

La diffusion spatiale, sociale et temporelle des pièces euros étrangères : un problème complexe

Claude GRASLAND () , France GUERIN - PACE (**), Christophe TERRIER (***)*

() Université Paris 7, UMR 8504 Géographie-cités, (**) INED, (***) Direction du Tourisme*

Introduction

L'objectif de la présente communication aux JMS 2005 n'est pas de présenter un ensemble de recherches abouties sur la question de la diffusion des pièces euro étrangères mais de discuter les difficultés et surtout de la complexité de cet objet dans toutes ses dimensions : spatiale, sociale et temporelle. Le texte qui suit est inspiré de notre réponse à l'appel d'offre 2004 de l'ACI Systèmes Complexes qui assure le financement d'une partie des travaux menés actuellement.

Les travaux de recherche sur la diffusion de l'euro ont débuté dès l'année 2002 avec la mise en place de l'observatoire de la diffusion spatiale de l'euro (ESDO) par Claude Grasland et France Guérin-Pace. Grâce au soutien de leurs équipes de recherche de tutelle (CNRS, INED, Université Paris 7) et à des contrats de recherche (Ministère du Tourisme, Banque de France), les responsables de l'ESDO ont pu réaliser en moyenne trois enquêtes par an sur la présence des euro étrangers en France et mettre en place un réseau de chercheurs français intéressés par le sujet.

Au cours de l'année 2003, le réseau de chercheurs français a été enrichi par le développement de liens avec d'autres équipes européennes travaillant sur le sujet, notamment en Espagne, en Allemagne et aux Pays-Bas. Plusieurs résultats importants ont été présentés à l'occasion de colloques internationaux d'économie spatiale (ASRDLF, Lyon, 2003) et de géographie théorique et quantitative (ECTQG, Lucca, Italie, Sept. 2003). Les liens développés avec les mathématiciens de l'université polytechnique de Madrid ont permis d'élaborer une modélisation des stratégies individuelles de paiement qui comporte des résultats très encourageants et très utiles pour construire un modèle plus général articulant des dimensions sociales, spatiales et monétaires. Enfin, la première enquête sur un pays autre que la France, la Belgique, a apporté un ensemble de résultats empiriques et théoriques qui seront publiés au printemps 2005 dans la *Revue Belge de Géographie*. Une enquête effectuée sur la présence des euro étrangers en Allemagne a été réalisée en décembre 2004 : elle est en cours d'exploitation.

Ces premiers résultats obtenus dans des domaines disciplinaires très différents nous encouragent à poursuivre cette recherche autour de la construction d'un projet spécifique de modélisation du système complexe de la diffusion des pièces euro étrangères. Ce modèle vise à articuler trois composantes inter-reliées (monétaire, spatiale, sociale), relevant initialement de techniques de modélisation différentes (modèles statistiques, modèles d'interaction spatiale, modèle de réseau social) mais que nous proposons de réunir dans un seul modèle tenant compte des différents

niveaux d'organisation. La composante empirique ne sera pas absente de ce nouveau projet qui devra être validé par deux nouvelles collectes de données en Espagne et en Allemagne.

Toutes les données qui sont collectées par l'ESDO sont libres d'accès pour tous les chercheurs qui souhaiteraient les utiliser et l'un des objectifs de la présentation de ces travaux aux JMS 2005 est précisément de « susciter des vocations » du côté des statisticiens français qui sont encore peu présents dans le réseau d'experts constitué.

1. Objectifs et contexte :

Nous ne reprenons pas l'exposé détaillé des motifs d'une recherche sur la diffusion des pièces euro étrangères qui a été effectué dans les premiers articles publiés par C. Grasland et F. Guérin en 2002 ou 2003 et nous nous centrons sur un exposé plus synthétique de l'état des recherches actuellement menées en Europe sur la diffusion des pièces euro étrangères et sur la position originale du projet ESDO dans un contexte à la fois international et pluridisciplinaire.

1.1. Le délicat problème de la mesure

Plusieurs équipes de recherche européennes ont tenté de suivre la diffusion des pièces euro étrangères, généralement dans l'objectif de tester des modèles statistiques, mathématiques ou physiques de prévision de la chronologie du mélange des pièces (Blasco & al, 2003 ; Blokland & al, 2002, 2003 ; Koole G., 2002a, 2002b ; Stoyan 2003 ; Stoyan & al. 2003). La plupart des travaux menés par ces différentes équipes s'appuient sur des données empiriques de qualité incertaine dans la mesure où il s'agit d'une collecte effectuée sur Internet auprès de volontaires recrutés soit dans le cadre de réseaux savants soit à l'aide de campagnes relayées par les médias. La plupart de ces projets, par manque de données, sont tombés en sommeil dès la fin de l'année 2002 et seul le projet ESDO et, dans une moindre mesure le projet néerlandais *Eurodiffusie* ont été en mesure d'assurer un suivi de plus longue durée. A la différence des autres équipes européennes, nous avons utilisé une solution certes plus coûteuse mais aussi beaucoup plus fiable qui consistait à réaliser des enquêtes sur échantillon représentatif de la population française selon le principe des enquêtes omnibus.

Tableau 1 : Caractéristiques principales des enquêtes ESDO

	France									Belgique
	mars-02	juin-02	sept-02	janv-03	juin-03	sept-03	dec-03	juin-04	dec-04	Dec03
Nombre de personnes interrogées	1002	2012	2057	2042	1998	1978	2013	1999	2012	977
% de porte-monnaie observés	71.6	73.7	69.5	71.9	64.6	71.1	77.3	1432	1677	67.9
Nombre de pièces observées	10369	21395	21254	19023	18460	18374	21479	19132	23039	9769
% de pièces étrangères dans l'ensemble des pièces observées	4.7	6.0	9.2	11.0	11.0	13.7	14.0	17.4	19.1	26.4
% de porte-monnaie contenant au moins une pièce étrangère	20.0	33.6	48.0	50.4	53.4	59.5	62.7	67.3	77.7	77.1

Ces enquêtes nous ont permis d'évaluer les variations de la présence des euros étrangers à l'intérieur d'un ensemble de territoires ou au sein des catégories sociales, selon deux approches :

- **L'approche fiduciaire** consiste à raisonner sur les pièces en calculant une proportion de pièces étrangères dans l'ensemble des pièces observées. Cette approche retenue par l'ensemble des équipes étrangères semble de prime abord la plus simple et la plus robuste dans la mesure où elle repose sur un nombre plus élevé d'observations. Dans l'enquête que nous avons réalisée en Belgique en décembre 2003, on dispose d'un effectif de 9892

pièces recueillies auprès de 641 individus¹. Mais raisonner sur l'ensemble des pièces néglige le fait que les pièces ne sont pas collectées de façon indépendante les unes des autres mais par « paquets » correspondant précisément aux porte-monnaie des individus. Ainsi la variance du nombre de pièces et de la proportion de pièces étrangères dans les porte-monnaie est très élevée.

- **L'approche individuelle** consiste à raisonner sur les porte-monnaie, c'est-à-dire sur les individus, et l'on calcule alors une probabilité pour chaque individu d'avoir au moins une pièce étrangère sur lui. Cette approche semble plus appropriée aux conditions de réalisation de l'enquête (échantillon représentatif de personnes et non pas de pièces). De plus, le caractère *individuel* de l'information qui est mesurée permet de proposer une interprétation aussi bien sociale que territoriale des variations de cette probabilité lorsqu'on agrège des ensembles d'individus. Cette approche individuelle est celle que nous avons privilégiée dans l'exploitation des enquêtes précédentes (Grasland, Guérin-Pace, Tostain 2002 ;Grasland, Guérin-Pace, Garnier, Tostain, 2002) et c'est celle qui sera retenue dans le projet ESDO dont l'objectif empirique est de reconstituer dans quelle mesure des groupes sociaux territorialisés sont plus ou moins connectés aux pays voisins à travers leurs réseaux sociaux et les caractéristiques propres de leur espace de vie quotidienne.

Tableau 2 : Évaluation comparée de la prévalence des pièces étrangères et des porte-monnaie contenant au moins une pièce étrangère

	Porte-monnaie			Pièces		
	étranger	Total	% Etranger	Etrangères	Total	% pièces étrangères
Belgique						
I Nord-ouest	124	156	79.6	527	2291	23.0
II Nord Est	144	205	69.9	821	3293	24.9
III Centre	43	57	74.7	219	655	33.4
IV Sud Ouest	87	103	85.0	453	1662	27.3
V Sud Est	111	120	92.8	621	1991	31.2
Total	509	641	79.4	2641	9892	26.7
France						
1 Région Parisienne	207	301	68.6	548	3556	15.4
2 Bassin Parisien Est	51	114	44.9	227	2026	11.2
3 Bassin Parisien Ouest	77	136	56.6	184	1914	9.6
4 Nord	85	99	85.8	331	1406	23.5
5 Est	104	121	85.5	366	1638	22.3
6 Ouest	111	206	53.7	302	3180	9.5
7 Sud Ouest	108	174	61.8	280	2627	10.7
8 Sud Est	115	202	57.0	246	2459	10.0
9 Méditerranée	115	197	58.4	310	2769	11.2
Total	972	1550	62.7	2794	21575	13.0
Ensemble	1480	2191	67.6	5435	31467	17.3

Source : Berroir, Grasland, Guérin, Hamez, 2004

1.2. L'insuffisance des modèles agrégés de type markovien

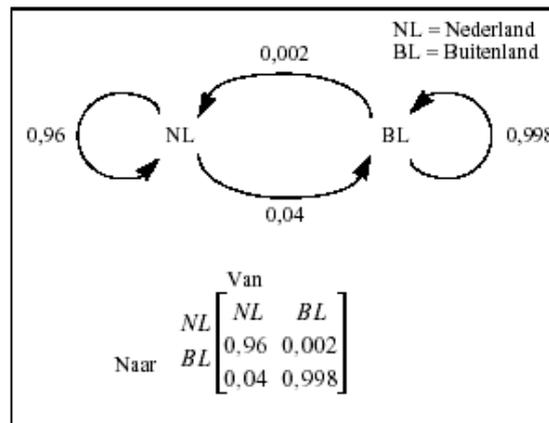
Les équipes allemandes, néerlandaises et espagnoles que nous avons rencontrées au cours du premier colloque international sur la diffusion de l'Euro, qui s'est tenu à Madrid au printemps 2003, ont proposé des modèles de mélange des pièces euro étrangères qui étaient pour la plupart

¹ Par exemple, dans la province du Brabant Wallon, on ne dispose que de 14 individus ayant ouvert leur porte-monnaie ce qui donne une marge d'erreur élevée à la proportion de personnes ayant au moins un euro étranger dans cette province. On pourrait supposer que les 198 pièces collectées auprès de ces 14 individus donnent une information plus pertinente et surtout moins sujette à des variations aléatoires.

d'inspiration markovienne. Or, la plupart de ces modèles ont conduit à des estimations fausses de la vitesse de mélange des pièces euro étrangères. Plus précisément, les modèles purement mathématiques et physique de diffusion de l'euro ont sous-estimé le temps de propagation des pièces euro étrangères car ils ne prenaient pas en compte la dimension spatiale et considéraient en première approximation chaque pays comme une entité unique ayant une densité homogène de pièces étrangères, à l'instar du modèle proposé par les chercheurs néerlandais de Eurodiffusie (Figure 1). Même si l'on introduit l'effet des nouvelles frappes monétaires (entrées et sorties de pièces), ces modèles demeurent très loin de la réalité car ils ne prennent pas en compte le rôle majeur des dynamiques locales et le fait que la majorité des échanges de pièces s'opèrent en des lieux précis (frontières, grandes métropoles), à des dates précises (rythmes saisonniers) et par l'intermédiaire de groupes sociaux spécifiques (travailleurs frontaliers, cadres supérieurs, etc.).

Figure 1 : Exemple de modèle markovien de propagation des euro étrangers aux Pays Bas

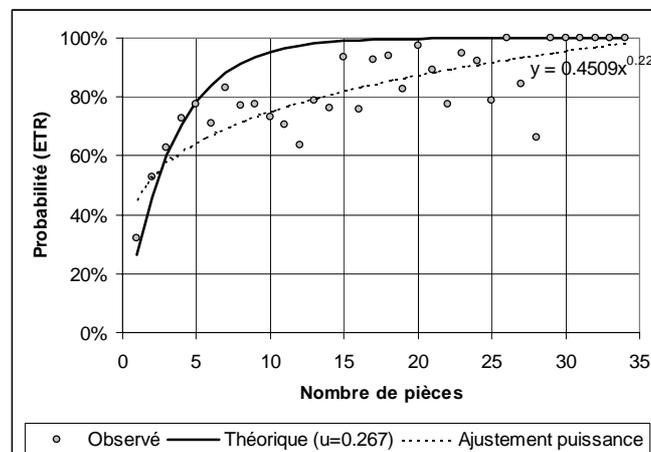
Source : G. Koole, 2003



Graaf en matrix met overgangskansen van de eurodiffusie

Les travaux que nous avons menés récemment sur les porte-monnaie belges montrent que l'hypothèse d'homogénéité de la densité de pièces étrangères à l'intérieur d'un pays donné introduit des biais considérables dans les modèles. Ainsi, lorsqu'on veut calculer pour la Belgique la probabilité d'avoir au moins une pièce étrangère en fonction de la taille du porte monnaie, on peut construire un modèle probabiliste simple qui relie la probabilité P d'avoir au moins une pièce étrangère au nombre n de pièces du porte monnaie et à la densité μ de pièces étrangères en circulation dans la masse monétaire du pays : $P = (1-\mu)^n$. Or, on constate que l'ajustement est insatisfaisant dans toute la gamme des variations du paramètre μ et que la loi empirique est fondamentalement différente de la loi théorique (Figure 2).

Figure 2 : Réfutation de l'hypothèse d'homogénéité de la densité de pièces étrangères à l'intérieur d'un pays



Source : Grasland 2004

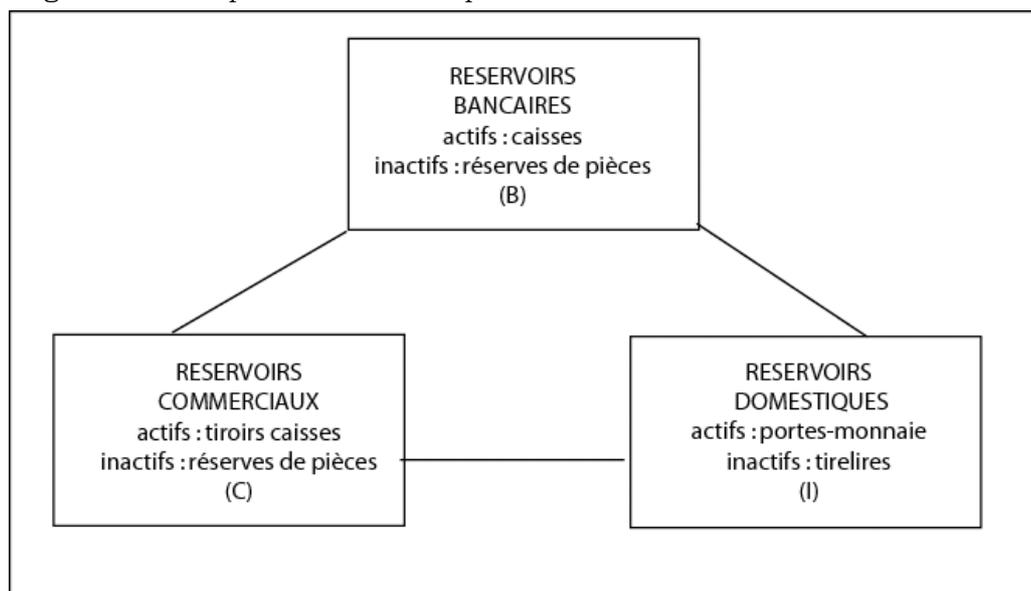
La présence d'un nombre élevé de personnes n'ayant pas de pièces étrangères alors même qu'elles ont plus de 15 pièces dans leur porte-monnaie est incompatible avec l'hypothèse de densité constante de la présence des pièces étrangères, hypothèse qui est à la base des modèles markoviens proposés par nos collègues allemands et néerlandais. Il faut nécessairement articuler plusieurs niveaux spatiaux et sociaux pour rendre compte de façon satisfaisante du processus de mélange des euros.

1.3. Les facteurs déterminant la mobilité des pièces

1.3.1. Trois réservoirs en interaction

En se fondant sur des informations recueillies au cours d'entretiens avec des responsables de la Direction du Trésor et de la Banque de France, on peut estimer que les pièces euros présentes sur le sol français se répartissent grosso modo à part égale entre la sphère domestique (porte monnaie des individus, « stocks » déposés au domicile) et la sphère marchande (tiroirs caisse des commerçants) à laquelle on peut adjoindre un certain nombre d'institutions telles que l'Eglise qui n'ont pas vocation à réaliser des profits mais qui sont amenés à collecter et faire circuler des pièces (denier du culte). S'ajoute une troisième composante plus spécifique constituée par les banques en général, et la Banque de France en particulier. Au sein de chacune de ces sphères (bancaire, commerciale et domestique) on peut identifier des réservoirs de pièces ayant des degrés d'activité et de mobilité potentielle plus ou moins élevés au cours du temps (**Figure 3**).

Figure 3 : Principaux réservoirs de pièces

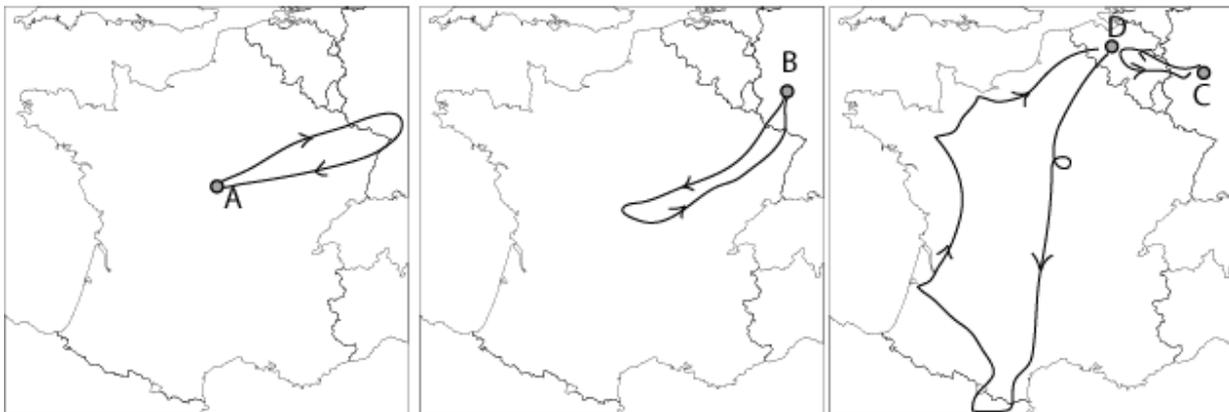


1.3.2. La mobilité des pièces imputable à la sphère domestique

Les individus et les interactions de toute nature qu'ils peuvent nouer au cours de leur existence quotidienne sont les facteurs principaux de la mobilité géographiques des pièces euros à moyenne ou longue distance. Banques et commerces interviennent sans doute dans les brassages de pièces qui se produisent à l'échelon d'un quartier, d'une ville ou d'un département, mais ils ne constituent pas, sauf exception, des vecteurs importants de transmission des pièces sur de longue distance à l'intérieur du territoire français et, a fortiori, de part et d'autre des frontières.

Le **porte-monnaie**, ou plus précisément la « **monnaie portée** ² » par un individu sur lui au cours de ses déplacements quotidiens est un objet géographique « fascinant » puisqu'il représente un réservoir mobile dans l'espace et en interaction permanente avec un environnement qui le soumet à des événements pouvant modifier plusieurs fois son contenu dans la même journée. L'originalité du travail de recherche développé par le programme ESDO est de tenter d'articuler des hypothèses de mobilité macroscopique prise en compte par des modèles markoviens (*Van Blokland P., 2002*) ou des modèles d'interaction spatiale (*De Vries & al., 2001*) avec des paramètres sociologiques de comportement individuels relevant davantage de l'analyse des réseaux sociaux (*Degenne & Forsé, 1994 ; Webster, Freeman & al., 2001*) et de la *time geography* (*Carlstein, Parkes & Thrift, 1978*). En collectant non seulement des données de localisation mais aussi des données sociologiques sur les personnes qui communiquent le contenu de leur porte-monnaie (âge, sexe, statut social, revenus, éducation, ...) on peut aller beaucoup plus loin dans la compréhension des mécanismes de circulation des pièces. Pour illustrer la complexité des chemins potentiels de circulation des pièces euros étrangères en France, considérons à titre d'hypothèse les explications possibles de la présence d'un euro allemand en France (**Figure 4**). Celui-ci peut être arrivé en France à l'issue du déplacement d'un français à l'étranger (A) ou bien à l'issue du déplacement d'un allemand en France (B), voire à la suite de déplacements successifs qui l'ont fait transiter d'Allemagne en Belgique (C) avant d'arriver en France (D). Nous ne considérons ici que les franchissements de frontière, mais évidemment des tas d'individus interviennent dans la circulation intérieure à chaque pays où les pièces passent de main en main.

Figure 4 : Trois exemples d'arrivée d'un euro allemand en France



Le porte-monnaie ou plus précisément la « monnaie portée » par un individu au cours de ses déplacements quotidiens est un objet géographique fascinant. En effet, il s'agit d'un réservoir mobile dans l'espace et en interaction permanente avec un environnement spatial mais aussi social qui le soumet à des événements pouvant modifier plusieurs fois son contenu au cours de la même journée. Les individus et les contacts qu'ils nouent quotidiennement sont les facteurs principaux de la mobilité géographique des pièces euros, à moyenne ou longue distance. Les banques et les commerces interviennent sans doute dans les brassages de pièces qui se produisent à l'échelon d'un quartier, d'une ville ou d'un département, mais ne constituent pas des vecteurs importants de transmission des pièces sur de longues distances à l'intérieur des territoires nationaux et, a fortiori, de part et d'autre des frontières, contrairement aux billets de banque.

² Dans les enquêtes ESDO effectuées au domicile des individus, une difficulté s'est présentée à plusieurs reprises lorsque les enquêteurs ont demandé aux personnes interrogées « d'ouvrir leur porte-monnaie ». Fallait-il ranger sous cette appellation toutes les pièces contenues dans les vêtements de l'individu (poches) ou bien seulement celles véhiculées dans des objets prévus spécifiquement à cet effet (porte-monnaie, sac à main) ? Fallait-il prendre en compte les dépôts fixes de pièces déposés au domicile (le « cochon-tirelire » des enfants) ou bien seulement les pièces qui circulent régulièrement (mais à quel rythme : journalier ? hebdomadaire ? mensuel ?). La notion de « monnaie portée » apparaît plus satisfaisante et on pourrait proposer de la définir dans les prochaines enquêtes comme l'ensemble des pièces qu'une personne emmène avec elle en dehors de son domicile au cours de ses déplacements. Reste évidemment le problème des motifs de déplacements, certaines personnes ayant plusieurs porte-monnaie différents selon la nature des déplacements effectués, voire des porte-monnaies collectifs communs à une famille (« le porte-monnaie des courses »). ..

2. Description du projet :

L'état de la question montre que l'analyse de la diffusion des pièces euro étrangères à travers les individus constitue un terrain idéal pour une recherche fondamentale sur l'articulation des facteurs sociaux et spatiaux des relations qui déterminent l'établissement de contacts directs ou indirects entre les membres d'une société complexe comportant plusieurs niveaux pertinents (local, régional, national, international).

- (a) la probabilité qu'un porte-monnaie comporte une pièce étrangère dépend tout d'abord de règles mathématiques et statistiques liées à sa taille, aux lieux de transactions, et indirectement aux stratégies de paiement des individus.
- (b) La fréquence des pièces étrangères originaires d'un pays donné, en un lieu donné, dépend ensuite de règles d'interaction spatiale liées à la taille des lieux émetteurs et récepteurs et aux différentes formes de proximité, gravitaires ou non, (kilométrique, linguistique, touristique, ...) qui relient les lieux entre eux.
- (c) La probabilité qu'une personne d'un groupe social donné possède plus ou moins de pièces étrangères dépend enfin de la structure des réseaux sociaux de cette personne et des (mi)lieux de sa mobilité quotidienne

Le projet propose d'analyser séparément puis conjointement chacune de ces trois dimensions afin de proposer un modèle théorique générale de diffusion des pièces euro étrangères dans la zone qui sera calibré sur les données empiriques de plusieurs pays et à plusieurs dates.

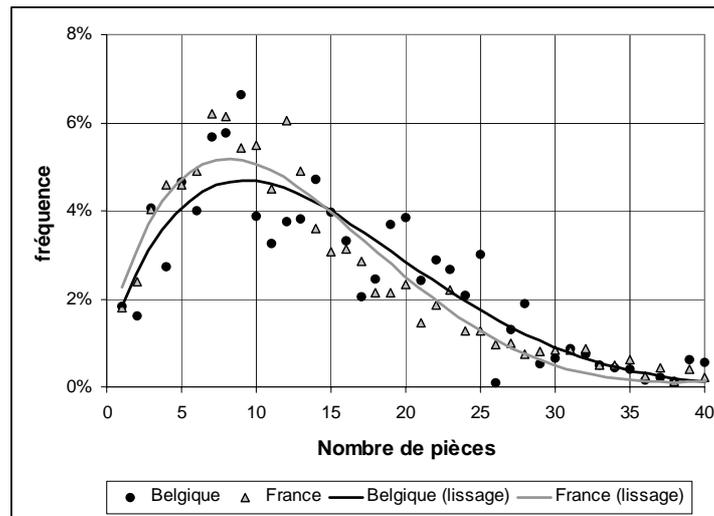
2.1. Modélisation statistique et mathématique de la dynamique élémentaire du contenu des porte-monnaie (Axe 1)

L'indicateur privilégié de notre recherche étant **la probabilité pour un individu d'avoir au moins un euro étrangers dans son porte-monnaie**, il est indispensable de bien spécifier les règles générales régissant cette probabilité. Il existe en effet plusieurs facteurs susceptibles d'influer sur cette probabilité, indépendamment de la localisation géographique des individus, de leur mobilité et de leurs réseaux sociaux.

L'acceptation ou le refus de montrer le contenu du porte-monnaie constitue un premier axe de recherche, indispensable pour vérifier si les refus de répondre à l'enquête s'opèrent de façon aléatoire ou introduisent des biais systématiques. Les premiers résultats obtenus en France et en Belgique semblent montrer que ce facteur n'entraîne pas de biais spatiaux ou sociaux mais il convient d'y prêter attention.

La taille du porte-monnaie ou les variations sociales et territoriales de la taille du porte-monnaie sont très révélatrices de certaines attitudes profondes des individus ou des groupes sociaux. Des résultats très intéressants ont ainsi été mis en évidence dans le cadre d'une étude qui a déjà été menée en France pour le compte de la Banque de France sur l'observation de la disparition des petites pièces de monnaie depuis l'introduction de l'euro (Grasland & Guérin-Pace 2003b). Les travaux de recherche réalisés sur les données ESDO par des spécialistes de mathématiques appliqués de l'Université de Madrid (J.C. Nuno & al, 2004) semblent indiquer que la forme très particulière de la distribution du nombre de pièces par porte-monnaie serait le résultat d'un arbitrage complexe entre deux stratégies contradictoires des individus qui cherchent tour à tour à payer le plus rapidement possible (ce qui accroît la taille du porte-monnaie) ou de la façon la plus exacte possible (ce qui réduit la taille du porte-monnaie). Le modèle proposé estime la part relative des deux stratégies à l'aide d'une simulation stochastique. Les résultats obtenus par J.C. Nuno & al s'ajustent remarquablement aux données empiriques de l'ESDO sur la distribution des porte-monnaie de France et de Belgique.

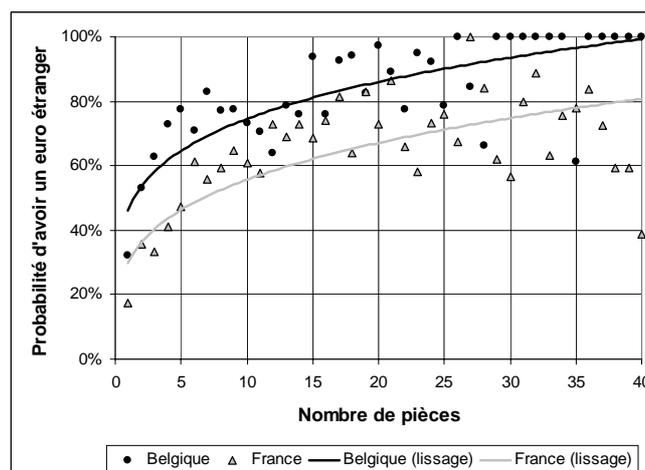
Figure 5 : Distribution du nombre de pièces par porte-monnaie en France et en Belgique (Enquêtes ESDO, Décembre 2003)



Source : Berroir, Grasland, Guérin, Hamez, 2004

La standardisation de la probabilité d'avoir une pièce étrangère en fonction de la taille du porte-monnaie. Dans le cadre d'une analyse de reconstitution des mobilités internationales et des réseaux sociaux individuels, les variations de la probabilité d'avoir un euro étranger qui sont liées à la taille du porte-monnaie apparaissent plutôt comme un biais qu'il faut corriger. Plusieurs solutions sont possibles pour opérer cette correction. Nous comptons explorer à la fois des méthodes simples de standardisation directe ou indirecte qui se contentent de neutraliser l'effet de taille du porte-monnaie en prenant comme référence la structure globale de l'échantillon étudié et des méthodes plus complexes de régression logistique où l'ensemble des effets des variables sont contrôlés simultanément et où l'on peut neutraliser également l'effet éventuel de paramètres autres que la taille du porte-monnaie.

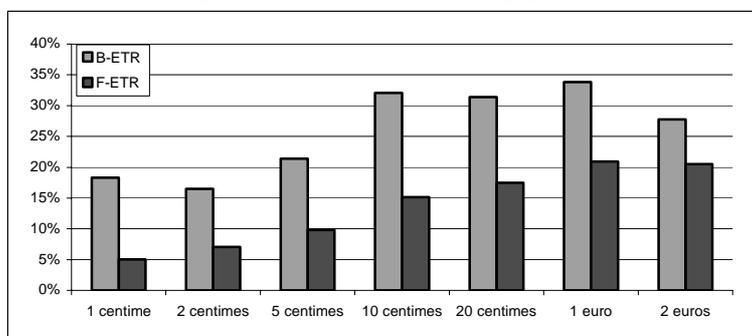
Figure 6 : Probabilité d'avoir un euro étranger en fonction de la taille du porte-monnaie en France et en Belgique (enquêtes ESDO, Décembre 2003)



Source : Berroir, Grasland, Guérin, Hamez, 2004

La relation entre la valeur des pièces et leur mobilité internationale constitue également un facteur déterminant de leur circulation, les observations empiriques ayant montré que la probabilité de déplacement au delà des frontières était inversement proportionnelle à la valeur des pièces. Cela signifie que la fonction de marqueur social et spatial que l'on peut attribuer à la probabilité d'avoir une pièce étrangère ne sera pas la même selon leur valeur faciale

Figure 7 : Présence d'euros étrangers en France et en Belgique, suivant la valeur des pièces



Source : Berroir, Grasland, Guérin, Hamez, 2004

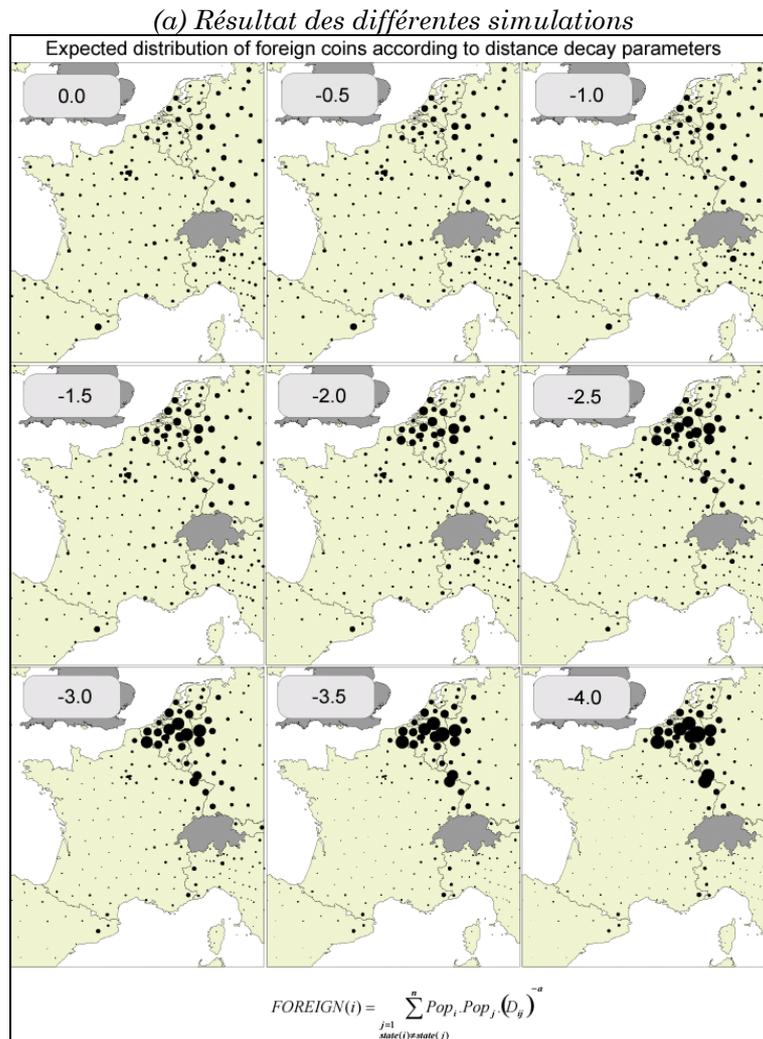
Chacune des dimensions précédentes constitue une composante indispensable dans l'évaluation des facteurs qui déterminent la probabilité d'avoir une pièce étrangère dans son porte-monnaie. On ne peut développer les étapes suivantes (analyse spatiale et analyse sociale) que si ces mécanismes élémentaires de circulation des pièces sont parfaitement élucidés, ce qui suppose que les résultats déjà obtenus sur la France et la Belgique soient validés par deux nouvelles enquêtes sur l'Espagne et l'Allemagne.

2.2. Modélisation des processus d'interaction spatiale assurant la diffusion internationale des pièces euro étrangères

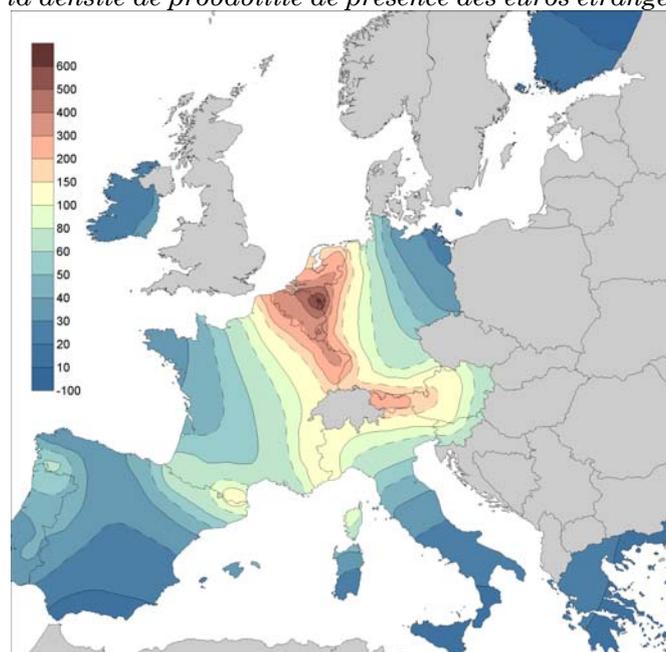
Il s'agit dans cette partie d'analyser la composante proprement spatiale de la diffusion des euro étrangers en partant de modèles de diffusion spatiale d'inspiration gravitaire qui seront progressivement complexifiés.

Un modèle gravitaire global de diffusion spatiale à l'échelle de l'ensemble de l'Europe constitue une première étape dans la modélisation qui permet de déterminer le jeu respectif de facteurs tels que la taille des pays émetteurs (poids démographique, nombre de pièces frappés) et les différents types de distance susceptibles d'intervenir dans la mise en relation des lieux (distance kilométrique, distance routière, distance linguistique, contiguïté). Volontairement simple, ce modèle permet de fournir une première ébauche qui sera progressivement améliorée mais qui permet de repérer d'emblée les facteurs indispensables à la modélisation. La principale difficulté réside dans le calibrage des modèles à l'aide de données lacunaires dans le temps et dans l'espace, ce qui impose la mise au point de procédures de validation partielle sur les données disponibles dans tel pays ou tel autre.

Figure 8 : Essai de calibrage d'un modèle global de diffusion des pièces euro étrangères
 Source : *Grasland & Guérin-Pace, 2003*



(b) estimation de la densité de probabilité de présence des euros étrangers au bout d'un an



Calibrage de modèles locaux, analyse des résidus et enrichissement du modèle global.

Dans la mesure où l'on ne peut espérer disposer rapidement d'un financement pour une enquête portant sur l'ensemble de l'espace européen, il sera nécessaire d'opérer des validations locales du modèle en utilisant à la fois la série chronologique des enquêtes françaises et les données recueillies pour quelques pays voisins de la France. L'analyse détaillée de la diffusion des euro français en Belgique et des euro belges en France a en effet permis de montrer que la distance kilométrique ou routière ne suffit pas à rendre compte du processus de diffusion spatiale et que d'autres facteurs interviennent, notamment les effets de barrière linguistique (diffusion plus faible que prévu des euros français dans la partie flamande de Belgique), les héritages de migrations historiques (diffusion plus forte que prévu des euro belges dans le NO de la France) et les phénomènes de mise en réseau préférentielle des grandes métropoles (surreprésentation des euro étrangers à Paris ou Bruxelles). La réalisation d'enquêtes complémentaires sur l'Allemagne et l'Espagne est indispensable pour conforter cette étape de la modélisation.

Introduction du temps dans le modèle – prise en compte des phénomènes de mémoire, de transit et de réversibilité. Les modèles élémentaires précédents doivent être complexifiés de plusieurs manières. La plus évidente est évidemment la prise en compte du temps qui implique de tenir compte à la fois des héritages (pièces déjà présentes sur le territoire d'un pays qui subissent des brassages intra-nationaux), des transits (e.g. pièces espagnoles qui arrivent en Allemagne après un séjour en France) et des retours (pièces françaises ou allemandes qui franchissent plusieurs fois la frontière dans les deux sens). Il est très probable que cette étape va mettre en évidence un jeu complexe de temporalités (hebdomadaires, saisonnières pluriannuelles) associées à différentes formes de mobilité ayant de portées spatiales différentes. L'analyse plus détaillée des pics estivaux de présence des euro étrangers en France servira de test de ces hypothèses dans le cas des mobilités touristiques estivales.

2.3. Modélisation des facteurs sociaux (réseaux de relation et milieux de vie) assurant la circulation des euro étrangers

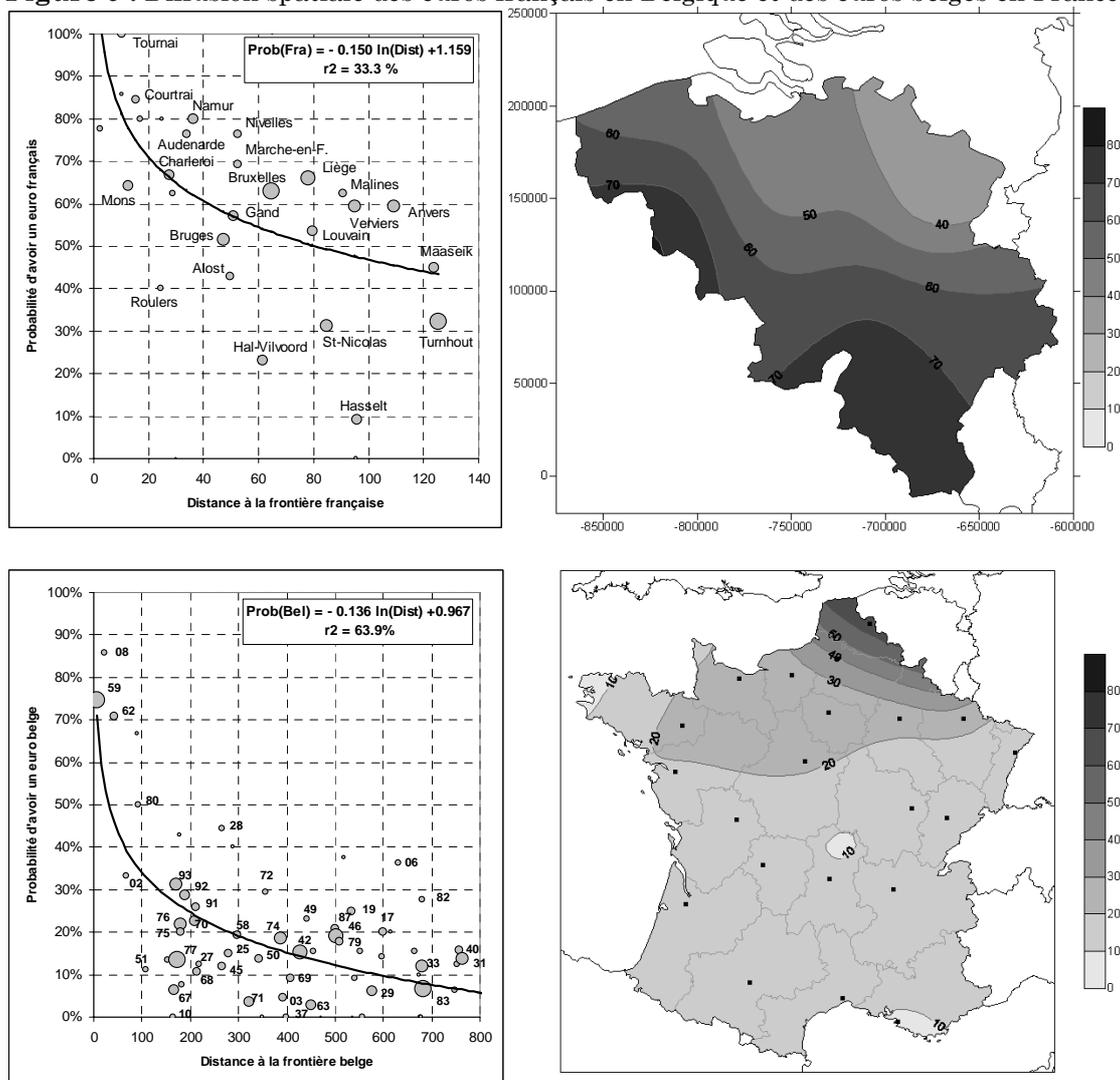
Ce dernier axe de recherche visera, toutes choses égales quant aux facteurs précédents (circulation monétaire, interaction spatiale) à repérer le rôle éventuel de facteurs proprement sociaux dans la circulation des pièces euro étrangères. Plus précisément, on examinera si la présence d'euro étrangers dans les porte-monnaie est révélatrice ou non des mobilités internationales, directes ou indirecte, qui relient les européens de part et d'autre des frontières.

L'analyse conjointe de variables caractérisant à la fois les individus (âge, sexe, niveau d'étude, statut social) et leur milieu de vie (urbain/rural, frontalier/non frontalier) constituera la première piste recherche. Elle cherchera à identifier s'il existe des variations significatives de la probabilité de posséder des pièces étrangères au niveau individuel et au niveau collectif à travers des modèles de type logistique.

L'analyse détaillée et l'interprétation en terme de réseaux sociaux des résidus des modèles d'interaction spatiale constituera une autre dimension de l'analyse visant à mieux cerner la signification sociale et territoriale de l'indicateur constitué par les pièces euro étrangères. Ce travail qui a déjà été engagé pour la France en ce qui concerne l'étude des mobilités touristiques estivales sera étendu à d'autres pays (Belgique, Espagne, Allemagne). On cherchera en particulier à reconstituer les réseaux sociaux présents ou hérités qui sont sous-jacent à la diffusion spatiale des euro d'un pays sur le territoire d'un autre. Pour se limiter à un exemple simple, les résidus d'un modèle d'interaction spatiale de diffusion des euros français en Belgique reproduit les comportements de mobilité selon une logique qui tient autant à la proximité linguistique qu'à la proximité spatiale (Klaassen & al. 1972 ; Rossera, 1990). En effet, la probabilité d'avoir un euro français dans son porte-monnaie est toujours plus forte à proximité de la frontière mais elle diminue plus rapidement en Flandres qu'en Wallonie ce qui est la marque typique d'un effet de barrière (*Figure 9*). Un autre exemple est fourni par la diffusion des euro belges en France qui met en évidence une anomalie positive par rapport au modèle gravitaire dans le centre-ouest. Cette diffusion préférentielle d'euros belges en Normandie

s'explique d'abord par les déplacements actuels des Français, professionnels ou touristiques, à destination de la Belgique³. Mais elle peut aussi être mise en relation avec des facteurs historiques : au cours de la Première Guerre Mondiale, le gouvernement belge et son administration avaient été accueillis à Sainte-Adresse, près du Havre et l'armée belge avait ses quartiers dans plusieurs villes normandes de Rouen à Caen. Plus de cent mille réfugiés belges qui avaient fui la Belgique occupée se trouvaient également dans la région (Chatelle 1934 ; Lentacker 1973). Cet héritage a eu des effets sur l'établissement de Belges dans la région et probablement sur les habitudes de fréquentation touristique entre Normandie et Belgique

Figure 9 : Diffusion spatiale des euros français en Belgique et des euros belges en France



L'analyse de la diffusion des pièces euro en dehors de la zone euro constituera un champ exploratoire intéressant sur le plan théorique et sur le plan empirique. D'un point de vue théorique, tout d'abord, il est important d'évaluer la porosité des limites du système constitué par les pays de la zone euro et la quantité de pièces qui sont mises en circulation à l'extérieur. L'adoption par les habitants de pays étrangers à la zone euro de celui-ci comme monnaie de réserve (billets) voire comme monnaie de transaction (pièces) peut introduire des déséquilibres importants dans le fonctionnement du système et entraîner une dynamique de réapprovisionnement plus importante que celle qui est liée à la simple disparition habituelle des

³ D'après une enquête sur les sorties du territoire réalisée par le ministère du tourisme en 2002, la part de la population de la ZEAT Bassin Parisien Ouest qui s'est rendue en Belgique est loin d'être négligeable : 1,4%, contre seulement 0,3% pour la ZEAT Ouest et 0,6% pour la ZEAT Bassin Parisien Est (chiffres des sorties du territoire, issus du Ministère du Tourisme, 2002).

pièces. Il est alors important de tenter d'évaluer quels sont les pays de la zone euro qui exportent le plus de pièce et dans quelles directions (Allemagne et Autriche vers l'Europe centre orientale ? France vers l'ensemble des pays d'Afrique ? Italie vers la Tunisie ? Espagne vers le Maroc ? Grèce vers la Turquie ? Irlande vers le Royaume-Uni via l'Ulster ?). Outre leur intérêt dans une perspective propre de modélisation des systèmes complexes, ces résultats ont une forte signification politique puisqu'ils permettent indirectement de repérer l'ombre portée du pôle de richesse constitué par l'Union Européenne sur les pays voisins. Même si les moyens demandés dans le cadre de la présente ACI ne permettront pas de subventionner une analyse poussée, on réalisera quelques coups de sondes sur des terrains tels que le Cameroun, la Tunisie, le Maroc, la Roumanie et la Pologne.

3. Résultats attendus

Les principaux résultats attendus sont de deux types, empirique et théoriques :

- **La construction de nouveaux indicateurs globaux de mobilité internationale** dérivés de l'étude de la prévalence des pièces euro étrangères dans les porte-monnaie intéresse directement les praticiens du tourisme ou de l'aménagement du territoire qui connaissent la difficulté d'établir des statistiques fiables sur les flux internationaux. Si la présence de pièces euro étrangères dans le porte-monnaie d'un individu est le résultat d'un processus très complexe où interviennent des composantes aléatoires, le résultat agrégé à l'échelle d'un groupe social ou d'un territoire s'avère statistiquement significatif et fournit des informations véritablement opérationnelles. Il y a certes de nombreuses difficultés à surmonter avant d'établir des procédures rigoureuses susceptibles de valider le rôle de la présence des pièces euro étrangères comme marqueur des mobilités internationales. Mais l'enjeu est particulièrement important car, à la différence d'enquêtes sur la mobilité qui considèrent généralement une seule activité (tourisme, travail, ...) ou une population donnée (les cadres supérieurs, les étrangers, ...) , la présence des euros étrangers est un marqueur global de l'ensemble des mobilités de toute la population des pays concernés, quels que soient les motifs de ces mobilités.
- **Le développement d'une réflexion pluridisciplinaire sur la dimension sociale et spatiale des réseaux de relations internationaux** représente une excellente miniature d'un problème théorique beaucoup plus central en sciences sociales : la détermination des facteurs individuels ou collectifs, sociologiques ou géographiques, spatiaux ou territoriaux, actuels ou hérités, qui conditionnent le développement de liens entre les membres de groupes sociaux différents. L'analyse de la présence des pièces euros étrangères apparaît comme un terrain de rencontre idéal pour confronter les problématiques des spécialistes de sciences sociales ainsi que les différentes écoles de modélisation de la dynamique des systèmes complexes. Cette dimension comparative (sur les données, sur les méthodes) sera développée plus particulièrement en confrontant la diffusion des euros aux processus épidémiologiques de propagation spatio-temporelle d'une maladie sur un territoire par le canal d'une population constituée d'individus mobiles (*Tuckwell, Toubiana, Vibert, 1998, 2000 ; Gould 1992 ; Elliot & al., 2000*). Il existe évidemment des différences entre la propagation des bactéries ou des virus et celle des euros étrangers⁴ mais nous sommes de la même façon en présence d'un processus de diffusion multi niveaux pour lequel il semble impossible de comprendre les résultantes globales (carte de la répartition des euros étrangers en France à différentes dates) sans effectuer au préalable une analyse très détaillée des mécanismes assurant la mobilité spatiale des pièces en général et leur mobilité internationale en particulier. Cette dimension comparative sera plus particulièrement développée dans l'hypothèse où notre projet recevrait une bourse de thèse qui serait le pendant de celle obtenu par L. Toubiana au titre de l'ACI 2003. Les deux thésards seraient alors amenés à confronter

⁴ Un euro allemand ne va pas transformer les euros français qu'il rencontre en euro allemands et réciproquement.

régulièrement les approches développées dans chaque équipe et à en rendre compte dans leurs laboratoires respectifs.

Il existe une dimension plus symbolique du travail proposé sur la diffusion des pièces euro étrangères

- **La construction européenne, dans ses doubles dimensions matérielle et idéelles que l'on saisit en étudiant la diffusion des pièces euros étrangères.** Les travaux que nous proposons de réaliser sur la « géographie de l'argent » s'inscrivent clairement dans la perspective ouverte il y a un siècle par le sociologue George Simmel dans sa « Philosophie de l'argent ». Après Marx, Simmel affirmait que « les relations entre objets ne sont que des relations entre les humains » et que « derrière ces objets il y a le comportement des humains ». De l'étude de l'argent, il concluait à une crise générale de la société européenne du début du XXe siècle, crise de la modernité qui se caractérisait par une réification des relations humaines, une tendance générale à la quantification et à l'abstraction qui libère l'individu mais « désenchante le monde » selon M. Weber. Pourtant, à observer la manière dont des européens de tous âges et de toutes catégories s'attachent à reconnaître puis à collectionner les pièces euros étrangères, on ne peut manquer de s'interroger sur la « ruse de l'histoire » qui verrait un symbole de la réification des rapports sociaux contribuer aujourd'hui à une forme de « ré-enchantement du Monde ». À l'insu des marchés financiers, la mise en place de l'euro a peut-être contribué paradoxalement à donner un supplément d'âme à une Europe monétaire. La publication par l'ESDO des premières cartes de diffusion des pièces euros étrangères répondait à une attente sociale et a suscité un intérêt médiatique considérable important. Il est vrai qu'il y a quelque chose de fascinant dans l'image symbolique de l'invasion pacifique du territoire national par des vagues d'euros belges, allemands, italiens, espagnols ou néerlandais.

Conclusion

Au delà de l'apport au demeurant très limité de l'ACI systèmes complexes (20 k□ dont la moitié ont déjà été utilisés pour réaliser une enquête sur la présence des euro étrangers en Allemagne), les promoteurs du projets ESDO souhaitent favoriser la diffusion de la base de données qu'ils ont constitué auprès de la communauté scientifique en général et des statisticiens en particulier. Au vu de la complexité du problème posé, il est indispensable de réunir un large faisceau de compétences dans de très nombreux domaines pour produire une modélisation valable d'un phénomène exceptionnel qui constitue un terrain d'expérimentation au croisement de multiples disciplines.

Pour fédérer les énergies, nous comptons publier en 2006 un premier ouvrage de synthèse ouvert à l'ensemble des disciplines intéressées (géographie, démographie, sociologie, épidémiologie, ...) et nous souhaiterions vivement que quelques membres de la communauté des statisticiens acceptent de se joindre à ce projet. Tel est le sens de cette présentation aux JMS 2005 !

Références :

Travaux de l'ESDO sur la diffusion des pièces euro étrangères

- [1] GRASLAND C., GUERIN-PACE F., GARNIER B., TOSTAIN A., 2002, L'euro gagne du terrain, Paris, Pour la Science, n° 381, 10-11.
- [2] GRASLAND C., GUERIN-PACE F., TOSTAIN A., 2002, La circulation des euros, reflet de la mobilité des hommes, Paris, INED, Population & Sociétés, n°384, 4 p.
- [3] GRASLAND, C., GUERIN-PACE, F. (2003) Note à l'attention de la Direction du Trésor sur les résultats de l'enquête ESDO menée en septembre 2003, 8p.
- [4] GRASLAND C. ; GUERIN-PACE F. (2004) « Mobilité européenne, tourisme et diffusion des pièces euros étrangères en France », Revue d'Economie Régionale et Urbaine, sous presse
- [5] GRASLAND C. ; GUÉRIN-PACE F. (2003), « A simulation of Euro coins diffusion », Paper presented at the European Colloquium on Theoretical and quantitative Geography, Lucca.
- [6] BERROIR S., GRASLAND C., GUERIN-PACE F., HAMEZ G. (2005) « La diffusion spatiale des pièces euro étrangères en Belgique et en France », BELGEO (Revue Belge de Géographie), sous presse.
- [7] NUÑO, J.C., GRASLAND, C., BLASCO, F., GUÉRIN-PACE, F., LUQUE, B. AND OLARREA, J. (2004), "Purse structure: a blueprint of how individuals face cash payments", Working paper proposed for publication at Nature (contact : jcsn@montes.upm.es)

Autres références

- [8] BARON M., GRASLAND Cl., PAULIN E., SAINT-JULIEN Th., SANDERS L., 1999, Les migrations contraintes et les déterminants individuels de la mobilité entre pôles universitaires, *MENRT, Direction de la Prospective et du Développement*, 97 p.
- [9] BLASCO F., LUQUE B., OLARREA J., NUÑO J.C., 2003, Eurodif2002: An experiment to measure the mobility and use of euro coins, *Universidad politecnica de Madrid*, <http://matematicas.montes.upm.es/eurodif/absinv1.html>
- [10] BLOKLAND (VAN) P., 2003, More than one million coins expected, *Paper presented at the ISI conference*, 2 p.
- [11] BLOKLAND (VAN) P., BOOTH L. , HIREMATH K., HOCHSTENBACH M., KOOLE G., POP S., QUANT M. & WIROSOETISNO D., 2002. *The Euro Diffusion Project.* , in Hek G.M. (Ed) , *Proceedings of the 42nd European Study Group with Industry*, CWI syllabus 51, pages 41-57, 2002. <http://www.wiskgenoot.nl/eurodiffusie/theorie/eurod.pdf>
- [12] BOPDA A., GRASLAND C., POULAIN M., 2000 , "Evaluation comparative de l'influence des limites linguistiques sur les comportements migratoires : applications aux cas de la Belgique, du Cameroun et de la Tchécoslovaquie", *AIDELF*, in : *Régimes démographiques et territoires : les frontières en question*, Actes du colloque International de La Rochelle 22-26 Sept. 1998, n°9, 107-124.
- [13] BURA S., GUÉRIN-PACE F., MATHIAN H., PUMAIN D., SANDERS L., 1996 : «Multi-agents systems and the dynamics of a settlement system», *Geographical Analysis*, Vol. 28, N°2..
- BVA, 2002, *Les intentions de départ des français à l'étranger*. Enquête effectuée sur un échantillon de 1002 personnes, Direction du Tourisme.
- [14] CARLSTEIN T., PARKES D., THRIFT N., EDS. 1978. *Human Activity and Time Geography*. New York: Wiley.

- [15] DE VRIES Jacob J. , NIJKAMP Peter , RIETVELD Piet, 2001, Alonso's Theory of movements: Developments in spatial interaction modelling, *Journal of geographical systems*. . vol. 3 , no 3 , pp. 233 - 256 .
- [16] DECROLY J.-M., GRASLAND C., 1997, "Organisation spatiale et organisation territoriale des comportements démographiques : une approche subjective" , Paris, John Libbey / INED : Eurotext, in : Bocquet-Appel J.-P., Courgeau D., Pumain D., *Analyse spatiale des données biodémographiques : approches récentes*, 131-156.
- [17] DECROLY J.-M., GRASLAND C., 1997, "Spatial autocorrelation and belonging autocorrelation : some theoretical proposals and their application to the distribution of fertility in Europe in 1980", *Gerum Kulturgeografi*, in : HOLM E. (ed.), *Modelling Space and Network : Progress in Theoretical and Quantitative geography*, Stockholm.
- [18] DEGENNE A., FORSE M., 1994, *Les réseaux sociaux*, Masson, Paris
- [19] ELLIOTT P., WAKEFIELD J., BEST N. AND BRIGGS D., 2000, *Spatial Epidemiology. Methods and Applications.*, Oxford University Press.
- [20] GOULD P., 1992, "Epidémiologie et maladie", in Bailly A., Ferras R., Pumain D., 1992, *Encyclopédie de Géographie*, Economica, Chap. 53, pp. 949-969
- [21] GRASLAND C., 1997, "L'analyse géographique des discontinuités territoriales : l'exemple de la structure par âge des régions européennes vers 1980" , *L'Espace Géographique*, 4, 309-326.
- [22] GRASLAND C., 1998, La composante d'échelle dans l'analyse des distributions spatiales. Application à la fécondité européenne en 1980 et 1988, *Revue Belge de Géographie*, 122e année, fasc. 4, 435-457.
- [23] GRASLAND C., 2000, "L'inégale accessibilité routière des villes de plus de 20 000 habitants", Paris, Anthropos, in : Mattei M.-F., Pumain D. (eds), *Données Urbaines 3*, 309-326.
- [24] GRASLAND C., 2001, Lissage cartographique et animation spatio-temporelle : quelques réflexions méthodologiques, *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, 12 p.
- [25] GRASLAND C., BARON M., SAINT-JULIEN TH., SANDERS L., 2002, « La mobilité étudiante », *Pour la Science*, mars, n°293,
- [26] GRASLAND C., MATHIAN H., VINCENT J.-M., 2000, "Multiscalar Analysis and map generalisation of discrete social phenomena : Statistical problems and political consequences", *Statistical Journal of the United Nations ECE*, 17, 157-188.
- [27] GRASLAND C., POTRYKOWSKA A., 2002, Mesures de la proximité spatiale: les migrations résidentielles à Varsovie , Paris, Belin, *Espace géographique*, n°3,
- [28] GUERIN-PACE F., LESAGE X., 2001 : « Des différentes mesures de l'inégalité de distributions de type parétien à partir de l'étude du système urbain français », *Histoire et Mesure*, XVI-1/2, pp. 157-183.
- [29] HAMEZ, G., VAILLANT, E., VAN GHELUWE, J.-L. (2001), Nuptialité et frontière : l'exemple franco-belge dans le Nord-Pas-de-Calais, *Profils Nord-Pas-de-Calais*, 2, 4p.
- [30] KLAASSEN L.H., WAGENAAR S., WEG A. (1972) Measuring psychological distance between the Flemings and the Wallons, *Papers of the Regional Science Association*, vol. 29, pp. 45-62.
- [31] KOOLE G., 2002-a, Het modelleren van de Eurodiffusie, *Nieuwe Wiskrant* 21(4):24-26 <http://www.cs.vu.nl/~koole/articles/nw02b/wiskrant.pdf>
- [32] KOOLE G., 2002-b, Eurodiffusie: een model voor je portemonnee, *STAtOR*, 3(4):13-15, <http://www.cs.vu.nl/~koole/articles/stator02/stator.pdf>
- [33] LAURENT M.A., THOMAS I., 1997, « Modèle d'interaction spatiale et agregation des lieux. L'exemple des données criminelles », *L'Espace Géographique*, 26, 3, pp. 269-279.

- [34] LLORENS, M., NUÑO, J.C. ET AL. (1999) Generalization of the Theory of transition times in metabolic pathways : a geometrical approach. *Biophysical J.*, 77, 23-36
- [35] OBERLÄNDER-TARNOVEANU Ernest , 2002, La monnaie byzantine des VIe-VIIIe siècles au-delà de la frontière du Bas-Danube. Entre politique, économie et diffusion culturelle Source : *Histoire & mesure* : (Paris). 2002 , vol. 17 , no 3-4 , pp. 155 – 196
- [36] PFEIFFER, M. SÁNCHEZ-VALDENEBRO, I., NUÑO, J.C., MONTERO, F. Y SCHUSTER, S. (1999) METATOOL: for studying metabolic networks. *Bioinformatics*, 15, 251-257.
- [37] ROGERSON Peter A. , DAIKWON HAN, 2002, The effects of migration on the detection of geographic differences in disease risk, *Social science & medicine*, vol. 55 , no 10 , pp. 1817 – 1828
- [38] ROSSERA F. (1990) Discontinuities in communications among communities of different language in Switzerland, Paper presented at ESF/NECTAR joint workshops "Barriers in communication", Athenes 17-21 February 1990, *NETCOM*, vol.4, n°1, pp.119-131
- [39] SIMMEL G. (1987), *Philosophie de l'Argent*, PUF, Paris
- [40] STOYAN D., 2003, Statistical analyses of Euro coin mixing. *Mathem. Spectrum*, vol. 35, 50-55.
- [41] STOYAN D., STOYAN G., DÖGE G., 2003, Statistical analyses and modelling of the mixing process of euro coins in Germany and Europe, *TU Bergakademie Freiberg, Germany, Working Paper. Communicated by D. Stoyan* : stoyan@orion.hrz.tu-freiberg.de
- [42] TUCKWELL H.C., TOUBIANA L., VIBERT J.F., 1998, Spatial epidemic network models with viral dynamics, *Physical Review*, 57:2, 2163-2169
- [43] TUCKWELL HC, TOUBIANA L, J-F VIBERT, 1998, Spatial Epidemic Network models with viral dynamics, *Phys. Rev. E* ; vol. 57, 2163-2169
- [44] TUCKWELL HC, TOUBIANA L, J-F VIBERT, 2001, Epidemic spread and bifurcation effects in two-dimensional network models with viral dynamics, *Phys. Rev. E*, vol. 64, 0419181-0419188
- [45] WEBSTER C.M., FREEMAN L., AUFDEMBERG C., 2001, "The Impact of Social Context on Interaction Patterns" *Journal of Social Structure*, 2, 2001

