



HAL
open science

L'intérêt du recours à la notion de mouvement spatial pour analyser des 'flux marginaux'

Françoise Bahoken

► **To cite this version:**

Françoise Bahoken. L'intérêt du recours à la notion de mouvement spatial pour analyser des 'flux marginaux'. Mobilités marginales, mobilités dans les marges, marges mobiles, Nov 2016, CHAMPS-SUR-MARNE, MARNE-LA-VALLEE, France. 14p. hal-01518642

HAL Id: hal-01518642

<https://hal.science/hal-01518642>

Submitted on 5 May 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.

L'intérêt du recours à la notion de mouvement spatial pour analyser des « flux marginaux »

Françoise BAHOKEN

Université Paris-Est, AME, SPLOTT, IFSTTAR, F-77447, Marne-La-Vallée, France.

et UMR 8504 Equipe PARIS, Géographie-Cités, F-75006, Paris, France.

francoise.bahoken@ifsttar.fr

Mots-clés : cartographie, flux dominant, flux marginaux, mouvement, distance parcourue, marges.

1. Introduction

A l'échelle mondiale, l'analyse géographique des marges est traditionnellement appréhendée dans le cadre d'un processus plus général de globalisation interprétant les grands échanges par le prisme du modèle centre(s) périphérie(s). Ce dernier « [...] permet une réflexion sur l'interaction entre les lieux du Monde : des liens de dépendance réciproque où les inégalités sont la règle, mais qui ne fonctionnent pas à sens unique » (Grataloup, 1999). Il s'agit aussi « [...] pour les géographes d'appréhender les nouveaux discours sur la division du monde, ses possibles marges économiques et politiques (en lien avec les frontières, les effets de seuils) mais aussi les flux qui le traversent et participent de sa perpétuelle reconfiguration. » (Morelle, 2016).

En inscrivant notre propos dans ce contexte, nous allons nous intéresser à la manière dont le choix de la méthode de cartographie de ces processus mondiaux met en évidence ou non des marges, conduit à la perception, à l'identification voire à la caractérisation d'espaces supposés périphériques. Plus généralement, nous souhaitons montrer comment un changement de raisonnement théorique et ses répercussions méthodologiques sont susceptibles d'enrichir l'analyse des marges. Pour cela, nous allons d'emblée adopter la posture qui consiste à analyser conjointement interactions et positions (Grasland, 2009), considérant que la différenciation spatiale des lieux observée est imputable, d'une part, à l'intensité des flux qui les mettent en relation et, d'autre part, à la manière dont l'espace est pris en compte. Dans l'analyse géographique de la marginalité, M. Morelle (2016) indique que la prise en compte de l'espace est un enjeu thématique. Nous posons l'hypothèse qu'il s'agit également d'un enjeu théorique et méthodologique, dans le contexte cartographique ; l'enjeu spatial ayant, par définition, des répercussions sur l'interprétation des cartes, notamment celles qui décrivent les périphéries des échanges mondiaux. Cela étant, plutôt que proposer un (nouveau) type de représentation cartographique, qui prétendrait focaliser l'attention sur les marges, nous allons plutôt suggérer une nouvelle interprétation de la carte de flux actuelle ; elle sera naturellement orientée sur la perception visuelle de(s) périphérie(s), à l'inverse des lieux « centraux » et autres pôles « dominants ».

S'intéresser à la représentation cartographique des marges par le prisme de la globalisation consiste à s'intéresser aux lieux d'Origine et/ou de Destination (OD) d'un système d'échanges complexe, sous l'hypothèse que leur distribution hiérarchique résulte *a minima* de l'intensité de leurs échanges. Plusieurs types de raisonnement sont mobilisés dans cette formulation, selon que l'on va s'intéresser à la hiérarchie des lieux, i.e. de destination des échanges (*logique de lieux*) et/ou à la mise en relation de ces couples de lieux d'OD (*logique liens-lieux*) et/ou à l'intensité de leur relation, caractéristique de l'OD (*logique de flux*). Si l'on considère la famille de méthodes dite des « flux dominants » issues de la proposition initiale de Nyusten et Dacey (1961), on observe que les *logiques de lieux* et *liens* focalisent, toutes, l'attention sur la différenciation spatiale des lieux ; les échanges sous-jacents, en

eux-mêmes, étant éliminés de l'analyse. Pour les réintégrer, il convient d'adopter une *logique de flux*. Cependant, en raison de son fonctionnement intrinsèque, sa mise en œuvre ne saurait conduire à la réalisation d'une carte de flux efficace, dans le cadre d'analyse des marges. C'est pourquoi nous suggérons de changer de raisonnement, en adoptant une *logique de mouvement* (Bahoken, 2016) où l'espace va devenir un enjeu dans le processus de cartographie des échanges mondiaux.

L'objectif de cette communication est de montrer comment un changement de raisonnement théorique et méthodologique permet d'enrichir l'analyse thématique des marges. Pour ce faire, nous allons présenter le fonctionnement de la *logique de lieux* dans le modèle de flux dominant. Nous expliciterons ensuite pourquoi la *logique de flux* évince, par construction, les marges et devrait être mobilisée en complément d'une *logique de mouvement* que nous présentons dans un troisième temps. Son intérêt analytique est illustré par des échanges commerciaux internationaux à l'échelle mondiale.

1 L'analyse des marges, le raisonnement fondé sur une logique de lieux

Le terme de marge caractérise des espaces qui ne sont pas centraux mais périphériques, des bordures qui sont soit indépendantes, soit placées sous l'aire d'influence de pôles dominants. La marge est donc définie par rapport à un point de référence, à un « écart »¹, c'est-à-dire à distance d'un ou de plusieurs autres lieux qui seraient, eux, centraux. Les marges participent de fait à un système asymétrique d'interactions traduisant des relations de domination ou leur « subordination ».

A l'échelle globale, l'analyse des marges peut être réalisée par le prisme du modèle centre(s) périphérie(s). Ce modèle visant d'abord à identifier les centralités mondiales, les marges y sont définies en creux, comme tel parce qu'elles sont situées sous l'aire d'influence de pôles. Parmi les méthodes permettant l'identifier de ces pôles, l'une d'entre elles est très populaire en géographie. Elle s'inscrit dans la lignée des travaux de J. D. Nyusten et M. F. Dacey (1961) sur des flux de télécommunications. L'approche est fondée sur « [...] une procédure d'ordonnement et de regroupement de villes en fonction de l'intensité et de la direction de flux [...]. Les théories actuelles des régions nodales et des places centrales fournissent les bases à la mise en évidence d'une organisation hiérarchique régionale des réseaux de villes ». Trois grandes familles de résultats sont obtenus : a) l'identification des flux de rang 1 (ou *flux majeurs*), c'est-à-dire de la sélection des plus fortes valeurs de flux émises par chacun des lieux ; b) une analyse de la distribution spatiale des lieux (de destination), interprétée en termes d'attractivité ; c) une *régionalisation* de la zone d'étude, en bassins et sous-bassins nodaux.

La mise en évidence de l'attractivité des lieux, qui va conduire à caractériser leur position (dominante, intermédiaire, dominée) dans le système d'échanges, est l'un des objectifs principaux de la méthode. Les valeurs de flux initiales ne sont que partiellement mobilisées, les auteurs ne s'en servent que pour construire leur matrice d'adjacence, pour *in fine* analyser la distribution des localités qui correspondent aux marges du tableau.

1.1 Les marges, une sous-partie de la matrice de flux

L'analyse des échanges passe généralement par l'observation d'un tableau croisé qui contient l'information portant sur les quantités déplacées (les flux) et les lieux (l'effet des flux aux lieux), ces derniers formant une sous-partie du système dont la distribution peut être analysée seule. Pour illustrer notre propos, nous avons recours à une petite matrice complète, fermée et de rang 4, elle est présentée sur la Fig. 1.

¹ <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/programmes/concours/la-france-des-marges-quelques-grands-axes-thematiques>

Figure 1. Une matrice de flux et ses marges

		Fij				Oi	V	S
		A	B	C	D			
Marges :	Oi : total des flux émis (somme en ligne)							
	Dj : total des flux reçus (somme en colonne)							
	V = Oi+Dj : volume							
	S = Dj - Oi : bilan net*							
avec :								
i : lieux d'origine								
j : lieux de destination								
A : identifiants du lieu								
8 : valeur du flux (A,B) de A vers B								
		Dj						

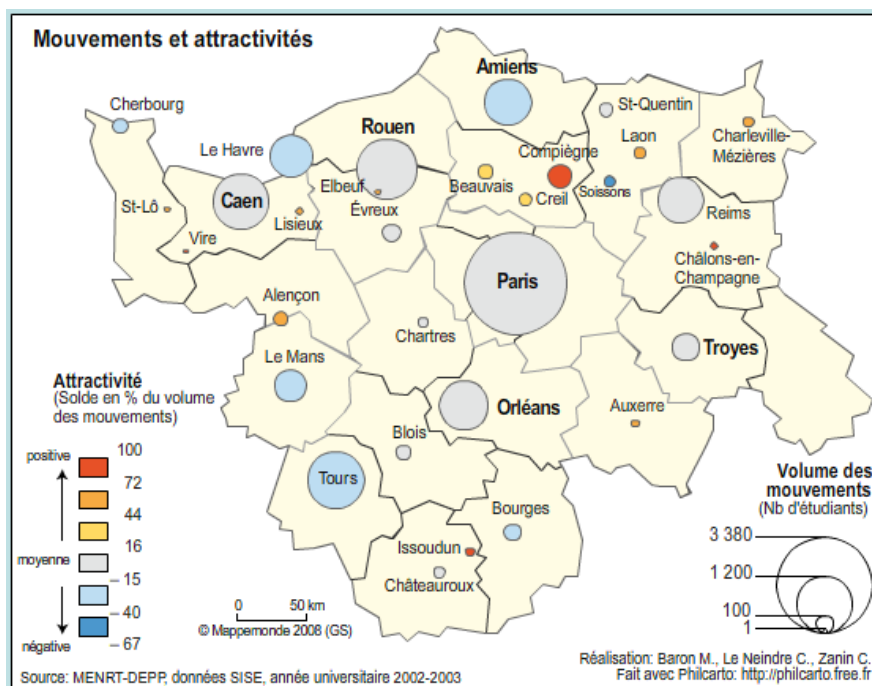
A	-	8	5	1	14	31	+3
B	6	-	3	2	11	25	+3
C	10	4	-	1	15	26	-4
D	1	2	3	-	6	10	-2
Dj	17	14	11	4	46	46	0

* La formule est celle de la migration nette (entrées - sorties).

Françoise Bahoken, 2016.

Cette matrice est un tableau croisé où les individus statistiques sont des lieux : en lignes figurent ceux d'origine (i) et en colonnes, ceux de lieux de destination (j). Elle présente les mêmes propriétés qu'un tableau de contingence, en particulier celle d'additivité en ligne et colonnes qui va permettre de caractériser les différents lieux. La « somme marginale » définit ainsi, pour tout lieu de la zone d'étude, ses capacités d'émission (Oi) et de réception (Dj) (voir Fig. 1). Chacun des lieux peut ainsi faire l'objet du calcul d'indicateurs plus ou moins sophistiqués issus des flux. Les plus courants² d'entre eux sont le volume bilatéral (V) ; le solde bilatéral (S) ou bilan net des flux (voir Fig. 2), ou l'asymétrie des flux (Bahoken, 2014). La carte réalisée par M. Baron et al. (2008) illustre bien cette approche de représentation de l'attractivité des lieux issue d'un système d'échanges.

Figure 2. La cartographie des marges, l'exemple de l'attractivité de villes étudiantes.



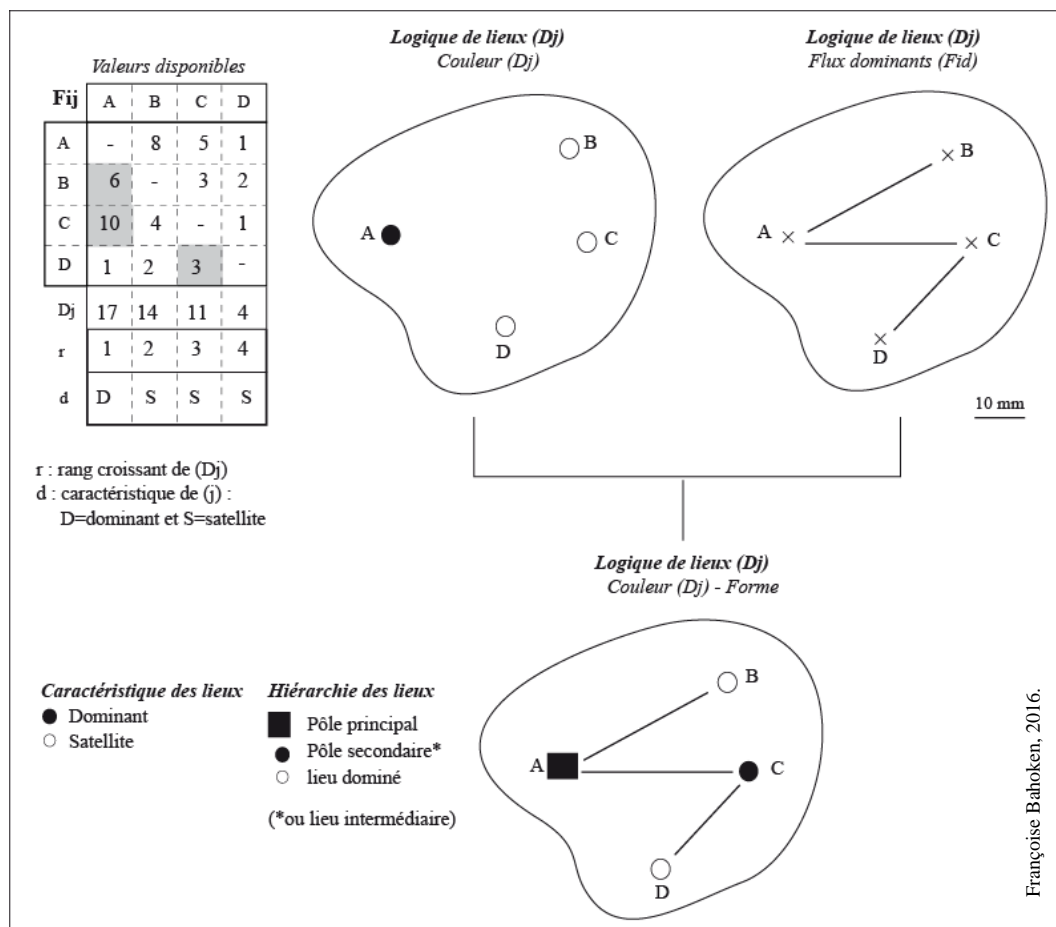
² Ces trois indicateurs se calculent comme suit : le volume bilatéral (V) correspond à la somme des marges (Oi + Dj) tandis que le bilan net (S) résulte de leur différence. Par exemple, pour le lieu (A) de la Fig. 1 : $V=(14+17)=31$ et $S=(17-14)=+3$, alors que (Oi)=14.

Le fait d'isoler les marges du tableau correspond à une forme de sélection des données selon la focale des lieux. Dès lors, l'analyse ne considère plus les interrelations et interactions dont les lieux font l'objet. On peut toutefois considérer que parce qu'elles sont impliquées dans la définition de l'indicateur, ces interrelations peuvent servir à l'interprétation, quand bien même elles ne participent pas à la représentation. Cette approche caractérise une *logique de lieux*, ainsi définie car elle ne mobilise que les marges, en l'occurrence une mesure de l'attractivité dont on notera qu'elle mobilise des valeurs quantitatives. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les cercles de la Fig. 2 présentent des variations de taille. Cette manière de représenter quantitativement l'attractivité diffère nettement de l'approche en partie qualitative des flux dominants.

1.2 La logique de lieux, dans l'analyse des flux dominants

Dans la méthode Nyusten-Dacey (1961), l'analyse des marges peut être considérée comme semi-qualitative, car elle a transformé une partie des valeurs numériques en caractères qualitatifs. L'objectif des auteurs n'étant pas tant de visualiser les différences de valeur (caractère quantitatif) que de classer ces lieux (caractérisation qualitative), selon qu'ils sont dominants, intermédiaires ou satellites. Cet ordonnancement est fondé sur l'identification d'une relation de domination qui est représentée par un lien orienté et non valué. Sur le plan cartographique, cette approche est différente de la précédente : elle entraîne un changement de variable visuelle : la forme supplante la taille (des cercles égaux remplacent des cercles proportionnels) pour différencier les lieux ; la couleur est introduite (une variation de teinte pour les types de lieux) ; des liens non orientés ajoutés. La Fig. 3 illustre ces transformations caractéristiques de la représentation de l'attractivité dans l'approche flux dominants.

Figure 3. Illustration du fonctionnement de l'approche flux-dominants



Les valeurs de flux dominant sont en gris.

La sélection des valeurs de flux dominantes émises par les lieux (parties grisées de la matrice) conduit ensuite à l'ordonnement des lieux de destination (r), en fonction de leur d'attractivité (Dj), puis à leur caractérisation qualitative (d), selon qu'ils sont dominants (D) ou satellite (S). L'approche cartographique étant inscrite dans une *logique de lieux*, en implantation ponctuelle, chacun des lieux est symbolisé par un cercle dont la couleur est fonction de son type ; de même que des liens, non orientés, sont figurés pour symboliser l'existence d'une relation dominante. La superposition de ces deux figures de flux dominants conduit également à une représentation de leur hiérarchie, par la combinaison des variables visuelles couleur et forme.

On notera que l'identification des marges ne pose pas question sur cette Fig. 3, puisqu'il s'agit des lieux considérés comme dominés, ils sont symbolisés par les cercles blancs.

Si la méthode est efficace, elle élude la partie de l'information qui porte sur les flux. Elle ne considère pas les quantités de télécommunications transférées que dans la mesure où leur présence signe l'existence d'une relation entre les lieux : les flux servant *in fine* à caractériser qualitativement les marges. Réintroduisons les flux dans l'analyse et examinons ce qu'il en est de la représentation des marges.

2 L'éviction inévitable des marges dans la logique de flux

L'introduction des valeurs de flux conduit à s'intéresser au cœur de la matrice, aux valeurs situées de part et d'autre de la diagonale principale (Fig.1) dans le cadre d'une approche que l'on qualifie de *logique de flux*. Sa représentation graphique consiste à tracer un figuré linéaire, entre les OD localisées dans un espace (par exemple, géographique) ; sa longueur, fixée par le système de projection, reste stable tandis que sa largeur est proportionnelle à la valeur de flux correspondante.

Cette procédure, largement éprouvée, est pertinente. Elle fonctionne bien pour des tableaux variés. Cependant, lorsque les données sont massives, les valeurs de flux doivent être sélectionnées au préalable de leur représentation, au risque de générer une figure illisible. Dès lors ne vont pouvoir être représentés que les valeurs considérées comme *significatives*, en l'occurrence les flux forts, au regard du ou de(s) critère(s) de sélection appliqué(s).

De là découlent alors deux situations qui vont conduire à l'éviction des flux dirigés vers les espaces éloignés des centres. Ces lieux, déjà marginalisés par de faibles valeurs (ils sont peu attractifs dans l'ensemble) se voient évincés de la représentation, pour des raisons liées à la construction cartographique du flux.

2.1 Une faible valeur préjudiciable à la représentation des marges sur la carte de flux

L'impératif de sélection de l'information de flux jugée significative, pour garantir la lisibilité de la figure, entraîne généralement la suppression des lieux périphériques de la représentation. La raison est simple : les valeurs de flux qui leur sont destinées ne sont pas jugées suffisamment significatives pour pouvoir être retenues. Cette approche n'est pas erronée, il est tout à fait logique de supprimer les valeurs qui ne répondent pas au(x) critère(s) de sélection retenus, c'est d'ailleurs l'objet des procédures de filtrage.

Les flux sélectionnés ainsi cartographiés sont *significatifs*, parce qu'ils traduisent des relations préférentielles, de domination, etc. La figure qui en résulte correspond alors souvent à l'expression cartographique de lois qui sont à la base d'une analyse spatialisée des phénomènes sociaux. Ces lois sont importantes, car elles fournissent un cadre d'analyse robuste, un certain nombre d'hypothèses fondamentales de l'analyse géographique. C'est ainsi que l'une d'entre elles joue un rôle fondamental dans notre contexte, parce qu'elle est révélatrice d'une partie du fonctionnement théorique de cette *logique de flux*. C'est la première loi de la géographie (TFL) ainsi formulée : « *Les choses qui sont proches sont plus reliées entre elles que celles qui sont éloignées* ». (Tobler, 1970). En effet, d'après

cette loi, les plus gros flux (en valeur) vont s'exprimer entre des lieux qui sont proches, c'est-à-dire situés à courte distance. C'est pourquoi les gros flux, qui sont donc aussi les plus courts, sont logiquement privilégiés dans l'analyse et dans la représentation, car ils sont doublement significatifs : leur valeur est importante dans l'ensemble et ils respectent cette loi.

Ce constat sur le rôle joué par la sélection de l'information à cartographier n'est pas anodin. L'adoption d'un critère de sélection va en fait conduire à considérer que certains lieux ne sont pas importants pour l'analyse et pour ce faire, va les éliminer de l'analyse, de la carte. Dans *la logique de flux*, il s'agit des déplacements faibles qui s'expriment sur de longues distances (éloignés des centres), vers les marges du système d'échanges. Ces derniers sont évincés, car la quantité de figurés qui les symbolisent participe de la formation d'un effet de *couverture spatiale* (en raison de la longueur des liens) caractéristique de *l'effet spaghetti* (Bahoken, 2015). Sur le plan cartographique, les flux dirigés vers les marges définissent, en effet, cette masse *a priori* illisible de petits flux diffus qui traversent le fond de carte de part et d'autre de manière apparemment anarchique. Indépendamment de leurs faibles valeurs, ce sont donc les caractéristiques même des figurés symbolisant ces marges qui empêchent leur représentation cartographique.

A l'échelle d'une zone d'étude, ces flux s'exprimant à (longue) distance des centres sont dirigés vers les bords de la carte. Ils sont symbolisés par des figurés linéaires qui sont longs et fins (faible valeur), ils présentent une grande longueur et une petite largeur. Sur le plan cognitif, la représentation [d'une sélection] de flux, selon une *logique de flux*, privilégie à raison la perception des figurés les plus importants en valeur, c'est-à-dire des plus larges. Ce gain perceptif se traduisant, sur le plan cartographique, par la réduction directe de la complexité graphique et par la lecture instantanée des motifs.

2.2 Une distance parcourue non prise en compte

La seconde caractéristique fondamentale de cette *logique de flux* qui va influencer sur l'éviction des marges de la figure tient dans l'absence de prise en compte de l'espace des positions relatives des lieux. Le maillage territorial qui définit la zone d'étude n'est jamais mobilisé comme variable dans la représentation, il l'est sous la forme d'habillage. Et pourtant, le rôle joué par les positions des lieux est fondamental dans toute analyse géographique, car elles traduisent l'espacement relatif des lieux les uns par rapport aux autres, leurs proximités et leurs éloignements. Ne pas prendre ces positions appauvrit indéniablement l'analyse, en particulier dans le cas des marges définies selon un critère d'éloignement.

Plutôt que de raisonner en filtrant la distance parcourue de manière à ne retenir, par exemple, que les flux parcourant une distance donnée, nous suggérons plutôt de changer de raisonnement. Nous faisons l'hypothèse que l'adoption d'une *logique de mouvement* (Bahoken, 2016) devrait permettre de réintroduire des flux qui sont significatifs non parce qu'ils sont les plus forts, mais parce qu'ils se produisent à longue distance. Nous proposons l'expression *flux marginaux* pour qualifier ces flux.

3 L'intérêt de la logique de mouvement, pour révéler des flux marginaux

La réalisation d'une carte de flux, selon une *logique de mouvement*, diffère de la *logique de flux* pour une raison fondamentale : elle mobilise l'espace via une acception de l'éloignement des lieux en complément des valeurs de flux initiales. Le raisonnement adopté est donc mixte, combinant intensité des flux (Fij) et espace (Dij). En étant fondée sur une vision relationnelle des flux, l'analyse entraîne l'introduction d'une donnée exogène : une matrice des positions (x, y) des lieux qui avec permet de mobiliser simultanément intensité et distance pour une même paire OD.

Ce raisonnement présente plusieurs intérêts. Le premier d'entre eux est théorique, la proposition de combiner intensité et distance entraîne le changement de l'unité d'observation du flux. Ce ne sera plus le seul flux (Fij) observé qui sera représenté mais une forme d'indicateur de celui-ci (Fij, Dij). Cette

procédure traduit une modification de l'unité de mesure du flux qui devient dès lors fonctionnelle et cela, quel que soit le type de déplacement dont il est question. Le second intérêt est d'ordre thématique, il est relatif à la caractérisation des marges. En considérant l'éloignement des OD, nous allons pouvoir questionner l'échelle des mobilités observées, arbitrer sur la pertinence de représenter des déplacements qui sont *significatifs* parce qu'ils s'expriment à courte ou bien à longue distance et non parce qu'ils correspondent à la faible part des figurés les plus forts.

Nous posons alors l'hypothèse, dans la problématique des marges, qu'il est plus important de représenter les faibles valeurs de flux qui s'expriment à longue distance, plutôt que les fortes valeurs, sur courte distance. Nous avançons pour cela une double explication : ces mobilités au long cours étant nécessairement symbolisées par une quantité de figurés plus importante (mais qui présentent individuellement de faibles valeurs) concernent donc une population statistique plus importante ; elles couvrent aussi, de fait, un territoire plus grand que les mobilités locales qui sont peu fréquentes (c'est-à-dire symbolisées par peu de figurés qui présentent des valeurs fortes).

Pour comprendre l'intérêt analytique de cette hypothèse, nous allons présenter la construction du mouvement, puis considérer deux exemples avant de généraliser le propos en l'examinant sur des flux commerciaux à l'échelle mondiale.

3.1 La construction de la notion de mouvement

La démonstration de l'intérêt de la notion de mouvement peut être réalisée à travers deux cas d'illustration dont la représentation va nous permettre d'illustrer le rôle joué par la distance dans la cartographie de flux.



Trois grandes possibilités sont envisageables pour intégrer l'espace. Elles se distinguent selon que l'action porte sur les aspects a) graphiques, liés aux tracés qui symbolisent les déplacements ; b) cartographiques, qui composent le maillage territorial servant de fond de carte ; c) numériques qui concernent les valeurs (quantitatives) de flux. Seule la dernière éventualité nous intéresse ici, l'espace sera alors mobilisé par le biais de l'éloignement, sous une forme continue³, dans le processus cartographique.

Nous précisons que pour simplifier la démonstration, nous nous plaçons dans une situation de corrélation quasi parfaite entre les trois mesures d'espacement impliquées dans la construction cartographique du flux, à savoir : la distance cartographique (L_{ij}) perçue sur la carte par la longueur du lien ; la distance kilométrique parcourue dans la réalité, ou distance géographique (D_{ij}) – dont la forme simplifiée correspond à la distance euclidienne – et la distance empirique ou coût généralisé de déplacement (E_{ij}). Cette situation revient à supposer que : (1) les déplacements réalisés se font à vitesse constante et en ligne droite, de manière à assurer la proportionnalité entre (D_{ij}) et le temps de déplacement ; (2) la projection cartographique et l'échelle de la carte respectent un rapport de proportionnalité strict entre la distance orthodromique, mesurée à la surface du globe, (D_{ij}) et (L_{ij}) ; (3) la symbolisation du flux se fera à l'aide d'un trait droit (correspondant par ailleurs à la métrique euclidienne), la courbure du trait entraînant une distorsion entre (D_{ij}) et (E_{ij}) préjudiciable à la perception des quantités.

L'approche mise en œuvre ici étant statistique, elle consiste à modifier les valeurs de flux initiales en générant une nouvelle matrice, une matrice de mouvements (M_{ij}) définie par le produit de l'intensité du flux par la distance géographique (Fig. 4).

³ L'éloignement peut en effet être appréhendé sous une forme continue (i.e. la distance géographique parcourue exprimée en kilomètres) ou bien discrète, dans l'optique d'une analyse des proximités fondée sur des relations de voisinage (Bahoken, 2016 : 285-324).

Figure 4. Cartographie, construction et perception du flux et du mouvement spatial

	Flux	Mouvement
Cartographie	 <p style="text-align: center;">(100 % de noir)</p>	 <p style="text-align: center;">(100 % de noir)</p>
Construction	F_{ij} <i>Largeur</i>	$M_{ij} = F_{ij} \cdot D_{ij}$ <i>Largeur</i>
Perception	$F_{ij} = F_{ij} \cdot L_{ij}$ <i>Surface visuelle</i>	$M_{ij} = F_{ij} \cdot D_{ij}^2$ <i>Surface géométrique</i>

Françoise Bahoken, 2016.

On observe que la construction numérique du mouvement ($F_{ij} \cdot L_{ij}$) avec $(L_{ij}) = (D_{ij})$ entraîne, au niveau cartographique, une augmentation de la largeur des figurés qui parcourent de longues distances, inversement pour les autres. Cela signifie que la perception des longs flux est survalorisée (la bande noire occupe plus d'espace). L'espace est d'ailleurs doublement perçu pour les raisons suivantes. En fait, la longueur du figuré étant immédiatement perçue, la cartographie de (F_{ij}) entraîne nécessairement la perception de $(F_{ij}) \cdot (L_{ij})$, soit d'une quantité (F_{ij}) qui franchit un espace (L_{ij}). Dit autrement : la cartographie d'un flux entraîne la perception d'une approximation du mouvement. De ce fait, modifier la largeur du figuré par $(F_{ij} \cdot L_{ij})$, dans cette approche statistique, qui correspond à l'action de cartographier (M_{ij}), entraîne par conséquent une augmentation de la perception de la distance (terme D_{ij}^2) : elle est déjà prise en compte dans la perception (ci-dessus) et elle est ajoutée à la formulation, d'où le fait que la surface géométrique (S) perçue soit $(S) = (F_{ij}) \cdot (D_{ij})^2$.

Si cette éventualité peut apparaître contre-productive pour l'analyse de certains types de flux, force est de reconnaître que ce résultat intéresse les cas particuliers d'échanges importants réalisés à longue distance, des flux touristiques et certains flux commerciaux, par exemple, qui s'expriment avec force sur longue distance entre des centres éloignés, des *flux marginaux* qui s'écartent donc des distributions classiques des flux.

Il convient de noter que, sur le plan statistique, il existe en réalité deux interprétations de la notion de mouvement. La première $(M_{ij})_1 = (F_{ij}) \cdot (D_{ij})$, présentée ci-dessus, s'interprète en termes de valeur de flux ; elle décrit l'intensité des échanges (ou des interactions) transférées dans un espace géographique qui n'est pas plat. La seconde interprétation – volontairement non décrite ici dans les détails – s'interprète en termes de densité, elle illustre une forme de densité des échanges $(M_{ij})_2 = (F_{ij}/D_{ij})$, mais ne saurait être cartographiée en l'état. Examinons maintenant l'intérêt de cette notion de mouvement dans l'analyse des marges en prenant un exemple simple.

3.2 L'intérêt analytique du mouvement

Pour illustrer l'intérêt de la notion de mouvement, considérons deux situations d'expression de flux (F_{ij}) qui parcourent une distance (D_{ij}) donnée. Ces deux cas sont illustrés sur le Tab. 1. Le cas n°1 représente les gros flux ($F_{ij}=1000$) qui se produisent à courte distance ($D_{ij}=20$ km). Il correspond à la *logique de flux* qui privilégie l'analyse des flux les plus importants, en valeur, mais qui se produisent à courte distance. Le cas n°2 illustre les petits flux ($F_{ij}=400$), à longue distance ($D_{ij}=100$ km), dirigés vers des espaces périphériques des centres habituels, des marges.

Tableau 1. Illustration de l'intérêt du mouvement dans l'analyse des marges

	Quantité déplacée	Distance parcourue	Logique de flux	Logique de mouvement		Représentation cartographique
Concept	Flux	Distance	Quantité	Densité	Intensité	Flux ou mouvements
Formulation	(Fij)	(Dij)	(Fij)	(Fij / Dij)	$(Fij * Dij)$	
Cas n°1	1 000	20	1 000	50 flux / km	20 000 flux.km	majeurs, dominants, principaux, ...
Cas n°2	400	100	400	4 flux / km	40 000 flux.km	<i>Flux marginaux</i>

Françoise Bahoken, 2016.

D'après le Tab. 1, la cartographie de la quantité de flux rapportée au kilométrage parcouru est plus efficace pour mettre en évidence les gros flux qui parcourent de faibles distances, si elle est réalisée sur le cas n°1. Celui-ci illustre une forme de densité kilométrique des flux (50 flux / km) plus importante que dans le cas n°2 (4 flux / km), ce qui est logique : le cas n°2 correspond à une faible valeur (400) sur longue distance (1 000 km). A l'inverse, la représentation de la quantité transférée qui correspond au cas n°2 est plus intéressante, dans la problématique des marges, si elle est interprétée en termes de mouvement considérant l'intensité des flux par rapport à la distance. En effet, sur une carte, les flux du cas n°2 sont représentés par des figurés qui sont plus nombreux (i.e. plus fréquents) : ils impliquent davantage d'individus (40 000 flux.km) et sont deux fois plus importants que ceux du cas n°1 (20 000 flux.km), alors que la quantité de flux observée apparaît faible (400), par rapport à ceux du cas n°1 (1 000).

Ce cas n°2 illustre bien le fait qu'une population plus importante (symbolisée par des figurés plus fréquents) est concernée dans *la logique de mouvement*, c'est-à-dire lorsque la distance augmente sans pour autant que les valeurs de flux progressent. Il permet donc de représenter des flux marginaux.

Pour valider l'intérêt de cette proposition, nous proposons une courte analyse cartographique des flux mondiaux de marchandises dans l'objectif d'identifier des marges.

3.3 Application au cas de flux commerciaux mondiaux

Les données mobilisées dans cette application ont été préparées dans le cadre d'un groupe de travail sur les flux et réseaux (Grasland et al., 2009) du programme⁴ de recherche européen Eurobroadmap (2009-2011). Elles décrivent des flux bilatéraux (Fij) de marchandises exprimées en valeur (milliards de dollars américains, US\$), issus de la base de données CHELEM-CIN⁵. Trois années (2004, 2005 et 2006) ont été agrégées sur une base temporelle, géographique et thématique, couvrant l'ensemble des produits échangés entre 91 unités spatiales formées de pays ou de groupes de pays. Sur le plan temporel, les données ont été tri-annualisées pour des raisons de robustesse statistique (éviter les fluctuations exceptionnelles, par exemple). Elles décrivent par conséquent la moyenne mobile des flux internationaux sur la période 2004-2006. Sur le plan thématique, ces flux commerciaux sont disponibles pour 71 catégories de produits échangés, complétés par une catégorie « non ventilé », ils

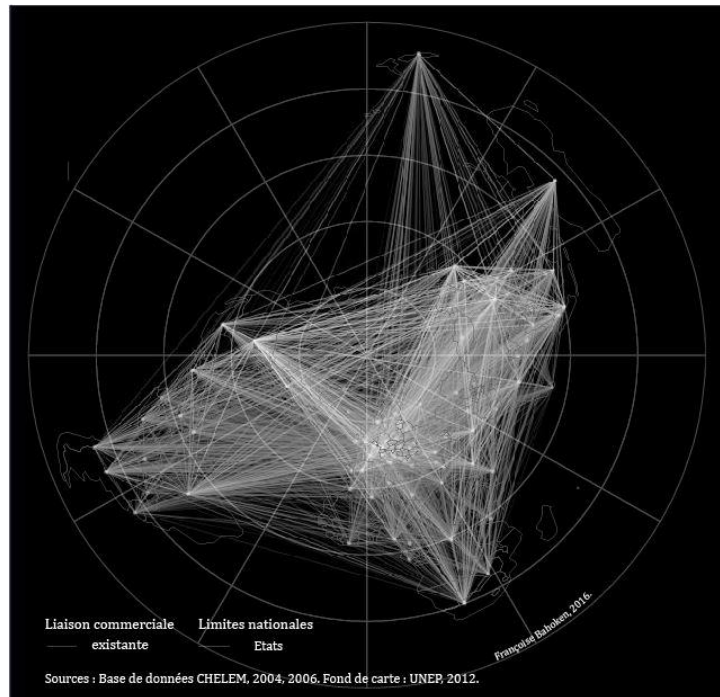
⁴ Les travaux menés sur l'analyse des flux et des réseaux, sont disponibles à l'adresse suivante : http://www.eurobroadmap.eu/Flows_and_Networks

⁵ La base de données CHELEM composée de trois fichiers : CHELEM-CIN, CHELEM-PIB et CHELEM-BAL, portant respectivement sur le commerce international et la population ; le Produit intérieur brut (PIB) et les taux de change ; la balance des paiements.

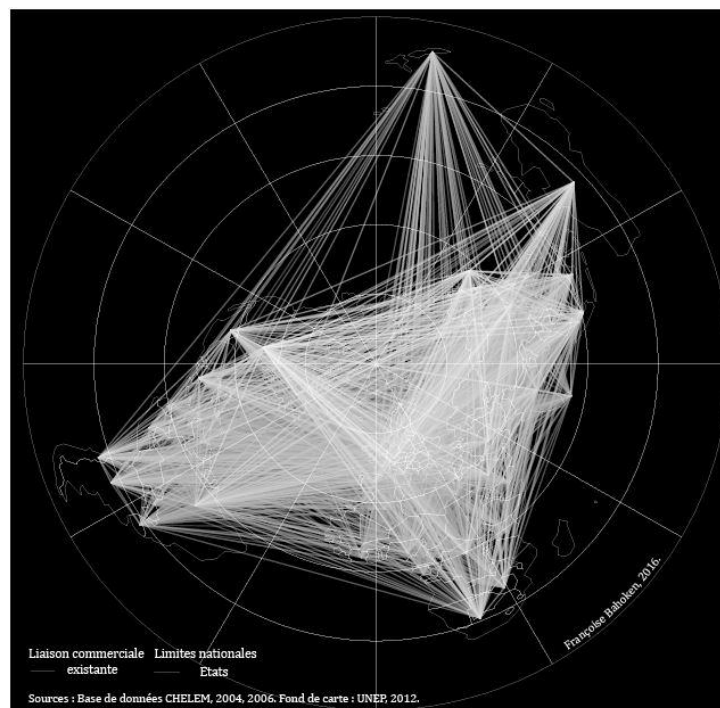
sont éventuellement regroupés en différentes nomenclatures. « La nouvelle base propose au choix les 43 postes de la nomenclature GTAP échangés et les 147 postes CITI révisée 3 à 4 positions échangés, ainsi que des agrégations en 11 filières, 10 sections, 6 stades et 4 secteurs, et nouvellement 4 niveaux technologiques regroupant 20 agrégats » (de Saint-Vaudry A., 2008 : 10). La Fig. 5 représente les relations commerciales mondiales, par des liens, selon une logique de flux et de mouvement.

Figure 5. Cartographie des relations commerciales mondiales (logiques de flux versus mouvement)

a) Logique de flux



b) Logique de mouvements



On observe une différence sensible dans la perception de la densité de figurés représentés sur ces deux cartes, alors qu'elles portent sur les mêmes données initiales. C'est ce résultat qui suggère que la *logique de mouvement* survalorise la perception des valeurs de flux qui s'expriment à longue distance,

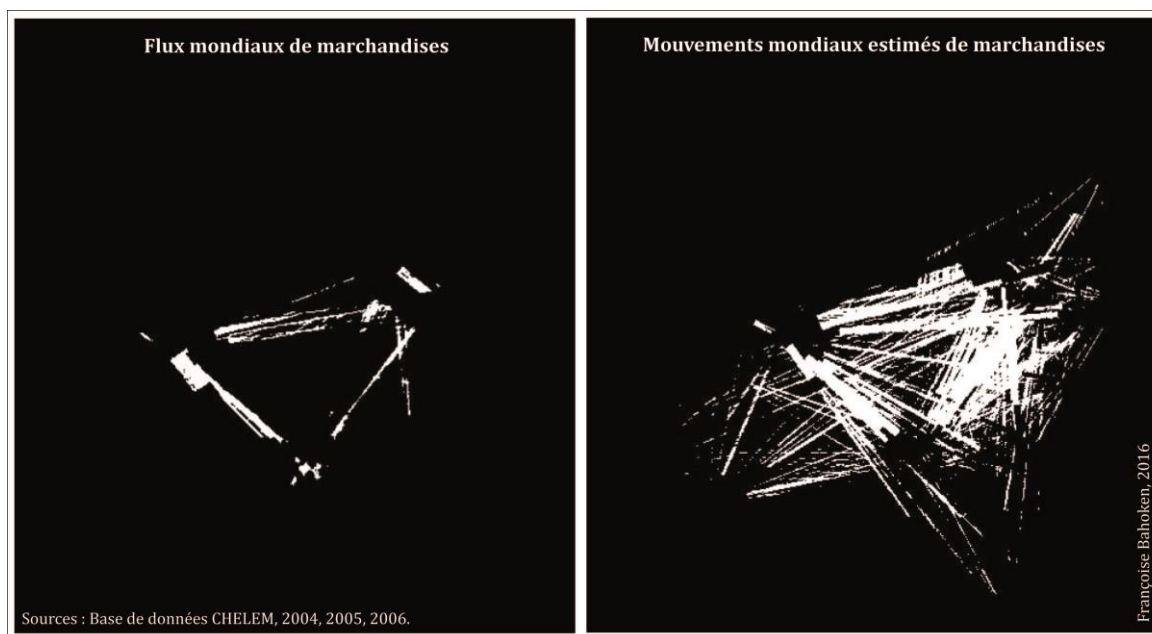
lesquels sont par ailleurs les plus nombreux (la Fig. 5b concerne bien une population plus importante que la Fig. 5a).

Examinons maintenant la représentation des motifs les plus importants de ces échanges, en valeur, sans quantification, en représentant une extraction du squelette des 25% des motifs principaux de ces échanges (Fig. 6).

Figure 7. Cartographie de 25% des motifs principaux des échanges mondiaux

a) Logique de flux

b) Logique de mouvements



Dans la logique de flux, la sélection des 25% de valeurs les plus importantes conduit logiquement à la représentation des flux forts, indépendamment de la distance parcourue, qui caractérisent la triade à l'échelle mondiale. A l'inverse, la logique de mouvement valorise la perception des flux parcourant de longues distances (plus nombreux et plus fins) et ce d'autant plus qu'ils présenteront des valeurs de flux élevées.

Dans la sémantique du flux (Fig. 6a), certains figurés courts (situés au cœur de l'Europe, entre la Chine et le Japon par exemple) ne se retrouvent pas sur la carte des mouvements estimés (Fig. 6b), car il ne s'agit pas de flux significatifs dans le raisonnement sous-jacent ; à l'inverse, de nouveaux flux y apparaissent (par exemple, entre les Etats-Unis et le Japon). La carte de flux (Fig. 6a) décrit logiquement la structure triadique des échanges que certains auteurs (Richard et Zanin, 2009 ; Grasland et Van Hamme, 2010) ont pu mettre en évidence à partir des mêmes données. Elle est formée des flux les plus forts et les plus courts sachant que, compte tenu des données, certains d'entre eux sont intenses y compris à longue distance (c'est notamment le cas des échanges entre les Etats-Unis et la Chine).

A l'inverse, les flux représentés dans la sémantique du mouvement (Fig. 6b) décrivent des relations plus longues, à différents niveaux. On y distingue des flux vers des centres, correspondant à la triade, mais ils ne sont plus uniques comme précédemment : de nombreux échanges ont lieu avec leur voisinage et à plus longue distance, vers diverses périphéries. Faut-il y voir une symbolisation d'un nouveau paradigme d'interprétation de la mondialisation ? La manifestation d'une « imbrication » de centres et de périphéries à différentes échelles ? N. Cattani écrivait, en effet, en 2006 qu'il : « [...] est désormais difficile voire incohérent de lire la mondialisation comme une opposition de grands blocs

géographiques étatiques, régionaux ou méso-régionaux. La périphérie est présente dans le centre : les régions métropolitaines globales comprennent, par exemple, des groupes socio-spatiaux en situation d'exclusion et de marginalité. Et des centralités de niveau international structurent aujourd'hui les espaces périphériques ».

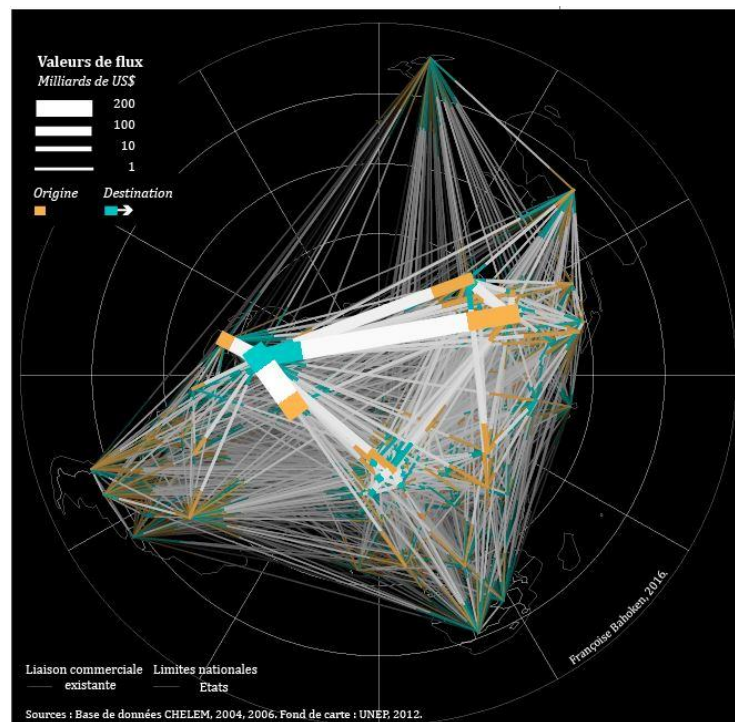
Il y a donc bien deux interprétations de ces flux commerciaux mondiaux selon que l'on prend en compte ou non la distance parcourue par les quantités transférées.

Ainsi, sachant que ces données sont asymétriques (les flux d'un pays A vers un pays B diffèrent de ceux de B vers A) et en inscrivant l'analyse dans le registre de la division internationale du travail, il est possible de poser l'hypothèse d'une dissociation des lieux de production, situés en périphérie (pour des raisons économiques évidentes de compétitivité...), de ceux de consommation, des centres. Pour cela, examinons les cartes⁶ des flux et des mouvements mondiaux estimés correspondants (Fig. 7).

Ces cartes sont complémentaires, comme l'étaient les cas n°1 et n°2 (voir *supra*). Elles peuvent naturellement être commentées soit en termes d'exportation, soit en termes d'importations, dans la sémantique du flux ou du mouvement. Ces possibilités croisées consistent à focaliser le regard sur les teintes orangées (pour l'émission) ou sur les teintes bleutées (pour la réception). Dans l'optique d'analyser des marges, ce sont plutôt les motifs orangés qu'il convient de regarder.

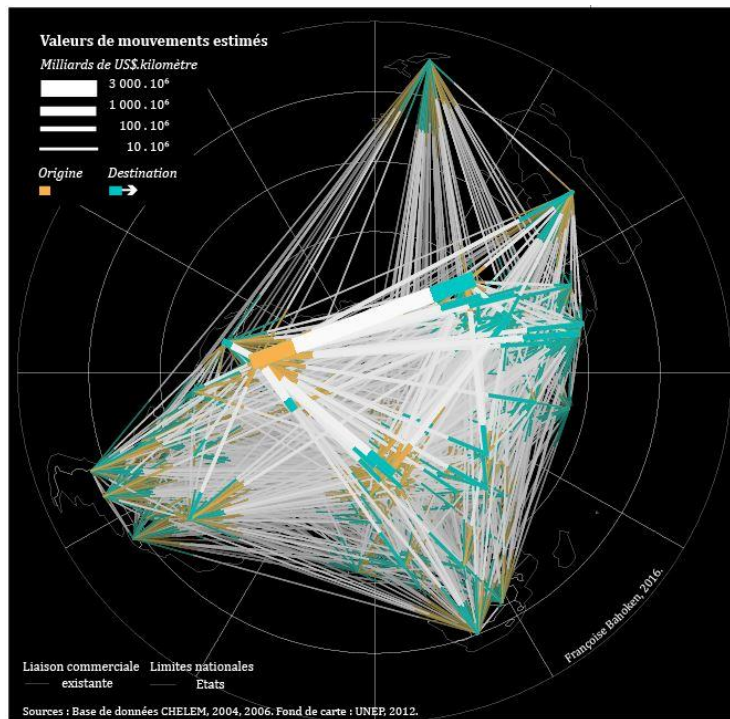
Figure 7. Cartographie des flux et des mouvements commerciaux estimés, à l'échelle mondiale

a) Logique de flux



⁶ Dans le cadre d'analyse des marges, rappelons que l'objectif de la représentation est de donner à voir la position des marges, donc des lieux émetteurs, jouant un rôle dans le système d'échanges analysé. Plus précisément, de celles qui sont *significatives* parce qu'elles participent d'échanges qui sont à la fois importants et distants des centres habituels.

b) Logique de mouvements



Il est intéressant de noter une inversion de teinte de certains pays, selon que l'on considère ou non la distance parcourue par le flux. Dans la *logique de flux*, les motifs bleus (dirigés vers les centres) soulignent la dépendance commerciale⁷ (en US\$) des Etats-Unis à ses voisins proches (Mexique, Brésil) et lointains (Asie) ; la position des pays européens est moins nette, car celle-ci est présentée désagrégée, elle mériterait d'être agrégée, comme dans (Cattan, 2004). Ces motifs principaux s'inversent dans la *logique de mouvement* : tous les pays d'une grande région asiatique-pacifique passent d'une position de périphérie à une position centrale (à un système multipolaire) et inversement pour l'Europe et l'Amérique du nord.

En termes d'échanges commerciaux, la carte de flux (Fig. 7a) apparaît plus contrastée que celle de mouvements estimés (Fig. 7b), car les valeurs monétaires de cette dernière sont pondérées par la distance parcourue. Malgré cela, la domination des pays asiatiques, pourtant en position « périphérique » de la vision européenne, est indéniable, tant elle la relègue aux confins de la production mondiale.

Conclusion

L'adoption d'une *logique de mouvement* a ceci de particulier qu'elle permet d'arbitrer sur l'échelle géographique des mobilités à représenter, en fonction de leur composante spatiale, ce qui est une nouveauté. Lorsqu'elle est considérée par le recours à une fonction d'éloignement des lieux, la distance kilométrique parcourue, par exemple, elle conduit à la représentation de mobilités qui sont locales, d'ampleur régionale ou nationale sans nécessairement mobiliser de critère de sélection. Cela ouvre la voie vers la réalisation de cartes qualitativement plus intéressantes. Dans notre cas, ce sont bien les flux correspondant cas n°2 qui permettent d'enrichir l'interprétation de la position des lieux périphériques sur une carte de flux commerciaux mondiaux. Ensuite, au-delà des cartes présentées (Fig. 7), il est possible de reprendre le cours de l'analyse de ces flux, dès lors que l'arbitrage entre la sémantique du flux ou du mouvement a été réalisé.

⁷ On peut aussi y voir le rôle joué par l'appartenance à une même zone économique, favorisant les relations.

Nous validons ainsi notre hypothèse selon laquelle, lorsque l'analyse mobilise des valeurs de flux qui s'expriment à longue distance, par exemple des mobilités quotidiennes réalisées sur des infrastructures de transport à grande vitesse, des mobilités touristiques ou encore des flux marginaux dirigés vers des espaces situés en périphérie des centres habituels, elle sera plus intéressante si elle est réalisée selon une *logique de mouvement*, dans le cadre d'une approche statistique qui prend en compte l'éloignement des lieux d'OD dans la mesure du flux, car elle survalorise la perception des longs flux.

Bibliographie

- Bahoken, F., (2015), Éléments pour une représentation (carto)graphique des matrices de flux, *M@ppemonde*, n°115, <http://mappemonde-archive.mgm.fr/num43/articles/art14304.html>
- Bahoken, F. (2016) *Contribution à la cartographie d'une matrice de flux*, Thèse de doctorat en géographie, Université Denis Diderot (Paris 7), 591 p. URL : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01273776>
- Baron, M., Le Neindre, C., Zanin, C. (2008), Mettre en cartes les universités du bassin parisien, *M@ppemonde*, vol. 4, n°92, 19 p. URL : <http://mappemonde-archive.mgm.fr/num20/articles/art08401.html>
- Cattan, N. (2004), Le monde au prisme des réseaux aériens, *Flux*, vol. 4, n°58, pp. 32-43. URL : <http://www.cairn.info/revue-flux-2004-4-page-32.htm>
- Cattan, N. (2006), Centre-périphérie, in Ghorra-Gobin, C. (dir.), *Dictionnaire critique de la mondialisation*, Paris, Armand Colin.
- (de) Saint-Vaudry, A. (2008), *Base de données CHELEM – commerce international du CEPII*, Rapport du CEPII, n°8, 84 p.
- Grasland, C. (2009), Spatial Analysis of Social Facts, A tentative theoretical framework derived from Tobler's first law of geography and Blau's multilevel structural theory of society, 46 p. Publié in : Bavaud, F., Mager, C. (2010), *Advances in Quantitative and Theoretical Geography*, University of Lausanne. URL : http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/41/06/69/PDF/Grasland_C_-_Spatial_Analysis_of_Social_Facts_-_23_Aug_2009.pdf
- Grasland, C., Bahoken, F., Beauguitte, L., Pion, G., Van Hamme, G. (2009), *Toolbox for flows and network analysis (Methodological Paper)*. Deliverable D.5.1. EuroBroadMap.Vision of Europe in the World. Small or medium scale focused project FP7-SSH-2007-1, 100 p.
- Grasland, C., Van Hamme, G. (2010), La relocalisation des activités industrielles : une approche centre-périphérie des dynamiques mondiales et européennes, *l'Espace géographique*, Belin-Reclus, pp.1-19. URL : <http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2010-1-page-1.htm>
- Grataloup, C. (1999), Centre/périphérie in : GEMDEV, *Mondialisation. Les mots et les choses*. Paris, Karthala.
- Morelle, M. (2016), Notion à la une : marginalité, *Géococonfluences*, 2016, mis en ligne le 12 juillet 2016. URL : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/notion-a-la-une-marginalite>
- Nyusten, J. D., Dacey, M. F. (1961), A graph theory interpretation of nodal regions, *Papers and proceeding of the Regional Science Association*, vol. 7, n°1, pp. 29-42. URL : http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/45977/10110_2005_Article_BF01969070.pdf?sequence=1
- Richard, Y., Zanin, (Tobelem) C. (2009), L'Europe dans la régionalisation de l'espace mondial. Étude des flux commerciaux par un modèle d'interaction spatiale, *Géocarrefour, Quelle Europe vingt ans après la chute du Mur ?* Vol. 84/3, pp. 137-149. URL : <http://geocarrefour.revues.org/7383?lang=en>
- Tobler, W. (1969), Geographical Filters and their Inverses, In: *Geographical Analysis*, Vol. 1, n° 3, p. 234–253.