

COMPRENDRE LES CHAINES DE DEPLACEMENTS POUR L'APPROVISIONNEMENT DES MENAGES : UNE APPROCHE EMPIRIQUE

Jesus GONZALEZ-FELIU, Christian AMBROSINI, Mathieu GARDRAT, Jean-Louis ROUTHIER*

Résumé. - Les déplacements d'achats des ménages représentent plus de la moitié des kilomètres parcourus sur l'ensemble des flux de transport de marchandises dans la ville. Ces déplacements, souvent considérés comme faisant partie des déplacements de personnes, peuvent avoir un intérêt en termes de transport de marchandises, tant pour les collectivités qui réfléchissent à la logistique urbaine que pour les activités commerciales et les acteurs de la grande distribution dans leurs stratégies commerciales et leurs services de livraison au consommateur. Cet article propose une démarche d'analyse empirique des déplacements d'achats des ménages du point de vue de la logistique urbaine, dans le but d'en modéliser la génération. Nous dressons tout d'abord un panorama des comportements de déplacements d'achats dans les agglomérations françaises. En nous appuyant sur le concept de boucle de déplacements d'achats, nous introduisons les éléments méthodologiques nécessaires à la modélisation des boucles d'achats plutôt que celle des déplacements considérés isolément. Nous montrons ensuite les principaux intérêts de cette approche, et à titre d'exemple nous appliquons le modèle proposé pour estimer les impacts et l'attractivité commerciale des principaux pôles commerciaux de l'aire urbaine lyonnaise. Nous concluons en envisageant des applications possibles de cette méthode pour alimenter une démarche de simulation plus générale, prenant en compte simultanément les chaînes logistiques de distribution (incluant notamment les livraisons à domicile ou en points relais) et les parcours des particuliers réalisant leurs achats.

Mots-clés : Achats ; Boucles de déplacements ; Demande de transport ; Logistique urbaine.

* Laboratoire d'Economie des Transports - Institut des Sciences de l'Homme, 14 Avenue Berthelot, 69363 Lyon Cedex 07. E-mail : jesus.gonzales-feliu@let.ish-lyon.cnrs.fr, christian.ambrosini@let.ish-lyon.cnrs.fr, mathieu.gardrat@let.ish-lyon.cnrs.fr, jean-louis.routhier@let.ish-lyon.cnrs.fr.

1. Introduction

La problématique du transport de marchandises en ville repose sur deux constats : (1) les marchandises sont acheminées selon des modes très divers, allant maintenant du 44 tonnes au tricycle à assistance électrique (Ambrosini et Routhier, 2004) ; (2) la majorité des kilomètres parcourus pour l'approvisionnement de la population est le fait des ménages eux-mêmes par leurs déplacements d'achats (Routhier et al., 2001). Cet article se réfère directement à ce deuxième constat.

Le système des approvisionnements urbains est composé de trois sous-systèmes : les échanges entre les établissements économiques, les déplacements d'approvisionnement des ménages et les transports de biens et matériaux nécessaires à la gestion de la ville (Patier et Routhier, 1997). Les déplacements pour achats constituent un enjeu important, non seulement pour les activités commerciales, mais également en termes d'aménagement pour les collectivités locales. D'une part, le transport de biens de consommation entre le magasin et le domicile représente plus de 50 % des véhicules-km équivalents VP du total des transports de marchandises en ville (Patier, 2002). D'autre part, les déplacements d'achats représentent près de 15 % des déplacements des ménages (Dablanc et Pecheur, 2000). Par ailleurs, depuis quelques années se développent des services nouveaux proposés aux consommateurs et qui engendrent des pratiques d'achats d'un nouveau type, telles que les livraisons à domicile, les points relais et le retrait des achats en magasin (drive) liées toutes les trois au commerce électronique (Patier et Alligier, 2003 ; Durand, 2010 ; Paché, 2010). Bien évidemment, ces nouvelles pratiques entraînent des changements dans les flux de marchandises.

Il existe déjà un certain nombre d'études et d'enquêtes, visant à caractériser les pratiques d'achats de la population française, mais elles sont rarement orientées vers l'analyse des évolutions des comportements des particuliers dans leurs déplacements d'achats motorisés. Les Chambres de Commerce et d'Industrie (CCI) réalisent des études, à l'instar de celles fondées sur les enquêtes de la CCI de Lyon en 2006. Ces études ne présentent pas un niveau de détail approprié pour mettre correctement en évidence des liens entre les commerces et les déplacements d'achats des ménages. Certaines informations agrégées donnent néanmoins un aperçu intéressant des comportements d'achats qui influencent les déplacements qu'ils génèrent.

Il importe donc d'avoir une meilleure connaissance de ces déplacements, qui représentent un enjeu tout particulier dans la logistique urbaine (Routhier et al., 2001). Cet article explore les déplacements d'achats des ménages dans les aires urbaines sous l'angle des chaînes ou des boucles de déplacements dont le motif principal est un achat, c'est-à-dire en tenant compte de tous les déplacements liés à un achat, lorsque cette activité est celle qui motive l'ensemble de ces déplacements. À cet effet, nous dressons tout d'abord un panorama des comportements de déplacements d'achats dans les agglomérations françaises, en s'appuyant sur la littérature

existante. Ensuite, nous définissons le concept de boucle de déplacements d'achats. Nous complétons cette présentation par une analyse descriptive des boucles de ce type sur l'aire urbaine de Lyon. Enfin, nous introduisons quelques éléments méthodologiques en vue de modéliser les boucles d'achats plutôt que de nous concentrer sur les déplacements considérés isolément. Nous concluons en envisageant des applications possibles de cette méthode (par exemple, lors d'exercices prospectifs mettant en jeu les nouvelles formes de distribution des marchandises au client final, comme la livraison à domicile ou les réseaux des points relais, dans le contexte général de la mise en œuvre de politiques de transport durable).

2. Caractéristiques des déplacements d'achats en France

Les déplacements liés aux pratiques d'achats représentent une source majeure de mobilité pour les ménages : environ 15% du total des déplacements effectués en semaine et 25% le samedi sont liés aux achats (Dablanc et Pecheur, 2000 ; Michaud-Trevinal et Cliquet 2002).

Ces déplacements sont difficiles à caractériser, d'une part à cause des sources d'information, peu nombreuses et souvent peu accessibles ou dont le niveau de détail n'est pas assez fin pour faire le lien entre pratiques de déplacements des ménages et dynamiques des activités commerciales. D'autre part, il existe une réelle difficulté à caractériser les déplacements d'achats en ce sens que ces derniers peuvent être habituels ou exceptionnels (Delaporte et Courel, 2006), qui se traduit par une fréquence d'achat. Par ailleurs, une part importante des déplacements d'achats se trouvent insérés dans des chaînes de déplacements ayant ou non le même motif. Si plus des trois-quarts des déplacements quotidiens des ménages (tous motifs confondus) sont constitués de trajets pendulaires, de plus en plus de personnes réalisent des chaînes de déplacements à motifs multiples. Jasaroski et Minvielle (1999) ont ainsi constaté que l'on trouve, dans le tiers des boucles au moins, un déplacement ayant pour motif à destination un achat ou une activité de loisir. De plus, certaines personnes profitent de déplacements en direction de ou en provenance de leur lieu de travail pour faire leurs courses (Orfeuill, 2001). D'autres consommateurs vont profiter d'un déplacement pour faire des courses et, simultanément, pour pratiquer une autre activité. Ces quelques exemples montrent la nécessité d'avoir une vision d'ensemble claire des déplacements des ménages, en vue de rendre compte correctement des relations qui existent entre les déplacements d'achats et les déplacements pour d'autres motifs.

Les deux modes les plus utilisés pour les déplacements d'achat sont la voiture particulière et la marche à pied. Concernant l'utilisation de la voiture (55 à 60% du total des déplacements d'achats en moyenne sur l'agglomération), l'usage en tant que passager est supérieur à la moyenne (tous motifs confondus) alors que la distance et le temps de parcours sont plus faibles (Jasaroski et Minvielle, 1999). Un quart des chaînes ont pour mode quasi-exclusif la marche à

ped, avec une prédominance du motif études, mais les motifs achats et loisirs présentent aussi des pourcentages importants. Les transports en commun sont peu utilisés dans le cas des déplacements d'achats (environ 18% du total) et leur aire d'utilisation est plus restreinte que celle de la voiture. On constate que le rayon d'action privilégiée des transports collectifs est le centre-ville, pour des raisons de commodité, lorsque la fréquence de passage des bus, tramways et métros est élevée, en conjonction avec un bon maillage du réseau sur le centre-ville, ainsi que sur les trajets radiaux. Le niveau de congestion automobile et les difficultés de stationnement dans les centres urbains viennent aussi renforcer cette utilisation (Dablanc et Pecheur, 2000 ; Michaud-Trevinal et Cliquet, 2002).

L'un des principaux facteurs explicatifs du choix modal dans les déplacements pour achats réside dans la localisation des activités commerciales, lorsqu'on les met en relation avec la localisation de la résidence du ménage ou du lieu de l'activité principale (essentiellement travail ou études) et avec les types des produits achetés. L'espace géographique, à l'intérieur duquel cohabitent les activités commerciales, les lieux de travail ou d'études des personnes et les lieux de résidence, peut être divisé en pôles complémentaires, qu'on peut regrouper en deux grandes zones d'attractivité commerciale. La première contient le centre-ville historique (hypercentre), les centres commerciaux de centre-ville, ainsi que les quartiers commerciaux urbains, situés hors du centre-ville historique ou d'autres villes secondaires de l'agglomération. Dans cette aire, l'habitat et les commerces coexistent dans un ensemble de quartiers, dans lesquels la présence des commerces de petite et moyenne taille est prédominante (Desse, 2001). L'aire périphérique, quant à elle, est composée de zones d'habitations, caractérisées par une offre incomplète en termes de commerces et de services, ainsi que de centres commerciaux de périphérie de grande taille.

Dans un contexte d'étalement urbain, le centre-ville, dans lequel résident essentiellement des personnes de moins de 30 ans (étudiants) et de plus de 55 ans, perd de l'importance face aux zones commerciales périphériques. Le petit commerce indépendant tend à céder la place à des réseaux de points de vente (franchises notamment), principalement dans les secteurs de l'habillement et accessoires pour la personne, ainsi que dans les articles de librairie. L'attractivité du centre-ville vaut surtout pour les visiteurs extérieurs. Il joue un rôle de "centre de vie" (Lestrade, 2002). Les activités commerciales sont généralement accompagnées d'endroits dédiés à la restauration, la détente et les loisirs. Les phénomènes de « lèche-vitrines » sont également importants, mais les taux de transformation des visiteurs en acheteurs est inférieur à celui des pôles commerciaux situés en périphérie (Michaud-Trevinal, Cliquet 2002). En termes de choix modal, la marche à pied et les transports en commun sont prédominants. Avec le développement des pistes cyclables et les systèmes de location de bicyclettes, la répartition modale dans les centres urbains se modifie, mais les données disponibles actuelles sont antérieures à 2001.

Les comportements spatiaux des consommateurs sont différenciés (Desse, 2001) et peuvent être reliés à des catégories socio-économiques particulières (par exemple en considérant la CSP de la personne ou le revenu du ménage) : selon Lestrade (2002), "les consommateurs qui appartiennent aux catégories populaires sont généralement moins motorisés, et aussi plus démunies financièrement et culturellement, sont considérés comme ayant des habitudes d'achats de proximité auxquelles on peut ajouter l'usage des marchés et des déplacements en grandes surfaces très localisées avec des fréquences précises, donc systématiques". Le nombre de déplacements motorisés en voiture particulière est inférieur à celui de la marche à pied ou de l'usage des transports en commun (Orfeuil, 2001).

Un autre point, qui n'est pas exploité dans le détail dans la majorité des études récentes, concerne le jour de la semaine où a lieu le déplacement pour achats. En effet, les enquêtes déplacements auprès des ménages (EM) présentent des lacunes dans le cas du samedi. Pourtant, ce jour est le plus important en nombre de déplacements pour achats, avec 18 à 20% du nombre total des déplacements d'achats de la semaine. Son importance vaut aussi en termes de composition des déplacements par motif : le samedi, le nombre de déplacements pour travail ou études est très inférieur à celui des déplacements de loisirs (45 à 50% du total des déplacements du samedi) ou à celui des achats (25 à 30%). Concernant les achats, la répartition modale change aussi par rapport aux autres jours de la semaine (dimanche exclu), avec une augmentation de l'usage de la voiture et une diminution des déplacements en transports en commun. Cela est expliqué par le fait que, le samedi, les ménages disposent de plus de temps libre, que les achats sont plus volumineux et que l'on constate une diminution de l'offre en transports en commun.

Les catégories de produits jouent aussi un rôle essentiel dans le choix modal, surtout si l'on considère la localisation des commerces. Une grande partie des commerces qui proposent des produits d'équipement de la personne se trouve dans le centre-ville historique des agglomérations, ce qui explique pourquoi les transports en commun sont souvent utilisés pour les déplacements d'achats relatifs à ces produits (leurs caractéristiques (taille et poids) tendent à favoriser l'usage des transports collectifs). En effet, les achats d'équipement de la maison, de même que les courses alimentaires se font le plus souvent en voiture alors que les achats d'équipement de la personne (vêtements en particulier), loisirs et culture, de par leur encombrement réduit, ne constituent pas un handicap pour les transports en commun ou les pérégrinations dans les rues commerçantes. Les comportements liés aux centres commerciaux de périphérie doivent être étudiés en détail, mais en général les achats d'équipement de la personne dans ces pôles sont généralement accompagnés d'achats de produits alimentaires ou d'équipement de la maison (Michaud-Trevinal et Cliquet 2002 ; Lestrade, 2002).

L'intensification de la mobilité et la complexification des comportements de mobilité sont liées aux transformations sociales, telles le développement du travail féminin, les nouveaux

types de ménages et les évolutions qui en découlent dans la répartition des tâches ménagères. En général, ces dernières années, le nombre de ménages dans les agglomérations a augmenté, mais le nombre moyen de personnes constituant un ménage a diminué (Cérami, Camus, 2004). Le sexe des personnes dans le ménage reste un élément à prendre en compte : les femmes réalisent 60% des déplacements pour achats (Cérami, Camus, 2004). D'autres aspects à souligner sont le développement du temps libre et les nouvelles organisations du travail. Certaines transformations sociales, qui induisent des modifications dans les comportements d'achats, sont en lien avec les transformations urbaines, comme l'étalement des villes et la croissance de la population périurbaine. Il en résulte que les déplacements urbains se multiplient, car de plus en plus d'actifs travaillent loin de leur domicile (Talbot, 2001).

Ces évolutions diffèrent selon l'âge des individus : notamment on observe une croissance plus forte pour les retraités, qui réalisent plus de déplacements d'achats que la moyenne (Routhier et al., 2001), car leur inactivité professionnelle leur laisse plus de temps libre. Pour les populations jeunes (écoliers, lycéens, étudiants), la progression est plus faible et les déplacements moins motorisés. Dès lors, les achats sont plus situés en centre-ville là où les transports en commun, la marche et le vélo sont les modes de déplacement les plus utilisés (Gasnier, 1996).

Les nouvelles technologies et les nouvelles formes de distribution liées au développement du commerce électronique ont un certain impact sur la mobilité, en modifiant les pratiques d'achats. Les effets observés ne sont pas seulement de type substitutif (i.e. réduction du nombre de déplacements pour la recherche et l'achat d'un produit) mais aussi des catalyseurs de la mobilité (Ourednik, 2004). Ward et Morganosky (2000) ont ainsi montré que la recherche d'informations sur Internet conduisait souvent à des achats en magasin et que le risque de cannibalisation des ventes en magasin par les ventes en ligne était encore faible. Cela peut être expliqué par le fait que le consommateur se rend dans différentes zones commerciales à la recherche d'alternatives en matière de qualité et de prix avant de concrétiser un achat, et ce en complément d'une recherche réalisée sur Internet. Certains déplacements ne sont donc pas directement liés à un achat, mais il s'agit de déplacements bien réels, qui peuvent être considérés dans certains cas comme des déplacements de lèche-vitrines (Ourednik, 2004). D'un autre côté, les nouvelles offres de services en matière d'achats peuvent aussi avoir une influence sur la fidélisation des clients (livraisons à domicile, assistance technique ou contact par e-mail pour différents services ou informations).

3. Analyse des déplacements d'achats dans l'aire urbaine de Lyon : une approche par boucles

Dans les études relatives à la modélisation et à la planification des transports et du trafic, on trouve plusieurs définitions différentes des déplacements d'achats. Parmi elles, deux définitions tendent à émerger. La première (la plus utilisée) précise qu'un déplacement est considéré comme étant d'achat si le motif à la destination est l'achat d'un ou plusieurs produits. Cependant, Toilier et al. (2005) utilisent un concept différent pour les déplacements d'achats considéré du point de vue de la logistique urbaine : selon ces auteurs, il apparaît plus cohérent d'utiliser comme déplacement d'achats celui qui s'accompagne du transport de la marchandise. S'y ajoute le déplacement domicile-achats, dans le cas des navettes domicile-achats-domicile. Ces deux groupes de déplacements sont liés entre eux : un déplacement ayant comme motif à l'origine un achat ne peut avoir lieu que si, précédemment, il y a eu un déplacement ayant comme motif à la destination l'achat en question.

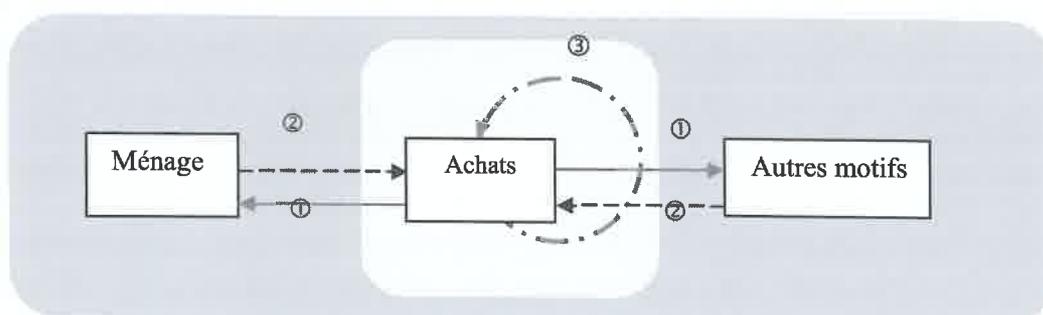


Figure 1 : Schéma simplifié des principaux déplacements liés à l'activité d'achat (adapté de Toilier et al. 2005).

Nous distinguons ainsi deux notions importantes dans la définition des séquences de déplacements : les chaînes et les boucles.

Une chaîne de déplacements est définie comme une séquence de déplacements (Ortuzar et Willumsen, 2001). Dans les enquêtes déplacements françaises, seules les séquences dont l'origine (ou la destination) est le domicile et l'autre extrémité est le lieu du motif principal du déplacement, sont considérées comme des chaînes (CERTU, 2008).

Une boucle de déplacements peut être définie comme l'ensemble des déplacements inclus entre un départ et un retour au domicile. Une boucle est donc toujours composée de deux chaînes. La décomposition d'une boucle en deux chaînes est faite à partir du déplacement correspondant au motif principal de la chaîne (CERTU, 2008).

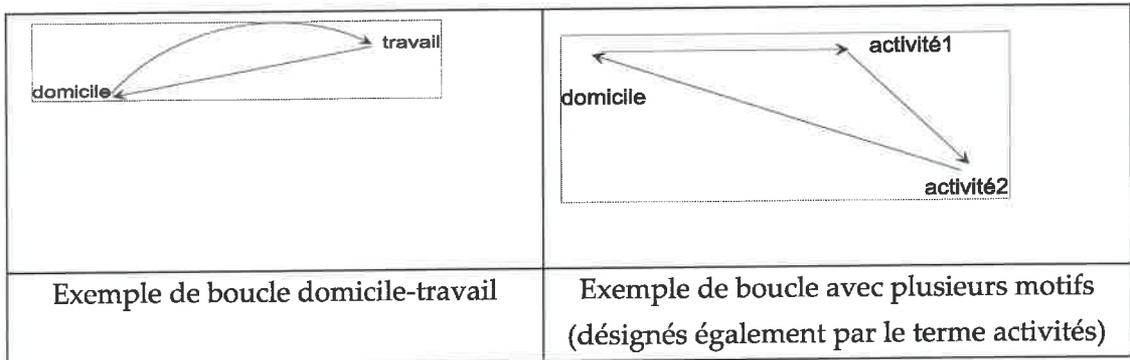


Figure 2 : Exemples de boucles selon la définition standard CERTU (2008).

Dans la première boucle de l'exemple, le motif principal est clair : il s'agit donc du travail. Dans le cas de la deuxième boucle, nous allons envisager deux cas de figure. Si le motif principal est l'activité 1, la première chaîne contient un seul déplacement (domicile-activité 1) et la deuxième en contient deux : (activité 1-activité 2 + activité 2-domicile). Si le motif principal est l'activité 2, la première chaîne contient deux déplacements (domicile-activité 1 + activité 1-activité 2) et la deuxième en contient un seul (activité 2-domicile).

3.1 Contexte géographique et base de données utilisée

Nous proposerons par la suite une analyse des boucles de déplacements liés aux achats des ménages sur l'aire urbaine de l'agglomération lyonnaise d'après les enquêtes ménages déplacements (EML) de 2006. Cette enquête, réalisée tous les 10 ans environ dans les grandes agglomérations françaises, est réalisée selon un cahier des charges standardisé. La zone d'études est l'aire urbaine qui compte 2 millions d'habitants et 800.000 ménages environ. Elle est divisée en 777 zones fines correspondant aux zones IRIS et que nous avons regroupées en 34 macro-zones (d'après le zonage SIMBAD, cf. Nicolas et al., 2009). Nous avons choisi ce regroupement comme territoire d'investigation.

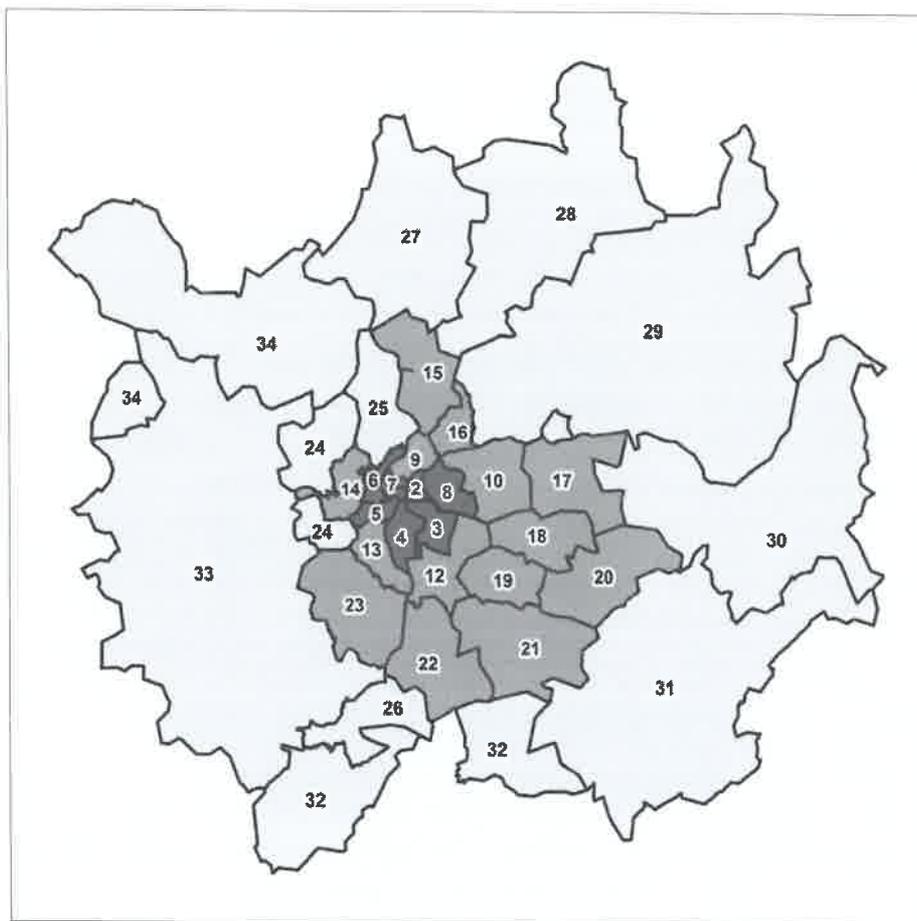


Figure 3 : Carte de l'aire urbaine de Lyon et zones d'études (Gonzalez-Feliu et al., 2012)

A partir de ce zonage, trois grandes couronnes peuvent être définies (Gonzalez-Feliu et al., 2010 ; 2012) :

- *Zone centre*, qui contient la ville ou les villes principales de l'agglomération. Dans notre cas, la zone centre est formée de deux communes : Lyon et Villeurbanne (zones 1-8).
- *Première couronne*, qui correspond aux communes limitrophes de la zone centrale qui ont en général un tissu urbain moins dense (zones 9-23). Ces communes sont néanmoins assez proches de la zone centrale et présentent des caractéristiques similaires, auxquelles s'ajoutent quelques spécificités (présence de zones commerciales et de loisirs, développement du réseau de transports en commun, etc.)
- *Deuxième couronne*, qui comprend le reste des zones de l'aire urbaine (24 à 34), de type péri-urbain ou rural, caractérisé par un taux de motorisation élevé, un développement de très

grandes surfaces commerciales et une plus faible accessibilité du réseau de transports en commun.

3.2 Principaux résultats

Nous présentons tout d'abord le nombre de déplacements d'achats comptés au lieu de résidence. Sur l'ensemble de l'aire urbaine, le nombre total de déplacements journaliers (du lundi au vendredi) est d'environ 7 millions, tous motifs confondus. Les déplacements dont le motif à la destination est un achat représentent 11% d'entre eux, dont 82% sont inclus dans des boucles dont le motif principal est un achat ou l'accès à un service (santé, recherche d'emploi ou autres démarches). Les déplacements domicile - achat(s) - domicile (ou navettes) en représentent 65% environ, soit presque 7% du total des déplacements.

Zone de résidence	Tous Déplacements	Déplacements d'achat	Inclus dans boucles à motif principal achats ou services	Déplacements inclus dans navettes domicile-achats
Centre	1 935 789	11,1%	8,9%	6,9%
1ère couronne	1 972 733	12,6%	10,5%	8,0%
2ème couronne	2 997 085	10,1%	8,4%	6,1%
Total	6 905 608	11,1%	9,1%	6,9%

Tableau 1 : Nombre journalier de déplacements d'achats sur l'aire urbaine de Lyon (2006), répartition par couronne.

Nous observons que le nombre de déplacements d'achats des ménages résidant en première couronne est significativement supérieur à celui des autres couronnes. Du fait que 82% des déplacements d'achats sont liés à des boucles dont le motif principal est un achat ou l'accès à un service, nous poursuivrons l'analyse sur ces déplacements. Concernant le taux d'utilisation de la voiture, nous observons que plus les ménages sont localisés loin du centre, plus l'usage de la voiture est primordial pour leur approvisionnement.

Zone de résidence	Déplacements d'achats dans boucles achats ou services			Déplacements inclus dans navettes domicile-achats		
	Total	Non VP	VP	Total	Non VP	VP
Centre	172 923	79,5%	20,5%	134 313	76,6%	23,4%
1ère couronne	206 543	36,3%	63,7%	158 128	45,3%	54,7%
2ème couronne	251 865	29,5%	70,5%	182 621	30,6%	69,4%
Total	631 332	45,4%	54,6%	475 061	48,4%	51,6%

Tableau 2 : Part de l'usage de la voiture dans les achats selon la zone de résidence.

Il paraît donc intéressant d'étudier plus en détail la répartition modale des navettes par couronne. Le Tableau 3 confirme l'inversion entre usage de la marche à pied et des transports collectifs et l'usage de la voiture selon la zone de résidence. La part de l'usage de la voiture comme passager est plus importante en zone centrale qu'en périphérie.

Zone de résidence	Total	VP conducteur	VP passager	Marche à pied	TC et autres modes
Centre	134 313	16,3%	7,1%	62,1%	14,5%
1ère couronne	158 128	40,5%	14,2%	37,9%	7,3%
2ème couronne	182 621	51,7%	17,7%	28,4%	2,1%
Total	475 061	38,1%	13,6%	41,0%	7,3%

Tableau 3 : Répartition modale des déplacements d'achats dans des navettes

Ces constats mettent en évidence des pratiques d'achat très différentes suivant la zone de résidence, en lien avec les types de commerces prédominants dans ces zones :

Type de commerce	Total	VP conducteur	VP passager	Marche à pied	TC et autres modes
Marché	24 431 (5,1%)	23,6%	10,9%	53,8%	11,7%
Petit Commerce	262 933 (55,3%)	29,9%	8,1%	56,3%	5,6%
Grande Distribution	187 697 (39,5%)	51,3%	21,5%	18,0%	9,2%
Total	475 061 (100,0%)	38,1%	13,6%	41,0%	7,3%

Tableau 4 : Répartition modale des déplacements d'achats suivant le type de commerce

En général, le nombre de déplacements effectués en marche à pied (41%) est du même ordre que le nombre de déplacements de véhicules particuliers (38%). Les rapports s'inversent sensiblement selon que l'on s'intéresse au petit commerce ou à la grande distribution. Le rapprochement des tableaux 3 et 4 confirme une spécialisation fonctionnelle des zones : la grande distribution prédomine en périphérie, drainant des flux de véhicules particuliers, alors que le petit commerce, bien représenté dans les zones denses, est bien adapté à une demande nécessitant moins l'usage de la voiture.

Ces quelques éléments quantitatifs fournissent les bases d'un modèle de génération sur données empiriques dont les grandes lignes sont présentées ci-dessous.

4. Éléments de modélisation des boucles « achats » dans les agglomérations de taille moyenne

Nous présentons par la suite des éléments pour la génération des déplacements d'achat dans les agglomérations de taille moyenne. D'après Cubukcu (2001), les facteurs qui induisent

les déplacements d'achats ne sont pas tout à fait les mêmes que ceux des déplacements liés au travail. Nous proposons donc deux approches pour la génération des déplacements d'achats motorisés dans les boucles dont le motif principal est un achat ou l'accès à un service. Pour ceci, nous avons utilisé les données de l'EML 2006 pour la construction et le calage des modèles. Concernant les données sur les établissements commerciaux, la base de données est établie à partir du fichier SIRENE de 2005. Les valeurs démographiques sont basées sur les données des recensements, publiées par l'INSEE.

Les deux approches proposées sont fondées sur l'hypothèse que la génération des déplacements d'achats (DA) peut être représentée selon une fonction linéaire. Par ailleurs, le meilleur modèle d'estimation en vue de mesurer l'attractivité commerciale d'une zone est rendu par une régression linéaire multiple (on part d'un modèle à une variable explicative, puis l'on ajoute ou retranche certaines variables, de façon à augmenter la valeur du coefficient de détermination).

La première approche consiste à appliquer la technique de régression à l'ensemble des zones. La régression linéaire la mieux ajustée s'établit comme suit :

$$DA_{VP} = a_0 + a_1 \cdot POP + a_2 \cdot PC + a_3 \cdot EGS + a_4 \cdot ETGS + a_5 \cdot TMOT$$

où :

DA_{VP} : Nombre de déplacements d'achats motorisés (effectués en voiture) ;

POP : Population de la zone ;

PC : Nombre de petits commerces de la zone ;

EGS : Nombre d'emplois en grande surface de la zone ;

ETGS : Nombre d'emplois en très grande surface de la zone ;

TMOT : Taux de motorisation de la zone.

La deuxième approche agrège les données par couronne et propose trois équations au lieu d'une seule :

$$DA_{VP-Centre} = a_0 + a_1 POP + a_2 PC + a_3 EGS + a_4 ETGS + a_5 CC + a_6 TMOT$$

$$DA_{VP-Couronne 1} = a_0 + a_1 POP + a_2 PC + a_3 EGS + a_4 ETGS + a_5 CC + a_6 TMOT$$

$$DA_{VP-Couronne 2} = a_0 + a_1 POP + a_2 PC + a_3 EGS + a_4 ETGS + a_5 CC$$

Une nouvelle variable (CC) est introduite. Elle correspond à la présence ou non d'un centre commercial dans la zone. Cette présence est exprimée au moyen d'une variable dichotomique (0 ou 1) (Ségalou, 1999). Nous utilisons le logiciel Excel pour les conversions de données et l'analyse de ces dernières. Nous appliquons l'option régression linéaire à l'ensemble du jeu de données, en réalisant différentes combinaisons de variables, en commençant par la population et en ajoutant successivement les autres variables. Les résultats de ces régressions sont synthétisés dans le tableau suivant :

Modèle	R ²	F Test	Nombre d'individus
Approche 1	0,82	1,28.10 ⁻⁹	33
Approche 2 – Centre	0,86	0,31	8
Approche 2 – Couronne 1	0,77	0,007	14
Approche 2 – Couronne 2	0,95	0,002	11

Tableau 5 : Résultats des régressions linéaires pour la meilleure combinaison de variables.

Plus de détail sur les résultats de calibrage de ce modèle sont fournis dans Gonzalez-Feliu et al. (2010 ; 2012). La première approche propose un modèle plus robuste car il s'appuie sur une plus grande quantité de données (une seule équation sur 33 individus) mais qui n'arrive pas à expliquer correctement certains phénomènes surtout en première couronne. La deuxième approche présente l'avantage de mettre l'accent sur l'influence de la présence ou non de supermarchés dans l'aire urbaine. Dans la zone centrale, le coefficient correspondant est négatif, alors qu'il est positif dans les deux autres zones. Cela signifie que l'usage de la voiture est prédominant dans les supermarchés périphériques, et beaucoup moins dans la zone centre. On note également que le taux de motorisation n'est pas très significatif en deuxième couronne.

L'une des variables essentielles à considérer est la présence ou non d'un centre commercial en périphérie. En effet, lorsqu'on ne tient pas compte de celle-ci, les approximations réalisées dans les zones 12 à 16 et 19 à 22 sont d'une qualité similaire à l'estimation obtenue lorsqu'on ne distingue pas les différentes zones de l'espace urbain envisagées ci-dessus. En effet, un centre commercial ne fait pas que contenir des grands magasins, il contient aussi divers petits commerces satellites et parfois des activités de service ou des restaurants. Cette concentration de différentes activités commerciales influe sur le niveau des DA motorisés de la zone concernée.

Une possible utilisation est celle de définir l'attractivité commerciale (en nombre de voitures attirées par un pôle commercial), du moment où le consommateur en voiture a deux principaux comportements d'achat (Michaud-Trevinal, 2010) : des petits achats à l'intérieur de boucles régulières, plusieurs fois par semaine, ou un gros achat par semaine. Dans ce dernier cas, nous pouvons supposer des résultats présentés auparavant que la chaîne de déplacements sera une navette domicile-achats ou une boucle travail-achat-domicile.

Nous appliquons donc le modèle sur les principales zones commerciales de Lyon, en cherchant à identifier leurs aires d'influence, i.e., les commerces autour de la zone qui bénéficient de l'attractivité commerciale du pôle en question. Nous reportons dans le tableau suivant, pour chaque pôle, le type de zone commerciale (ensemble de magasins en zone urbaine, centrale ou périphérique, ou centre commercial), puis son chiffre d'affaires d'après la CCI de Lyon (2006).

Ce dernier montre que le nombre de boucles d'achats motorisés n'est pas directement lié au chiffre d'affaires de la zone commerciale, et donc que les déplacements d'achat motorisés se font quel que soit le montant dépensé.

Zone	Pôle commercial	Type	CA	Boucles achats motorisés par jour
1	Hypercentre	Zone urbaine centrale	> 500 M€	2000
2	Part-Dieu	Centre commercial	> 500 M€	11000
3	Rive Gauche	Zone urbaine centrale	350-400 M€	16000
7	Croix Rousse	Zone urbaine périphérique	140-170 M€	6000
8	Gratte-Ciel	Zone urbaine périphérique	80-110 M€	12000
10	Sept Chemins	Centre commercial	80-110 M€	8000
12	Porte des Alpes	Centre commercial	500-550 M€	16000
14	CC Ecully	Centre commercial	300-350 M€	11000
23	CC Givors	Centre commercial	250-300 M€	16000

Tableau 6 : Application du modèle sur les principaux pôles commerciaux de Lyon

Nous observons que des pôles importants en CA (Hypercentre et Part-Dieu) ont une attractivité voiture moins élevée que des centres commerciaux périphériques moins bien desservis par les transports en commun, comme Ecully ou Givors, ou des zones commerçantes comme la Rive Gauche ou Gratte-Ciel. Ce dernier cas est intéressant car le nombre de boucles d'achat motorisées est du même ordre de grandeur que celui du centre commercial de la Porte des Alpes mais le chiffre d'affaires est 5 fois plus petit. Ceci peut s'expliquer par le fait que Gratte-Ciel est au cœur de Villeurbanne, seconde commune la plus peuplée de l'agglomération lyonnaise, et le pôle est doté d'une grande variété de petits commerces et supermarchés alimentaires, qui forment les boucles travail-achat-domicile (plus fréquentes qu'en autres zones) avec des paniers moyens moins volumineux.

Le cadre proposé permet d'estimer le nombre de DA arrivant dans une zone donnée, en vue d'effectuer un ou des achats de biens, ainsi que de déterminer l'origine et la destination finale, respectivement des DA entrants et sortants de la zone. Nous constatons que le nombre

d'individus pour la deuxième approche est néanmoins faible. En vue d'assurer une meilleure robustesse du modèle il est important de l'appliquer sur un ensemble de données qui comprennent plusieurs aires urbaines. De plus, il est aussi important d'étudier la transférabilité du modèle sur des agglomérations françaises (hors Ile-de-France) quelle que soit leur taille. Pour connaître l'influence de la taille d'une ville sur la génération des DA, plusieurs aires urbaines ont été considérées. Ainsi, l'agglomération dijonnaise est environ cinq fois moins peuplée que celle de Lyon. Si l'on observe des coefficients de régression plus élevés à Lyon, les écarts restent cependant faibles, de l'ordre de 5 %. Le modèle mis en œuvre s'avère capable d'estimer correctement dans les deux agglomérations l'attractivité commerciale en termes de DA. Un approfondissement intéressant, en projet, consistera à tester le modèle sur quelques autres villes moyennes de façon à pouvoir le calibrer de façon plus générale. A noter que l'agglomération parisienne doit faire l'objet d'une analyse séparée, car elle présente des caractéristiques spécifiques que l'on ne retrouve pas dans les autres agglomérations françaises.

5. Conclusions

Cet article propose une démarche d'analyse empirique des déplacements d'achats des ménages dans le but d'en modéliser la génération. Les changements de comportement des consommateurs et les stratégies d'offre commerciale peuvent être pris en compte sous forme de scénarios.

Il est important que cette méthodologie soit applicable à une aire urbaine donnée ou généralisée dans un modèle capable d'être utilisé sur n'importe quelle aire urbaine sans avoir besoin de le calibrer sur des données localisées ni nécessiter de phase de test. Les comportements relatifs aux déplacements d'achats sont hétérogènes et difficiles à caractériser en utilisant des approches de micro simulation, faute de données assez précises pour un tel exercice. Si les enquêtes en cours actuellement (EM) sont aptes à développer des modèles de macro-simulation, celles-ci semblent insuffisantes pour alimenter des modèles de micro simulation.

L'objectif recherché in fine est de combiner dans une même procédure de modélisation des DA et transport de fret (TM). En politique des transports, les DA sont caractérisés par leurs ratios de génération. En utilisant un modèle de distribution classique (Ortuzar et Willumsen, 2001), on peut obtenir une matrice O-D des DA motorisés, à partir de laquelle une valeur macroscopique des distances parcourues pour le motif achats peut être calculée. Aujourd'hui, le modèle Freturb (Routhier et al., 2001) permet de simuler la génération des échanges de fret inter-

établissements. Dans une phase ultérieure, les deux modèles peuvent être intégrés dans un cadre de simulation plus général, prenant en compte simultanément les chaînes logistiques de distribution (incluant notamment les livraisons à domicile ou en points relais) et les parcours des particuliers réalisant leurs achats.

A partir de ces résultats, différentes politiques peuvent être simulées. Nous pouvons notamment nous focaliser sur les politiques d'aménagement et de logistique urbaine. Dans cette optique, la méthodologie développée ci-dessus, basée à la fois sur des données relatives à la population et aux établissements commerciaux, permet de nourrir des scénarios de planification stratégique en vue de simuler l'impact de telle ou telle décision en matière d'urbanisme, compte tenu des grandes tendances affectant les déplacements de marchandises au niveau global. Une autre utilisation peut consister à étudier les limites réalistes de certaines mesures et politiques prises dans le domaine des transports urbains (Gonzalez-Feliu et al., 2009). Par ailleurs, il est important de noter que les nouveaux services de distribution, tels que la livraison à domicile, la généralisation de la pratique des points relais, etc., ont une influence directe sur les DA. En vue de simuler une substitution de ces nouvelles pratiques aux pratiques d'achats traditionnelles, les DA motorisés doivent être finement analysés de façon à simuler correctement les tendances d'évolution des comportements en direction des nouveaux services proposés.

Enfin, une autre utilisation des modèles de génération peut être associée aux stratégies de l'offre commerciale. Dans la logique d'une planification stratégique en milieu urbain, il est en effet intéressant de connaître les effets attendus de la mise en service d'un nouveau centre commercial et de savoir dans quelle mesure cette nouvelle implantation modifie le système global de l'offre commerciale en termes de DA motorisés.

6. Bibliographie

- Ambrosini C., Routhier J. L. (2004), Objectives, Methods and Results of Surveys Carried out in the Field of Urban Freight Transport: An International Comparison, *Transport Reviews*, n° 24 (1), pp. 57-77.
- Beauvais, J. M. (2005), Évolution du commerce et utilisation de la voiture, Rapport pour la DRAST, 138 p.
- CCI Lyon (2006), Consommation des ménages: Retour vers le centre, *Agir et Entreprendre* n° 15 p. 14-19.
- Cérami N., Camus M. (2004), Le budget des familles en 2001, INSEE résultats n° 29, avril 2004.
- CERTU (2008), L'enquête ménages déplacements 'standard CERTU' : Guide méthodologique, CERTU.
- CERTU, ADEME (1998), Plans de déplacements urbains. Prise en compte des marchandises, guide méthodologique, CERTU.
- Cubukcu, K. Mert (2001) Factors Affecting Shopping Trip Generation Rates in Metropolitan Areas, *Studies in Regional and Urban Planning*, vol. 9, pp. 51-68.

- Dablanc L., Pecheur P. (2000), Transport de marchandises en ville: connaître et agir sur les déplacements d'achats, Lettre de Commande n. 99MT08 – TMV, 44 p.
- Delaporte C., Courel J. (2006) Les déplacements pour achats. Analyse des franciliens en matière de déplacements pour achats, Les cahiers de l'enquête globale de transport n°7.
- Desse R. P. (2001), Le nouveau commerce urbain. Dynamiques spatiales et stratégies des acteurs, Presses Universitaires de Rennes - Collection espace et territoires, 198 p.
- Durand B. (2010), E-commerce et logistique urbaine : quand le développement durable s'en mêle, Revue Française de Gestion Industrielle, vol. 29, n. 2, pp. 7-26.
- DREIF (1995), Les déplacements des Franciliens en 1991-1992. Enquête Globale de Transport, 70p.
- DREIF (2004), Les déplacements des Franciliens en 2001-2002. Enquête Globale de Transport, Plan de Déplacements, , 42 p.
- Durand B. (2010), Logistique urbaine mutualisée : Quelle stratégie de différenciation pour le commerce alimentaire en ligne ?, Revue Française de Gestion Industrielle, vol. 29, n. 2, pp. 27-48.
- Gasnier A. (1996) Les jeunes : nouveaux consommateurs ou nouvelles formes de consommation commerciale du centre-ville ?, dans Les nouveaux acteurs du commerce et leurs stratégies spatiales. In Desse, R. P., Actes du colloque de Brest, mars 1995, Université de Bretagne Occidentale coll. Commerce et société, Brest, pp. 333-344.
- Gonzalez-Feliu J., Toilier F., Routhier J.L. (2010), End consumer movement generation in French medium urban areas, Procedia Social and Behavioral Science, vol. 2, n. 3, pp. 6189-6204.
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini P., Pluvinet P., Toilier F., Routhier J.L. (2012), A simulation framework for evaluating the impacts of urban goods transport in terms of road occupancy, Journal of Computational Science, à paraître.
- Jasaroski E., Minvielle, E. (1999) Analyse typologique de la mobilité quotidienne, Notes de synthèse du SES n° 125, pp.33-36.
- Lestrade S. (2002), Les centres commerciaux dans la recomposition économique et culturelle des territoires urbains, Flux n° 50, pp. 59-62.
- Michaud-Trevinal A., Cliquet C. (2002), Localisation commerciale et mobilité du consommateur, Actes du 5ème Colloque Etienne Thil, Université de La Rochelle, 26-27 septembre.
- Michaud-Trevinal A., Cliquet C. (2010), Le shopping dans un centre commercial : typologie de parcours et expérience vécue, Actes du 13ème Colloque Etienne Thil, Université de La Rochelle, 7-8 octobre.
- Nicolas J. P., Bonnet P. Cabrera J., Godinot C., Homocianu M., Routhier J. L., Toilier F., Zuccarello P. (2009), Simuler les mobilités pour une agglomération durable – Rapport final du projet Simbad, DRI-ADEME.
- Orfeuil J. P. (2001), « L'automobile en France : comportements, perceptions, problèmes, perspectives », colloque international de l'Institut pour la ville en mouvement, Marne la Vallée, juin 2001.
- Ortuzar J. de D., Willumsen L. G. (2001), Modeling Transport, Wiley, London, UK.
- Ourednik A. (2004), Déplacement et télécommunications. Une étude de l'impact des phénomènes liés aux télé-services et télé-loisirs interactifs sur la mobilité individuelle, Séminaire.

- Patier D., Routhier, J. L. (1997), Livraisons de marchandises en ville, Transport, Environnement, Circulation, vol. 1997-12, pp. 8-14.
- Patier D. (2002) La logistique dans la ville. Celse.
- Patier D., Alligier L. (2003), Les conséquences du développement de nouvelles formes de commerce sur la logistique urbaine, DRAST.
- Routhier, J. L., Segalou, E., Durand, S. (2001) Mesurer l'impact du transport de marchandises en ville - le modèle Freturb (version 1), Programme national marchandises en ville DRAST-ADEME.
- Ségalou E. (1999), Les déplacements pour achats à Bordeaux. Exploitation de l'enquête ménages 1998 de l'agglomération bordelaise, Laboratoire d'Économie des Transports, Rapport d'étape n° 1 ADEME-DDT.
- Talbot J. (2001), Les déplacements domicile-travail - De plus en plus d'actifs travaillent loin de chez eux, INSEE Première n° 767, avril 2001.
- Toilier F., Alligier L., Patier D., Routhier J. L. (2005) Vers un modèle global de simulation de la logistique urbaine : FRETURB version 2, Rapport DRAST n° 05-S-03, 186 p.