



**HAL**  
open science

**Une famille de mesures d'intégration internationale des territoires. Applications aux cas du commerce international (1995-2007) et de la diffusion des pièces euro étrangères en France (2002-2011)**

Claude Grasland, Marion Le Texier

► **To cite this version:**

Claude Grasland, Marion Le Texier. Une famille de mesures d'intégration internationale des territoires. Applications aux cas du commerce international (1995-2007) et de la diffusion des pièces euro étrangères en France (2002-2011). *Revue d'économie régionale et urbaine*, 2015, 4, pp.575-603. hal-01651863

**HAL Id: hal-01651863**

**<https://hal.science/hal-01651863>**

Submitted on 30 Nov 2017

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

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

# Une famille de mesures d'intégration internationale des territoires. Applications aux cas du commerce international (1995-2007) et de la diffusion des pièces euros étrangères en France (2002-2011)

**Auteurs :** Claude Grasland et Marion Le Texier

**Email :** [claude.grasland@parisgeo.cnrs.fr](mailto:claude.grasland@parisgeo.cnrs.fr) [marion.le-texier@univ-rouen.fr](mailto:marion.le-texier@univ-rouen.fr)

**Résumé :** Comment mesurer le degré d'intégration internationale des territoires (villes, régions ou pays) dans une perspective comparative, dans le temps ou l'espace ?

Les auteurs suggèrent dans un premier temps de décomposer le concept en trois dimensions complémentaires : (i) les indicateurs d'intensité de l'intégration internationale qui mesurent la part des relations internationales par rapport à l'ensemble des relations nouées par un territoire ; (ii) les indicateurs de diversité de l'intégration internationale qui mesurent le degré de dispersion des relations internationales d'un lieu, toutes choses égales quant à leur intensité ; (iii) les indicateurs de portée de l'intégration internationale qui évaluent le poids relatif des relations internationales mettant en jeu des lieux proches ou éloignés. Ils proposent, dans un second temps, une méthode de filtrage par modèle gravitaire permettant de distinguer des relations internationales « banales » et des relations internationales « spécifiques ».

**Mots-clés :** analyse spatiale, intégration internationale, résilience, spécialisation, territoire

**Abstract:** How one can measure the degree of international integration of places (countries, regions or cities) in a spatio-temporal comparative perspective?

The authors suggest as a first step to break down the concept in three complementary dimensions using: (i) intensity indicators which measure the share of international relationships within the total amount of relationships forged by a given territory, (ii) diversity indicators which measure for a given territory the degree of dispersion of its international relations, all things being equal with respect to their intensity and (iii) range indicators which assess the relative weight of international relations involving close or distant places. They propose, in a second stage, to distinguish between "trivial" and "specific" international relations using a gravity model as a filtering method.

**Keywords:** international integration, place, resilience, spatial analysis, specialisation

## 1. Introduction

De nombreux travaux d'économistes, géographes ou sociologues ont depuis longtemps cherché à mesurer le degré d'intégration internationale des territoires (États, villes ou régions) dans une perspective comparative, dans le temps ou dans l'espace. Depuis la fin de la guerre froide, ces travaux se sont multipliés, généralement comme appui à la validation de théories portant sur la dynamique du processus de mondialisation (KRUGMAN *et al.*, 1995 ; CASTELLS, 1996 ; FUJITA *et al.*, 1999). Depuis le début des années 2000 (en relation par exemple avec la Stratégie de Lisbonne), elles sont fréquemment mobilisées dans des études prospectives visant à évaluer la compétitivité des pays, des villes ou des régions. Le capital de relations internationales d'une métropole est, à titre d'exemple, supposé offrir à la fois des opportunités en matière de compétitivité et réduire sa vulnérabilité face aux chocs exogènes (CAMAGNI, 2008).

Cet usage empirique et politique croissant d'indicateurs d'intégration internationale ne semble toutefois pas s'être accompagné de recherches théoriques approfondies sur la conceptualisation de la mesure de l'intégration internationale, sauf exceptions (HEAD et MAYER, 2004, 2013). Autrement dit, la plupart des études utilisent des mesures *ad hoc*, mais ne cherchent pas suffisamment à abstraire le problème de définition de l'intégration internationale, ni même à proposer une gamme étendue de mesures. Influencées par la demande politique de *benchmarking*, la plupart de ces études ont pour finalité de proposer une hiérarchisation de l'intégration internationale des territoires à partir d'un critère unique (par exemple DERRUDER et WITLOX, 2005). D'autre part,

les indicateurs utilisés sont, en général, des mesures a-spatiales qui ne prennent nullement en compte les distances entre les lieux et leur autocorrélation spatiale (BEGUIN, 1979 ; JAYET 1993). Ces mesures sont, de ce fait, très sensibles au problème d'unités spatiales modifiables (MADELIN *et al.*, 2008) ou de segmentation catégorielle plus ou moins fine des flux.

Notons que l'intégration internationale est entendue ici comme la résultante de processus d'échanges internationaux qui ne sont pas toujours directement observables et ne sont souvent mesurés qu'au travers de traces. En effet, le niveau territorial d'observation implique souvent un processus d'observation d'une agrégation de décisions individuelles d'acteurs qui ne participent pas nécessairement tous de façon directe à des relations internationales. Il est donc préférable de parler d'intégration internationale plutôt que d'internationalisation lorsque la mesure effectuée au niveau d'un territoire est incapable de démêler ce qui, dans l'agrégat, relève de l'internationalisation au sens strict du terme et ce qui est plutôt lié à la propagation spatio-temporelle des effets de celle-ci. Les deux exemples qui sont proposés dans l'article illustrent bien cette difficulté. Si on peut à la rigueur parler d'internationalisation dans le cas de l'analyse des flux de commerce international<sup>1</sup>, il serait abusif de le faire dans l'analyse de la présence des pièces euros étrangères<sup>2</sup>.

Notre contribution au débat consiste dans un premier temps à analyser le concept d'intégration internationale selon trois dimensions complémentaires<sup>3</sup>, puis à en proposer des familles de mesures et enfin à suivre leurs dynamiques en distinguant à l'aide de modèles d'interaction spatiale les effets banals de taille et de proximité spatiale d'effets plus spécifiques tels que ceux résultant d'une politique de boycott ou de l'importance du travail transfrontalier. Nous examinerons ensuite l'influence possible de l'agrégation des catégories de flux. Brièvement, nous proposons de distinguer :

- les indicateurs d'intensité de l'intégration internationale qui mesurent le poids des relations internationales dans l'ensemble des relations nouées par un territoire ;
- les indicateurs de diversité de l'intégration internationale qui mesurent le degré de dispersion des relations internationales d'un lieu, toutes choses égales quant à leur intensité ;
- les indicateurs de portée de l'intégration internationale qui introduisent une ou plusieurs variables auxiliaires de proximité, de type continu (temps, coût, kilomètre) ou discret (langue commune, contiguïté, relations coloniales...) et qui évaluent le poids relatif des relations internationales mettant en jeu des lieux proches ou éloignés.

Nous espérons démontrer que ces trois familles d'indicateurs offrent simultanément une image plus riche de l'intégration internationale des territoires et peuvent conduire à des classifications des lieux plus nuancées que les hiérarchies établies selon un critère unique. On se tromperait donc singulièrement sur l'objectif des auteurs de ce travail si on l'utilisait à des fins de production de nouveaux classements ou de catégorisation normative des territoires. Nous serions, en revanche, comblés, si notre analyse permettait de remettre en cause les études de *ranking* ou *benchmarking* qui se limitent le plus souvent à des mesures sommaires d'une seule composante de l'intégration internationale, sans dimension scientifique et critique. En effet, un territoire frontalier peut afficher une forte intensité de relations internationales, mais avec une faible diversité et une portée d'échanges faible. Inversement, une métropole éloignée des frontières mais dotée d'un aéroport international aura peut-être des relations internationales moins intenses mais plus diversifiées. Enfin, une zone touristique haut de gamme peut se caractériser par des relations internationales de grande portée.

Mais nous souhaitons aussi montrer que chacune de ces mesures, prise isolément, comporte des biais et mélange des effets banals et non banals qu'il est intéressant de filtrer. Par exemple, la fragmentation politique de l'Europe augmente mécaniquement l'intensité et la diversité des échanges commerciaux par rapport à des États-continentaux tels que les États-Unis, le Brésil, la Chine ou l'Inde. Et la Nouvelle-Zélande est évidemment amenée à nouer des échanges à plus longue distance que la Suisse, du fait de son éloignement des grands marchés de consommation. Il est dès lors intéressant de dépasser ces constats banals en calculant les indices après filtrage par un modèle apte à capturer ces effets triviaux. Enfin, on doit se méfier des effets d'agrégation des flux et examiner, lorsque cela est justifié, les variations des indices par sous-catégories de flux.

Afin d'éviter de produire des mesures *ad hoc*, la généralité de notre méthode d'analyse sera illustrée par son application à deux cas volontairement très différents en termes d'échelles spatiales (France/Monde) et de processus temporels (traces de diffusion/flux). D'un côté, le cas de l'évolution de la répartition des euros d'origine étrangère dans les régions françaises entre 2002 et 2011 (GRASLAND *et al.*, 2012 ; LE TEXIER et GARNIER, 2012) et, de l'autre, l'évolution des relations commerciales internationales effectuées entre pays du monde (GRASLAND et VAN HAMME, 2010). Bien que les tableaux utilisés soient de formes identiques, ces deux phénomènes se distinguent par le fait que les répartitions monétaires observables à différents pas de temps constituent un tableau de stocks cumulés et ne nous renseignent qu'indirectement sur les schémas de circulation des pièces résultant des mobilités et interactions monétaires (il s'agit donc de traces des échanges passés qui n'assurent en rien la continuité de leurs

trajectoires) tandis que le commerce est un authentique tableau de flux (cf. Tableau 1). Ils présentent des inerties différentes, la capacité mémorielle de l'euro étant plus importante que celle du commerce. Ce dernier peut en effet subir des bifurcations très rapides alors que les vagues de pièces étrangères pénétrant un territoire laissent une empreinte forte dans les répartitions monétaires observables par la suite.

	Commerce mondial (1995-2007)	Diffusion des pièces euro (2002-2011)
Source initiale	Bulletin de douane	Individu répondant à l'enquête
Agrégateur	CEPII- CHELEM	Euro Spatial Diffusion Observatory
Origines (i)	93 pays ou agrégats de pays	12 à 17 pays membres de la zone euro
Destinations (j)	93 pays ou agrégats de pays	21 régions françaises
Catégories (k)	9 types de marchandises	8 types de pièces selon la valeur
Temporalités (t)	12 périodes annuelles	15 enquêtes à des dates cibles
International (Aij)	$A_{i=i}$ et $A_{j=j} \Leftrightarrow A_{ij} = 1$ pour toutes les cases sauf pour la diagonale.	$A_i =$ pays d'origine ; $A_j =$ France $\Leftrightarrow A_{ij} = 1$ pour les pièces étrangères trouvées en France
Éloignement (Cij)	Distance moyenne entre villes des pays d'origine et destination (CEPII)	Distance entre le lieu d'enquête (j) et la frontière la plus proche du pays (i) d'origine de la pièce
Exemple	Selon la base CHELEM, un flux ( $F_{ijkt}$ ) de 123 millions de dollars de ciment (k) a été exporté des États-Unis (i) vers le Canada (j) en 2001 (t) sur une distance que l'on peut estimer à 2100 km (Cij)	Selon l'enquête ESDO de décembre 2011 (t), on a trouvé un stock de 11 pièces allemandes (i) de deux euros (k) dans les 81 porte-monnaie enquêtés en Bretagne (j). Ces pièces ont franchi, en moyenne, une distance minimum de 730 km (Cij) pour arriver au lieu de leur découverte

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem et ESDO.

Tableau 1 : Présentation des données<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Afin d'obtenir un nombre assez conséquent de porte-monnaie par région (> 200), nous avons regroupé les enquêtes en cinq périodes : période 1 : juin 2002, septembre 2002 et janvier 2003 ; période 2 : juin 2003, septembre 2003 et décembre 2003 ; période 3 : juin 2004, septembre 2004 et décembre 2004 ; période 4 : juin 2005, décembre 2005 et juin 2006 ; période 5 : janvier 2007, octobre 2008 et décembre 2011. Aussi ne serons-nous pas à même d'analyser les variations saisonnières de l'intégration internationale des régions françaises. Le système observé dans le cas de l'euro n'est, en outre, pas un système fermé. De nouvelles pièces sont notamment produites chaque année par les États membres, États dont le nombre est passé de douze au 1<sup>er</sup> janvier 2002 à dix-sept au 1<sup>er</sup> janvier 2011. Par souci de simplification méthodologique, nous ne travaillerons qu'à partir des pièces émises par l'un des pays membres au 1<sup>er</sup> janvier 2002.

Ces différences empiriques n'empêchent cependant pas une mise en parallèle si on se place d'emblée dans le cadre théorique de matrices d'interactions  $F$  munies de quatre dimensions ( $i, j, k, t$ ) décrivant respectivement des lieux d'origine ( $i$ ), des lieux de destination ( $j$ ), des catégories de relation ( $k$ ) et des temps ou intervalles de temps ( $t$ ). Les lieux d'origine comme de destination sont munis d'une variable d'appartenance nationale  $A$  des lieux d'origines  $A_i$  et des lieux de destination  $A_j$ . On peut en inférer une variable d'internationalisation  $A_{ij}$  prenant la valeur  $A_{ij} = 0$  si les lieux  $i$  et  $j$  appartiennent au même pays et la valeur  $A_{ij} = 1$  s'ils appartiennent à des pays différents. Enfin, on suppose qu'il est également possible de définir une mesure d'éloignement  $C_{ij}$  approximant de façon raisonnable le coût, le temps ou l'énergie nécessaire à la mise en relation des lieux d'origine et de destination pour l'interaction  $F$  considérée.

L'objectif de cette étude est, en effet, de proposer une série de mesures d'intégration internationale formant un système cohérent de description. Les mesures proposées devront donc être à la fois (1) indépendantes de la nature précise du phénomène étudié et (2) complémentaires, c'est-à-dire non reliées directement par une relation triviale. Pour remplir ce double objectif, nous commencerons à chaque fois par une formulation conceptuelle (« Que veut-on mesurer ? ») suivie d'une ou plusieurs formalisations mathématiques (« Comment mesurer ? ») qui seront appliquées aux deux exemples empiriques retenus afin d'en valider le caractère opératoire ou non (« Que nous apprennent les mesures sur le phénomène ? »).

Les indicateurs proposés dans les sections suivantes ne constituent en rien une liste exhaustive ou inamovible. L'objectif de l'article est au contraire de rappeler l'importance d'une réflexion préalable à l'emploi d'un indicateur particulier quant à l'apport heuristique qu'il est ou non en mesure d'apporter. Nous avons normalisé l'ensemble des indicateurs sur une échelle  $[0 ; 1]$  pour faciliter leur comparaison, mais les valeurs critiques sont un objet de recherche qui dépend du phénomène étudié. Ainsi pour l'euro, la situation de mélange parfait est théoriquement définissable (nombre de pièces de chaque pays proportionnel à la production de ces pays) et fournirait les valeurs critiques d'intensité, diversité et portée.

## 2. Les indicateurs d'intensité de l'intégration internationale (INT)

### 2.1. Conceptualisation

Un indicateur d'intensité de l'intégration internationale a pour objectif de mesurer la part des interactions internationales dans l'ensemble des interactions (nationales et internationales) nouées par un territoire. Par construction, il est compris dans l'intervalle  $[0 ; 1]$ , sur une échelle allant d'une absence totale de relations internationales ( $INT=0$ ) à une présence exclusive de relations internationales ( $INT=1$ ). Notons dès à présent que, pour tous les indicateurs, les valeurs de 0 et 1 correspondent à des situations théoriques difficilement concevables dans la réalité.

Les indicateurs d'intensité de l'intégration internationale sont certainement les plus nombreux dans la littérature scientifique, en particulier au sein des analyses politiques. Un tel engouement peut s'expliquer par le fait que les unités géographiques jouissant d'indicateurs d'intensité élevés sont généralement considérées comme des unités polarisantes, voire dominantes. L'intensité de l'intégration internationale d'un lieu est, au même titre, le plus souvent interprétée comme garante d'un haut niveau de compétitivité internationale (FRÉMONT et SOPPÉ, 2005) et/ou d'une bonne intégration à un système régional (RICHARD et ZANIN, 2007). L'intensité peut être mesurée à partir de flux portant sur des objets aussi variés que des investissements, des travailleurs qualifiés (SASSEN, 1990), des passagers aériens (CATTAN, 1995) ou encore des étudiants étrangers (MATZNETTER, 2010).

Dans le contexte de la Science Régionale, l'indicateur d'intégration internationale peut aussi être rapproché de la théorie de la base économique (ANDREWS, 1953 ; ALEXANDER, 1954 ; TIEBOUT, 1956). En effet, en admettant que la croissance à long terme d'une économie régionale ou nationale soit liée à sa base exportatrice, il serait *a priori* préférable de disposer d'une bonne intégration économique avec des partenaires économiques extérieurs, même si l'ouverture à ces derniers peut entraîner une vulnérabilité plus élevée aux chocs externes.

### 2.2. Formalisation

Si on laisse de côté, pour l'instant, les dimensions temporelles et catégorielles, on voit que la mesure de l'intensité de l'intégration internationale dépend uniquement de la mise en relation des flux  $F_{ij}$  allant de  $i$  vers  $j$  et de leur internationalisation définie par la variable  $A_{ij}$ . En théorie, l'indice d'intégration internationale peut donc se mesurer indifféremment pour les origines et les destinations par les formules suivantes :

$$INT_i = \sum_{j=1}^n (F_{ij} \times A_{ij}) / \sum_{j=1}^n F_{ij} \quad (1)$$

$$INT_j = \sum_{i=1}^n (F_{ij} \times A_{ij}) / \sum_{i=1}^n F_{ij} \quad (2)$$

avec :

$F_{ij}$  : les flux émis par j reçus par i ou reçus par j et émis par i ;

$A_{ij}$  : une variable binaire indiquant la présence d'un flux international (1) ou d'un flux national (0) ;

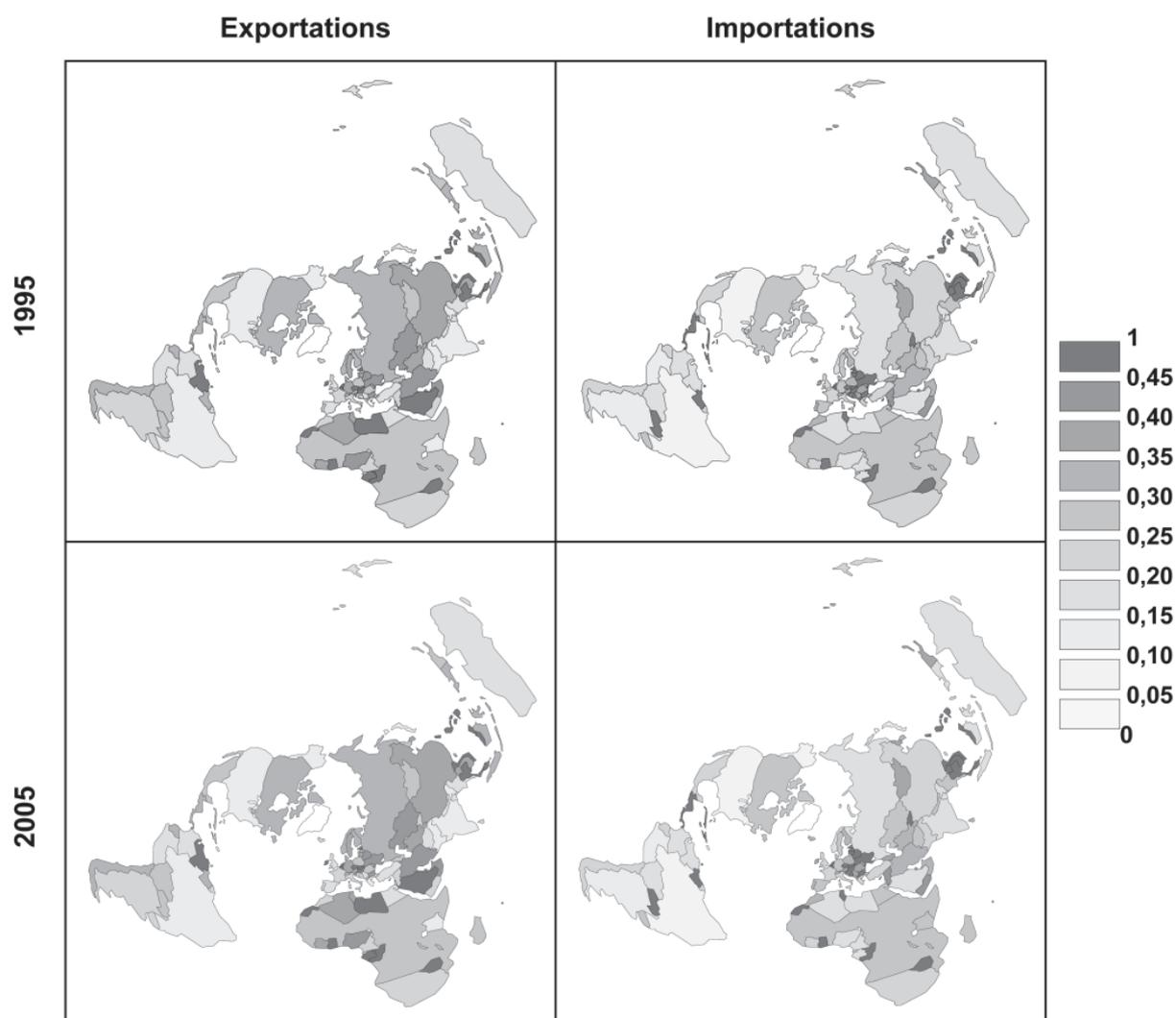
$n$  : le nombre d'unités spatiales étudiées.

### 2.3. Applications empiriques

Bien que la conceptualisation et la formalisation soient d'une simplicité extrême, la mesure de l'intensité de l'intégration internationale se révèle souvent empiriquement difficile car les matrices sont rarement complètes et symétriques. Ces difficultés peuvent être mises en évidence par les exemples respectifs de la diffusion de l'euro et du commerce international.

Dans le cas du commerce mondial, les valeurs de la diagonale de la matrice d'échanges ne sont pas renseignées. Le commerce intra-pays n'étant pas défini, on ne peut que conclure à une internationalisation de 100 % du commerce international pour tous les pays. La plupart des auteurs optent donc pour une autre solution proposée initialement par WEI (1996) et développée ensuite par HEAD et MAYER (2002), à savoir estimer : « le commerce intérieur [...] pour chaque secteur comme étant la production totale du pays de laquelle on retire le total des exportations en direction de pays étrangers ». Ce faisant, on passe d'une analyse spatiotemporelle des flux *stricto sensu* à une analyse de l'ouverture économique des pays. La reconstitution de la diagonale à l'aide du PIB signifie, en effet, que l'indicateur d'intensité de l'intégration internationale n'est rien d'autre qu'une variante de la famille des indices d'ouverture économique<sup>4</sup> qui sont considérés par les partisans du libre-échange comme une mesure des progrès de l'intégration des pays à l'économie mondiale (OECD, 2011). Les promoteurs de ces indices mettent cependant en garde contre une interprétation hâtive de ces mesures qui sont structurellement corrélées avec la taille des économies, les petits pays ressortant comme les plus intégrés, bien qu'il ne s'agisse pas du seul facteur de différenciation entre pays (OECD, 2011).

L'indice d'intensité permet tout d'abord de comparer le degré d'ouverture internationale des pays du monde au regard de leurs échanges commerciaux et de l'évolution de ces derniers entre 1995 et 2005 (*cf.* Figure 1).



**Figure 1 – Évolution de l'indice d'intensité de l'intégration internationale des relations commerciales dans le monde de 1995 à 2005**

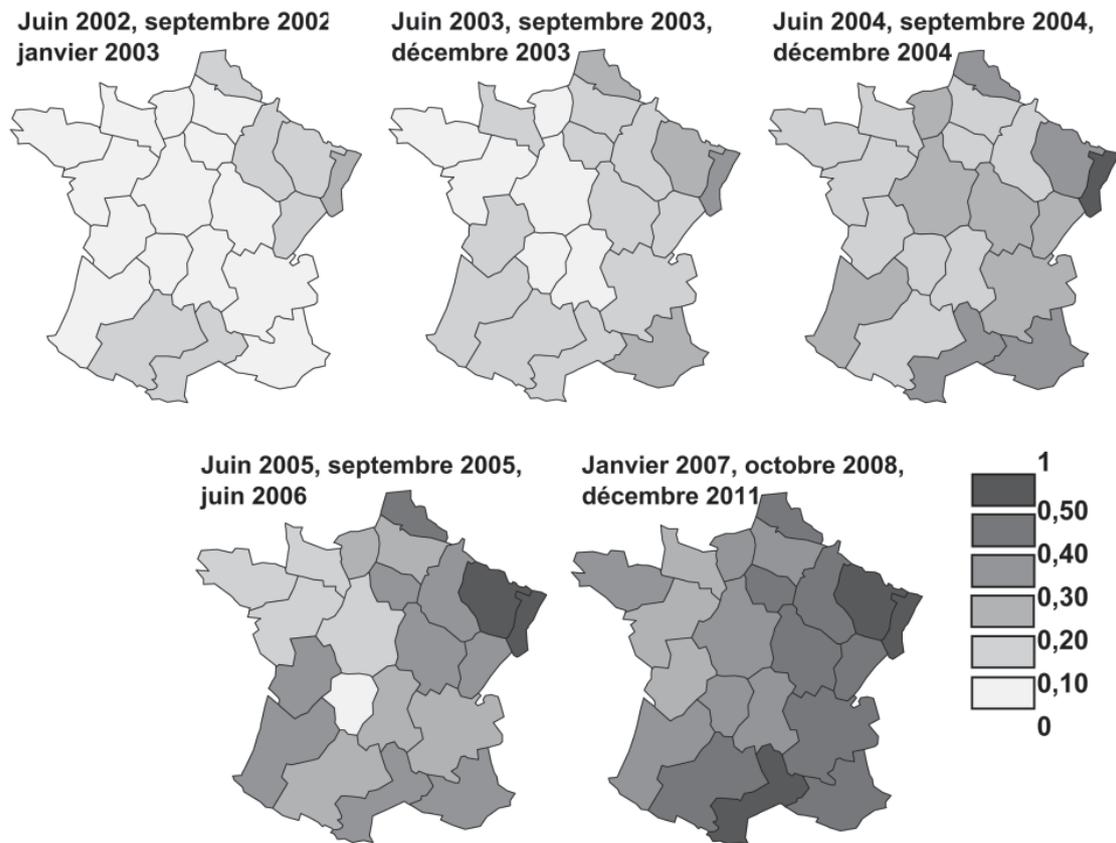
*Commentaire* : L'indice d'ouverture augmente au niveau mondial. Les économies de taille importante sont, en règle générale, les moins ouvertes (États-Unis, Brésil, Inde, Japon) même s'il y a des exceptions (Chine, Allemagne). Les pays du monde ont presque tous vu se renforcer leur indice d'ouverture économique au cours de la décennie 1995-2005, à quelques exceptions près (Irlande, Grande-Bretagne, Canada, Nigeria, etc.). Les différences de niveau de l'indice dans le sens des importations et des exportations traduisent indirectement l'excédent ou le déficit commercial des pays.

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem.

Dans le cas de la diffusion des pièces euros, il n'y a pas de problèmes de diagonale, mais une asymétrie des mesures liée au fait que les dimensions ( $i$ ) et ( $j$ ) ne recouvrent pas la même liste de lieux et surtout que toutes les destinations appartiennent à un seul et même pays. Il est ainsi aisé de différencier le degré d'intégration internationale des régions françaises en fonction de la part des pièces étrangères qui y ont été observées. Il n'est néanmoins pas possible de calculer l'indice pour les pays d'origine des pièces. Cette limitation à une seule dimension spatiale ( $i$ ) est toutefois compensée par la possibilité de suivre les évolutions au cours du temps ( $t$ ) et par catégorie de pièces en fonction de leur valeur ( $k$ ).

En termes d'interprétation, la présence de nombreuses pièces étrangères dans une région donnée peut être, comme dans le cas du commerce, le signe d'une intégration internationale dans la mesure où le mélange des pièces est lié à la circulation d'individus de part et d'autre des frontières. En effet, pour que la vague de pièces laissées par un flux d'individus se déplaçant entre deux lieux soit visible et interprétable, il faut qu'elle concerne un nombre relativement important de pièces, et donc d'échanges monétaires internationaux (de par le lieu et/ou les protagonistes de l'échange). Mais on doit prendre garde qu'il ne s'agit pas forcément de flux directs (une pièce allemande trouvée en Bourgogne a pu transiter par la Lorraine ou l'Île-de-France) et surtout que le processus observé est un mélange *a priori* irréversible, dont on observe la vitesse de diffusion par une série de photographies instantanées (LE TEXIER et CARUSO, à paraître). Les analyses diachroniques se fondent donc sur des stocks cumulés et non pas sur des flux.

La cartographie des valeurs prises par l'indice d'intensité de la présence de pièces étrangères dans les régions françaises rend compte de l'évolution de la diffusion des pièces étrangères sur le territoire national à partir des régions frontalières (cf. Figure 2).



**Figure 2 – Évolution de l'indice d'intensité de l'intégration internationale des pièces euro observées en France de juin 2002 à décembre 2011**

*Commentaire : L'intensité de la présence de pièces étrangères dans les régions françaises a augmenté de façon continue entre 2002 et 2011. D'une manière générale, on observe que les régions frontalières sont celles pour lesquelles la diffusion des euros étrangers sur le territoire a été la plus rapide et la plus intense. On note le statut particulier de la région Île-de-France, laquelle jouit, à partir de 2005, d'une intensité de son intégration internationale importante du fait de sa centralité fonctionnelle, et d'une proximité relative aux régions frontalières du Nord et de l'Est du pays. Ces deux traits semblent témoigner d'une pénétration des euros étrangers suivant d'abord un processus de voisinage (diffusion de proche en proche), puis un processus hiérarchique (diffusion par sauts).*

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données ESDO.

### 3. Les indicateurs de diversité de l'intégration internationale (DIV)

#### 3.1. Conceptualisation

Un indicateur de diversité de l'intégration internationale mesure le degré d'équirépartition des échanges internationaux ou, si l'on préfère, l'absence de spécialisation des relations internationales d'un territoire. Il varie entre 0 et 1 sur une échelle allant de la concentration exclusive des relations sur un seul partenaire (DIV = 0) à la répartition à parts égales des échanges entre le plus grand nombre de partenaires possibles (DIV = 1). Les différences entre unités géographiques ne sont alors plus réduites à des écarts de taille, mais à des différences de structures.

Ainsi conceptualisée, cette question rejoint celle de la mesure des spécialisations spatiales, qui a fait l'objet d'une vaste littérature en science régionale, tant chez les géographes (par exemple BEGUIN, 1979) que chez les économistes (par exemple JAYET, 1993). La capacité d'un territoire à se mettre en réseau, avec une plus ou moins grande variété de lieux, a notamment été étudiée en géographie des transports à travers le concept de *hubs* (O'KELLY et MILLER, 1994). Plus un *hub* est fréquenté, et plus il a une composante connexe importante, plus il est considéré comme un lieu stratégique, en quelque sorte comme le véritable « point névralgique » du réseau (PUEL et ULLMANN, 2006).

En termes de développement économique, la diversité est souvent vue comme un objectif stratégique. Ainsi, l'intégration d'une firme multinationale dans plusieurs marchés nationaux est supposée lui offrir une plus grande stabilité face aux fluctuations du marché (SHAKED, 1986). Il a également été montré que plus le niveau de développement économique d'un pays était élevé, plus celui-ci s'inscrivait dans des réseaux d'échanges aux origines géographiques diversifiées, notamment dans le cas des produits culturels (MASOOD, 2012). De même, la littérature sur les métropoles mondiales s'accorde sur l'importance du caractère cosmopolite des villes pour leur attractivité internationale (BRENNER, 1998).

La question des mesures de diversité des relations internationales existe en géographie sociale depuis les travaux fondateurs de l'École de Chicago. Mesurer la diversité des origines internationales des habitants d'un quartier rejoint alors la question des mesures d'endogamie ou d'exogamie qu'on trouve chez les politistes (par exemple SULLIVAN, 1973) ou les sociologues (par exemple BLAU, 1977, 1994). Le mélange de populations d'origines variées au sein d'unités territoriales est un « classique » de l'analyse de la ségrégation résidentielle. Depuis les travaux fondateurs de DUNCAN et DUNCAN (1955), les indices permettant d'étudier les différentes formes de la répartition de groupes ethniques ou sociaux dans l'espace et dans le temps se sont multipliés (APPARICIO, 2000).

Qu'elle soit sociale, écologique ou économique, il est généralement admis que la diversification des systèmes apporte une plus grande résilience (ASCHAN-LEYGONIE, 2000). Le concept de résilience vient de la physique et désigne la « capacité d'un système à pouvoir intégrer dans son fonctionnement une perturbation, sans pour autant changer de structure qualitative » (HOLLING, 1973). Aussi, plus les composantes d'un ensemble spatial sont interconnectées, plus celui-ci est supposé stable, bien que la diversification d'un système n'induisse pas forcément un comportement fortement résilient, comme l'a illustré la crise économique de 2008.

### 3.2. Formalisation

Plutôt que de chercher à résumer l'ensemble des indices possibles et de leurs variantes, nous nous bornerons ici à citer les indicateurs d'exposition définis en sociologie (MASSEY et DENTON, 1988). Connu sous différents noms (indice de SIMPSON en biologie et en écologie, mesure de LIEBERSON en sociologie, *etc.*), un premier indice mesure la probabilité que deux individus tirés au hasard soient issus de populations différentes. Au-delà, les spécialistes d'analyse de système proposent des mesures générales fondées sur l'entropie (GUERMOND, 1984). D'abord utilisés pour mesurer la ségrégation résidentielle d'une population, ces indices ont, par la suite, été spatialisés afin de mesurer la variation de la diversité entre unités spatiales (WONG, 1996, 2002).

L'indicateur de diversité utilisé dans cette étude est issu de cette seconde famille de mesures, basée sur l'entropie, laquelle a pour avantage de favoriser la présence d'origines variées plutôt que l'équirépartition des origines. Les inégalités numériques de production de biens ou de pièces de monnaie observables entre pays émetteurs sont ainsi atténuées. Dans le cas des pièces euros, cette pondération ne se fait pas en utilisant directement le nombre de pièces émises par un pays, mais par le nombre de pièces du pays se trouvant en France au moment de l'enquête. D'autre part, afin de bien distinguer les deux indices d'intensité et de diversité des relations internationales, l'indice est calculé après retrait des relations intra-nationales.

$$DIV_i = - \sum_{j=1}^n [(F_{ij}/F_i) \ln (F_{ij}/F_i)] / \ln(n) \quad (3)$$

avec :

$F_{ij}$  : les flux émis par  $j$  reçus par  $i$  ou reçus par  $j$  et émis par  $i$  ;

$F_j$  : l'ensemble des flux reçus par ou émis depuis la région  $i$  ;

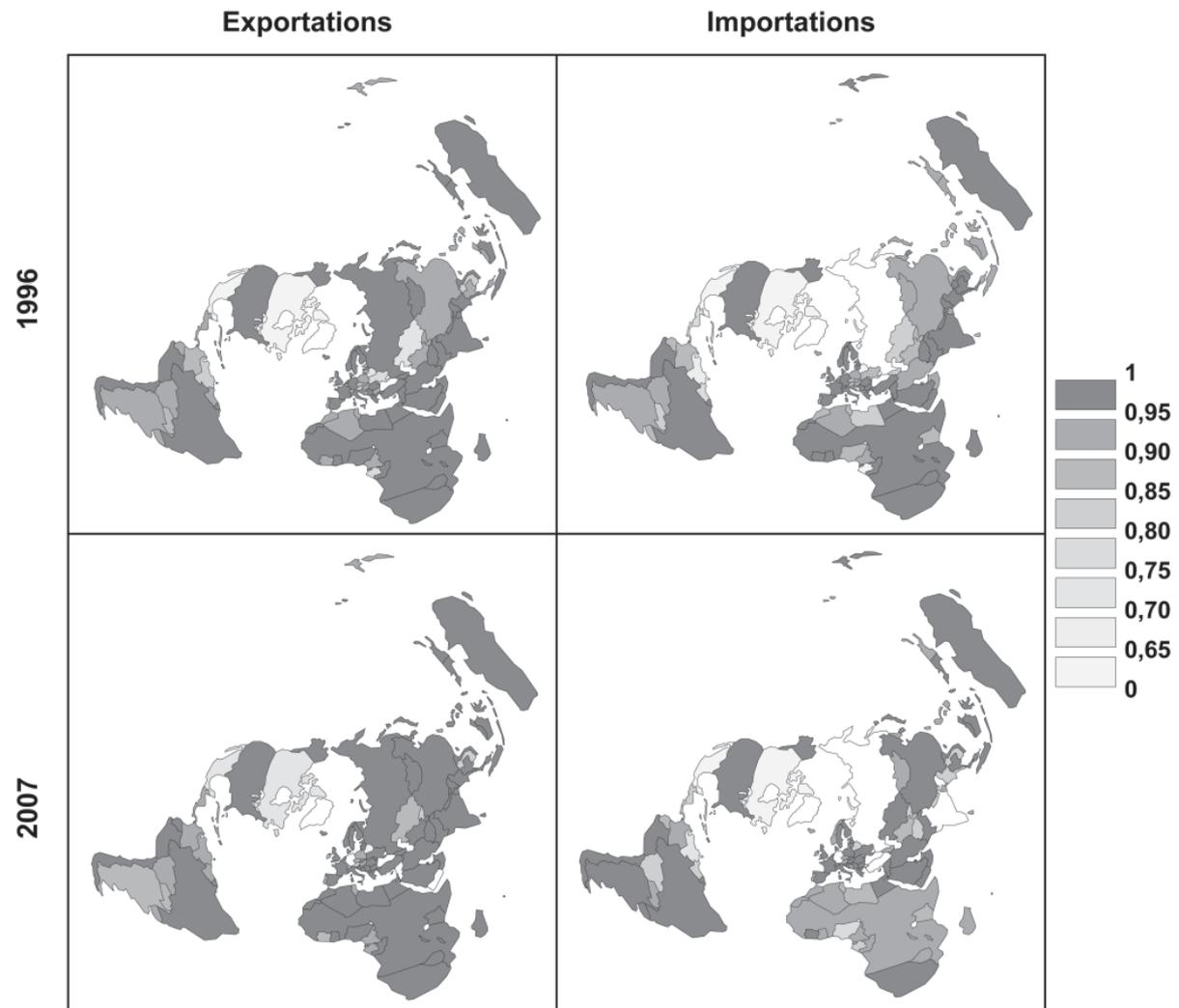
$n$  : le nombre d'unités spatiales  $j$  étudiées

### 3.3. Applications empiriques

Le calcul de l'indice ne soulève pas de difficultés particulières pour un ensemble d'origine ou de destination, bien que sa valeur soit contrainte par le nombre d'unités et de leurs poids relatifs dans l'ensemble spatial étudié. On notera également (sans s'y arrêter faute de place) que les mesures de diversité calculées sur l'agrégation de l'ensemble des produits font l'hypothèse d'une parfaite substituabilité de ces derniers. Or un indice de diversité élevé au niveau global peut masquer une concentration forte pour chacun des segments de l'échange. On pourrait

donc proposer un indice différent fondé sur la somme pondérée des diversités sur chacun des produits, qui serait par définition toujours plus faible que l'indice global et qui restituerait sans doute mieux la vulnérabilité réelle des pays en matière d'échanges internationaux.

L'exemple de l'évolution de la diversité des partenaires commerciaux de chaque pays pour les exportations et les importations entre 1996 et 2007 permet tout d'abord d'illustrer les stratégies menées par les États pour réduire leurs dépendances à des clients ou fournisseurs susceptibles de menacer leur indépendances géopolitiques (cf. Figure 3).



**Figure 3 – Indices de diversité des exportations et importations de biens dans le monde en 1996 et 2007**

*Commentaire : L'indice de diversité des échanges commerciaux est en général élevé (>0,65) sauf dans le cas de pays fortement dépendants des échanges avec un voisin dominant (Canada et Mexique par rapport aux États-Unis, Biélorussie par rapport à la Russie). La diversité internationale des importations et exportations peut être le choix d'une stratégie délibérée*

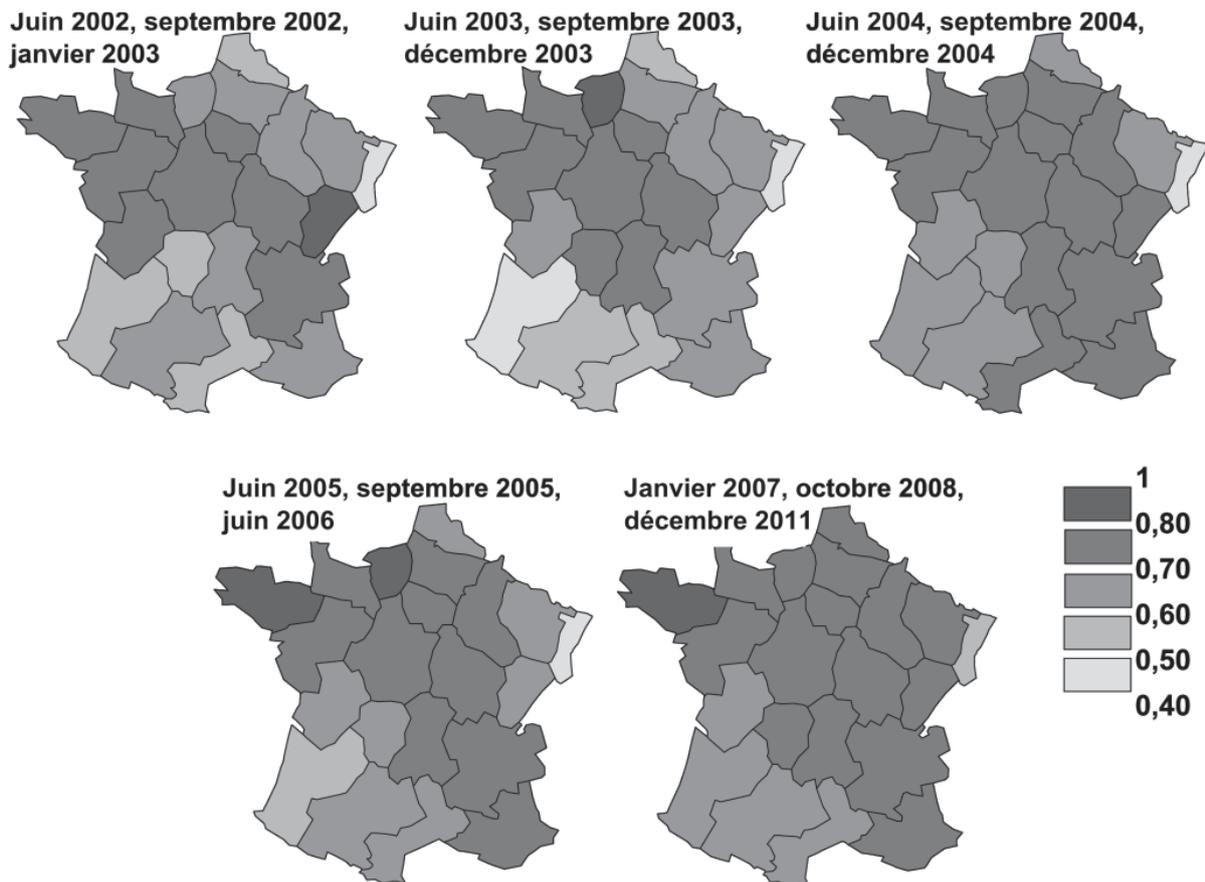
*(Inde), la conséquence d'un héritage historique (Russie) ou l'effet d'un positionnement commercial global (Allemagne). Des asymétries importantes peuvent apparaître dans l'indice de diversité des importations et des exportations, notamment pour les pays producteurs de matières premières et d'énergie. Au cours de la période 1996-2007, on assiste dans la plupart des pays à un accroissement de la diversité des échanges des pays qui leurs étaient les plus liés antérieurement. La situation est inverse pour les pays voisins de la Chine qui voient leur diversité diminuer à proportion de l'accroissement de la part de la Chine dans leurs échanges commerciaux (ce qui est aussi le cas de l'Afrique subsaharienne).*

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem.

L'exemple de la diversité des pièces étrangères trouvées dans les porte-monnaie selon les régions d'appartenance résidentielle des enquêtés répond à une préoccupation empirique différente (cf. Figure 4). Il ne s'agit pas ici de mesurer une stratégie de résilience fondée sur la multiplication des partenaires internationaux comme dans le cas du commerce, mais de témoigner de l'ouverture européenne des régions, plus ou moins dépendante de certains types de mobilité (LE TEXIER,

2011). La diversité des origines de pièces observées dans une région serait ainsi la conséquence du positionnement plus ou moins favorable des territoires dans l'espace (proximité d'une ou plusieurs frontières), mais aussi dans les

réseaux (présence de noeuds de communication internationaux comme les aéroports ou les autoroutes). Les caractéristiques économiques et sociales du territoire favoriseraient l'intégration internationale soit en attirant des visiteurs étrangers nombreux et divers (zones touristiques), soit parce que les résidents de la région disposent eux-mêmes d'un fort capital de mobilité internationale (aires métropolitaines globalisées). La multiplicité des causalités possibles rend délicate la séparation des effets respectifs de ces facteurs à cette échelle d'analyse, surtout dans la mesure où – comme nous l'avons déjà noté – on mesure les états successifs résultant des flux mais pas directement ces derniers.



**Figure 4 – Évolution de l'indice de diversité des pièces étrangères en France de juin 2002 à décembre 2011**  
*Commentaire : Les scores relativement modestes pris par l'indice s'expliquent par les différentiels de production de pièces selon les pays de frappe, lesquels contraignent les probabilités d'une équirépartition de pièces au sein de la zone euro (LE TEXIER et CARUSO, à paraître). L'évolution de l'indice de diversité des origines de pièces semble toutefois tendre vers une homogénéisation du territoire national. En extrapolant ce résultat, il semblerait que la circulation des pièces euros converge vers un « mélange parfait ». On remarque, en outre, que l'indice de diversité vient fortement nuancer les conclusions sur l'internationalisation des territoires tirées de l'indice d'intensité, lequel mettait surtout en valeur les zones frontalières.*  
 Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données ESDO.

## 4. Les indicateurs de portée de l'intégration internationale (POR)

### 4.1. Conceptualisation

Un indicateur de portée de l'intégration internationale mesure le degré d'éloignement des échanges internationaux qui sont noués par un territoire en fonction d'une hypothèse sur l'obstacle que constitue cet éloignement pour la mise en relation des lieux<sup>7</sup>. En effet, un pays situé au coeur de l'espace européen peut être plus intensément « internationalisé » qu'un pays situé dans la périphérie de cet espace, sans toutefois parvenir à créer des liens en dehors de son voisinage. La prise en compte de la portée spatiale des échanges d'une unité permet donc de distinguer les échanges dus aux effets banals de proximité, et, de ce fait, permet de déterminer la position plus ou moins centrale de l'unité dans le système (SHEPPARD, 2012). L'intégration internationale est donc liée ici à la notion d'attraction, au sens que lui donnait REILLY (1931), pour lequel la délimitation des aires d'influence des lieux était définie par leur capacité à attirer des flux à plus ou moins grandes distances selon la puissance des pôles attracteurs.

Sans toutefois intégrer une variable de distance dans leurs mesures, de nombreuses analyses ont utilisé un argument spatial afin de distinguer des centres régionaux et internationaux, qu'il s'agisse de la capacité des revues scientifiques à attirer des auteurs étrangers venant de pays éloignés (REY-ROCHA et MARTIN-SEMPERE, 2004) ou de trafics aériens de passagers internationaux (CATTAN, 2004). À notre connaissance, les analyses ayant utilisé une mesure de la portée spatiale des flux comme indicateur d'un degré plus ou moins fort de l'intégration internationale des lieux sont plus rares (MORELLET et MARCHAL, 1997 ; GRASLAND, 2009 ; PAN *et al.*, 2012).

## 4.2. Formalisation

La notion d'espace est considérée ici dans un sens très large et vise surtout à définir une distance  $C_{ij}$  qui influe sur les échanges sans être corrélée *a priori* avec la variable d'internationalisation  $A_{ij}$ . Il ne s'agit donc pas d'introduire nécessairement une mesure d'éloignement fondée sur la distance euclidienne (bien que celle-ci ait de nombreuses vertus théoriques), mais plutôt de choisir la métrique dont on estime qu'elle restitue au mieux l'obstacle aux échanges dans l'espace. On pourra, au choix, opter pour des mesures continues (temps, coût, kilomètres), pour des métriques réseau (connexité, connectivité...), voire pour de simples variables booléennes renseignant sur l'existence d'une langue commune, d'une frontière commune, d'une relation coloniale passée, *etc.* Cette distance peut, dans certains cas, constituer une inconnue que l'on déduit de la structure même des flux (GRASLAND, 2009).

Nous nous limiterons ici au cas d'une distance mathématiquement continue mesurant l'accessibilité d'un pays à l'ensemble des autres. Ce dernier sujet a été traité dans de nombreux travaux d'analyse de réseaux géographiques (HILAL, 2003 ; BRETAGNOLLE *et al.*, 2010), mais également d'analyse d'échanges économiques internationaux (REILLY, 1931 ; FONTAGNÉ *et al.*, 2002 ; HEAD et MAYER, 2013) ou d'échanges économiques réalisés au sein d'un espace monétaire intégré (ENGEL et ROSE, 2001). Nous utiliserons en première approximation la distance moyenne de relations  $C_i$  qui est proportionnelle à une constante près à l'indice d'accessibilité de SHIMBEL (1953) mais qui varie en sens inverses. Pour normaliser la valeur de l'indice entre 0 et 1, on utilisera comme référence l'intervalle  $[C_{min} ; C_{max}]$  représentant l'écart entre les plus petites et les plus grandes valeurs empiriquement observées ou logiquement possibles. Cela nous donne la formule de calcul suivante :

$$\bar{C}_i = \sum_{j=1}^n (F_{ij} \times C_{ij}) / \sum_{j=1}^n F_{ij} \quad (4)$$

$$POR_i = (\bar{C}_i - C_{min}) / (C_{max} - C_{min}) \quad (5)$$

avec :

$F_{ij}$  : les flux émis par j reçus par i ou reçus par j et émis par i ;

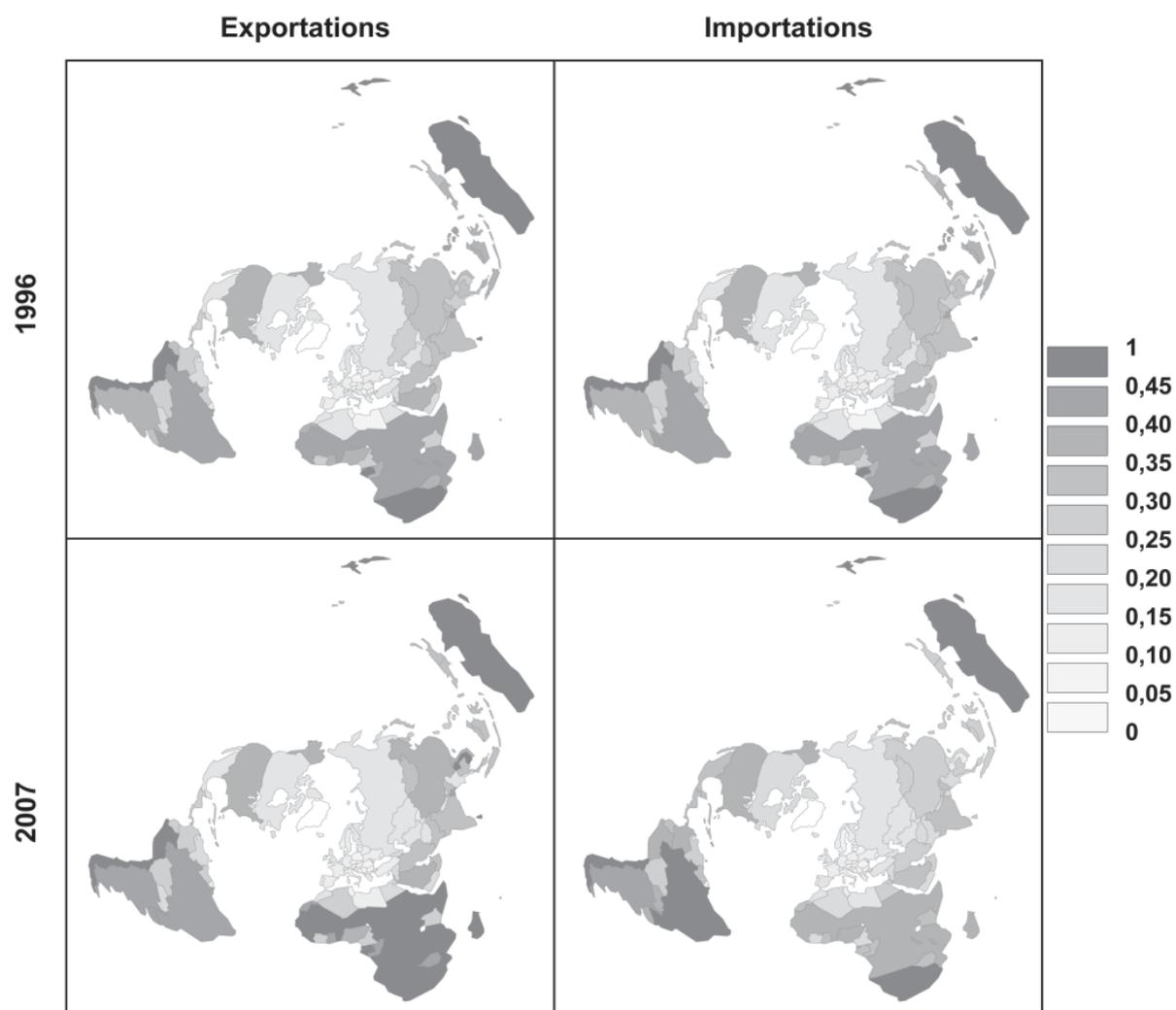
$C_{ij}$  : la distance séparant la région i de la région j ;

$\bar{C}_i$  : la distance moyenne parcourue par une unité reçue par i ou émise par i ;

$POR_i$  : la valeur de l'indice de portée pour la région i.

## 4.3. Applications empiriques

La représentation cartographique des valeurs de l'indice de portée de l'intégration internationale rend compte des stratégies commerciales et des relations d'(inter)dépendance entre les pays du monde, ainsi que de leurs évolutions entre 1996 et 2007 (*cf.* Figure 5).

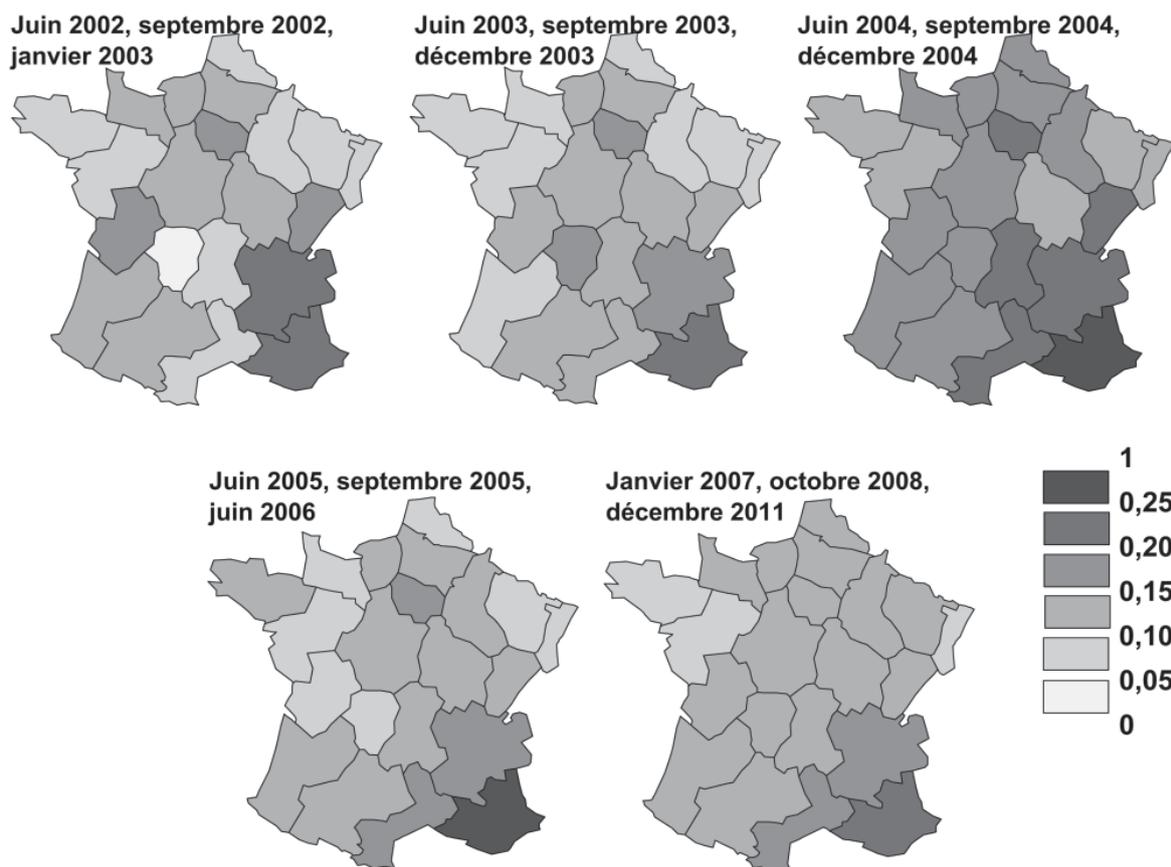


**Figure 5 – Indices de portée des exportations et importations de biens dans le monde en 1996 et 2007**

*Commentaire : L'indice de portée des échanges affiche une configuration très similaire pour les exportations comme pour les importations en 1996 et en 2007 : les distances commerciales les plus faibles sont observées pour les pays de l'Union Européenne qui échangent beaucoup entre eux, ainsi que dans quelques pays dépendant d'un voisin puissant (Mexique et Canada par rapport aux États-Unis). Les plus grandes distances concernent les pays de l'hémisphère sud, globalement éloignés des principaux marchés (Triade). Chine, États-Unis et Inde affichent des valeurs moyennes. Cette configuration connaît cependant des évolutions notables entre 1996 et 2007, du fait de la montée en puissance commerciale de la Chine au détriment des États-Unis et de l'Europe de l'Ouest. Les États-Unis exportent de moins en moins loin leurs produits, mais importent de plus en plus loin. La Chine, de son côté, importe et exporte à des distances toujours plus grandes, notamment en Amérique latine et en Afrique, ce qui augmente les distances de commerce de ces pays. Les pays proches de la Chine voient en revanche leur distance commerciale diminuer du fait de leurs liaisons de plus en plus fortes avec celle-ci.*

*Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem.*

L'étude de l'évolution de la portée de l'intégration internationale des pièces observées dans les régions françaises permet de faire ressortir différents facteurs d'attractivité à l'échelle européenne (cf. Figure 6).



**Figure 6 – Indices de portée des pièces euro étrangères observées dans les régions françaises de 2002 à 2011**

*Commentaire : Les valeurs des indices de portée de l'internationalisation des régions françaises les plus élevées ne se retrouvent pas dans les régions les plus périphériques, comme nous aurions pu nous y attendre du fait de leur éloignement à certaines portions de frontières, mais semblent plutôt indiquer l'attractivité des régions métropolitaines (Île-de-France, Rhône-Alpes) et touristiques (Languedoc-Roussillon, PACA). Tout comme pour les indicateurs précédents, on note que la situation tend à s'homogénéiser sur le territoire national, pour arriver à un état relativement moyen au regard des scores obtenus dès les premiers temps de la diffusion. La décroissance de la portée moyenne d'une pièce trouvée en Île-de-France dans la dernière période, et son augmentation pour le Limousin entre 2002 et fin 2011 pourraient, en effet, résulter du brassage interne des pièces. Le faible score obtenu par l'Alsace dans les dernières enquêtes s'expliquerait, quant à lui, par une présence très importante de pièces émises en Allemagne. Cet indicateur semble toutefois sensible aux effets banals de l'interaction spatiale, liés notamment aux différentiels de production de pièces étrangères, les pays les plus peuplés étant frontaliers à la France.*

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données ESDO.

## 5. Discussion et perspectives

Depuis les travaux pionniers de RAVENSTEIN (1885), il est reconnu que les interactions spatiales sont principalement contraintes par des facteurs d'éloignement et de potentiels d'émission et de réception liés à la masse des lieux. Si l'on souhaite définir l'intégration internationale des territoires par-delà ces effets triviaux, il apparaît nécessaire de travailler « toutes choses égales par ailleurs » quant à ces facteurs. Pour ce faire, économistes et géographes s'appuient sur l'équation de gravité. D'abord empiriques, les lois du modèle gravitaire ont ensuite été rapprochées par analogie des lois de la gravitation universelle (REILLY, 1931). Cette formalisation théorique a depuis été reprise dans de nombreux articles traitant du commerce international, puisqu'il est notamment reconnu que l'équation de gravité bénéficie d'un important succès empirique quant à l'explication des flux commerciaux échangés entre régions et/ou pays du monde (ANDERSON, 1979 ; BERGSTRAND, 1985 ; VAN BERGELJK et BRAKMAN, 2010).

Pour illustrer l'intérêt de cette approche, nous allons reprendre l'analyse de l'indicateur de portée des échanges internationaux de marchandises en 2007 en construisant un modèle d'interaction spatiale à double contrainte, segmenté par quatre grands types de produits : énergie, produits agricoles et miniers, produits manufacturés de basse et moyenne technologie tels que le textile et l'électronique, produits manufacturés de haute technologie tels que la chimie, les transports et les machines-outils. On suppose que chaque produit est l'objet d'un marché mondial parfait où l'offre et la demande sont connus (contraintes marginales de conservation des départs et des arrivées) mais où l'obstacle constitué par la distance est variable selon les types de marchandises.

$$F_{ijk} = a_{ik} \cdot O_{ik} \cdot b_{jk} \cdot D_{jk} \cdot DIST_{ij}^{\alpha_k} \quad (6)$$

avec :

$F_{ijk}$  = flux de marchandises k envoyés du pays i vers le pays j (en \$) ;

$O_{ik}$  = somme des exportations de marchandises k du pays i ;

$D_{jk}$  = somme des importations de marchandises k du pays j ;

$DIST_{ij}$  = distance moyenne à vol d'oiseau entre les principales villes des pays i et j (en km) ;

$a_{ik}$  = paramètres de conservation des exportations (pour chaque pays/marchandise) ;

$b_{jk}$  = paramètres de conservation des importations (pour chaque pays/marchandise) ;

$\alpha_k$  = paramètres de frein de la distance (pour chaque marchandise).

Le fait d'utiliser dans ce modèle une simple distance à vol d'oiseau permettra de mettre en valeur les différences d'infrastructures (ports, aéroports, terminaux gaziers...) qui offrent la possibilité à certains pays de nouer des relations internationales à plus grande distance que d'autres. La segmentation par produit permettra, en revanche, de tenir compte de la non-substituabilité des grandes catégories de marchandises et d'expliquer plus finement le choix de partenaires commerciaux éloignés ou proches.

Si l'on considère, par exemple, les importations de produits énergétiques d'Israël en 2007 (1 634 millions de dollars), la distance moyenne parcourue par les produits est de 7 152 km alors que le modèle prévoyait seulement 1 854 km. L'indice de portée de l'intégration internationale résiduelle est donc de 3,9. Ceci indique que la distance parcourue par les produits énergétiques est quatre fois plus grande que ce que laisserait prédire un marché mondial parfait. La cause de ce décalage est évidemment le boycott des pays pétroliers voisins qui rend impossible une fourniture d'une ressource pourtant proche dans l'espace. Si l'on examine maintenant les exportations de produits pétroliers d'Israël (seulement 68 millions de dollars), on constate que leur distance moyenne est de 4 596 km, soit légèrement moins que la distance attendue qui serait de 4 950 km dans le cadre d'un marché parfait. Israël est en effet proche des grands pays exportateurs d'énergie, mais relativement éloigné des importateurs principaux, ce qui explique l'absence de décalage notable entre distances observées et estimées par le modèle. Examinons brièvement les situations d'écart les plus remarquables entre distances commerciales observées et théoriques (cf. **Tableaux 2 et 3**).

Rang	Pays	Ensemble			Énergie		Agriculture-Mines		Textile-électronique		Manuf. Supérieur	
		Bilatéral	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
1	Brunei	1,53	1,31	1,72	1,01	1,74	1,53	1,33	0,83	1,62	0,89	0,66
2	Algérie	1,41	1,09	1,59	1,02	1,63	1,21	0,80	0,81	0,53	1,13	0,61
3	Pays-Bas	1,37	1,62	1,11	1,21	1,47	1,66	1,13	1,68	0,82	1,78	1,22
4	Corée du Sud	1,31	1,36	1,28	1,06	3,49	1,43	1,56	1,64	1,04	1,71	1,31
5	Israël	1,29	1,12	1,52	3,86	0,93	1,05	1,60	0,94	1,40	1,71	1,31
6	Suisse	1,22	1,02	1,41	0,52	0,56	1,89	1,62	0,56	1,32	1,02	1,43
7	Hong-Kong	1,21	1,22	1,16	0,54	0,52	1,04	1,68	1,58	1,13	1,26	0,50
8	Royaume-Uni	1,20	1,17	1,25	0,81	0,98	1,36	1,56	1,12	1,18	1,20	1,23
9	Chine	1,16	1,12	1,18	1,13	1,67	1,26	1,45	0,97	1,15	1,08	1,17
10	Malaisie	1,14	1,11	1,16	1,01	1,33	0,96	1,34	1,42	1,17	0,93	0,89

**Tableau 2 – Rapport entre distances commerciales observées et théoriques en 2007. Distances commerciales plus fortes que prévues par le modèle gravitaire**

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem.

Rang	Pays	Ensemble			Énergie		Agriculture-Mines		Textile-électronique		Manuf. Supérieur	
		Bilatéral	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
1	Bosnie	0,37	0,40	0,29	0,26	0,19	0,42	0,30	0,42	0,32	0,42	0,25
2	Albanie	0,49	0,50	0,47	0,43	0,37	0,56	0,99	0,41	0,28	0,56	0,35
3	Estonie	0,51	0,50	0,53	0,52	1,27	0,53	0,49	0,44	0,39	0,53	0,34
4	Serbie	0,52	0,58	0,38	0,65	0,17	0,57	0,39	0,59	0,36	0,55	0,39
5	FYROM	0,53	0,58	0,43	0,77	0,10	0,71	0,48	0,46	0,41	0,48	0,24
6	Lettonie	0,54	0,51	0,59	0,46	1,14	0,47	0,45	0,47	0,40	0,57	0,35
7	Slovénie	0,56	0,58	0,52	0,51	0,23	0,57	0,55	0,42	0,58	0,74	0,49
8	Lituanie	0,58	0,60	0,54	0,71	0,70	0,55	0,49	0,49	0,47	0,66	0,55
9	Tunisie	0,58	0,62	0,53	0,60	0,66	0,95	0,68	0,41	0,44	0,69	0,61
10	Roumanie	0,59	0,59	0,60	0,94	0,43	0,65	0,68	0,48	0,53	0,58	0,66

**Tableau 3 – Rapport entre distances commerciales observées et théoriques en 2007. Distances commerciales plus faibles que prévues par le modèle gravitaire**

Source : GRASLAND et LE TEXIER, 2015, données CEPII-Chelem.

Les dix pays ayant les plus forts écarts positifs en matière de portée commerciale sont localisés dans des parties différentes du monde et affichent des profils économiques très différenciés, aussi bien en termes de taille que de spécialisation. Si l'on excepte le cas particulier d'Israël (pour lequel la portée élevée des relations est le résultat d'un boycott des pays voisins), on peut dire que le point commun à ces différents pays est effectivement de s'être positionnés de façon volontariste sur un marché mondial aussi large que possible pour écouler leurs produits et importer ceux dont ils ont besoin. En effet, l'intégration internationale des exportations va presque toujours de pair avec celle des importations et concerne en général plusieurs types de produits.

Les dix pays ayant les plus forts écarts négatifs présentent beaucoup plus de points communs. Il s'agit, en effet, exclusivement d'États de très petites tailles situés à l'intérieur ou dans les marges proches de l'Union européenne et de la Russie. Les accords commerciaux préférentiels sont ici sans nul doute responsables d'une concentration des échanges avec les pays voisins. Mais on doit aussi y ajouter l'effet d'héritages historiques (relations coloniales, héritage de l'URSS) et d'investissements directs étrangers asymétriques. Il ne semble pas exagéré de parler, dans ce cas, de pays satellites qui ne participent pas directement à la compétition mondiale ou du moins ne le font généralement qu'à travers la médiation d'États plus puissants avec lesquels ils sont fonctionnellement liés (Allemagne, Italie, France...).

Ce dernier exemple d'analyse montre comment le fait de mesurer l'intégration internationale d'un pays en tenant compte de son poids relatif à l'ensemble et de ceux de ses partenaires, d'une part, et de sa localisation plus ou moins centrale au sein du système spatial, de l'autre, donne à voir une représentation plus fine du phénomène d'intérêt. D'autre part, la prise en compte des spécificités catégorielles permet d'en pondérer l'importance selon les facilités de circulation, mais aussi de définir des profils venant préciser la valeur des indices. D'autres méthodes peuvent ainsi être mobilisées afin de raffiner les familles de mesures proposées dans cet article. Les auteurs souhaiteraient ainsi développer dans leurs recherches futures des indicateurs d'intégration internationale hybrides, croisant les trois concepts de base. Ces derniers pourraient, à titre d'exemple, permettre de mesurer la capacité d'un territoire à attirer ou émettre des flux originaires et/ou à destination d'une grande variété de pays éloignés.

## 6. Conclusion

*« La science recherche ses objets, elle les construit, elle les élabore ; elle ne les trouve pas tout faits. »* J. Ullmo, *La pensée scientifique moderne*.

L'objectif de cet article était de clarifier les concepts sous-jacents aux différentes mesures d'intégration internationale des territoires, afin de faciliter l'élaboration future d'indicateurs comparatifs de dynamiques de renforcement ou de régression de la mondialisation économique ou de cosmopolitisme social. Nous avons tenté de mettre en évidence l'intérêt de distinguer trois dimensions différentes – trois facettes conceptuelles – d'un même objet d'analyse, qui apportent chacune des renseignements différents sur les processus en cours.

En baptisant ces trois dimensions par des mots d'usage courant (intensité, diversité et portée) plutôt que par des symboles abscons (alpha, bêta, gamma...), nous avons voulu souligner que le choix de la mesure est secondaire par rapport au travail de clarification des concepts. Il existe, comme nous l'avons souligné, de nombreuses manières de mesurer chacune des dimensions de l'intégration internationale et nous ne prétendons aucunement avoir choisi ici les solutions les plus pertinentes.

C'est à chaque chercheur d'ajuster à sa problématique le choix de la mesure la plus adaptée à son objet empirique. Rappelons que de nombreuses hybridations étaient possibles entre les trois concepts fondamentaux d'intensité, diversité et portée. Nous avons souligné que ces mesures sont souvent influencées par des facteurs triviaux (taille et forme des unités territoriales) qui peuvent être filtrés par le recours à des modèles éliminant ce qui relève de structures intangibles et ce qui est au contraire révélateur d'actions plus concrètes des acteurs. Nous avons également mis en garde contre le recours à des mesures effectuées sur des flux agrégés en montrant que les indicateurs sont très sensibles aux degrés de segmentation des flux en catégories, qu'il s'agisse de valeurs de pièces (diffusion de l'euro) ou de types de marchandises (échanges commerciaux). Enfin, nous insistons sur le fait que ces mesures doivent fondamentalement servir à caractériser des dynamiques (l'intégration internationale est le résultat d'un processus), de sorte qu'il faut davantage s'attacher à leur évolution au cours du temps plutôt qu'à leur mesure à une date unique.

À partir du moment où l'on renonce à produire un classement des pays sur un critère unique, les outils de mesure de l'intégration internationale permettent une comparaison beaucoup plus fine et nuancée des situations, que l'on peut illustrer par une analyse croisée de l'insertion dans le commerce international des BRICs (Brésil, Russie, Inde, Chine) en 2007.

1. *L'indicateur d'intensité* affiche dans chacun de ces pays des valeurs faibles en raison de la taille de leur marché intérieur. Mais l'ouverture internationale apparaît tout de même nettement plus élevée en Chine (0,29) et en Russie (0,24) qu'en Inde (0,14) ou au Brésil (0,11).
2. *L'indicateur de diversité* est élevé dans chacun de ces pays du fait de la diversité de leurs partenaires commerciaux et d'une stratégie volontariste de diversification de ceux-ci. C'est toutefois la Chine qui affiche les valeurs de diversification les plus faibles en raison du poids dominant du partenaire américain dans ses exportations.
3. *L'indicateur de portée* est le plus discriminant entre les BRICs, car il est davantage lié à la position des pays à la surface du globe qu'à leur taille. Les échanges de la Russie se réalisent sur les distances les plus courtes (0,18) alors que ceux de l'Inde (0,32), la Chine (0,33) et surtout du Brésil (0,46) se réalisent avec des partenaires deux à trois fois plus éloignés en moyenne.

Il serait absurde de chercher à combiner ces trois indicateurs dans un indicateur composite qui opérerait des compensations entre des dimensions conceptuellement différentes. Il est en revanche passionnant de comparer les profils géostratégiques des pays à l'aide de ces critères multiples et de suivre leur évolution au cours du temps.

## Références bibliographiques

- APPARICIO P (2000) Les indices de ségrégation résidentielle : un outil intégré dans un système d'information géographique. *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne]*, Espace, Société, Territoire, document 134, mis en ligne le 16 juin 2000, consulté le 12 mai 2013. URL : <http://cybergeo.revues.org/12063> ; DOI : 10.4000/cybergeo.12063
- ANDERSON JE (1979) A theoretical foundation for the gravity equation. *The American Economic Review* 69(1): 106-116.
- ANDREWS RB (1953) Mechanics of the urban economic base: historical development of the base concept. *Land Economics* 29 (1953a): 161-167.
- ALEXANDER JW (1954) The basic-nonbasic concept of urban economic functions. *Economic Geography* 30: 246-261.
- ASCHAN-LEYGONIE C (2000) Vers une analyse de la résilience des systèmes spatiaux. *L'Espace Géographique* 29 (1) : 64-77.
- BEGUIN H (1979) *Méthodes d'analyse géographique quantitative*. Litec-Droit, Paris.
- BERGSTRAND JH (1985) The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *The Review of Economics and Statistics* 67(3): 474-481.
- BRENNER N (1998) Global cities, glocal state: global cities formation and state territorial restructuring in contemporary Europe. *Review of International Political Economy* 5(1): 1-37.
- BRETAGNOLLE A, GIRAUD T, VERDIER N (2010) Modéliser l'efficacité d'un réseau. Le cas de la poste aux chevaux dans la France pré-industrielle (1632-1833). *L'Espace Géographique* 39(2): 117-131.
- BLAU PM (1977) *Inequality and heterogeneity*. Free Press, New York.

- BLAU PM (1994) *Structural Contexts of Opportunities*. University of Chicago Press, Chicago.
- CAMAGNI RP (2008) Regional competitiveness: towards a concept of territorial capital. In: CAPELLO R, CAMAGNI RP, CHIZZOLINI P, FRATESI U *Modelling Regional Scenarios for the Enlarged Europe*. Springer, Berlin.
- CASTELLS M (1996) *The rise of the network society*. Blackwell Publishers, Oxford.
- CATTAN N (1995) Attractivity and internationalisation of major European cities: the example of air traffic. *Urban Studies* 32 (2): 303-312.
- CATTAN N (2004) Le monde au prisme des réseaux aériens. *Flux* 58 (4) : 32-43.
- DERRUDER B, WITLOX F (2005) An appraisal of the use of airline data in assessing the world city network: a research note on data. *Urban Studies* 42(13): 2371-2388.
- DUNCAN OD, DUNCAN B (1955) A methodological analysis of segregation indexes. *American Sociological Review* 20(2): 210-217.
- ENGEL C, ROSE A K (2001) Currencies union and international integration. CEPR Discussion Paper *Économie & Prévision* 2659 : 1-39.
- FONTAGNÉ L, PAJOT M, PASTEELS J-M (2002) Potentiels de commerces entre économies hétérogènes : un petit mode d'emploi des modèles de gravité. *Économie & Prévision* 152 : 115-139.
- FRÉMONT A, SOPPÉ M (2005) La desserte de la rangée Nord-Europe par les armements de lignes régulières : concentration ou dispersion ? 1994-2002. *Flux* 59 (1) : 22-32.
- FUJITA M, KRUGMAN PR, VENABLES AJ (1999) *The spatial economy: cities, regions and international trade*. MIT press, Cambridge.
- GRASLAND C (2009) Spatial analysis of social facts. In: BAVAUD F, MAGER C *Handbook of Theoretical and Quantitative Geography*. FGSE, Lausanne.
- GRASLAND C, GUERIN-PACE F, LE TEXIER M, GARNIER B (2012) Dix ans de diffusion des euros étrangers en France. *Population et Sociétés* 488 : 1-4.
- GRASLAND C, VAN HAMME G (2010) La relocalisation des activités industrielles : une approche centre-périphérie des dynamiques mondiale et européenne. *L'Espace Géographique* 39 (1) : 1-19.
- GUERMOND Y (1984) *Analyse de systèmes en géographie*. PUL, Lyon.
- HEAD K, MAYER T (2002) Effet frontière, intégration économique et « Forteresse Europe ». *Économie & Prévision* 1 (152-153) : 71-92.
- HEAD K, MAYER, T (2004) The empirics of agglomeration and trade. In: HENDERSON JV, THISSE JF *Handbook of regional and urban economics*. Elsevier.
- HEAD K, MAYER T (2013) What separates us? Sources of resistance to globalization. *Canadian Journal of Economics* 46 (4): 1196-1231.
- HILAL M (2003) Accessibilité aux emplois en France : le rôle de la distance à la ville. *Cybergeo : European Journal of Geography [en ligne]*, Dossiers, sixièmes Rencontres de Théo Quant, Besançon, France 20-21 février 2003.
- HOLLING CS (1973) Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.
- JAYET H (1993) *Analyse spatiale quantitative : une introduction*. Economica, Paris.
- KRUGMAN P, COOPER RN, SRINIVASAN TN (1995) Growing world trade: causes and consequences. *Brookings Papers on Economic Activity* 26(1): 327-377.
- LE TEXIER M (2011) La pièce euro comme marqueur de mobilités transnationales. *Actes des Dixièmes Rencontres de Théo Quant*, Besançon, France, 23-25 février 2011 : 1-11.
- LE TEXIER M, GARNIER B (2012) Observer la diffusion des euros étrangers en France. *Présentation au 7<sup>e</sup> colloque francophone sur les sondages*, 5-7 novembre 2012, Rennes, France, DOI : [http://sondages2012.ensai.fr/wp-content/uploads/2011/01/LeTexier\\_Garnier\\_Sondages20121.pdf](http://sondages2012.ensai.fr/wp-content/uploads/2011/01/LeTexier_Garnier_Sondages20121.pdf)
- LE TEXIER M, CARUSO G (à paraître) Aggregate and disaggregate dynamic spatial interaction approaches to modeling coins diffusion. In: THILL J C *Spatial Analysis and Location Modeling in Urban and Regional Systems*. Springer, Berlin.
- MADÉLIN M, GRASLAND C, MATHIAN H, SANDERS L, VINCENT JM (2009) Das 'MAUP': modifiable areal unit –problem oder fortschritt? *Informationen zur Raumentwicklung* 10/11: 645-660.
- MASOOD M (2012) *New evidence on development and cultural trade: diversification, reconcentration and domination*. IDEAS, Document de travail.
- MASSEY DS, DENTON NA (1988) The dimensions of residential segregation. *Social Forces* 67(2): 281-315.
- MATZNETTER W (2010) Guest editorial. *Belgeo* 4(2010): 345-350.

- MORELLET O, MARCHAL P (1997) Extension du réseau TGV et évolution du trafic multimodal. *Les Cahiers Scientifiques du Transport* 32 : 27-34.
- OECD (2011) *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011*. OECD Publishing.
- O'KELLY ME, MILLER HJ (1994) The hub network design problem. A review and synthesis. *Journal of Transport Geography* 2(1): 31-40.
- PAN RK, KASKI K, FORTUNATO S (2012) World citation and collaboration networks: uncovering the role of geography in science. *Scientific Reports* 2: 1-14.
- PUEL G, ULLMANN C (2006) Les noeuds et les liens du réseau Internet : approche géographique, économique et technique. *L'Espace Géographique* 35(2): 97-114.
- RAVENSTEIN EG (1885) The laws of migration. *Journal of the Royal Statistical Society of London* 46: 167-235.
- REY-ROCHA J, MARTIN-SEMPERE MJ (2004) Patterns of the foreign contributions in some domestic vs international journals on Earth Sciences. *Scientometrics* 59(1): 95-115.
- REILLY WJ (1931) *The Law of Retail Gravitation*. New York.
- RICHARD Y, TOBELEM ZANIN C (2007) La Russie et l'Europe : une intégration économique encore à venir ? *Cybergeo : European Journal of Geography [en ligne]*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 402, mis en ligne le 02 octobre 2007, consulté le 14 mai 2013. URL : <http://cybergeo.revues.org/11113>; DOI : 10.4000/cybergeo.11113
- SASSEN S (1990) *The mobility of labor and capital: a study in international investment and labor*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SHAKED I (1986) Are multinational corporations safer? *Journal of International Business Studies* 17(1): 83-106.
- SHEPPARD E (2012) Trade, globalization and uneven development: Entanglements of geographical political economy. *Progress in Human Geography* 36(1): 44-71.
- SHIMBEL A (1953) Structural parameters of communication networks. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 15(4): 501-507.
- SULLIVAN JL (1973) Political correlates of social, economic, and religious diversity in the American states. *The Journal of Politics* 35(1): 70-84.
- TIEBOUT CM (1956) Exports and regional economic growth. *Journal of Political Economy* 64: 160-164.
- VAN BERGEIJK PAG, BRAKMAN S (2010) The comeback of the gravity model. In: VAN BERGEIJK PAG BRAKMAN S *The Gravity Model in International Trade. Advances and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- WEI SJ (1996) Intra-National versus international trade: how stubborn are nations in global integration? *National Bureau of Economic Research Working Paper* 5531.
- WONG DWS (1996) Enhancing segregation studies using GIS. *Computers, Environment and Urban Systems* 20(2): 99-109.
- WONG DWS (2002) Modeling local segregation: a spatial interaction approach. *Geographical & Environmental Modelling* 6(1): 81-97.

## Notes

- 1 - Les États servent ici d'agrégateurs territoriaux d'un ensemble de décisions prises au niveau des entreprises publiques ou privées. Le processus d'internationalisation s'opère donc au niveau des entreprises (stratégies élémentaires) mais il peut aussi être développé au niveau supérieur de l'État (firmes publiques, aides à l'exportation, accords de libre-échange...).
- 2 - Une arrivée massive de touristes allemands, belges ou néerlandais dans une station balnéaire française va conduire à l'échange de pièces euros originaires de ces pays dans les commerces locaux. Si ce premier stade de la diffusion correspond à une internationalisation des commerces touristiques, il n'en va plus de même lorsque les pièces vont être remobilisées par la population locale pour d'autres échanges entre la station touristique et le reste du territoire régional environnant. L'accroissement progressif de la présence des pièces étrangères dans l'ensemble de la région traduira une intégration internationale qui est la résultante agrégée de nombreux facteurs d'internationalisation mais aussi de brassage.
- 3 - Pour une première approche, voir la présentation des chercheurs de l'ESDO au 7<sup>e</sup> colloque *Sondages* (LE TEXIER et GARNIER, 2012).
- 4 - "The trade-to-GDP ratio is frequently used to measure the importance of international transactions relative to domestic transactions. This indicator is calculated for each country as the simple average (i.e. the mean) of total trade (i.e. the sum of exports and imports of goods and services) relative to GDP. This ratio is often called the trade openness ratio, although the term "openness" may be somewhat misleading, since a low ratio does not necessarily imply high (tariff or non-tariff) barriers to foreign trade, but may be due to factors such as size of the economy and geographic remoteness from potential trading partners." OECD, 2011.
- 5 - Un *hub* (noeud d'interconnexion) désigne un centre de redistribution permettant de relier de nombreux noeuds du réseau. Ceci est par exemple le cas de l'aéroport de Francfort, qui permet à la compagnie aérienne allemande Lufthansa de concentrer ses interconnexions lorsqu'elle ne dispose pas d'un vol direct entre deux lieux.

6 - Si l'on avait conservé la probabilité de relations intra-nationales dans le calcul, on aboutirait à un indice classique de diversité des relations sans spécificités particulières de la dimension internationale.

7 - À la différence des deux indices précédents, l'indice de portée ne peut se calculer à l'aide de la seule matrice de flux mais impose l'ajout d'une variable auxiliaire mesurant l'éloignement des territoires. Une solution « par défaut » consiste à utiliser le critère de la distance à vol d'oiseau ou la présence d'une frontière commune. Mais on peut imaginer bien d'autres solutions.

8 - L'indice de SHIMBEL d'un lieu se définit classiquement comme la somme des distances entre tous les lieux pris deux à deux rapportée à la somme des distances du lieu observé à tous les autres. Il augmente donc avec l'accessibilité et diminue avec la portée.

9 - Dans le cas de l'euro, la répartition spatiale des individus enquêtés n'est pas régulière (représentativité spatiale à l'échelle des grandes régions ZEAT, effets de grappe, *etc.*), et ne se répète pas d'une enquête à l'autre puisque les différentes vagues d'enquête n'ont pas été réalisées sur un échantillon d'individus stable. La moyenne des distances minimales à une frontière à partir des communes de résidence des individus enquêtés varie par conséquent d'une enquête à l'autre. L'intervalle [Cmin ; Cmax] doit, de la même manière, être défini pour chaque région  $j$  et pour chaque moment d'enquête  $t$ .