

Samuel Maveyraud

GREThA (UMR CNRS 5113), Université de Bordeaux

Fabien Rondeau

Fabien.rondeau@univ-rennes1.fr, CREM (UMR CNRS 6211), Université de Rennes I

Auteur correspondant : Samuel Maveyraud, Samuel.maveyraud@u-bordeaux.fr

L'HETEROGENEITE DU RESEAU DE COMMERCE INTRA-EUROPEEN DEPUIS L'ADOPTION DE L'EURO

Résumé : A partir d'une analyse de réseau pondéré de la marge extensive (CEPII-BACI, 1997–2013), cet article évalue le degré d'homogénéité du commerce intra-européen. Les résultats indiquent que le réseau pondéré de la marge extensive est dans l'ensemble hétérogène : les pays dont les indicateurs de réseau sont les plus proches de ceux attendus dans un réseau homogène sont la Pologne, la Roumanie, la Suède, la Slovaquie et la Grèce. En revanche les pays dont les indicateurs de réseau sont les plus éloignés de ceux qui prévaudraient dans un réseau homogène sont l'Allemagne, les Pays-Bas, la France, la Croatie et la Slovénie.

Mots Clé : commerce international, Union européenne, marge extensive, réseaux.

JEL Classification: F15, F45, F62.

THE HETEROGENEITY OF THE INTRA-EUROPEAN TRADE NETWORK SINCE THE ADOPTION OF THE EURO

Abstract: This paper investigates whether the extensive margin of intra-European trade can be considered as homogeneous (CEPII-BACI (1997–2013)). The following lessons can be drawn: the weighted network is heterogeneous but there are significant differences between the countries considered: countries whose network indicators are

closest to those expected in a homogeneous network are Poland, Romania, Sweden, Slovakia and Greece. However countries which are furthest from those that would prevail in a homogeneous network indicators are Germany, the Netherlands, France, Croatia and Slovenia.

Keywords: international trade, European union, extensive margin, networks.

Introduction

La convergence économique des pays de l'Union Européenne est une préoccupation majeure de la construction européenne. L'adoption de la monnaie unique, l'euro, a renforcé l'importance de cette problématique : la convergence nominale devant s'accompagner d'une convergence réelle des économies de la zone.

Afin de favoriser ce processus de rapprochement des pays européens en termes de bien-être et de cycle des affaires, l'intégration commerciale constitue un des éléments moteur de la construction européenne : des mesures d'intégration sectorielle (acier, charbon, agriculture) ont été mises en place dans les années 1950 ou encore des mesures de dimension macroéconomique (marché unique, mobilité des capitaux) jusqu'à la mise en place d'une monnaie unique pour un certain nombre de pays de l'Union Européenne. Pour ces pays, la mise en œuvre de la monnaie unique et la suppression du risque de change devaient renforcer la convergence par le canal de l'intégration commerciale [Frankel et Rose 1998].

Cependant, la récente crise de la dette a suggéré que l'hétérogénéité entre les pays de l'Union ne s'était pas réduite, mais au contraire amplifiée pour les pays de la zone euro [Feldstein 2012]. Ce constat conduit à s'interroger sur les effets de la dynamique d'intégration commerciale dans l'Union Européenne. Cette problématique a été étudiée en particulier par Pentecôte, Poutineau et Rondeau [2014]. Ces auteurs étudient dans quelle mesure l'appartenance à la zone euro a induit une dynamique d'intégration hétérogène. Ils montrent notamment que les PECO sont caractérisés par une plus forte importance de la marge extensive du commerce.

Dans le prolongement de cette analyse, l'objet de cet article est d'apprécier dans quelle mesure la convergence nominale des pays de l'UE est associée à un réseau de commerce intra-UE homogène. Pour traiter cette problématique, nous proposons d'utiliser l'analyse des réseaux afin d'évaluer le degré d'homogénéité du commerce intra-UE. Plus précisément, nous proposons de comparer les nœuds et les liens des pays de l'Union Européenne avec une référence théorique représentant un réseau de commerce homogène.

Les flux de commerce intra-UE considérés sont ceux des marges extensives (c'est-à-dire l'échange de nouvelles variétés) du commerce bilatéral entre pays membres de ce groupe de pays. Nous exploitons à cette fin les données fournies par la base de données CEPII-BACI [Gaulier et Zignago 2010] entre 1997 et 2013.

D'un point de vue méthodologique, notre démarche est un prolongement de plusieurs articles abordant la question de la structure du réseau de commerce international. Comme l'indiquent Schiavo, Reyes et Fagiolo [2010], l'analyse des réseaux en sociologie et sciences politiques est depuis longtemps utilisée pour enquêter sur les relations commerciales internationales. Ces études ont été influencées par la théorie dite de « dépendance » selon laquelle il existe un petit nombre de pays (le noyau) qui exploite le reste du monde, qui est ainsi empêché de se développer. L'analyse de réseau a ensuite été utilisée pour classer les pays dans un centre ou dans une périphérie [par exemple: Snyder et Kick 1979 ; Breiger 1981 ; Smith et White 1992]. Des applications plus récentes ont analysé l'impact de la récente vague de la mondialisation sur la structure du réseau mondial de commerce [cf. Kim et Shin 2002 ; Kastle, Steen et Liesch 2005]. La structure des relations commerciales internationales a également été largement utilisée comme étude de cas dans un certain nombre de documents dans le domaine de la physique [Serrano et Boguñá 2003; Li, Ying Jin et Chen 2003 ; Garlaschelli et Loffredo 2004; Bhattacharya et al. 2007; Schiavo, Reyes et Fagiolo 2010].

D'un point de vue méthodologique, l'étude est réalisée via l'analyse d'un réseau pondéré dirigé comme proposée par Schiavo, Reyes et Fagiolo [2010]. Cette approche offre la possibilité de fournir une meilleure compréhension de la structure et la dynamique des marges extensives. Le choix d'une analyse d'un réseau binaire n'est pas approprié ici car tous les pays exportent et importent les uns avec les autres : le réseau est complet et les indicateurs globaux prennent nécessairement la même valeur quel que soit le pays considéré.

L'article est organisé comme suit. Dans une première section, nous présentons les caractéristiques d'un réseau pondéré. Dans un deuxième temps, nous mettons en lumière les principales caractéristiques des données. Dans une troisième section, nous procédons au test d'homogénéité du commerce intra-européen et dans une dernière section nous concluons.

1. Qu'est-ce qu'un réseau ?

Un réseau socio-économique est décrit par le biais de nœuds connectés entre eux par une série de liens. Pour caractériser un réseau, il est nécessaire de connaître une matrice carrée de dimension $N \times N$ dont chacune des valeurs

$(a_{ij}$ ou $a_{ji})$ prend la valeur 0 s'il n'y a pas de lien entre le nœud i et le nœud j . En cas de lien entre le nœud i et le nœud j la valeur prise par a_{ij} ou a_{ji} est égale à 1 dans le cas d'un réseau binaire ou de la valeur du flux w_{ij} dans le cas d'un réseau pondéré.

Dans le cas d'un réseau de commerce international, les nœuds représentent des pays (régions, ou continents). Ces pays sont connectés s'ils échangent des biens et services entre eux.

1.1. Les caractéristiques du réseau pondéré non dirigé et du réseau pondéré dirigé

Ce type de réseau permet de prendre en compte le poids des échanges de biens dans le réseau. Cette approche est complémentaire à la démarche précédente dans la mesure où il permet d'analyser dans quelle mesure le degré de connectivité d'un pays est lié à la valeur commerciale des échanges.

Nous proposons ici d'utiliser l'analyse des réseaux pour caractériser l'hétérogénéité des pays de l'UE en terme de commerce intra-UE.

La Comparaison des nœuds et des liens est un indicateur du degré d'hétérogénéité entre les pays de l'Union Européenne en termes de commerce intra zone. Plus précisément, l'hétérogénéité est révélée par :

- La comparaison du degré pondéré des nœuds

Le degré pondéré (*Weighted Degree ou Strength*) représente la somme des poids des liens adjacents. On peut distinguer le degré pondéré des exportations (X) et celui des importations (M) :

$$SX_i = \sum_j^n w_{ij}, \quad SM_i = \sum_j^n w_{ji}.$$

- La comparaison de la couverture des nœuds

Le nombre des valeurs des liens sortants et des valeurs des liens entrants : un nombre de liens entrants et sortants identique indique que les pays ont une diversification vis-a-vis de leurs importations identique (plus le nombre de liens entrants est grand plus les pays ont accès aux mêmes produits : ils sont donc plus homogènes) :

$$TC_i = \frac{\sum_j^n w_{ij}}{\sum_j^n w_{ji}}.$$

- La comparaison de la vulnérabilité des nœuds

La vulnérabilité (ou degré de dépendance au centre (*Hub Dependency* (HD)) aux exportations (respectivement aux importations) est la part du lien le plus fort des exportations (respectivement des importations) dans le degré pondéré :

$$HDX_i = \frac{\text{Max}(w_{ij})}{\sum_j^n w_{ij}}, \quad HDM_i = \frac{\text{Max}(w_{ji})}{\sum_j^n w_{ij}}.$$

Nous retenons que l'hypothèse d'homogénéité est validée lorsque la valeur obtenue par chacun des indicateurs est égale :

$$\frac{SX_i}{\sum_j^n SX_j} = \frac{SM_i}{\sum_j^n SM_j} = \frac{1}{n}$$

$$TC_i = 1$$

$$HDX_i = HDM_i = \frac{1}{n}$$

Où n est le nombre de pays.

2. Les données

Les données de commerce bilatéral proviennent de la base BACI du CEPII [Gau-
lier et Zignago 2010]. Elles concernent les exportations de 5000 produits (classifi-
cation HS6) en valeur (milliers de dollar) de 1997 à 2013. L'évolution du commerce
bilatéral entre les pays membres de l'UE est tout d'abord étudiée en séparant
l'augmentation de ce commerce due à la marge intensive (c'est-à-dire l'augmen-
tation de la quantité du commerce sur la base des variétés déjà échangées) de celle
liée à la marge extensive. Cette dernière marge est mesurée par l'évolution de la
valeur des variétés échangées d'une année sur l'autre : elle concerne l'échange de
nouveaux produits et/ou des échanges de produits vers de nouvelles destination.

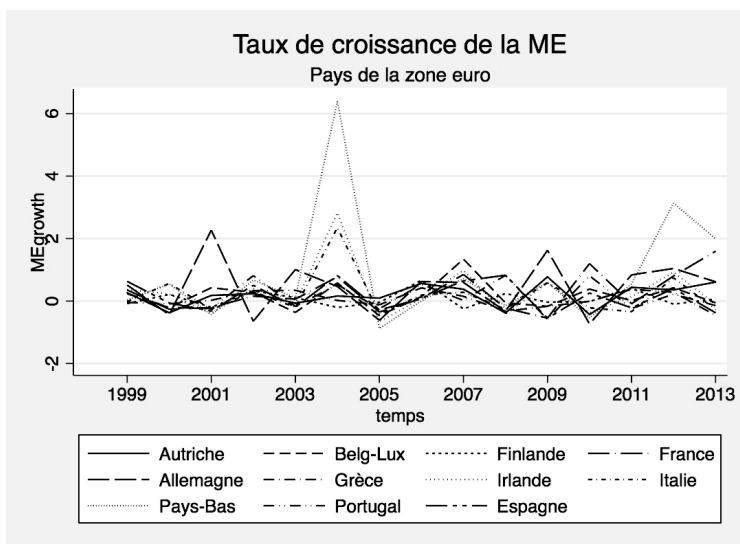
$$ME_{i,t} = \frac{\widetilde{X_{ij,k,t}}}{\sum_k \sum_j X_{ij,k,t}} \quad \text{avec} \quad \widetilde{X_{ij,k,t}} = X_{ij,k,t} \quad \text{si} \quad X_{ij,k,t-1} = 0$$

avec i le pays exportateur, j le pays importateur et k le produit¹.

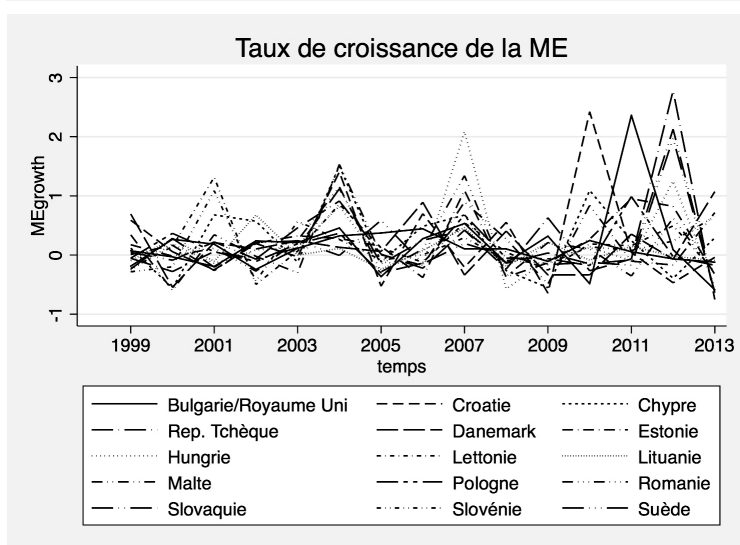
¹ [Pentecôte, Poutineau et Rondeau 2014] pour plus de détails sur la construction de la
marge extensive.

Les figures 1a et 1b représentent l'évolution du taux de croissance de la marge extensive en valeur et les figures 2a et 2b représentent l'évolution de la marge extensive en pourcentage des exportations totales de 1998 à 2013. Pour une plus grande lisibilité des graphiques, les pays sont divisés en deux groupes : les pays fondateurs de la zone euro et les autres pays.

1a.

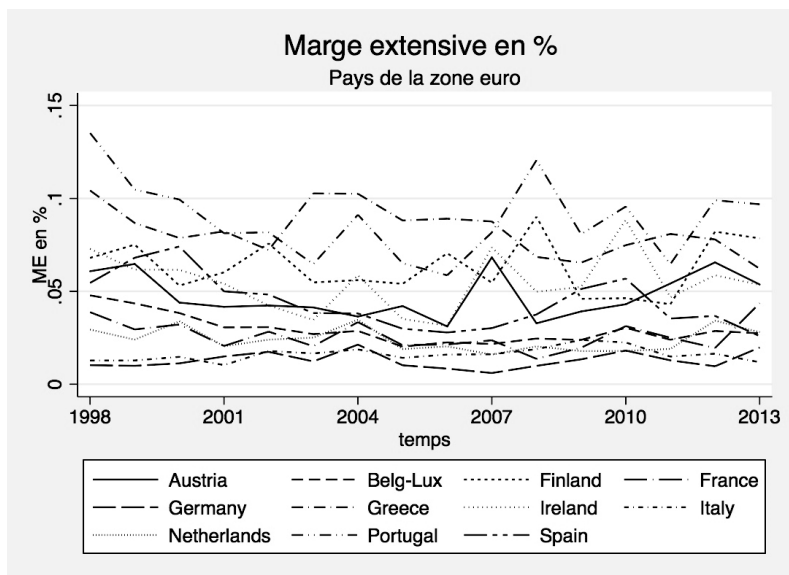


1b.

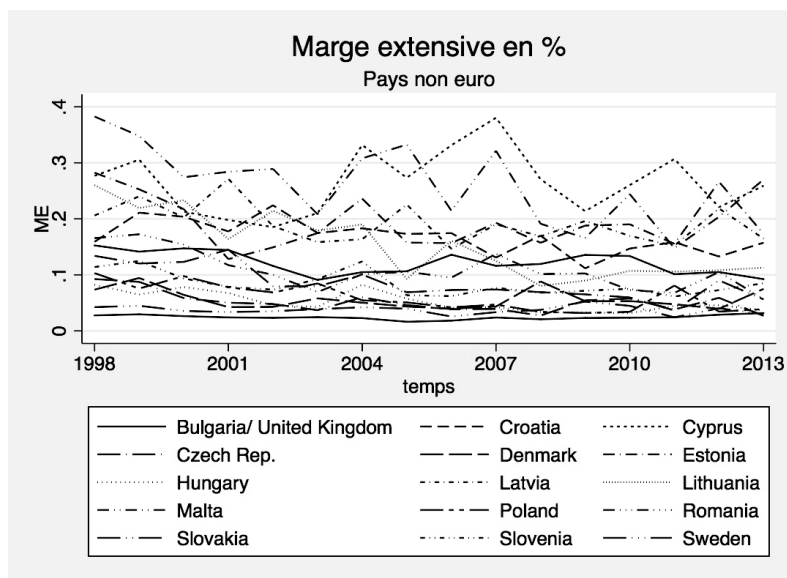


Figures 1a et 1b. Taux de croissance de la marge extensive en valeur

2a.



2b.



Figures 2a et 2b. Marge extensive en % des exportations totales

D'après les deux premiers graphiques, la dynamique des marges extensives est peu différente entre les pays fondateurs de la zone euro des autres pays avec une croissance annuelle moyenne autour de 1 à 2%. La volatilité est tout de

même plus importante dans les PECO en fin de période. Les deux graphiques suivants montrent en revanche un poids plus important de la marge extensive dans les exportations totales des PECO par rapport aux pays fondateurs de l'euro (15 à 20% contre 10 à 15%).

3. Résultats

Pour répondre à la problématique posée par cet article, c'est-à-dire de tester le degré d'homogénéité du commerce intra-européen, nous nous appuyons sur une analyse de réseau de la marge extensive des pays de l'Union Européenne. Nous considérons les flux de marges extensives de i vers j appelés ci-après exportations et les flux de j vers i appelés importations (avec $\downarrow w_{ij} = \llbracket ME \rrbracket \downarrow_{ij}$).

L'analyse de la moyenne des degrés pondérés des exportations et des importations entre 1998 et 2014 suggère des différences notables entre les pays (figure 3).

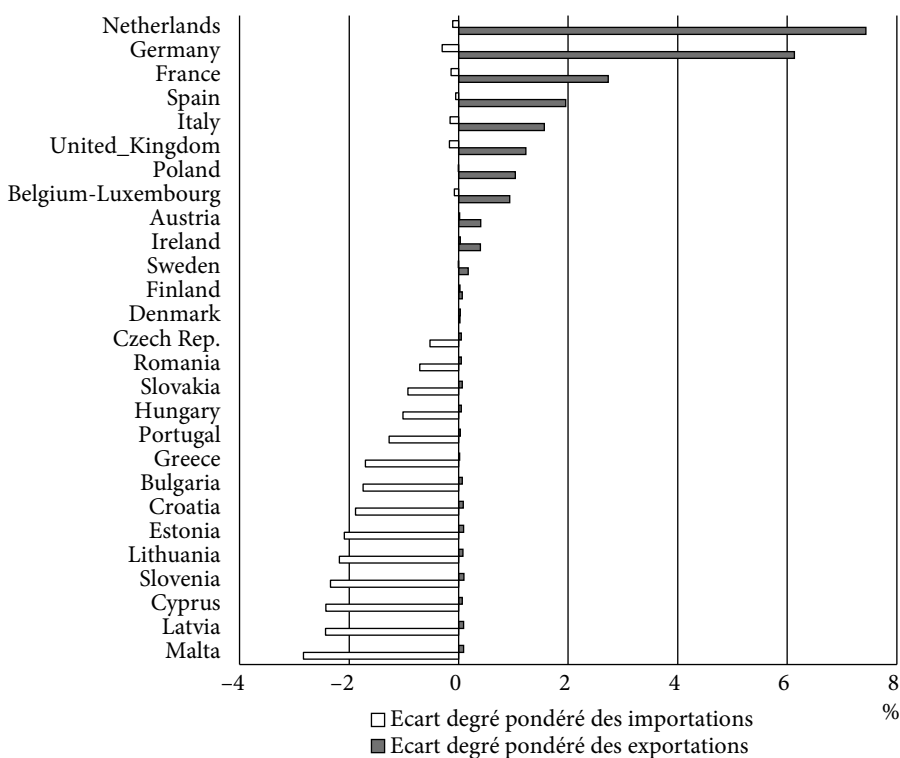


Figure 3. Ecarts à la valeur d'homogénéité du réseau du degré pondéré

Les pays dont le poids du degré pondéré des importations est inférieur à celui correspondant à celui d'homogénéité sont l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, la France, les Pays-Bas, la Belgique – Luxembourg et l'Espagne. Les pays dont le degré est supérieur à 0,05% de celui correspondant à l'hypothèse d'homogénéité sont ceux qui ont intégré l'Union Européenne récemment : la Bulgarie, Chypre, la Slovaquie, la Lituanie, la Croatie, Malte, l'Estonie, la Lettonie et la Slovénie.

L'analyse de la part relative du degré pondéré des exportations donne des résultats plus volatils. Ils suggèrent contrairement aux résultats précédents que les pays dont le poids du degré pondéré des exportations est inférieur à celui correspondant à l'hypothèse d'homogénéité sont ceux entrés récemment dans l'Union Européenne alors que de les pays fondateurs connaissent un poids de degré pondéré des exportations relativement plus grand que celui attendu par l'hypothèse d'homogénéité.

L'analyse du taux de couverture (figure 4) suggère que le réseau pondéré est hétérogène et les mêmes groupes de pays que ceux distingués dans l'analyse précédente peuvent être constitués.

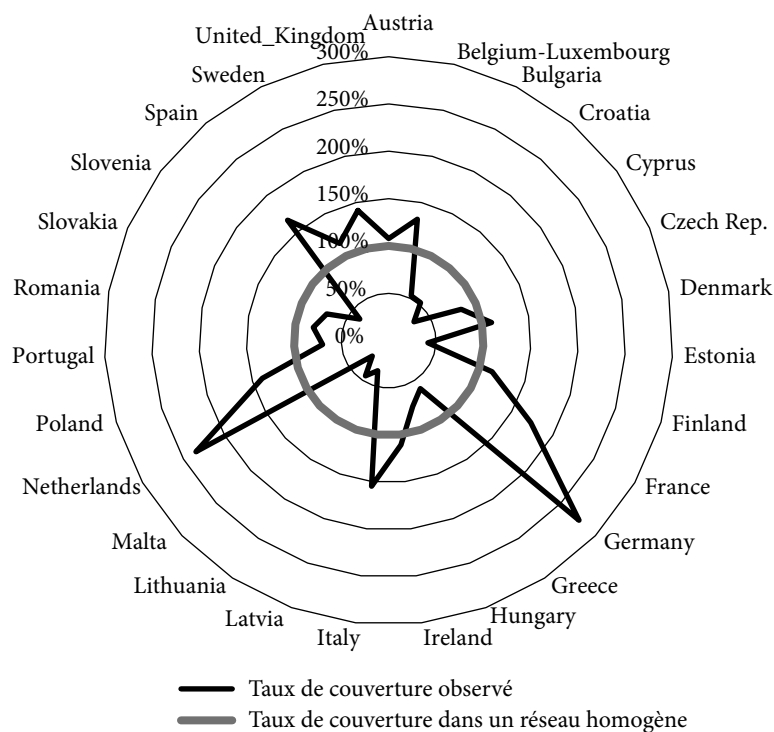


Figure 4. Taux de couverture du réseau pondéré

L'analyse de la dépendance d'un pays à un autre en matière de marge extensive (exportations et importations) (figures 5 et 6) montre que la valeur observée de l'indicateur de vulnérabilité est systématiquement supérieur à celui attendu dans un réseau homogène et ce quel que soit le pays considéré.

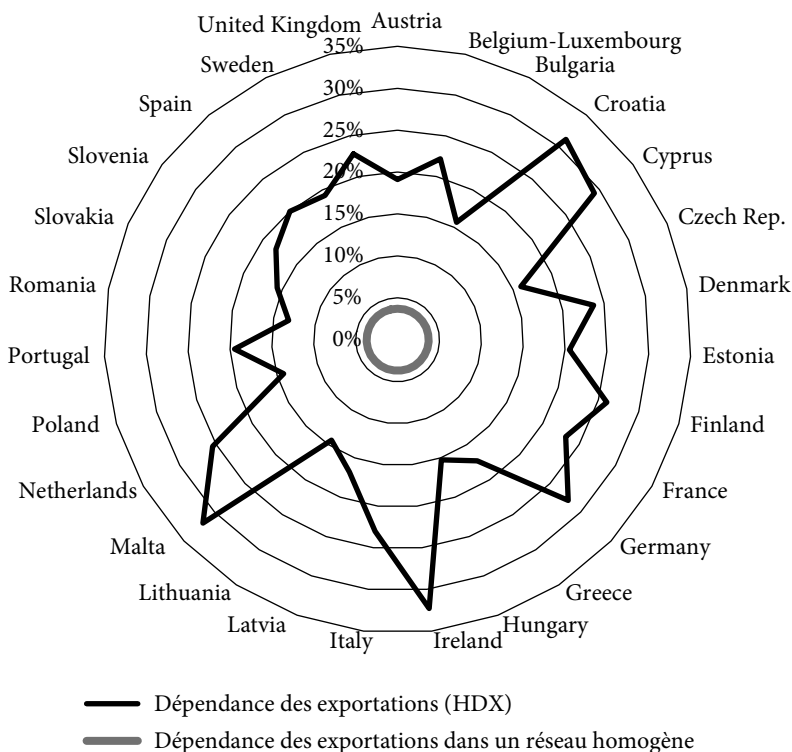


Figure 5. Dépendance des exportations au hub

Dans le tableau 1, nous procédons à un test d'égalité entre les valeurs obtenues en moyenne sur la période étudiée et la valeur correspondant à l'hypothèse d'homogénéité (3,70% pour le degré pondéré et la dépendance au hub et 100% pour le taux de couverture). Les résultats montrent qu'on ne peut rejeter à un seuil de 1% l'égalité entre la valeur obtenue et la valeur qui prévaut en cas d'homogénéité. On peut donc conclure que le réseau de la marge extensive est hétérogène pour le réseau pondéré de marge extensive considéré dans son ensemble.

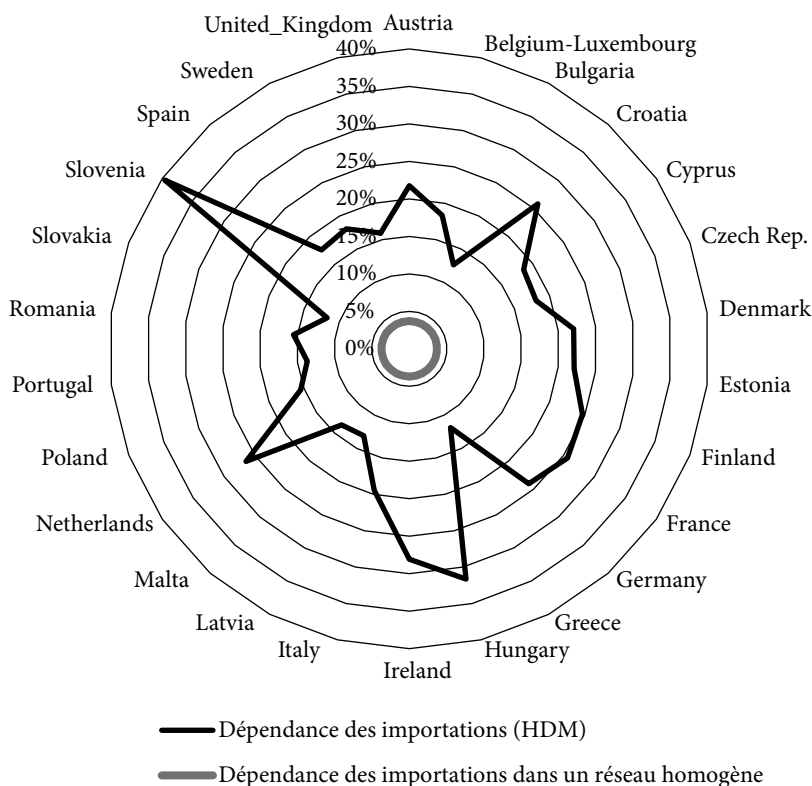


Figure 6. Dépendance des importations au hub

Il y a cependant des différences entre les pays considérés : l'Autriche et la Suède sont les deux seuls pays dont les degrés pondérés des importations et des exportations sont conformes à ceux de l'hypothèse d'homogénéité. Pour la Grèce, la Pologne et le Portugal le degré pondéré des importations est en adéquation avec l'hypothèse d'homogénéité alors que pour la République Tchèque, le Danemark et l'Irlande c'est le degré pondéré des exportations qui valide l'hypothèse d'homogénéité du réseau de la marge extensive.

Même si le réseau pondéré apparaît hétérogène, chaque pays a un degré d'hétérogénéité qui lui est propre. C'est pourquoi, pour chacun des cinq indicateurs de réseau retenus, nous classons les pays en fonction de leur écart avec l'hypothèse d'homogénéité (tableau 2). Le pays dont la valeur observée, pour un indicateur donné, est la plus proche de la valeur associée à l'hypothèse d'homogénéité se voit attribué la valeur 1 alors que le pays dont la valeur

Tableau 1. Tests d'égalité entre les valeurs moyennes observées et les valeurs d'homogénéité des indicateurs du réseau de marges extensives

Pays	Degré pondéré des exportations – T de Student	Degré pondéré des importations – T de Student	Taux de couverture – T de Student	Dépendance des importations au hub – T de Student	Dépendance des exportations au hub – T de Student
Austria	1,83	1,65	1,32	3,33***	6,46***
Belgium-Luxembourg	3,06***	-4,50***	3,69***	6,36***	8,30***
Bulgaria	-10,52***	8,23***	-10,54***	10,02***	8,41***
Croatia	-9,94***	14,05***	-9,52***	6,26***	9,59***
Cyprus	-16,04***	7,65***	-16,64***	9,78***	8,78***
Czech Rep.	-1,81	5,21***	-2,15**	6,11***	4,42***
Denmark	0,07	2,36**	0,97	7,53***	6,38***
Estonia	-17,71***	13,72***	-18,85***	5,07***	6,53***
Finland	0,22	3,22***	1,66	9,39***	7,16***
France	5,55***	-3,54***	4,48***	5,55***	8,19***
Germany	6,30***	-5,16***	5,98***	4,25***	6,13***
Greece	-9,69***	1,18	-8,34***	4,58***	7,82***
Hungary	-4,61***	9,20***	-4,51***	6,01***	5,70***
Ireland	1,58	2,39**	1,61	9,40***	6,46***
Italy	4,06***	-4,24***	4,68***	5,47***	7,23***
Latvia	-25,94***	14,88***	-26,85***	7,61***	7,78***
Lithuania	-18,72***	13,27***	-17,83***	12,70***	11,09***
Malta	-35,35***	13,07***	-37,45***	9,52***	8,79***
Netherlands	3,84***	-4,42***	2,55**	5,79***	4,60***
Poland	3,24***	0,42	4,42***	9,38***	13,52***
Portugal	-6,05***	1,97	-5,40***	6,70***	14,18***
Romania	-3,17***	6,96***	-3,14***	7,03***	11,24***
Slovakia	-4,53***	8,48***	-5,29***	5,11***	9,30***
Slovenia	-25,40***	16,28***	-29,77***	8,40***	5,43***
Spain	3,63***	-4,27***	4,46***	5,94***	5,64***
Sweden	0,53	0,24	1,68	12,76***	8,20***
United Kingdom	2,93**	-6,92***	3,40***	6,78***	5,44***
Ensemble			3,78***	19,77***	27,42***

Note : *** et ** signifient que l'hypothèse nulle est rejetée aux seuils respectifs de 1% et 5%.

observée est la plus éloignée de la valeur attendue dans un réseau homogène prend la valeur 27. Entre ces deux valeurs extrêmes, les pays sont classés dans l'ordre croissant de l'écart absolu à la valeur attendue.

Tableau 2. Rang d'hétérogénéité par indicateur de réseau

Pays	Rang d'hétérogénéité relatif au degré pondéré des importations	Rang d'hétérogénéité relatif au degré pondéré des exportations	Rang d'hétérogénéité relatif de dépendance au hub des exportations	Rang d'hétérogénéité relatif de dépendance au hub des importations
Poland	1	11	2	7
Romania	11	7	1	8
Sweden	2	3	12	11
Slovakia	15	8	5	1
Greece	4	15	9	2
Austria	3	5	11	16
Czech Rep.	10	6	7	12
Bulgaria	13	16	6	3
Lithuania	16	20	3	
Portugal	8	13	13	6
Denmark	6	1	20	17
Hungary	9	10	4	25
Finland	5	2	22	20
Spain	12	18	14	10
Belgium – Luxembourg	17	9	16	13
Latvia	21	23	8	4
Ireland	7	4	27	24
United Kingdom	26	12	17	9
Estonia	20	19	15	18
Italy	25	14	18	15
Cyprus	14	22	24	14
Malta	19	25	26	5
Slovenia	22	21	10	26
Croatia	18	17	25	22
France	24	24	19	21
Netherlands	23	27	21	23
Germany	27	26	23	19

La synthèse de ces résultats est présentée dans la figure 7. Le pays dont les indicateurs de réseau sont les plus proches de ceux attendus dans un réseau homogène est la Pologne, suivi par la Roumanie, la Suède, la Slovaquie et la Grèce. En revanche le pays dont les indicateurs de réseau sont les plus éloignés de ceux qui prévaudraient dans un réseau homogène est l'Allemagne, suivi des Pays-Bas, de la France, de la Croatie et de la Slovénie.

On peut voir ici que l'ancienneté dans l'Union Européenne ne semble pas jouer un rôle dans l'explication de l'hétérogénéité du réseau ni même le poids du pays.

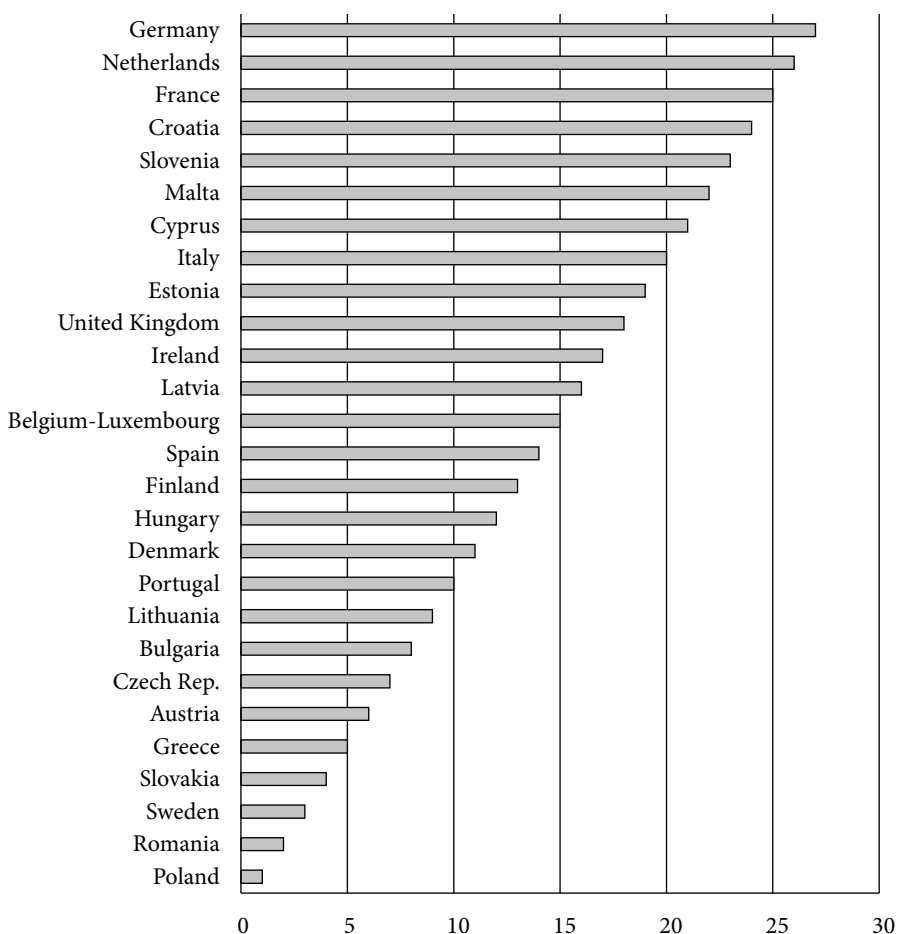


Figure 7. Rang d'hétérogénéité global

Conclusion

Dans cet article, nous avons montré que le commerce intra-européen appréhendé par les flux de marge extensive ne peut pas être considéré comme homogène. Pour autant, des différences notables entre les pays ont été mises en évidence : les pays dont les indicateurs de réseau sont les plus proches de ceux attendus dans un réseau homogène sont la Pologne, la Roumanie, la Suède, la Slovaquie et la Grèce. En revanche les pays dont les indicateurs de réseau sont les plus éloignés de ceux qui prévaudraient dans un réseau homogène sont l'Allemagne, les Pays-Bas, la France, la Croatie et la Slovénie.

La date d'entrée dans l'UE n'apparaît pas être un critère déterminant, ni le fait d'appartenir à la zone euro. Dans une recherche future, l'analyse de flux de commerce autres que la seule marge extensive permettra d'évaluer de manière encore plus complète le degré d'homogénéité du commerce intra-Européen.

Bibliographie

- Breiger, R., 1981, *Structure of economic interdependence among nations*, dans Blau P.M., Merton, R.K. (eds), *Continuities in structural inquiry*, Sage, Newbury Park, CA, pp. 353–380.
- Feldstein, M., 2012, *The Failure of the Euro*, *Foreign Affairs*, January/February.
- Frankel, J.A., Rose, A.K., 1998, *The Endogeneity of the Optimum Currency Area Criteria*, *The Economic Journal*, 108(449), 1009–1025, DOI: 10.1111/1468-0297.00327.
- Kastelle, T., Steen, J., Liesch, P., 2005, *Measuring Globalisation: an Evolutionary Economic Approach to Tracking the Evolution of International Trade*, Paper presented at the DRUID Summer Conference on Knowledge, Innovation and Competitiveness: Dynamics of Firms, Networks, Regions and Institutions – Copenhagen, Denmark, June.
- Kim, S., Shin, E.-H., 2002, *A Longitudinal Analysis of Globalization and Regionalization in International Trade: A Social Network Approach*, *Social Forces*, 81(2), pp. 445–468, DOI: 10.1353/sof.2003.0014.
- Li, X., Ying Jin, Y., Chen, G., 2003, *Complexity and Synchronization of the World Trade Web*, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 328(1–2), pp. 287–296, DOI: 10.1016/s0378-4371(03)00567-3.
- Pentecôte, J.-S., Poutineau, J.-C. Rondeau, F., 2014, *Dynamique du commerce intra-européen et: hétérogénéités entre la Zone Euro et les PECO*, *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 2(12).

- Schiavo, S., Reyes, J., Fagiolo, G., 2010, *International Trade and Financial Integration: a Weighted Network Analysis*. Quantitative Finance, 10(4), pp. 389–399, DOI: 10.1080/14697680902882420.
- Serrano, M.Á., Boguñá, M., 2003, *Topology of the World Trade Web*, Phys. Rev. E, 68(1), DOI: 10.1103/physreve.68.015101.
- Smith, D.A., White, D.R., 1992, *Structure and Dynamics of the Global Economy: Network Analysis of International Trade 1965–1980*, Social Forces, 70(4), DOI: 10.2307/2580193.
- Snyder, D., Kick, E.L., 1979, *Structural Position in the World System and Economic Growth, 1955–1970: A Multiple-Network Analysis of Transnational Interactions*, American Journal of Sociology, 84(5), pp. 1096–1126, DOI: 10.1086/226902.