle a recours à la méthode SIFIM (Services d'Intermédiation Financière Indirectement Mesurés) qui consiste à calculer la marge entre le taux d'intérêt bancaire de référence et le taux standard des dépôts d'épargne (en cas de dépôt d'épargne) ou le taux standard de prêts bancaires (en cas de prêts). Cette méthode de calcul des services implicites induit des irrégularités dans le calcul de la valeur ajoutée du secteur financier, en ce sens où elle ne prend pas en compte la composition complète du bilan⁶. Elle ne tient pas compte d'autres caractéristiques, notamment les pertes et les gains en capital.

⁶ Everett et al. (2013) montrent à partir des bilans de 2 banques A et B dont les passifs sont respectivement composés de :

- 80 de dépôts et 22 de fonds propres ;
- 20 de dépôts, 70 de titres émis, 10 de fonds propres et 2 de financements provenant de la Banque Centrale

que la méthode SIFIM ne prend pas en compte la dette émise par la banque B.



En dépit de ces limites, Outlon (2013), repris par Everett et al. (2013) montre qu'une surestimation de la valeur ajoutée du secteur financier n'avait pas d'impact significatif sur la croissance du PIB, d'autant plus que la valeur ajoutée des autres secteurs non financiers est susceptible d'être sous-évaluée.

2. Revue de littérature : liens entre cycles réels et cycles boursiers

La question du rôle des marchés financiers dans l'évolution de la conjoncture économique a fait l'objet d'études, notamment par Fischer et Merton (1984) qui redéfinissent le rôle essentiel des marchés financiers dans l'analyse macroéconomique et leurs capacités prédictives des cycles économiques. Levine et Zervos (1996) reviennent sur le débat de l'existence ou non d'un lien entre système financier et croissance économique. Ils font état d'une vaste littérature qui confirme cette relation. Bencivenga et al. (1996) et Levine (1991) montrent l'importance de la liquidité des marchés boursiers pour la croissance, Obstfeld (1994) indique que le partage du risque sur des marchés financiers internationalement intégrés améliore l'allocation des ressources et peut accélérer le taux de croissance économique. Certaines études s'opposent à l'existence de ce lien comme celle de Devereux et Smith (1994)

qui montre que le partage du risque dans des marchés internationalement intégrés peut réduire le taux d'épargne et ralentir la croissance économique.

L'étude de Humpe et Macmillan (2009) sur les cas américains et japonais montre l'existence d'une relation positive entre les marchés boursiers et la production industrielle. Guarda et Rouabah (2015) mesurent les liens entre le secteur des services financiers et les autres secteurs de l'économie luxembourgeoise. Ils relèvent l'intermédiation financière comme un secteur clé très lié aux autres secteurs et la position leader du secteur financier dans la croissance trimestrielle sur la période 1995-2009.

Davis et *al.* (2010,2013) montrent dans le cas des économies émergentes l'absence de lien de cause à effet entre la croissance économique et la performance des marchés financiers. Ils expliquent ce résultat contre-intuitif par quatre facteurs :

- les anticipations sur la croissance sont déjà intégrées dans l'évaluation des actifs ;
- la croissance du PIB ne peut pas être une bonne approximation de la croissance des bénéfices des firmes multinationales ;
- une grande partie de la croissance de la capitalisation dans les marchés émergents est due à l'émission d'actions plutôt qu'à l'augmentation des prix des actifs ;
- l'évaluation des actifs affecte plus les rentabilités que la croissance économique.

Kanakaraj et Karan Singh (2012) analysent les liens entre la rentabilité des actions et les fondamentaux macroéconomiques en Inde sur la période 2001-2012. Ils concluent sur un lien entre l'évolution de la valeur de marché des actions et l'évolution des performances économiques : le marché boursier anticipe le cycle économique indien.

Sur le plan méthodologique, la relation entre croissance économique et rentabilités des marchés boursiers a été analysée par des modèles dits *supply-side* dont le raisonnement suppose que la croissance du PIB influe sur la croissance des bénéfices des sociétés qui se traduit par une croissance des bénéfices par actions et par ricochet, par une croissance des prix des actifs financiers. Ces modèles reposent sur un corps d'hypothèses assez restrictif, notamment une économie fermée et une part constante des profits des sociétés dans l'économie.

L'analyse de Duca (2007) par un test de causalité du lien entre marchés boursiers et PIB pour les 10 plus grands marchés du monde (en termes de capitalisation boursières) indique, exception faite du cas allemand, que les marchés mondiaux causent, au sens de Granger (1969), l'évolution du PIB⁷.

3. Indices boursiers et performance économique

Pour analyser le lien entre la performance économique luxembourgeoise et les indices boursiers, nous retenons le PIB et la valeur ajoutée du secteur financier comme mesure de la performance économique. Le choix de la valeur ajoutée du secteur financier s'explique par l'impact de ce secteur sur les autres secteurs de l'économie (voir études citées, notamment Guarda et Rouabah (2015)). Nous optons pour deux indices boursiers : l'indice Eurostoxx 50 qui répertorie les 50 sociétés de la zone euro dont les capitalisations sont les plus fortes et l'indice LuxX qui est le principal indice luxembourgeois, composé des 9 premières capitalisations boursières du pays répertoriées dans le tableau 1. L'analyse menée porte sur les données trimestrielles des 16 dernières années (2000-2015).

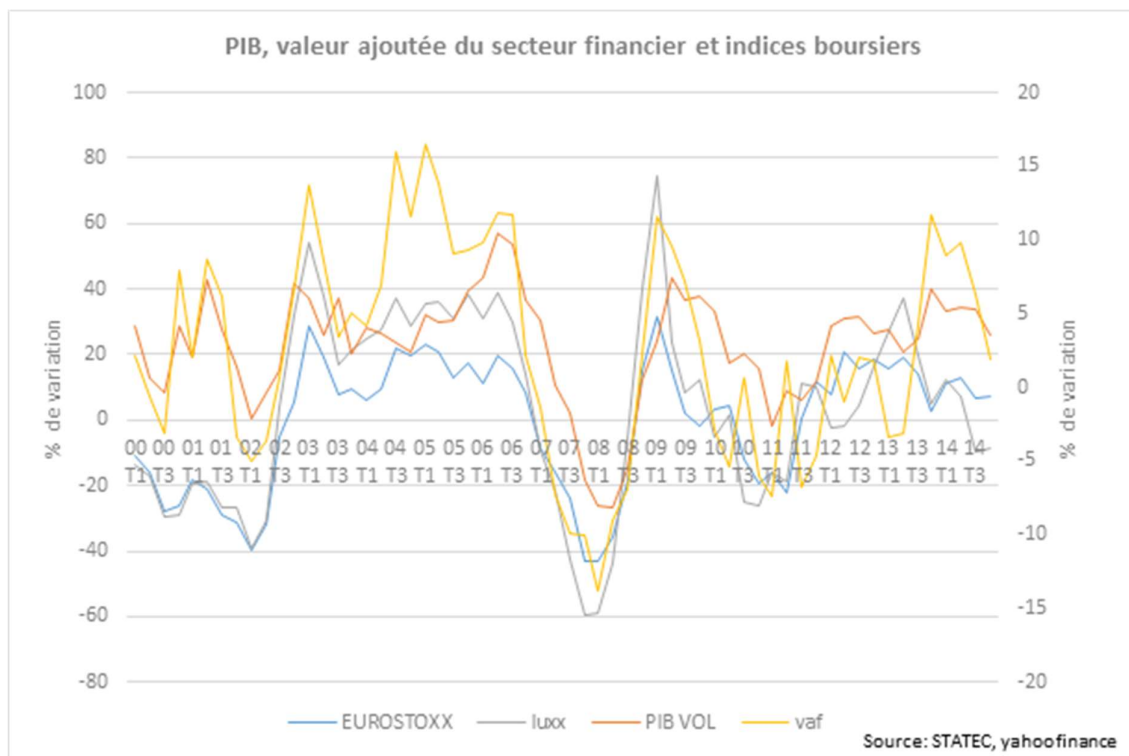
	Poids des titres dans l'indice LuxX
Aperam	14.80%
ArcelorMittal	20.00%
Brederode	3.62%
Luxempart	2.56%
Reinet Investments	18.72%
RTL Group	18.76%
SES	20.00%
Socfinaf	0.77%
Socfinasia	0.77%

Tableau 1 Composition et poids des titres dans l'indice LuxX

⁷ Voir infra pour la définition de la causalité au sens de Granger.

Nous commençons par une analyse descriptive en commentant les corrélations et les indices de concordance. Une étude de la causalité permet de préciser le lien entre fluctuations boursières et performance économique. Ce lien est modélisé par une spécification VAR.

3.1. Analyse descriptive du lien entre performance économique et indices boursiers



Graphique 2 Taux de variation du PIB, de la valeur ajoutée du secteur financier (échelle de droite) et des indices boursiers (échelle de gauche).

Le graphique 2 reprend les taux de variation trimestriels exprimés en variation annuelle du PIB, de la valeur ajoutée du secteur financier et des deux indices boursiers. Nous constatons une évolution assez proche de ces données au moins jusqu’au premier trimestre 2010, date à partir de laquelle on relève une volatilité marquée de la valeur ajoutée du secteur financier.

Larue (2016) revient sur la relation entre fluctuations boursières et performance économique et met en évidence, outre une forte corrélation entre le PIB en volume luxembourgeois et l’indice Eurostoxx 50, une relation décalée entre ces deux grandeurs sur données trimestrielles. En effet, ses résultats indiquent que l’indice Eurostoxx retardé d’un trimestre

(retard) est caractérisé par une forte corrélation avec le PIB luxembourgeois⁸, constat qui est à relativiser pour la zone euro. De la même manière, l’auteur obtient une corrélation importante entre la valeur ajoutée du secteur financier et l’Eurostoxx sans décalage.

Nous donnons dans le tableau 2 les coefficients de corrélation obtenus entre les mesures de performance économique et les fluctuations boursières en faisant varier les retards pour les indices boursiers (cf. note tableau 2)⁹.

Retards q	Eurostoxx(T-q)/PIB(T)	Eurostoxx(T-q)/VAF(T)	LuxX(T-q)/PIB(T)	LuxX(T-q)/VAF(T)
0	0,657711	0,660476	0,613584	0,703471
1	0,720723	0,634376	0,741761	0,719559
2	0,619007	0,445017	0,685069	0,565001
3	0,391532	0,211252	0,496072	0,331492
4	0,208719	0,054469	0,303332	0,137346

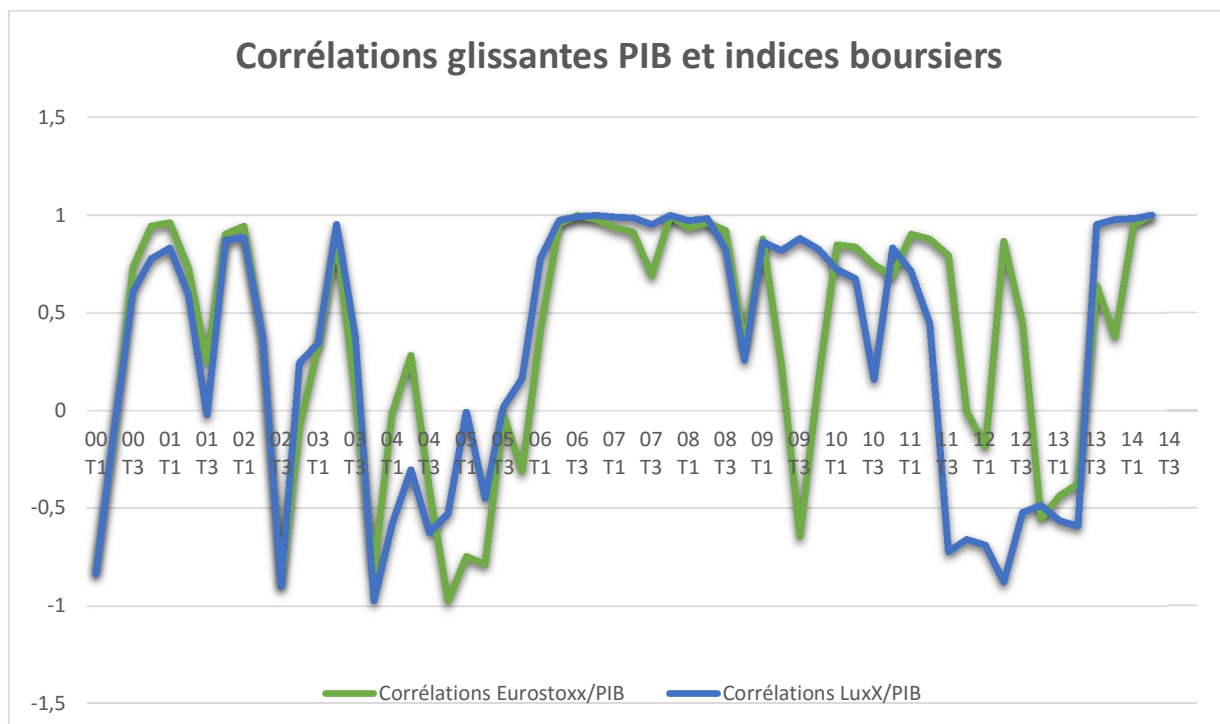
Tableau 2 Coefficients de corrélations linéaires entre les mesures de performance économiques et les indices boursiers

Note : ce tableau reprend les coefficients de corrélations linéaires entre les indices boursiers et les grandeurs économiques. Nous faisons varier les retards uniquement pour les données boursières. Par exemple, la corrélation entre l’indice Eurostoxx en T-1 et le PIB en T est de 0.720723. Les coefficients en gras sont les plus importants pour chaque relation.

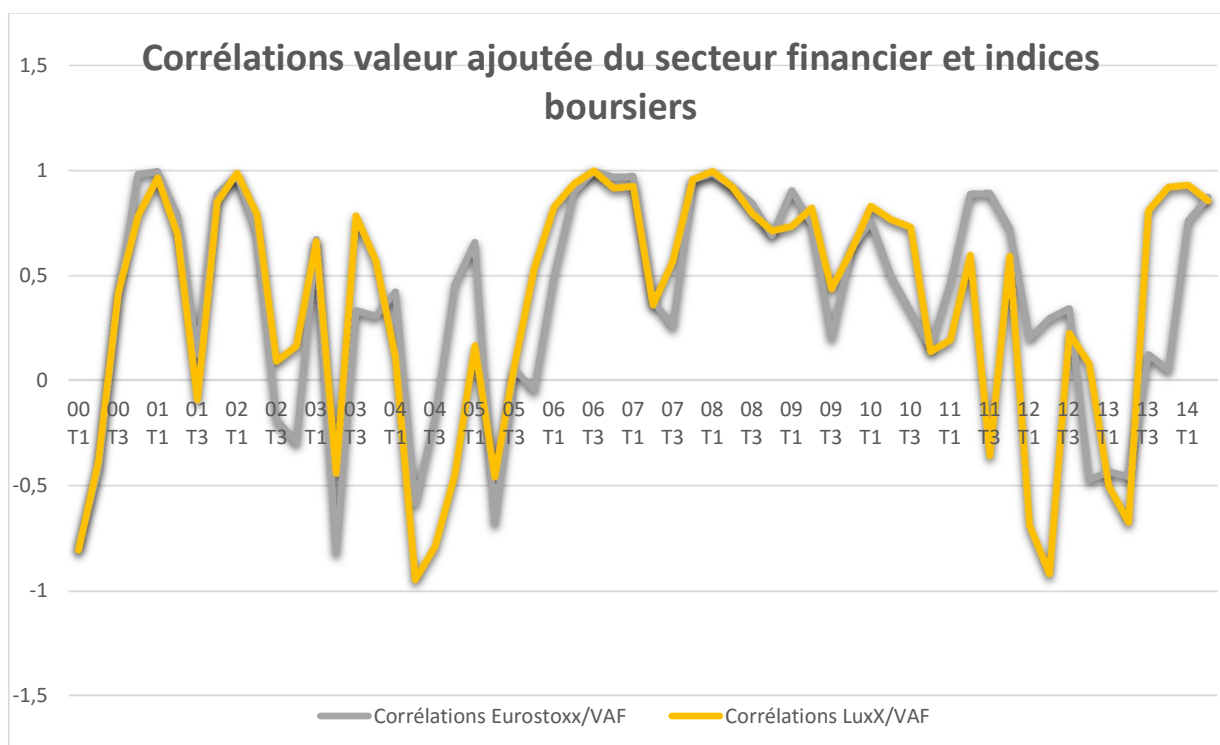
Si nous confirmons les résultats de Larue (2016) non seulement sur la nécessité d’un décalage pour obtenir la plus forte corrélation entre les indices boursiers et le PIB mais aussi sur le lien direct entre la valeur ajoutée du secteur financier et l’Eurostoxx, nous relevons que ce lien nécessite un délai de transmission d’un retard entre l’indice luxembourgeois et la valeur ajoutée du secteur financier.

⁸ Il faut ici préciser que cette corrélation est obtenue à partir de données trimestrielles exprimées en variation annuelle (pour plus de précisions, voir Larue (2016)).

⁹ Nous avons aussi calculé les corrélations entre les indices boursiers et les revenus nets sur commissions. Les coefficients obtenus ne diffèrent pas statistiquement de ceux donnés pour la valeur ajoutée du secteur financier.



Graphique 3 Corrélations glissantes entre le PIB et les indices boursiers



Graphique 4 Corrélations entre la valeur ajoutée du secteur financier et les indices boursiers

Note : il est utile ici de préciser que les corrélations glissantes entre la valeur ajoutée du secteur financier et l'indice luxembourgeois sont calculées avec un décalage pour ce dernier.

Nous reprenons, dans les graphiques 3 et 4, les coefficients de corrélation entre d'une part les variables économiques (PIB et valeur ajoutée du secteur financier) et d'autre part les indices boursiers (Eurostoxx et LuxX). Ces coefficients de corrélations sont déterminés à partir d'une fenêtre glissante de quatre trimestres. Nous constatons que les corrélations restent dynamiques avec des longs moments d'intenses corrélations. Deux particularités sont à relever :

- La première met en lumière l'intensité du lien entre l'indice domestique et le PIB à partir de 2006 : à de rares exceptions près, la corrélation entre l'indice luxembourgeois et le PIB est toujours plus importante que celle qui existe entre l'indice Eurostoxx et le PIB luxembourgeois. Cela s'explique par la résilience des sociétés luxembourgeoise et plus largement de l'économie suite à la crise de 2007 quand les sociétés comprises dans l'Eurostoxx subissaient, pour certaines, des pertes importantes.
- Par ailleurs, nous constatons par comparaison des deux graphiques le caractère plus dynamique et moins lisse des corrélations entre la valeur ajoutée du secteur financier et les indices boursiers. Le secteur financier est beaucoup plus sensible à l'évolution des marchés boursiers.

En dépit de ces constats, la corrélation n'implique pas forcément une relation de cause à effet et les exemples de corrélations fallacieuses sont nombreux dans la littérature économétrique.

3.2. Concordance entre cycles réels et cycles boursiers

L'idée d'analyser les co-mouvements entre indices boursiers et performance économique pour détecter un lien entre les cycles a été entreprise par Avouyi-Dovi et Matheron (2003) qui ont tenté de dégager des faits stylisés pour la France, l'Allemagne, l'Italie, le Royaume-Uni et les Etats-Unis. Sur la base des travaux de Harding et Pagan (2002), il est possible de calculer un indice de concordance des cycles¹⁰ (pour plus de précisions, voir encadré 2).

¹⁰ Pour la définition d'un cycle, nous retenons ici l'approche classique qui suppose qu'il s'agit d'une succession de périodes d'expansions et de périodes de récessions.

	PIB	EUROSTOXX	LUXX
PIB			
EUROSTOXX	0,75***		
LUXX	1***	0.75***	
VAF	0,984***	0,734***	0,984***

Tableau 3 Indice de concordance

Note : ***signale une significativité des coefficients à 1%, ** à 5% et * à 10%.

L'interprétation des résultats donnés dans le tableau 3 est assez intuitive : l'indice LuxX et le PIB luxembourgeois sont constamment dans une phase identique du cycle quand la concordance moyenne entre le PIB et l'Eurostoxx n'est « que » de 0,75. Il n'y a pas, par contre, de parfaite concordance des cycles du PIB et de la valeur ajoutée du secteur financier, même si le nombre moyen de périodes où ces deux variables se retrouvent dans la même phase du cycle est élevé (0.98).

En analysant les dates de début et fin de cycle, nous constatons que le secteur financier « quitte » plus rapidement (un trimestre avant) la période de récession entre le troisième trimestre 2007 et le premier trimestre 2009 que l'indice LuxX et le PIB, d'où la non-parfaite concordance des cycles.

En ce qui concerne l'indice de la zone euro, on observe plusieurs décalages importants des cycles :

- en début de période, l'Eurostoxx est en phase d'expansion jusqu'au 2^{ème} trimestre 2002. Il ne connaît qu'une courte phase de récession sur trois trimestres (Q4/2002-Q2/2003).
- la période de récession qui suit la crise des subprimes est beaucoup plus longue (de 2 trimestres) pour l'Eurostoxx.

Ces principales divergences expliquent la non parfaite concordance des cycles. Etant donné la forte significativité des indices de concordance, il est possible de statuer sur un lien significatif entre les cycles réels et les cycles boursiers caractérisés par des co-mouvements importants.

ENCADRÉ 2 : Indice de concordance

Harding et Pagan (2002) ont, à partir des travaux de Bry et Boschan (1971), construit un algorithme permettant de dater les points de retournement d'un cycle. Pour cela, il faut définir les pics et les creux en supposant qu'une valeur de la série chronologique constitue un pic (ou un creux) en t si elle est supérieure (ou inférieure) aux k valeurs précédentes et aux k suivantes, avec k un entier naturel. Il faut obligatoirement une alternance entre les pics et les creux. En cas de 2 pics (ou creux) succincts, le pic (ou le creux) le plus important (ou faible) est retenu. Une fois que les cycles ont été identifiés sur les différentes séries chronologiques notées x et y , on peut alors construire l'indice de concordance. Pour cela, on définit la variable

$$J_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{si } i \text{ est en expansion} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \text{ avec } i = x, y \text{ et } t = 1, \dots, N$$

avec N la taille des séries chronologiques x et y . Nous calculons ensuite l'indice de concordance entre ces deux séries par la formule suivante :

$$C_{x,y} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N [J_{x,t}J_{y,t} + (1 - J_{x,t})(1 - J_{y,t})]$$

Cet indice est nul si les séries chronologiques sont dans des phases opposées et il est égal à 1 dans le cas contraire. Dans la mesure où les propriétés de distribution de cet indice sont inconnues, Harding et Pagan (2002) ont montré qu'il suffisait d'estimer par une méthode d'estimation robuste à la corrélation sérielle la relation suivante :

$$\frac{J_{y,t}}{\sigma_{y,t}} = \alpha + \rho_J \frac{J_{x,t}}{\sigma_{x,t}} + u_t$$

Où $\sigma_{i,t}$, $i = x, y$ est l'écart-type empirique de la variable J , α , et ρ_J désignent respectivement, une constante et le coefficient de corrélation linéaire entre $J_{x,t}$ et $J_{y,t}$, u_t est un résidu.

3.3. Analyse de la causalité au sens de Granger (1969)

Avant de commenter les résultats du lien causal entre les fluctuations boursières et la performance économique, nous revenons succinctement sur les données utilisées dont les statistiques descriptives sont données dans l'annexe A (Tableau A.1). Nous constatons, sur la période retenue, que le taux de variation annualisé moyen des prix trimestriels de l'Eurostoxx est négatif alors qu'il est positif dans le cas du LuxX (+4,1%). Il faut cependant noter l'écart-type important qui caractérise l'indice luxembourgeois. Les mesures de performance économiques enregistrent des taux de croissance proches, avec toutefois une plus forte volatilité pour le secteur financier. Les différentes séries temporelles sont caractérisées par une légère asymétrie à gauche qui suggère plus de pertes que de gains en termes de variation. Nous notons aussi le caractère leptokurtique¹¹ et non normal de la distribution des variations du PIB luxembourgeois. Enfin, ces chroniques temporelles sont marquées par une autocorrélation persistante et une hétéroscédasticité¹². Pour plus de précisions, voir annexe A.

Nous donnons dans l'annexe A les résultats des tests de racine unitaire permettant de juger du caractère stationnaire¹³ des séries temporelles retenues. Etant données les limites des différents tests individuels, nous retenons 3 tests : le test de Dickey-Fuller (1981) augmenté, le test de Phillips et Perron (1988) et le test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992). Compte tenu des résultats donnés dans l'annexe A, nous concluons sur l'absence de racine unitaire.

Nous résumons dans le graphique 5 les résultats du test de causalité de Granger (1969) (voir encadré 3 pour une présentation et annexe A pour les résultats détaillés). **Nous constatons que les indices boursiers européen et domestique causent au sens de Granger (1969) le PIB luxembourgeois.** De la même manière, la présence d'une causalité unidirectionnelle des indices boursiers vers la valeur ajoutée du secteur financier est constatée. Il est tout aussi intéressant

¹¹ Le caractère leptokurtique d'une série temporelle désigne la forte occurrence de valeurs extrêmes qui viennent épaissir les queues de la distribution. Il s'agit d'une caractéristique souvent observée dans les distributions des rentabilités financières qui enregistrent beaucoup de valeurs extrêmes positives (lors des gains) et négatives (lors des pertes). La leptokurticité s'évalue par rapport à une distribution de référence, celle de la loi normale dont le kurtosis est égale à 3.

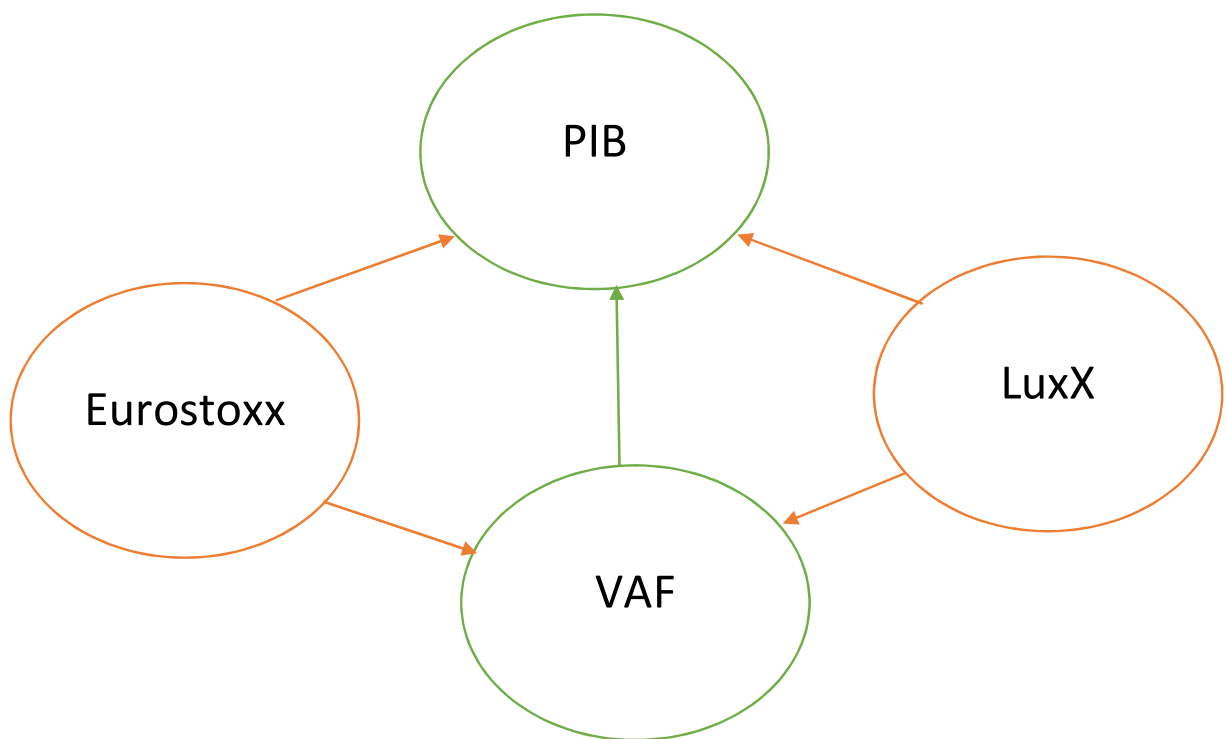
¹² L'hétéroscédasticité désigne la forte variabilité de la variance sur une période donnée. Elle s'oppose à l'homoscédasticité qui caractérise une distribution de variance constante.

¹³ Tendance à revenir ou non à une valeur donnée.

de relever que la valeur ajoutée du secteur financier cause au sens de Granger (1969) le PIB : ce résultat permet de confirmer le rôle de premier plan que joue le secteur financier dans la production nationale. Ils indiquent aussi, en filigrane, la forte dépendance de l'économie luxembourgeoise aux risques financiers et nous conduisent à réfléchir sur des mécanismes d'alerte précoces permettant d'anticiper un risque systémique.

Ces résultats appuient les conclusions tirées d'analyses similaires menées sur d'autres pays, notamment Duca (2007) qui avait conclu sur un lien causal des indices sur le PIB pour la France, les Etats-Unis, le Japon et le Royaume-Uni. **En dépit de légitimes soupçons sur le lien causal du PIB vers l'indice luxembourgeois, aucun résultat ne vient appuyer cette hypothèse.**

Il reste à juger de l'apport et de la pertinence de ces résultats par une modélisation appropriée.



Graphique 5 : résumé des relations de causalité

ENCADRÉ 3 : la causalité au sens de Granger (1969)

Granger (1969) introduit le concept de causalité en le fondant sur une notion de prévisibilité. Deux principes caractérisent la causalité au sens de Granger (1969) : le premier concerne l'antériorité, il y a toujours une cause qui précède l'effet et le deuxième suppose que la cause contient de l'information unique ayant un impact sur l'effet. Si ces principes sont vérifiés, la cause peut conduire à une meilleure prévision de l'effet.

La causalité au sens de Granger (1969) est testée au moyen d'un modèle autorégressif. Soient X_t et Y_t , deux variables aléatoires réelles indicées par le temps. Le modèle autorégressif à la base du test de Granger (1969) est le suivant :

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_k Y_{t-k} + \dots + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_k X_{t-k} + \epsilon_t$$

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_k X_{t-k} + \dots + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_k Y_{t-k} + \epsilon_t$$

Avec k le retard maximal retenu et ϵ_t un résidu. La variable Y ne cause pas la variable X , dans la première équation, si et seulement si $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0$. Le test est effectué dans la deuxième équation pour la causalité de X envers Y . Ce test doit être mené sur des données stationnaires.

3.4. Modélisation par une spécification vectorielle autorégressive

Les processus vecteurs autorégressifs permettent d'analyser les conséquences d'une cause via des simulations de chocs aléatoires. Ils se présentent comme une généralisation multivariée des processus autorégressifs qui permettent d'analyser des variables supposées endogènes. Il est tout à fait possible d'y inclure des variables exogènes. Partant de variables stationnaires supposées endogènes et regroupées dans un vecteur noté Y_t , la spécification matricielle VAR se présente comme suit :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + u_t$$

Avec :

$$Y_t = \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{t-2} \\ \dots \\ \dots \\ Y_{t-k} \end{bmatrix} A_p = \begin{bmatrix} A_{11,p} & \dots & A_{1k,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{k1,p} & \dots & A_{kk,p} \end{bmatrix} A_0 = \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ \dots \\ A_k \end{bmatrix}$$

B est la matrice des coefficients des variables exogènes regroupées dans X_t .

Ils permettent de mesurer l'impact des variations de chocs dont les effets sont importants au départ puis qui s'estompent. Afin de pouvoir procéder à l'estimation, il est nécessaire au préalable de disposer de séries stationnaires. Les tests de racine unitaire présentés dans l'annexe A et commentés ci-dessus indiquent la stationnarité des différentes séries.

Compte tenu de la causalité détectée auparavant, nous proposons deux modèles VAR qui nous permettent d'évaluer pertinemment l'apport des différents indices boursiers.

Les résultats des modèles VAR, donnés dans le tableau 4, indiquent la pertinence des indices boursiers et de la valeur ajoutée du secteur financier pour expliquer les variations du PIB. **La forte significativité des coefficients et la valeur élevée du coefficient de détermination ajusté appuient les résultats obtenus précédemment. Il est à relever qu'une baisse de 10% de l'indice européen conduirait à une diminution de 0.3 points de pourcentage du PIB, elle serait deux fois plus élevée pour la valeur ajoutée du secteur financier.** Ces résultats sont assez proches de ceux obtenus par le Statec dans sa note de conjoncture n°2-2015. Une chute de 10% de la valeur ajoutée du secteur financier conduirait à une baisse d'un point de pourcentage du PIB. Par ailleurs, les mesures de performance économiques ne sont pas pertinentes pour expliquer les fluctuations boursières de l'Eurostoxx. Il en est de même pour le PIB luxembourgeois dont les variations apparaissent non significatives pour expliquer les variations de la valeur ajoutée du secteur financier. Les fonctions de réponse impulsionnelle, données dans le graphique 6, montrent qu'un choc dans la variance de l'indice européen ne s'amortit pas sur les 10 premiers trimestres et ses conséquences sur le PIB sont beaucoup plus importantes qu'un choc de variation de la valeur ajoutée du secteur financier.

La part de la variance du PIB expliquée par l'indice luxembourgeois est plus importante que celle expliquée par l'indice Eurostoxx mais il semble que l'impact d'un choc de l'indice luxembourgeois sur le PIB soit très proche de celui observé dans le cas de l'indice européen. Il faut noter que le modèle VAR détecte une faible interdépendance entre le PIB et l'indice

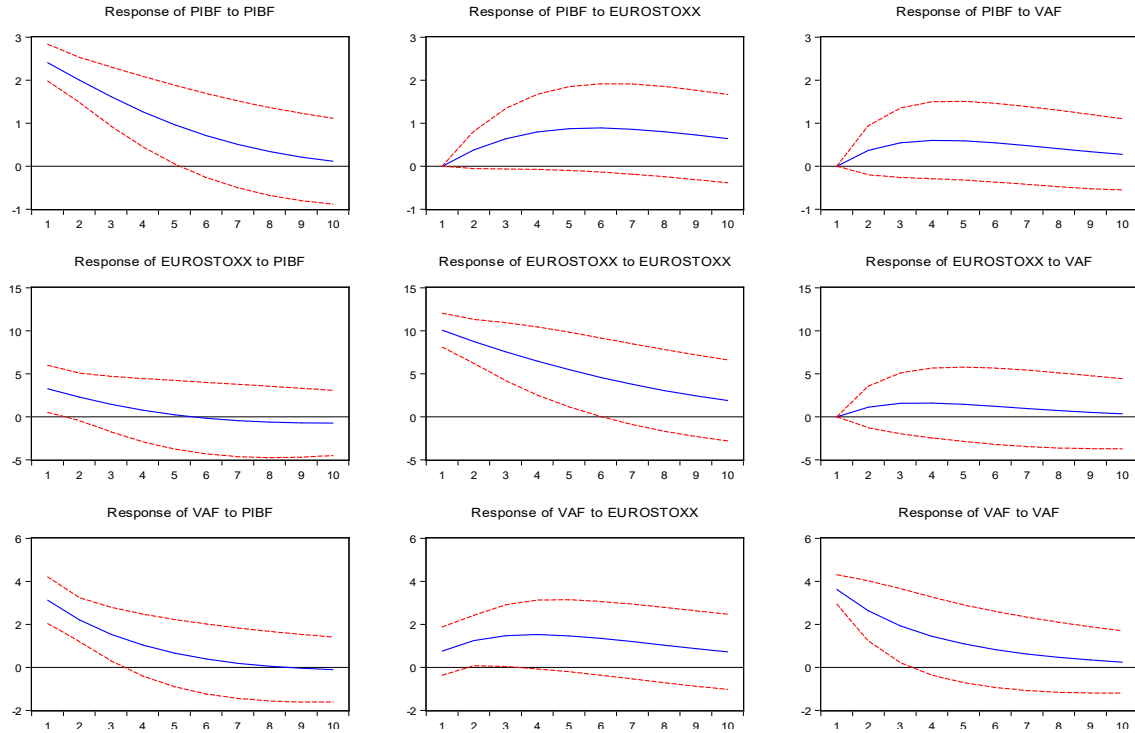
national et ce dernier explique une part plus importante de la variance de la valeur ajoutée du secteur financier que son homologue européen. Cette observation est confirmée par les fonctions de réponse impulsionnelle qui montrent une réaction plus forte de la valeur ajoutée à un choc sur l'indice luxembourgeois.

	PIB	Eurostoxx	VAF
PIB(-1)	0.660662***	-0.58755	-0.111087
EUROSTOXX(-1)	0.029779**	0.845486***	0.069877**
VAF(-1)	0.101399**	0.310537	0.723016***
R2	0.624385	0.727872	0.577815
Adj. R2	0.610970	0.718153	0.562737
	PIB	LuxX	VAF
PIB(-1)	0.654572***	-0.99*	-0.123200
LUXX(-1)	0.041179***	0.848795***	0.091077***
VAF(-1)	0.042123	0.374789	0.597546***
R2	0.658618	0.685663	0.621831
Adj. R2	0.646426	0.674437	0.608325

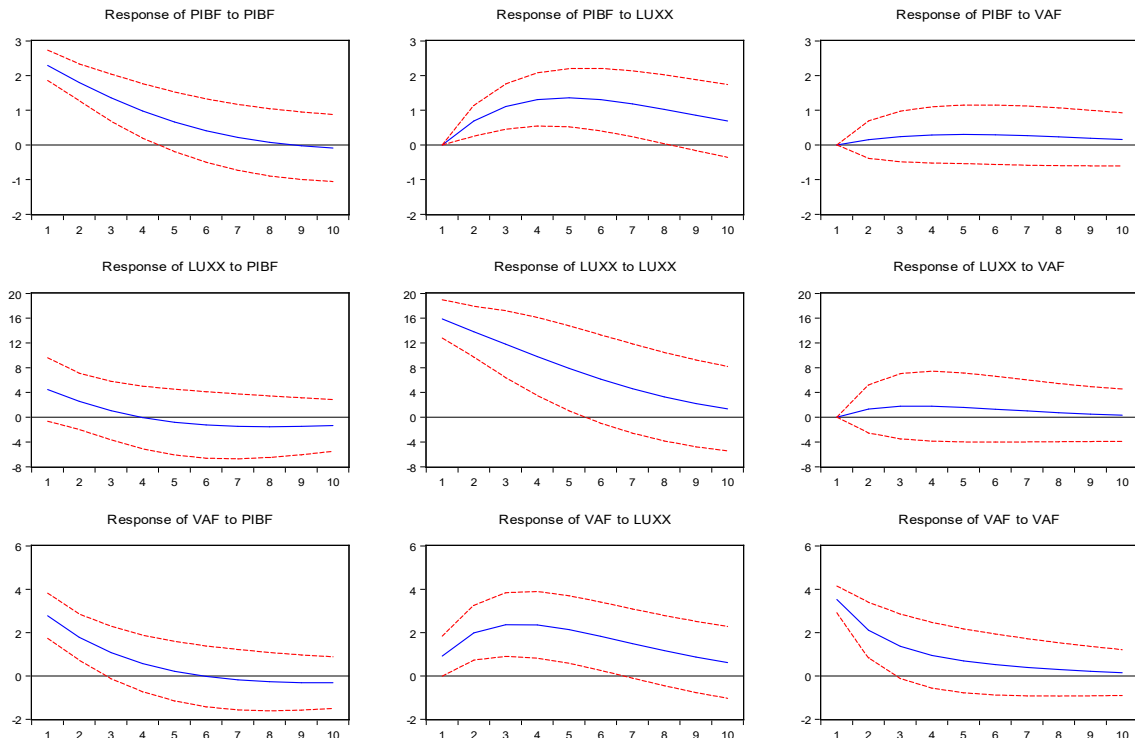
Tableau 4 Résultats du modèle VAR

Note : *** désigne une significativité à 1%, ** à 5%, * à 10%. R2 et Adj. R2 désignent respectivement le coefficient de détermination et le coefficient de détermination ajusté du nombre de variables dans le modèle.

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Graphique 6 Fonctions de réponses impulsionnelles

Note : ces fonctions de réponses impulsionnelles, en bleu, permettent de visualiser l'impact d'un choc d'une variable endogène sur une variable exogène.

Conclusion

La détection du lien entre performance économique et fluctuations boursières est essentielle pour comprendre l'interaction qui existe entre les sphères réelles et financières et pour prévoir, au moins à court terme, les effets induits par une crise dans la sphère financière. Elle apparaît primordiale pour un pays comme le Luxembourg dont la valeur ajoutée du secteur financier représente plus d'un quart du PIB et qui est particulièrement sensible à l'évolution des marchés internationaux.

Nous montrons que ce lien existe et qu'il est d'autant plus précis lorsqu'on retient l'indice boursier luxembourgeois : la confiance des investisseurs dans les entreprises nationales est donc primordiale. Il apparaît que les corrélations détectées ne sont pas fallacieuses : elles rendent compte d'une forte liaison entre les mesures de performance économique et les fluctuations boursières. Les indices de concordance appuient l'hypothèse de co-mouvements entre cycles réels et cycles financiers que le test de Granger (1969) vient préciser en concluant sur la causalité des marchés financiers dans les fluctuations des mesures de performance économique. Le recours à une spécification VAR permet de modéliser ce lien et de préciser le délai nécessaire aux mesures de performance économique pour amortir un choc des marchés financiers.

Ces résultats viennent confirmer une hypothèse implicitement admise du lien entre marchés boursiers et performance économique mais devront être actualisés assez rapidement pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la part du secteur financier dans le PIB est décroissante depuis 2007 et elle pourrait continuer à diminuer, contraignant le Luxembourg à adopter des mesures pour accroître la diversification de ses activités dans le secteur financier, comme le recommande l'OCDE. Par ailleurs, la forte concurrence internationale que se livrent les grands centres financiers, les multiples défis¹⁴ auxquels sera confronté le Luxembourg très prochainement alimentent l'hypothèse d'une décroissance des activités financières et par conséquent de la part de leur valeur ajoutée dans le PIB.

¹⁴ Énumérés par Wurzel et Azzopardi (2015) : l'évolution de la réglementation des marchés financiers en Europe, les obligations accrues de transparence internationale dans le secteur bancaire, entre autres.

Cette réduction de la dépendance du PIB aux fluctuations boursières présente autant d'avantages que d'inconvénients. Le Luxembourg a pu tirer parti, dans le passé, de l'instabilité des marchés financiers¹⁵. Il a donc un avantage comparatif qui le distingue des autres centres financiers de premier plan. Mais la baisse des recettes émanant du secteur financier va contraindre le Luxembourg à envisager un modèle économique différent, moins volatil et plus durable. Les prochaines années seront déterminantes car elles vont constituer des signaux importants de la capacité du Luxembourg à demeurer un centre financier important tout en poursuivant les efforts de diversification de son économie.

¹⁵ La relative résilience de son secteur financier durant l'épisode de la crise des subprimes suggère que le Luxembourg a pu constituer une place financière de refuge en période d'instabilité.

Bibliographie

- 1) Avouyi-Dovi, S., & Matheron, J. (2003). Interactions entre cycles réels, cycles boursiers et taux d'intérêt: faits stylisés. *RSF Revue de la Stabilité Financière*, 82.
- 2) Bencivenga, V. R., Smith, B. D., & Starr, R. M. (1996). Liquidity of secondary capital markets: Allocative efficiency and the maturity composition of the capital stock. *Economic Theory*, 7(1), 19-50.
- 3) Borio, C. (2014). The financial cycle and macroeconomics: What have we learnt? *Journal of Banking & Finance*, 45, 182-198.
- 4) Borio, C. & Lowe, P., (2002), Evaluation du risque de crise bancaire, *Rapport trimestriel de la BRI*.
- 5) Bourgain, A., Pieretti, P., & Høj, J. (2009). Can the Financial Sector continue to be the Main Growth Engine in Luxembourg?, *Document de travail OCDE*.
- 6) Bry, G. et Boschan C.[1971]. Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs, *Document de recherche NBER*.
- 7) CAE (2008), La crise des subprimes, *La Documentation Française*.
- 8) Davis, J., Aliaga-Díaz, R., Thomas, C. J., & Tolani, R. G. (2010, 2013). The Outlook for Emerging Market Stocks in a Lower-Growth World. *Valley Forge, Pa.: The Vanguard Group*.
- 9) Devereux, M. B., & Smith, G. W. (1994). International risk sharing and economic growth. *International Economic Review*, 535-550.
- 10) Dickey, D. & Fuller, W. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with unit root. *Econometrica*, vol. 49: p. 4.
- 11) Duca, G. (2007). The relationship between the stock market and the economy: experience from international financial markets. *Bank of Valletta Review*, 36(3), 1-12.
- 12) Everett, M., McNeill, J., & Phelan, G. (2013). Measuring the value added of the financial sector in Ireland. *Quarterly Bulletin*.
- 13) Fischer, S., & Merton, R. C. (1984). Macroeconomics and finance: The role of the stock market, *Document de recherche, NBER*.
- 14) FMI (1998). Financial crises: Causes and indicators. *Document de recherche, World Economic Outlook, Washington DC*.

- 15) Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- 16) Guarda, P., & Rouabah, A. (2015). Is the financial sector Luxembourg's engine of growth? *Document de recherche, Banque centrale du Luxembourg*.
- 17) Guarda, P., Rouabah, A., & Theal, J. (2012). An MVAR framework to capture extreme events in macro-prudential stress tests, *Document de recherche, Banque centrale du Luxembourg*.
- 18) Harding, D., & Pagan, A. (2002). A comparison of two business cycle dating methods. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 27(9), 1681-1690.
- 19) Humpe, A., & Macmillan, P. (2009). Can macroeconomic variables explain long-term stock market movements? A comparison of the US and Japan. *Applied Financial Economics*, 19(2), 111-119.
- 20) Kanakaraj, A., & Karan Singh, B. K. (2012). Les liens entre la rentabilité des actions et les fondamentaux macroéconomiques en Inde. *Revue d'économie financière*, (3), 181-198.
- 21) Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root : How sure are we that economic time series have a unit root ? *Journal of Econometrics*, vol. 54: pp. 159–178.
- 22) Larue (2016), La relation entre fluctuations boursières et performance économique, *Regard I21, STATEC*.
- 23) Levine, R. (1991). Stock markets, growth, and tax policy. *The Journal of Finance*, 46(4), 1445-1465.
- 24) Levine, R., & Zervos, S. (1996). Stock markets, banks, and economic growth. *World Bank Publications*.
- 25) Modigliani, F. (1971). Monetary policy and consumption. *Consumer spending and monetary policy: the linkages*, 9-84.
- 26) Obstfeld, M. (1994). Evaluating risky consumption paths: the role of intertemporal substitutability. *European Economic Review*, 38(7), 1471-1486.
- 27) OCDE (2015), Études économiques de l'OCDE : Luxembourg, *Éditions OCDE, Paris*
- 28) Oulton, N. (2013). 'Has the Growth of Real GDP in the UK been Overstated because of Mis-Measurement of Banking Output?', *Centre for Economic Performance, Occasional paper no. 33*.

- 29) Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- 30) Rouabah, A. (2007). *Mesure de la vulnérabilité du secteur bancaire luxembourgeois* (No. 24). Central Bank of Luxembourg.
- 31) Rouabah, A., & Theal, J. (2015), MVAR impulse response functions compared to a VAR model: a first assessment of the macro-financial linkages of the banking sector in Luxembourg, *Revue de stabilité financière*.
- 32) Ruben (2016), Luxembourg 2045 Les 30 glorieuses sont devant nous!, *Document de recherche IDEA*.
- 33) STATEC (2015), Note de conjoncture, la situation économique au Luxembourg, évolution récente et perspective, n°2-2015.
- 34) Tobin, J. (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of money, credit and banking*, 1(1), 15-29.
- 35) Wurzel, E., & Azzopardi, D. (2015). Luxembourg-addressing new challenges in a major financial sector, *Document de recherche, OCDE*.

Annexe A : Statistiques descriptives et tests préliminaires

	EUROSTOXX	PIB	LUXX	VAF
Moyenne	-0,38121	2,872691	4,066419	2,648386
Ecart-type	19,79732	3,829525	28,7483	7,258598
Skewness	-0,58478	-0,95542	-0,13017	-0,12708
Kurtosis	2,184932	4,159823	2,513541	2,180826
Jarque-Bera	5,08053	12,49123	0,761041	1,839105
Probabilité JB	0,078846	0,001939	0,683506	0,398697
Q(5)	67,761	63,695	63,997	56,888
Q(10)	85,176	99,399	76,577	60,673
ARCH(5)	25,963	25,119	15,414	21,303
ARCH(10)	37,15	34,91	17,169	30,373

Tableau A.1. Statistiques descriptives

Note : Ce tableau reprend les statistiques descriptives, le test de normalité de Jarque-Bera, les résultats des tests d'autocorrélation de Ljung-Box et les tests d'homoscédasticité. L'écart-type mesure la variation par rapport à la moyenne. Le skewness mesure la symétrie de la distribution. Cette valeur doit être comparée à 0. Le kurtosis mesure l'aplatissement des queues de distribution. Cette mesure est à comparer à 3 qui correspond au coefficient de la loi normale. Une valeur supérieure à 3 signifie que la distribution est leptokurtique c'est-à-dire qu'il y a trop de valeurs extrêmes qui viennent épaissir les queues de distribution. La distribution est dite mésokurtique dans le cas contraire. Le test de Jarque-Bera vise à tester si la distribution suit celle d'une loi normale : c'est un test 2-en-1 qui vérifie que le kurtosis est statistiquement égal à 3 et l'asymétrie est statistiquement égale à 0. Q(5) et Q(10) désignent respectivement les Q-stat du test de Ljung-Box aux retards 5 et 10. Ce test vérifie si la distribution est non-autocorréllé. Ces statistiques sont à comparer aux valeurs du khi-deux aux retards correspondants. Les tests ARCH vérifient si la distribution est homoscédastique.

		Test de Phillips-Perron			
		En niveau			
		EUROSTOXX	LUXX	PIB	VAF
Modèle avec constante	t-Statistic	-2.4861	-2.3823	-3.1773	-3.1033
	<i>Prob.</i>	0.1239	0.1510	0.0264	0.0317
				**	**
Modèle avec constante et tendance	t-Statistic	-2.5918	-2.3315	-3.1579	-3.1339
	<i>Prob.</i>	0.2855	0.4108	0.1030	0.1082
Modèle sans constante ni tendance	t-Statistic	-2.5070	-2.3674	-2.5280	-2.9127
	<i>Prob.</i>	0.0130	0.0185	0.0123	0.0043
		**	**	**	***
		Test de Dickey-Fuller augmenté			
		En niveau			
		EUROSTOXX	LUXX	PIB	VAF
Modèle avec constante	t-Statistic	-3.2532	-3.6286	-4.5705	-2.8581
	<i>Prob.</i>	0.0219	0.0080	0.0005	0.0565
		**	***	***	*
Modèle avec constante et tendance	t-Statistic	-3.3696	-3.5769	-4.5217	-2.8841
	<i>Prob.</i>	0.0656	0.0407	0.0033	0.1750
		*	**	***	
Modèle sans constante ni tendance	t-Statistic	-3.2870	-3.5884	-2.9454	-2.6870
	<i>Prob.</i>	0.0014	0.0005	0.0039	0.0080
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		***	***	***	***

Tableau A.2. Test de PP et de DF

L'élaboration des tests de racine unitaire repose sur une modélisation particulière qui a été présentée pour la première fois par Dickey et Fuller (1979). Cette modélisation consiste à supposer que le processus sous-jacent à la série étudiée est un processus linéaire, et plus précisément un processus ARMA. Cette hypothèse est à la base d'une multitude de tests qui sont venus amender les tests standards présentés par Dickey et Fuller (1979,1981), qui sont les premiers auteurs à proposer un ensemble d'outils statistiques formels pour détecter la présence d'une racine unitaire.

Ainsi, le test de Dickey-Fuller augmenté prévoit 3 modèles à partir desquels on teste la présence d'une racine unitaire.

Un certain nombre d'extensions ont été proposées dont le test de Phillips-Perron qui est un test appliqué lorsque les erreurs sont autocorrélés. Une troisième catégorie de tests est proposée avec les tests de stationnarité qui ne reposent plus nécessairement sur la formalisation de Dickey-Fuller et qui consistent à tester la stationnarité de la série et non la présence d'une racine unitaire. On peut citer le test KPSS.

Test KPSS					
Hypothèse nulle: la série est stationnaire					
		EUROSTOXX	PIB	LUXX	VAF
Modèle avec constante	t-Statistic	0.1943	0.0644	0.0855	0.1551
	Accept/Rejet	A	A	A	A
Modèle avec constante et tendance	t-Statistic	0.0828	0.0647	0.0851	0.0858
	Accept/Rejet	A	A	A	A

Tableau A.3. Test KPSS

Les modèles 3 des tests de DF et de PP qui sont ceux qui semblent le mieux correspondre à la nature de nos données rejettent l'hypothèse d'une racine unitaire. De plus, le test KPSS confirme le caractère stationnaire des différentes séries.

Test de Granger (1969)		
Hypothèse nulle	F-Statistic	Prob.
PIB ne cause pas EUROSTOXX	1.72517	0.1944
EUROSTOXX ne cause pas PIB	13.8386	0.0005
LUXX ne cause pas EUROSTOXX	3.94523	0.0519
EUROSTOXX ne cause pas LUXX	1.77993	0.1876
VAF ne cause pas EUROSTOXX	0.00970	0.9219
EUROSTOXX ne cause pas VAF	4.71487	0.0342
LUXX ne cause pas PIB	22.0627	2.E-05
PIB ne cause pas LUXX	3.55303	0.0646
VAF ne cause pas PIB	7.66863	0.0076
PIB ne cause pas VAF	1.35625	0.2491
VAF ne cause pas LUXX	0.13435	0.7153
LUXX ne cause pas VAF	11.2164	0.0015

Tableau A.4. Résultats du test de Granger (1969)

