



HAL
open science

Pour une approche territoriale de la logistique urbaine : choix individuels de déplacement, localisation commerciale et impact sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville.

Sonagnon Hounwanou

► To cite this version:

Sonagnon Hounwanou. Pour une approche territoriale de la logistique urbaine : choix individuels de déplacement, localisation commerciale et impact sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville.. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Lyon, 2019. Français. NNT : 2019LYSEM013 . tel-04891149

HAL Id: tel-04891149

<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/tel-04891149v1>

Submitted on 30 Jan 2025

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License



N°d'ordre NNT : 2019LYSEM013

THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON
opérée au sein de
l'Ecole des Mines de Saint-Etienne

Ecole Doctorale N° 488
Sciences, Ingénierie, Santé

Spécialité de doctorat : Sciences et Génie de l'Environnement

Soutenue publiquement le 04/06/2019, par :
Sonagnon Pierre-Charnel HOUNWANOU

**Pour une approche territoriale
de la logistique urbaine**

**Choix individuels de déplacements, localisation commerciale et impacts
sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville**

Devant le jury composé de :

Dablanc Laetitia Professeure, Université Paris-Est/ IFSTTAR

Présidente

Antoni Jean-Philippe, Professeur, Université de Bourgogne

Rapporteur

Dablanc Laetitia, Professeure, Université Paris-Est/ IFSTTAR

Rapporteure

Comi Antonio, Associate Professor, University of Roma 2-Tor Vergata

Examineur

Nicolas Jean-Pierre, Chargé de recherche CNRS HDR au LAET/ ENTPE Lyon

Examineur

Gondran Natacha, Maitre-Assistante HDR, Mines Saint-Etienne

Directrice de thèse

Gonzalez-Féliu Jesus, Maitre-Assistant HDR, Mines Saint-Etienne

Co-directeur de thèse

Andriankaja Dina, Docteur en Transport, Chargée d'études au CEREMA

Invitée

Spécialités doctorales

SCIENCES ET GENIE DES MATERIAUX
MECANIQUE ET INGENIERIE
GENIE DES PROCÉDES
SCIENCES DE LA TERRE
SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Responsables :

K. Wobki, Directeur de recherche
S. Drapier, professeur
F. Gruy, Maître de recherche
B. Guy, Directeur de recherche
D. Graillet, Directeur de recherche

Spécialités doctorales

MATHEMATIQUES APPLIQUEES
INFORMATIQUE
SCIENCES DES IMAGES ET DES FORMES
GENIE INDUSTRIEL
MICROELECTRONIQUE

Responsables

O. Roustant, Maître-assistant
O. Boissier, Professeur
J.C. Finoli, Professeur
N. Absi, Maître de recherche
Ph. Lalevée, Professeur

EMSE : Enseignants-chercheurs et chercheurs autorisés à diriger des thèses de doctorat (titulaires d'un doctorat d'Etat ou d'une HDR)

ABSI	Nabil	MR	Génie industriel	CMP
AUGUSTO	Vincent	CR	Image, Vision, Signal	CIS
AVRIL	Stéphane	PR2	Mécanique et ingénierie	CIS
BADEL	Pierre	MA(MDC)	Mécanique et ingénierie	CIS
BALBO	Flavien	PR2	Informatique	FAYOL
BASSEREAU	Jean-François	PR	Sciences et génie des matériaux	SMS
BATTON-HUBERT	Mireille	PR2	Sciences et génie de l'environnement	FAYOL
BEIGBEDER	Michel	MA(MDC)	Informatique	FAYOL
BLAYAC	Sylvain	MA(MDC)	Microélectronique	CMP
BOISSIER	Olivier	PR1	Informatique	FAYOL
BONNEFOY	Olivier	PR	Génie des Procédés	SPIN
BORBELY	Andras	MR(DR2)	Sciences et génie des matériaux	SMS
BOUCHER	Xavier	PR2	Génie Industriel	FAYOL
BRODHAG	Christian	DR	Sciences et génie de l'environnement	FAYOL
BRUCHON	Julien	MA(MDC)	Mécanique et ingénierie	SMS
CAMEIRAO	Ana	MA(MDC)	Génie des Procédés	SPIN
CHRISTIAN	Frédéric	PR	Science et génie des matériaux	SMS
DAUZERE-PERES	Stéphane	PR1	Génie Industriel	CMP
DEBAYLE	Johan	MR	Sciences des Images et des Formes	SPIN
DEGEORGE	Jean-Michel	MA(MDC)	Génie industriel	Fayol
DELAFOSSÉ	David	PR0	Sciences et génie des matériaux	SMS
DELORME	Xavier	MA(MDC)	Génie industriel	FAYOL
DESRAVALD	Christophe	PR1	Mécanique et ingénierie	SMS
DJENIZIAN	Thierry	PR	Science et génie des matériaux	CMP
BERGER-DOUCE	Sandrine	PR1	Sciences de gestion	FAYOL
DRAPIER	Sylvain	PR1	Mécanique et ingénierie	SMS
DUTERTRE	Jean-Max	MA(MDC)		CMP
EL MRABET	Nadia	MA(MDC)		CMP
FAUCHEU	Jenny	MA(MDC)	Sciences et génie des matériaux	SMS
FAVERGEON	Loté	CR	Génie des Procédés	SPIN
FEILLET	Dominique	PR1	Génie Industriel	CMP
FOREST	Valérie	MA(MDC)	Génie des Procédés	CIS
FRACZKIEWICZ	Anna	DR	Sciences et génie des matériaux	SMS
GARCIA	Daniel	MR(DR2)	Sciences de la Terre	SPIN
GAVET	Yann	MA(MDC)	Sciences des Images et des Formes	SPIN
GERINGER	Jean	MA(MDC)	Sciences et génie des matériaux	CIS
GOEURJOT	Dominique	DR	Sciences et génie des matériaux	SMS
GONDRAN	Natasha	MA(MDC)	Sciences et génie de l'environnement	FAYOL
GONZALEZ-FELIU	Jesus	MA(MDC)	Sciences économiques	FAYOL
GRAILLOT	Désiré	DR	Sciences et génie de l'environnement	SPIN
GROSSEAU	Philippe	DR	Génie des Procédés	SPIN
GRUY	Frédéric	PR1	Génie des Procédés	SPIN
HAN	Woo-Suck	MR	Mécanique et ingénierie	SMS
HERRI	Jean Michel	PR1	Génie des Procédés	SPIN
KERMOUCHE	Guillaume	PR2	Mécanique et Ingénierie	SMS
KLOCKER	Helmut	DR	Sciences et génie des matériaux	SMS
LAFORÉST	Valérie	MR(DR2)	Sciences et génie de l'environnement	FAYOL
LERICHE	Rodolphe	CR	Mécanique et ingénierie	FAYOL
MALLIARAS	Georges	PR1	Microélectronique	CMP
MOLIMARD	Jérôme	PR2	Mécanique et ingénierie	CIS
MOUTTE	Jacques	CR	Génie des Procédés	SPIN
NAVARRO	Laurent	CR		CIS
NEUBERT	Gilles			FAYOL
NIKOLOVSKI	Jean-Pierre	Ingénieur de recherche	Mécanique et ingénierie	CMP
NORTIER	Patrice	PR1	Génie des Procédés	SPIN
O'CONNOR	Rodney Philip	MA(MDC)	Microélectronique	CMP
PICARD	Gauthier	MA(MDC)	Informatique	FAYOL
FINOLI	Jean Charles	PR0	Sciences des Images et des Formes	SPIN
POURCHEZ	Jérémy	MR	Génie des Procédés	CIS
ROUSSY	Agnes	MA(MDC)	Microélectronique	CMP
ROUSTANT	Olivier	MA(MDC)	Mathématiques appliquées	FAYOL
SANAUR	Sébastien	MA(MDC)	Microélectronique	CMP
SERRIS	Eric	IRD		FAYOL
STOLARZ	Jacques	CR	Sciences et génie des matériaux	SMS
TRIA	Anna	Ingénieur de recherche	Microélectronique	CMP
VALDIVIESO	François	PR2	Sciences et génie des matériaux	SMS
VIRICELLE	Jean Paul	DR	Génie des Procédés	SPIN
WOLSKI	Krzysztof	DR	Sciences et génie des matériaux	SMS
XIE	Xiaolan	PR0	Génie industriel	CIS
YUGMA	Gallien	CR	Génie industriel	CMP



N°d'ordre NNT : 2019LYSEM013

THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON
opérée au sein de
l'Ecole des Mines de Saint-Etienne

Ecole Doctorale N° 488
Sciences, Ingénierie, Santé

Spécialité de doctorat : Sciences et Génie de l'Environnement

Soutenue publiquement le 04/06/2019, par :
Sonagnon Pierre-Charnel HOUNWANOU

**Pour une approche territoriale
de la logistique urbaine**

**Choix individuels de déplacements, localisation commerciale et impacts
sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville**

Devant le jury composé de :

Dablanc Laetitia Professeure, Université Paris-Est/ IFSTTAR

Présidente

Antoni Jean-Philippe, Professeur, Université de Bourgogne

Rapporteur

Dablanc Laetitia, Professeure, Université Paris-Est/ IFSTTAR

Rapporteuse

Comi Antonio, Associate Professor, University of Roma 2-Tor Vergata

Examineur

Nicolas Jean-Pierre, Chargé de recherche CNRS HDR au LAET/ ENTPE Lyon

Examineur

Gondran Natacha, Maitre-Assistante HDR, Mines Saint-Etienne

Directrice de thèse

Gonzalez-Féliu Jesus, Maitre-Assistant HDR, Mines Saint-Etienne

Co-directeur de thèse

Andriankaja Dina, Docteur en Transport, Chargée d'études au CEREMA

Invitée

A la question :

- Mais qu'y aura-t-il après la pensée et les hommes ?

La réponse est assez simple :

- Autre chose.

Ne nous faisons pas d'illusions : nous avons très peu avancé. Nous n'avons réussi à répondre à aucune des questions que nous nous posions dès le début de ces pages. Au bout de tant d'efforts, il nous est toujours impossible d'avancer avec sûreté dans le dédale d'un univers où ni la science ni la religion ne peuvent forcer les murs qui bornent notre pensée et nous fournir les réponses, acceptables par tous, que nous espérons.

Toute-puissante et triomphante dans tous les autres domaines, la science est incapable de nous aider si peu que ce soit dans le double mystère de nos débuts et de notre destin après notre fin. Elle reste muette sur l'au-delà de la mort et impuissante sur nos lointaines origines.

Les mathématiques pourront bien proposer avec talent, et parfois avec génie, des modèles de l'univers antérieur au Big Bang et au mur de Plank qui en interdit l'accès, leur vérification scientifique et empirique- qui a donné raison, coup sur coup, aux théories de Newton, de Hubble, d'Einstein et à la théorie quantique- ne sera jamais possible.

Les religions pourront bien ravauder et multiplier, sur les origines de l'univers et de l'homme, sur les vertes prairies de l'éternité ou sur les tourments sans fin après notre mort physique, les constructions les plus subtiles et les plus séduisantes, elles ne parviendront jamais à obtenir l'accord unanime- réservé à la science- de l'esprit et du cœur.

Au-delà de la science et de la religion, toutes deux battues en brèche en dépit de leur splendeur, nous n'avons plus pour ressources que la naïveté et la gaieté.

Jean d'Ormesson, Un Hosanna sans fin

Editions Héloïse d'Ormesson

REMERCIEMENTS

Je voudrais en premier lieu exprimer ma gratitude à Madame Laetitia Dabanc et Monsieur Jean-Philippe Antoni pour m'avoir fait l'honneur d'être les rapporteurs de ma thèse. Merci sincèrement pour les commentaires, remarques et observations sur le manuscrit visant l'amélioration de sa qualité.

Je tiens également à dire merci à chacun des autres membres du jury :

A Madame Dina Andriankaja pour avoir accepté d'être membre du jury de thèse, mais aussi pour avoir guidé mes pas à mes débuts en logistique urbaine. Je suis plein de reconnaissances envers toi pour tout ce que tu as fait pour moi, depuis mon entrée dans ce bureau que j'ai partagé avec toi, jusqu'à la fin de ma thèse. J'espère pouvoir bénéficier longtemps encore de tes conseils.

A Monsieur Antonio Comi, qui a été mon encadrant lors de mon séjour scientifique à Rome. Je sais que j'ai tant reçu de vous et j'en suis reconnaissant. Merci pour votre simplicité, et merci pour avoir eu à cœur de m'aider à réussir cette thèse. Votre aide et votre soutien m'étaient précieuses aux moments les plus difficiles. Merci aussi pour cette école d'hiver à laquelle vous m'avez permis de participer. A travers vous j'aimerais remercier toute l'équipe du Département d'ingénierie de l'entreprise de la Faculté d'ingénierie de l'université de Tor Vergata à Rome, et notamment les Professeurs Umberto Crisali et Agostino Nuzzolo. Ces bons moments passés ont été essentiels dans mon parcours de doctorant. Merci en plus d'avoir accepté d'être membre de mon jury de thèse.

A Monsieur Jean-Pierre Nicolas. Tu étais déjà là dès les débuts de cette thèse, toi qui m'a montré un peu à quoi ressemble le monde de la recherche lors de mon stage de master que tu as encadré. Merci pour avoir été là, pour l'écoute, pour la discrète recherche de solutions à mes problèmes d'étudiant puis de doctorant. Je sais ce que je te dois et je ne pense pas pouvoir de remercier assez. J'espère pouvoir bénéficier encore longtemps de ta sollicitude et de tes sages conseils et éclairages.

J'en arrive maintenant à mes encadrants qui ont suivi de bout en bout ce travail, et sans qui je ne serai jamais arrivé là. A tous les deux, je voudrais dire merci de m'avoir donné l'opportunité de faire cette thèse. Mais aussi merci d'avoir conduit ce projet jusqu'à terme malgré toutes les difficultés. Les moments de tension n'ont pas manqué. Il me semble que c'est indispensable lorsqu'on doit faire face à des situations délicates. A la fin de cette thèse cependant, ma tête ne fourmille que de bons souvenir. J'ai en tête tellement de raisons de vous dire merci, que la liste en sera trop longue.

Merci à toi Jesus Gonzalez-Feliu pour m'avoir fait profiter de ton réseau, de ta documentation sur la logistique urbaine à un moment où j'avais tout à apprendre sur ce sujet, mais aussi pour tant de choses. Je garde à l'esprit tous ces échanges que nous avons eus bien que tu ne sois pas souvent disponible. J'espère pouvoir bénéficier encore de tes conseils et pouvoir collaborer à ces nombreux chantiers que tu as d'ouverts.

Et que te dire à toi Natacha Gondran, après avoir bénéficié d'une si grande sollicitude de ta part, depuis mon stage sur les déplacements à vélo à Saint-Etienne ? C'est bien grâce à toi que j'ai pu obtenir ce contrat doctoral, et c'est aussi grâce à toi que cette thèse s'achève finalement bien. Tout n'a pas toujours été rose, mais je sais combien j'ai bénéficié de ta bonne volonté, de ta spontanéité et de ta disponibilité. Malgré un agenda souvent serré, tu trouvais toujours un moment pour me relire ou pour échanger quelques minutes.

Au personnel de la FNAC Saint-Etienne, notamment à tous les Directeurs successifs, et surtout à Monsieur Jean-Rémy Plantevin, je voudrais exprimer ma gratitude. Merci d'avoir permis que ce projet de collecte de données se mette en place sur le déménagement de votre magasin alors que vous n'aviez pas grande chose à y gagner a priori.

Je tiens ensuite à remercier le personnel du département Génie de l'Environnement et des Organisation dont je faisais partie. Merci notamment à toi Zahia Mazer pour ton aide si précieuse et tes nombreux conseils du début à la fin. A Valérie Laforest pour toute ton aide aux moments difficiles. Merci à Hervé Vaillant et Maximilien Brossard mes co-bureaux. Je me souviendrai longtemps des pauses-blagues et des cartons rouges de Max. Merci également à Alicja Tardy et Michèle Mongo pour vos conseils et à Marie-Agnès Girard pour ton aide, ta disponibilité et tes conseils.

Je voudrais remercier aussi mes amis de l'école, les doctorants et ceux qui occupaient d'autres positions, avec qui j'ai passé de très bons moments à l'école mais aussi en dehors : Anastasia Wolff, Benjamin Doualles, Nahla Salamey Bchaara, Lyès Mazari, Laura Palacios-Arguello, Martha Orellano, Audrey Cerqueus, Fabien Badeig et tous les autres. Merci aussi à Safia Raouf pour ton soutien tellement important, surtout aux derniers moments ainsi qu'à Damien Evrard pour ton aide si précieuse. Merci particulièrement à toi Espéran Padonou pour toute ton aide généreuse et spontanée, ainsi qu'à ta sœur Marthe Padonou qui m'a soutenu jusqu'au bout. A Fidèle Dègni, pour tout ce que tu as fait, ton amitié et ta fraternité, je voudrais te dire toute ma reconnaissance.

Je retiendrai de tout le personnel de l'institut Fayol, votre grande générosité et votre soutien. Merci en particulier aux enquêteurs bénévoles de tous les départements, aussi bien les enseignants-chercheurs, les doctorants et les élèves-ingénieurs de l'école. Cette aide m'était indispensable, pour collecter les données, et je vous en saurai toujours gré. Un merci particulier à Olivier Roustan et à Paolo Gianesi.

A tous mes amis qui m'ont tant soutenu et aidé au cours de cette thèse, je voudrais dire du fond de mon cœur, toute ma gratitude : Franck Chehouenou, Coralie Bossue, Sunday Djossou, Fabrice Madodé, Mark Zingbagba, Armel Nakou et tous les autres. A l'heure où je rédige ces remerciements, je suis sûr que je risque d'oublier les plus importants. Je n'oublie pas mes amis de Cotonou, notamment Maxime Capochichi et Bruno Mensah : merci pour votre soutien, surtout aux heures difficiles !

Merci également à Gwenaëlle Habouzit ainsi qu'aux deux familles Habouzit et Fayard pour tant d'amour, de sollicitude et de soutien.

A ma famille enfin, je voudrais dédier les dernières lignes de ces remerciements. A mes parents défunts, à Séraphine ma mère et à sa sœur Marcelline, ainsi qu'à mes sœurs Julie et Aurée : je sais que vous avez veillé sur moi tout le temps, ici-bas et depuis là-haut. J'ai à cœur d'entretenir ce que vous avez semé. Je vous aime !

Agapit, Florence, Aubin, Romain et Pelagie : j'ai tellement reçu de vous depuis tout le temps. Chacun y allant de ses efforts, vous m'avez construit. Je sais combien chacun de vous tient particulièrement à moi et je voudrais vous dire merci pour m'avoir soutenu jusqu'ici. A Clémentine et à feu Jérôme, merci pour vos efforts en son temps. Tout cela reste gravé sur mon cœur.

Quant à toi, Sigismond mon cher frère, c'est bien à toi que j'aimerais dédier cette thèse, en souvenir de tant de choses. Te rappelles-tu ce petit matin d'octobre où tu me fis marcher à tes côtés en direction de ce petit bâtiment dont je ne sais plus dire la couleur ? C'était le début d'une si belle aventure ! merci d'avoir été là tout le temps... L'amour ne finira jamais !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	iv
SOMMAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX	xvii
SIGLES ET ABBREVIATIONS.....	xxi
RESUME	xxiii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1^{ère} Partie.....	9
Chapitre 1 : La logistique urbaine entre vision transporteur et approche territoriale. Etat de l’art.	13
1. Emergence du concept de la logistique urbaine	13
1.1 <i>Dans le langage courant et dans le monde opérationnel.....</i>	13
1.2 <i>Dans la littérature scientifique.....</i>	17
1.3 <i>Les acteurs de la logistique urbaine : le consommateur final est-il passif ?.....</i>	18
2. ... Entre vision « transporteur » et approche « territoriale »: la problématique du transport de marchandises en ville comme une médaille avec ses deux facettes.	18
2.1. <i>Vision transporteur de la problématique du TMV.....</i>	20
2.2. <i>Approche territoriale de la problématique des TMV.....</i>	32
3. Aborder la logistique urbaine dans une approche territoriale de la problématique du TMV	43
3.1. <i>Un cadre théorique progressivement étoffé depuis plus de deux décennies.....</i>	44
3.2. <i>Quel rôle pour le point de vente ?.....</i>	47
3.3. <i>Implications pour la question environnementale.....</i>	64
Chapitre 2 : La question environnementale, un double enjeu pour la logistique urbaine.	71
1. Environnement et Evaluation environnementale, essais de définition	72
1.1. <i>L’environnement.....</i>	72

1.2.	<i>Evaluation environnementale, impact et pression sur l'environnement</i>	75
1.3.	<i>Enjeux environnementaux : une question subjective ?</i>	80
2.	Logistique urbaine et environnement : y a-t-il un parti pris pour la qualité de vie ?	82
2.1.	<i>Environnement urbain ou néohygiénisme: la qualité de vie en ville serait-elle une instrumentalisation de l'environnement pour gentrifier la ville ?</i>	82
2.2.	<i>L'incidence des émissions : faut-il opposer gaz à effet de serre et polluants atmosphériques ?</i>	85
3.	Le desserrement logistique : une fausse bonne idée ?	86
3.1.	<i>Le desserrement logistique: de quoi s'agit-il ?</i>	87
3.2.	<i>Le desserrement logistique comme source de dégradation du bilan environnemental des flux</i>	89
4.	Maitriser l'impact environnemental des flux : un enjeu impératif au cœur de la logistique urbaine	90
4.1.	<i>Des réflexions et expérimentations autour de la mutualisation, de la réglementation, de l'optimisation des tournées et des alternatives aux énergies fossiles et au routier</i>	90
4.2.	<i>La logistique urbaine durable comme approche</i>	99
5.	Management environnemental des entreprises et flux de logistique urbaine : l'autre enjeu incontournable.	101
5.1.	<i>D'une démarche pro-active des pionniers à une stratégie gagnante</i>	102
5.2.	<i>Contrôle de Gestion Environnemental (CGE) et flux de logistique urbaine</i>	104
	Conclusion de la 1^{ère} partie : problématique et cadre conceptuel de la recherche.	119
1. Des choix individuels de déplacement d'achat à l'impact environnemental des flux de logistique urbaine : quelle opérationnalisation ? Problématique de recherche	119
2.	Délimitation du cadre d'analyse : concepts, hypothèses et objectifs de recherche.	121
2.1.	<i>Concepts et hypothèses théoriques</i>	122
2.2.	<i>Hypothèses et objectifs de recherche</i>	123
	2^{ème} Partie : Méthodologie générale de recherche	125
	Chapitre 3 : Délimitation du cadre méthodologique	129

1.	Terrain et cas d'étude	129
1.1.	<i>La ville de Saint-Etienne comme terrain d'étude</i>	130
1.2.	<i>Déménagement de la FNAC de Saint-Etienne : présentation du cas d'étude</i>	145
2.	Méthodologie de recherche	150
2.1.	<i>La démarche d'investigation</i>	150
2.2.	<i>Méthode de collecte de données</i>	155
2.3.	<i>Méthodes d'analyse mobilisées</i>	163
2.	Récapitulatif de la démarche d'investigation par objectif spécifique	178
3^{ème} Partie :	Résultats	181
Chapitre 4 :	Enquêtes sur le déménagement de la FNAC Saint-Etienne : présentation et description des données ..	185
1.	Echantillonnage et représentativité	185
1.1.	<i>Données récoltées, populations mères et redressement</i>	186
1.2.	<i>Variables retenues pour l'analyse</i>	193
2.	Les clients rencontrés : domiciles et catégories socioprofessionnelles comparées	198
2.1.	<i>CSP comparées des clients du magasin de centre-ville et des clients du magasin rencontrés dans le magasin de Monthieu 198</i>	
2.2.	<i>Un magasin qui rayonne au-delà de la ville, mais qui provoque des déplacements dans les limites d'une mobilité locale. Domiciles et origines des clients.</i>	199
3.	Boucles et modes déplacement : l'usage de la voiture en question	205
3.1.	<i>Boucles de déplacements</i>	205
3.2.	<i>Boucles de déplacements et distances parcourues</i>	206
3.3.	<i>Boucles et modes de déplacement</i>	207
4.	Déménagement du magasin : Un fort rejet de la nouvelle localisation choisie	210

4.1.	<i>Des intentions de fréquentation peu favorables après le déménagement</i>	210
4.2.	<i>Les raisons du rejet</i>	211
4.3.	<i>Une nouvelle localisation qui s'identifie au déplacement en voiture</i>	213
4.4.	<i>Une réalisation des intentions exprimées dans les observations d'après déménagement</i>	213
Chapitre 5 : Modélisation du choix de la localisation commerciale en partant des choix individuels de déplacement d'achat - Application au déménagement de la FNAC Saint-Etienne		217
1.	La démarche générale de modélisation	220
1.1.	<i>Modéliser la préférence de localisation commerciale : quels intrants pour quelles sorties ?</i>	220
1.2.	<i>Présentation et description de la démarche</i>	222
2.	Application au déménagement de la FNAC Saint-Etienne	227
2.1.	<i>De la définition du problème à résoudre à la collecte de données</i>	227
2.2.	<i>Variables impliquées dans la modélisation</i>	228
2.3.	<i>Identification des facteurs qui gouvernent la préférence des clients de la FNAC entre les deux localisations</i> .	233
2.4.	<i>Calibrage du modèle logit binomial</i>	241
2.5.	<i>Vérification statistique sur les données recueillies après le déménagement</i>	248
2.6.	<i>Conclusions sur l'application au déménagement de la FNAC</i>	251
3.	Application à d'autres familles de magasins à Saint-Etienne	255
3.1.	<i>Application aux magasins alimentaires</i>	256
3.2.	<i>Application aux Magasins vestimentaires</i>	264
3.3.	<i>Magasins de vente de matériels numériques, informatiques, audio-visuel ou de high-tech</i>	269
3.4.	<i>Application aux librairies</i>	274
Chapitre 6 : Evaluation environnementale des flux de TMV : une méthodologie pour prendre en compte les déplacements d'achat. Etude de cas avec le déménagement de la FNAC Saint-Etienne.		281
1.	La méthodologie proposée	282

1.1.	<i>Unité fonctionnelle</i>	283
1.2.	<i>Collecte de données de livraison et modélisation des flux amont de réapprovisionnement</i>	284
1.3.	<i>Collecte de données et modélisation des flux aval de déplacements d'achat</i>	286
1.4.	<i>Estimation des quantités d'impacts</i>	288
2.	Application à la FNAC Saint-Etienne dans sa localisation en centre-ville	289
2.1.	<i>But et périmètre de l'étude</i>	289
2.2.	<i>Méthode d'estimation des impacts</i>	293
2.3.	<i>Résultats</i>	309
3.	Application à la FNAC de Monthieu : quelles différentielles d'impacts avec le magasin de centre-ville ?	331
3.1.	<i>Impacts sur l'environnement des flux de transport générés par le magasin dans ses nouveaux locaux en périphérie de Saint-Etienne</i>	331
3.2.	<i>Comparaison avec la situation de référence : quelles différentielles d'impacts ?</i>	339
	Chapitre 7 : Limites des démarches proposées, reproductibilité et perspectives	351
1.	Retour sur le cas d'étude	354
1.1.	<i>Les commerces du centre-ville stéphanois face à l'essor de la zone de Monthieu-Pont-de-l'âne : Que nous enseigne finalement cette réflexion ?</i>	354
1.2.	<i>Un cas d'étude intéressant mais insuffisant pour conclure sur la solidité des démarches proposées</i>	363
2.	Retour sur la démarche de modélisation par choix discret de la localisation commerciale	364
2.1.	<i>Une reproductibilité tributaire des enjeux de données</i>	364
2.2.	<i>Une démarche applicable aussi à la revitalisation commerciale des centre-ville : exemple du plan « Action Cœur de Ville »</i>	369
3.	Retour sur la méthodologie d'évaluation environnementale : quelle utilité finalement pour cette démarche ?	370
4.	Relier les modèles de localisation commerciale à l'impact environnemental de l'ensemble des flux amont et aval de la distribution urbaine : une nouvelle problématique en perspective.	373
	Conclusion générale : Approche territoriale de la logistique urbaine : vers des outils opérationnels à l'échelle des territoires urbains.	379
	Références bibliographiques	379
	ANNEXES	379

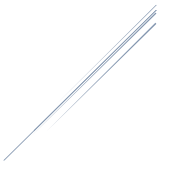


TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma du plan de thèse	7
Figure 1-1 : Cycle écologique du transport de marchandises	23
Figure 1-2 : Décompositions des déplacements liés à l'achat.....	41
Figure 1-3: Parts de marché de la vente à distance en France entre 2013 et 2018.....	53
Figure 1-4: 5 ans de vente à distance en France : évolution des parts de marché par secteur entre 2014 et 2018	55
Figure 2-1 : Schématisation de l'impact d'un projet sur un paramètre environnemental	77
Figure 2-2 Evaluation environnementale : évolution France/Europe/International.....	78
Figure 2-3une boîte logistique urbaine connectée - La Poste de Talence près de Bordeaux.....	94
Figure 2-4 : Phases itératives d'une ACV	106
Figure 2-5 : Evaluation de l'impact du cycle de vie	107
Figure 2-6 : Bilan Carbone®: Tableau de calcul des émissions GES.....	116
Figure 2-7 : Démarche conceptuelle générale de la recherche.....	122
Figure 3-1 : La commune de Saint-Etienne au cœur de sa Métropole.....	132
Figure 3-2 : La ville de Saint-Etienne : 22 quartiers répartis en 6 secteurs géographiques.....	133
Figure 3-3 : la pauvreté à Saint-Etienne	135
Figure 3-4 : population 15-64 par type d'activité en 2015 à Saint-Etienne	136
Figure 3-5 : échange de flux de mobilité domicile-travail entre Saint-Etienne et son entourage en 2010	137
Figure 3-6 : modes de déplacement domicile-travail à Saint-Etienne	138
Figure 3-7 : La santé des entreprises stéphanoises	138
Figure 3-8 : Positionnement de l'hypercentre de Saint-Etienne par rapport à d'autres quartiers	139
Figure 3-9 : Répartition en % des émissions de gaz à effet de serre par mode de transport à Saint-Etienne en 2007.	142
Figure 3-10 : limitation d'accès gros-porteurs à Saint-Etienne	143

Figure 3-11 : Déménagement de la FNAC Saint-Etienne du centre-ville à 3km plus loin	149
Figure 3-12: la démarche méthodologique générale	151
Figure 3-13 : Flux du commerce physique : périmètre des flux pris en compte dans l'études	157
Figure 3-14: collecte de données sur les flux de réapprovisionnement	157
Figure 3-15 : Schéma logistique simplifié de réapprovisionnement du magasin.	158
Figure 3-16: Design de l'enquête préférences déclarées avant déménagement.	161
Figure 3- 17: Courbe d'émission de CO ₂ d'un véhicule léger	175
Figure 3- 18: Effet du démarrage à froid sur les émissions	176
Figure 3- 19: Effet de la charge utile sur les émissions	176
Figure 4-1 : enquête avant déménagement : échantillon brut et population mère	187
Figure 4-2 : enquête après déménagement : échantillon brut et population mère	190
Figure 4-3 : Catégories socioprofessionnelles comparées	199
Figure 4- 4 : Avant et après déménagement, plus de la moitié habite à plus de 5km	200
Figure 4-5 : Parts de clients selon l'éloignement du domicile par rapport au magasin	200
Figure 4- 6 : Le territoire du bassin de vie stéphanois - EMD 2010	202
Figure 4-7 : Cartographie domiciles des clients- Source : Enquêtes- Réalisation : Auteur.....	203
Figure 4-8-a : Localisation en centre-ville (avant) génère plus de courtes distances.....	204
Figure 4-8-b : Localisation en centre-ville génère de courtes distances.....	204
Figure 4-9 : Plus de navettes domicile-FNAC vers le magasin de centre-ville	205
Figure 4-10 : le magasin de centre-ville se prête davantage à l'association d'autres achats que celui de périphérie.	206
Figure 4-11: Les détours lors des trajets domicile-travail expliquent une grande part des longues distances engendrées	207
Figure 4-12 : les clients qui habitent moins de 2km utilisent plus la voiture en direction du magasin de centre-ville	209
Figure 4-13 : Comment les clients du magasin de périphérie perçoivent l'évolution de l'accessibilité en transport du centre-commercial.....	210

Figure 4-14 : Parts d'intention de fréquentation du magasin après son déménagement.....	211
Figure 4-15 : Raisons évoquées avant le déménagement pour accepter ou rejeter la nouvelle localisation du magasin.....	212
Figure 4-16 : Raison des modifications éventuelles du rythme de fréquentation de la FNAC après le déménagement.	214
Figure 5- 1 : Modéliser la préférence de localisation commerciale : intrants et sortie du modèle.....	221
Figure 5-2 : Diagramme de la méthodologie proposée.....	223
Figure 5-3 : Variable « intention » de fréquentation de la nouvelle localisation en périphérie.....	228
Figure 5-4 : Transformation de la variable « <i>intention</i> » en une autre variable « <i>pref</i> »	229
Figure 5-5 : la variable à expliquer « <i>pref</i> » est très fortement corrélée avec les variables « <i>raison</i> » et « <i>intent_mode</i> ».....	230
Figure 5-6 : Corrélations entre l'ensemble des variables prises deux-à-deux	231
Figure 5-7a : modèle M ₁	236
Figure 5- 7b : modèle M ₂	236
Figure 5-7c: Modèle M ₃	237
Figure 5-8 : Modèle "Marbre" : Arbre d'inférence conditionnelle sur l'adhésion de la FNAC au déménagement à Monthieu.	238
Figure 5-9 : résultats de la régression logistique pour expliquer l'adhésion au déménagement.....	243
Figure 5-10 : Paramètres du modèle Logit Binomial expliquant la variable « <i>pref</i> »	244
Figure 5-11 : Table d'analyse de déviance du modèle	245
Figure 5-12 : Représentation des Odds ratios.....	247
Figure 5-13: Manifestation après déménagement, de l'influence des facteurs identifiés sur l'adhésion ou le rejet de la nouvelle localisation	250
Figure 5-14: Modèle d'arbre d'inférence conditionnelle pour prédire l'adhésion au déménagement des magasins alimentaires	259
Figure 5-15: Coefficients du modèle logit expliquant la variable « <i>pref_alim</i> »	260
Figure 5-16 : Odds ratios du modèle logit pour les magasins alimentaires	261
Figure 5-17 : arbre d'inférence conditionnelle pour la variable « <i>pref_vest</i> »	264

Figure 5-18: paramètre du modèle logit expliquant la variable « pref_vest »	265
Figure 5-19 : odds-ratios	266
Figure 5-20 : Modèle d'arbre d'inférence conditionnelle expliquant la variable "pref_hight"	270
Figure 5-21 : modèle logistique binomial expliquant la variable "pref_hight "	270
Figure 5-22 : Représentation de l'influence des facteurs par les odds-ratios	271
Figure 5-23: arbre d'inférence conditionnelle de la variable « pref_libr »	274
Figure 5-24: paramètre du modèle logit pour expliquer la variable « pref_libr »	275
Figure 6-1 : Schéma du modèle d'évaluation des impacts sur l'environnement des flux	282
Figure 6-2 : Schéma logistique du système à évaluer et périmètre de flux pris en compte	292
Figure 6-3 : Vue d'ensemble du trajet de livraison Corbas- FNAC Dorian.....	305
Figure 6-4 : Facteurs d'émission : Consommation d'énergie et émission de GES par mode- Bilan Carbone®.....	311
Figure 6-5: Emission de GES et combustion de carburant- Facteurs d'émission estimés avec COPERT.	312
Figure 6-6 : Parts de GES et Consommation d'énergie par les flux- Comparaison Bilan Carbone ®- COPERT 5.1	316
Figure 6-7 : Polluants réglementés du transport : impacts hebdomadaires des flux de transport -magasin de centre-ville ...	319
Figure 6-8 : Décomposition des impacts des déplacements d'achat pour une semaine de vente - magasin de centre-ville..	322
Figure 6-9 : Comparaison entre facteurs d'émission par kilomètre des flux amonts et aval	324
Figure 6-10 : la composition des impacts liés aux flux de déplacement d'achat.	326
Figure 6-11 : Parts de consommation de carburant et d'émission de gaz à effet de serre après déménagement.	333
Figure 6-12 :Parts des flux amont et aval dans les émissions de polluants réglementés du transport- Monthieu	334
Figure 6-13 : Facteurs d'émission : comparaison entre voiture particulières et bus	335
Figure 6-14 : les distances parcourues et la consommation d'énergie sont proportionnelles aux émissions de GES mais pas à celles de polluants réglementés du transport.	336
Figure 6-15 : Variation à l'échelle du magasin des impacts des flux après déménagement.....	339
Figure 6-16 : Variations des impacts après déménagement pour 100m ² de surface commerciale.....	340

Figure 6-17 : Impacts avant/après des flux amont- Variations.....	341
Figure 7-1 : L'offre attendue du parc commercial Steel en projet	359
Figure 7-2 : contribution au reporting environnemental d'un réseau de distribution en incluant les déplacements d'achat. .	372

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I- 1 : part de segments de trafic du TMV (d’après E. Ségalo et al., 2004)	40
Tableau I-2 : Définition des achats découplés des ménages à partir de la littérature scientifique	52
Tableau I- 3: caractéristiques commerciales par localisation dans la ville.	63
Tableau II-1 : les relations de l’homme avec les composantes de l’environnement (André et al., 2010 : 37)	74
Tableau II-2 : Evaluation environnementale : du cadre européen au cadre français	79
Tableau II-4 : Analyse comparée d’ELU (K. Evrard-Samuel et V.-D. Cung, 2015 : 13).....	95
Tableau 2 : Hypothèses et Objectifs de recherche.....	124
Tableau III-1 : les quartiers de Saint-Etienne par secteur- Source : Ville de Saint-Etienne (2019).....	130
Tableau III-2 : Répartition de la population stéphanoise de 15 ans et plus (INSEE, 2018-a)	136
Tableau III-3 : les temporalités de l’étude de cas	153
Tableau III- 4 : De quoi dépendent les facteurs d’émission ? (D’après MP. Trépanier et LC. Coehlo (2017)	172
Tableau III- 5 Panorama d’outils et de méthodologies pour l’évaluation des flux de TMV	173
Tableau IV-1 : redressement des données de l’enquête avant déménagement	189
Tableau IV-2 bis.....	191
Tableau IV-2 : redressement des données de l’enquête après déménagement.	192
Tableau IV-3: Variables communes aux deux enquêtes	193
Tableau IV-4 : Variables propres à la matrice issue de l’enquête avant déménagement	195
Tableau IV-5 : Variables propres à la matrice issue de l’enquête après déménagement	196
Tableau IV-6 : La voiture comme mode de déplacement quasi systématique en direction du magasin de périphérie.	208
Tableau IV-7 : des intentions de déplacement nettement en faveur de la voiture	213
Tableau IV-8 : modification du rythme de fréquentation après déménagement	214

Tableau V-1 : Variables retenues pour la modélisation.....	232
Tableau V-2 : évaluation des erreurs de prédiction des différents modèles.....	237
Tableau V-3 : les sept modalités de la variable "dist_orig".....	239
Tableau V-4 : modalités de la variable "mode".....	239
Tableau V-5: modalités de la variable "mode_q".....	239
Tableau V-6: modalités de la variable "mode_q".....	240
Tableau V-7: modalités de la variable "motif".....	240
Tableau V-8 : Transformation en binaire de la variable "dist_orig".....	241
Tableau V-9 : de nouvelles variables binaires obtenues à partir de la variable "dist_orig".....	242
Tableau V-10 : Matrice de confusion du modèle logit binomial.....	245
Tableau V-11 : Familles de commerces étudiées.....	255
Tableau V-12 : Variable « pref_alim ».....	257
Tableau V-13 : Variables explicatives impliquées dans l'analyse du déménagement fictif d'un magasin alimentaire.....	257
Tableau V-14 : Bonnes et mauvaise prédiction du modèle.....	261
Tableau V-15 : Variable "pref_vest".....	264
Tableau V-16 : Qualité de la prédiction du modèle.....	266
Tableau V-17: Variable "pref_high".....	269
Tableau V-18 : Qualités de prédiction du modèle.....	272
Tableau V-19 : Variable "pref_libr".....	274
Tableau V-20 : matrice de confusion du modèle logit expliquant « pref_libr ».....	276
Tableau VI-1 : feuille de synthèse- données à recueillir sur les livraisons de marchandises au magasin.....	284
Tableau VI-2 : matrice des modèles de véhicules de livraison.....	284
Tableau VI-3 : modélisation des distances hebdomadaires par type de véhicule de livraison.....	285

Tableau VI-4 : matrice de données à extraire de l'enquête client.....	286
Tableau VI-5 : Caractérisation des véhicules- déplacements d'achat.....	287
Tableau VI-6 : coefficients « boucles »	287
Tableau VI-7 : coefficients « rythme »	288
Tableau VI-8 : Estimation des distances finales pour une semaine type.....	288
Tableau VI-9: informations recueillies sur les véhicules de livraison pour l'approvisionnement du magasin	295
Tableau VI-10: modèle de véhicule de livraison des flux amont- FNAC du centre-ville.....	296
Tableau VI-11 : Répartition modale des flux aval- FNAC du centre-ville.....	297
Tableau VI- 12 : Type de bus et taux de remplissage dans la flotte de bus à Saint-Etienne	298
Tableau VI-13 : Caractérisation des voitures particulières d'après l'enquête.	298
Tableau VI-14 : caractérisation des véhicules –COPERT 5.....	298
Tableau VI-15 : Potentiel de réchauffement global des six principaux gaz à effet de serre (GIEC, 2013)	303
Tableau VI-16 : définition des coefficients de pondération « boucle »	307
Tableau VI-17 : définition du coefficient rythme de fréquentation	307
Tableau VI-18 : Estimation des distances- FNAC centre-ville	308
Tableau VI-19 : synthèse du modèle de quantification des impacts	308
Tableau VI-20 : Consommation d'énergie et émissions GES - Estimation Base Carbone ADEME	310
Tableau VI-21 : Consommation d'énergie et émission de GES- Estimations avec COPERT 5.1.....	313
Tableau VI-22 : Décomposition du facteur d'émission d'un véhicule utilitaire légers	317
Tableau VI-23 : Flux de déplacement, facteurs d'émission et quantités d'émissions par modes de déplacements d'achat liés à une semaine de vente du magasin de centre-ville.....	321
Tableau VI-24 : Magasin de centre-ville: Impacts hebdomadaires estimés.....	330
Tableau VI-25 : Magasin de Monthieu: Impacts hebdomadaires calculés.	338
Tableau VI-26 : Variation avant/après des distances en véhicules.km par mode	342

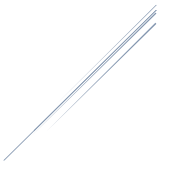
SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AOT	Autorité Organisatrice des Transports
AOTM	Autorité Organisatrice du Transport et de la Mobilité
BLU	Boîte Logistique Urbaine
ACV	Analyse de Cycle de Vie
ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
ADM	Achats Découplés des Ménages
AOM	Autorité Organisatrice des Mobilités
B to B	Business to Business
BEGES	Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre
B to C	Business to Consumer
CDU	Centre de Distribution Urbaine
CEREMA	Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, la Mobilité et l'Aménagement
CERR	Colloquium of European Research on Retailing
CERTU	Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions
COPERT	Computer Program to calculate Emissions from Road Transport
COV	Composés Organiques Volatiles
C to C	Consumer to Consumer
CUTM	Communauté Urbaine de Toulouse Métropole
DEEM	Diagnostic Énergie Émissions des Mobilités
EES	Évaluation Environnementale Stratégique
EIE	Évaluation des Impacts sur l'Environnement
ELP	Espace Logistique de Proximité
ELU	Espace Logistique Urbain
EMD	Enquête Ménages Déplacements
ENTD	Enquête Nationale Transports et Déplacements
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
FEVAD	Fédération du E-commerce et de la Vente à Distance
GES	Gaz à Effet de Serre
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologie de Transports de l'Aménagement et des
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IRIS	Îlot Regroupé pour l'Information Statistique
LAD	Livraisons A Domicile
LAET	Laboratoire d'Aménagement et d'Economie des Transports
LAURE	Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie
LET	Laboratoire d'Economie des Transports
LUTI	Land-Use and Transport Interaction / modèle d'interaction transport-urbanisme
M	Marche à pied ou Vélo
MAPTAM	Modernisation de l'Action Publique et d'Affirmation des Métropoles
PAM	Point d'Accueil des Marchandises
PAV	Point d'Accueil des Véhicules
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PCET	Plan Climat Energie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PKM	passager-kilomètres

PLU	Plan Local d'Urbanisme
POS	Plans d'Occupations des Sols
PRG	Potentiel de Réchauffement Global
RETMIF	Réduction des Emissions de Polluants des Transports de Marchandises en Ile-de-France
RSE	Responsabilité Sociale des Entreprises
SCOT	Schéma de Cohérence Territoriale
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRADDT	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire
SRU	Solidarité et Renouvellement Urbain
TC	Transport en Commun
TMV	Transport de Marchandises en Ville
V	Voiture personnelle
VE	Véhicule Electrique
VKM	véhicule-kilomètres
VP	Voiture Personnelle
ZLU	Zone Logistique Urbaine

RESUME

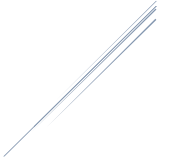
Il est déjà établi que les flux de déplacements d'achat sur un territoire urbain sont importants au moins à deux titres. Ils sont déterminants pour l'acheminement de la marchandise à son lieu de consommation finale. Mais ils comptent aussi pour la viabilité du tissu commercial urbain. Or, ces flux restent très peu reliés aux autres flux de transport de marchandises en ville optimisés et évalués, eux, dans une vision « transporteur » de la logistique urbaine. Dans cette thèse, nous identifions dans la littérature une autre approche de la logistique urbaine. Elle y replace la question de localisation des espaces logistiques et des autres fonctions urbaines reliées ou impactées par les flux de logistiques urbaines. Pour avancer sur les enjeux opérationnels de cette approche territoriale de la logistique urbaine, nous étudions le déménagement d'un magasin du centre-ville de Saint-Etienne vers sa périphérie Est où la métropole projette d'installer un parc d'activités commerciales. La contribution essentielle de la thèse est d'abord d'ouvrir le débat sur la prise en compte de la localisation commerciale dans les réflexions sur la logistique urbaine. Deux démarches d'analyses sont ensuite proposées et testées avec les données collectées, pour contribuer à traduire en outils opérationnels cette approche. La première consiste à mettre en relation la localisation commerciale et les choix individuels de déplacements d'achats à travers une modélisation probabiliste de type choix discrets. La seconde quant à elle permet de centrer sur chaque point de vente l'évaluation environnementale des flux de TMV générés, prenant en compte les déplacements d'achat qu'il génère. Une question émerge dès lors. La connaissance des probabilités de déplacements vers différentes localisations commerciales sur le territoire peut-il permettre de comparer le profil environnemental des flux de TMV générées par chacune de ces localisations ?



INTRODUCTION GENERALE

Comment opérationnaliser les liens entre logistique urbaine et territoire ?





Introduction : Comment opérationnaliser les liens entre logistique urbaine et territoire ?

« La problématique des marchandises en villes réside en fait dans la conciliation entre dynamisme économique et nécessités du bien-être des citoyens. Les échanges et la circulation de marchandises sont partie prenante du fonctionnement de la cité. Etroitement lié aux déplacements de personnes, associé aux préoccupations d'urbanisme, nécessaire à la recomposition des structures économiques des centres villes, le fret est indissociable de la réflexion sur les politiques urbaines » (E. Ségalou et al., 2002 :3).

Voici bientôt trois décennies que la logistique urbaine propose d'aborder ensemble la gestion de différents flux et activités liés au transport de marchandises en ville. Il s'agit notamment des flux d'information et de transport, et des activités logistiques inhérentes à la maîtrise de ces flux. Ses réflexions et expérimentations sont portées aussi bien par les acteurs publics que privés. Elles ont commencé par aborder le transport de marchandises en ville (TMV) dans une vision économique. Mais dès les débuts une partie de ces réflexions soulignait déjà l'importance des liens entre TMV et urbanisme.

La notion même de flux de TMV n'a presque jamais fait consensus. Certains limitent le contenu de ces flux aux transports opérés par les professionnels pour réapprovisionner les magasins ou livrer les marchandises aux consommateurs finaux. D'autres insistent par contre sur l'importance des flux de déplacements d'achat opérés par ces consommateurs. Ce dernier type de flux, à l'opposé des flux de livraison, est reconnu pour sa complexité. Sa difficile prévisibilité peut rebuter le modélisateur. Mais ce n'est pas forcément les flux de déplacements d'achat en tant que tels qui sont intéressants. On les étudie plutôt pour leur importance dans l'équilibre général de la mobilité sur le territoire. On peut aussi s'y intéresser pour maîtriser l'impact environnemental généré par la distribution urbaine. Dans cette optique, la question de la localisation commerciale devient une variable essentielle, discriminante d'abord pour la nature et la quantité des flux. Elle peut être aussi déterminante si on s'intéresse à la vitalité de la ville et à la viabilité de son économie. Il s'agit donc de prendre en compte le territoire urbain dans son ensemble et d'y insérer le TMV. Cette démarche se distingue à plusieurs égards de celles plus empreintes des logiques professionnelles et économiques du transport de marchandises et de la logistique. Ces dernières visent en effet à modéliser la demande en marchandises et à optimiser les flux. Leur but est d'en maîtriser les coûts et parfois l'impact sur l'environnement.

La démarche qui vise à prendre en compte la localisation commerciale et les flux de déplacement d'achat, nous proposons dans cette thèse de l'appeler « approche territoriale de la

logistique urbaine ». Nous montrerons qu'elle est théoriquement défendue dans la littérature. Mais la question de son opérationnalisation n'est pas résolue.

Le présent mémoire de thèse rend compte d'un ensemble de travaux qui portent principalement cette question. L'ensemble de la réflexion conduite fait le choix de tester la variation de l'impact environnemental selon cette variable essentielle que constitue la localisation du point de vente sur le territoire. Le but visé étant in fine de montrer la pertinence, pour la question environnementale, de cette approche territoriale des flux de logistique urbaine. La démarche quant à elle est dictée par le souci d'opérationnalisation. Elle consiste à s'appuyer sur un cas concret avant d'explorer une montée en généralités. La question concrète portée est donc de savoir si cette approche est pertinente, et s'il est possible de la traduire en outils opérationnels.

L'analyse conduite est forcément transversale. Nous nous appuyons sur la littérature relevant aussi bien de l'aménagement urbain que des politiques urbaines pour compléter les travaux mobilisés en logistique urbaine et en science de l'environnement. Les méthodes d'analyse quant à elles peuvent être regroupées en deux familles. Nous utilisons d'abord les méthodes d'apprentissage statistique. Parmi elles, nous nous appuyons sur les modèles d'analyse par arbres de décision et les modèles de régression logistique. Ces derniers nous permettent d'appliquer la théorie de l'utilité aléatoire. Nous mobilisons ensuite des méthodes d'évaluation environnementale. Nous nous inspirons alors partiellement de la démarche du Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) dans un premier temps. Nous mettons par la suite à contribution la méthodologie COPERT.

Ce mémoire est organisé en trois parties. La première nous plonge dans la littérature. Elle identifie et distingue dans le premier de ses deux chapitres, la vision « transporteur » et l'approche « territoriale » de la logistique urbaine. Elles sont présentées comme deux facettes de la même médaille que constitue la logistique urbaine. L'autre chapitre évoque d'une part les conséquences du desserrement logistique et d'autre part la responsabilité sociétale des entreprises. Ce faisant, il présente la maîtrise de l'impact environnemental des flux de transport générés comme un double enjeu pour la logistique urbaine. Ces deux chapitres nous conduisent, en conclusion de cette première partie, à formuler la problématique de recherche et à définir des objectifs et hypothèses de recherche. Cette délimitation du cadre théorique est complétée par la deuxième partie où est précisée le cadre méthodologique. Il présente la démarche d'investigation et les outils mobilisés. Mais il nous introduit aussi dans la ville de Saint-Etienne qui est notre terrain d'étude, et au cas d'étude sur le quel se sont appuyés nos travaux. Ce cas

d'étude est le déménagement du centre-ville de Saint-Etienne vers la périphérie Est de la ville, d'un magasin de vente de produits culturels. Les deux localisations commerciales en relation dans ce déménagement sont étudiées ici comme deux scénarios de localisation proposées au clients du magasin.

L'étude de ce cas, permet de tester des démarches d'analyse proposées dans la troisième partie du mémoire. Cette troisième partie présente les résultats. Elle commence par le chapitre 4 où est proposée la description des données collectées sur le cas d'étude. C'est une analyse descriptive comparée de données d'enquêtes recueillies respectivement avant et après le déménagement du magasin dont nous faisons notre cas d'étude. Les deux chapitres suivants décrivent respectivement deux méthodologies d'analyse proposées pour répondre aux objectifs spécifiques de recherche. Il s'agit dans le chapitre 5 d'une démarche de modélisation probabiliste de type choix. Appliquée au cas d'étude, elle conduit au calibrage d'un ensemble de modèles logit binomiaux sur le déménagement du magasin étudié et sur d'autres déménagements fictifs entre les deux localisations. L'un des apports méthodologiques de cette thèse comme on le verra, consiste à sélectionner les prédicteurs du modèle logit avec des arbres d'inférence conditionnelle. Cette sélection, dans le cas d'étude documenté, revient à l'identification des facteurs qui gouvernent la préférence du consommateur entre différentes localisations commerciales. L'objectif en filigrane en est de proposer des leviers d'action au décideur publique, mais aussi des profils de clientèle associés à différentes localisations commerciales. Le chapitre 6 quant à lui présente une méthodologie pour l'évaluation environnementale des flux de logistique urbaine générés par un point de vente au détail, en prenant en compte les déplacements d'achat. Cette démarche, centrée sur l'équipement commercial, vise entre autres à alimenter la réflexion sur la prise en compte du scope 3 des déplacements d'achats. La difficulté de modéliser ces flux rend jusqu'ici leur prise en compte difficile. Elle est testée sur le cas d'étude et permet de comparer le profil environnemental des deux localisations commerciales étudiées, pour le même magasin. La démarche proposée, en restant au niveau du point de vente, ambitionne d'ouvrir une piste de résolution de ce problème, au moins pour les réseaux de distribution urbaine. La proximité institutionnelle entre magasins du même réseau, et la pratique déjà existante de la collecte de données auprès de la clientèle sont mobilisés comme atouts. Elles rendent pertinente cette démarche proposée, pour enrichir la réflexion sur la prise en compte dans une démarche RSE, du déplacement d'achat dans le reporting environnemental des entreprises de la distribution urbaine. Le chapitre 7 suivant, le

dernier du mémoire, permet justement d'évoquer l'utilité et la reproductibilité de ces deux démarches proposées, ainsi que leurs limites et les perspectives ouvertes.

La question de l'opposition centre-périphérie peut être une question scientifique intéressante à creuser avec notre matériau. Mais ce n'est pas la question au cœur de notre réflexion. Ces deux localisations sont des scénarios de localisation extrêmes sur le territoire de la même ville. Elles présentent l'intérêt d'être distinctes, et nous nous saisissons du déménagement qui les met en relation pour tester nos hypothèses de recherche. Cela nous permet ainsi de valider une méthodologie d'opérationnalisation des liens entre logistique urbaine et territoire.

La figure 1 présente un schéma du plan de thèse ainsi décrit.

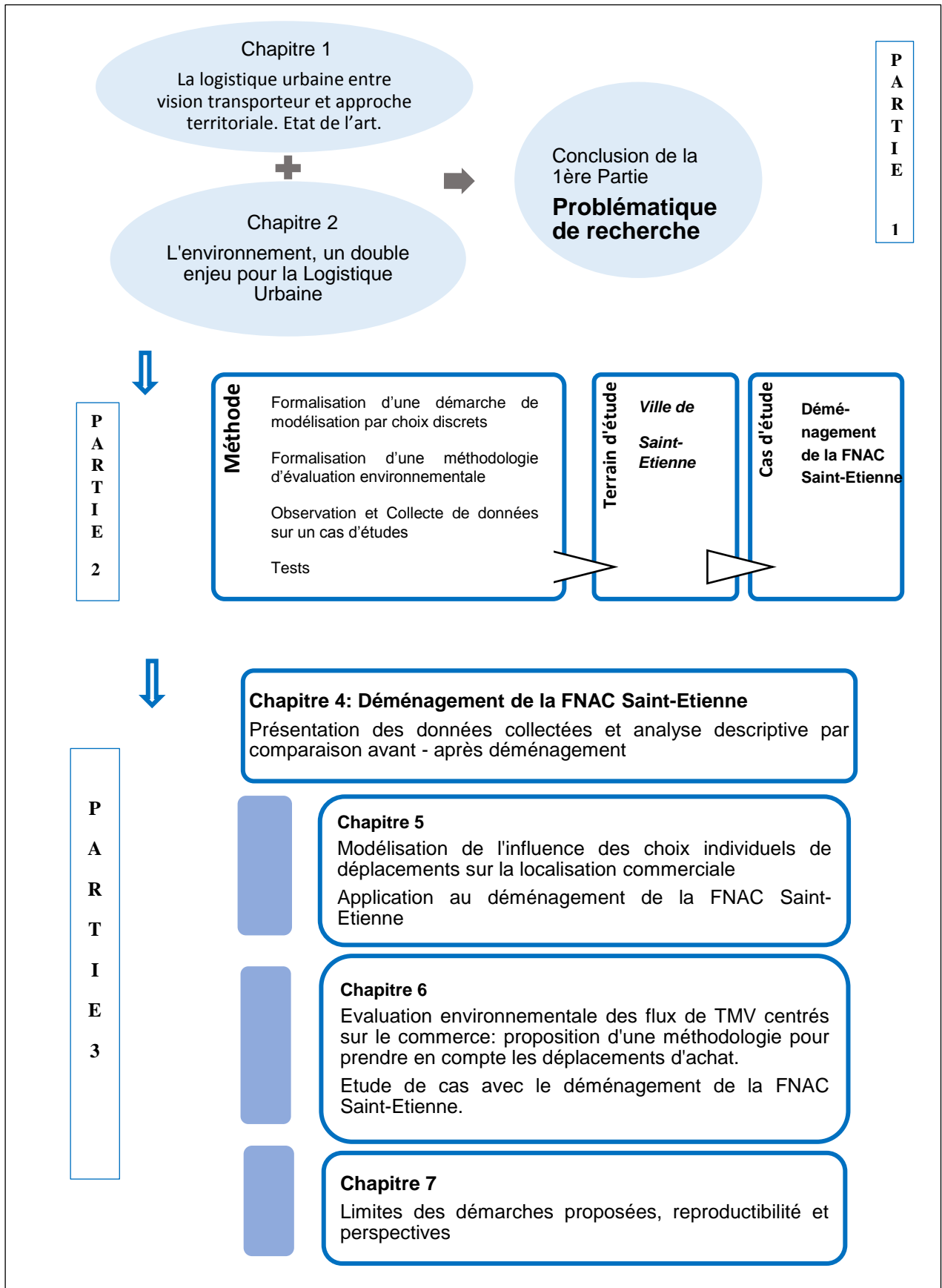
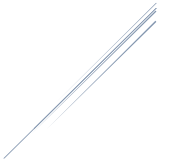
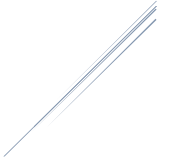


Figure 1 : Schéma du plan de thèse



1^{ère} Partie

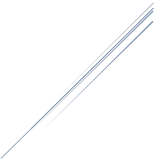
Cadre théorique de recherche



Chapitre I

La logistique urbaine entre vision transporteur et approche territoriale





Chapitre 1 : La logistique urbaine entre vision transporteur et approche territoriale. Etat de l'art.

Introduction

Depuis les années quatre-vingt-dix, les préoccupations liées au fret urbain sont à l'agenda des décideurs des villes et des métropoles dans le monde, en même temps que cette question occupe le monde de la recherche. Distinctement ou pas, on évoque le transport de marchandises en ville (TMV) et la logistique urbaine en parlant du « dernier kilomètre » de la distribution urbaine, le consommateur final et dernier destinataire de la marchandise étant supposé localisé en ville. Ce dernier kilomètre fait référence au chemin parfois très long déjà parcouru par la marchandise pour arriver aux portes de la ville. Mais ce dernier kilomètre est surtout abordé en mobilisant des approches et des méthodes différentes selon les intérêts et les positions des différents acteurs impliqués. Dans ce chapitre nous présentons d'abord la logistique urbaine comme un champ de recherche qui s'approprie la problématique du TMV. Deux principales visions de cette problématique du TMV émergent de la littérature sont ensuite identifiées: la vision « transporteur » et l'approche « territoriale ». Elles sont ici présentées comme deux facettes de la même médaille. L'une des deux, l'approche territoriale, nous semble être davantage que l'autre, collée aux préoccupations originelles de la logistique urbaine. Sa traduction en outils opérationnels semble cependant moins évidente. En positionnant ainsi la logistique urbaine sur cette vision de la problématique du TMV, nous en tirons les implications pour la question de l'impact environnemental de ses flux.

1. Emergence du concept de la logistique urbaine

Plusieurs réflexions scientifiques y ont déjà été dédiées dans les années soixante-dix. Mais la logistique urbaine est un concept qui a émergé dans les années quatre-vingt-dix, et qui est parfois utilisé sans distinction pour parler du transport de marchandises en ville.

1.1. Dans le langage courant et dans le monde opérationnel

Les liens entre transport et logistique ne sont plus à établir. L'organisation des entreprises industrielles et commerciales ainsi que de nombreuses réflexions ont en effet scellé cette interdépendance. Pour ne pas reculer trop loin, les travaux de N. Fabbe-Costes (2007) montrent que le transport doit en grande partie à la logistique son évolution récente. L'activité économique du transport est bien distincte. Mais elle s'inscrit dans les chaînes logistiques aussi

bien des entreprises industrielles que commerciales qui ont vocation à expédier ou recevoir des biens ou des produits (N. Fabbe-Costes, 2007).

Dans son assertion générale, la logistique désigne l'ensemble des activités visant à mettre à disposition le bon produit au bon endroit, au bon moment et au moindre coût (M. Savy, 2013). Pour les géographes J.M. Offner et D. Pumain (1996), la logistique est l'ensemble des moyens, des techniques et des méthodes qui concernent la gestion des flux de matières liés à une production, à l'intérieur d'une firme ou entre entreprises (J.M. Offner et D. Pumain 1996).

Le transport de marchandises s'insère toujours dans une chaîne d'activités, parce qu'il s'agit de transporter un bien ou un produit attendu. Le terme logistique exprime donc cette interdépendance intime, technique et organisationnelle qui lie le transport aux autres activités (M. Savy, 2013).

Nous ne limiterons pas la logistique urbaine à l'exercice en milieu urbain du métier de la logistique ainsi définie. Mais nous retiendrons plutôt de tout ce qui précède que la « logistique urbaine » peut être adaptée pour décrire l'insertion du transport de marchandises en ville dans ces liens d'interdépendance avec les autres activités urbaines, et donc avec le système urbain tout entier.

En réalité cependant, la notion de logistique urbaine est passée dans le langage courant sans grande distinction avec le transport de marchandises en ville. Parler de logistique urbaine dans revient ainsi, souvent dans le langage courant, à parler du « transport du dernier kilomètre ». On fait ainsi implicitement référence à la longue chaîne du transport de marchandises où s'insère le TMV. Cette distinction est aussi à peine lisible dans le monde opérationnel. C'est en effet les professionnels du transport de marchandises en ville qui s'identifient le plus à la logistique urbaine.

Pour ces acteurs du monde opérationnel, la logistique urbaine se distingue peu du transport de marchandises en ville. en France par exemple, pour le Cluster PACA Logistique¹,

« la logistique urbaine concerne l'acheminement des marchandises dans le cœur des agglomérations, leur traitement sur ces territoires, leur livraison au destinataire final ainsi que la gestion des flux retours (produits renvoyés, à recycler et déchets) » (Cluster PACA Logistique, 2018).

¹ Regroupement associatif professionnel à l'interface des sphères publiques et privées, dans le domaine du transport de marchandises et de la logistique dans la région PACA au sud de la France.

Cette vision professionnelle qui identifie clairement la logistique urbaine à la partie urbaine du transport de marchandises exclut évidemment les déplacements d'achat. Mais elle ne manque pas d'associer à la définition, les préoccupations d'optimisation de la gestion des flux. La circulation en milieu peut être à la fois difficile et complexe. Cela rend parfois cette optimisation indispensable. Une question émerge ici en filigrane, qui n'échappe peut-être pas à ces acteurs du monde opérationnel positionnés à l'interface du public et du privé, mais qu'ils ne semblent pas prendre en compte. Il s'agit de savoir s'il n'est pas nécessaire de prendre en compte l'ensemble des déplacements pour faire face efficacement aux problèmes générés par la complexité de circulation en milieu urbain. Cette prise en compte de l'ensemble des déplacements dans ce contexte, implique, rappelons-le de s'intéresser aux déplacements d'achat eux-mêmes souvent liés à d'autres déplacements.

Les enjeux de la logistique urbaine identifiés par ces acteurs opérationnels sont triples :

- Les enjeux fonctionnels, relatifs à la nécessaire fonction d'approvisionnement de la ville. D'après le cluster, il faut en moyenne 1700 livraisons et 700 enlèvements par jour pour une ville de 100 000 habitants.
- Les enjeux économiques sont relatifs au commerce urbain dont il faut optimiser les coûts d'approvisionnement sur le dernier kilomètre, afin d'éviter qu'ils déménagent pour s'installer en périphérie proche des grands axes routiers.
- Les enjeux sont aussi environnementaux parce que l'obligation d'opérer les livraisons en VUL depuis les plateformes logistiques situées hors des villes démultiplie les flux et dégrade le profil environnemental de la livraison (Cluster PACA Logistique, 2018).

Mais en fait, ces enjeux peuvent être reformulés autour du terme de la localisation. En effet, les enjeux fonctionnels font référence à la fonction d'approvisionnement de la ville, c'est-à-dire du consommateur final. Cet approvisionnement dépend certes de plusieurs facteurs. Mais il est indiscutablement conditionné par la position relative de deux localisations entre-elles. Il s'agit d'une part du lieu logistique d'où part la marchandise. D'autre part, il s'agit de la localisation du consommateur final destinataire, soit du point de vente qui n'est en fait qu'un intermédiaire de distribution entre le lieu logistique et le consommateur final. Les enjeux économiques évoqués rejoignent à juste titre cette réflexion, en insistant sur l'importance de la localisation du point de vente mis en relief avec les coûts du trajet urbain de leur réapprovisionnement. Il semble aussi évident que c'est d'abord la localisation qui détermine le profil environnemental

de la distribution, évoqué comme troisième enjeu par le Cluster PACA Logistique : localisation des plateformes logistique hors des villes, à relier avec les points de vente supposés, eux, en centre-ville. Mais on peut aussi questionner la localisation des consommateurs finaux : aussi bien les livraisons de marchandises à domicile que leurs déplacements d'achat auront un profil environnemental forcément dépendant des localisations relatives entre origines et destinations.

Nous retiendrons donc que la question des localisations est au cœur des enjeux de la logistique urbaine perçus par ces acteurs. Mais dans quelle mesure ces localisations sont-elles prises en compte dans les réflexions sur la logistique urbaine : celle des lieux logistiques, mais aussi celles du consommateur final et du point de vente ?

Aussi faudrait-il remarquer que le Cluster PACA Logistique semble préoccupé par la question de l'implication des différents acteurs de la logistique urbaine. Mais au nombre de ceux-ci ne figurent pas les consommateurs finaux. La puissance publique suffit-elle pour représenter le consommateur final en tant qu'acteur ?

Pour un autre groupe d'acteurs, la FNTR², la logistique urbaine est assimilable à la distribution urbaine. Elle est la manière d'acheminer dans les meilleures conditions les flux de marchandises qui entrent, sortent et circulent dans la ville.

« C'est un pilotage global, qui inclut le transport mais aussi le stockage, le conditionnement, la gestion des commandes, la gestion des retours, la gestion des emballages et palettes, les livraisons à domicile, l'offre de relais livraison. La logistique urbaine est une nécessité du développement économique et social des centres-villes » (FNTR, 2018).

En filigrane, cette définition semble assumer un parti pris pour le centre-ville comme localisation. Aussi peut-on remarquer que les préoccupations exprimées sont clairement économiques. La logistique urbaine semble y être résumée à l'association de l'activité de transport à celle de la logistique dont elle est indissociable.

Ces différents usages du terme « logistique urbaine » ont sans doute été renforcés par la mobilisation relativement récente de cette notion dans la littérature scientifique. La conceptualisation scientifique est progressive, et semble baliser le terrain pour un champ de recherches émergent à part. Elle apparaît dans la littérature scientifique en Français avec la

² Fédération Nationale (Française) des Transporteurs Routiers, une des principales organisations professionnelles du transport routier de marchandises en France.

terminologie de *logistique urbaine*. Mais en Anglais, on retrouve l'un ou l'autre des vocables « *City logistics* » et « *urban logistics* ».

1.2. Dans la littérature scientifique

Sans que le terme « logistique urbaine » ne soit évoqué, plusieurs travaux relatifs à la modélisation de la demande urbaine en marchandises ont émergé dans les années soixante-dix. C'est le cas des travaux de B.G. Hutchinson (1974), de K. W. Ogden (1977 ; 1978) et de P.O. Roberts & B.C. Kullman (1979) qui ont abouti à des modèles de génération et de distribution des flux de livraison en ville (E. Taniguchi & R.G. Thompson, 2015-b).

J. Gonzalez-Feliu (2017) situe les premières publications scientifiques évoquant la « logistique urbaine » au début des années quatre-vingt-dix, avec un contenu plutôt calqué sur le métier du transport-logistique qui se retrouve face aux contraintes imposées par la ville.

En effet, c'est au Professeur Alan McKinnon (A. McKinnon, 1991 cité par J. Gonzalez-Feliu, 2017) que l'on doit le premier usage de cette notion, sous le vocable anglais de *City logistics*, lors d'un séminaire intitulé « *City logistics and Product Channel Logistics* » de la *European Science Foundation* en 1991. Le terme apparaîtra par la suite chez Ruske (1994) qui évoquait alors au Japon les solutions de « *city logistics* » pour la mutualisation dans le transport urbain de marchandises, au cours d'un séminaire de l'OCDE sur les avancées technologiques du transport routier. Les autres pionniers tels que l'Allemand Lothar Thoma (L. Thoma, 1995) ont ainsi contribué, notamment en Allemagne, à positionner rapidement la question des mutualisations au cœur de la logistique urbaine (J. Gonzalez-Feliu 2017).

La notion de logistique urbaine semble avoir émergé pour reprendre la problématique du transport de marchandises en ville, mais en y insérant la gestion des flux de transport dans une logistique d'ensemble qui implique aussi la gestion de flux d'informations et d'autres prestations logistiques. L. Dablanc (2007) propose dans cette optique la définition suivante :

« *La logistique urbaine désigne toute prestation concourant à une gestion optimisée des flux de marchandises en milieu urbain* » (L. Dablanc, 2007 : 101).

Ces prestations logistiques viennent en écho à la nécessité imposée par le milieu urbain à son entrée mais aussi à l'intérieur de la ville, d'infrastructures de rupture de charges. Cette rupture de charges implique non seulement l'infrastructure en soi, mais aussi entre autres activités, les

opérations de chargement-déchargement et de reconditionnement, ainsi que la mutualisation des flux et de l'immobilier logistiques.

1.3. Les acteurs de la logistique urbaine : le consommateur final est-il passif ?

Les acteurs de la logistique urbaine peuvent être répartis en trois groupes : la logistique urbaine : les habitants, les acteurs économiques et les acteurs institutionnels (CEREMA, 2015).

Les acteurs économiques sont constitués des détenteurs de fret qu'on appelle encore chargeurs, des commerçants et des transporteurs. Le chargeur est le propriétaire de la marchandise. Il peut être en même temps le commerçant au niveau local, mais ce n'est pas toujours le cas. Le prestataire de transport est la personne à qui la marchandise est confiée pour être acheminée.

Les acteurs institutionnels peuvent être soit l'Etat qui définit le cadre légal et réglementaire où s'opère les activités de chaque acteur, soit l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM), ou encore la commune. En France, la loi attribue à la commune la police de la circulation et du stationnement.

Les habitants sont à la fois, riverains, utilisateurs de la voirie, consommateurs de transport et transporteurs de marchandises dans le cadre de leurs déplacements d'achats (CEREMA, 2015).

En tant que tels, les habitants, consommateurs finaux de la marchandise ne sont absolument pas passifs dans la chaîne logistique. Non seulement ils sont transporteurs de marchandises du point de vente à leur lieu de résidence, mais ils sont surtout utilisateurs de la voirie. Le transporteur professionnel partage donc avec eux, son milieu de travail principal qui est la route. Le consommateur final est aussi le principal donneur d'ordre du transport de marchandises. En effet, c'est bien parce qu'il y a des consommateurs finaux que les biens affluent vers les villes. L'acte d'achat commande détermine à la fois le métier du commerçant et celui du transporteur. C'est la première source génératrice de tous flux de logistique urbaine.

En somme, le consommateur final est un acteur principal agit sur les flux de logistique urbaine à plusieurs niveaux.

2. Entre vision « transporteur » et approche « territoriale » : la problématique du transport de marchandises en ville comme une médaille avec ses deux facettes.

La ville, même post-industrielle, ne saurait rejeter le transport de marchandises. De plus, dans la plupart des pays du monde, le taux de la population urbaine est en nette augmentation, de sorte qu'en moyenne, au moins une personne sur deux habite en ville (Commission Européenne, 2018)

Mais la ville, par sa nature, ne favorise pas toujours la massification et la réduction des distances que préfèrent chargeurs et transporteurs. En plus des détours qui peuvent lui être imposés, la vitesse de circulation y est généralement déjà limitée, avant que la congestion ne la réduise davantage. Par ailleurs, un ensemble de restrictions supplémentaires sur la qualité et la capacité des véhicules ainsi que sur les horaires de circulation éloignent souvent le transport de marchandises en ville de la maximisation souhaitée du rendement. De plus, la valeur élevée de la rente foncière en ville ne favorise guère un stock massif, ce qui oblige le transport de marchandises à opérer en flux tirés, sinon tendus. Mais les préoccupations que le transporteur exprimerait ainsi, peuvent être formulées autrement par le citoyen, l'acteur publique ou le chercheur qui restent concentrés sur le système urbain dans son ensemble. Vu de la position de ces derniers, on dira que c'est le transport de marchandises qui pose des problèmes à la ville. On voit très vite la congestion, les accidents et l'émission de polluants dus à la présence des « gros porteurs » en ville.

Les deux systèmes que sont la ville et le transport de marchandises ont besoin l'un de l'autre mais leurs intérêts peuvent se piétiner. Car la ville qui constitue un marché florissant à approvisionner par le transport de marchandises, est celle-là qui offre une qualité de vie compétitive, mesurable par exemple en termes de pollution atmosphérique, ou de vitalité du centre-ville. C'est bien aussi celle-là qui ne veut pas de « véhicules gros porteurs » source de congestions, d'accidents, de pollution sonore et atmosphérique. Et c'est là le paradoxe, le cœur de la problématique du transport de marchandises en ville. Mais peut-on prendre en compte les performances économiques du transport de marchandises sans nuire à ce développement urbain ?

En parlant de la logistique urbaine, J. Gonzalez-Feliu (2017) oppose vision d'utilité collective et vision de rentabilité individuelle. Sans trop nous en éloigner, nous pensons cependant que la distinction ne s'opère pas uniquement au niveau de l'opposition de l'intérêt particulier à l'utilité collective. On peut aussi évoquer l'opposition entre d'autres logiques. Par exemple, il peut s'agir de la prédominance d'une logique d'entreprise ou de réseaux de distribution, ou de logiques corporative d'une profession par opposition à une logique territoriale. Dans tous les

cas, cette problématique du transport de marchandises en ville peut être abordée comme une médaille avec ses deux facettes, que nous développons ci-dessous.

On peut en effet la percevoir d'un point de vue activité économique du transport de marchandises, qui rejoint le point de vue des professionnels de transport, des chargeurs et de toutes les réflexions qui épousent cette démarche, y compris dans la communauté scientifique. C'est ce que nous appellerons « vision transporteur » dans la suite. Mais la problématique du TMV peut aussi être abordée du point de vue de l'habitant, de l'acteur public territorial ou de l'urbaniste, que nous désignons par « approche territoriale » et que nous développons dans la seconde partie de ce paragraphe.

2.1. Vision transporteur de la problématique du TMV

Cette approche, bien qu'attentive au paradoxe évoqué plus haut, aborde le transport de marchandises en ville comme un maillon de l'activité économique du transport de marchandises.

2.1.1. « Vision transporteur », pourquoi ?

Le transport de marchandises en ville (TMV) vise en grande partie à mettre la marchandise à la disposition du consommateur. Aujourd'hui, à l'heure de la ville post-industrielle, on peut dire que les modèles d'économie urbaine où les unités de production industrielle s'installent au cœur du territoire urbain ne sont plus dominants. Les organisations à l'image des districts industriels de l'Italie du nord (J.C. Dumas, 2007; E. Lanciano 2003 ; 2010) n'ont certainement pas tous disparu. Mais la ville postfordiste semble être davantage orientée vers le tertiaire. De fait, faire l'hypothèse que les flux de transports liés à l'industrie sont négligeables en ville n'est pas un excès. Les industries et autres unités de transformations sont repoussées hors des villes. Cela, entre autres, a généré un grand nombre de *shrinking cities* dans le monde, à l'image de Saint-Etienne, ancienne ville industrielle, notre cadre d'étude. Nous faisons donc a priori l'hypothèse, motivée un peu plus loin, que l'approvisionnement du consommateur final concentre la majeure partie des flux de transport de marchandises en ville. Nous parlons alors des flux de la distribution urbaine pour représenter ces flux générés par l'approvisionnement du consommateur final. Une partie de ces flux est opérée par le consommateur lui-même qui se déplace vers les points de vente. Les professionnels du transport se chargent de l'autre.

Les flux amont de réapprovisionnement des commerces, entièrement opérés par les professionnels des transports, permettent d'acheminer la marchandise jusqu'aux points de vente. En supposant que commerces et habitants sont tous localisés en centre-ville, les flux de transport de marchandises entre le point de vente et le consommateur final deviennent raccourcis. Leur qualité aussi change parce qu'ils peuvent être majoritairement réalisés en modes alternatifs à la voiture individuelle. Leurs impacts sur l'environnement sont ainsi doublement réduits. On en conclut que dans une hypothèse de ville de courtes distances où les consommateurs habitent en centre-ville près des commerces, les flux de réapprovisionnement des magasins seront responsables de l'essentiel des impacts environnementaux générés.

La conception de la problématique du TMV dans une vision propre au métier du transporteur reste très conforme à la ville dense et compacte ainsi décrite, dite encore « ville des courtes distances » par référence entre autres, à l'expérience pionnière de la ville de Graz en Autriche (Hounwanou, 2015). Considérer l'activité du transporteur y est suffisant en effet pour appréhender les flux de transport de marchandises générés par la distribution urbaine et leurs impacts sur l'environnement. Les autres flux sont négligeables soit du point de vue des courtes distances parcourues, soit parce qu'ils génèrent peu d'impacts sur l'environnement. Ces déplacements d'achats peuvent en effet être réalisés majoritairement à pieds, ou en transports en commun. C'est donc une vision des flux de transports de marchandises étroitement liée à l'activité du transporteur, à ses logiques et objectifs. Nous l'appelons « vision transporteur ».

2.1.2. Transport de marchandises : logique économique, objectif efficience

Le transport de marchandises désigne généralement l'opération de déplacement d'un bien de son lieu de production vers un autre lieu où il sera transformé, reconditionné, consommé ou éliminé. Il s'agit donc d'une activité éminemment économique, une prestation de service qui relie les deux autres secteurs traditionnels de l'économie entre eux et au marché de consommation finale. Les niveaux d'activités très variés vont de l'international au local-urbain et dénotent de la complexité de cette activité économique.

Le transport de marchandises apparaît essentiel aussi bien pour le privé en tant qu'activité économique et en tant que prestation de service, que pour l'intérêt collectif parce que jouant un rôle essentiel dans le tissu économique. D'après E. Quinet (1998), les transports de personnes et de marchandises dépendent de la croissance économique. Inversement le transport est aussi un facteur de croissance économique, notamment à travers la réalisation des infrastructures de

transport et l'activité qu'elle génère. Le développement des marchés et de l'activité économique que produit mécaniquement l'abaissement du coût des transports (en faisant baisser les coûts de production) et les externalités positives que peut engendrer une amélioration du réseau de transport sont aussi des moyens par lesquels le transport influence la croissance économique (E. Quinet, 1998).

Avec la croissance économique, le transport (de personnes et de marchandises) apparaît donc comme ayant des liens forts connus sous le terme de « couplage » (I. Bagard, et al., 2002 ; H. Baum 2000 ; R. Mraïhi, 2012). Mais la littérature scientifique démontre aussi que le transport de marchandises est un indicateur pertinent de l'économie régionale, tout comme il peut avoir des liens indissociables avec le capital (industriel). J. Brunel (2005, 2007) en s'intéressant au poids du transport de marchandises dans une économie, mobilise la notion d'« *intensité de transport* » pour alimenter le débat sur le couplage transport de marchandises-croissance économique. L'intensité de transport, qui fait le parallèle avec l'intensité de courant électrique, est le rapport entre le nombre de prestations de transport (en tonne.kilomètre) et le PIB (H. Baum et J. Kurte, 2002). J. Brunel (2007) décompose l'intensité de transport en quatre facteurs que sont l'augmentation de la distance moyenne de transport, l'augmentation de la part modale de la route, la baisse de la part de l'industrie dans la production économique et la baisse du poids moyen de la production industrielle. Les deux premiers facteurs travaillent à renforcer la dépendance de la croissance économique du transport de marchandises, et les deux derniers tendent à « découpler » transport de marchandises et croissance économique. Autrement dit, dans une économie où l'industrie pèse peu, le transport de marchandises est moins structurant, et plus la distance moyenne de transport augmente, plus la croissance économique dépendra du transport (J. Brunel, 2005).

Dans la même veine, Bruns (2007) étudiant l'économie régionale dans les régions alpines pense que si dans une économie, une grande part des revenus provient des secteurs agricoles et industriels, alors les liens entre revenus et transport de marchandises seront forts. Cette incidence du transport sur les revenus dépendant aussi du comportement des acteurs publics et privés, notamment au sujet de l'implantation des activités économiques et des restrictions imposées par le cadre réglementaire.

M. Savy (2006 ; 2013) pense lui aussi que la logique économique est inhérente à l'activité du transport de marchandises. En s'essayant à une définition du transport de marchandises, il propose d'abord de faire une distinction entre la logistique de production et le transport de

marchandises. Le marché est d'après lui une notion essentielle pour ce dernier. Or, le marché implique pour le bien transporté, un changement de propriétaire. La différence est donc claire. La logistique de production désigne le transport intersites d'un bien en cours de production sans changement de propriétaire. Le transport de marchandise destine quant à lui le bien déjà produit à un marché où il sera acquis par un nouveau propriétaire, aux fins de transformation ou de consommation. M. Savy (2013) propose ensuite de distinguer le transport opéré par l'entreprise elle-même avec ses propres moyens, du marché du transport, qui constitue une véritable filière économique. Dans cette filière, les transporteurs constituent généralement des tiers se partageant un marché, et opèrent aussi bien en transport d'approvisionnement (biens à transformer) qu'en transport de distribution (biens destinés au marché final). Ce marché du transport est le lieu d'enjeux stratégiques et concurrentiels considérables à l'échelle internationale M. Savy, (2013).

Pour M. Savy (2006) les échanges entre le consommateur et le commerçant et ou le fabricant font aussi partie du transport de marchandises. Il s'agit notamment des flux liés au service après-vente, qui pour l'auteur relie directement le consommateur au fabricant, mais qui se réduisent parfois en des flux entre le consommateur et le commerçant comme en témoignent les points qui y sont dédiés dans plusieurs magasins de distribution. Mais le transport de marchandises désigne aussi le chemin inverse des déchets post consommation.

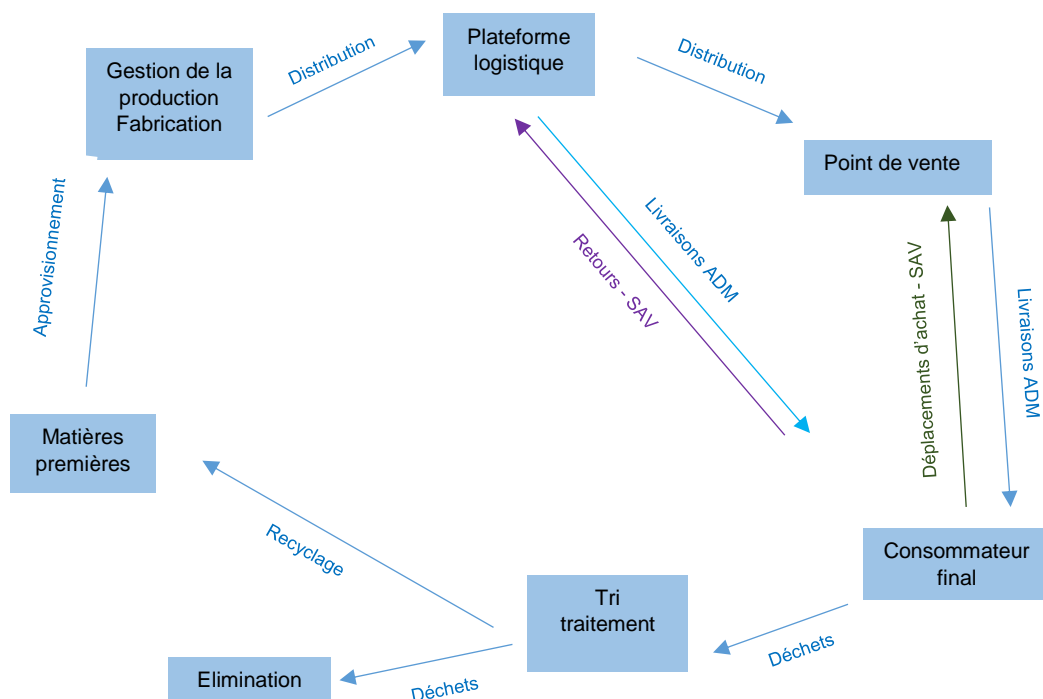


Figure 1-1 : Cycle écologique du transport de marchandises (Adapté de M. Savy, 2006)

Ce chemin peut aboutir à l'approvisionnement des industries ou unités de transformation en matières premières provenant du recyclage. La figure 1-1 étai ce cycle écologique fermé du transport de marchandises (Figure 1-1, adapté de M. Savy, 2006).

Par ailleurs, les débats de terminologie qui tournent autour de « marchandises » et de « biens » n'ont véritablement pas lieu d'être pour M. Savy (2006), le terme « fret » qui désigne en Français à la fois le transport et l'objet transporté, constituant d'après lui un compromis intéressant pour éviter toute équivoque. En effet, si en Anglais on préfère parler de « *goods* » (biens en Français) pour désigner la marchandise transportée, le fret (« *freight* » en Anglais) peut être plus adapté lorsqu'on souhaite désigner en même temps le bien transporté tout en faisant référence à l'activité de transport.

En résumé, le transport de marchandises regroupe donc le transport de distribution opéré par l'entreprise avec ses moyens propres, appelé transport sur compte propre, et le transport sur compte d'autrui. C'est le transport pour compte d'autrui qui constitue le marché du transport. Il est opéré par un tiers, transporteur de métier. Mais dans le transport de marchandises on retrouve aussi la logistique inverse entendue au sens de flux dédiés au service après-vente et à la collecte, au traitement, et à l'approvisionnement en matière première provenant du recyclage. On comprend alors aisément que le transport sur compte propre peut être sur compte propre expéditeur lorsque l'expéditeur est le donneur d'ordre, et sur compte propre destinataire lorsque le donneur d'ordre est le destinataire qui utilise alors ses moyens propres pour aller récupérer une marchandise auprès de son fournisseur ou à un point de rupture de charge.

Ainsi appréhendé, l'activité du transporteur est gouvernée, d'après M. Savy (2006), par une logique purement économique. Cette activité doit avoir une efficacité maîtrisée du fait de sa grande influence sur le capital industriel et son taux de profit. Son influence s'étend aussi sur la concurrence et le coût des produits sur le marché de consommation finale.

En fait, le transport de marchandises, qui influence à la fois le coût de production, la durée du cycle de rotation du capital, le stock de capital et donc le taux de profit, est indissociable du capital industriel. En effet, une entreprise bénéficie d'un avantage comparatif sur ses concurrents dès lors qu'il peut réduire son coût de production. Or, « *le coût du transport, composante du coût total, peut contribuer à cet avantage comparatif si l'entreprise considérée parvient à organiser ses transports de façon plus efficace que les autres* » (Savy, 2006 :36).

De plus, un capital engagé dans une activité de production est mis en œuvre un nombre n de fois dans un temps d'immobilisation T . La durée totale du cycle de rotation du capital est le rapport $d_{cy} = \frac{T}{n}$. L'une des composantes de ce rapport d_{cy} est en fait le temps de transport réel qui lui aussi est dépendant des moyens matériel mis en œuvre pour le transport, et de la longueur des temps de battements : le transport en soi, mais aussi son organisation interne influencent la durée du cycle de rotation et donc le taux de rotation du capital mis en œuvre.

Le stock de capital quant à lui correspond au montant K de capital immobilisé sur un temps T . On comprend donc que plus long est ce temps, plus coûteux sera l'immobilisation d'un montant donné. Réduire la durée du transport revient aussi à réduire la durée d'immobilisation, et donc à réduire le stock de capital représenté par le produit $K*T$.

Tous ces éléments à savoir, durée de cycle de rotation du capital, coût de production ou stock de capital influence la marge bénéficiaire de l'activité de production. Etant eux-mêmes influencé par le transport, son coût, son organisation et sa durée, on peut en conclure, d'après M. Savy (2006) que le transport et son efficacité influence largement le taux de profit du capital industriel. Ceci justifie que l'activité de transport soit dominée par une logique économique de maîtrise des coûts, et gouvernée par des objectifs d'efficience où se croisent les enjeux de localisation et de distances parcourues.

Finalement, le transport de marchandises est crucial pour la viabilité économique, de sorte qu'il semble peu risqué d'affirmer que toute économie est sensible aux changements importants intervenant dans le système de transport. Aucun acteur ou décideur, fut-il du privé ou du public n'a donc a priori intérêt à entraver son efficacité.

Alors finalement, le « dernier kilomètre » ne constitue qu'un bout du transport de la marchandise vers sa destination finale. Il est souvent « *le premier ou l'ultime maillon d'une chaîne associant des déplacements de courtes distances et des déplacements longs, éventuellement intercontinentaux* » (Savy, 2006 : 350). La logique et les objectifs peuvent donc rester inchangés tout au long de cette chaîne de trajets opérés par les professionnels du même secteur : rentabilité économique, efficience optimale.

Cependant, les enjeux peuvent se révéler plus complexes selon les circonstances. Et le territoire urbain est un cadre circonstanciel bien particulier. En effet, le trajet urbain, bien que souvent le plus court, peut être aussi le plus pesant dans la durée et le coût totaux de l'ensemble de la

chaîne de transport de marchandises. La question principale ici consiste donc à savoir comment minimiser la vulnérabilité du transport de marchandises aux contraintes que lui impose la ville. Cependant, les réflexions sur le TMV ne se dérobent pas à la responsabilité environnementale de cette activité économique, même dans cette approche de la problématique du TMV que proposons de désigner par « la vision transporteur ».

2.1.3. La vision transporteur de la problématique des TMV : en quoi consiste-t-elle concrètement ?

Aborder la problématique du TMV dans une vision « transporteur » consiste à réfléchir aux contraintes imposées par la ville à l'activité économique du transport de marchandises et à modéliser les flux de TMV opérés par des professionnels pour optimiser l'efficacité de la distribution. Mais elle conduit aussi, dans un souci de discipline envers la réglementation ou dans une démarche volontaire de responsabilité sociétale, à veiller à la maîtrise de l'impact environnemental des flux générés.

2.1.3.1. Réfléchir aux contraintes imposées par la ville à l'activité économique des transports

Parmi les nombreux travaux s'inscrivant dans cette vision, on peut compter des réflexions visant à décrire le transport de marchandises et à en définir les caractéristiques. S'y retrouvent aussi les travaux visant l'adaptation du transport de marchandises aux « problèmes » que lui pose la ville en tant que système. Il s'agit concrètement par exemple des réflexions relatives à l'influence de la congestion sur le transport, et partant sur l'économie (T. Golob et A. C. Regan, 2001 ; Goodwin, 2004 ; Kellner, 2016 ; McKinnon, 1999 ; McKinnon et al., 2008 ;). On peut aussi citer dans le même sens, les travaux sur les réglementations limitatives imposées par les villes au transport de marchandises, leurs conséquences et comment les entreprises concernées, notamment les transporteurs s'y adaptent (L. Dablanc, 1998 et 2015 ; A. Ricci et P. Fagiani, 2000 ; J.G. Visser et al., 1999 ; J.G. Visser 2000). Au nombre de ces derniers, on peut aussi inscrire les réflexions et les expérimentations relatives à la mutualisation. La mutualisation, rappelons-le, était déjà présente sous le vocable de « coopération »³ dans les années quatre-vingt-dix, dans les travaux précurseurs de la logistique urbaine en Allemagne.

³ Voir notamment les travaux de W. Ruske (1994) et de L. Thoma (1995) déjà cités.

Les travaux relatifs aux modèles de simulation et ceux liés à l'optimisation du réseau de distribution participent eux-aussi à l'adaptation de l'activité du transporteur aux contraintes urbaines (B. Meimbresse et H. Sonntag, 2000 ; T. Crainic, 2000).

2.1.3.2. *Modéliser les flux de TMV opérés par des professionnels pour optimiser l'efficacité de la distribution*

La vision « transporteur » du TMV le définit comme étant « *le transport de biens effectué par ou pour des professionnels dans l'espace urbain* » (Dablanc, 2007 : 98). Les flux ainsi considérés peuvent être limités aux flux de réapprovisionnement des commerces et de livraison aux points relais ou au consommateur final sans oublier les trajets retours respectifs correspondants, qui ne sont pas systématiquement faits à vide.

Qu'il s'agisse de tournées de livraison de consommateurs finaux ou d'approvisionnement de magasins, la modélisation permet de pallier aux traditionnels problèmes de disponibilité de données nécessaire pour évaluer et planifier chaque action au cas par cas avant son exécution. Mais la précision d'un modèle dépend de la qualité des données et de ses hypothèses de base, et le recours aux modèles de simulation pour opérer les tournées de livraison suppose à la fois, une adhésion à ces hypothèses et une conscience de l'écart entre le modèle et la réalité.

Les démarches de modélisation des flux de livraison de marchandises sont très variées. En s'inspirant de B. Meimbresse et H. Sonntag (2000), L. Delaître (2008) en propose une typologie basée sur le niveau d'agrégation, où il distingue trois type de modèles : les modèles basés sur l'approche du modèle en quatre étapes, les modèles « *trip-based* » et les modèles « *commodity-based* » :

- **Les modèles basés sur le modèle à quatre étapes** sont comme ce dernier, des modèles agrégés de zone à zone. Ils consistent, une fois la base de données apprêtée, à générer le nombre total de trajets (Génération), à créer une matrice origine-destination (O-D) pour distribuer cet ensemble de trajets de zone à zone (modèle de distribution gravitaire), et à répartir les trajets par modes (répartition), avant d'affecter un ensemble de trajets à un itinéraire précis sur le réseau (affectation). En appliquant cette modélisation au transport de marchandises, la génération consiste concrètement à déterminer le nombre d'émissions ou d'expéditions partant de chaque zone, et le nombre d'attractions ou réceptions arrivant dans cette zone. La distribution consistera donc à déterminer le nombre d'émissions et le nombre d'attractions par origine et par destination. La répartition quant à elle consistera à déterminer le nombre de déplacements

pour chaque type de véhicules. La dernière des quatre étapes qui est l'affectation de trafic consistera ici à affecter un nombre de déplacements sur chacun des itinéraires identifiés pour la livraison. Le modèle à quatre étapes étant pensé pour le transport des passagers, il est évident que son application au transport de marchandises nécessite quelques adaptations. Il est traditionnellement reproché au modèle à quatre étapes, dans les transports de passagers, de considérer les passagers comme des agents complètement passifs, en supposant leur comportement uniforme et entièrement prévisible. Dans le cas des marchandises, l'avantage est que le comportement des marchandises est prévisible, ces derniers étant a priori passifs. Cependant, plusieurs adaptations sont nécessaires, par exemple pour distinguer transports en compte propre destinataire, en compte propre destinateur ou pour compte d'autrui.

- **Les modèles « trip-based »** quant à eux consistent à utiliser des indicateurs de génération de trajets qui prennent en compte le nombre de livraisons, la surface des entreprises, ou le nombre d'emplois. On peut ensuite estimer le trafic en faisant la distinction des secteurs industriels, ou la catégorisation des commerces, des trajets, du type d'opérateur (compte d'autrui, compte propre), des temporalités du trafic ou encore des origines et des destinations. Le modèle le plus connu de ce type en France est le modèle FRETURB[®], développé par le Laboratoire d'Aménagement et d'Economie des Transports (LAET, précédemment LET) de Lyon sur la base d'enquêtes réalisées à Marseille, Dijon et Bordeaux dans le cadre du programme national « Marchandises en Ville ».

- Le troisième type de modèle proposé par L. Delaître (2008) rassemble **les modèles « commodity based »**. Par opposition à la précédente famille de modèles qui se concentre sur les flux, celle-ci se concentre sur la marchandise. Les indicateurs pris en compte ici sont ceux relatifs à la demande de marchandises. Du rythme de consommation par le consommateur final et de la commande du magasin dépendra le flux des livraisons en tournées qui seront affectés au trafic. C'est le cas du modèle d'Ogden (K.W. Ogden, 1992) ou encore du modèle GoodTrip[®] proposé par J. Boerkamps et A.V. Binsbergen (1999).

Gonzalez-Feliu (2017) propose une autre typologie des modèles de TMV. Il pense que l'ensemble des modèles de flux de livraison inter-établissement est largement inspiré du modèle à quatre étapes. Mais pour lui, le modèle de distribution, au lieu de se faire zone à zone peut aussi se faire de magasin à magasin, devenant ainsi désagrégé. Aussi propose-t-il quatre autres catégories de modèles qui se distinguent de ce dernier bien que s'en inspirant : les modèles à seule génération, les modèles de synthèse O-D, les modèles de génération directe des distances parcourues et les modèles « mixtes » :

- **Les modèles à une seule génération** sont celles qui permettent de déterminer le nombre de déplacements sans aller plus loin. Les plus anciens de ces modèles sont basés sur une relation constante entre nombre d'employés d'un magasin et nombre de déplacements de marchandises (hebdomadaires par exemple), et sont donc appelés modèles de génération constante. Mais la fonction de génération peut aussi être catégorielle en tenant compte d'une catégorisation des magasins, sortant du coup des modèles de génération constante.

- **Les modèles de synthèse O-D** sont des modèles qui fournissent directement des matrices origine-destination sans distinguer la génération de la distribution. Bien que peu précis, ces modèles sont très utiles pour estimer le trafic entre les zones lorsque les seules données disponibles sont des données de comptage de véhicules.

- **Les modèles de génération directe de distance parcourues** sont des modèles à trois étapes, plutôt empiriques, qui partent de statistiques descriptives et d'analyse de données. Ils génèrent d'abord la demande en nombre de livraison, généralement en utilisant un modèle de génération constante. Ils définissent ensuite les types et les caractéristiques de tournées. Enfin, ils procèdent à l'affectation des livraisons à chaque type de tournées et à l'estimation des distances parcourues.

- Le quatrième type de **modèles** est qualifié de **mixtes** parce que combinant différentes approches. On peut dénombrer au moins quatre modèles de ce type : le modèle WIVER[©] de H. Sonntag (1985), l'approche intégrée déplacement de marchandises et déplacement à vide proposée par Holguin-Veras et al (2010), le modèle déplacement-marchandises de Ogden (1978) et le modèle City Goods[©] proposé par G. Gentile et D. Vigo (2013).

2.1.3.3. *Maitriser l'impact environnemental des flux générés par l'activité.*

La vision transporteur de la problématique du TMV n'exclut pas que les acteurs se préoccupent des externalités négatives du transport qui affectent la ville. Les flux de transport considérés relevant nécessairement de la responsabilité d'une unité économique, une telle préoccupation peut être motivée par exemple par les impératifs liés à la responsabilité sociétale de l'entreprise. Plusieurs réflexions se sont ainsi intéressées à l'impact environnemental du transport de marchandises, entre autres parce que le transport en général et le transport de marchandises en particulier sont reconnus pour avoir une part élevée dans l'émission de polluants et de gaz à effet de serre (ADEME, 2015 ; MEDDE⁴, 2013 ; S. Le Féon, 2014).

⁴ Ministère (français) de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

Certaines parmi ces réflexions prennent l'étiquette du développement durable, d'autres abordent les émissions polluantes dans une démarche plutôt hygiéniste alors que d'autres encore sont directement tournées vers les émissions de gaz à effet de serre.

C. Ripert (2000) par exemple, tout en ayant cette approche plutôt transporteur de la problématique, se projette bien sur les enjeux environnementaux et de durabilité écologique du transport de marchandises en ville. Les enjeux principaux que constituent la sécurité routière, notamment dans les grandes périphéries, la nuisance sonore causée en ville par les véhicules utilitaires, la consommation d'énergie et la pollution atmosphérique peuvent être maîtrisés par deux impératifs généraux d'actions qu'il situe dans le cadre du concept (alors émergent) d'*Eco-logistique* : la maîtrise de la mobilité des marchandises et l'amélioration qualitative nécessaire des flux.

M. Browne et al., (2012) proposent par exemple à ce titre une revue des actions et réflexions entreprises dans plusieurs villes du monde pour réduire l'impact environnemental et social du transport de marchandises. De même, en guise de rapport du projet de recherche RETMIF coordonné par L. Dablanc (L. Dablanc et al., 2015), l'ADEME en France propose aussi un retour d'expérience sur les limitations imposées à l'échelle urbaine dans une démarche visant à maîtriser l'impact environnemental du transport de marchandises. Il s'agit d'abord d'une prise de recul par rapport à la mise en place des politiques de limitation de type « Zone à Emissions Réduites » dans les grandes villes européennes. L'analyse s'est focalisée sur Berlin, Londres et Göteborg. Ensuite différents scénarios de mise en œuvre des Zones à Emissions Réduites ont été testés sur Paris et sa périphérie. Ces tests ont précédé la mise en place de cette politique en 2015 en Ile de France. Les conclusions montrent qu'en Europe les entreprises se sont en général bien adaptées à ces limitations, même si les petites et très petites entreprises ont éprouvé des difficultés. Selon les auteurs, ces mesures réglementaires ont généré des résultats intéressants en termes de réduction des émissions de polluants, ce qui démontre qu'une approche « activité économique » de la problématique du transport de marchandises en ville n'est pas dénuée d'efficacité (L. Dablanc et al., 2015).

Dans une perspective de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, M.J. Nahlik et al., (2016) proposent par exemple avec cette même approche, une analyse de cycle-de-vie du transport de marchandises en ville dans l'Etat de Californie aux Etats-Unis.

D'autres réflexions se sont intéressées aux liens entre développement durable et transport de marchandises en général, ou particulièrement en ville. Mais bien que la pensée urbaine soit très empreinte des préoccupations liées au développement durable, nous prenons le parti de dissocier le développement urbain durable, déjà très complexe à mesurer, de cette problématique du transport de marchandises en ville. Plutôt que d'élargir au développement durable, nous choisissons d'en rester à la question environnementale. Les réflexions sur la durabilité urbaine sur le sujet des TMV se ramènent en effet le plus souvent aux préoccupations environnementales.

S. Behrends, et al., (2007) proposent une définition du transport urbain durable de marchandises du point de vue de l'activité économique du transport, et élaborent un jeu d'indicateurs pour caractériser la durabilité du transport de marchandises en ville, et leur réflexion se concentrent finalement sur la question environnementale. A ce sujet, ils excluent eux aussi l'impact des flux opérés par des particuliers du transport de marchandises en ville, tout comme C. Woudsma (2001). Mais ils pensent finalement que la prise en compte de ces déplacements d'achat pourrait participer à la réduction des externalités négatives du transport de marchandises en ville.

L. Dablanc (2007), en appliquant la notion de développement urbain durable au transport de marchandises, montre combien la maîtrise des flux en jeu et leur durabilité échappe aux pouvoirs locaux, alors que les impacts environnementaux au niveau local sont importants. Entre 20 et 60% (selon les polluant considérés) de l'ensemble de la pollution sont dus aux transports, et plus du quart des émissions de CO₂ dû au trafic routier. Elle fait ressortir la constance de ces chiffres d'une ville à l'autre. Cette constance indique en fait que la réduction de cet impact environnemental ne peut passer que par des mesures concernant les moyens (de livraison) et l'organisation du transport de marchandises. L. Dablanc (2007) montre que le transport de marchandises en ville favorise le développement économique et le rayonnement commercial des villes, mais que ses conditions d'exercice s'éloignent du développement durable. Elle insiste sur le fait que cette activité économique « *met en œuvre des processus économiques largement extérieurs à la ville, et rend ainsi difficile toute démarche de développement urbain durable fondée sur la responsabilisation des acteurs et le partenariat* ». Aussi définit-elle le transport urbain durable de marchandises comme étant un transport qui vise

« *l'amélioration des performances environnementales (diminution des véhicules-km nécessaires aux livraisons, diminution des émissions sonores, etc.) et sociales (conditions de travail des chauffeurs livreurs, conditions d'exercice de la sous-traitance) des activités*

urbaines de livraison et enlèvement sans dégradation (voire avec amélioration) des performances économiques des activités, notamment commerciales, des centres urbains » (L. Dablanc 2007).

Alors, pourrait-on vraiment organiser un tel transport si l'on ne prend en compte que les flux opérés par ou pour le compte des professionnels ?

Finalement, nous dirons que ces différentes réflexions légitiment s'il en était besoin, la pertinence de cette manière d'aborder la problématique du TMV, en particulier lorsqu'on s'intéresse aux impacts sur l'environnement. Mais ils en expriment en même temps les limites. La vision illustrée peut se résumer ainsi :

La réflexion dans une vision transporteur de la logistique urbaine est à l'échelle urbaine. Sa démarche consiste à prendre le transport de marchandises en ville comme une activité économique qu'il faut organiser pour qu'elle soit efficace, sans pour autant se dérober de la responsabilité sociétale que cela implique. Avoir une vision transporteur de la problématique du TMV ne signifie donc pas en ignorer les externalités négatives, mais les aborder en restant davantage dans la logique, et avec les méthodes et outils propres au transport de marchandises comme système et comme profession, la partie urbaine n'en étant qu'un bout, peut-être le plus contraignant.

Cependant, la médaille avions-nous suggéré plus haut, présente une deuxième facette.

2.2. Approche territoriale de la problématique des TMV

2.2.1. Pourquoi parlons-nous d'approche territoriale ?

La vision « transporteur » décrite ci-dessus est insidieusement fondée sur l'hypothèse d'une ville dense et compacte où commerces et résidences sont concentrées en centre-ville. Mais cette condition de ville de courtes distances n'est que rarement remplie. Elle est proche du scénario ville « Saint-simonienne » proposée par A. Bieber et al., (1993) dans leur prospective de la mobilité urbaine. Plusieurs villes européennes, notamment moyennes, font aujourd'hui l'expérience de mobilités résidentielles centrifuges. Entre autres raisons à ce desserrement général de l'habitat, on peut citer le renchérissement des coûts du foncier urbain qu'entraînent un ensemble de politiques urbaines plus ou moins gentrifiantes, qui promeuvent la ville dense et compacte dont nous parlerons plus loin. Il s'en suit que certains commerçants du centre-ville peuvent même envisager de ce fait d'excentrer la localisation de leurs points de vente,

l'accessibilité au client étant l'une des raisons d'être principales d'un point de vente (Hounwanou et al, 2018).

Tout ceci étaye une autre conception de la problématique du TMV. Elle invite à considérer les réalités du territoire en premier. Il s'agit d'une approche qui invite ainsi à déposer dans les lieux logistiques de rupture de charge à l'entrée des villes, les logiques propres au transport de marchandises. La partie urbaine sera alors réalisée avec une logique plus adaptée à chaque territoire.

Cette approche de la problématique que nous qualifions de « territoriale », implique entre autres, au même titre que les flux opérés par des professionnels, que les flux de déplacements d'achat soient pris en compte. En effet, ces flux ne se substituent-elles pas aux flux de livraison à domicile dans plusieurs cas ?

Le territoire a en général un système de mobilité urbaine déjà mis en place avec ses équilibres propres. On peut aborder un tel système par exemple par les formes urbaines fonctionnelles, particulièrement déterminantes comme on le sait déjà, pour mobilités quotidiennes, et réciproquement (A. Bieber et al, 2013 ; G. Dupuy, 1999; M. Wiel, 2002 ; 2004). En effet, la mobilité dessine la ville, et en est la clé des grands équilibres comme l'affirmait M. Wiel (2002). Le point de vente n'y est pas neutre, étant par exemple à la fois, destination et origine d'une part des flux de mobilité de personnes et de marchandises. En tant que tel, le commerce lui aussi façonne la ville (A. Gasnier, 2013), et en particulier sa localisation peut recomposer le visage de la ville aussi bien en termes de localisations que de mobilités induites. C'est donc aussi à la mobilité des marchandises, partiellement incluse dans les pérégrinations quotidiennes du consommateur, que toute ville doit ses formes. Et ces formes urbaines fonctionnelles sont propres à chaque territoire. Cette autre conception de la problématique du TMV l'aborde donc finalement à l'échelle micro-locale de chaque territoire, et selon ses réalités urbaines propres. Nous parlerons donc d'une approche territoriale.

2.2.1.1. Le territoire et ses limites pour circonscrire un périmètre des flux de transport de marchandises propres à lui

Le territoire désigne l'espace délimité sur lequel s'exerce l'autorité d'un Etat ou d'une collectivité telle que la commune, le département ou la région en France. Mais cette notion recouvre, au-delà des limites spatiales, une dimension temporelle d'appropriation et de constitution (P. Merlin, 2015). Pour M. Le Berre (1992), le territoire est la portion de surface terrestre délimitée, appropriée par une collectivité humaine qui l'aménage pour assurer sa

reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux. On retrouve dans cette définition l'idée de l'autorité s'exerçant sur un périmètre reconnu, et celle d'aménagement (M. Le Berre, 1992). On peut analyser le territoire sous trois angles de vue différents.

D'un point de vue existentiel, le territoire peut être considéré comme une entité avec une identité propre. Cette identité, souvent manifestée par le nom du territoire, est aussi reconnue par la vision unitaire globale que projette à l'extérieur, le groupe social qui y habite. Cette image renvoyée vers l'extérieur par les revendications territoriales, le sentiment d'appartenance et la ressemblance du comportement exprime la territorialité.

D'un point de vue physique, le territoire peut présenter différentes configurations. Ces traits physiques, apparents ou non, résultent souvent de l'action anthropique, mais pas toujours. Il peut s'agir des éléments naturels, de potentialités naturels divers ou de contraintes naturelles : on parlera de propriétés naturelles du territoire. Il peut s'agir aussi de propriétés matérielles : la répartition spatiale des localisations. Celle-ci engendre la distance et la structure. La distance peut s'exprimer par la métrique euclidienne, mais elle peut aussi être perçue différemment, intuitivement par exemple. La structure est la façon dont les éléments constitutifs du territoire sont disposés dans le temps mais aussi dans l'espace. Ce sont les « arrangements » territoriaux qu'on peut aborder par la géométrie ou par la topologie.

Le troisième angle de vue montre la logique organisationnelle du territoire. Quel est le rôle de chaque agent social, et comment se font les échanges entre sous-groupes sociaux tels que producteurs, décideurs et consommateurs ? *« Comprendre le fonctionnement territorial suppose donc d'identifier d'une part les fonctions spécifiques qui reviennent à chaque catégorie d'acteurs dans la gestion et l'aménagement du territoire, d'autre part, les échanges d'informations et les processus décisionnels auxquels ils donnent lieu. »* (M. Le Berre, 1992).

La notion de territoire est fondée sur la continuité et l'exhaustivité, mais aussi la contiguïté (J.M. Offner et D. Pumain, 1996). La contiguïté qui renvoie à une discontinuité dans l'espace peut être opposée à la continuité. Cependant, deux communes contiguës sont attenantes l'une à l'autre, et peuvent faire territoire ensemble, ou pas. Faire territoire peut ainsi repousser ou élargir les limites territoriales. Mais la notion de territoire recouvre aussi la notion d'échelle (M. Le Berre, 1992). En effet, plusieurs territoires peuvent faire territoire ensemble, mutualiser certains de leurs moyens tout en gardant leur identité. C'est le cas en France des intercommunalités dont la métropole représente en France l'une des dernières évolutions

juridiques (même si la métropolisation elle, existait déjà de manière moins formelle que dans d'autres pays). Le bassin de vie, la mobilité locale et le milieu sont aussi des notions étroitement associées à celle de territoire. La notion de bassin de vie est ainsi convoquée en France par l'INSEE mais aussi par les enquêtes ménages-déplacement (EMD) qui rendent compte de la mobilité quotidienne des ménages. Quant au milieu, il désigne pour certains, un « *ensemble d'éléments économiques, sociaux, politiques et culturels* » et pour d'autres, un « *ensemble de relations qui se passent à l'intérieur d'une aire géographique continue* » (B. Lecoq, 1991 cité par J.M. Offner et D. Pumain, 1996). En fait, le milieu fait a priori plus penser à la continuité de l'espace qu'à ses limites. Or il faut bien circonscrire un milieu pour qu'il soit différent d'un autre. D'où la cohabitation entre continuité et contiguïté portée par le territoire. Cette délimitation apparaît également chez J. Debie (2011) pour qui le territoire renvoie aux pratiques d'acteurs à l'intérieur d'un espace projeté et identifié. « *Ce jeu d'acteurs peut être abordé par une distinction entre acteurs institutionnels et sectoriels* » (J. Debie 2011).

Les systèmes territoriaux fonctionnent avec des réseaux, d'après G. Dupuy (1985). Le transport de marchandises en ville fait référence aux réseaux de distribution, mais aussi aux réseaux viaires (routiers, ferroviaires, fluviaux, etc.). On peut considérer la chaîne du transport de marchandises d'un point de vue global et autonome. Mais on peut aussi l'aborder dans le réseau territorialisé (J.M. Offner et D. Pumain, 1996). Dans le premier cas, c'est l'intérêt particulier de l'entreprise de distribution ou de transport qui prime. Mais le second cas renvoie au milieu en tant qu'« ensemble d'éléments économiques, sociaux, politiques et culturels ». Aborder la problématique du TMV dans une approche territoriale revient donc à faire prédominer les réalités du milieu urbains sur la logique économique qui caractérise le transport de marchandises. D'après Y. Chalas (2009), parler de territoire, c'est inciter à une déperdition de l'appartenance professionnelle au profit de l'appartenance territoriale.

Par ailleurs, le milieu urbain étant délimité, on peut identifier précisément quelle partie des flux de transport de marchandises analyser dans cette approche. C'est donc le territoire urbain qui circonscrit les flux de transport de marchandises en ville.

2.2.1.2. *L'approche territoriale dans la littérature*

D'une manière générale, l'économie territoriale a émergé dans les années quatre-vingt-dix en lien avec la géographie économique et les économistes institutionnalistes. O. Crevoisier (2008) propose un regard synthétique sur cette approche et s'interroge notamment sur sa pertinence. Pour lui, le socle théorique de ces réflexions est la relation entre acteurs institutionnalisés. Les

acteurs agissent en retour sur les logiques qui les façonnent et les dépassent. Sur le plan méthodologique, l'approche territoriale en économie se distingue de la micro-économie. La démarche méthodologique déployée consiste à chaque fois à passer d'un acteur à l'autre pour comprendre les dynamiques d'innovation. Mais il ne s'agit pas de se fixer sur les acteurs en soi. C'est la géographie des relations entre acteurs qui est documentée en allant au-delà d'une posture théorique individuelle. Pour lui, « *l'approche territoriale, qui s'est très largement structurée grâce aux recherches sur l'innovation, a encore beaucoup à apporter en abordant d'autres concepts et d'autres enjeux contemporains* » (O. Crevoisier, 2008).

Documenter la géographie des relations dans une optique d'innovation, peut déboucher par exemple, sur la mutualisation. La mutualisation des flux mais aussi de l'espace et des moyens représente un élément essentiel dans les études sur le transport de marchandises en ville, et nous y reviendrons. En cela, la logistique urbaine peut avoir un lien avec la démarche de l'approche territoriale en économie.

On retrouve ainsi dans la littérature, plusieurs études consacrées à l'« *approche territoriale* » appliquée à des secteurs différents. P. Cosserat (2013) traite d'une approche territoriale des énergies renouvelables pour soulever la question de propriété territoriale sur l'énergie éolienne notamment (P. Cosserat, 2013). M.L. Bizel (1997) propose une approche territoriale de la gestion des ressources en eau pour une gestion et une distribution plus efficaces (M.-L. Bizel, 1997). L. Garnier (1997) propose une approche territoriale du développement comme une expression organisationnelle du développement durable. Il estime que le développement doit être appréhendé à un niveau micro territorial.

L'approche territoriale de la problématique du transport de marchandises en ville que nous identifions dans la littérature ne s'inscrit pas forcément dans cette dynamique de l'économie territoriale. Du moins, elle ne s'y limite pas. L'approche territoriale de la logistique urbaine se rapproche un peu plus du territoire en soi, par opposition à une dynamique sectorielle qui prédomine dans le secteur des transports de marchandises. Une telle conception est manifeste dans la littérature relative au TMV. Elle se présente sous plusieurs aspects tels que la prise en compte des différentes localisations sur le territoire, la modélisation des déplacements d'achat ou encore la tentative d'appréhender l'impact sur l'environnement de l'ensemble des flux de transport marchandises en ville.

2.2.2. Implications de l'approche territoriale pour la problématique du transport de marchandise en ville

2.2.2.1. *Penser les flux de marchandises dans le système urbain en tenant compte de l'organisation propre à chaque territoire*

Sous la coordination de Danièle Patier-Marque, un ensemble de réflexions proposées lors des 13^{èmes} *Entretiens Jacques Cartier*⁵ à Montréal en octobre 2000 a justement été publié sous le titre « *L'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains* ». Sans être exhaustif, on peut évoquer quelques-unes des nombreuses communications présentées dans cet ouvrage. Elles semblent toutes orientées vers la nécessité d'intégrer les flux de marchandises dans le système de transport en place dans chaque ville.

Michael Browne (M. Browne, 2000) propose une approche par chaînes d'approvisionnement. Sans aller jusqu'à la prise en compte des déplacements d'achats des ménages, il élargit les flux comptabilisés aux transports de marchandises opérés par les véhicules de service. B. Gérardin (2000) y expose quant à lui un ensemble de travaux et d'expérimentations précurseurs en France, qui ont permis aux responsables locaux de mesurer la complexité de la problématique. Dans plusieurs cas, ces expérimentations ont permis d'écarter des « fausses bonnes solutions » qui s'offrent. En prétendant résoudre les problèmes de circulation ou de stationnement liés au transport de marchandises, ces « solutions » mettent en péril l'activité économique des centres-villes au profit des centres commerciaux de périphérie. C'est le cas de l'exclusion des véhicules « gros porteurs » des centres-villes (B. Gérardin, 2000). A. Ricci et P. Fagiani (2000), tout en décrivant le transport de marchandises évoquent, la voie de la « concertation » comme l'une des trois démarches alors naissantes en Italie pour faire face à cette problématique. Elles pensent en effet que la nature et la valeur des impacts des politiques urbaines de transport de marchandises menées dépendent non seulement des caractéristiques intrinsèques des mesures mises en place, mais aussi en grande partie du contexte urbain de référence. Ce contexte urbain inclut notamment son extension, sa densité, son taux de motorisation, et l'offre en transport collectif. Il inclut aussi des variables difficilement mesurables telles que la propension de habitants de la ville considérée à faire leurs courses dans les grandes surfaces plutôt que dans les magasins de quartier, ou par achat à distance. Ces variables, « *conditionnent fortement la viabilité des solutions innovantes de rationalisation du TMV, et ajoutent donc un niveau*

⁵ « Les entretiens » Jacques Cartier sont une activité du Centre Jacques Cartier. C'est l'agence de coopération internationale entre la Province du Québec et le territoire d'Auvergne-Rhône-Alpes, et leurs capitales économiques Montréal et Lyon. Elle a été créée en 1984. (voir <https://www.centrejacquescartier.com>).

ultérieur de complexité au problème de l'évaluation de l'impact des politiques correspondantes » (A. Ricci et P. Fagiani, 2000 : 201).

Ces réflexions ont établi une première base théorique solide pour l'approche territoriale de la problématique du transport de marchandises en ville. Plusieurs travaux viendront ensuite étoffer cette orientation.

En Italie par exemple, plusieurs travaux s'inscriront par la suite dans cette perspective. Ils se sont écartés d'une démarche exclusivement « transporteur » dans la recherche sur le transport de marchandises en ville. Ces réflexions ont ainsi tenté de relier flux de réapprovisionnement amont et flux aval, y compris les déplacements d'achat des consommateurs. C'est le cas entre autres des travaux de A. Nuzzolo et A. Comi (2014-b), A. Comi et A. Nuzzolo (2016) ; F. Russo et A. Comi (2004, 2010 ; 2012 ; 2013) ; A. Comi et E. Conte (2011).

J.-L. Routhier et Gonzalez-Feliu (2013) montrent aussi dans la même veine que l'émergence des réflexions sur le TMV coïncide avec la montée en puissance des débats autour de l'étalement urbain. Le desserrement des activités urbaines est aussi celui des activités économiques comme l'industrie. *« Après les trente glorieuses, les premières activités à quitter les zones denses sont les activités industrielles. Elles ont connu un double mouvement de contraction et de mutation d'une industrie des biens de production intermédiaire en industrie des biens de consommation au gré des délocalisations liées à la mondialisation des échanges »* (JL. Routhier et J. Gonzalez-Feliu, 2013).

Mais l'habitat aussi a connu son desserrement, même si cela ne s'est pas fait parallèlement. En plein desserrement industriel, les centres-villes connaissaient un regain de population au cours des années quatre-vingt-dix. A Lyon par exemple, *« le déclin démographique de la ville-centre s'est interrompu en 1982, pour connaître sur la période 1982-1999 une croissance ininterrompue de l'ordre de 8%. Dans le même temps, l'accroissement démographique des couronnes C1 et C2 n'était que de 3% »*. L'étalement urbain a donc concerné en priorité les activités industrielles, suivies des entrepôts de transport qui nécessitent de considérables espaces. La grande distribution et les commerces de gros s'installent elles aussi en périphérie des villes, suivies par l'artisanat et les services aux entreprises. *« Ainsi, les poids lourds sont progressivement remplacés par des véhicules utilitaires légers, moins visibles, mais potentiellement plus polluants et plus encombrants »*. Ils répondent aux besoins d'approvisionnement plus réguliers et en petits lots des commerces en zones urbaines denses.

Ces derniers sont obligés par ailleurs de réduire leur espace de stockage en raison du coût de l'immobilier commercial. Mais pour échapper au renchérissement de cette rente foncière dans l'immobilier commercial et maîtriser les coûts de réapprovisionnement, le commerce de détail migre aussi énormément en périphérie urbaine. Ce desserrement commercial ne sera cependant pas équilibré par l'étalement de l'habitat. C'est du moins ce que montrent les Enquêtes Ménages-Déplacements (EMD) de Lyon en 2006. En conclusion, la localisation des fonctions urbaines sur le territoire varie. Les flux de mobilité permettant de relier ces différentes localisations sont forcément impactés. Pour les flux de transport de marchandises par exemple, « *la localisation et le type de commerce influe de manière décisive sur la formation des flux de transport* » (J.-L. Routhier et J. Gonzalez-Feliu 2013).

Dans cet esprit, du fait des différentes échelles qu'on peut avoir à considérer, et des caractéristiques diverses de chaque localité, certaines démarches de modélisation de flux peuvent devenir trop peu précises ou inopérantes. Aborder l'analyse des flux de TMV dans cette approche territoriale peut alors impliquer de mettre en place des démarches propres à chaque territoire. De telles démarches territorialisées peuvent faciliter l'anticipation sur les flux de transport de marchandises et leur insertion dans les équilibres locaux mis en place, par qu'il s'agisse d'offres de mobilité ou de distribution spatiale des localisations.

2.2.2.2. *Elargir la modélisation des flux de TMV aux déplacements d'achat*

Le tableau I-1 tiré de E. Ségalou et al., (2004) suivant montre l'importance quantitative des flux de déplacements d'achat des consommateurs dans l'ensemble des flux dédiés à l'achement de la marchandise jusqu'au consommateur final.

Les flux sont comptabilisés en définissant une unité, le kilomètre par équivalent d'unité de voiture particulière (Km/UVP). On considère

- 1 voiture particulière = 1 UVP;
- 1 véhicule utilitaire léger (PTAC<3,5t) = 1,5 UVP ;
- 1 camion porteur = 2UVP ;
- 1 camion articulé = 2,5 UVP

Pour 100% des flux de marchandises exprimés en distance par UVP sur le territoire urbain, on aboutit alors à la répartition consignée dans le tableau I-1 (E. Ségalou et al., 2004).

Tableau I-1 : part de segments de trafic du TMV (d'après E. Ségalou et al., 2004)

Segment de trafic	Part de distance (km) par UVP de TMV
Livraison et enlèvement de marchandises entre établissements	35 à 40 %
Déplacement d'achat des consommateurs	50 à 55%
Déplacements pour la gestion urbaine	10 à 15%

Les déplacements d'achat constituent donc à eux seuls plus de la moitié de l'ensemble des flux de TMV.

L'existence de ces flux de déplacement d'achat est par ailleurs cruciale pour la ville. En effet, l'attractivité du centre-ville nécessite que les commerces y soient implantés et surtout fréquentés. De plus, si ces déplacements de consommateurs finaux n'étaient pas réalisés, les flux professionnels de livraison n'en serait que plus allongés. Il semble donc raisonnable que ces flux soient comptabilisés comme une partie des flux de TMV. Mais comment les prendre en compte ? Dispose-t-on d'outils ou de modèles suffisants pour modéliser les déplacements d'achats, à l'image des flux de livraisons de marchandises ? Mais on ne peut traiter de la modélisation des déplacements d'achat, sans faire face au problème de leur définition. Qu'est-ce-qu'un déplacement d'achat ?

2.2.2.3. *Elargir la notion de déplacements d'achat*

La réponse peut être simple dans le cas des navettes domicile-achat-domicile. Mais bien des achats se font en dehors d'une telle boucle de déplacements.

Alors, faut-il compter pour déplacements d'achat uniquement ceux ayant effectivement débouché sur un achat ramené du magasin au lieu de consommation ? Et même dans le cas où le consommateur finit par acheter, l'a-t-il fait à l'issue d'une seule visite dans le point de vente ? Faut-il compter les déplacements antérieurs pour motif de repérage dans un ou plusieurs autres magasins, sources de flux de transport et peut-être d'impacts sur l'environnement ? Par ailleurs, lorsqu'on considère des déplacements d'achat inscrits dans différentes chaînes, quelle part de la chaîne de déplacements faut-il considérer pour l'achat ? Mettons à contribution la figure suivante tirée de F. Toilier et al. (2005).

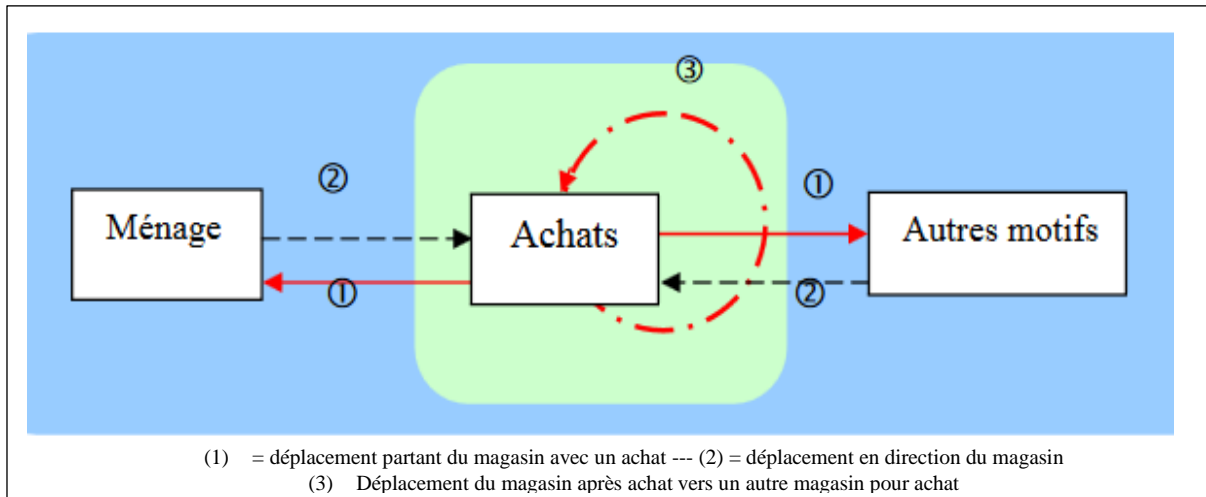


Figure 1-2 : Décompositions des déplacements liés à l'achat (adapté de F. Toilier et al., 2005)

F. Toilier et al., (2005) proposent de considérer comme déplacements d'achat les flux de type (1) et (3) sur la figure. Il s'agit uniquement des déplacements qui s'accompagnent du transport d'une marchandise achetée, soit du magasin vers un autre magasin pour achat, soit du magasin vers le domicile. Le trajet domicile-achat sera comptabilisé en plus uniquement dans le cas des navettes domicile-achat-domicile (F. Toilier et al., 2005).

J. Gonzalez-Feliu (2017) propose quant à lui de caractériser les déplacements d'achat en les incluant dans leur chaîne de déplacements respectif. Mais la notion de chaîne de déplacements peut être relative. Pour J. D. Ortuzar et L. G. Willumsen (2001), cette notion reste générale et désigne une séquence de trajets successifs. Certu (2008) définit plutôt la chaîne de déplacements comme une telle séquence ayant comme origine ou comme destination le domicile. La chaîne de déplacements se distingue donc de la boucle de déplacement qui quant à elle, dans tous les cas et quels que soient les trajets intermédiaires, a le domicile comme origine et destination (Certu, 2008 ; Gonzalez_Feliu, 2012-a ; 2017).

E. Ségalou et al., (2004), proposent une méthode d'évaluation environnementale des flux physiques de TMV. Ils y précisent eux-aussi leur définition des déplacements d'achat. Ils distinguent la fréquentation d'un magasin, qui n'implique pas forcément un achat, des déplacements ayant véritablement abouti à l'achat. Ils retiennent finalement comme déplacement d'achat :

- les déplacements qui ont pour origine un achat effectif, c'est-à-dire les déplacements qui suivent l'enlèvement auprès des commerces des produits achetés,

- les déplacements domicile-achat, seulement s'ils sont suivi d'un déplacement retour achat-domicile ou d'une chaîne du type achat-achat-domicile (E. Ségalou et al., 2004).

Ces différentes définitions s'insèrent chacune respectivement dans les logiques de modélisation de leurs auteurs. Ces derniers ont peut-être fixé différents objectifs de départ à leur démarche de modélisation. Par exemple, le but peut être de comptabiliser l'impact environnemental des flux générés. Un autre objectif peut être la prise en compte de ces flux dans l'estimation de l'occupation de la voirie ou encore la mise en place d'offres de mobilité. Mais toutes ces définitions du déplacement d'achat appellent une interrogation. Peut-on relier à la distribution urbaine, les flux de déplacements vers un magasin, s'ils sont motivés par un projet d'achat mais n'ont pas directement abouti à un achat ? Un article indisponible ou trop cher peut provoquer le déplacement du client vers un autre point de vente, ou renvoyer à un déplacement ultérieur. De même, un achat peut nécessiter un repérage dans plusieurs magasins pour comparer les prix par exemple. Alors finalement, qu'est-ce-qu'un déplacement d'achat ?

On pourrait multiplier les exemples pour appuyer la thèse selon laquelle l'acheminement de la marchandise transportée au lieu de consommation finale implique souvent plus qu'un simple trajet magasin-domicile. Or, tant qu'il y a des flux de déplacements, des impacts sur l'environnement peuvent en découler. On pourrait imaginer a priori que la livraison à domicile simplifie les flux, la livraison n'ayant lieu qu'une fois l'acte d'achat posé. Mais en fait le compte ne sera pas bon. La ville a besoin que le commerce physique soit fréquenté. Le rôle de ce dernier est essentiel dans le tissu économique. En plus de la contribution fiscale à l'économie locale, le commerce est une pièce maîtresse dans l'animation des centres-villes. Il permet de drainer du flux mais aussi d'influencer les mobilités résidentielles (R.P. Desse, 2001 ; J. Soumagne, 2013). Le retour du magasin Monoprix à la Place du Peuple à Saint-Etienne avait ainsi été associé à la mise en place d'un périmètre de zone 30 pour commencer à « faire du centre-ville, un centre commercial à ciel ouvert ». L'objectif de politique publique affiché en était d'encourager les stéphanois à fréquenter, voire à revenir habiter en centre-ville (S. Hounwanou, 2015).

Dans la suite, nous considérons que pour davantage tenir compte de l'influence des déplacements sur le territoire, donc qu'une définition plus large du déplacement d'achat serait plus adaptée. Nous admettons que la fréquentation d'un magasin est directement liée à l'activité du commerce, que ce déplacement aboutisse à un achat ou pas. De plus, les déplacements d'achat s'inscrivent généralement dans des pérégrinations qui varient d'un individu à l'autre.

Le déplacement d'achat est donc tout déplacement en direction d'un point de vente, et qui s'inscrit dans un projet d'achat, quelle qu'en soit la conclusion. La part d'un tel déplacement à comptabiliser comme déplacement d'achat peut cependant varier, dépendant notamment de la boucle de déplacement ou il s'insère.

Dès lors, il s'impose de trouver des solutions qui permettent de modéliser ces déplacements en tenant compte des choix individuels afin d'approcher au mieux la réalité.

Par ailleurs, les magasins sachant tenir en général les taux de « conversion »⁶, on peut supposer qu'ils savent dire combien de visites correspondent en moyenne à un achat.

La modélisation de ces flux de déplacements d'achat constitue un véritable obstacle à leur prise en compte. Une approche de modélisation qui relie ces flux aux flux de réapprovisionnement des magasins par l'entremise du commerce a été abordée dans une démarche de comparaison de l'impact environnementale entre commerce de centre-ville et commerce de périphérie par S. Hounwanou et al., (2016). J. Gonzalez-Feliu (2017), propose un modèle de génération du nombre total de chaînes de déplacements d'achat, plus aboutit. Mais ces réflexions restent dans le cadre théorique des modèles agrégés dont nous soulevons quelques limites dans nos choix méthodologiques plus loin.

Les modèles probabilistes de choix discrets constituent une solution moins contestée que ces modèles agrégés. Les travaux de C. Manski (1977), de M. Ben-Akiva et S. Lerman (1985), de J. Swait et M. Ben-Akiva (1987 a et b) ou encore ceux plus récents de A. Nuzzolo et A. Comi (2014) et A. Comi et A. Nuzzolo (2016) sur lesquels nous reviendrons plus loin, offrent un cadre que l'on pourrait adapter à cet effet.

3. Aborder la logistique urbaine dans une approche territoriale de la problématique du TMV

Les réflexions sur la logistique urbaine dépassent les cadres théoriques et méthodologiques traditionnels du transport de marchandises. Mais c'est moins le cas dans le monde opérationnel que dans les travaux scientifiques. Nous verrons plus loin, la définition proposée par E. Taniguchi et R.G. Thompson (2015). Ils localisent la « city logistics » à la confluence de plusieurs disciplines. Cependant, d'un point de vue opérationnel, la logistique urbaine en s'en

⁶ Conversion de visiteur en acheteur, langage utilisé dans les tableaux de bord à l'interne pour suivre comment évolue le ratio acheteur/ visiteur

tient aux logiques, méthodes et outils propres au transport de marchandises. La question de la localisation des infrastructures de rupture de charge par exemple renvoie à la fois à l'urbanisme et aux théories de la localisation qui ont plutôt émergé en géographie. De plus la distribution urbaine ne peut plus être évoquée distinctement des politiques urbaines de développement des centres villes. De la définition de ces politiques urbaines partent généralement les réglementations qui impactent le transport de marchandises en ville et ses flux, de sorte que les choix de politiques urbaines et d'urbanisme sont pour l'instant, indirectement, le lieu de l'organisation des flux de logistique urbaine.

3.1. Un cadre théorique progressivement étoffé depuis plus de deux décennies

La période d'émergence de la logistique urbaine dans la littérature scientifique internationale coïncide avec la naissance en France, au milieu des années quatre-vingt-dix, d'un véritable champ de recherches progressivement constitué autour de la problématique du transport de marchandises en ville dans une approche territoriale. L'impulsion a en effet été donnée par l'Etat français à travers le programme national Marchandises en Ville lancé en 1993. Son objectif était de mieux connaître les flux de transport de marchandises. Mais finalement grâce à ce programme, le TMV s'affirme en devenant une « *thématique à part entière de la recherche en transport tant sur le plan de la recherche que des avancées technologiques et de l'implication des acteurs institutionnels et économiques* » (J.-L. Routhier et J. Gonzalez-Feliu, 2013).

En se basant sur les acquis de ce même programme, plusieurs travaux, dont entre autres ceux de D. Boudouin et C. Morel (2002), J-G. Dufour (2000), J-G. Dufour et al (2007), J-L. Routhier (2002) et E. Ségalou et al (2002) montrent comment cette thématique échappe au transport de marchandises en constituant un champ de recherche à l'interface de plusieurs disciplines.

Ainsi, D. Boudouin et C. Morel (2002) et J. L. Routhier (2002) détaillent les enjeux autour du transport de marchandises en ville, montrant ipso facto la nécessité de s'affranchir des logiques propres au transport de marchandises et de se positionner à l'interface de plusieurs disciplines dont notamment le transport urbain de personnes, la géographie urbaine et l'urbanisme. On peut retenir six points essentiels de ces enjeux. Il s'agit de la faiblesse des liens entre la sphère économique et la sphère urbaine, des enjeux fonctionnels propres à l'activité de transport, des enjeux économiques, environnementaux, sociaux et urbanistiques :

- La rupture entre sphère économique et sphère urbaine s'exprime par le fait que, que les trois types d'acteurs des TMV présents dans la sphère économique sont tous considérés par les acteurs de la sphère urbaine comme un mal nécessaire dont il faut limiter les effets. Ces trois acteurs du monde économique sont notamment les chargeurs, les transporteurs pour compte d'autrui et les transporteurs pour compte propre. Ils ont chacun leurs objectifs qui varient suivant leurs intérêts et s'expriment en termes de gain de productivité ou de temps. Cependant, l'acteur de la sphère urbaine les perçoit indistinctement comme la source du problème que génère l'indispensable approvisionnement de la ville. « *Cela révèle une rupture qui se manifeste essentiellement par des décisions de la collectivité qui sont prises sans véritable analyse de leurs conséquences économiques* » (Routhier, 2002 : 9).

- Les enjeux fonctionnels se situent d'abord à l'échelle de l'agglomération : la circulation et la voirie urbaines sont mal adaptés aux besoins d'approvisionnement des activités urbaines. Ensuite, l'espace urbain étant de plus en plus encombré et concurrentiel, l'opérateur de transport gagnerait en même temps que tous, sinon à l'amélioration, du moins au maintien des performances de la desserte.

- Les enjeux économiques se résument en l'opposition de logiques privées et publiques : comment livrer au moindre coût, tout en respectant les exigences des clients pour une plus grande rapidité du transport sans toutefois exiger trop d'investissement public dans la qualité des équipements de transport, et sans que les activités ne soient obligées de s'éloigner du centre ? « *En particulier, le maintien, voire le développement du commerce de proximité est en partie lié aux conditions d'approvisionnement. Plus ces conditions seront difficiles, plus le coût d'approvisionnement sera élevé, en comparaison des centres commerciaux périphériques qui, généralement situés à proximité des grands axes de communication profitent des conditions de livraison excellentes.* » (Routhier, 2002 : 11)

- Les enjeux environnementaux quant à eux s'expriment par la nécessité de bien identifier les impacts des flux de livraisons de marchandises. A ces flux s'ajoutent ceux de déplacements de particuliers pour leur propre approvisionnement en biens de consommation. Ce sont des enjeux à l'échelle globale comme la consommation d'énergie et de la production de gaz à effet de serre. Mais il peut aussi s'agir, à une échelle plus locale, de la pollution atmosphérique, du bruit généré par la circulation, de la sécurité et de la consommation d'espace public.

- Au titre des enjeux sociaux l'auteur évoque une profession de transporteurs peu et mal considérée en ville. L'image des véhicules de transport de marchandises en ville n'est pas reluisante, et s'étend aux professionnels de ce secteur.

- Les enjeux urbanistiques évoqués renvoient aux relations du transport de marchandises à la morphologie urbaine. Ces rapports entre transport de marchandises et formes urbaines peuvent se lire sous plusieurs aspects. Par exemple, les stratégies de localisation des entreprises obéissent à des logiques économiques. Peuvent-elles s’inscrire en même temps dans les choix des collectivités urbaines en termes des localisations et des mobilités ?

Dans la même optique, plusieurs réflexions récentes questionnent elles aussi cette prise en compte des territoires urbains dans la problématique du TMV. La question est abordée sous plusieurs aspects. Certains auteurs s’intéressent à la localisation des lieux logistiques pour en ressortir l’influence sur l’environnement ou pour évoquer les liens entre logistique et territoire. D’autres s’interrogent sur les liens de la logistique aux formes urbaines fonctionnelles. D’autres encore s’attachent à modéliser la demande en marchandise en partant des déplacements d’achat. Ainsi, la communauté scientifique du « City logistics » s’est développée depuis la fin des années quatre-vingt-dix dans une vision transporteur, autour d’Eichii Taniguchi et Russel. G. Thompson. Mais elle semble faire une mue progressive pour tenir davantage compte du territoire où s’opèrent les flux. Ils définissaient en 2001 la logistique urbaine comme visant « *une optimisation totale des activités logistiques et de transport des entreprises privée dans le cadre de l’économie de marché en se servant des systèmes d’information* » (E. Taniguchi et R.G. Thompson, 2001). Mais ils nuancent cette définition en 2015 en précisant que :

« la logistique urbaine est une approche intégrée pour le transport de marchandises en ville basée sur l’approche systémique. Et comme ces questions liées au TMV sont très compliquées, incluant à la fois les aspects économique, environnemental et social, les solutions de logistique urbaine requièrent une approche intégrée avec des contributions de plusieurs disciplines différentes comme l’ingénierie-systèmes, les transports, l’urbanisme, l’informatique, l’économie, la géographie et les sciences sociales. Ceci pourrait promouvoir des plans novateurs qui réduisent le coût total, y compris les coûts économiques, environnementaux et sociaux du transport de marchandises en ville » (Taniguchi et Thompson, 2015 :2).

De même, les travaux de S. Masson (2000) et ceux de L. Dablanc et D. Andriankaja (2011) tout comme ceux de A. Heitz (2017) invitent à réfléchir à un « urbanisme logistique ». En analysant le desserrement logistique ces travaux n’excluent pas que l’entrepôt puisse constituer un objet d’urbanisme pouvant servir d’entrée pour mieux appréhender le système urbain ou métropolitain. Dans le rapport Terra Nova 2017, L. Dablanc et al, (2017) insistent sur les conséquences du desserrement logistique et de la périurbanisation. Les auteurs préconisent

entre autres mesures, la modification des textes législatifs et réglementaires qui encadrent l'urbanisme commercial afin de favoriser la mise en place d'infrastructures logistiques au cœur des agglomérations. C'est dans le même esprit qu'A. Béziat (2017) convoque lui aussi les formes urbaines dans l'analyse de l'influence du TMV sur l'occupation de la voirie.

S. Masson et R. Petiot (2013) proposent quant à eux, un cadre d'analyse des interactions entre logistique et territoire. Après avoir souligné la complexité de ces interactions sont complexes, ils montrent que la localisation des lieux logistiques et les flux qui en découlent impactent la structure du territoire et son aménagement. Aussi n'excluent-ils pas que le système logistique et le comportement du consommateur puissent être liés. Ces liens peuvent par exemple s'exprimer sous la forme d'une préférence pour la proximité (S. Masson et R. Petiot, 2013).

Sur le plan international aussi plusieurs réflexions abondent dans le même sens. C'est le cas en Italie des travaux de Filippi et al., (2010), A. Nuzzolo et al., (2013-a), A. Nuzzolo et al., (2014). En allant plus loin que les schémas logistiques traditionnels où la mobilité des consommateurs est souvent absente, ils intègrent les flux de déplacements d'achats dans la modélisation de la demande de marchandises.

Face à une approche purement « transporteur » des flux de transport de marchandise en ville, il semble donc qu'il se met en place un cadre théorique plus sensible à la localisation des différentes sources de flux de transport de marchandises sur chaque territoire et à leurs conséquences. Les principaux nœuds générateurs de flux de logistique urbaine sont :

- La ou les plateformes logistiques d'où sont livrés directement les marchandises consommées sur le territoire,
- Chacun des points de vente au détail installés sur le territoire,
- Les localisations résidentielles sur le territoire

3.2. Quel rôle pour le point de vente ?

La distribution urbaine génère la grande majorité des flux de logistique urbaine comme nous l'avons évoqué au paragraphe précédent. Au cœur de la ville, après l'éviction des lieux logistiques en dehors, le point de vente symbolise l'élément principal du commerce de détail. Mais les comportements d'achat des consommateurs évoluent. Le point de vente n'est plus forcément physique. Le mode opératoire des flux de la distribution urbaine suit ce changement, impactant la qualité et l'intensité des flux de transport de marchandises. Mais qu'il soit physique

ou virtuel, il semble que le point de vente joue un rôle essentiel dans la génération des flux de logistique urbaine. Ce rôle peut devenir central dans cette approche territoriale de la logistique urbaine.

3.2.1. L'équipement commercial : un point de convergence des intérêts de tous les acteurs de la logistique urbaine

De tout ce qui précède, nous pouvons distinguer cinq principaux acteurs de la logistique urbaine sur un territoire. Il s'agit du chargeur, du transporteur, du commerçant, du consommateur final et de la collectivité publique territoriale à travers ses représentants.

La collectivité publique territoriale est un acteur incontournable de la logistique urbaine. Elle définit le cadre réglementaire où opèrent les autres acteurs. Elle peut ainsi agir sur la qualité des flux en imposant des normes de taille, de poids et de technologie aux véhicules et en définissant différents horaires et zones de circulation. Elle est aussi responsable dans la plupart des contextes urbains, des flux de gestion urbaines. Ces flux, comme nous l'avons évoqué plus haut, valent environ 10% de l'ensemble des flux de logistique urbaine. Les 90% restant sont des flux qu'on peut attribuer à la distribution urbaine de marchandises. Mais là encore, la collectivité publique territoriale fournit l'infrastructure de transport et représente l'intérêt général. Dans une approche territoriale de la logistique urbaine, la collectivité publique territoriale est sensée organiser l'insertion des flux de marchandises dans le système de transport qu'il met en place sur le territoire. Le point de vente installé sur le territoire intéresse particulièrement la collectivité publique territoriale pour plusieurs raisons. D'abord le commerçant aide à embellir la ville et à l'animer. Cette animation permet d'attirer du flux en ville mais aussi d'attirer des résidents. Inversement, la qualité des résidents attirés dans la ville permet d'attirer des commerces rentables dont la collectivité a besoin pour leur contribution à la mobilisation des ressources fiscales inhérentes à son fonctionnement. La viabilité du commerce physique est donc d'une importance capitale pour la collectivité.

Le commerçant est le distributeur de marchandises en ville. Le point de vente est son outil principal et il s'en sert pour attirer sa clientèle et proposer ses produits. Le choix de la localisation du point de vente est déterminant pour la viabilité de son activité. La montée en puissance du commerce électronique est un défi majeur pour le commerce physique ces dernières années. Le commerçant, acteur local du territoire peut faire lui aussi recours à la vente à distance. Mais nous montrons plus loin en utilisant les chiffres de la FEVAD qu'une grande part du commerce électronique en France est opérée par des acteurs internationaux ces cinq

dernières années. Aussi discuterons-nous un peu plus loin de l'importance de cette montée en puissance pour montrer que malgré tout, le point de vente physique reste encore l'outil principal commerçant dans la distribution urbaine.

Le transporteur est celui qui achemine la marchandise au commerçant pour qu'il en assure la vente. Dans un périmètre de logistique urbaine, le transporteur achemine la marchandise soit à un point de vente, soit au consommateur final, parfois par l'intermédiaire d'un point relais. Une partie de l'activité du transporteur est alors directement liée au point de vente et à sa localisation en ville. Le nombre d'opération de livraison et la distance de livraison en dépendent. Le transporteur achemine la marchandise Dans la situation où le commerçant transporte lui-même son bien, nous parlerons de transport pour compte propre destinataire. Mais le transporteur peut être une entreprise indépendante opérants sur le marché que constitue le transport de marchandises. Dans ce cas, il effectue un transport pour compte d'autrui. Il est alors souvent un sous-traitant recruté et payé par le commerçant ou par celui qui lui envoie la marchandise à vendre. Une troisième possibilité pour le transporteur est d'opérer sur compte propre expéditeur. Dans ce cas, le transporteur n'est pas différent de celui qui envoie la marchandise au commerçant : le chargeur.

Le chargeur est l'expéditeur de la marchandise. Le chargeur et le commerçant peuvent parfois désigner la même entreprise ou enseigne. C'est le cas pour les réseaux de distribution dont c'est le démembrement local qui est acteur de la logistique urbaine sur le territoire. Il peut aussi assurer lui-même le transport de la marchandise (transport pour compte propre expéditeur) ou externaliser le transport à un sous-traitant. Dans tous les cas, l'existence et la viabilité du point de vente détermine l'activité du chargeur. Tant que le commerce n'a pas vendu, il ne se réapprovisionne pas, et le chargeur n'a pas d'activité.

Le consommateur final est le véritable commanditaire de l'ensemble des flux de logistique urbaine. Il est le but final de toute l'énergie déployée par chacun des différents acteurs précédents. S'il procède de plus en plus à des achats à distance, le commerce physique, reste pour lui indispensable. Parfois la boutique virtuelle n'est qu'un outil pour l'attirer vers le magasin physique où il conclut l'acte d'achat. Le commerce physique est aussi utile pour le consommateur final parce qu'il lui permet de faire du repérage, de s'informer et de se faire conseiller.

En somme, le point de vente se retrouve à la confluence des intérêts de chaque groupe d'acteurs. Chacun des acteurs trouve un intérêt particulier dans l'existence du point de vente physique. Il est aussi le lieu où transite une grande partie des flux générés. Il permet de répartir ces flux en flux amont de livraison de marchandises pour le réapprovisionnement et en flux aval de déplacements d'achat ou de livraison de marchandises au consommateur final. Les caractéristiques des flux amont y sont entièrement déclinées et celles des flux aval peuvent y être connues. Le point de vente peut permettre de faire le lien entre les flux amont et aval afin de les comptabiliser et les évaluer. Mais une partie de ces flux commence par lui échapper avec la montée en puissance du commerce électronique, générateur d'achat découplés des ménages.

3.2.2. Nouveaux comportements d'achats des ménages : une prise en compte progressive dans la littérature scientifique

Le développement technologique et l'avènement du numérique impacte sérieusement le commerce et la distribution urbaine. Cet impact se manifeste par l'essor que connaît le commerce électronique. Plusieurs observateurs attribuent cet essor aux nombreux avantages qu'en tirent les différents acteurs impliqués. F. Neuvy (2014) pense que le commerce électronique dispose de trois atouts majeurs. Il offre au consommateur un large choix de produits en lui permettant de se promener dans les magasins virtuels de plusieurs commerçants depuis son seul ordinateur. Il offre aussi un prix généralement très compétitif par rapport au commerce physique. Le troisième atout, appelé *smart shopping* ou « achat malin » consiste à permettre à l'acheteur potentiel de pouvoir comparer les rapports entre la qualité et le prix de plusieurs offres. Mais les boutiques virtuelles permettent aussi d'attirer en magasin des clients alléchés par les propositions en ligne sur le site du commerçant. Ainsi un grand nombre de consommateurs souhaitent souvent vivre la réalité de l'expérience virtuelle proposée. Ils se déplacent donc en magasin pour conclure un achat éventuel (F. Neuvy, 2014).

La Fédération Française de la Vente à Distance (FEVAD) propose chaque année des « chiffres clés » sur la vente à distance en France et en Europe, aussi bien pour le commerce de détail que pour le commerce de gros. La vente à distance regroupe les achats effectués en ligne sur internet depuis un ordinateur, mais également depuis tout autre terminal mobile comme les smartphones permettant d'accomplir l'acte d'achat sans se déplacer. Les données détenues par la FEVAD constituent en France l'une des sources les plus fiables sur le commerce électronique. Nous compilons et analysons plus loin, certains de ces chiffres clés proposés, en nous limitant à la période 2013- 2018. Ces chiffres démontrent que la part de la vente à distance est nettement en

progression. Mais ils montrent aussi que cette progression est à nuancer, par exemple lorsqu'on s'intéresse aux flux de transport de marchandises générés (FEVAD, 2014 ; 2015 ; 2016 ; 2017 ; 2018 ; 2019).

La chaîne logistique de la distribution s'est donc diversifiée, et la vente traditionnelle en magasin n'est plus le seul canal. Plusieurs réflexions scientifiques, notamment en logistique urbaine, s'intéressent aux différentes formes d'achats en dehors de l'achat physique traditionnel en magasin. L'achat physique traditionnel peut être décrit comme étant un « achat en magasin suivi d'un enlèvement immédiat ». En se référant à la littérature scientifique en France depuis le début des années 2010, on retrouve ainsi plusieurs autres chaînes logistiques « achat et enlèvement différés ».

Le concept d'achats découplés des ménages (ADM) a ainsi progressivement émergé dans la littérature. D'après l'ensemble de ces travaux regroupés dans le tableau suivant, les achats découplés des ménages regroupent l'ensemble des achats, effectués en magasin ou non, qui ne sont pas immédiatement suivis d'un enlèvement du produit acquis par l'acheteur. L'achat et la récupération du produit se font soit à deux endroits différents, soit à des moments différés l'un de l'autre. Il s'agit de tout achat générant une livraison de la marchandise à domicile, ou sa récupération ultérieure par le consommateur final soit en magasin, dans un point intermédiaire (lieu de travail, point relais ou PAM, BLU, etc.), ou dans un drive.

Sous réserve d'étude, il semble que la vente sur catalogue par voie postale disparaisse progressivement, remplacée par le commerce électronique. La vente à domicile elle aussi semble aujourd'hui minoritaire, mais elle a connu ses heures de gloire en France. Sans tenir compte de ces deux formes d'achats, on peut illustrer les nouveaux comportements d'achat des ménages par le tableau 1-2. On y remarque différents schémas logistiques selon le mode d'achat, l'activité logistique de préparation de la commande, etc.

M. Gardrat et al., (2016) et M. Gardrat (2017) proposent de définir les achats découplés des ménages et les regroupent en trois types :

- Les achats à distance livrés à domicile
- Les achats à distance livrés en points relais ou tout autre lieu intermédiaire (BLU, etc)
- Les achats en magasins qui ne sont pas enlevés par l'acheteur, mais lui sont livrés ultérieurement (M. Gardrat et al., 2016).

Cette définition n'inclut pas explicitement les achats en ligne suivis d'un déplacement en magasin pour le retrait, que les professionnels appellent le « *click and collect* ». L'analyse des « chiffres clés » de la vente à distance proposés par la FEVAD est introduite plus loin. Elle montre l'importance de préciser si le *click and collect* fait partie ou non des ADM. Le tableau I-2 permet, dans une optique complémentaire, de synthétiser les schémas logistiques que recouvrent les achats découplés des ménages (ADM) d'après différents travaux dans la littérature, et motive la définition que nous avons proposée plus haut.

Tableau I-2 : Définition des achats découplés des ménages à partir de la littérature scientifique

Nature de l'achat	Activité logistique de préparation de la commande	Lieu de retrait	Livraison/enlèvement ?	Dénomination	Références clé
En magasin	En magasin	A domicile ou lieu de travail	Livraison	Livraison en sortie de caisse	Motte-Baumvol et al. (2012)
A distance	En magasin	En magasin	Enlèvement par le client	Drive (Système U)	Gonzalez-Feliu et al., (2012)
	En magasin	A domicile lieu de travail	Livraison	Livraison à domicile	Durand (2009), Durand et al. (2010)
	En entrepôt	En magasin	Enlèvement par le client	Drive, Click and collect	Durand et Gonzalez-Feliu, (2012)
	En entrepôt	A domicile lieu de travail	Livraison	Livraison à domicile	Gonzalez-Feliu et al., (2012)
	En entrepôt	En point relais	Enlèvement par le client	Livraison en point relais	Augereau et al. (2009), Morganti et al. (2014a)
	En entrepôt	En consigne automatique	Enlèvement par le client	Livraison en consigne automatique	Ducret et Durand (2010), Morganti et al. (2014b)
	En dépôt dédié	En dépôt dédié	Livraison à domicile	Drive (Auchan, Carrefour, Leclercq)	Gonzalez-Feliu et al. (2012)
	En dépôt dédié	A domicile lieu de travail	Livraison à domicile	Livraison à domicile (Auchan)	Durand et Gonzalez-Feliu, (2012)

Les travaux de M. Gardrat et al., (2016) montrent que les données de mobilités traditionnelles ne permettent pas de rendre compte des flux générés par les ADM. Ils proposent une méthodologie d'enquête testée en 2015 sur le territoire du Grand Lyon pour collecter et analyser les données sur ces nouveaux comportement d'achats. D'après les premiers résultats pour la

métropole de Lyon, seulement 5% de ces ADM concernent des achats effectués en magasin. Le reste se répartit entre des achats à distance livrés en points relais et autres lieux intermédiaires (40%) et livrés à domicile (55%). Un premier enseignement est qu'avec la montée des achats découplés des ménages, le commerce physique s'efface au profit de la vente à distance. Or, cette enquête indique aussi que les ADM représentent sur ce même territoire, 7% de l'ensemble des achats des ménages. Ces 7% sont répartis entre l'alimentaire et la restauration (38%), le vestimentaire (20%), les produits culturels et high-tech (16%), l'équipement de la maison (14%) et (13%) pour les soins à la personne (M. Gardrat et al., 2016 ; Toilier et Gardrat, 2017). Mis à part les chiffres du secteur de l'alimentaire (associés par M. Gardrat et al., (2016) dans les données de Lyon avec la restauration), ces chiffres semblent être conformes aux données nationales fournies par la FEVAD sur l'évolution du commerce électronique en France. Nous nous intéresserons à savoir si une telle démarche ne pourrait pas s'élargir à la documentation du choix de la localisation commerciale pour l'achat. En fait, dans une optique d'enquête de préférence déclarée par exemple, l'achat en ligne ne pourrait-il pas constituer une alternative par différents choix de localisation commerciale ?

La figure 1-3 réalisée sur une compilation de ces chiffres entre 2013 et 2018, montre que la part de marché de la vente à distance est en nette progression depuis 2015.

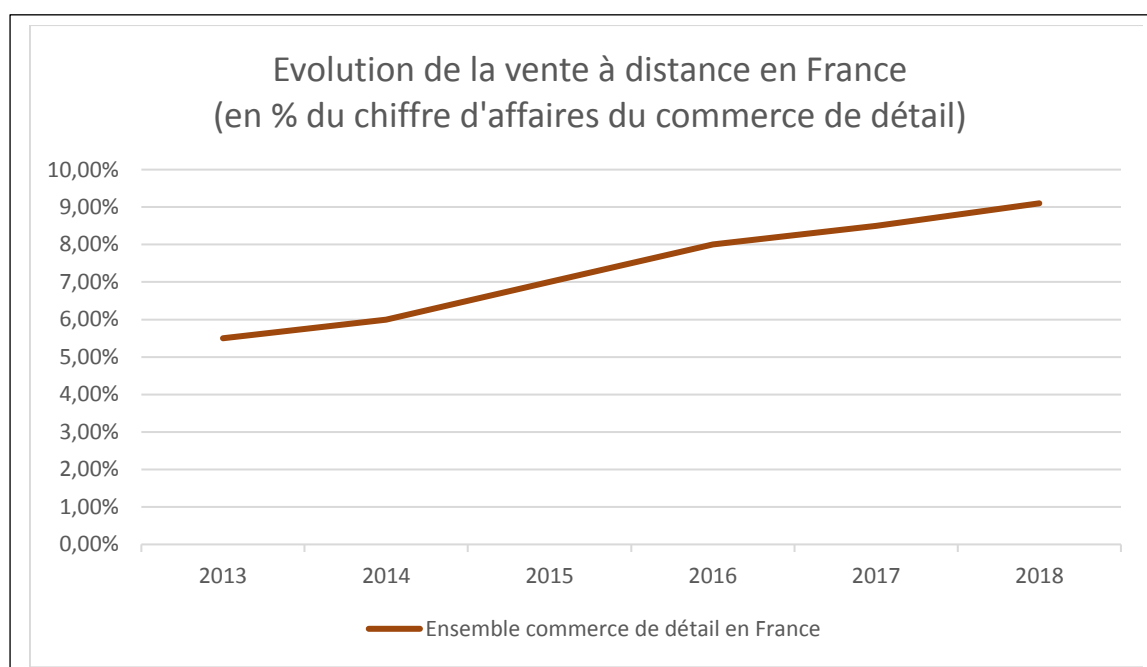


Figure 1- 3: Parts de marché de la vente à distance en France entre 2013 et 2018 (Chiffres FEVAD- Exploitation auteur)

Cette progression n'est cependant pas uniforme selon les différentes familles du commerce de détail comme le montre la figure 1- 4 réalisée à partir d l'exploitation des données annuelles de

la vente à distance en France publiées par la FEVAD (2014 ; 2015 ; 2016 ; 2017 ; 2018 ; 2019); pendant cinq ans. D'après ce graphique, en parts de marchés, les produits touristiques et les produits culturels viennent sont de loin les plus concernés. Les ventes à distance de ces deux secteurs dépassent les 40% de chiffres d'affaires dans leur famille de commerce depuis 2015. Alors que la part de marché des produits de tourisme semble stagner, les produits culturels physiques et dématérialisés sont de plus en plus vendus à distance. Les équipements de maison (électroménagers) viennent en troisième position avec une part de marché entre 15 et 20% depuis quelques années. La vente à distance des produits vestimentaires, chaussures et accessoires oscille autour de 15% alors que la vente de l'ameublement et du bricolage progresse vers la même valeur. Les produits alimentaires sont les moins vendus à distance en France depuis 2014 d'après les chiffre de la FEVAD. Mais dans ce secteur aussi, la part de marché progresse depuis 2015. En 2018, elle a dépassé les 7%.

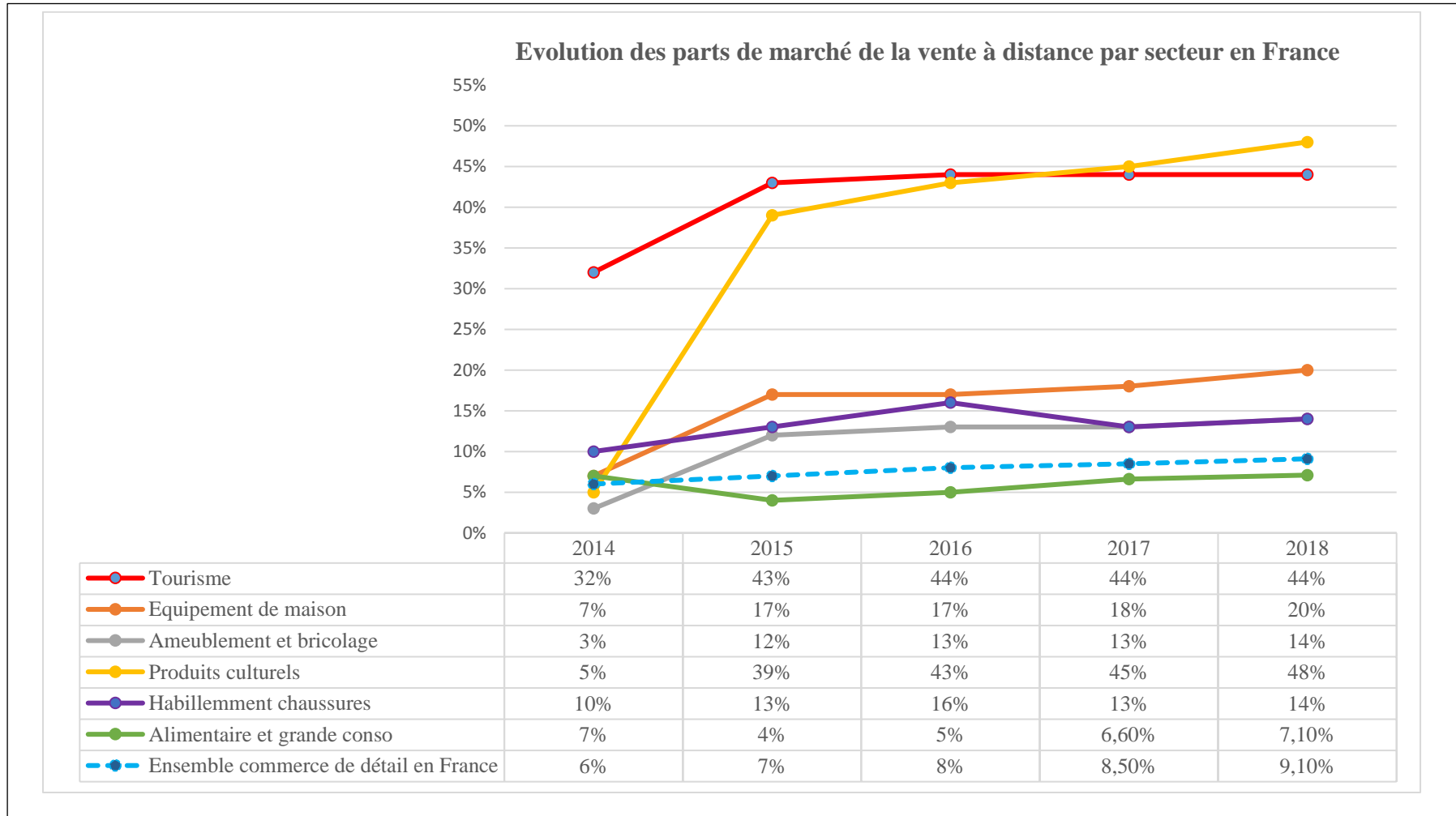


Figure 1- 4: 5 ans de vente à distance en France : évolution des parts de marché par secteur entre 2014 et 2018 (données : FEVAD ; Exploitation : l'auteur)

Le grand enseignement qui se dégage de ces chiffres est que la vente à distance conquiert une part de marché en hausse dans presque tous les secteurs du commerce de détail. La progression de la part de marché sur l'ensemble du commerce de détail est pour l'instant maintenue sous la barre des 10% grâce au secteur de l'alimentaire et des produits de grande consommation. Ce secteur qui pèse beaucoup dans le commerce détail connaît pour l'instant des ventes à distance assez faibles qui augmentent timidement. Il convient de rappeler ici que des chiffres bien plus alarmants circulent sur la montée du commerce électronique. Ces chiffres expriment en général la croissance interne du chiffre d'affaire de la vente à distance et non pas la part de marché qu'elle capte sur l'ensemble du commerce de détail. Ainsi, on peut affirmer que la vente à distance progresse de **10%** en un an, si pour l'année **N** son chiffre d'affaire était de **X** et que l'année **N+1**, ce chiffre d'affaire devient **1,10* X**. Mais un tel calcul n'est pas objectif puisqu'il reste muet sur la progression du chiffre d'affaire du commerce physique.

Dans une optique d'analyse des flux de marchandises générés par la vente à distance, il convient cependant de nuancer cette progression. Les produits de tourisme sont presque entièrement dématérialisés et ne génèrent donc pas de marchandises à transporter. Il en est de même pour une grande partie des produits culturels. En 2018 par exemple, 48 % de l'ensemble des produits culturels ont été vendus à distance. Mais ce chiffre descend à 19 % lorsqu'on ne considère que les produits culturels physiques neufs (FEVAD, 2014 ; 2015 ; 2016 ; 2017 ; 2018 ; 2019). De plus, ces parts de marchés incluent les achats à distance suivis de déplacements en magasin pour retirer le produit. Ainsi, entre autres modes de livraisons, 38 % des acheteurs à distance font un retrait en magasin, et ce chiffre est en croissance depuis 2015, d'après les données de la FEVAD comme le montre la figure 1-5 suivante. Il faut préciser cependant que ce taux n'exprime pas la part retirée en magasins des marchandises achetées à distance. Nous parlons de la part de « *click and collect* », c'est à dire la part des acheteurs qui vont retirer un achat en magasin après l'avoir réservé en ligne. Pour une bonne compréhension, un acheteur à distance qui va retirer un produit dans le magasin vendeur après l'avoir acheté à distance, peut se faire livrer un autre achat. Toutes ces précautions prises, la progression du taux des acheteurs en ligne qui vont retirer leur achat en magasin peut être lue comme une réduction des flux de livraison de marchandises générés par la vente à distance. La progression des flux de livraisons de marchandises générés par la vente à distance telle que présentée par la FEVAD devrait donc être un peu moins importante que sa part de marché sur le commerce de détail.

Enfin, la vente à distance et notamment le e-commerce joue un rôle de plus en plus important dans la distribution urbaine. Il serait difficile d'appréhender l'ensemble des flux de logistique urbaine sans prendre en compte les flux générés par la vente à distance en général. Nous avons vu précédemment que le point de vente physique constitue un nœud déterminant dans l'ensemble des flux de la distribution urbaine et partant des flux de logistique urbaine. Les flux générés par les achats découplés des ménages passent très peu par le commerce physique. Leur importance va croître avec celui de la vente à distance. Cependant, toute proportion gardée, il semble que la distribution urbaine reste largement physique. C'est le cas à 93% à Lyon d'après M. Gardrat et al (2016) et à 91 % en France d'après les chiffres de la FEVAD. Dans une optique de maîtrise des flux de logistique urbaine et de leurs impacts sur l'environnement, il semble donc important de s'intéresser aujourd'hui encore au point de vente physique et à sa localisation, sans toutefois négliger les flux du commerce électronique en progression.

3.2.3. Modéliser la localisation commerciale : où en sommes-nous ?

« Jusqu'à présent, les modélisations du processus de choix de magasin (approches déterministes et probabilistes) se sont appuyées sur une conception statique et simplificatrice du comportement spatial du consommateur. Ces modèles privilégient la minimisation de la distance, sous la forme d'accessibilité et de coût. Il s'agit avant tout de déterminer une zone de chalandise en fonction du stock de clientèle résidant dans cet espace. Naturellement, cette problématique existe et existera toujours » (D. Dion et G. Cliquet, 2002 : 60).

Mais les limites qui en sont soulignées dans la littérature font accroître le recours vers des méthodes impliquant de plus en plus les comportements de mobilité du consommateur.

Sans avoir l'ambition d'être exhaustif, on peut dire que la théorie de la localisation des activités économiques remonte jusqu'aux travaux de J.H. Von Thünen (1851), de A. Weber (1909), W. Reilly (1931), W. Christaller (1933), de D.L. Huff (1964) et de W. Alonso (1964) (J.P. Antoni, 2013 ; C. Ponsard, 1988).

Dans les travaux de J. H. Von Thünen (1851) apparaissaient déjà la notion de centre. Celles de distance au centre, de prix de produit, de coût du transport et de rente foncière aussi. Il était dans une conception plutôt très théorique où l'espace est supposé isotrope, et la ville située au centre de l'espace disponible. Cet espace disponible désigne celui qui est à répartir entre différentes activités dont la production agricole et la commercialisation des produits.

A. Weber (1909) s'est quant à lui concentré sur la localisation des activités industrielles alors que les travaux de W. Christaller (1933) ont débouché sur la théorie des lieux centraux. Si l'on

considère la localisation des activités commerciales, la théorie des lieux centraux en constitue l'un des principaux fondements, avec le modèle gravitaire de W. Reilly (1931) et le modèle de concurrence spatiale de H. Hotelling (1929).

En se limitant à deux vendeurs (et pas plus) d'un même bien homogène, le modèle de H. Hotelling (1929) met en relation leur localisation respective, la taille du marché et la formation du prix de ce bien. En supposant le marché linéairement réparti comme sur un segment de droite, il estime que la localisation idéale se retrouverait au milieu du segment de droite, donc au centre du marché. Dans sa théorie, les deux points de vente sont supposés proposer le même produit (c'est la notion d'homogénéité du bien proposé). Mais cela n'exclut pas une différenciation du prix, car le prix peut dépendre du coût du transport amont (du producteur au vendeur) et aval (du client au point de vente). Il suffit donc que les deux points de vente s'installent dans différentes localisations pour proposer à des prix différents le même produit dont le coût de production est supposé fixe. La nécessité de faire du profit tout en étant concurrentiel pousse donc les deux points de vente à s'éloigner l'un de l'autre, bien que la localisation optimale soit au centre du marché (A. Basaille-Gahitte, et B. Mathieu-Nicot, 1991). Cette théorie a alimenté beaucoup de travaux scientifiques et de nombreuses critiques ont émergé. Au-delà de la répartition uniforme du marché, le nombre de points de vente proposant le même produit peut dépasser les deux qu'envisage A. Hotelling (1929). De plus, il est rare que les biens soient totalement homogènes. Les vendeurs de produits similaires peuvent alors se rapprocher, et bénéficier d'économies d'échelle réciproques. La différence se fera dans ce cas sur l'offre, son prix et sa qualité, ainsi peut-être que la qualité des services proposés autour de la vente. Les frais de transports sont aussi l'un des facteurs de différenciation entre régions économiques dans la théorie des lieux centraux proposée par A. Loëch (1940) à la suite de W. Christaller (1933). Cette théorie a été développée par la suite par de nombreux travaux dont ceux de B. Berry (1971). Elle suppose l'espace homogène du point de vue de ses traits physiques et de son occupation humaine. Elle suppose aussi que les prix sont fixes pour tous les agents et que chacun désire maximiser son utilité. Deux autres hypothèses fondent cette théorie. D'abord, chacun est supposé acheter au point de vente le plus près afin de minimiser les coûts du transport. Ensuite, réduire le coût de production d'un bien exige que l'on fasse des économies d'échelle en massifiant la production en un même lieu (H. Béguin, 1992). La théorie des lieux centraux explique comment se forment et se hiérarchisent les lieux centraux de différentes tailles, et comment ils s'insèrent dans des régions économiques elles-mêmes inter-emboîtées. Mais cette théorie peut apparaître parfois un peu trop statique. En effet, « *le*

regroupement des biens de même niveau dans chaque ville est postulé et n'est pas démontré par la théorie. La théorie n'indique pas non plus comment la hiérarchie urbaine ainsi constituée est susceptible d'évoluer » (D. Pumain, 1997).

La théorie des lieux centraux a été enrichie par la suite par plusieurs réflexions. A. Gosh (1986) par exemple y a introduit la notion de « trajet à finalité multiple ». Cette notion traduit une pratique du client qui consiste à ne pas fréquenter le point de vente le plus proche, mais à aller dans un centre-commercial plus loin où il peut associer plusieurs courses (A. Gosh, 1986). Une telle conception s'inscrit à l'opposé de la conception de W. Christaller (1933) à l'origine de la théorie des lieux centraux, d'après laquelle la proximité spatiale prime dans le choix du consommateur. Mais cette évolution théorique n'est sûrement pas sans lien avec la démocratisation de l'automobile. Cette notion ressemble beaucoup à celles de chaînage de déplacement ou de boucle de déplacement que nous mobilisons beaucoup dans nos analyses plus loin.

La théorie des lieux centraux vise à identifier le lieu du profit maximal mais ne propose pas une méthode de localisation commerciale. La loi de W. Reilly (1931) dont elle s'inspire, mais surtout les modèles qui en découlent en proposent.

D'après le modèle d'attraction gravitaire de W. Reilly (1931) en effet, quels que soient la taille de la ville et le type de marchandises, lorsqu'une population (de consommateurs) est située entre deux centres urbains, chacun d'eux exerce sur elle une attraction proportionnelle à leur population respective et inversement proportionnelle au carré de la distance qui le sépare de cette population intermédiaire (W. Reilly, 1931 : 9). En partant de cette loi, plusieurs modèles d'interaction spatiale ont été proposés, et sont généralement désignés comme des modèles d'interactions spatiales.

Plusieurs réflexions séparent les modèles de localisation commerciale en deux grandes familles. On peut citer à ce propos les travaux de G. Cliquet et J. M. Josselin (2002), B. Merenne-Schoumaker (2003 ; 2008) et J. Baray et S. Lestrade (2014). Ces deux familles sont, d'une part, celle des modèles gravitaires d'interactions spatiales que nous venons d'évoquer, et d'autres part, celles des modèles de localisation-allocation.

Les modèles d'interactions spatiales sont utilisés pour délimiter les aires de marché, ou répartir une population de consommateurs entre différents points de vente de différentes tailles ou encore pour évaluer l'accessibilité d'un commerce. L'application de la loi de W. Reilly (1931)

est généralement efficace en milieu rural homogène. Le nombre de points de vente proposant le même produit y est limité. Le comportement du consommateur peut alors être facilement supposé déterministe, la distance étant le principal obstacle. En milieu urbain dense par contre, les résultats des modèles directement basés sur cette loi sont moins intéressants. La concurrence entre les nombreux points de vente y est en effet plus âpre. La distance n'est plus forcément facteur le plus discriminant (B. Merenne-Schoumaker, 2003).

Le modèle de D.L. Huff (1964) est l'un des modèles issus de la loi de W. Reilly (1931). Il s'est distingué en essayant de répondre à cette insuffisance en milieu urbain dense. Le modèle de D.L. Huff (1964), tout en restant dans l'esprit d'attraction spatiale, rompt avec le déterminisme spatial et adopte une approche probabiliste. Sa méthode consiste d'abord en un zonage de la population de consommateurs. Sont pris en compte, leur zone de résidence, leurs caractéristiques et leur mode de déplacement. Un échantillonnage aléatoire permet ensuite de recueillir les informations sur la taille des magasins fréquentés et la distance parcourue. On peut ainsi modéliser la préférence des consommateurs pour différentes tailles de magasins et pour différents magasins selon leur éloignement par rapport à la zone de résidence. La généralisation se fait en considérant les préférences révélées par les comportements passés à l'échelle de toute la population de consommateurs. M. Nakanishi et L.G. Cooper (1974) proposeront par la suite une extension de ce modèle au-delà de la distance et de la taille du magasin. Cette extension est connue sous le nom MICS (Modèles d'Interactions Compétitives Spatiales). On l'évoque souvent avec son équivalent en Anglais *MCI (Multiplicative Competitive Interaction Models)*. Finalement en résumé, nous dirons que le modèle de D.L. Huff (1964) initie un ensemble de travaux qui introduit la concurrence dans les modèles de localisation gravitaire. Il a été critiqué en son temps pour sa difficulté de calibrage en contexte de prise de décision rapide. C'est en effet une régression logistique qui est proposée pour son calibrage. A la place, certains chercheurs préféraient en effet des questionnaires à doubles réponses pour évaluer les coefficients de pondération du modèle (G. Cliquet, 2002). Mais l'apprentissage automatique a beaucoup progressé. Les ordinateurs sont beaucoup plus puissants. Il est donc possible de nos jours de déterminer les paramètres d'un modèle de régression logistique en quelques minutes. Ces critiques liées aux difficultés de calibrage devraient donc être reconsidérées à l'aune de ces avancées.

On peut cependant trouver d'autres limites à ces modèles. En effet, le modèle de D.L. Huff (1964) ainsi que les MICS restent bien des modèles d'attraction gravitaire. Ils restent fidèles à

cette notion de « stock de clientèle »⁷ en proposant notamment un zonage résidentiel de celui-ci. La distance considérée reste la distance moyenne entre le domicile du client et le magasin considéré. En utilisant les préférences révélées, leur raisonnement consiste à prendre en compte le comportement des consommateurs qui habitent telle zone ou telle autre. Une contribution de nos travaux consistera à affranchir le comportement des consommateurs de cette condition de zonage résidentiel.

La deuxième famille de modèle est celle des modèles de localisation-allocation. Ils cherchent quant à eux « à optimiser la localisation et éventuellement le nombre de points de vente, en minimisant les coûts de déplacement des clients » (J. Baray et S. Lestrade 2014). Ils sont inspirés du modèle d'A. Weber (1909). Ce dernier s'intéresse à la localisation industrielle. Son objectif est d'optimiser le coût de transport de la matière première à l'usine, puis de la production de l'usine au marché.

La question au cœur de la problématique des modèles de localisation-allocation est de savoir où localiser le point de vente afin que la distance d'avec le consommateur soit la plus petite possible. Cette question est déjà portée par les travaux d'A. Weber (1909) sur la localisation des lieux de production industrielles. Ce problème est connu sous le nom de « modèle p-médian ». Ces modèles sont donc plus destinés à l'optimisation de la *supply-chain*. Ils sont cependant aussi utilisés pour résoudre des problèmes de localisation très variés. Ces problèmes vont des services publics et privés tels que les pompiers, la police, ou les urgences médicales aux arrêts de transports en commun, en passant par les plateformes logistiques (J. Baray et S. Lestrade, 2014). On les utilise aussi pour optimiser « le nombre et la localisation des magasins et l'affectation spatiale des clients à ces points de vente, c'est-à-dire les aires de marché » B. Merenne-Schoumaker (2008 : 197). Ils comportent en général cinq composants :

- Une fonction objectif qui permet de mesurer l'accessibilité pour les clients des localisations commerciales considérées ou leur viabilité économique respectives ;
- Des aires de demande réduites à un point central ou centroïde où se trouve concentrée la demande de biens ou services. Il s'agit en fait d'un zonage où les cellules (ou zones) sont caractérisées par le pouvoir d'achat que représentent leurs résidents ;
- Les localisations possibles selon les disponibilités foncières, l'accessibilité (premier composant) et le coût de la mise en place des infrastructures ;

⁷ Terme utilisé par D. Dion et G. Cliquet que nous avons cité plus haut.

- La matrice des distances ou des temps d'accès, qui représente la distance ou le temps de trajet entre les localisations potentielles et les aires de demande.
- Le règle d'allocation, qui définit la manière avec laquelle les consommateurs choisissent parmi les lieux d'offre proposés (J. Baray et S. Lestrade, 2014 ; G. Cliquet, 2002).

G. Cliquet (2002) distingue une troisième famille d'approches. Elle est constituée par le modèle MULTILOC proposé par D. Achabal et al., (1982) et le modèle FRANSYS proposé par A. Ghosh et CS. Craig (1991).

Le modèle MULTILOC est destiné aux magasins de petites tailles et de proximité, aux stations-services et unités de restauration rapides. Il propose d'abord d'estimer les coefficients du modèle MCI. L'évaluation des différentes localisations et le choix se feront ensuite avec la démarche des modèles de localisation-allocation. Il est donc une combinaison des deux premières approches. Le modèle FRANSYS quant à lui est une adaptation de MULTILOC au système de franchise.

Toutes ces approches ont en commun le regroupement des consommateurs par cellules ou aires géographiques dont on prend en compte la distance d'éloignement, l'accessibilité et ou le pouvoir d'achat rassemblé. Les comportements d'un groupe de consommateurs habitant la même zone sont pris en compte au détriment des choix individuels qui peuvent être différents. Cette critique est déjà portée par plusieurs réflexions. C'est le cas notamment de J. Baray, (2002), J. Baray et S. Lestrade (2014) ; RP. Desse (2001) ; N. Lemarchand (2009) ou encore B. Merenne-Schoumaker, (2008).

D'après A. Michaud-Trévinval (2002), ajouter une dimension temporelle à la réflexion améliore la prédiction. Cela ne résout cependant pas cette insuffisance due à l'agrégation des consommateurs en zones de résidence pour estimer leur distance aux magasins. En effet, des études empiriques ont permis d'établir des courbes isochrones pour estimer les distances en temps. La détermination des zones de chalandises par courbes isochrones est d'ailleurs devenue une pratique courante dans les études de localisation commerciale. Mais la relation au temps peut varier d'un individu à un autre. D'abord, les périmètres isochrones délimités sont évidemment très différents selon les modes de déplacement. Ensuite les hommes ne se comportent pas comme des machines et peuvent modifier leur trajectoire à tout moment pour diverses raisons ou sollicitations. Les pérégrinations de chacun ainsi que les différents lieux où on s'arrête ne seront pas toujours pris en compte (A. Michaud-Trévinval, 2002).

Ces préoccupations se sont traduites dans plusieurs réflexions scientifiques. Ainsi, R. P. Desse (2001) estime que les pérégrinations quotidiennes sont le fruit de l'organisation des déplacements en chaînes où le budget-temps, le mode de déplacements et l'organisation de la chaîne de déplacement s'inter-influencent. Ce chainage des déplacements est lui-même influencé par un ensemble de facteurs dont les caractéristiques individuelles de la personne et de son ménage, la localisation des différentes fonctions urbaines et l'ensemble de l'offre en équipement commercial R. P. Desse (2001 : 33-36). B. Merenne-Schoumaker (2008) propose dans la même optique une représentation des facteurs d'influence sur le choix de la localisation commerciale pour différents achats en montrant par ajoutant entre autres, les lieux habituels de fréquentation. Nous nous inspirons plus loin dans notre travail de recherche, des schémas de synthèse respectifs qu'ils proposent pour définir un cadre général d'influence des facteurs d'influence à modéliser.

O. Badot et al., (2018) quant à eux, distinguent trois types de localisations commerciales sur le territoire urbain : centre-ville, zone périurbaine et zone périphériques. Ils proposent les caractéristiques de ces différentes localisations susceptibles d'influencer les choix du consommateur dans le tableau VII-1.

Tableau I- 3: caractéristiques commerciales par localisation dans la ville. Sources : O. Badot et al., 2018 :274-275)

	Centre-ville	Zone périurbaine	Périphérie
Caractéristiques	Cœur de ville historique	Banlieue	Entrée de ville
Accessibilité	Transport collectif, transport doux	Voiture, transport collectif et transport doux	Voiture
Niveau de gamme de l'offre de commerces	Du <i>mass-market</i> au haut de gamme	<i>Mass-market</i>	Du discount au <i>mass market</i>
Type d'achat	Flânerie Flux de transit	Commerce de proximité	Achat planifié (par exemple : grosses courses alimentaires,

	Commerce de proximité		bricolage, ameublement) Flânerie
Surface des magasins	Surfaces contraintes et réduites	Surfaces moyennes	Grandes surfaces

Les récents développements des modèles de choix discrets permettent de compléter ces avancées de la réflexion sur la localisation commerciale en essayant de pallier à cette insuffisance. Cette démarche de modélisation a en effet été appliquée récemment dans plusieurs travaux visant à modéliser le choix du consommateur. C'est le cas de Hess et al., (2006) dans la modélisation du choix des aéroports et compagnies aériennes ; F. Russo et A. Comi (2013) pour le choix des hôtels, restaurants et services traiteurs ou encore A. Nuzzolo et A. Comi (2014). Mais à l'échelle territoriale, il n'existe pas à notre connaissance, de travaux permettant de choisir la localisation commerciale en tenant compte des choix individuels de déplacement du consommateur. Nous estimons qu'un tel outil serait utile pour le commerçant parce que permettant de mieux cibler sa clientèle potentielle. Elle serait tout aussi utile aux acteurs publics, leur permettant de mieux anticiper sur l'adaptation de l'offre de mobilité en direction des différentes localisations commerciale. Mais un tel modèle serait encore plus intéressant pour nous parce qu'il peut permettre de prévoir la part de déplacement d'achat directement liée à une localisation commerciale. C'est dans cette optique que nous proposons la démarche générale de modélisation décrite au prochain paragraphe. Elle sera testée avec le cas d'étude que nous mettons à contribution dans cette thèse.

3.3. Implications pour la question environnementale

Dans le débat sur la maîtrise de l'impact environnemental des flux de logistique urbaine, on peut situer les implications d'une telle vision de la problématique des TMV à deux niveaux. L'un à l'échelle urbaine dans une approche d'évaluation environnemental stratégique et l'autre à l'échelle de l'acteur partie prenante de la logistique urbaine, qui réalise l'évaluation environnementale soit dans le cadre de ses obligations réglementaires, soit dans le cadre de son management environnemental.

3.3.1. Implications pour l'évaluation environnemental stratégique à l'échelle urbaine

A l'échelle urbaine, aborder la problématique du TMV dans une démarche urbaniste implique que la logistique urbaine intègre l'ensemble de l'organisation d'un territoire pour assurer un développement urbain respectueux de l'environnement. Les liens entre formes urbaines, mobilités urbaines (de personnes) et environnement sont établis comme nous l'avons déjà évoqué. En intégrant la mobilité des marchandises dans cet ensemble, on peut raisonner dans un système plus holistique où l'impact environnemental de l'ensemble des acteurs, par ailleurs interdépendants, pourrait être mieux appréhendé. En effet, considérons à titre illustratif, la demande de modification d'un PLU pour autoriser l'installation d'un nouvel équipement commercial dans une ville. Un tel projet peut influencer le bilan environnemental mais aussi le développement économique du territoire. Il peut être intéressant d'associer l'ensemble des flux de logistique urbaine aux réflexions en amont sur un tel projet. On peut considérer le nouvel équipement commercial comme le centre des flux de déplacements de marchandises qu'il génère. En amont, il y aura les flux de livraison pour son réapprovisionnement. En aval, il y aura les flux de déplacements vers le magasin pour achats, repréage, informations ou service après-vente. Intéressons-nous à l'ensemble de ces flux amont et aval, centralisés sur l'équipement commercial qui les génère.

Si le magasin est localisé en centre-ville dense, les flux amont peuvent être considérables, en supposant que les marchandises sont envoyées depuis une plateforme logistique en périphérie ou en dehors du territoire de la ville. Dans ce cas, les flux aval peuvent être réduits si les clients habitent près du magasin, en centre-ville. Si par contre, le magasin est localisé proche de grands axes routiers en périphérie, la situation peut s'inverser. Les flux amont pourraient être réduits alors que les flux aval vont s'accroître.

Ces deux cas sont extrêmes mais réalistes. Cependant, d'autres configurations de localisation de point de vente sont possibles. Peut-on alors concevoir des outils opérationnels pour anticiper sur l'ensemble des flux amont et aval générés et sur leurs impacts environnementaux ? Une telle démarche de modélisation constitue une possibilité de traduire en outils opérationnels, les réflexions théoriques que nous avons regroupées dans l'approche théorique de la logistique urbaine.

E. Ségalou et al. (2004) proposent une démarche de modélisation dans le même sens. Mais cette démarche reprise aussi par A. Albergel et al., 2006 et traduite dans le modèle FRETURB, n'est pas proposé à l'échelle de l'équipement commercial. Leur méthode d'estimation des flux qui se limite à la prise en compte des déplacements d'achat en voiture et distribue les flux motorisés

par une approche gravitaire. Elle est bâtie sur un ensemble de travaux conduits au Laboratoire d'Aménagement et d'Economie des Transport de Lyon dans le cadre du programme national marchandises en ville et sur trois études pilotes sur les bilans environnementaux des TMV réalisés respectivement à Bordeaux, Dijon et Marseille commanditées par l'ADEME et EDF. La méthode comprend la démarche constitutive de FRETURB qui fournit une estimation des flux inter-établissement et des flux de déplacements d'achat par zone fine, en étant alimenté par l'Enquête Ménage Déménagement (EMD). Elle comprend aussi une affectation différenciée des trois segments de trafic que sont le TMV, le trafic de transit et les autres déplacements motorisés, et les modèle d'émission et de dispersion.

Si cette approche a le mérite d'exister, la réflexion pourrait s'enrichir au moins en deux points. Les déplacements d'achats pris en compte peuvent s'élargir à d'autres choix modaux. On pourrait ainsi prendre en compte par exemple les transports en commun. En outre, la réflexion peut s'affranchir des logiques agrégées pour s'intéresser davantage aux choix individuels discrets de mobilité d'achat.

3.3.2. Implications pour l'évaluation environnementale à l'échelle des acteurs du TMV

A une échelle individuelle, considérer la problématique du TMV dans cette approche peut avoir des influences au niveau du management environnemental et des obligations règlementaires relatives à l'environnement. L'affichage CO₂ est déjà une obligation pour les transporteurs., Mais au-delà des émissions de gaz à effet de serre de ces flux amont, la comptabilisation des émissions affichées dans le reporting environnemental des réseaux de distribution urbaine par exemple pourrait évoluer. Nous y reviendrons en détail plus loin.

Conclusion

Plusieurs questions émergent finalement de ce chapitre. Mais ces développements ci-dessus permettent aussi d'entrevoir plusieurs possibilités de contribution pour traduire en outils opérationnels, les réflexions sur l'approche territoriale de la logistique urbaine.

En abordant la logistique urbaine comme un champ de recherche qui monte, nous avons situé ses débuts dans les années soixante-dix en Europe. Le terme de logistique urbaine émergera quant à lui dans les débats scientifiques au cours des années quatre-vingt dix, associé à la mutualisation, en Allemagne notamment.

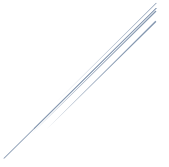
La logistique urbaine peut donc être définie comme un champs de recherche qui s'approprie la problématique du transport de marchandises en ville (TMV) comme objectif. La logistique urbaine exprime l'insertion du TMV dans les liens d'interdépendance entre les différentes activités urbaines. Aussi bien pour les différents acteurs impliqués que dans les réflexions scientifiques, la question des localisations est parfois peu lisible, mais elle est au cœur des enjeux de la logistique urbaine. La localisation commerciale par exemple est un enjeu crucial pour les acteurs de la logistique urbaine, parce qu'elle est indissociable de la problématique même du TMV : comment préserver la performance économique du transport de marchandises sans nuire au développement urbain ? D'une part, le transport de marchandises est indispensable à la ville pour son approvisionnement, mais cette ville n'aime pas « les nuisances » qu'il apporte et qui lui sont inhérentes. D'autre part, la ville constitue le marché indispensable au transport de marchandises. Et la ville la plus intéressante pour la distribution est celle où il fait bon vivre, donc celle où il y a le moins de nuisances du TMV. Nous avons vu dans ce chapitre que ce paradoxe peut être abordé sous deux angles différents : une vision « transporteur » et une approche « territoriale ». C'est finalement l'approche territoriale qui semble être plus adaptée à la logistique urbaine, parce que c'est elle qui permet au TMV de s'insérer dans cette interdépendance intime qui caractérise toutes les activités urbaines. L'approche territoriale de la logistique urbaine est caractérisée par une réflexion qui part du système urbain, par opposition aux réflexions centrée sur la profession du transport ou sur les logiques d'entreprise. Elle peut être rapprochée de l'approche territoriale en économie régionale notamment dans la documentation de la géographie des relations entre acteurs, d'où peut naître la mutualisation des flux et des infrastructures. Mais au-delà de l'approche territoriale en économie, c'est la prédominance des logiques territoriales sur les logiques professionnelles ou d'entreprise qui peut le mieux caractériser cette approche. Ses implications ne sont pas

négligeables, et renvoient à de nombreuses questions. La prise en compte des déplacements d'achat comme flux de logistique urbaine en est une des principales implications. La définition de ces déplacements d'achats en soi devrait évoluer, pour une bonne prise en compte de l'influence de la distribution urbaine sur le système de déplacements de chaque ville. Les nouveaux comportements d'achat des consommateurs sont caractérisés par une préférence accrue pour le commerce électronique et les achats découplés des ménages. Les chiffres disponibles démontrent ainsi qu'en 2019, la vente à distance approche les 10% de part de marché sur l'ensemble du commerce de détail. Après une croissance brusque entre 2013 et 2015, cette part de marché, variable selon les secteurs de commerce, tend vers une stabilisation. Du moins, cette croissance ne semble plus être aussi fulgurante ces dernières années. Dans tous les cas, il semble que le commerce physique traditionnel détient encore une marge de manœuvre et une part importante dans la génération de flux de TMV. La localisation des points de vente, véritables pièces centrales dans cette distribution urbaine, influe forcément sur les différents flux, amonts et aval générés. Mais comment la remettre au cœur de la logistique urbaine, tout en prenant en compte les déplacements d'achat ? Cette question peut être entendue dans le sens opérationnel. Elle reviendrait alors à se demander comment traduire cette prise en compte par des démarches et des outils d'aide à la décision. C'est l'une des questions principales qui émergent des développements de ce chapitre. Nous nous y pencherons tout au long de mémoire.



Chapitre 2

La question environnementale, un double enjeu pour la logistique urbaine



Chapitre 2 : La question environnementale, un double enjeu pour la logistique urbaine.

Nous venons de définir la logistique urbaine comme un champ de recherche qui s'approprie la problématique du transport de marchandises en ville comme objet. Cette problématique peut être entendue dans une vision centrée sur l'activité économique du transport de marchandises. On peut aussi, à l'opposé, la considérer dans une optique plus sensible à chaque milieu, que nous avons appelée approche territoriale. Mais quelle que soit la face de la médaille observée, les préoccupations environnementales sont au cœur de la logistique urbaine. C'est ce que vise à montrer ce deuxième chapitre en poursuivant la revue de littérature amorcée dans le premier. Ces préoccupations environnementales sont parfois exprimées en termes de durabilité écologique. Mais nous proposons ici de les lire à travers deux sujets : la Responsabilité Sociétale des Entreprises d'une part et la protection de l'environnement urbain d'autre part. Après quelques développements terminologiques relatifs à l'environnement, nous commençons par aborder la qualité de vie en ville, parce que c'est sous cette forme qu'est parfois considéré l'environnement urbain. S'agit-il d'un parti pris dans le débat environnemental local-global ? Nous nous intéressons ensuite respectivement au desserrement logistique et au management environnemental. Le desserrement logistique, censé protéger la qualité de vie en ville des nuisances environnementales du transport de marchandises, est présenté comme une vraie fausse solution pour l'environnement urbain. Il pose en effet la question de la localisation des plateformes, et peut être une passerelle pour introduire la question des localisations sur l'ensemble du territoire urbain, et en particulier celle des commerces. Nous revisitons ensuite le management environnemental qui mobilise plusieurs outils d'évaluation environnementale comme outils de « contrôle de gestion environnemental⁸ ». Nous nous interrogeons sur le périmètre des flux pris en compte en termes de responsabilité environnementale par les acteurs. De manière concrète, cette dernière partie du chapitre permet d'ouvrir un débat questionné dans la thèse. Celui de la possibilité technique (et non juridique), dans une démarche volontaire de RSE, d'associer les flux de déplacements d'achat dans le reporting environnemental des entreprises de la distribution urbaine.

⁸ Lire le qualificatif « environnemental » comme un attribut de « contrôle de gestion » et non pas de « gestion ». Ce n'est donc pas un contrôle de la gestion environnementale, mais plutôt le contrôle de gestion qui est environnemental.

1. Environnement et Evaluation environnementale, essais de définition

La notion d'environnement connaît un usage varié. La notion d'impact sur l'environnement peut donc rapidement se retrouver piégée dans une forme de subjectivité imputable à la sensibilité ou aux intérêts des acteurs en présence. En abordant les liens entre logistique urbaine et environnement, qu'entendrons-nous par évaluation environnementale, impact ou incidence sur l'environnement, ou encore pression sur l'environnement?

1.1. L'environnement

Pour résumer les nombreuses définitions dans la littérature et la lexicographie généraliste, l'environnement peut se définir globalement comme étant le système qui conditionne la vie humaine, à la fois déterminant pour cette vie et l'enveloppant. Ce système subit inéluctablement des pressions pour l'épanouissement de cette vie, mais son équilibre nécessite d'être maintenu. Il émerge d'abord en effet de plusieurs définitions le caractère englobant de l'environnement. Y sont incluses à la fois les dimensions relatives à la culture et à la nature, qui sont inhérentes à la vie humaine. Ensuite, plusieurs définitions insistent sur l'osmose des influences entre l'action anthropique et la nature. Ces influences peuvent être constructives, ou à l'opposé néfastes. On retrouve par exemple dans l'ouvrage *The urban condition, people and policy in the metropolis*, de L. Duhl (1963), une définition qui semble être encore d'actualité. Elle a été traduite de l'Anglais par F. Choay (1965) :

« *L'environnement lui-même est toujours davantage la création de l'homme, mais à son tour, il réagit sur l'individu humain et l'affecte d'innombrables façons... L'homme n'est pas seulement, comme l'animal, un élément d'un système écologique. Il modifie ce système, en crée de vastes secteurs et, par contre-coup, est à son tour modifié par lui. Dans l'écologie de l'homme, l'individu humain isolé, les groupes humains, les créations de l'homme, leurs sous-produits et leurs déchets, deviennent des variables d'une importance considérable* » (L. Duhl, 1963 : 61-62 ; F. Choay, 1965 : 379).

Les définitions officielles proposées dans différents pays s'écartent rarement de cette vision englobante de l'environnement qui implique à la fois nature et culture. Les éléments que chaque pays souhaite voir pris en compte dans l'évaluation environnementale peuvent cependant varier. P. André et al (2010) le montrent avec l'exemple de l'Union européenne, du Québec, du Bénin, de la Côte d'Ivoire, de Madagascar et de Centrafrique.

La France est reconnue dans le monde comme un pays pionnier en matière de gestion et de protection de l'environnement. Curieusement, son cadre législatif et réglementaire

environnemental que constitue le Code de l'environnement ne donne aucune définition de la notion d'environnement. Dans la partie législative de ce code de l'environnement, le législateur prend plutôt soin dès le début, comme on peut le lire à l'article L110- Livre 1^{er}, Titre 1^{er}, de délimiter une partie du patrimoine commun national sur laquelle porte ses dispositions :

« Les espaces, ressources et milieux naturels terrestres et marins, les sites, les paysages diurnes et nocturnes, la qualité de l'air, les êtres vivants et la biodiversité font partie du patrimoine commun de la nation. Ce patrimoine génère des services écosystémiques et des valeurs d'usage. Les processus biologiques, les sols et la géodiversité concourent à la constitution de ce patrimoine » (Légifrance, 2018)⁹.

La précision de patrimoine commun national peut faire penser à une limitation qui ne vise pas à prendre compte l'aspect global de l'environnement, mais il est immédiatement rappelé dans la suite du même article l'objectif de développement durable, défini au sens du Rapport Brundtland (2007), pour inclure cet aspect global.

Sur un plan plus scientifique, on retrouve dans la littérature plusieurs définitions à caractère disciplinaire où l'environnement est plutôt rapproché de la nature. La raison principale en est que les grands enjeux de la réflexion environnementale concernent les menaces qui pèsent sur la nature et par ricochet sur la vie humaine du fait de l'action anthropique. En témoignent le Rapport Meadows du Club de Rome (D. H. Meadows et al, 1972) et le Rapport *Our common future* (CMED¹⁰, 1987). On se rend cependant très vite compte que la nature en soi ne suffit pas à l'épanouissement de la vie humaine. A celui-ci sont aussi inhérentes la transformation et la consommation de ressources prélevées sur cette nature.

J. G. Vaillancourt (1996), dans une approche sociologique, définit l'environnement comme étant un système organisé, dynamique et évolutif de facteurs naturels et humains où les organismes vivants opèrent et où les activités humaines ont lieu. Les facteurs naturels peuvent être physiques, chimiques ou biologiques alors que les facteurs humains relèvent de l'économique, du politique, du social ou du culturel. Ils influencent directement ou non, dans l'immédiat ou à long terme, l'ensemble des êtres vivants et des activités humaines (J. G. Vaillancourt 1996).

⁹ Code de l'environnement - Dernière modification le 01 janvier 2018 - Document généré le 12 janvier 2018.

¹⁰ Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement des Nations Unies. Elle est devenue Commission Brundtland en 1987, du nom de sa Présente.

En partant, entre autres, de cette définition, on peut diviser l'environnement en quatre ensembles de composantes. Il s'agit des composantes biophysiques, structurelles, des composantes d'activités et des composantes générales de la communauté. Avec les deux premières, l'être humain entretient des relations affectives-sensorielles. Par contre, avec les composantes d'activité et les composantes générales de la communauté, ses relations sont fonctionnelles, comme synthétisé dans le tableau II-1. (André et al., 2010).

Tableau II-1 : les relations de l'homme avec les composantes de l'environnement (André et al., 2010 : 37)

Composantes de l'environnement	Biophysiques	Structurelles	D'activités	Générales de la communauté
	Qualité de l'air Qualité de l'eau Ambiance sonore Biodiversité	Habitat Réseaux Paysages	Ecoles Lieux de travail Lieux commerçants Lieux de repos Lieux de loisir et de récréation	Biens Services Confort
Relations à l'environnement	Affectives-sensorielles		Fonctionnelles	
	Attachement identitaire Tranquillité Sécurité physique, matérielle, financière. Sociabilité Esthétique		Prélèvement Pollution Aménagement Accès Nuisance Rapports culturels Fonctions récréatives	

L'attachement identitaire, la tranquillité, la sécurité, la sociabilité et l'esthétique sont des exemples de relations affectives sensorielles que l'homme peut entretenir avec les composantes biophysiques de l'environnement que sont l'air, l'eau, la biodiversité, le climat ou l'ambiance sonore ; ou avec les éléments structurels de la communauté comme l'habitat, le paysage ou les réseaux. Pour l'appliquer à la logistique urbaine, comme nous le verrons plus loin, les préoccupations environnementales se traduisent souvent par un sursaut pour protéger au mieux le milieu urbain des nuisances créées par le transport de marchandises. Les liens de l'environnement urbain à la qualité de vie sont ainsi fondés. Cependant, les actions nécessaires pour le maintien ou l'amélioration de la qualité de vie en ville peuvent provoquer la dégradation

de l'environnement dans un milieu pour protéger l'environnement dans un autre. On se retrouve alors dans le second groupe de relations que l'homme ou la collectivité entretient avec son milieu : les relations fonctionnelles. Elles concernent les pressions que l'individu ou la collectivité exercent : prélèvement-exploitation, pollution, aménagement, accès-distribution, nuisance, rapports culturels et loisirs. Elles sont exercées par l'humain dans les lieux d'interaction sociales et sur les composantes générales de la communauté. Mais elles sont aussi subies par les composantes biophysiques et structurelles de l'environnement. Ces pressions peuvent être exercées sur l'environnement en un lieu, dans l'optique de créer un « environnement sain » ailleurs.

Cela peut s'illustrer par le cas de la substitution des véhicules de transport à énergie fossile par des véhicules électriques. La réduction des émissions de polluants et de consommation d'énergies fossiles nécessite que des pressions de « prélèvement-exploitation » soient exercées sur l'environnement quelque part sur la terre, pour la fabrication des composants et le fonctionnement des véhicules électriques. Elle implique aussi une autre pollution par le déversement en fin de vie de déchets dangereux. On peut aussi citer en exemple, les éco-quartiers et les zones de faibles émissions (ZFE). Ils permettent simplement, au nom de la qualité de vie en un milieu, de maintenir les émissions de polluants dans d'autres milieux. Les ZFE sont des espaces délimités en milieux urbains denses pour réduire l'exposition de la population aux polluants émis par la circulation. C'est un outil réglementaire avec lequel les collectivités peuvent imposer des normes aux véhicules circulant dans ces zones. Mais s'agit-il toujours d'espaces où convergent plus de flux en comparaison aux zones non concernées ? Si ce n'est pas le cas, alors ces ZFE pourraient, en plus du déplacement d'impacts déjà provoqué, se transformer en une sorte d'outil de gentrification environnementale.

La prise en compte des préoccupations environnementales dans une action, une politique d'ensemble ou un projet à réaliser permet d'en maîtriser les conséquences, qu'on exprimera en termes de pression ou d'impact sur l'environnement. Il s'impose donc d'évaluer les actions pour identifier les enjeux en présence afin de conduire l'action en minimisant les inconvénients.

1.2. Evaluation environnementale, impact et pression sur l'environnement

1.2.1. L'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale est avant tout reliée à une action en projet ou en cours, quelle qu'en soit l'échelle. Cette action peut être une politique, un programme, un plan ou un projet.

L'idée derrière la notion d'évaluation environnementale est de documenter comment cette action pourrait affecter l'environnement, et éventuellement de quantifier cet effet. Il s'agira alors de prévoir concomitamment avec l'action envisagée ou en cours, des mesures soit pour amplifier les effets positifs, soit pour éviter, réduire ou compenser d'éventuels effets négatifs sur l'environnement. P. André et al (2010) dont nous avons évoqué plus haut la définition de la notion d'environnement définissent l'évaluation environnementale comme étant

« Un processus systématique qui consiste à évaluer et à documenter les possibilités, les capacités et les fonctions des ressources, des systèmes naturels et des systèmes humains afin de faciliter la planification du développement durable et la prise de décision en général, ainsi qu'à prévoir et à gérer les effets négatifs et les conséquences des propositions d'aménagement particulières » (André et al., 2010 : 351).

La mise en œuvre de l'évaluation environnementale dépend généralement des choix politiques exprimés dans le cadre législatif et réglementaire qui l'organise. Elle peut être conduite, ex-ante, in itinere ou ex-post. Selon l'échelle et l'étendue de l'action envisagée, on parle d'une part d'évaluation environnementale stratégique pour les politiques, les plans et programmes, et d'autre part d'évaluation des impacts sur l'environnement pour les projets. Mais l'évaluation environnementale peut être décrite comme un système intégré allant du niveau stratégique au niveau opérationnel (André et al., 2010).

1.2.2. Impact ou incidence sur l'environnement

La notion d'impact sur l'environnement renvoie de manière générale aux effets négatifs ou positifs d'une action susceptibles d'affecter l'environnement. Selon l'Agence (française) de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME),

« Le concept d'impact environnemental désigne l'ensemble des modifications qualitatives, quantitatives et fonctionnelles de l'environnement (négatives ou positives) engendrées par un projet, un processus, un procédé, un ou des organismes et un ou des produits, de sa conception à sa fin de vie » (ADEME, 2018).

L'impact qu'on peut aussi désigner par l'incidence sur l'environnement, exprime l'effet sur une composante précise de l'environnement, pendant un temps donné et sur un espace délimité, et s'apprécie en prenant pour référence l'hypothèse du « statu quo » qui suppose que l'action dont on évalue les impacts n'était pas menée (P. Wathern, 2008). Afin que l'impact sur l'environnement soit mesurable, les différentes composantes de l'environnement qu'une action pourrait affecter, telles que l'air, l'eau, le sol, la biodiversité, doivent être décrites avec des

paramètres ou des indicateurs. Ainsi, l'impact environnemental pourra être estimé à l'aune de ces paramètres, que l'on appellera indicateurs environnementaux.

« *L'indicateur environnemental est une unité d'information qui s'insère dans un processus spécifique de gestion, qu'on peut comparer aux objectifs de ce processus, et qui possède une signification supérieure à sa valeur première* » (P. André et al., 2010).

En considérant un seul paramètre environnemental, on peut faire une représentation simple d'un impact environnemental par le schéma suivant inspiré de P. Wathern (2008). L'évolution naturelle de l'indicateur ou paramètre environnemental représente la situation de référence par rapport à laquelle on peut quantifier l'impact du projet sur l'environnement.

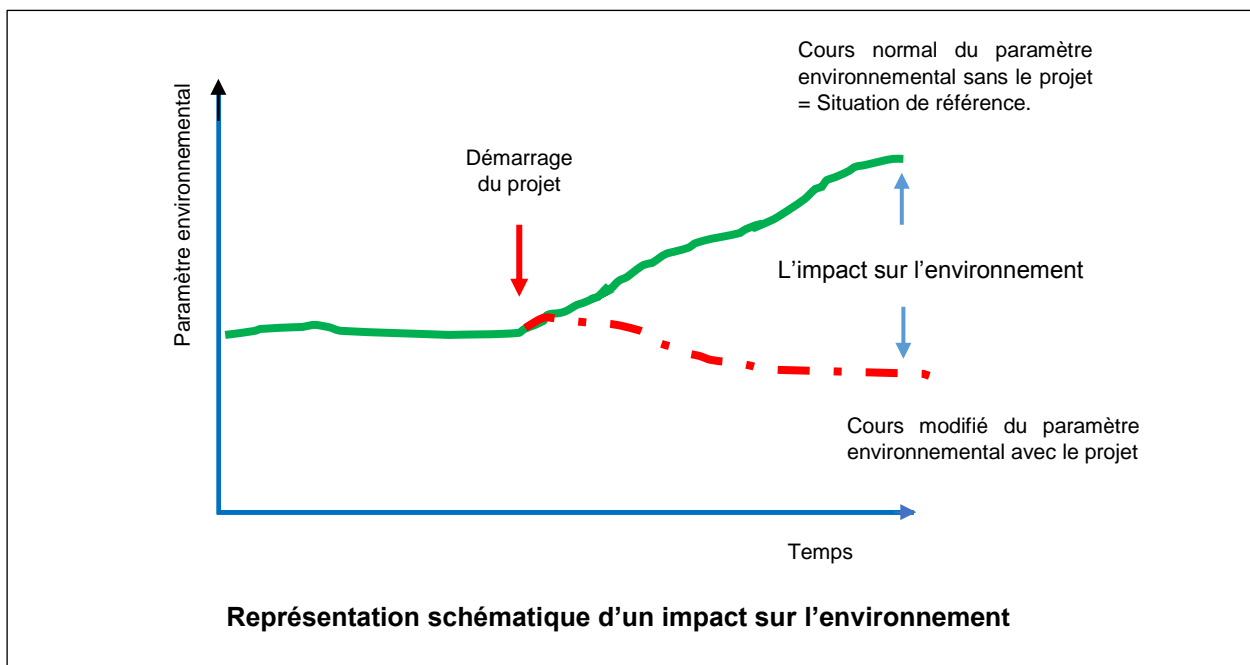


Figure 2-1 : Schématisation de l'impact d'un projet sur un paramètre environnemental (Inspiré de Wathern, 2008).

Impact et incidence sur l'environnement se rejoignent donc, mais la notion de pression sur l'environnement est différente. La pression se situe entre l'action anthropique et l'impact environnemental. Par exemple, un projet d'électrification peut entraîner comme pression sur l'environnement la pollution lumineuse. On pourra alors évaluer l'impact sur la faune de cette action anthropique en estimant l'écart entre la situation de référence et la situation induite sur la faune par le projet.

Ainsi, notre réflexion sur l'évaluation environnementale des flux de logistique urbaine selon la localisation commerciale s'inscrira à un niveau stratégique, en nourrissant les réflexions à

l'échelle du territoire. Si des indicateurs sont fournis, ils pourraient aider le décideur à comparer différents scénarios en ayant une idée plus ou moins précise de leurs effets respectifs sur l'environnement. Une telle réflexion peut cependant aussi se décliner en termes d'application à un niveau intermédiaire, voire opérationnel. Elle peut déboucher sur une approche ou une méthodologie d'évaluation d'impact, applicable à un projet ponctuel d'implantation de magasin par exemple.

1.2.3. Mise en œuvre de l'évaluation environnementale en France

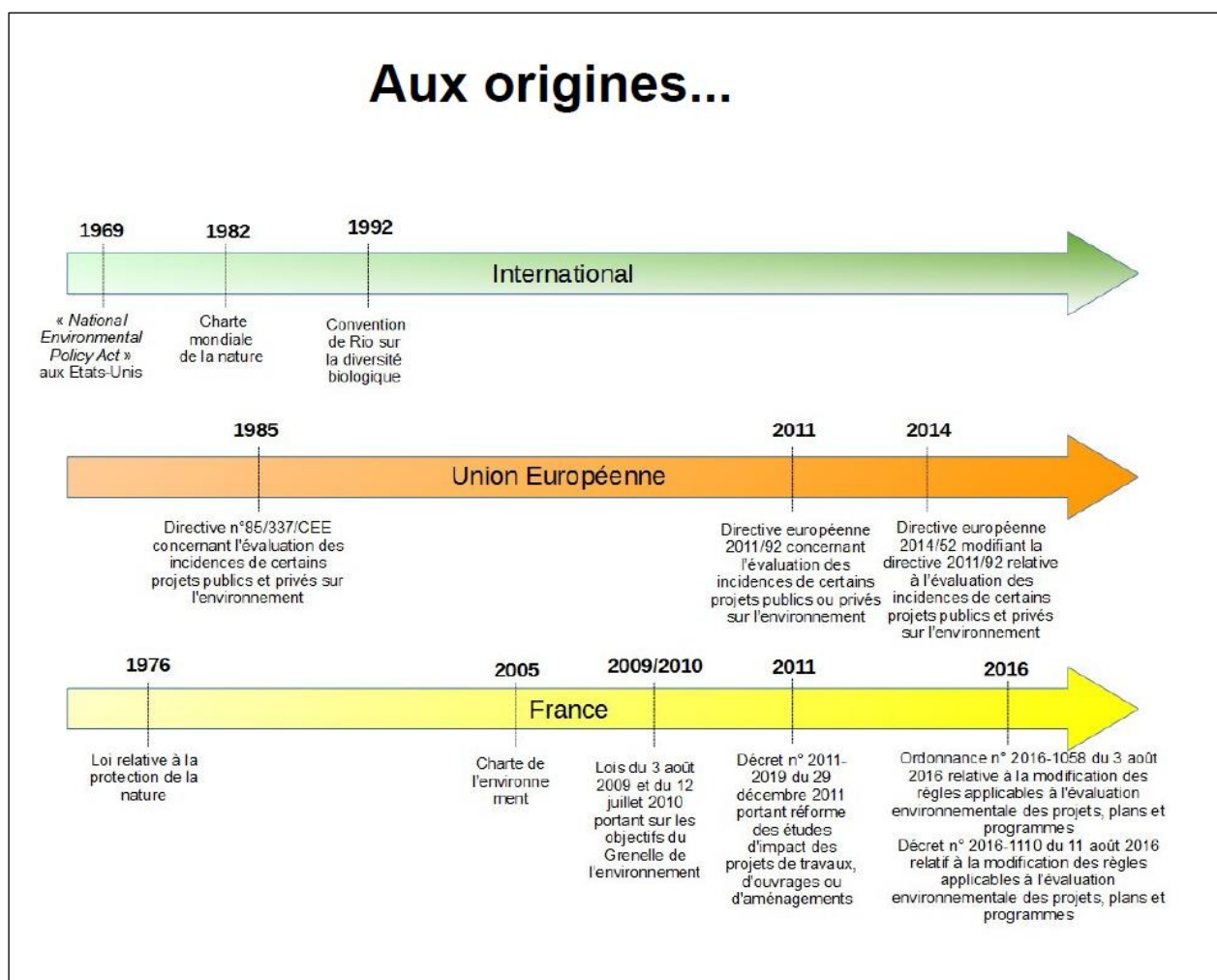


Figure 2-2 Evaluation environnementale : évolution France/Europe/International (A. Leblanc et B. Rodrigues, 2018)

En France, d'après les dernières modifications du Code de l'environnement, le nouveau cadre législatif et réglementaire de l'évaluation environnemental pourrait se résumer en quatre textes :

- Le décret n°2016-519 du 28 avril 2016 portant sur la réforme de l'autorité environnemental ;
- L'ordonnance n°2016-1060 du 3 août 2016 relative à la participation du public et décret n°2017-626 du 25 avril 2017 ;

- Loi n°2016-1087 du 8 août 2016 dite « Loi biodiversité » ;
- L'ordonnance n°2017-80 et décret 2017-81 du 26 janvier 2017 relatifs à l'autorisation environnementale.

A. Leblanc et B. Rodrigues (2018)¹¹ proposent de lire l'évolution du cadre législatif et réglementaire français de l'évaluation environnementale respectivement par rapport aux cadres européen et international (Figure 2-2). Le tableau II-2 réalisé par les mêmes auteurs décline la traduction dans le contexte français des textes européens qui encadrent l'évaluation environnementale stratégique et l'étude des impacts environnementaux.

Tableau II-2 : Evaluation environnementale : du cadre législatif et réglementaire européen au cadre français

	Évaluation environnementale stratégique	Évaluation des impacts sur l'environnement
Qu'est-ce que c'est ?	Évaluation des impacts environnementaux appliquée aux politiques, plans et programmes	Étude des incidences notables des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagement sur l'environnement
Textes européens	Directive 2001/42/CE « Plans programmes »	Directive 2011/92/UE du 13 décembre 2011 « Projets » Directive 2014/52/UE du 16 avril 2014 « Projets »
Définitions	Article 2 de la Directive définissant l'évaluation environnementale : « L'élaboration d'un rapport sur les incidences environnementales, la réalisation de consultations , la prise en compte dudit rapport et des résultats des consultations lors de la prise de décision , ainsi que la communication d'informations sur la décision »	Article 1 de la Directive définissant « l'évaluation des incidences notables des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagement sur l'environnement » Il s'agit d'« un processus constitué de : i) l'élaboration par le maître d'ouvrage d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement ; ii) la réalisation de consultations (AE, Etats étrangers, public) ; iii) l'examen par l'autorité compétente du rapport et des éventuelles informations complémentaires fournies (par le maître d'ouvrage ou lors de consultations) ; iv) la conclusion motivée de l'autorité compétente sur les incidences notables du projet sur l'environnement v) l'intégration de cette conclusion motivée dans la décision d'autorisation »
Transposition en droit français	Art. L.122-4 et suivants et art. R.122-17 du code de l'environnement (décret 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programme) Art. L.104-1 et suivants et art. R.104-1 et suivants du code de l'urbanisme (décret 2012-995 du 23 août 2012)	Art. L.122-1 et suivants et R.122-1 et suivants du code de l'environnement (décret 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programme)
Exemples	Chartes de PNR, SRCAE, PGRI, SDRIF, SRIT,...	ZAC, routes, ponts, remontées mécaniques, golfs,...

¹¹ Document de formation inédit. Formation évaluation environnementale de projet- IFORE, Paris-La Défense, février 2017.



1.3. Enjeux environnementaux : une question subjective ?

Toute évaluation environnementale nécessite que l'on identifie les enjeux environnementaux en présence. D'après les travaux de N. Gondran (2015), un enjeu environnemental désigne une préoccupation majeure susceptible de faire pencher la décision en faveur ou en défaveur d'un projet. Cette préoccupation peut être écologique, patrimoniale, sociologique, de qualité de vie ou de santé. Les enjeux environnementaux peuvent ainsi être classés en quatre catégories :

- le changement climatique,
- les effets sur la biodiversité,
- les effets sur la santé humaine et
- l'utilisation excessive des ressources naturelles (N. Gondran, 2015).

P. André et al (2010) bien qu'épousant la même définition d'un enjeu environnemental, s'inspirant de Holling (1978) et Duiker (1983), proposent les six groupes suivants comme les enjeux environnementaux les plus courants :

- La santé et la sécurité publique ;
- Le développement économique ;
- La qualité de vie ;
- L'exploitation, la protection ou la conservation de ressources et de territoires exceptionnels, protégés, exploités ou exploitables ;
- Les modes de vie traditionnels et
- Les déplacements de population (P. André et al., 2010).

Mais comment identifier objectivement et affecter un ordre de priorité aux différents enjeux que pourrait soulever une politique, un plan ou un projet ?

Pour N. Gondran (2015), c'est là que se positionne l'évaluation environnementale, et l'absence de subjectivité n'est pas garantie. Selon elle, l'évaluation environnementale, stratégique notamment, permet d'assurer la participation du public. Or, dans le cadre de cette participation, il est difficile de faire représenter tous les intérêts, et c'est là un défi pour l'évaluation environnementale :

« Certains enjeux environnementaux, directement liés à la qualité de vie des milieux habités ou utilisés par les acteurs forts, peuvent être portés dans les débats par certains acteurs. Mais la tâche de représentation devient encore plus ardue lorsque les enjeux sont planétaires.

Il est en effet, dans ce cas, difficile d'identifier des acteurs sur le territoire qui se sentent personnellement impliqués pour passer du temps dans des négociations pour défendre des enjeux qui ne les touchent pas personnellement » (N. Gondran, 2015 : 68).

Dans le secteur du transport, S. Le Féon (2014) dresse les principaux enjeux environnementaux et les classe en trois groupes. Il s'agit de l'émission des gaz à effet de serre, de l'émission des polluants règlementés des transports et des « autres enjeux ». Au nombre de ces enjeux, figurent la réalisation des infrastructures de transport, la consommation de ressources rares telles que celles entrant dans la fabrication des batteries de véhicules électriques, et les déchets non biodégradables.

Les principaux gaz à effet de serre concernés sont le CO₂, le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les Perfluorocarbures (PFC), les hydrofluorocarbures (HFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Les gaz à effet de serre sont caractérisés par leur pouvoir de réchauffement global (PRG), calculés à un horizon de temps donné, en fonction de leur durée de vie. Le CO₂ ayant une durée de vie d'environ 100 ans dans l'atmosphère, il est retenu par convention comme référence, et son PRG vaut 1. Il est ainsi plus aisé d'exprimer les autres gaz à effet de serre en équivalent CO₂ (CO_{2e}). Quant aux polluants règlementés des transports, ils sont ciblés parce que le secteur des transports a été identifié comme l'une de leur principale source, et proviennent essentiellement de la combustion de carburant dans les véhicules à combustion interne. Il s'agit notamment de quatre groupes de polluants que sont les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), les particules en suspension (PM) et les composés organiques volatiles (COV) (S. Le Féon, 2014). Les polluants règlementés du transport sont ceux pour lesquels les normes européennes antipollutions prescrivent des limitations. Entre autres, les travaux de G. Deletraz (2002) et de M. Geyer (2012), mais aussi de R. Joumard (2003) permettent de documenter l'historique de cette normalisation de la pollution automobile. La réglementation des émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures imbrûlés des voitures particulières à essence neuves mises sur le marché a commencé dès 1970, mais c'est en 1976 qu'a été introduite une limitation des émissions d'oxydes d'azote. Cette limitation sera étendue en 1983 aux véhicules diesel, avant que la directive 88 / 76 / CEE, ancêtre immédiat des normes Euro, applicable à partir de 1990, n'impose progressivement l'introduction d'un pot catalytique sur les voitures à essence et ne réglemente la valeur limite pour les particules, applicable aux voitures diesel. La réglementation des poids lourds est effective depuis 1990, celle des véhicules utilitaires légers depuis 1994 et celle des deux-roues motorisés depuis 2000. (G. Deletraz, 2002 ; Geyer, 2012 ; R. Joumard, 2003). Les normes « Euro » successives, sous forme de directives consolidées, sont intervenues à partir de juin 1991, applicables pour les premières

(Euro I) à partir de 1993, pour l'ensemble des véhicules neufs, à l'exception des véhicules diesel à injection directe pour lesquels l'application est reportée à 1995. Ces normes Euro prennent en compte désormais les émissions de CO, d'HC, de NOx et de PM.

2. Logistique urbaine et environnement : y a-t-il un parti pris pour la qualité de vie ?

Les politiques de densification urbaine et de promotion d'une mobilité urbaine « durable » sont associées à la qualité de vie en ville. Plusieurs travaux scientifiques les associent aussi à un ensemble de politiques urbaines de promotion de la ville lente, propre et verte pour rejeter le *vulgum pecus* en dehors (Y. Chalas et G. Dubois-Taine, 1997 ; M. Jenks et al., 1996 ; H. Reigner, 2013-a et 2013-b ; F. Scherrer, 2013.). Avant de nous poser la question du parti pris sous l'angle de l'émission des polluants, attardons-nous un peu sur cette critique qui dénonce une gentrification sous forme de néohygiénisme en milieu urbain.

2.1. Environnement urbain ou néohygiénisme: la qualité de vie en ville serait-elle une instrumentalisation de l'environnement pour gentrifier la ville ?

Selon certains auteurs, l'émergence de la notion de « *qualité de vie* » en ville est très liée à l'hygiénisme comme le montrent entre autres les travaux de F. Choay (1965). Les réflexions hygiénistes en étaient déjà pour beaucoup dans l'aménagement de Paris conduit sous le Préfet Haussmann au 19^{ème} siècle, mais aussi dans la rénovation de plusieurs villes où étaient décriées l'insalubrité de l'habitat ouvrier et l'absence d'espace vert dans les centres-villes denses et dégradés. Le combat contre la pollution atmosphérique et les nuisances sonores a ensuite succédé à la lutte remportée contre les épidémies. En France par exemple, l'augmentation du pouvoir d'achat dans la période d'après-guerre dite des « Trente glorieuses » renforce les exigences individuelles et collectives en termes de qualité de vie auxquelles on associe désormais les enjeux liés à la protection de l'environnement urbain. Les préoccupations environnementales dans les politiques urbaines s'imposent ainsi progressivement parce que la société prend conscience des nuisances et du tort causé aux éléments naturels. Le terme de nuisances décrit désormais cet ensemble ressenti comme une agression (Barbarino, 2005).

Les préoccupations environnementales se sont ainsi imposées en termes de qualité de vie, avant même que le choc pétrolier du milieu des années soixante-dix ne vienne les amplifier et faire prendre conscience de leurs conséquences qui dépassent le ressenti à l'échelle urbaine.

Aujourd'hui encore, la pensée urbaine et les politiques urbaines sont toujours empreintes d'exigences formulées sous le vocable de qualité de vie en ville. L'ensemble des théories qui font l'apologie de la ville dense et compacte, la reliant à son corollaire de mobilités douces et durables trouvent un excellent porte-étendard dans le « *New Urbanism* » qui s'est développé dans les années quatre-vingt-dix, et que nous évoquons un peu plus loin. Mais ces théories datent de plus longtemps. Elles remontent par exemple aux travaux de C. Buchanan (1964). Il proposait déjà d'imposer des contraintes à la fonction urbaine de circulation, afin de limiter les dommages qu'elle pourrait créer aux autres fonctions urbaines. Les politiques de modération du trafic automobile étaient déjà très répandues en Europe dès les années soixante-dix. Leurs effets bénéfiques se sont exprimés par exemple par la réduction du taux d'accident de la circulation. Une méta-analyse de ces effets a montré que ces accidents ont été réduits de 15% (R. Elvik, 2001). Ces expérimentations ont été les précurseurs des zones de limitation de vitesse telles que la piétonisation, les « zones de rencontre » limitées à 20km/heure et les « zones 30 » limitées à 30 km/heure. Elles expriment aussi une priorité donnée à la vie locale au détriment de la circulation (Hounwanou, 2015), et favorisent le partage de la voirie avec les modes doux (H. Reigner, 2013-c). Nous discuterons accessoirement (cette question n'étant pas centrale dans notre réflexion), avec le cas d'étude, si finalement elles présentent un intérêt environnemental aussi évident, en considérant l'émissions de polluants atmosphériques par exemple. La lutte contre l'étalement urbain, consacrée par le législateur français par les lois SRU en 2000 et Grenelle en 2009 (Légifrance, 2017) puis Grenelle 2 en 2010 (Legifrance, 2019) s'inscrit dans ce courant de pensées. Elle est basée sur quatre arguments principaux notamment explicités entre autres dans les travaux d'H. Reigner (2013-d). D'abord, l'étalement urbain augmente les coûts de déploiement des différentes infrastructures de réseau (route, télécom, électricité et eau potable) et notamment des transports en commun. Ensuite, l'étalement urbain provoque davantage d'artificialisation des sols au détriment de la nature, en concurrence avec l'agriculture. En troisième position vient le mitage provoqué par l'érection éparse de résidences pavillonnaires qui ne rendent pas service à l'esthétique urbanistique du territoire. Le quatrième argument, d'ordre environnemental, soutient que l'étalement urbain génère beaucoup plus de consommation d'énergie et de pollution atmosphérique que la ville dense. Ces arguments, défendus par des travaux scientifiques à l'image de P. Newmann et J. Kenworthy, (2009), connaissent aussi des pourfendeurs. J.P. Orfeuil et D. Soleyret (2002) proposent ainsi par exemple l'« effet barbecue » pour soutenir que les déplacements motorisés de loisir du week-end des habitants des centres urbains denses compensent largement la consommation d'énergie des mouvements pendulaires domicile-travail des habitants de la périphérie.

Derrière cette promotion de la ville verte et propre, certaines réflexions voient des non-dits néo-hygiénistes qui gouvernent la ville moderne. Une controverse scientifique oppose à ce sujet les théoriciens de la ville dense et des courtes distances, caractérisée par la mobilité douce et remontée contre la place de l'automobile et la périurbanisation d'une part, et les tenants d'une réflexion critique contre cette manière d'appréhender la durabilité urbaine. Pour le géographe F. Scherrer, « *il est indéniable que bien des mesures, si évidentes ou urgentes qu'elles paraissent pour promouvoir l'usage des modes doux, le partage de la voirie, la sécurisation de l'espace public, ou stigmatisant à l'inverse l'autosolisme et le cauchemar périurbain, ont une face cachée : le caractère socialement et spatialement sélectif* » (F. Scherrer, 2013 :10). Pour Hélène Reigner, politiste française, « *un ensemble de travaux récents soutiennent que l'objectif de qualité urbaine et sa déclinaison dans le développement urbain durable, sont utilisés par les acteurs des politiques urbaines comme un moyen de renforcer l'attractivité territoriale par l'image et la promotion d'une certaine qualité de vie* » (H. Reigner, 2013 a :13/43). Ces réflexions rejoignent en partie les travaux de L. Bouzouina (2008) pour qui le desserrement de l'habitat urbain n'est pas forcément un choix des habitants de se retirer dans un entre-soi communautaire.

L'idée critiquée par ces argumentations se retrouve dans certaines mesures adoptées comme solution de logistique urbaine. Michel Savy (2014) décrit le *Business Improvement District* importé dans les villes anglaises depuis les Etats-Unis d'Amérique. Cette pratique consiste à délimiter une zone dans la ville où les entreprises peuvent payer davantage d'impôts locaux pour bénéficier des contreparties telles qu'un meilleur nettoyage de la ville, et un transport de marchandises plus propre (M. Savy, 2014). Ce type de politique qui a l'apparence d'une simple réglementation semble tirer son origine d'un courant d'urbanisme qui s'est développé aux Etats-Unis dans les années 1980, le *New Urbanism* (A. Béziat, 2017 ; P. Calthorpe, 1993).

Le *Congress ouf New Urbanism* (2001) et la charte de vingt-sept principes qui en a découlé sont les actes fondateurs du *New Urbanism*. Ils proposent comme projet pour ce dernier d'être un courant d'urbanisme qui vise l'intégration comme nouveau fondement dans les politiques publiques et les pratiques d'aménagement, de la mixité sociale et fonctionnelle, d'un partage multimodal de la voirie incluant modes actifs, transports en commun et automobile, de l'accessibilité, de la sécurité, et de la mise en valeur de l'histoire, l'écologie, le climat et les méthodes de construction locaux (The *Congress of New Urbanism*, 2001 traduit en Français par J.-M. Moulène). En tant que tel, le *New Urbanism* rejoint en partie le scénario « Ville Rhéna »

(par opposition aux scénarios « Ville saint-simonienne » et « Ville californienne ») proposé par A.Bieber, J.-P. Orfeuill et M.-H. Massot (1993) dans leurs projections sur les futurs possibles de la mobilité urbaine en France. Ce scénario Ville rhénan ayant aussi inspiré par exemple les théories sur la ville cyclable.

C. Ghorra-Gobin (2006) en présentant une synthèse des enjeux et perspectives du *New Urbanism*, n'occulte pas les critiques auxquelles cette théorie fait face, qui lui reprochent de se limiter à un aspect purement esthétique de la ville et d'être influencée par un déterminisme spatial. Le *New Urbanism* serait donc d'après ces critiques, une stratégie marketing destinée à séduire les classes aisées avec un discours écologiste. Cependant, s'il ne règle pas la question de la dépendance automobile, le *New Urbanism* pourrait toutefois être le gage d'un développement urbain durable, à condition de s'associer à la métropolisation. La métropolisation étant à définir ici comme étant à la fois un processus d'étalement urbain, et de restructuration du marché de travail englobant les banlieues et le périurbain (C. Ghorra-Gobin, 2006). Cette question touche directement notre cas d'étude. Elle relance le débat sur l'opposition centre-périphérie, notamment en contexte de métropolisation et de compétition urbaine entre villes voisines, comme c'est le cas à Saint-Etienne notre terrain d'étude d'une part, et d'autre part entre Saint-Etienne et les villes qui l'entourent en termes d'offre commerciale. Mais elle questionne aussi ces politiques menées dans cette ville dont l'hypercentre reste a contrario habité par une population économiquement fragile.

Dans une réflexion sur l'impact environnemental de la logistique urbaine, prendre en compte la gentrification et la ségrégation spatiale potentiellement générées par cet ensemble de politiques urbaines permet de penser à la distribution urbaine en périurbain, et donc par exemple, à ne plus imaginer le centre-ville historique comme seule localisation acceptable du point de vente. Alors, on peut se demander par exemple comment varient les flux si la localisation des commerces change.

Revenons alors concrètement à cet éventuel parti pris en restant concentré sur la question de l'incidence des émissions dues au transport de marchandises.

2.2. L'incidence des émissions : faut-il opposer gaz à effet de serre et polluants atmosphériques ?

Pour C. Ripert (2000), la réduction de la consommation d'énergie et de l'émission des gaz à effet de serre ne va pas toujours de pair avec celle des polluants atmosphériques.

« Le travail effectué sur les émissions de polluants visant à réduire l'impact local négatif de la circulation des véhicules industriels, notamment en application des normes européennes, a pour effet secondaire d'augmenter la consommation de ces mêmes véhicules de façon non négligeable. Même si cette dernière, +2litres en moyenne, entre le passage de la norme EURO 1 à la norme EURO 2, a pu être compensée grâce à des avancées technologiques proposées par les constructeurs, cette situation demeure problématique dans la mesure où, d'une part, on n'a pas pu bénéficier des gains de consommation liés aux avancées technologiques, pour réduire les émissions de CO₂, et d'autre part, cela va se traduire par une augmentation de consommation et donc de gaz à effet de serre lors du passage entre les normes EURO2 et EURO 3 » (C. Ripert, 2000 : 39-40).

R. Joumard (2003) montre que, si les normes Euro permettent une nette amélioration pour les polluants règlementés des transports, la situation reste préoccupante pour les gaz à effet de serre, notamment le CO₂. Or, affirme-t-il en se basant sur les travaux du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), l'évolution des émissions du trafic routier révèle que les émissions de CO₂ constituent le principal défi des transports en termes de pollution de l'air.

Cependant, la partie urbaine du transport de marchandises étant généralement plus courte en distance (C. Ripert, 2000 ; M. Savy, 2006), il reste difficile à montrer que les émissions de CO₂ qu'elle génère constituent un enjeu environnemental aussi important que ses émissions de HC, de NO_x, des PM et de CO qui posent eux un véritable enjeu de santé publique en raison de l'exposition directe d'une population urbaine dense. Sans arrière-pensée de déterminisme spatial, on peut donc penser dans ce contexte que la préservation de l'environnement urbain constitue logiquement une priorité par rapport à la lutte contre les gaz à effet de serre émis.

Le milieu urbain, en raison de la densité de population est donc plus sensible aux effets des polluants atmosphériques. Alors, pourquoi ne pas utiliser différents types de véhicules de livraison selon qu'on est en zone urbaine dense ou en milieu rural ? C'est une solution de logistique urbaine, qui s'appuie sur les infrastructures de rupture de charges installées en entrée de ville.

3. Le desserrement logistique : une fausse bonne idée ?

Le desserrement logistique pose la question du déterminisme des localisations dans la maîtrise des flux de distribution urbaine. Il permet de maintenir en dehors des centres-villes

certains types de véhicules jugés sources de nuisances diverses. Cela en fait peut-être une solution pour améliorer la qualité de vie en ville. Mais le desserrement logistique modifié par le fait même la qualité des flux de marchandises, pour que soient transportées les mêmes quantités de marchandises avec des véhicules de tailles réduites. Il apparaît dans la littérature comme une source d'aggravation du bilan énergétique et environnemental de la logistique urbaine.

3.1. Le desserrement logistique: de quoi s'agit-il ?

Faisant l'historique des relations entre le transport de marchandises et la ville, J.G. Dufour (2000) rapporte qu'en France, une tentative d'éviction du transport de marchandises de la ville a bien existé au cours des années soixante-dix avec un succès relatif. La problématique alors consistait à comprendre comment rendre le TMV moins pénalisant pour le déplacement des voitures particulières. Ces réflexions n'auraient pas été poursuivies longtemps parce que ne promettaient pas de grands résultats. Elles ont cependant débouché, dans plusieurs grandes villes à la limitation du tonnage de véhicules de fret autorisés à circuler en zones denses. Il s'en est suivi comme conséquence, la délocalisation en périphérie de plusieurs installations logistiques, les plateformes de groupage-dégroupage notamment (J.G. Dufour, 2000). J. Gonzalez-Feliu (2017) ajoute que des initiatives homologues ont aussi existé en Europe dans la même période, par exemple en Allemagne avec la même problématique.

Aujourd'hui, la ville est à l'heure de la transition postfordiste. Les anciens foyers industriels qu'étaient les villes se transforment en économies tertiaires. Cette mutation de l'économie urbaine que l'on caractérise désormais par la notion de capitalisme cognitif, est le lieu de la promotion de la ville dense et compacte, propre, verte et sûre comme évoqué plus haut, et les préoccupations liées à la qualité de vie en ville s'amplifient. Un des corollaires en est le renchérissement de la rente foncière notamment en centre-ville. Ce renchérissement n'épargne pas l'immobilier commercial. Les commerces restent alors dans les centres-villes, étant l'un des socles de cette mutation de l'économie urbaine (R. P. Desse, 2001). L'espace dont disposent ces commerces est alors de plus en plus réduit. Les espaces logistiques sont désormais rejetés presque systématiquement dans les zones périurbaines, à la fois pour juguler les nuisances déjà évoquées causées par les gros porteurs qui approvisionnent ces plateformes logistiques, et pour bénéficier d'un foncier plus disponible et à coût plus accessible (D. Guerrero et L. Proulhac, 2016). C'est le desserrement logistique qui se met ainsi en place, rapprochant du même coup ces lieux logistiques des grands axes routiers, mais se déployant dans des contextes locaux,

avec des rythmes et des temporalités différentes, et de manière généralisée dans la plupart des villes d'Europe. C'est notamment le cas en France, comme le montrent les travaux de D. Andriankaja (2014), de L. Dablanc et D. Andriankaja (2011), de D. Diziain et al. (2012) et de D. Guerrero et L. Proulhac (2016). L'INSEE confirme en 2017 cette tendance en affirmant que pour le cas de la Région Auvergne-Rhône-Alpes par exemple, la filière logistique se concentre en périphérie des villes (INSEE, 2017).

D. Andriankaja (2014) explique le desserrement des plateformes logistiques par deux raisons essentielles : l'accessibilité pour le transporteur et la rentabilité de la localisation. La localisation en périphérie permet de se rapprocher des grands axes routiers et d'être ainsi plus accessibles aux transporteurs. Quant à la rentabilité économique, elle est à la fois fonction du coût du transport qui est d'autant plus réduit qu'on minimise la partie urbaine du trajet, et du prix du foncier plus abordable loin du centre-ville. N. Raimbault (2015-b) qui s'est aussi intéressé à la région francilienne pense cependant que c'est davantage les enjeux fonciers que l'accessibilité qui priment, et qui expliquent, dans le cas de cette région, la concentration de ces plateformes logistiques dans un croissant au sud-est en périphérie de Paris.

En résumé, le desserrement logistique présente un ensemble d'avantages pour la ville et les acteurs de la distribution urbaine. Il permet notamment de réduire la circulation en zone urbaine des véhicules gros-porteurs qui sont source de nuisances telles que les accidents, le bruit, la congestion, et l'émission de polluants. La qualité de vie en ville pourrait s'en trouver ainsi préservée. Il permet du même coup de réduire la partie urbaine plus lente et plus coûteuse pour les transporteurs qui acheminent les marchandises jusqu'à ces plateformes, et permet aussi de réduire le coût du foncier pour les promoteurs de ces espaces logistiques. Mais ces espaces logistiques de périphérie ne constituent que des points de rupture de charge et non le point d'arrivée, la marchandise étant destinée à la distribution urbaine et devant atteindre le consommateur final ou tout au moins le commerce urbain. Mais le bilan environnemental de l'acheminement des marchandises sur la partie urbaine de son trajet en direction du consommateur final n'est pas forcément le meilleur. D. Boudouin et C. Morel (2015) résument la problématique du desserrement logistique en ces termes :

« Les points d'articulation des flux urbains comme les zones de stockage des produits nécessitant de fortes rotations vers ou depuis les villes ont, dans la très grande majorité des cas, quitté les zones denses. Ce mouvement qui a débuté dans les années 1970 s'explique par de multiples raisons : urbanistiques (impossibilité réglementaire de s'installer), politiques (rejet d'outils jugés créateurs de nuisances), économiques (coût du foncier prohibitif). Pourtant, un positionnement éloigné du barycentre urbain induit un allongement des distances

parcourues impliquant une participation accrue à la saturation du réseau viaire, une perte d'efficacité globale entraînant un accroissement des coûts de desserte, une augmentation des GES et autres émissions de polluants engendrant une dégradation de l'environnement » (D. Boudouin et C. Morel, 2015).

3.2. Le desserrement logistique comme source de dégradation du bilan environnemental des flux de logistique urbaine.

Le desserrement logistique signifie concrètement que les entrepôts logistiques sont repoussés en périphérie des villes, loin des magasins de centre-ville. Or, la hausse des prix dans l'immobilier commercial dans les centre-villes entraîne la réduction drastique des stocks de marchandises au niveau du point de vente. Il devient donc indispensable d'opérer les livraisons de marchandises en flux tirés dans les meilleurs des cas, et en flux tendus le plus souvent.

En contexte traditionnel de flux poussés, les stocks sont constitués sur la base des prévisions de la demande. A l'opposé, lorsque les flux sont tirés, les provisions sont faites sur la base des commandes réelles, avec l'avantage de minimiser les coûts, notamment immobiliers, de stockage. La situation extrême des flux tendus suppose quant à elle que les livraisons pour approvisionner le commerce sont faites au fur et à mesure que se font les achats. Le commerce de produits alimentaires avec les possibles frais dus à la péremption rapide constitue un exemple classique de commerce couramment livrés en flux tendus.

Une des conséquences d'une généralisation des livraisons en flux tendus des points de vente est l'accroissement des flux de livraison. La massification du transport que permet la possibilité de stockage n'existe plus : le poids moyen par envoi se réduit et le nombre d'envois se démultiplie. Certes, les gros porteurs ne sont plus nécessaires parce que les quantités de marchandises à livrer sont réduites, mais cet accroissement de flux suppose un accroissement de consommation d'énergie et partant d'émissions.

D. Andriankaja (2014) a documenté, pour le cas de la région Ile de France, les manifestations du desserrement logistique dans le secteur de la messagerie entre 1974 et 2010. Elle a étudié la variation de l'impact environnemental des flux de livraison d'avant à après le desserrement logistique. En étudiant le cas de plusieurs entreprises de messagerie, elle calcule la variation du bilan carbone en estimant la part attribuable au desserrement logistique. Ces travaux démontrent que le desserrement logistique dégrade le bilan carbone de la livraison de la marchandise dans le secteur de la messagerie. Cette dégradation du bilan environnemental est provoquée notamment par la réduction du poids moyen des livraisons. Pour une tonne de marchandise

livrée, le nombre de tournées est accru. Les véhicules utilitaires légers de PTAC inférieur à 3,5 tonnes prennent la place des gros porteurs, mais ne présentent pas un bilan énergétique et environnemental plus intéressant. Mais alors, que faire ?

Un ensemble de réflexions et d'expérimentation proposent ce qu'il est convenu d'appeler des solutions de logistique urbaine pour faire face à cette dégradation du bilan environnemental sans pour autant retourner à la situation de départ. Ainsi, la maîtrise de l'impact environnemental de la livraison devient un enjeu capital pour la logistique urbaine.

4. Maitriser l'impact environnemental des flux : un enjeu impératif au cœur de la logistique urbaine

Dans un contexte de desserrement logistique, la logistique urbaine peut être considérée comme un champ de réflexions et d'expérimentations en vue d'assurer la partie urbaine du transport de marchandises avec un impact environnemental minimal et un coût financier maîtrisés. L'enjeu essentiel est ici véritablement d'assurer « le dernier kilomètre » de la marchandise sans aggraver le bilan environnemental. Les expérimentations les plus couramment adoptées peuvent être réparties pour la plupart en cinq groupes : la mutualisation, l'optimisation des tournées et la réglementation, les alternatives à la livraison par voie routière et le recours au commerce électronique.

4.1. Des réflexions et expérimentations autour de la mutualisation, de la réglementation, de l'optimisation des tournées et des alternatives aux énergies fossiles et au routier

4.1.1. La mutualisation

La mutualisation logistique urbaine est en soi une famille de solution de logistique urbaine dont il existe différentes conceptions. Elle peut prendre la forme d'une mise en commun de moyens logistiques entre entreprises pour une rationalisation des flux, c'est-à-dire l'amélioration du processus de livraison jusqu'au consommateur final (J. Gonzalez-Feliu et J. Morana, 2010). Mais la mutualisation peut aussi désigner un processus relationnel visant la collaboration, en vue de la concentration des flux à destination de la ville dans des points de consolidation-distribution communs, ou la fusion partielle de plusieurs chaînes logistiques, dans un objectif économique ou environnemental, sans prétendre aller jusqu'au consommateur final. (O. Paché (2010), S. Pan et al. (2010), M. P. Senkel et al, 2012 ; R. Van Duin et J. Munuzuri, 2015). Les

entreprises sont plus souvent réticentes à cette mutualisation de flux que pour la mutualisation d'espaces. Nous en verrons l'exemple avec le CDU de Saint-Etienne.

4.1.1.1. *Mutualisation d'espaces logistiques*

Les Espaces Logistiques Urbaines (ELU) constituent des solutions conçues dans cette approche. Ce sont des systèmes de mutualisation basés sur des infrastructures (qui sont les espaces logistiques) fonctionnant en nœud, permettant le transit et le groupage-dégroupage des marchandises dans le but d'optimiser l'utilisation de l'espace urbain, d'améliorer la relation entre la ville et sa périphérie et de réduire le flux véhicules entrant dans la ville (D. Boudouin, 2006 ; E. Bracchi et B. Durand., 2015 ; K. Evrard-Samuel et V. Cung, 2015). Selon leur localisation et la fonction qui leur est dédiée, on distingue parmi les ELU, les Zones logistiques urbaines (ZLU), Hôtels Logistiques Urbains (HLU), Centres de Distribution Urbaine (CDU), Point d'Accueil de Marchandises (PAM), Point d'Accueil de Véhicules (PAV) dont font partie les Espaces Logistiques de Proximité (ELP), et les Boîtes Logistiques Urbaines (BLU). On peut cependant distinguer aussi les ELU spécialistes de ceux qui sont généralistes. Ainsi, ZLU, CDU et HLU sont des ELU généralistes, et les PAV, les PAM, les ELP et les BLU sont des espaces logistiques spécialisés (D. Boudouin, 2006 ; D. Boudouin et C. Morel, 2015).

a- **Un exemple de mutualisation de flux et d'espace : les Centres de Distribution Urbaine (CDU) et micro-CDU**

Les CDU quant à eux sont des équipements qui requièrent généralement moins d'espace que les ZLU, mais qui sont généralement localisées en périphérie. Ils fonctionnent sur la base de la mutualisation des tournées de livraison et de l'espace logistique et visent à rationaliser le transport de petites marchandises en diminuant la circulation de gros véhicules venant livrer les commerçants du centre-ville et permettant la mutualisation de l'achat de véhicules à faibles émissions pour la circulation des marchandises en ville. Les CDU peuvent être d'initiatives publique, privée ou mixte, mais plusieurs auteurs s'accordent pour en distinguer trois grands types :

- *Les CDU privés ou semi-privés, qui ont une vocation essentiellement économique et qui s'intègrent dans la stratégie de développement de l'opérateur ou du chargeur,*
- *Les CDU mutualisés qui ont pour vocation la mise en commun de ressources entre utilisateurs potentiels pour canaliser et rationaliser les flux à destination de la ville. Leur fonction peut être assimilée à un service public de transport de marchandises,*
- *Les CDU spécifiques qui sont associés à des activités particulières et peuvent être temporaires (plateformes liées aux chantiers ou grands déménagements) ou permanents*

(aéroports, ports maritimes ou fluviaux). Cette dernière catégorie n'est pas exclusivement dédiée à la logistique urbaine contrairement aux deux autres. (K. Evrard-Samuel et V. Cung, 2015 :12).

En tant que solution de logistique urbaine, les CDU constituent une approche de mutualisation qui offre beaucoup de potentialité, et qui a été expérimentée sous plusieurs formes et dans plusieurs villes dans le monde. Mais l'expérience, notamment en France avec les CDU de La Rochelle et de Monaco ou encore de Saint-Etienne, et en Italie avec l'exemple souvent cité de Padoue montre que, pour que l'expérience soit viable, il faudrait que les modèles économique et environnemental du Centre de Distribution Urbaine soient intéressants, motivant respectivement chaque partie prenante à y trouver son intérêt et à jouer le jeu. Les travaux de L. Faure (2015) se sont intéressés à l'évaluation économique du CDU de Saint-Etienne-Métropole mis en place en 2013. Elle a montré que les performances économiques de ce CDU, dépendent en grande partie du nombre de colis livrés, du type de véhicule utilisé mais aussi de la facturation. Dans l'hypothèse d'une flotte de véhicules entièrement GNV, le seul scénario où la rentabilité économique du CDU est nette est celle où le colis est quasi systématiquement facturé au-dessus du prix du marché. Il se dessine donc la nécessité d'une importante subvention de la puissance publique pour que les acteurs économiques jouent le jeu du CDU. Mais encore faudrait-il qu'une telle subvention se justifie, par exemple par des gains environnementaux.

La performance environnementale de ce même dispositif a intéressé dans le même temps D. Andriankaja et al., (2015) qui ont procédé à l'évaluation environnementale par analyse de cycle-de-vie du CDU de Saint-Etienne en France. Leurs conclusions montrent que les bénéfices liés à la mise en place du CDU sont à relativiser. Les auteurs évoquent bien dans leur étude les objectifs de fluidification du trafic en ville qu'ils distinguent des objectifs de réduction d'impact environnementaux. Si le CDU peut donner satisfaction pour les premiers, la question des impacts environnementaux reste, du moins en grande partie. D'abord en effet, le recours aux véhicules électriques pour masquer l'impact de l'allongement des kilomètres parcourus peut être analysé comme étant un simple déplacement d'impacts environnementaux, mais ensuite, les gains en termes d'émission ne semblent pas très importants. En fait, l'étude constate « *un gain compris entre 16 et 22% pour les indicateurs les plus mis en avant par les différents acteurs interrogés. Ces réductions concernent les émissions de gaz à effet de serre (16%), les principaux polluants atmosphériques tels que NOx (22%) et les particules fines (17%)* » (D. Andriankaja et al. 2015 : 62). Mais ce léger avantage est accompagné de l'accroissement des

pressions sur les ressources métalliques et d'une plus importante consommation totale d'énergie.

A l'opposé, Browne et al., (2011) rendent compte de l'évaluation d'une expérience de CDU à Londres, qui est plutôt concluante. La mise en place du CDU a permis de réduire de 20% le total des flux de livraison en distance, et de 54% les émissions en CO₂éq. Ce résultat a été obtenu en remplaçant, sans surplus de coût pour les opérations, les véhicules utilitaires diesel par des véhicules utilitaires et des tricycles électriques qui livrent le centre-ville depuis le CDU. Cette expérience de mutualisation entre entreprises privées souhaitant au nom de leur responsabilité sociétale réduire l'impact de leurs livraisons sur l'environnement, a aussi permis de réduire le niveau de bruit et la pollution atmosphérique dues aux livraisons de marchandises (M. Browne et al., 2011).

Les autres solutions de mutualisation énumérées ci-dessous sont plus spécifiquement dédiées à la mutualisation d'espace.

b- Zones de Logistique Urbaine (ZLU)

D'après D. Boudouin (2006), D. Boudouin et C. Morel (2015) et D. Dufour et al., (2006), les ZLU sont des zones d'activités qui favorisent la proximité entre les différents acteurs de la logistique urbaine afin de limiter les mouvements de véhicules, en assurant deux fonctions essentielles. Elles sont censées être des points de rupture de charge dans la chaîne de transport et des lieux d'activités logistiques connexes telles que les reconditionnements ou le stockage de courte durée. Elles demandent généralement un espace assez large et l'intervention de la puissance publique. D. Boudouin et C. Morel (2015) classent les gares ferroviaires, les ports fluviaux et les Marchés d'intérêt National parmi les ZLU.

c- Hôtels Logistiques Urbains (HLU)

Les HLU sont une autre forme de ZLU, basée sur la mutualisation de l'espace, mais qui se situent toujours en centre-ville et dont les bâtiments sont multifonctionnels, entre autres pour assurer l'attractivité, gage de viabilité économique de l'équipement (D. Boudouin et C. Morel, 2015).

d- Espaces Logistiques de Proximité (ELP)

Les Espaces Logistiques de Proximité (ELP) sont des plateformes logistiques de taille réduite, plus proches du centre-ville que des CDU. Ils permettent le stockage temporaire de

marchandises et, étant plus proche du centre-ville, servent d'origine à la livraison de ces marchandises sur de courtes distances avec des modes moins énergivores et moins polluants. Mais l'équilibre financier n'est pas toujours évident pour ces équipements, ce qui limite leur viabilité économique et les fait souvent reposer sur des subventions publiques justifiées par les gains environnementaux et les gains de fluidité du trafic qu'ils génèrent (D. Boudouin, 2006 ; Evrard-Samuel et Cung, 2015).

e- Points d'Accueil Véhicules (PAV)

Les Points d'Accueil Véhicule (PAV) sont des points de chargement ou de déchargement aménagés en centre-ville pour réduire l'impact du stationnement des véhicules utilitaires qui livrent les commerces du centre-ville. Le court trajet entre le PAV et le commerce destinataire des colis, ou destinateur à l'inverse pouvant se faire à pieds ou via des tricycles (D. Boudouin et C. Morel, 2015).

f- Points d'Accueil Marchandises (PAM)

D'après K. Evrard-Samuel et V-D. Cung (2015) et L. Angot (2016), les points d'accueil marchandises (PAM) sont des petites aires de livraison à l'intérieur de commerces de centre-ville disposant d'espaces de stockage supplémentaires. Ils font office de points relais vers qui le consommateur final se déplace pour retirer le colis qui lui est destiné.

g- Boîtes de Logistique Urbaine



Figure 2-3 Une boîte logistique urbaine connectée - La Poste de Talence près de Bordeaux (Source : Photo de l'auteur, janvier 2019)

Les Boîtes de Logistique urbaine (BLU) sont des structures de petites tailles, offrant en même temps une interface entre le transporteur et le destinataire du colis sans nécessité de présence humaine, et une possibilité de stockage temporaire favorisant l'optimisation des tournées de livraison. Les consignes, les points de retraits, les conciergerie d'immeuble ou d'entreprises comptent aussi parmi les boîtes logistiques urbaines. Les BLU peuvent être fixes ou mobiles,

et facilitent la gestion du temps pour tous les acteurs, aussi bien transporteurs que destinataires de colis. Plusieurs types d'innovations, souvent connectées peuvent être citées en exemple aujourd'hui : Cityssimo de La Poste, ou Packcity de Neopost (Augereau, et al, 2009 ; Boudouin, 2006 ; Boudouin et Morel, 2015 ; K. Evrard-Samuel et V-D Kung, 2015). La photo de la figure 2-4 montre une BLU connectée (Packcity) à La Poste de Talence dans la Métropole de Bordeaux.

Les PAM peuvent être associés aux PAV et à d'autres ELP selon les contextes, permettant ainsi de fournir un ensemble de prestations qui recomposent les flux, fluidifient le trafic et contribuent à réduire l'impact environnemental de la distribution urbaine (K. Evrard-Samuel et V.-D. Cung ; 2015). Ces auteurs proposent le tableau suivant pour comparer quelques-unes des ELU évoquées ici.

Tableau II-4 : Analyse comparée d'ELU (K. Evrard-Samuel et V.-D. Cung, 2015 : 13)

	Intérêt environnemental	Intérêt sociétal	Rentabilité économique	Facilité de mise en œuvre
Centre de Distribution Urbaine (CDU)	+	+	-	?
Espaces Logistiques de Proximité (ELP)	++	++	--	+
Points d'Accueil Marchandises (PAM)	+	++	+	?
Boîtes de Logistiques Urbaine (BLU)	+	++	?	?

4.1.1.2. *La proximité, un atout pour la mutualisation et la collaboration*

C. Blanquart et V. Carbone (2011) montrent que les pratiques collaboratives, efficaces dans le domaine de la supply chain, se révèlent souvent bénéfiques pour l'environnement. Elles montrent aussi que la proximité des acteurs de la *supply chain*, génératrice de collaboration, peut revêtir différentes formes, et qu'elle peut aussi générer un impact environnemental positif. En effet, au-delà de son aspect géographique, la proximité peut être notamment institutionnelle,

et se traduire par exemple par le partage d'une même culture d'entreprise. La proximité institutionnelle peut favoriser la collaboration et la diffusion des pratiques vertueuses sur le plan de l'environnement. La proximité peut être aussi organisationnelle ou organisée. La proximité organisationnelle concerne par exemple des structures qui, bien que géographiquement éloignées (ou pas), s'organisent ensemble, par exemple en s'aidant d'un prestataire de service, pour optimiser les flux. Une telle proximité qui génère de la collaboration peut être ainsi générateur d'impact environnemental positif.

La clustérisation territoriale par la proximité au sein de la logistique urbaine en vue du portage d'achats en centre-ville, proposée par C. Capo et O. Chanut (2015) constitue une autre approche mettant en relation mutualisation et proximité. La mutualisation entre acteurs d'un même territoire, commerçants et consommateurs notamment, se base ici sur la proximité qui peut être géographique ou organisée, d'après notamment les travaux de A. Torre et A. Rallet (2005) cités par les auteurs. La proximité organisée peut faire référence par exemple à l'affinité entre des clients et un magasin, du fait de l'organisation de leur mobilité respective ou de leurs pérégrinations journalières comme nous l'évoquerons plus loin. Le service de mutualisation proposé et testé dans les villes d'Aix-en Provence et de Marseille consiste à massifier et porter les achats dans les commerces d'une zone du centre-ville aux domiciles des clients qui peuvent habiter une autre zone. Les clients ne sont certes pas dispensés de se déplacer vers les commerces, mais sont soulagés de la charge des achats effectués, et peuvent éventuellement continuer d'autres activités sans se soucier du portage de leur colis. D'après l'enquête menée par les auteurs, ces acteurs assimilent cette offre à un service social d'aide aux personnes dépendantes, mais la plupart y trouvent plusieurs avantages dont entre autres:

- Protection du petit commerce de centre-ville voire du territoire,
- Réduction des émissions de polluants
- Création d'emplois locaux
- Valorisation du client ordinaire qui bénéficie ainsi d'un type de services réservé aux plus aisés (C. Capo et O. Chanut, 2015)

4.1.2. Modélisation de la demande et optimisation des tournées

Nous avons évoqué la modélisation des flux inter-établissements en général plus haut. L'objectif de la modélisation est d'optimiser les flux dans un souci économique, mais la

réduction des coûts économiques par l'optimisation de la livraison offre des retombées positives systématiques pour l'environnement en permettant un gain en temps et en distance parcourue.

4.1.3. La réglementation

Les expérimentations dans le cadre de la réglementation sont très diverses. L. Dablanc (1998) en offre un aperçu. En France, l'arsenal juridique s'est beaucoup étoffé depuis la loi LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, 1996) jusqu'à la loi MAPAM (Modernisation de l'Action Publique territoriale et d'Affirmation des Métropoles, 2014) en passant par la loi SRU (Solidarité et renouvellement urbain, 2000) et les deux lois Grenelles¹² de l'environnement (2009 et 2010). La réglementation ainsi encadrée est souvent mise à contribution pour obtenir l'amélioration de la qualité de l'air et de la circulation des véhicules de livraison et pour réguler l'accessibilité aux centres-villes. Elle s'intéresse donc principalement à la qualité des véhicules et à leur capacité, aux types d'énergie qu'ils utilisent. Mais elle s'intéresse aussi aux heures de circulation des véhicules de livraison, au stationnement et à la mise en place de zones à émissions réduites. La solution des livraisons nocturnes traduite dans les réglementations locales, permet de se conformer à la réglementation et épargner à la ville les inconvénients liés à la congestion. Mais, mis à part l'exposition directe des populations aux émissions dans la journée, les avis divergent quant aux avantages environnementaux qu'elle procure. Nous avons cité plus haut les travaux de L. Dablanc et al., (2015) sur l'évaluation de ce type de politique règlementaire menée dans les grandes villes européennes. Ces travaux avaient été réalisés dans l'optique de simuler une mise en œuvre à Paris. En Allemagne aussi, M. Savy (2014) indique qu'à travers le Programme National Transport et Logistique, le Ministère qui s'en charge réfléchit à l'établissement de telles zones laissées à l'initiative des villes et sans harmonisation nationale.

4.1.4. Les alternatives aux énergies fossiles et au transport routier

Parmi les expérimentations les plus célèbres, on cite souvent les expériences de livraison par voies ferrées. La livraison par voie ferrée n'est pas nouvelle en soi ; les villes ayant un passé industriel s'en sont beaucoup servies. Mais le recours à la voie ferrée passe aujourd'hui principalement par le tramway. Le tramfret de Dresde en Allemagne, opéré par la société des transports publics de la ville, est souvent cité en exemple. On estime qu'un tramway remplace

¹² En référence à la rue Grenelle où siège le ministère du travail à Paris et où ont été signés les 25 et 26 mai 1968, des accords alors dits « Accords de Grenelle » qui serviront de base à plusieurs négociations ultérieures.

trois camions, et huit aller-retours sont assurés par jours, par rotation de deux heures. Une expérimentation grandeur nature permet de simuler la faisabilité technique en Ile de France d'une telle solution. Le projet « Grand Paris Express » qui vise l'extension du réseau de transport urbain par voies ferrées sera donc jalonné à tout le moins de plateformes logistique pour alimenter les nouvelles zones d'urbanisation densifiées que va potentiellement générer ce projet (M. Savy, 2014). V. Chiron-Augereau (2009) a montré, sur le cas de la RATP à Paris, que les opérateurs de transport en commun de personnes possédaient de nombreuses potentialités pour s'investir dans le transport de marchandises malgré quelques freins liés notamment au fort coût d'investissement et à la rentabilité potentiellement faible. (M. Savy, 2014).

Mais à côté de la voie ferrée, on peut citer la livraison maritime et par voie fluviale comme alternative au routier. Les exemples de Civitavecchia en périphérie de Rome et celui du Port de Venise que nous avons pu visiter respectivement au cours d'une mobilité et d'une école d'hiver dans le cadre de cette thèse d'une part, et d'autre part celui de la mer Egée en Grèce autour de laquelle l'Université de la mer Egée crée un cluster et un programme de recherche sur l'Ile de Chios (Savy, 2014) sont assez édifiants. Certaines villes qui en disposent mettent aussi à contribution leur port fluvial pour la livraison de marchandises et l'acheminement des déchets, mais l'organisation de la chaîne logistique est peu favorable à la livraison fluviale. Les travaux d'A. Frémont (2014 et 2015) dans le cadre du Programme FLUIDE¹³ entre autres offrent suffisamment de recul sur la question du transport fluvial et maritime.

Les alternatives aux énergies fossiles, sont notamment favorisées par la réglementation et les politiques en faveur du centre-ville. Les interdictions de circulation de véhicules gros-porteurs exemptent souvent les véhicules roulant à l'électrique ou au GNV, comme c'est le cas à Saint-Etienne depuis 2016. Mais l'alternative aux énergies fossiles passe aussi par les livraisons en tricycles sur de petites distances, faisant par exemple le relai entre les points d'accueil véhicules (PAV) et les magasins du centre-ville.

4.1.5. Le recours au commerce électronique

Plusieurs réflexions soulignent la montée en puissance du commerce électronique. Les travaux, entre autres, d'E. Morganti (2015) permettent de comprendre en profondeur les mutations

¹³ Projet Fleuve Urbain Intermodal et Durable (FLUIDE) porté par le laboratoire SPLOTT de l'IFFSTAR en France.

engendrées dans l'ensemble de la distribution urbaine par le commerce électronique. La montée en puissance du e-commerce peut être vue par certains acteurs territoriaux comme une menace sur la viabilité du tissu commercial local. Cette montée en puissance est cependant à relativiser comme nous essayons de le montrer en délimitant notre cadre méthodologique de recherche plus loin. Si le commerce électronique permet de réduire les flux de déplacement d'achat, les flux de livraison *B to C* générés augmentent en conséquence. L'un des questionnements que cela soulève, dont nous sommes conscients sans pouvoir y étendre nos travaux, concerne l'effectivité de la réduction de l'impact environnemental des flux.

4.2. La logistique urbaine durable comme approche

Pour J. Gonzalez-Feliu (2017), J. Morana (2013), et d'autres auteurs, c'est le concept logistique urbaine durable qui est la solution. Mais ce concept ne se cantonne pas à proposer des solutions seulement dans le contexte du desserrement logistique. Gonzalez-Feliu (2017) pense en effet que

« la logistique urbaine durable est l'ensemble des activités de logistique et de transport de marchandises dans une aire urbaine qui sont économiquement viables, contribuent à l'amélioration de l'environnement et de la qualité de vie ainsi que des aspects sociaux, ont des schémas logistiques bien identifiés, connus et compris, offrent des possibilités d'action pour le changement bien identifiées, des moyens de réduction de nuisances étudiées, proposent des possibilités d'anticipation, dans une vision dynamique et d'amélioration continue » J. Gonzalez-Feliu, 2017 :67).

Les solutions de logistique urbaine durable passent alors par six éléments incontournables que sont les infrastructures, les véhicules et matériels logistiques, l'organisation logistique et des transports, les technologies d'information et de communication, la communication, le financement et la réglementation.

Les enjeux autour des infrastructures concernent la qualité mais aussi l'optimisation de la gestion de deux types d'infrastructures : les ELU qui constituent des nœuds et points de ruptures de charges, et les infrastructures linéaires, notamment ferroviaires et routières, la voirie urbaine en particulier.

Au sujet des véhicules et matériels logistiques, l'innovation en matière d'outils d'assistance au chargement-déchargement et à l'entreposage, en matière de véhicules de transport électrique, mais aussi aux biocarburants, l'implication du tramway constituent autant d'expérimentations dont le succès et l'exploitation intelligente aideront à la maîtrise de l'impact environnemental de la livraison sur le dernier kilomètre. Mais ceci passe nécessairement par la mise en place

d'une organisation logistique rigoureuse et efficace, impliquant à la fois la gestion optimisée des flux physiques et la gestion optimale des flux d'information, grâce aux nouvelles technologies d'information et de communication et à la mise en place d'un excellent réseau de communication. La communication semble importante parce que, si les nouvelles solutions ne sont pas suffisamment vulgarisées auprès de tous les acteurs, l'ensemble du système ne pourra en profiter. La réglementation assurée par la puissance publique, qui peut être restrictive ou incitative, à l'exemple des « bonus-malus » dans le secteur automobile devra, elle aussi, évoluer sans cesse et s'adapter aux avancées dans le secteur (J. Gonzalez-Feliu, 2017).

4.3. Une réflexion de plus en plus amplifiée : prendre en compte l'urbanisme et les formes urbaines

De plus en plus de réflexions vont dans le sens d'une prise en compte du système urbain tout entier. Devant le constat et les externalités négatives liées au desserrement logistique, L. Dablanc et D. Andriankaja (2011), proposent un « urbanisme logistique » pour atténuer les effets de ce desserrement logistique qui se généralise. Cette solution implique la prise en compte dans l'aménagement urbain des espaces logistiques urbains qui ne seraient plus réservés au périurbain. Les avantages seraient économiques avec l'amélioration de la performance de la logistique urbaine. Ils seront aussi environnementaux avec la réduction des flux de véhicules utilitaires légers desservant le centre-ville et de leurs impacts environnementaux, et sociaux. Ainsi par exemple, les emplois du secteur de la logistique seront plus accessibles aux résidents des zones urbaines plus denses, ceux-ci pouvant désormais y aller en transports en commun (L. Dablanc et D. Andriankaja 2011). Mais un des nombreux enjeux à affronter dans cette entreprise concerne la professionnalisation du secteur de l'immobilier logistique. N. Raimbault (2015-b) parle de l'émergence d'une « industrie de l'immobilier logistique » et souligne que l'immobilier logistique échappe progressivement au contrôle du secteur public et tombe aux mains de groupes industriels (N. Raimbault 2015-b). Ceux-ci ne vont pas forcément aider à une insertion de leur filière dans les schémas d'aménagement global des territoires urbains concernés.

Dans cette réflexion sur la nécessité d'intégrer les lieux logistiques dans l'urbanisme, les travaux de N. Raimbault (2015-a) soulignent des signaux faibles qui pourraient intéresser une analyse à l'échelle territoriale (métropolitaine). La ville de Compans en Ile-de-France choisie comme exemple, accueille des plateformes logistiques à qui elle doit plus du tiers de ses recettes fiscales. Mais les habitants de cette commune décrite par son maire comme une commune riche

de pauvres n'ont-ils droit à la ville ? Réfléchir à l'urbanisme logistique, c'est peut-être aussi ouvrir un débat sur le problème de la justice spatiale qui peut être posé aussi en termes environnemental.

La question du lien entre les lieux logistiques et plus généralement les formes urbaines tout comme la réflexion sur la logistique urbaine a aussi préoccupé A. Béziat (2017). Il établit une osmose d'influence entre les formes urbaines aussi bien fonctionnelles que physiques et le système de transport en général. Mais, il aborde les flux de logistique urbaine dans ce que nous avons appelé plus haut « une approche transporteur ». Il défend alors l'idée selon laquelle le TMV subit plus qu'il n'influence les formes urbaines, évoquant notamment l'allongement des distances de livraison et l'accroissement de l'impact environnemental en contexte de desserrement logistique. Aussi A. Béziat (2017) reconnaît que la localisation du commerce par exemple peut influencer les caractéristiques opérationnelles de la livraison mais aussi l'impact environnemental. Il soutient cependant que la localisation du commerce n'influence pas directement la demande en marchandises, ce qui pourrait être cohérent avec l'ensemble des approches gravitaires de modélisation. Mais au sujet de la demande en marchandises, une modélisation de la demande prenant en compte les choix individuels de déplacement d'achat, qui par ailleurs obéissent de moins en moins aux logiques qui gouvernent la délimitation des zones de chalandises, n'offrirait-elle pas une vision complémentaire ? Cette question est centrale pour notre réflexion.

L. Dablanc, M. Savy, Veltz, Culot et Vincent (L. Dablanc et al., 2017) dans le rapport Terra Nova 2017 insistent sur le fait que, pour réduire l'impact environnemental des flux de transport de marchandises, « l'entrepôt doit retrouver sa place en ville » (L. Dablanc et al., 2017 : 97). Ils pensent que son insertion dans la programmation urbaine est possible et nécessaire, grâce à la mixité fonctionnelle, en intégrant par exemple « des fonctions de dépôt et enlèvement par les particuliers, de paquets et marchandises », et que la législation devrait permettre « la juxtaposition au sein d'un même bâtiment de surfaces logistiques et de surfaces d'activités, tertiaire et productive » (Dablanc et al., 2017 : 99). Mais à côté de ce débat qui commence par s'amplifier sur l' « urbanisme logistique », c'est peut-être l'ensemble des formes urbaines, et notamment les localisations aussi bien résidentielles que commerciales par exemple qu'il faudra prendre en compte dans la réflexion sur la logistique urbaine.

5. Management environnemental des entreprises et flux de logistique urbaine : l'autre enjeu incontournable.

En tant qu'acteurs économiques, les parties prenantes de la logistique urbaine et notamment les transporteurs et les commerçants sont soumis à des obligations environnementales. Au sujet des transporteurs, ces obligations peuvent être de l'ordre de la réglementation des pouvoirs publics locaux ou relever du cadre législatif et réglementaire national. D. Andriakaja (2014) documente par exemple l'obligation d'affichage CO₂ imposées aux transporteurs de marchandises.

Mais au-delà des obligations, le management environnemental et la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE), démarches volontaires a priori, s'imposent tacitement dans le monde des entreprises entre autres pour les nombreuses externalités positives qu'elles procurent. La prise en compte des préoccupations environnementales dans le management de l'entreprise intègre désormais les stratégies managériales, sous la forme par exemple de Contrôle de Gestion Environnemental (CGE), concept développé entre autres par les travaux de S. Marquet-Pondeville (2001) et N. Antheaume, (2012).

5.1. D'une démarche pro-active des pionniers à une stratégie gagnante

La crise pétrolière du milieu des années soixante-dix, a initié la maturation de la conscience de notre dépendance aux ressources naturelles. La prise de conscience du réchauffement climatique, de la dégradation de la couche d'ozone, de la perte de la biodiversité, de la déforestation massive et de la désertification s'est encore plus intensifiée avec la montée des préoccupations liées au développement durable avec notamment rapport Brundtland en 1987. En corollaire, la prise en compte de la gestion environnementale est devenue plus que jamais à l'ordre du jour des entreprises. 1987 a justement été déclarée année européenne de l'environnement. Les entreprises ont été alors invitées à concilier volontairement performances économique et environnementale, comme le montrent M. Aviam et al. (2004) dans un Rapport à la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. C'était le point de départ de la gestion écologique de l'entreprise. Cependant, cette prise en compte de l'environnement ne se justifiait dans les comptes des entreprises que par une prise de conscience écologiste et éventuellement une reconnaissance d'entreprise citoyenne. La normalisation s'est ensuite progressivement développée avec notamment l'*Eco-Management and Audit Scheme*, règlement européen d'éco-audit puis les normes ISO 14000 en 1996 et 26000 plus tard, et a installé le management environnemental dans les entreprises (M. Aviam et al., 2004).

La Responsabilité Sociétale de l'Entreprise (RSE), est d'abord apparue aux Etats-Unis d'Amérique, comme « Responsabilité Sociale de l'Entreprise » en partant de considérations éthiques et religieuses, notamment sur la base de deux grands principes que sont le *stewardship* et la *Charité*. Le *Stewardship* est la gestion responsable de la propriété sans atteinte aux droits des autres, et la *Charité* est vue ici comme l'obligation des plus fortunés de venir en aide aux moins nantis. Mais la RSE ne va véritablement se développer en Europe qu'à partir des années 2000 (H.-R. Bowen, 1953 ; S. Alcouffe et al., 2013). Aujourd'hui, elle associe à l'environnement la responsabilité sociale et économique de l'entreprise et introduit le développement durable dans les pratiques d'entreprise. Officiellement en France, la RSE est

« un concept dans lequel les entreprises intègrent les préoccupations sociales, environnementales, et économiques dans leurs activités et dans leurs interactions avec leurs parties prenantes sur une base volontaire » (Légifrance-c, 2018).

C. Gendron (2004) définit le management environnemental ou gestion environnementale comme l'intégration des paramètres écologiques définis par les puissances publiques dans les fonctions traditionnelles de gestion des organisations. Ces paramètres écologiques sont définis dans le cadre de politiques publiques de gestion de l'environnement. La gestion de l'environnement relève donc des pouvoirs publics même si les dirigeants d'entreprises peuvent se positionner en tant qu'acteur social dans ce débat, alors que le management environnemental relève plus des organisations (C. Gendron, 2004 : 60). Comme toute la performance sociétale, la performance environnementale au sein d'une organisation n'est désormais plus une vertu intrinsèque à développer de manière indépendante.

« Elle se situe au cœur de la stratégie et participe à une recherche d'efficacité et d'équilibre pour répondre aux besoins de confiance et de satisfaction des différentes parties prenantes » (P. Iribarne et S. Verdoux, 2012).

Dans le secteur de la logistique urbaine, transporteurs, commerçants et consommateurs finaux sont aussi embarqués dans un même navire, et la RSE et le management environnemental offrent, entre autres comme externalité, l'occasion de faire face à ce besoin de confiance et de satisfaction porté par chacun.

D'après les travaux de A. Renaud (2015), le contrôle de Gestion Environnemental (CGE) peut constituer un bras actif du management environnemental tout comme le contrôle de gestion se retrouve au cœur du système de management de l'entreprise. Et pour la distinguer des approches écologistes de prise en compte de l'environnement, le Contrôle de Gestion Environnemental se

distingue du contrôle de gestion environnementale justement parce qu'il s'inscrit dans la stratégie, et que l'entreprise y gagne (A. Renaud, 2015).

5.2. Contrôle de Gestion Environnemental (CGE) et flux de logistique urbaine

D'après la norme ISO 14001, la performance environnementale d'une organisation est l'ensemble des résultats mesurables du système de management de l'environnement en relation avec la maîtrise par cette organisation, de ses aspects environnementaux, sur la base de sa politique environnementale, de ses objectifs et cibles environnementaux (ISO, 2006). La performance environnementale suppose donc des objectifs définis a priori dont il s'agit de mesurer l'atteinte. Le contrôle de gestion environnemental (CGE) se positionne ainsi comme l'ensemble des dispositifs et outils pour opérationnaliser le management environnemental dans cet esprit. La vocation du CGE est double. Il permet en interne à l'organisation, de décliner la stratégie environnementale de l'entreprise en objectifs opérationnels, d'y affecter les moyens nécessaires et d'en suivre la réalisation. En externe, le CGE permet de rendre crédible le comportement socialement responsable de l'organisation (S. Alcouffe et al., 2013). Avant de présenter les outils d'opérationnalisation du CGE, nous présentons sommairement les flux de transport et les parties prenantes potentiellement impliquées dans un système de logistique urbaine. Cela nous permettra de choisir un outil à titre d'exemple, et de voir quelles questions éventuellement peuvent poser son application pour évaluer les performances environnementales de ce système.

5.2.1. Acteurs impliqués et flux de logistique urbaine

Les acteurs institutionnels sont un élément incontournable de tout système de logistique urbaine parce qu'ils offrent à la fois l'environnement propice pour les affaires, organisent le transport public et fournissent généralement l'infrastructure. Leurs choix comme nous l'avons vu plus haut influencent largement la distribution urbaine et son impact environnemental, et nous venons de voir qu'ils participent directement à l'opérationnalisation de certaines solutions alternatives. Ils sont aussi dans bien des cas les principaux responsables des flux de gestion urbaine tels que la centralisation et le tri, le traitement et l'évacuation des déchets. Mais les acteurs privés que constituent les chargeurs, les transporteurs, les commerçants et les consommateurs génèrent l'essentiel des flux de logistique urbaine.

De manière schématique, les flux de logistique urbaine se décomposent en effet en flux de livraison amont des points de vente, en flux de livraison aux consommateurs finaux et

déplacements d'achats de ces derniers en direction des commerces ou des points relais ou PAM, et en un troisième groupe de flux comportant les flux de fonctionnement de la ville et d'évacuation des déchets.

5.2.2. Les Outils du « Contrôle de Gestion Environnemental » (CGE)

A. Renaud (2015) propose six outils opérationnels pour le CGE qui sont l'analyse du cycle de vie, le bilan carbone, les plans d'action environnementaux, les budgets verts, le calcul des coûts environnementaux, les tableaux de bord verts, et le reporting environnemental ou sociétal. Nous proposons de compléter cette liste par le plan climat qui s'applique quant à lui aux collectivités locales et non aux entreprises.

5.2.2.1. L'analyse de cycle de vie

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) est une méthode d'évaluation de l'impact environnemental d'un processus ou d'un produit, c'est-à-dire d'un bien ou d'un service, qui prend en compte tout son cycle de vie en remontant le plus loin possible en amont mais aussi en aval jusqu'à sa fin de vie ou son recyclage, comparable à une comptabilité analytique environnementale. Elle est apparue d'abord au cours des années soixante-dix, puis popularisée dans les années quatre-vingt sous les appellations « écobilan » en France, « bilan écologique » ou « approche du berceau à la tombe » en Suisse, et « ökobilanz » en Allemagne. Ses bases méthodologiques ont ensuite été formalisées par la SETAC¹⁴ à partir de 1993, avec l'appui institutionnel du PNUE et de l'ISO. Dans la pratique, on utilise l'ACV comme outil pour comparer les impacts environnementaux de différents produits, processus ou systèmes, ou encore en interne à chaque système évalué, pour comparer l'impact environnemental des différentes phases du cycle de vie. Ainsi, pour faciliter la comparaison, il est nécessaire de définir en amont la fonction assurée par les systèmes à comparer, et de retenir une unité fonctionnelle pour laquelle on va estimer l'impact environnemental respectif de chaque système. Aujourd'hui l'ACV a pour modèle de référence les normes ISO 14040 à 14044 dont la dernière version disponible est celle de 2006. Cependant, à côté de la méthode proposée et détaillée dans la norme ISO14044 qui se voudrait globale et multicritère, une ACV peut aussi être partielle et ne pas couvrir tout le cycle de vie du système. Elle peut aussi être limitée à une zone géographique ou à un impact particulier. E.

¹⁴ Society of Environmental Toxicology And Chemistry, Organisation professionnelle internationale à but non lucrative regroupant scientifiques, managers et institutions engagés sur les problématiques liées à l'environnement et la protection de la nature. Voir <https://www.setac.org/>.

Loiseau et al., (2012) proposent par exemple une démarche d'adaptation de la méthodologie de l'ACV aux territoires, qui permet d'obtenir comme indicateurs, un vecteur d'impacts environnementaux générés par le territoire et un vecteur fonctionnel de services rendus par le territoire aux différentes parties prenantes (S. Le Féon, 2014 ; E. Loiseau et al., 2012 ; A. Renaud, 2015).

La démarche générale de l'ACV comporte quatre phases itératives telles que décrites dans la figure 2-5 (ISO 14040, version 2006).

La première phase consiste à préciser les objectifs de l'étude, l'unité fonctionnelle (UF) et à délimiter le périmètre de l'étude. Au cours de la deuxième phase, il s'agit de la collecte des données et de l'inventaire des impacts en calculant les quantités de flux de matière et d'énergie, il faut donc préciser les différents flux de matières et les postes de calculs en ressources intrants, en produits et en émissions diverses, préciser les unités, les ratios et les méthodes de calculs, préciser comment on affecte les flux et les émissions, et hiérarchiser les impacts.

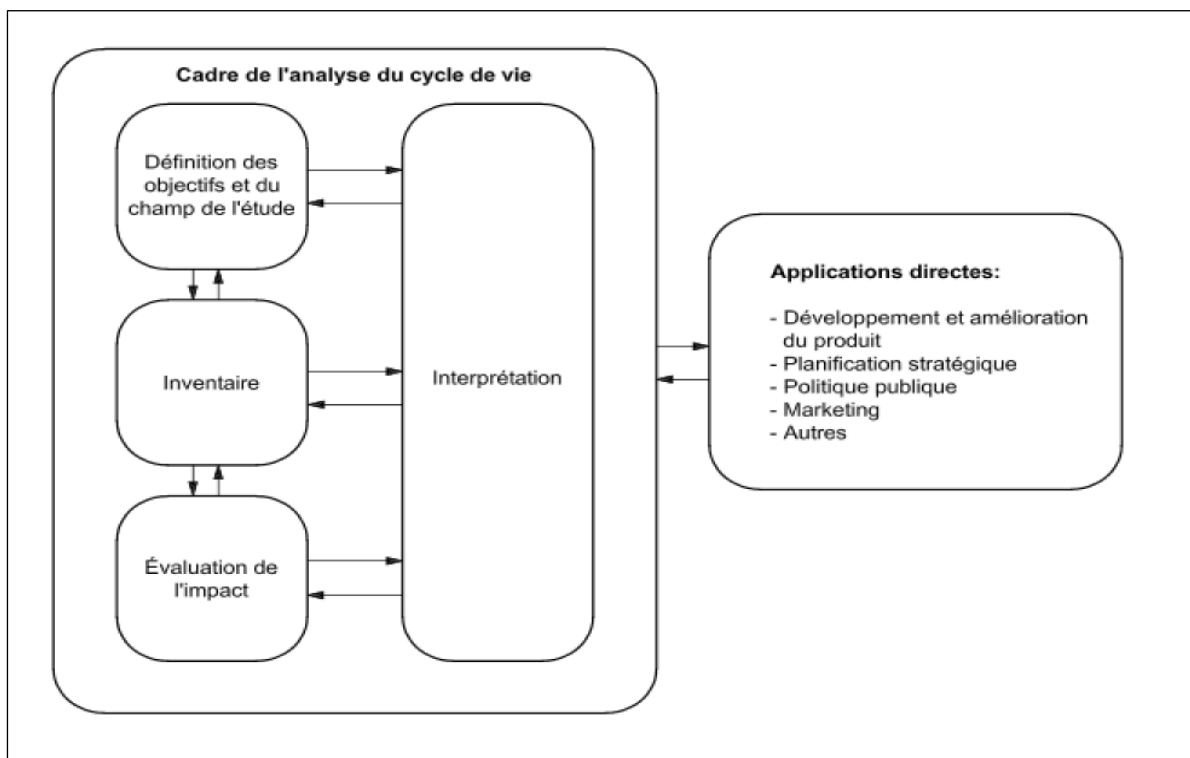


Figure 2-4 : Phases itératives d'une ACV (ISO 14040, Version 2006)

La troisième étape concerne l'évaluation des impacts elle-même. Il s'agit d'appliquer les résultats de l'inventaire, de faire les calculs et d'estimer des indicateurs d'impact par catégorie

sous la forme de quantité par unité fonctionnelle. Cette phase appelée ici ICV est décrite par le schéma de la figure 2-6 suivante (ISO 14040, 2006).

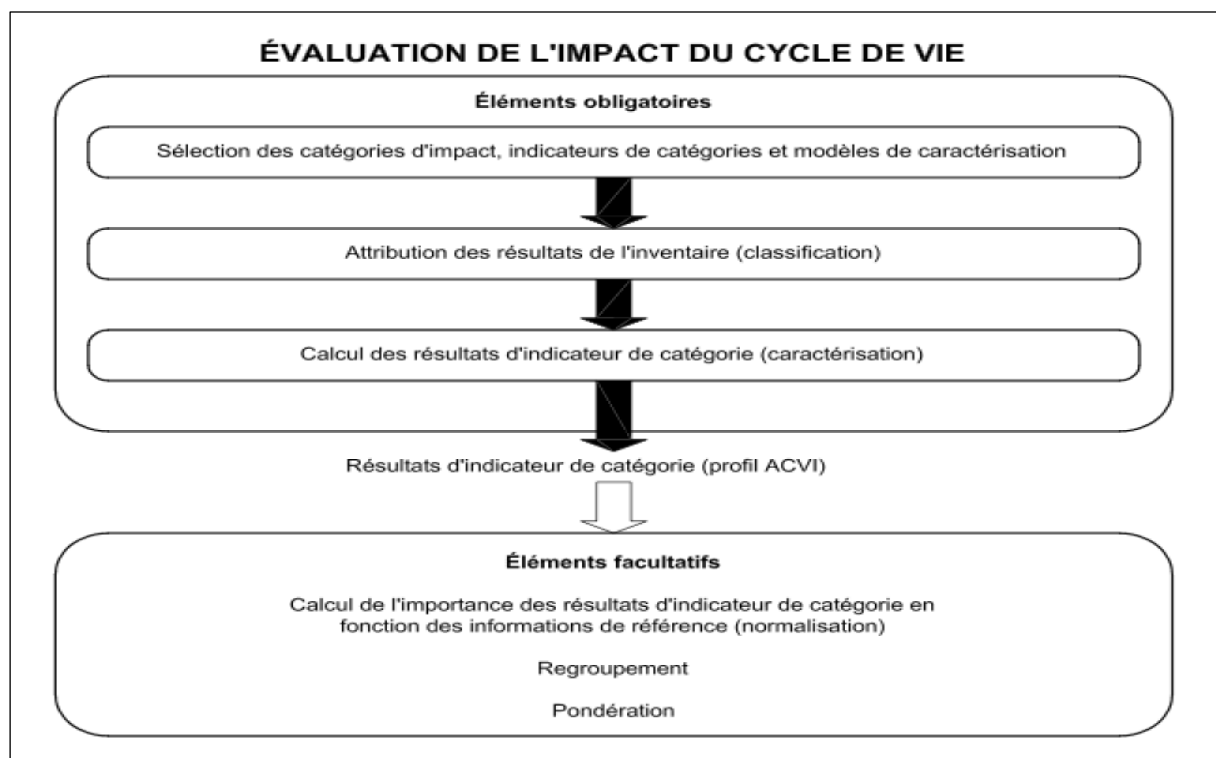


Figure 2-5 : Evaluation de l'impact du cycle de vie (ISO 14040, 2006 :16)

La quatrième phase de l'ACV est l'interprétation. Elle consiste à identifier les points saillants des résultats et les mettre en relief avec les objectifs définis, tirer les conclusions quant à chaque étape du cycle de vie du système évalué, faire du benchmark par rapport à d'autres études comparables (ISO, 2006 ; S. Le Féon, 2014 ; A. Renaud 52015).

L'interprétation dans le cadre de notre exemple peut amener à comparer les émissions de polluants générés par ce nouveau magasin en projet à ceux générés par un ancien magasin sur le même territoire, à rechercher la phase du projet la plus nuisible à l'environnement et à mettre en place par exemple, une séquence ERC (Eviter, Réduire, Compenser)¹⁵ en conséquence.

L'analyse de cycle de vie, en tant que méthode d'évaluation environnementale est souvent critiquée parce qu'elle est financièrement coûteuse et que sa réalisation peut durer assez longtemps. A. Renaud (2015) donne l'exemple d'une ACV du kWh d'énergie électrique produit par EDF à partir de ses différentes sources, dont le coût est estimé à 700 000 euros. En matière

de durée, précise-t-elle, si les études les plus simples peuvent être réalisées en quelques semaines, les plus lourdes peuvent durer 16 à 24 mois (A. Renaud 2015). Au sujet des résultats,

« il peut arriver que des études sur un même produit ou service mènent à des résultats sensiblement différents, voire contradictoires. Cela peut mener notamment les décideurs politiques à considérer l'ACV comme une méthode non conclusive » (S. Le Féon, 2014 : 89).

Précisons d'abord à ce sujet qu'on peut distinguer plusieurs approches d'ACV. L'ACV peut être attributionnelle, décisionnelle ou conséquentielle.

L'ACV attributionnelle est une approche d'évaluation des impacts environnementaux d'un système en considérant son statuquo. Il s'agit d'une approche normative qui vise à attribuer au système étudié une part de la quantité totale d'impacts générés par un système plus large que le contenant.

L'ACV décisionnelle considère des interactions entre processus basées sur des relations contractuelles, figées à un instant donné (statuquo). Ses données d'inventaire sont des moyennes mais relatives aux processus identifiés par les relations contractuelles. Il n'y a pas d'effet indirect pris en compte dans l'inventaire

L'ACV conséquentielle quant à elle est une évaluation des impacts environnementaux générées par la chaîne de conséquences directes et indirectes induites par un changement subi par le système étudié, associé à une (ou plusieurs) décision(s) et aux actions respectives, dans des limites spatiale et temporelle précises (CRP Henry Tudor, 2013).

Ensuite, sans prétendre répondre à cette critique bien fondée, on peut observer que les hypothèses et les objectifs d'ACV dépendent de l'approche adoptée et que les résultats peuvent être de ce fait déjà différents d'une étude à l'autre.

De plus, au sujet des critiques, l'ACV exige une connaissance fine du domaine d'application pour une étude. Cela permet par exemple de pouvoir formuler des hypothèse pertinentes servant à hiérarchiser les impacts. L'ACV est aussi souvent critiquée parce qu'elle permet d'avoir des résultats fiables au niveau global, mais elle devient moins intéressante lorsqu'on est préoccupé par des enjeux locaux ou régionaux (S. Le Féon, 2014). Les travaux d'E. Loiseau et al., (2012) cités supra, mais aussi E. Loiseau (2014) et E. Loiseau et al, (2018) ouvrent des perspectives de solution à ce dernier aspect, mais c'est sans doute aussi une question ouverte à la recherche actuelle en ACV.

5.2.2.2. *Le bilan carbone*

Le bilan carbone consiste à estimer en CO_{2e} les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'une activité, un produit ou un système. Plusieurs méthodes existent pour faire un bilan carbone. Parmi les plus connus, on peut citer d'après D. Andriankaja (2014) et A. Renaud (2015):

- Le Greenhouse Gas Protocol proposé en 1998, sous l'égide du World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) et du World Resources Institute (WRI) par le *Greenhouse Gas Protocol Initiative* qui est une alliance internationale d'industriels, d'ONG et d'organismes gouvernementaux. C'est l'un des standards internationaux de quantification et de reporting des émissions de GES dont sont inspirées les normes ISO 14064.

- Les Normes ISO 14064 dont :

- ISO 14064-1: spécification et lignes directrices pour la quantification et l'établissement de rapports sur les émissions de GES et leur retrait au niveau des organismes.

- ISO 14064-2 : spécification et lignes directrices pour la quantification et l'établissement de rapports sur les réductions d'émission ou l'accroissement des retraits de GES lors des projets.

- ISO 14064-3 : spécification et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations de GES.

- Le Protocole « REGES » proposé par EpE (Entreprises pour l'Environnement) en 2002, il sert à la quantification, le reporting et la vérification des émissions de GES. C'est une sorte de version française du GHG Protocol et des autres méthodes alors existantes. Il a été mis à jour en 2005 pour tenir compte du retour d'expérience de ses utilisateurs et de l'évolution des travaux existants dans le domaine.

- Bilan Carbone® qui est une méthode développée à l'origine l'ADEME (en collaboration avec J.-M. Jancovici en 2004. La norme ISO 14069 propose un « Plan Comptable Carbone » qui s'en inspire et qui rappelle justement que le Bilan Carbone est une méthode de comptabilisation d'émission de gaz à effets de Serre (D. Andriankaja, 2014 ; A. Renaud, 2015).

D. Andriankaja identifie dans la littérature et propose trois méthodes de bilan carbone particulièrement adaptées au transport de marchandises. Il s'agit d'abord de la méthode dite Empreinte Carbone, qui est une ACV limitée aux émissions de gaz à effet de serre. Ensuite, de l'approche *Supply Chain* qui consiste à proposer des scénarios pour la réduction des émissions de GES sur la chaîne des transports de marchandises en incluant les déplacements d'achat des

clients. Enfin, du Bilan Carbone®, marque déposée de l'ADEME dont nous proposons la description comme exemple dans le paragraphe §5.2.3.2. plus loin.

5.2.2.3. Plans d'action environnementaux, budgets verts et calcul des coûts environnementaux

D'après les travaux de P. Bontems, et G. Rotillon (2013) et A. Renaud (2015), Les plans d'action environnementaux encore appelés programmes environnementaux sont des agendas qui rejoignent les séquences d'ERC déjà évoqués, mis en place à la suite de l'évaluation de l'impact sur l'environnement. Ils peuvent inclure tous les types d'impact sur l'environnement, aussi bien les GES, que la pollution atmosphérique, l'air, le sol, l'eau ou la consommation d'énergie. Ils définissent clairement les objectifs de performance à atteindre, les actions à réaliser, l'échéancier ainsi que les personnes responsables de leur exécution (A. Renaud, 2015).

Les budgets verts ou budgets environnementaux permettent quant à eux de chiffrer les dépenses nécessaires pour la mise en œuvre des plans d'action environnementaux. Le budget carbone est un budget vert particulier qui peut se traduire en objectif de réduction des émissions de GES d'une activité, ou d'une organisation par an conformément aux objectifs définis. Les émissions de GES pouvant être réparties par poste ou secteur opérationnels dans l'organisation, un budget peut ainsi être alloué à chaque manager opérationnel ou fonctionnel.

Pour élaborer un budget vert, il faut bien connaître les coûts environnementaux à affecter aux différentes lignes budgétaires que sont les impacts à éviter ou à réduire.

Le calcul des coûts environnementaux s'impose donc à cet effet. On distingue les coûts environnementaux internes et les coûts environnementaux externes. La gestion des déchets, les dépenses de R&D ou celles liées à la certification environnementale sont des coûts internes. Ils sont pris en compte dans la comptabilité financière de l'entreprise contrairement aux coûts externes. Les coûts externes encore appelés externalités ou coûts sociaux, sont les dépenses liées aux dommages causés à l'environnement. C'est le cas des dépenses engagées par exemple dans un plan de compensation pour un impact environnemental que l'organisation ne peut ni éviter, ni réduire (A. Renaud, 2015).

Il existe plusieurs méthodes pour calculer les coûts environnementaux dont l'analyse du cycle des coûts, la méthode CARE et l'internalisation des externalités (P. Bontems, et G. Rotillon, 2013 ; A. Renaud, 2015).

L'analyse du cycle des coûts (ACC) désigne l'analyse des coûts du cycle de vie. Basé sur le principe de l'ACV, elle vise à déterminer de la manière la plus exhaustive possible les flux financiers à chaque étape du cycle de vie, en faisant les produits respectifs des deux facteurs que sont d'une part les prix unitaires moyens du marché ou ceux payés par l'entreprise, et d'autre part les flux de matière et d'énergie calculés lors de l'inventaire d'ACV.

L'internalisation des coûts externes consiste à attribuer une valeur monétaire à chaque impact environnemental et à considérer que l'activité de l'organisation qui génère cet impact et à inclure cette valeur monétaire dans les comptes de résultats environnementaux. Cette monétarisation peut être basée sur les prix du marché, sur le consentement à payer¹⁶, les prix actuariels correspondant à l'utilité, etc. (A. Renaud, 2015)

La méthode de Comptabilité Adaptée au Renouvellement de l'Environnement (CARE) consiste, dans une dynamique de durabilité forte à mettre en avant le capital naturel au détriment du capital économique et de la recherche du profit. Par parallélisme avec l'amortissement du capital industriel ou économique, cette méthode propose que les coûts liés à l'amortissement du capital naturel apparaissent dans les résultats financiers de l'entreprise. Concrètement, cet amortissement est à prévoir en estimant les coûts de conservation ou de restauration des fonctions environnementales. Cette méthode de calcul de coûts environnementaux est encore en expérimentation proposée par J. Richard (2009 ; 2012), et est inspirée de l'Economie Ecologique (A. Renaud, 2015 ; J. Richard, 2012 ; J. Richard et E. Plot, 2014).

5.2.2.4. *Les tableaux de bord verts et le reporting environnemental*

Le tableau de bord vert est l'outil permettant au manager de piloter le contrôle de gestion environnemental après le processus conduisant à la mise en place d'un plan d'action environnemental assorti de budget vert. Il existe déjà dans la pratique comptable, les tableaux de bord (*scorecards* en anglais). Le *balanced scorecard* comporte historiquement quatre axes : l'axe financier, l'axe clients, l'axe processus interne, et l'axe apprentissage organisationnel. Le tableau de bord vert est calqué sur le même principe, affichant les indicateurs environnementaux et permettant le suivi de l'atteinte des objectifs en fonction de ces indicateurs. On peut cependant intégrer aussi les indicateurs environnementaux aux tableaux de bord comptables soit en intégrant les indicateurs environnementaux dans les quatre axes du *balanced scorecard*,

¹⁶ Le « consentement à payer » désigne la valeur maximale qu'un acheteur potentiel accepte de payer pour un bien ou un service. Voir par exemple M. Le Gall-Ely (2009).

soit en créant un cinquième axe spécialement dédié aux aspects environnementaux et sociétaux. Ce type de tableau de bord tout en un s'appelle *Environmental balanced scorecard* ou *Sustainability balanced scorecard* (A. Renaud, 2015).

Le reporting environnemental consiste à publier régulièrement (rapports, site internet) les résultats du management environnemental pour montrer l'évolution au cours des années dans la réduction des impacts environnementaux générés par l'organisation. En France, la loi Grenelle 2 (2010) impose à toutes les grandes entreprises (Société en Commandite par Actions, Sociétés Anonymes et Sociétés Européennes) ayant au moins 500 employés et un bilan ou un chiffre d'affaire annuel net de 100 millions d'euros, un reporting et un bilan des émissions de GES chaque année.

5.2.2.5. *Le plan climat ou paquet climat-énergie*

Outil développé à l'échelle des territoires, le plan climat est un plan qui décline la stratégie d'un territoire pour atteindre les objectifs de réduction d'émission de GES qu'il s'est assigné ou qui l'oblige. Officiellement dénommé en France « Plan climat-air-énergie » depuis 2016 en France, il est défini comme l'outil opérationnel de la transition énergétique sur le territoire, et comprend un diagnostic, une stratégie territoriale, un programme d'actions et un dispositif de suivi et d'évaluation (LégiFrance, 2016). Le plan Climat a été adopté par l'Union Européenne depuis 2008 sous le nom de « Paquet Climat énergie ». On peut assimiler le plan climat à un outil de CGE parce qu'il permet, de définir et de suivre les objectifs environnementaux d'une organisation territoriale sur le plan du changement climatique. Il fait aussi l'objet d'un reporting par les collectivités territoriales qui doivent le renouveler tous les dix et en assurer un suivi interactif avec l'ensemble des organisations et de la population qui s'y intéresse.

5.2.3. Exemple du Bilan Carbone® dans l'évaluation des impacts environnementaux d'un système de Logistique Urbaine

5.2.3.2. *Bilan Carbone® : aspects opérationnels*

Sur le plan opérationnel, la méthode Bilan Carbone® comptabilise directement les émissions de GES directement générées par l'activité de l'organisation mais aussi les émissions indirectement induites, en distinguant parmi ces dernières, celles qui sont associées à l'énergie.

Les principales normes et méthodes internationales définissent trois catégories d'émissions :

- **Émissions directes de GES (ou SCOPE 1)** : Émissions directes provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel, c'est-à-dire émissions provenant des sources détenues ou contrôlées par l'organisme comme par exemple : combustion des sources fixes et mobiles, procédés industriels hors combustion, émissions des ruminants, biogaz des centres d'enfouissements techniques, fuites de fluides frigorigènes, fertilisation azotée, biomasse, etc.

- **Émissions à énergie indirectes (ou SCOPE 2)** : Émissions indirectes associées à la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur importée pour les activités de l'organisation.

- **Autres émissions indirectes (ou SCOPE 3)** : Les autres émissions indirectement produites par les activités de l'organisation qui ne sont pas comptabilisées au 2 mais qui sont liées à la chaîne de valeur complète comme par exemple : l'achat de matières premières, de services ou autres produits, déplacements des salariés, transport amont et aval des marchandises, gestions des déchets générés par les activités de l'organisme, utilisation et fin de vie des produits et services vendus, immobilisation des biens et équipements de productions. Dans le cas du transport de marchandises, les émissions générées par les flux aval de transport de marchandises sont comptées comme émissions indirectes.

Les émissions qui figurent dans un bilan des émissions de gaz à effet de serre ne sont donc pas uniquement celles dont l'entité est ou se sent responsable (émissions directes ou internes), mais avant tout celles dont elle dépend (émissions indirectes ou externes). Cette comptabilisation simultanée des émissions internes et externes élargit la question de la responsabilité : faut-il se considérer comme directement ou indirectement « responsable » de toutes les émissions prises en compte dans le Bilan Carbone® ? (D. Andriankaja, 2014). En effet, même si elle n'en est pas juridiquement responsable, une entreprise est à l'origine des émissions indirectes telles que celles liées aux matériaux choisis ou aux flux transport générés (N. Gondran, 2015).

La méthode propose un premier tableur où sont calculées les émissions des différents GES estimés en CO₂e, permettant de comparer les émissions de l'année du bilan à celles d'une année de référence (figure 2-7). Un second tableur permet d'estimer les émissions évitées comme le montre la suivante. Les quantités d'émissions sont le produit entre les flux physiques considérés et des facteurs d'émissions calculés par l'ADEME par catégorie et secteur d'activités. L'estimation de ces flux appelle justement la formulation d'hypothèses, notamment liées aux périmètres des flux à inclure.

Prenons l'exemple d'un bilan carbone à réaliser par un acteur de la logistique urbaine sur un territoire.

5.2.3.3. Application du Bilan Carbone® en logistique urbaine : le point de vente, un acteur central incontournable ?

D. Andriankaja (2014) a utilisé la méthode Bilan Carbone® pour évaluer l'impact environnemental du desserrement logistique. Dans cette étude, les plateformes logistiques que constituent les agences de messagerie, jouent un rôle incontournable, leur location étant l'origine des flux. Pour l'application de la méthode Bilan Carbone® aux flux de transport, l'ADEME a élaboré des guides méthodologiques et des guides pour l'utilisation des facteurs d'émission qu'elle fournit par secteur. Dans le domaine du transport de marchandises, le poste « Fret » défini à ce sujet par la méthode distingue les transports internes, dont l'origine et la destination sont dans le périmètre audité, les transports entrant et les transports sortant. Cela suppose que le bilan ne saurait être conduit sans considérer un nœud. Il ne reste pour appliquer la méthode, qu'à déterminer les flux à considérer pour chaque scope, et leur quantité respective.

Nous avons retenu plus haut trois types d'acteurs principaux opérant directement dans le cadre des flux de logistique urbaine : les transporteurs pour compte d'autrui, les commerçants qui peuvent être transporteurs pour compte propre et les consommateurs finaux qui peuvent se faire livrer à domicile ou se déplacer vers un point de vente ou point d'accueil marchandises (PAM). Ces PAM rappelons-le sont eux-mêmes des commerces, et ne constituent donc pas un type d'acteur supplémentaire.

Faisons l'hypothèse que les consommateurs finaux ne sont pas concernés par un bilan carbone dans le cadre de leur achat, et considérons les deux autres acteurs un à un.

- Le transporteur pour compte d'autrui est chargé en général de transporter la marchandise d'une plateforme à un point de vente ou directement au consommateur final. S'il livre un point de vente, la quantité de flux et des émissions dont il est responsable dépend des conditions de circulation mais aussi de la localisation relative du point de vente par rapport à la plateforme origine, si la livraison se fait en trace directe. Dans le cas d'une tournée de livraison, il faudra prendre en compte la localisation relative des points de ventes livrés. C'est évidemment la localisation relative du domicile par rapport à la plateforme qui devient importante dans le cas d'une livraison à domicile. Des questions comme les suivantes peuvent émerger à ce niveau :

- Le transporteur qui livre à un point relais doit-il se sentir responsable des flux de déplacement du consommateur final qui vient retirer la marchandise ? Cette question peut sembler a priori sans objet dans une démarche Bilan Carbone® si on suppose que l'idée de la livraison en point relais, c'est le rapprochement avec le destinataire final de la marchandise qui pourrait donc venir le retirer en mode actif.
- Le transporteur qui livre à un commerce devrait-il se sentir responsable, au moins en terme d'émissions indirectes, des émissions liées au déplacement du client qui vient en magasin acheter le produit livré ?

		Emissions GES (en Tonnes)												différence année de référence et année du bilan (TCO2e)	
		année de référence (et année du premier bilan) -Créer autant de colonnes de gaz que nécessaire-					année du bilan suivant -Créer autant de colonnes de gaz que nécessaire-								
catégories d'émissions	Postes d'émissions	CO2 (Tonnes)	CH4 (Tonnes)	N2O (Tonnes)	Autre gaz: (Tonnes)	Total (TCO2e)	CO2 b (Tonnes)	CO2 (Tonnes)	CH4 (Tonnes)	N2O (Tonnes)	Autre gaz: (Tonnes)	Total (TCO2e)	CO2 b (Tonnes)		
Emissions directes	1														
	2														
	3														
	4														
	5														
	Sous total														
Emissions indirectes associées à l'énergie	6														
	7														
	Sous total														
Autres émissions indirectes*	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
	16														
	17														
	18														
	19														
	20														
21															
22															
23															
24															
	Sous total														

:Facultatif
 CO2 b: CO2 issu de la biomasse
 * Catégorie d'émissions non concernée par l'obligation réglementaire

Figure 2-6 : Bilan Carbone®: Tableau de calcul des émissions GES

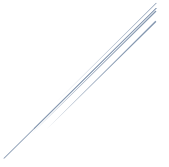
- Le commerçant qui peut aussi être transporteur pour compte propre est quant à lui responsable des flux de transport liés à son réapprovisionnement. C'est aussi lui qui accueille et propose la marchandise en vente au consommateur final qui se déplace donc vers le point de vente. Mais pour faire son bilan carbone, de quel flux se sent-il responsable, et les émissions liés quels flux sont censés directes ou indirectes ?

Un extrait du rapport de RSE de l'année 2016 du Groupe CASINO disponible sur internet montre par pour le bilan de GES réalisé avec la méthode Bilan Carbone® qu'il n'est pas tenu compte du SCOPE 3 avec la précision que :

*« Le scope 1 correspond aux émissions directes de GES et intègre les postes suivants :
- les émissions directes des sources fixes de combustion (gaz naturel, fioul) ;
- les émissions directes des sources mobiles à moteur thermique (carburant des véhicules détenus ou en location longue durée) ;
- les émissions directes fugitives notamment celles liées aux fuites de fluides frigorigènes.
Le scope 2 correspond aux émissions indirectes de GES associées à l'énergie et plus particulièrement, à l'électricité » (CASINO, 2017 :61).*

Certes, on peut imaginer que les entreprises auront du mal à prendre en compte les flux liés au déplacement d'achat par exemple. Mais la question posée est en fait relative au fonctionnement de l'ensemble du système logistique urbaine, et en particulier à la place de la localisation des points de vente dans la comptabilisation et la maîtrise de l'impact environnemental des flux de logistique urbaine. En effet, si les déplacements d'achat ne peuvent pas compter dans le bilan carbone des distributeurs par exemple, implanter leur magasin en périphérie des villes, proche des plateformes logistiques peut entraîner une apparente réduction de leur impact environnemental, la longueur des flux de réapprovisionnement étant ainsi réduite.

Sur un plan opérationnel, dans le descriptif de la méthodologie proposée par l'outil dans le domaine de la distribution urbaine, l'ADEME recommande, « pour aller plus loin », de caractériser les flux aval de déplacement d'achat en référant les domiciles des clients. Mais les origines des déplacements des clients ne s'identifient pas toujours aux domiciles. Ne serait-il pas plus intéressant de prendre en compte les origines de ces déplacements et les boucles de déplacement où ils s'insèrent ?



Conclusion de la 1^{ère} partie : problématique et cadre conceptuel de la recherche.

1. Des choix individuels de déplacement d'achat à l'impact environnemental des flux de logistique urbaine : quelle opérationnalisation ? Problématique de recherche

Dans ce contexte urbain, qui associe au desserrement logistique, la tension au niveau des prix de l'immobilier commercial, les consommateurs finaux deviennent un peu plus les véritables donneurs d'ordre du transport de marchandises. Ils sont en effet déjà les décideurs au sujet de leurs achats qu'ils transportent depuis le magasin, ou de ce qui leur est livré à domicile. Ils le sont aussi pour les flux amont chaque fois que le magasin ne peut se réapprovisionner qu'au rythme de leur achat, donc en flux tirés, ou sur leurs commandes, soit en flux tendus.

Le consommateur final est celui qui décide, pour un même produit, d'acheter ou non, de se déplacer ou de se faire livrer. S'il décide de se déplacer, c'est encore lui qui choisit d'aller vers un point de vente ou un autre qui propose les mêmes produits. En composant avec l'offre de mobilité disponible et ses convenances personnelles, c'est encore le consommateur final qui choisit la temporalité et le mode de déplacement.

Ces choix déterminent évidemment l'impact environnemental des flux de déplacement d'achat et des flux de livraison à domicile le cas échéant. Mais ces choix déterminent aussi les besoins de réapprovisionnement de chaque magasin et par ricochet peuvent faire fluctuer l'impact environnemental des flux de ce réapprovisionnement. Les choix individuels de déplacement du consommateur final peuvent donc avoir une incidence non négligeable sur l'impact environnemental de l'ensemble de ces flux.

Nous avons évoqué plus haut l'importance de l'impact environnemental des flux en logistique urbaine. Nous avons essayé de montrer que cet impact environnemental était sensible à la prise en compte ou non dans le bilan des flux, des formes urbaines fonctionnelles, c'est-à-dire de la localisation relative des différentes fonctions urbaines. La prise en compte de la localisation des plateformes logistiques est l'objet d'une réflexion émergente dans le monde scientifique de la logistique urbaine. Mais la localisation des points de vente sur lesquels sont centrés une grande partie des flux de logistique urbaine ne préoccupent pas encore autant les acteurs. Le changement de localisation d'un point de vente peut allonger ou raccourcir ses flux de réapprovisionnement selon qu'il s'éloigne ou se rapproche des infrastructures logistiques d'où

il est livré. Un tel changement de localisation peut également allonger ou raccourcir les flux de déplacements d'achat vers ce point de vente, influencer la fréquentation du magasin mais aussi les modes de déplacement en sa direction. Ces influences sur les flux se répercutent sur l'impact environnemental correspondant, par exemple en termes d'émission de polluants. Mais comment anticiper.

Les paragraphes précédents nous ont aussi permis de constater qu'il existe dans la littérature, des méthodes spatiales basées sur des modèles gravitaires pour l'évaluation environnemental des flux de logistique urbaine, qui prennent en compte les déplacements d'achat. L'une des limites évoquées pour ces méthodes concerne leur difficulté à prendre en compte les choix de déplacement des consommateurs finaux. Mais nous avons constaté aussi que plusieurs travaux présentaient des cadres d'analyse qui peuvent permettre d'avancer vers une prise en compte de ces choix individuels dans la modélisation des déplacements d'achat.

Alors finalement, comment comptabiliser les flux amont et aval de logistique urbaines générés par exemple par un commerce dans une localisation ? Peut-on en tirer les conséquences en termes d'impacts sur l'environnement ?

Par exemple, dans une perspective de management environnemental, comment estimer l'impact environnemental de l'ensemble des flux amonts et aval générés par un point de vente selon sa localisation, en prenant en compte les choix de déplacement de ses clients ?

Ces questionnements nous ont poussé à choisir de réfléchir les liens entre les choix de déplacement des clients vers une localisation commerciale et l'impact environnemental des flux de transport de marchandises qu'il génère.

La pertinence d'une telle problématique de recherche peut se décliner en trois points. D'abord, d'un point de vue conceptuel, les réflexions qui émergent sur la prise en compte des formes urbaines en logistique urbaines méritent d'être opérationnalisées. La localisation relative des domiciles par rapport aux activités économiques influence la longueur et les modes des déplacements en ville, comme plusieurs autres facteurs dont il serait difficile de faire une liste exhaustive. Les clients choisissent pour des raisons qui leur sont propres, de se déplacer vers une localisation commerciale plutôt qu'une autre, ou de se faire livrer chez eux. De ce fait, les modèles de détermination de zones de chalandises ne prenant pas en compte les chaînes de déplacement où s'inscrivent les déplacements d'achat semblent en effet de plus en plus obsolètes. Or, l'évolution des méthodes d'apprentissage statistique d'une part et des modèles

d'analyse de type choix discrets d'autre part permettent aujourd'hui d'identifier les plus discriminants de ces facteurs qui président aux choix de déplacement, et de quantifier leur influence. Nous pensons qu'une méthodologie permettant d'identifier les facteurs d'influence qui président aux choix de fréquentation d'une localisation commerciale au détriment d'une autre, et de quantifier leur influence serait une avancée pour une telle opérationnalisation. La proposition d'une telle méthodologie constitue un premier verrou à lever si on souhaite documenter les liens entre choix individuels de déplacement d'achat et impact environnemental de la logistique urbaine.

Un deuxième verrou se situe au niveau de l'évaluation environnemental des flux amont et aval autour du commerce. On sait aujourd'hui anticiper plus ou moins sur cet impact environnemental dans une démarche gravitaire qui, si elle localise le commerce par zones fines, ne prend malheureusement pas en compte les choix individuels de déplacement. On ne sait donc pas par exemple, centrer les flux amont et aval au niveau du point de vente pour évaluer leur impact sur l'environnement. C'est peut-être l'une des raisons pour lesquelles dans le cadre de leur management environnemental, les entreprises se contentent d'évaluer l'impact des flux professionnels de livraison qu'elles ont généré. La levée du verrou consistera donc à proposer une méthodologie ou des indicateurs permettant une évaluation de l'impact de l'ensemble des flux amont et aval généré par un commerce.

Les différentes démarches mettent rarement en lien les flux amont destinés à réapprovisionner les magasins et les flux aval constitués par la livraison au consommateur final ou son déplacement vers le point de vente. L'inexistence d'un système d'indicateurs permettant de relier l'ensemble de ces flux générés par chaque point de vente à leur impact environnemental souligne l'importance et la nécessité d'une réflexion sur les liens entre les choix de déplacement des consommateurs et l'impact environnemental des flux générés par un point de vente. Ces deux verrous levés, il restera à formaliser ce lien. Un troisième verrou à lever consiste donc à relier les choix individuels de déplacement d'achat vers une localisation, par catégorie de commerce, à une quantité d'impact environnementale par unité fonctionnelle.

2. Délimitation du cadre d'analyse : concepts, hypothèses et objectifs de recherche.

La problématique de recherche ainsi décrite nous amène à définir un cadre théorique permettant de mettre en musique un ensemble de concepts, et de formuler des hypothèses de recherche à

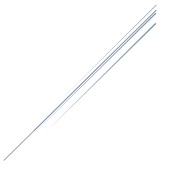
environnementale. Dans le cadre de la logistique urbaine, l'évaluation environnementale peut être réalisée par les acteurs soit dans le cadre du management environnemental d'un acteur comme le commerçant par exemple, soit dans le cadre de la gouvernance urbaine. Dans ce dernier cas, il s'agit le plus souvent d'évaluation environnementale stratégique. Mais les services techniques d'une municipalité peuvent procéder à l'évaluation environnementale d'un projet pour aider le décideur dans le cadre d'une autorisation d'implantation de nouveaux magasins par exemple. La gouvernance urbaine est empreinte dans la plupart des pays occidentaux actuellement de politiques urbaines inspirées entre autres du *New Urbanism*, et on peut considérer le desserrement logistique comme l'une des conséquences qui en découle. Ce desserrement logistique, en même temps qu'il débarrasse les centres-villes des nuisances du trafic des véhicules gros-porteurs, a pour corollaire la dégradation du bilan énergétique et environnemental de la distribution urbaine. Tout cet ensemble à savoir, choix de politiques urbaines, *New Urbanism*, et desserrement logistique, influencent les formes urbaines qui sont-elles mêmes déterminantes dans les choix de déplacement des clients des points de ventes. Nous formulons l'hypothèse théorique (H) selon laquelle ces choix de déplacement des clients vers un point de vente déterminent l'impact environnemental de l'ensemble des flux de transport de marchandises qu'il génère. En effet d'une part, de ces choix de déplacement dépend la fréquentation d'une localisation commerciale et l'impact environnemental de ces flux aval (hypothèse H1). D'autre part en effet, de cette fréquentation et de la localisation du point de vente dépendent les flux amont de réapprovisionnement de magasin et leur impact sur l'environnement (hypothèse H2), les flux de livraison étant sinon tendus, tirés au mieux.

Notre travail de recherche consistera à opérationnaliser ces hypothèses, en passant de ces variables théoriques que constituent les concepts à des variables opérationnelles dont nous nous servirons pour tester les hypothèses de recherche.

2.2. Hypothèses et objectifs de recherche

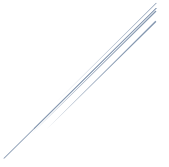
Tableau 2 : Hypothèses et Objectifs de recherche

Hypothèses	Objectifs de recherche
<p>Hypothèse fondamentale</p> <p>Les choix individuels de déplacement d'achat déterminent l'impact environnemental des flux de TMV.</p>	<p>Objectif général</p> <p>Montrer l'influence des choix de déplacement d'achat sur l'impact environnemental des flux de transport de marchandises générés par le commerce.</p>
<p>Hypothèses explicatives</p>	<p>Objectifs spécifiques</p>
<p>1^{ère} Hypothèse explicative</p> <p>Les choix individuels de déplacement influencent la localisation commerciale</p>	<p>1^{er} objectif spécifique</p> <p>Proposer une démarche de modélisation pour caractériser différentes localisations commerciales par les choix individuels de déplacement.</p>
<p>2^{ème} Hypothèse explicative</p> <p>Dans un contexte de desserrement logistique la localisation commerciale détermine l'impact environnemental des flux de TMV</p>	<p>2^{ème} objectif spécifique</p> <p>Proposer une méthodologie pour quantifier l'impact environnemental de l'ensemble des flux amont et aval générés par un point de vente en prenant en compte les déplacements d'achats.</p> <p>3^{ème} objectif spécifique</p> <p>Montrer qu'en prenant en compte les déplacements d'achat, le profil environnemental des flux de logistique urbaine générés par un point de vente varie sensiblement selon sa localisation.</p>



2^{ème} Partie

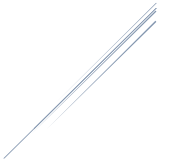
Méthodologie générale de recherche





Chapitre 3

Délimitation du cadre méthodologique



Chapitre 3 : Délimitation du cadre méthodologique

Introduction

Nous venons de parcourir la littérature scientifique avec les deux premiers chapitres. Cet état de l'art nous a conduit à la problématique de recherche formulée. Le travail de recherche consistera à tester les deux hypothèses H1 et H2 du cadre conceptuel de recherche. Il s'agit d'une part de l'influence des choix individuels de déplacement sur la localisation commerciale et d'autre part de l'importance de cette localisation du point de vente dans le profil environnemental de l'ensemble des flux amont et aval qu'il génère.

Nous exposons dans le présent chapitre la démarche méthodologique générale que nous mettons en place pour tester ces hypothèses. Le chapitre sera organisé en deux paragraphes. La première sera consacré à décrire le terrain d'étude et à présenter le cas d'étude mobilisé tout au long de ces travaux. La seconde partie sera quant à elle dédiée à la démarche d'investigation. Nous y décrirons les outils et méthodes d'analyse mobilisés.

1. Terrain et cas d'étude

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne dont le cadre local, la ville de Saint-Etienne, semblait bien se prêter à notre réflexion. Le territoire stéphanois peut en effet faire siens nos questionnements relatifs à la prise en compte de la localisation commerciale. Enjeux autour de l'attractivité du centre-ville, localisation commerciale et mobilités quotidiennes y compris d'achat mais aussi réflexion sur la logistique urbaine y sont toutes des questions d'actualité, de sorte que le terrain d'étude pour tester nos hypothèses de recherche n'était pas à rechercher plus loin. Nous évoquons un peu plus loin la récente expérimentation du CDU SimplyCité conduite par la Métropole stéphanoise. Elle témoigne de l'importance de cette question sur le territoire stéphanois.

Ce terrain d'étude délimité par la ville de Saint-Etienne est présenté dans ce paragraphe. Cette présentation met en relief la ville avec son arrière-pays avec lequel elle constitue la Métropole Stéphanoise. Les dynamiques urbaines et démographiques de la ville mais aussi de la métropole stéphanoise y sont sommairement rappelées. Les navettes domiciles – travail entre la ville centre et ses localités voisines sont notamment mises en relief avec les enjeux de redynamisation du centre-ville où la localisation commerciale n'est pas neutre. Cette dernière est ici mise en perspective avec les interrogations sur l'accessibilité des commerces du centre-ville. Localisation commerciale et flux de logistique urbaine générés étant intimement liés

comme déjà évoqué, nous nous demandons alors comment se pose localement la problématique de la logistique urbaine.

1.1. La ville de Saint-Etienne comme terrain d'étude

Ville en pleine transition post industrielle, Saint-Etienne se soustrait progressivement au registre des *shrinking cities* avec une mue vers le tertiaire de son économie, brandissant entre autres, l'étendard « Ville de Design ». Nous avons choisi la ville de Saint-Etienne comme terrain d'étude pour illustrer notre réflexion sur l'impact environnemental des flux amont et aval de la logistique urbaine. L'hypothèse étant que ces flux et leur impact environnemental sont sensibles à la localisation commerciale, nous essayons d'abord dans ce paragraphe de préciser les enjeux autour de la localisation commerciale en partant de la répartition spatiale de la population, des activités économiques et des mobilités quotidiennes induites. Ensuite, quel état des lieux peut-on faire de la question de la logistique urbaine à Saint-Etienne, et comment se pose le problème ?

1.1.1. Organisation administrative

Saint-Etienne est la ville centre de la métropole de Saint-Etienne constituée de 53 communes totalisant une population estimée à 404 859 habitants au 1^{er} janvier 2017 (Métropole de Saint-Etienne, 2018). Elle est située dans le département de La Loire dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dans le quart Sud-Est de la France.

D'après la géographie en vigueur au 1^{er} janvier 2016 (INSEE), la ville compte 22 quartiers, auxquels s'ajoute La Rochetaillée, petite commune limitrophe au sud, devenue commune associée à Saint-Etienne depuis 1973. Saint-Victor-sur-Loire, un village situé à l'extérieur du territoire géographique de Saint-Etienne, fait partie de ces 22 quartier pour avoir été fusionné à la ville depuis 1969. Elle n'a pas le statut de commune associée, ce statut ayant été créé seulement par la loi sur les fusions et regroupements de communes du 16 juillet 1971 (LegiFrance, 1971).

Ces 22 quartiers sont répartis en six secteurs qui sont en partant de l'ouest : Saint-Victor-sur-Loire, le Centre-ville, le Nord-Ouest, le Sud-Ouest, le Nord-Est, et le Sud-Est. On pourrait ajouter La Rochetaillée comme le septième secteur de la ville. La répartition des quartiers par secteur est présentée dans le tableau III-1 et sur la carte de la figure 3-2 adaptée de Ville de Saint-Etienne (2019).

Tableau III-1 : les quartiers de Saint-Etienne par secteur- Source : Ville de Saint-Etienne (2019)

Secteurs	Quartiers
Saint-Victor-sur-Loire	Saint-Victor-sur-Loire
Nord-Ouest	La Terrasse, Bergson, Bel Air, Momey, Le Golf ; Côte Chaude, Michon, Grand-Clos ; Carnot, Foch, Montaud ; Couriot, Tarentaize, Beaubrun ;
Sud-Ouest	Badouillère, Colline des Pères, Tardy ; Cotonne, Montferré, Béraudière, Montmartre, Le Devey, Malacussy ; Centre-deux, Bizillon, Saint-Roch, Valbenoite. Le Mont, La Jomailière, Croix de L'orme, Solaure ; La rivière, Bellevue, Valfuret, Le Bernay
Centre-ville	Jacquard-Préfecture ; Crêt de Roc- Fourneyron- Chateaucieux ; Chavanelle-Hyper centre
Nord-Est	Monthieu, Pont-de-l'âne, St François ; Le Soleil, Méons, Grangeneuve, Le Marais Montreynaud, Molina, La Chèvre, La Bâtie, La Girardière.
Sud-Est	Le Portail rouge, Parc de l'Europe, La Palle, La Métare ; Vivaraise, Fauriel ; Villeboeuf, La Dame Blanche, Montchovet, La Marandinière, Beaulieu ; Terrenoire ; Monplaisir, La Richelandière.
La Rochetaillée	La Rochetaillée

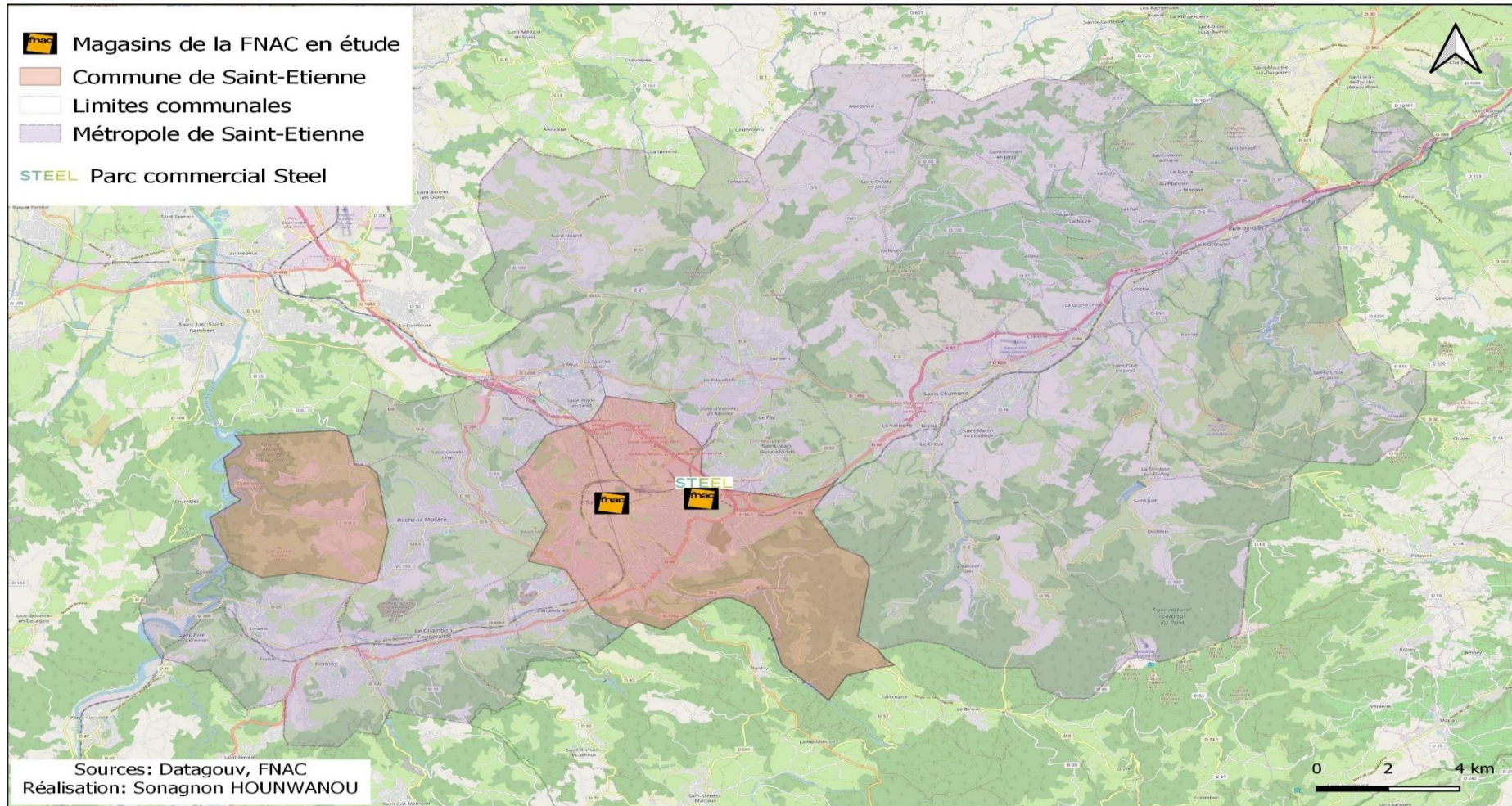
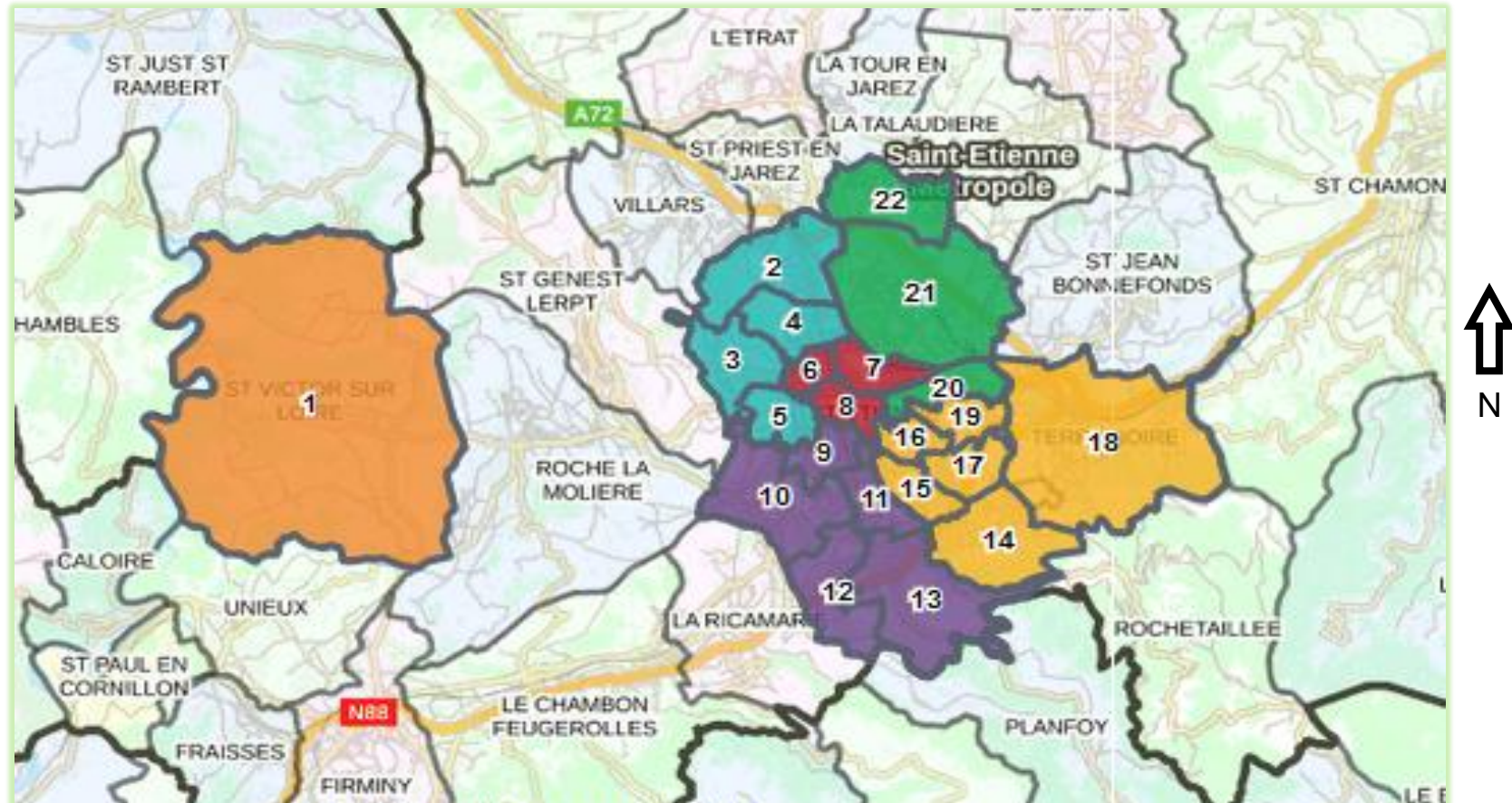


Figure 3-1 : La commune de Saint-Etienne au cœur de sa Métropole



1 : St Victor sur Loire ; 2 : La Terrasse, Bergson, Bel Air, Momey, Le Golf ; 3 : Côte Chaude, Michon, Grand-Clos ; 4 : Carnot, Foch, Montaud ; 5 : Couriot, Tarentaize, Beaubrun ; 6 : Jacquard, Préfecture ; 7 : Crêt de Roc, Fourneyron, Chateauxreux ; 8 : Hyper-centre, Chavanelle ; 9 : Badouillère, Colline des Pères, Tardy ; 10 : Cotonne, Montferré, Béraudière, Montmartre, Le Devey, Malacussy ; 11 : Centre-deux, Bizillon, Saint-Roch, Valbenoite. ; 12 : Le Mont, La Jomailière, Croix de L'orme, Solaure ; 13 : La rivière, Bellevue, Valfuret, Le Bernay ; 14 : Le Portail rouge, Parc de l'Europe, La Palle, La Métare ; 15 : Vivaraise, Fauriel ; 16 : Villeboeuf, La Dame Blanche, 17 : Montchovet, La Marandinière, Beaulieu ; 18 : Terrenoire ; 19 : Monplaisir, La Richelandière ; 20 : Monthieu, Pont-de-l'âne, St François ; 21 : Le Soleil, Méons, Grangeneuve, Le Marais ; 22 : Montreynaud, Molina, La Chèvre, La Bâtie, La Girardière.

Figure 3-2 : La ville de Saint-Etienne : 22 quartiers repartis en 6 secteurs géographiques (Sources : Ville de Saint-Etienne, 2019)

1.1.2. Dynamiques démographiques, économiques et commerciales

La population de la ville de Saint-Etienne estimée en 2016 à 172020 habitants (Epures, 2018-b) contre 171 057 (INSEE, 2018-a) était en baisse depuis la fin des années soixante-dix. Cette perte de population a atteint 7‰ au cours des années quatre-vingt-dix, mais la ville connaît une stabilisation ces dernières années (INSEE, 2014). Cette population n'est pas uniformément répartie sur le territoire de la ville, ni quantitativement, ni en termes de profils sociodémographiques.

1.1.2.1. Profil sociodémographique et fragilité économique

« La ville de Saint-Étienne présente une mosaïque de quartiers aux profils différents » (B. Balouzat, et A. Simon, 2017). Comme c'est le cas dans d'autres grandes villes, la population stéphanoise, ne présente pas les mêmes profils sociodémographiques d'habitants d'un quartier à l'autre. On y compte plusieurs quartiers prioritaire « politique de la ville » tels que Tarentaize-Beaubrun, La Cotonne-Montferré, de Crêt-de-Roc-Soleil ou Montreynaud. Mais on y dénombre aussi quelques quartiers où la moyenne des revenus est au-dessus de la moyenne nationale. Ces derniers sont plutôt minoritaires, de sorte que c'est la précarité qui domine. Une piste pour expliquer le niveau modeste des revenus d'une bonne frange de la population est le fort taux de retraités et de personnes sans activité.

Le tableau III-2 suivant est réalisé à partir du recensement de la population de 2015. Il présente la répartition des catégories socioprofessionnelles de la population stéphanoise de 15 ans et plus à Saint-Etienne. Si la proportion d'employés et d'ouvriers y est importante, on y remarque surtout que les retraités et autres personnes sans activité totalisent à eux seuls plus de la moitié de cette population.

L'INSEE situe le seuil de pauvreté monétaire à un revenu inférieur à 60% du revenu médian en France. Ce revenu médian, limite en dessous de laquelle se situent les revenus de la moitié des ménages français, était de 20300 Euros en 2015 (INSEE, 2018-c). La figure 3-3 représente les proportions de ménages dont les revenus sont situés en dessous de ce seuil de pauvreté de la ville de Saint-Etienne par IRIS. Les données de utilisées sont tirées de la base FILOSOFI de l'INSEE pour la commune de Saint-Etienne en 2015. On y remarque que même les quartiers du secteurs Centre-ville abritent des proportions élevées de ménages à très faibles revenus.

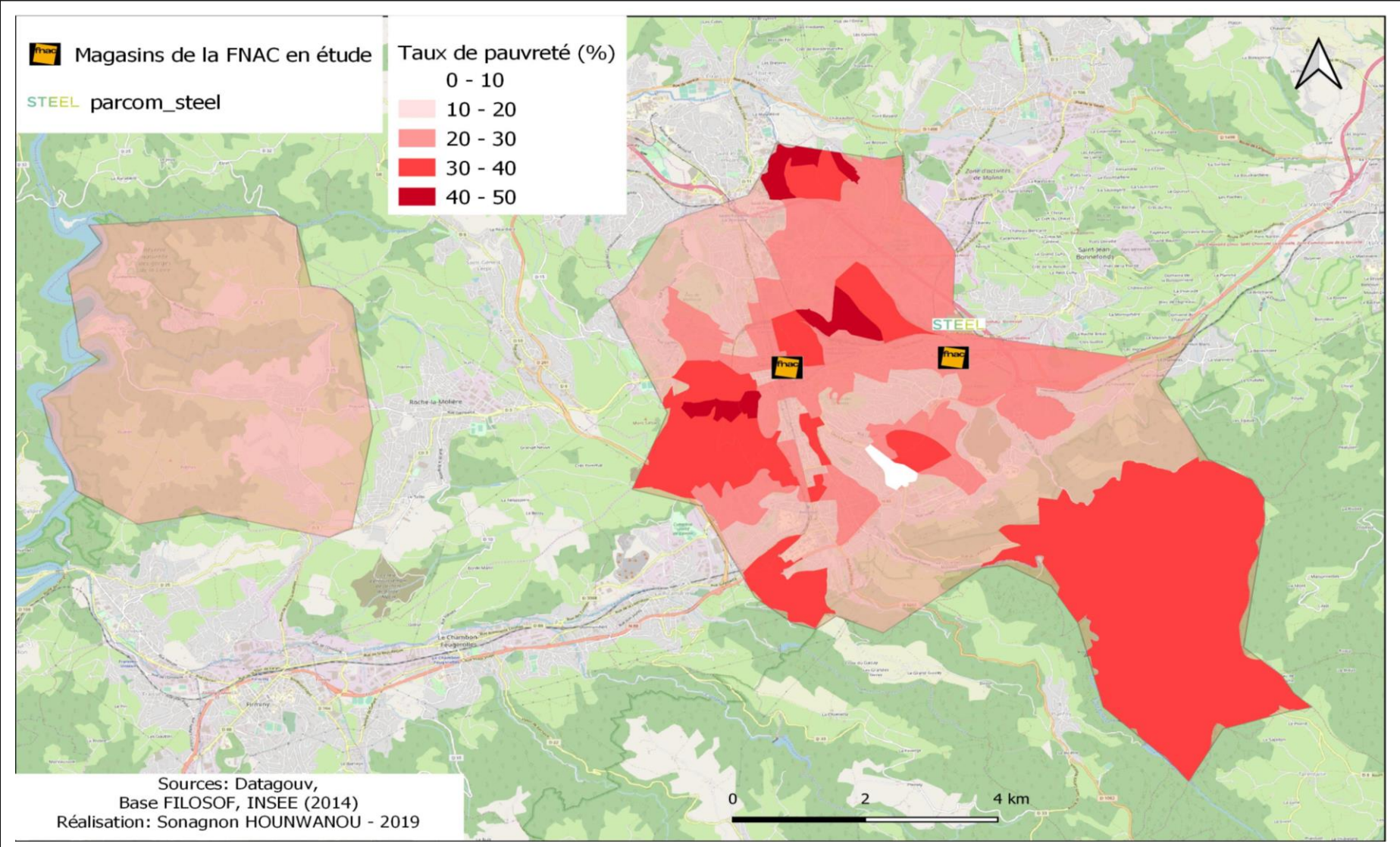


Figure 3-3 : la pauvreté à Saint-Etienne (Réalisation : Auteur. Données : Base FILOSOFFI INSEE)

Tableau III-2 : Répartition de la population stéphanoise de 15 ans et plus (INSEE, 2018-a)

	Hommes	Femmes	Part en % de la population âgée de			Part en % de la population 15 ans et plus
			15 à 24 ans	25 à 54 ans	55 ans ou +	
Ensemble	66 100	75 828	100,0	100,0	100,0	100%
Agriculteurs exploitants	18	22	0,0	0,0	0,0	0%
Artisans, commerçants, chefs d'entreprise	2 810	974	0,6	4,6	1,4	2,7%
Cadres et professions intellectuelles supérieures	6 058	4 212	3,1	12,5	3,4	7,2%
Professions intermédiaires	8 376	9 281	7,3	21,9	4,3	12,4%
Employés	5 323	15 608	12,8	24,1	5,2	14,7%
Ouvriers	14 546	3 319	9,8	21,2	4,2	12,6%
Retraités	16 569	23 261	0,0	0,3	73,7	28%
Autres personnes sans activité professionnelle	12 400	19 152	66,3	15,5	7	22,2%

L'hypercentre de Saint-Etienne, comme plusieurs quartiers, abrite donc une part importante de personnes économiquement fragiles.

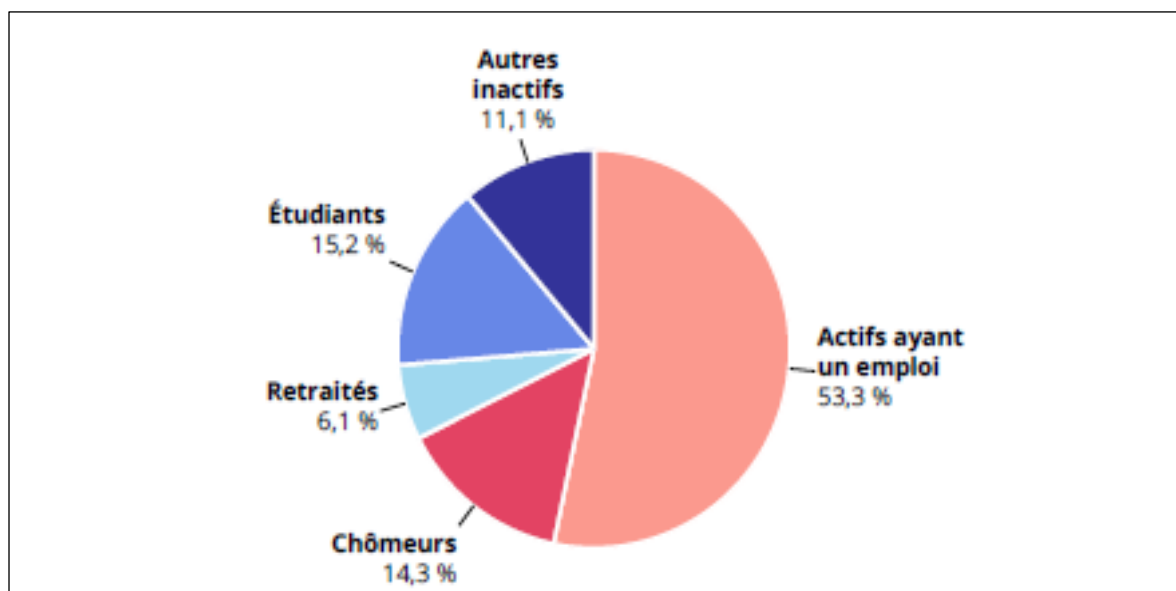


Figure 3-4 : population 15-64 par type d'activité en 2015 à Saint-Etienne (source des données : INSEE, 2018-a)

En effet, sur une population totale de 13870 habitants, les 15-64 ne représentent que les deux-tiers. De plus, près de la moitié (45%) de ces 15-64 est constituée de personnes soit au chômage,

soit inactives. Nous verrons plus loin que ce même quartier offre presque autant d'emplois salariés que la population qui y habite, notamment dans le commerce et l'industrie. Ces mêmes proportions se retrouvent à l'échelle de la ville entière comme l'illustre la figure 3-4 tirée de INSEE (2018-a).

Les emplois du centre-ville comme une grande partie des emplois dans la ville de Saint-Etienne sont donc occupés par des actifs qui viennent le plus souvent d'autres communes de la métropole.

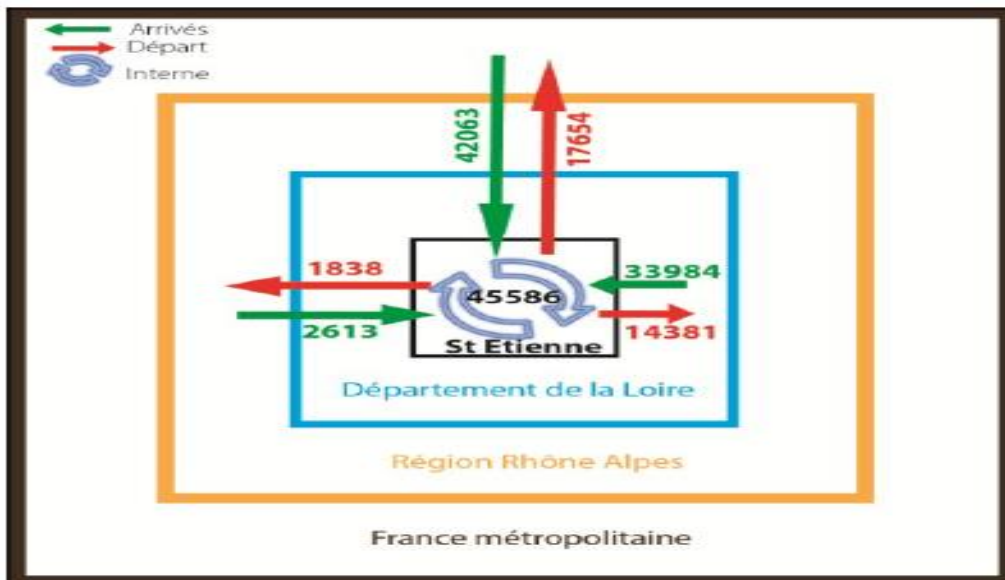


Figure 3-5 : échange de flux de mobilité domicile-travail entre Saint-Etienne et son entourage en 2010 (SN, 2010 P42)

L'hypercentre reçoit, comme toute la ville de Saint-Etienne, d'importants flux de déplacements centripètes en provenance des communes voisines, comme le démontrent plusieurs travaux dont S. Maury et P. Bertrand (2014) pour le compte de l'INSEE. La figure 3-5 illustre les échanges de flux de mobilité domicile –travail entre Saint-Etienne et son voisinage. Elle montre que la ville reçoit un solde de 40% de l'ensemble de ses emplois de l'extérieur. La majorité de ces flux en direction de Saint-Etienne vient du département de la Loire.

En termes de choix modal, La figure 3-6 récapitule les modes de déplacement utilisés pour se rendre au lieu de travail situé à Saint-Etienne. L'INSEE (2018-a) montre ainsi que les déplacements automobiles restent prépondérants au niveau de la métropole, même si la part des transports en commun n'est pas négligeable.





Figure 3-6 : modes de déplacement domicile-travail à Saint-Etienne (Source : INSEE, 2018-a)

1.1.2.2. *La discutable accessibilité des commerces de l'hypercentre au projet d'une nouvelle centralité commerciale*

La ville de Saint-Etienne compte 16922 entreprises en 2015 (INSEE, 2018). L'agence d'urbanisme de la métropole stéphanoise (EPURES) a analysé la santé des entreprises dans le département de la Loire. Sa conclusion est que les entreprises stéphanoises se portent légèrement mieux que la moyenne française et celle dans la région Auvergne-Rhône-Alpes comme le montre la figure 3-7 (Epures, 2018-a).

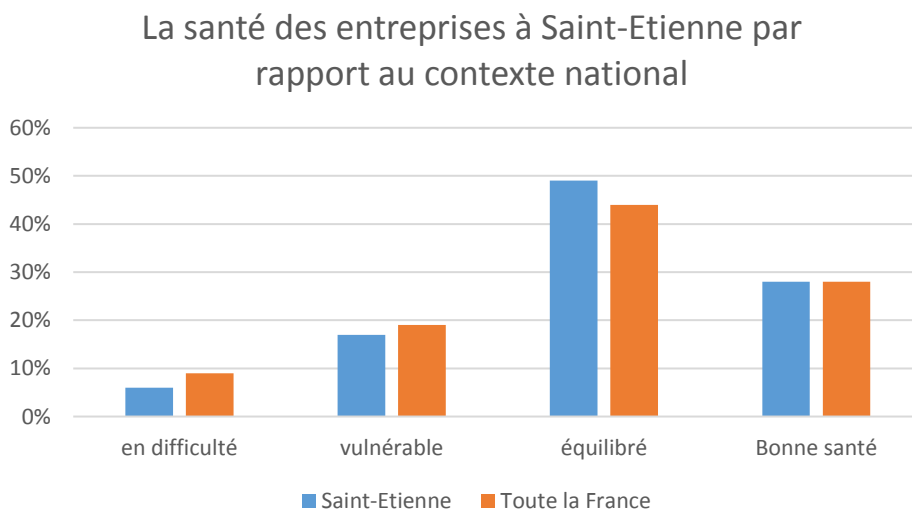


Figure 3-7 : La santé des entreprises stéphanoises (adapté de Epures, 2018)

En 2016, l'hyper-centre de Saint-Etienne concentre environ 17% des emplois de toute la ville, soit 13300 postes salariés. Les services se taillent la grande part (89%), y compris l'administration publique qui offre à elle seule 50% de l'ensemble. Le commerce vient ensuite avec 8% des emplois devant l'industrie avec 2%.

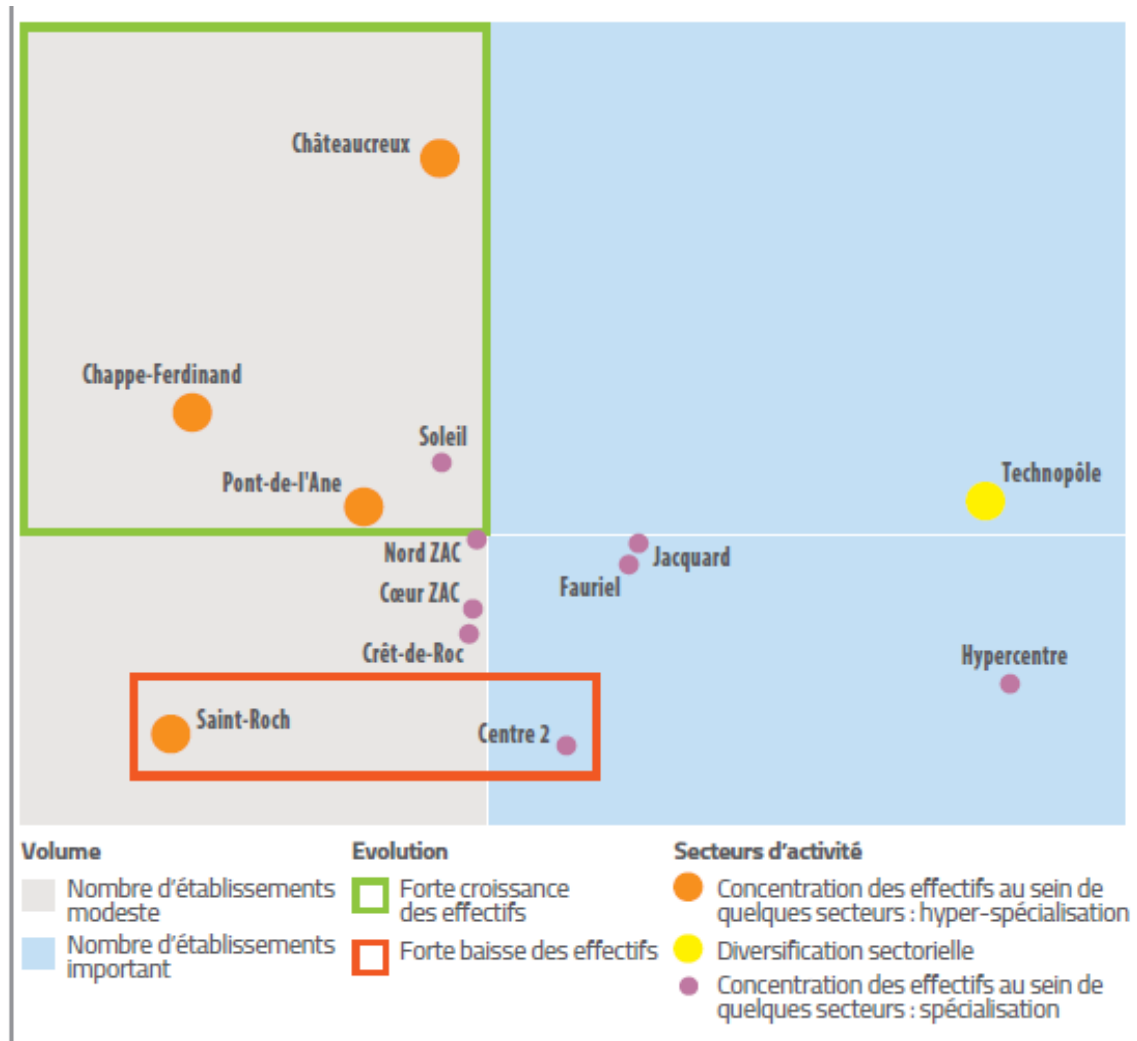


Figure 3-8 : Positionnement de l'hypercentre de Saint-Etienne par rapport à d'autres quartiers (EPURES, 2016)

Une analyse en composante principale des données économiques relatives à plusieurs quartiers de Saint-Etienne a permis de réaliser le schéma de la figure 3-8. Cette analyse a pris en compte les variables telles que le nombre d'emplois, le nombre d'établissements, l'évolution des effectifs et l'indice de Herfindahl-Hirschmann qui permet de mesurer la concentration sectorielle de chaque quartier (Epures, 2018-b). Elle démontre que dans l'hypercentre de Saint-Etienne, les emplois sont concentrés dans quelques secteurs d'activité, mais que les quartiers tels que Chateauxcreux ou Chappe-Ferdinand sont encore plus spécialisés. De plus, ces derniers quartiers ont un nombre modeste d'établissements, mais sont en forte croissance d'effectifs tout comme celui de Monthieu-Pont-de-l'âne.

Il semble donc plutôt cohérent que le centre-ville de Saint-Etienne concentre l'attention des acteurs publics et du monde économique pour sa redynamisation. Il concentre en effet une

grande part des emplois de la ville. De plus, son dynamisme constitue la vitrine de la ville. Le développement de cette ville-centre peut exprimer la vitalité de tout le territoire qui l'entoure, car « une ville existe d'abord par son arrière-pays » (F. Hubert, 2014). En fait, la ville centre d'un territoire n'est-elle pas toujours la grande ville d'à côté (D. Lestoux, 2018) ?

Les politiques urbaines d'apaisement de la circulation et de promotion de la mobilité douce qui caractérisent aujourd'hui les centres villes sont aussi déployées à Saint-Etienne. L'accessibilité automobile y est relativement difficile. Le cœur de ville stéphanois est partiellement piétonnisé, un périmètre Zone 30 englobe le centre-ville et le stationnement automobile y est contraint. Heureusement, l'offre de transport en commun desservant ce centre-ville est bien fournie. Mais l'accessible suppose une origine et une destination. D'après le plan du réseau de transport en commun, cette accessibilité du centre-ville de Saint-Etienne en transport en commun est discutable. En effet, le centre-ville semble bien connecté depuis la plupart des quartiers de l'intérieur de la ville. Le réseau de transport en commun est d'autant plus dense qu'on s'approche du centre-ville. Un tramway relie d'une part le sud de la ville à l'hôpital universitaire située dans la commune de Saint-Priest-en-Jarez au nord et d'autre part la gare de TGV à la ville. Le centre-ville est aussi alimenté depuis les différents quartiers par plusieurs lignes de bus dont des trolleybus. Cependant, les autres communes de la métropole sont moins accessibles (STAS, 2017). Le réseau de transport s'est enrichi de plusieurs lignes dites « Métropole » dès l'automne 2017. Mais leur nombre et surtout leur fréquence ne suffit pas encore à rendre la ville centre véritablement accessible en transports en commun.

Le centre-ville de la ville centre reste finalement difficile d'accès lorsqu'on vient de l'intérieur de la métropole, et ses commerces aussi par ricochet. Une part importante du pouvoir d'achat des actifs de la métropole pourrait ainsi échapper à ces derniers. Si ce problème ne se pose pas pour les commerces de proximité, les commerces qui ont vocation à rayonner plus large pourraient souffrir de ne pas pouvoir capter une clientèle à l'échelle de la métropole. Cette situation soulève plusieurs questions à l'analyse. On peut supposer que les déplacements en direction de ces commerces s'intègrent dans des pérégrinations journalières intégrant par exemple les déplacements domicile-travail. Ainsi, même si le domicile-travail se fait en voiture en direction de la ville centre, la bonne connexion du centre-ville aux foyers d'emplois en transports en commun pourrait faciliter l'accès à ses commerces. A l'opposé, rien n'empêche non plus de supposer que l'usage de la voiture appelle davantage d'usage de la voiture comme le voudrait le concept de l'autogénération du trafic automobile (F. Héran et P. Tostain, 1994).

Ainsi, du fait des déplacements domicile-travail effectués en voiture particulière, les commerces du centre-ville de Saint-Etienne pourraient perdre une clientèle potentielle en faveur d'autres localisations commerciales plus accessibles. Une réflexion sur l'importance des navettes domicile-commerces-domicile et le choix modal qui y est associé sur le territoire métropolitain pourrait éclairer davantage.

Face à cette accessibilité relativement mitigée du centre-ville, les acteurs publics de la métropole stéphanoise ont fait le choix de proposer une localisation commerciale alternative à l'hypercentre pour des enseignes sortant du lot des commerces de proximité. Le projet proposé est un parc d'activité commerciale dénommé *Steel*, et positionné à l'Est en entrée de ville, proche des axes routiers reliant les communes de l'intérieur de la métropole.

Finalement, la ville de Saint-Etienne est caractérisée par une classe moyenne localisée dans sa couronne périphérique, avec une population économiquement fragile en centre-ville. La plus-value économique attendue, par les politiques de revitalisation du centre-ville n'est donc pas garantie. Cela semble contraster avec les conséquences généralement observées pour ce type de politiques urbaines. Ces dernières sont censées plutôt générer une gentrification du centre-ville, qui accueille alors des classes moyennes au fort pouvoir d'achat visées par des entreprises qui se bousculent alors pour s'y installer.

On est alors tenté de se poser la question de la viabilité des commerces du centre-ville qui, pour une ville centre d'agglomération, ne peuvent pas tous se réduire à des commerces de proximité. Dans un contexte d'accessibilité automobile contrainte du centre-ville, comment rendre les commerces accessibles à leur clientèle ? Une meilleure connexion en transports en commun des communes de résidence de ces actifs au centre-ville serait-elle financièrement envisageable d'une part, et d'autre part, pourrait-elle favoriser un report modal suffisant ? Faudra-t-il plutôt envisager pour certains commerces une localisation moins centrale et davantage positionnée sur les itinéraires habituels de leurs clients potentiels ? Quelles pourraient en être les conséquences pour les autres commerces du centre-ville, et pour l'impact environnemental de la distribution urbaine ?

1.1.3. Enjeux de logistique urbaine à Saint-Etienne

Une étude commanditée par la collectivité, montre qu'en 2012 à Saint-Etienne, 43 % des activités économiques génératrices de flux se situent à l'intérieur du périmètre délimité par le boulevard urbain. Mieux, 34 % du commerce de détail et 10 % du commerce de gros sont

localisés à l'intérieur de ce périmètre. Ils génèrent pour le commerce de détail seul, 56 % des flux de livraison de marchandises destinés aux activités sédentaires dont les marchandises ne sont pas périssables. D'après cette étude, les transporteurs déclarent 1832 mouvements par jour pour le compte des messageries dont 18% en messagerie traditionnelle et 82% en express. Le quart de ces mouvements se fait en trace directe et le reste en tournées. Pour le mode de gestion, 45% des mouvements se fait sur compte propre expéditeur, 18% en compte propre destinataire et le reste, soit 37% est fait par des transporteurs pour compte d'autrui. Mais cette étude qui a interrogé les commerçants révèle aussi que 75% de ceux-ci sont livrés par plus d'un opérateur (Interface Transport, 2012, cité par F. Belouanas, 2014).

Ainsi photographiées, les livraisons de marchandises inter-établissements exercent une pression considérable sur l'environnement urbain. Le Plan climat du territoire, d'après les données de 2007, (en attendant la validation actuellement en cours d'un nouveau Plan climat), indique en effet que le secteur des transports est le premier secteur d'activité responsable des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire avec 32% des émissions. Ce chiffre se décompose comme le montre la figure 3-9. Ainsi, les voitures particulières sont à l'origine de plus de 56% des émissions routières de Saint-Etienne Métropole, et les deux autres catégories qui ont un poids important dans les émissions sont les poids lourds et les véhicules utilitaires légers (41% cumulés) (Plan Climat de Saint-Etienne, 2011 : 23).

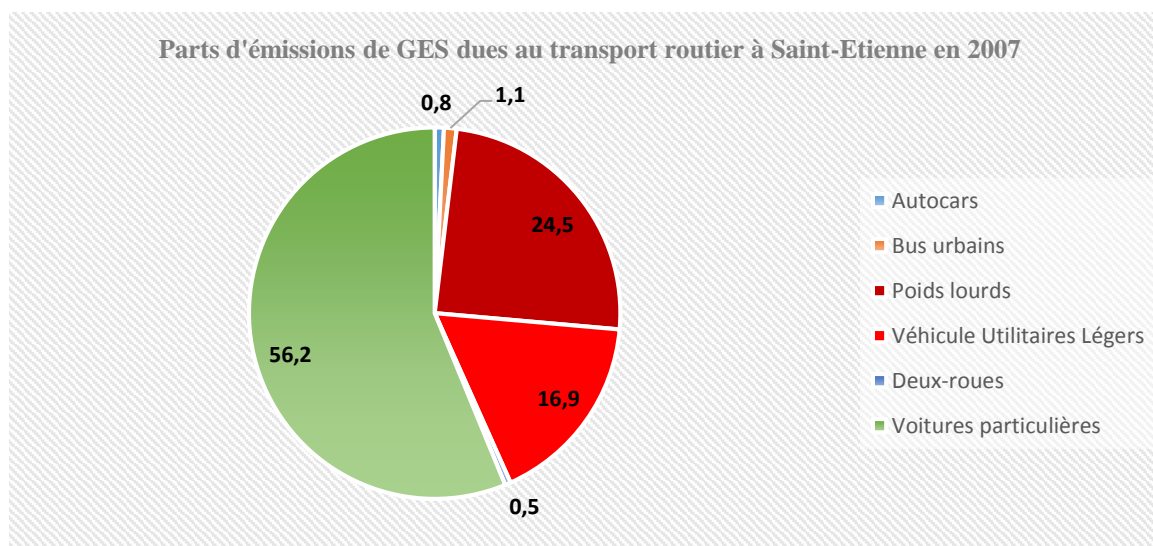


Figure 3-9 : Répartition en % des émissions de gaz à effet de serre par mode de transport à Saint-Etienne en 2007.

Adapté du Plan Climat Saint-Etienne 2011

Les véhicules poids lourds et utilitaires légers destinés au transport de marchandises pour l’approvisionnement des magasins totalisent à eux seuls plus de 41% des émissions. La part d’émissions de l’ensemble des flux de logistique urbaine devrait donc être plus grande. En effet, le motif « achat » constitue une part non négligeable de l’ensemble des déplacements urbains de personnes. Sa part est estimée à Saint-Etienne, sans compter les retours à domicile d’après l’EMD 2010 à plus de 12% en semaine (Le Féon, 2014 :115). On en déduit que le transport de marchandises est responsable à tout le moins, de plus de la moitié des émissions de GES à Saint-Etienne. Mais le bilan environnemental de la livraison de marchandises en ville pourrait être pire. Sur le plan de la réglementation en effet, Saint-Etienne est passée depuis le 30 mai 2016 à la limitation restrictive n’autorisant que les véhicules utilitaires légers (VUL) ayant un PTAC de 3,5 tonnes et les véhicules gros-porteurs électriques et ceux roulant au GNV (figure 3-10). Ces véhicules sont interdits de livraison entre 6 heures et 11 heures le matin. Or, comme évoqué au chapitre précédent, l’accroissement des flux de livraison en VUL à quantité de marchandises égales est l’une des conséquences immédiates de cette limitation.



Figure 3-10 : limitation d’accès gros-porteurs à Saint-Etienne. (Source : Maison du transport-Loire)

En conclusion, il va de soi que les acteurs publics réfléchissent aux solutions de logistique urbaine à adopter pour infléchir cette tendance. L’une des actions phares dans cette optique a été la mise en place en 2013 d’un Centre de Distribution Urbaine (CDU) dénommé *Simplicité*.

Ce dispositif n'a pas fait l'unanimité auprès des différents acteurs concernés. Alors qu'elles peuvent être identifiées comme de potentiels remettants, certaines entreprises en ont contesté l'efficacité. Le niveau de performance leur semblait peu intéressant comparé à leur dispositif individuel de livraison. Le CDU s'est retrouvé à fonctionner en captant seulement 5% du marché constitué par l'ensemble des livraisons du centre-ville (K. Evrard-Samuel et V-D Cung, 2015). L. Faure (2015) en simulant plusieurs scénarios de types de véhicules de livraison (électrique, thermiques, hybrides, GNV), mais aussi des scénarios tarifaires différents, a montré que le modèle économique du CDU *Simplicity* serait difficilement viable sans un nombre optimal de remettant sur le long terme.

Nous avons déjà cité D. Andriankaja et al. (2015) au chapitre précédent. Ces auteurs ont utilisé la méthodologie de l'ACV, et montré que le CDU de Saint-Etienne avec d'importantes subventions financières publiques ne faisait gagner que peu en termes d'émissions. Ils ont souligné en plus un déplacement d'impacts du local vers le global à travers la livraison par véhicules électriques.

Sans surprise donc, l'activité du CDU *Simplicity* s'est arrêtée en 2017, la collectivité préférant expérimenter d'autres solutions plus porteuses sans toutefois tourner le dos à la mutualisation. Le groupe de La Poste serait pressenti pour prendre le relai de cette activité dès 2018 comme à Lyon et Grenoble d'après nos entretiens avec les élus.

Admettons que les flux de logistique urbaine incluent les flux de réapprovisionnement des magasins, de livraisons au consommateur final et de déplacement d'achat. Comment se poserait alors dans ce cas la problématique de la logistique urbaine à Saint-Etienne avec les enjeux de localisation commerciales évoquées plus haut ?

En 2013 comme évoqué plus haut, les quartiers comme Chateaucieux et Pont-de-l'âne voyaient leur activité économique se renforcer. Aujourd'hui, en tenant compte du projet du parc commercial *Steel*, il faudra sans doute prévoir des changements. La mise en service de ce pôle commercial proche des grands axes routiers peut réduire les flux de réapprovisionnement de magasins et massifier la livraison. Les VUL peuvent être désormais remplacé par davantage de gros porteurs. A l'opposé, les flux aval, et notamment les déplacements d'achat risquent sans doute de s'allonger, mais dans quelles proportions ? Comment anticiper sur le bilan environnemental de cette réorganisation commerciale du territoire qui se profile ?

Dans la continuité de cette première partie du paragraphe, la suivante introduit le cas d'étude que nous avons mobilisé tout le long de cette thèse. Il s'agit d'un déménagement de magasin du centre-ville vers la périphérie, qui semble concentrer en soi un grand nombre des questionnements portés par la ville et la métropole.

1.2. Déménagement de la FNAC de Saint-Etienne : présentation du cas d'étude.

Dans le contexte stéphanois décrit ci-dessus, le déménagement de la FNAC de Saint-Etienne s'est offert comme un cas d'étude opportun pour creuser les questionnements portés dans notre réflexion. Il s'agit en fait d'un des magasins qui portent les autres commerces du cœur de ville, qui décide de partir du centre-ville pour s'installer dans un centre commercial de la périphérie Est, quartier où est projeté le parc commercial évoqué plus haut.

1.2.1. FNAC Saint-Etienne : contexte du déménagement

1.2.1.1. La FNAC de Saint-Etienne : un magasin à sa place en centre-ville ?

Créée en 1954 en France par deux opérateurs économiques français, Max Théret et André Essel, la FNAC se définissait comme une « Fédération Nationale d'Achat ». Au départ son objectif était de permettre à des commerçants de divers domaines inscrits sur ses carnets d'achats d'offrir des remises à des clients tout en lui versant à elle des commissions. Elle ne se spécialisera que plus tard dans la distribution de produits culturels. La FNAC a fait sa renommée sur un modèle économique plus coopératif que libéral, tourné vers les intérêts du client. Le sigle changera sa définition en constatant que sa clientèle était composée de plus de 80%. Elle devient alors « Fédération Nationale d'Achat des Cadres ». La FNAC s'est spécialisée avec le temps dans la distribution des produits culturels et la billetterie spectacle, dans la photographie (matériels et reproduction), dans l'électroménager et les produits électroniques, les jeux et jouets pour enfants et les produits et équipements de maison et le design (A. Essel, 2007 ; Groupe FNAC, 2017).

Depuis son premier magasin sur le boulevard Sébastopol à Paris, la FNAC a fait progressivement son expansion à l'intérieur de Paris, puis dans plusieurs villes françaises et à l'international. Il dispose aujourd'hui de 148 magasins et boutiques dans le monde dont 48 à l'étranger répartis en Europe (Suisse, Italie, Belgique, Portugal et Espagne notamment) Amérique du sud (notamment au Brésil), au Moyen Orient (Qatar), et en Afrique (Maroc, Cameroun, Côte-d'Ivoire, Congo-Brazzaville).

Mais, connue à l'origine pour être installée dans les centre-ville puis dans les gares et les aéroports, la FNAC a fait évoluer son modèle économique et développe une stratégie dite « multicanale ». Elle a notamment créé un format adapté à la périphérie urbaine dès 2006. La FNAC estimait alors que le marché de biens culturels et techniques était d'environ 10 milliards d'euros en France en centre-ville et de la même taille dans le périurbain. Alors qu'elle détenait environ 27% du marché en centre-ville, elle ne captait que 5% en périphérie. L'objectif était donc d'aller concurrencer les acteurs de ce marché. Le premier magasin de la série était celui de Bordeaux-Lac en périphérie de Bordeaux ouvert en septembre 2006. Plusieurs autres magasins de ce format ont suivi. Les FNAC de périphérie sont généralement installées à l'intérieur de centres commerciaux. Le déménagement de la FNAC de Saint-Etienne vient donc allonger leur liste.

1.2.1.2. Contextes du déménagement de la FNAC

C'est dans ce contexte où le format FNAC « périphérie » existe déjà depuis plus de 10 ans que le déménagement du magasin du centre-ville stéphanois intervient. L'installation d'un magasin dans un centre-commercial en périphérie était donc déjà concevable au sein de l'entreprise. Mais d'autres facteurs propres au magasin ont incité à ce déménagement.

Pour le cas de FNAC Saint-Etienne, la décision de déménagement coïncidait presque avec le rachat de DARTY par la FNAC intervenue en mai 2016. Darty Saint-Etienne ayant déménagé deux ans plus tôt dans le même quartier en périphérie, on serait tenté de faire un lien entre les deux événements. Mais d'après les entretiens que nous avons eus avec les responsables de la FNAC de Saint-Etienne, les raisons sont à rechercher ailleurs. Le magasin installé en centre-ville connaissait des difficultés. Les charges immobilières notamment pesaient trop lourd face aux résultats. Nous avons évoqué plus haut l'accessibilité du centre-ville stéphanois pour une partie de la clientèle à l'échelle du bassin de vie, que le magasin était censé couvrir. On pourrait soupçonner qu'une amélioration de cette accessibilité aurait changé la situation du magasin. Le projet d'agrandissement de la galerie commerciale de Monthieu était donc pour les responsables de la FNAC Saint-Etienne, une opportunité à saisir. La métropole de Saint-Etienne avait entrepris dans le même quartier périphérique de la ville, le projet du parc commercial *Steel*. L'intérêt stratégique de cet emplacement, déjà étudié dans le cadre de ce projet *Steel* pouvait donc permettre de faire des économies d'échelles en s'installant tout près.

Or, la FNAC de Saint-Etienne était une raison supplémentaire pour beaucoup de consommateurs de fréquenter le centre-ville. Plusieurs autres magasins « satellite » profitaient ainsi de la clientèle drainée par cette locomotive. On se doute bien alors, que son déménagement initie un ensemble de questionnements au sujet du commerce de centre-ville. Sans en faire le sujet principal de notre réflexion, nous pourrions aborder ces questionnements en mettant en perspective les effets sur le commerce de centre-ville du projet *Steel*.

Situé en entrée de ville, au croisement de trois grands artères qui bordent la ville de Saint-Etienne, le quartier de Monthieu s'insère aujourd'hui dans un continuum d'habitat. Il demeure cependant un faubourg pour la ville de Saint-Etienne. D'après le site *kelquartier.com*¹⁷ Monthieu forme avec La-Dame-Blanche et La Richelandière-Montplaisir, un quartier de 10800 habitants, avec une densité de 6060 habitants au km², presque trois fois plus élevée que celle de la ville elle-même déjà assez dense (2100 habitants au km²).

D'après les travaux de Epures (2018-b), le quartier Monthieu-Pont-de-l'âne est fort de 1330 postes salariés en 2016, après en avoir gagné 5% depuis 2014. Ces emplois se répartissent dans le commerce (58%), l'industrie (25%), les services (14%), le transport, l'entreposage et la construction (3%).

La figure 3-11 présente les deux localisations de la FNAC et indique la proximité du parc commercial *Steel* en projet avec la nouvelle localisation du magasin après son déménagement.

Le déménagement de la FNAC de l'hypercentre vers ce quartier présente donc un intérêt scientifique qui cadre avec la réflexion présentée dans ce mémoire. Nous y trouvons un cas d'étude précurseur. Il permet en effet d'observer et d'analyser dans une démarche monographique, les conséquences d'un changement de localisation pour un commerce en difficulté dans l'hypercentre stéphanois. Ces conséquences peuvent concerner l'activité économique et l'animation du centre-ville, la perte d'emploi due à ce changement, la recomposition des flux de logistique urbaine et leur impact sur l'environnement. Ces deux derniers sujets mobilisent davantage notre réflexion que les autres. La FNAC Saint-Etienne est livrée en trace directe depuis une plateforme logistique de la région de Lyon, comme 25% de toutes les livraisons dans cette ville. De plus, plus de 80% des livraisons y sont faites en messagerie express comme à la FNAC. Une telle monographie ne manquerait donc pas d'intérêt

¹⁷ Site internet spécialisé dans l'identification selon plusieurs critères, au profit des potentiels futurs habitants, des quartiers de villes et de petites communes. <http://www.kelquartier.com/>

pour d'autres entités commerciales. Cependant, la FNAC de Saint-Etienne comme nous le montrerons plus loin, ressemble moins à un commerce de proximité qu'à un magasin à rayonnement métropolitain. Son déménagement pose à nouveau la question de l'étalement urbain, et plus spécialement du desserrement commercial. Cette question est bien distincte du desserrement logistique évoqué dans la littérature. Aussi faudrait-il préciser que la question du desserrement commercial à Saint-Etienne n'est pas forcément au centre de notre problématique de recherche, même si nous ne pouvons pas l'ignorer dans nos travaux.

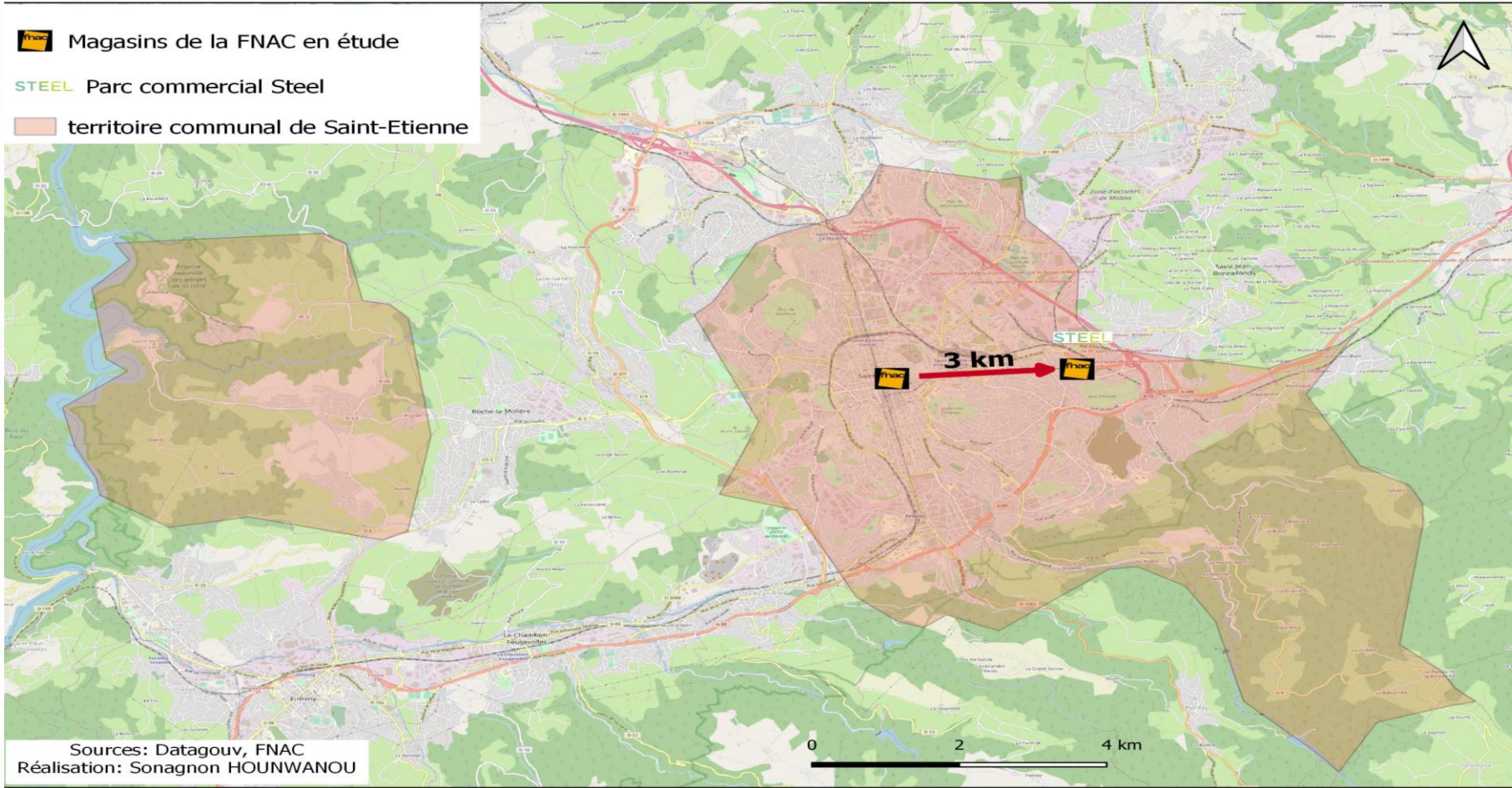


Figure 3-11 : Déménagement de la FNAC Saint-Etienne du centre-ville à 3km plus loin

2. Méthodologie de recherche

Ce paragraphe organisé en trois parties présente la démarche méthodologique générale, détaille la démarche d'observation et précise les outils et méthodes d'analyse mobilisés pour tester les hypothèses formulées. Il sera complété dans chacun des chapitres correspondants respectivement par une section qui détaille l'utilisation faite de ces outils et méthodes.

2.1. *La démarche d'investigation*

2.1.1. Description de la démarche méthodologique

Comme synthétisé sur le schéma de la Figure 3-12, notre démarche méthodologique peut être décrite en quatre étapes. Nous avons commencé par réfléchir à la formalisation d'une démarche de modélisation pour tester chacune des deux hypothèses C'est la première des quatre étapes. La deuxième étape était l'observation sur le terrain qui nous a permis de collecter des données afin d'alimenter nos démarches de modélisation. Nous avons pour cela saisi l'opportunité du déménagement de la FNAC Saint-Etienne déjà présenté un peu plus haut. La troisième étape nous a permis de tester nos hypothèses avec les données collectées. Nous avons développé un modèle d'arbre d'inférence conditionnelle et un modèle logit binomial pour tester la première hypothèse sur le cas du déménagement de la FNAC. Le modèle d'arbre de décision nous a permis d'identifier les facteurs d'influence qui gouvernent la préférence des clients entre une destination et une autre pour le même achat. Ces facteurs identifiés ont ensuite été considérés comme les prédicteurs du modèle logit. Mais avant ces deux modèles, une première analyse descriptive des données collectées sur les déplacements d'achat a été menée. L'objectif en était de montrer l'impact du déménagement sur la clientèle et l'activité du magasin. La seconde hypothèse a aussi été testée avec les données collectées dans le cadre de l'observation du cas d'étude. Il s'agit de montrer l'influence de la localisation du point de vente dans le profil environnemental de l'ensemble des flux de logistique urbaine qu'il génère. Nous avons alors appliqué notre méthodologie d'évaluation à la FNAC dans chacune des deux localisations. Cela nous a permis d'estimer les différentielles pour chacun des impacts considérés.

Après avoir testé les hypothèses tout en testant la solidité de nos démarches, nous proposons dans la quatrième étape, un retour réflexif sur chacune des démarches proposées. Nous discutons de leur reproductibilité et de leurs limites. Mais nous revenons également sur les limites du cas d'étude avant d'ouvrir quelques perspectives en lien avec ces démarches.

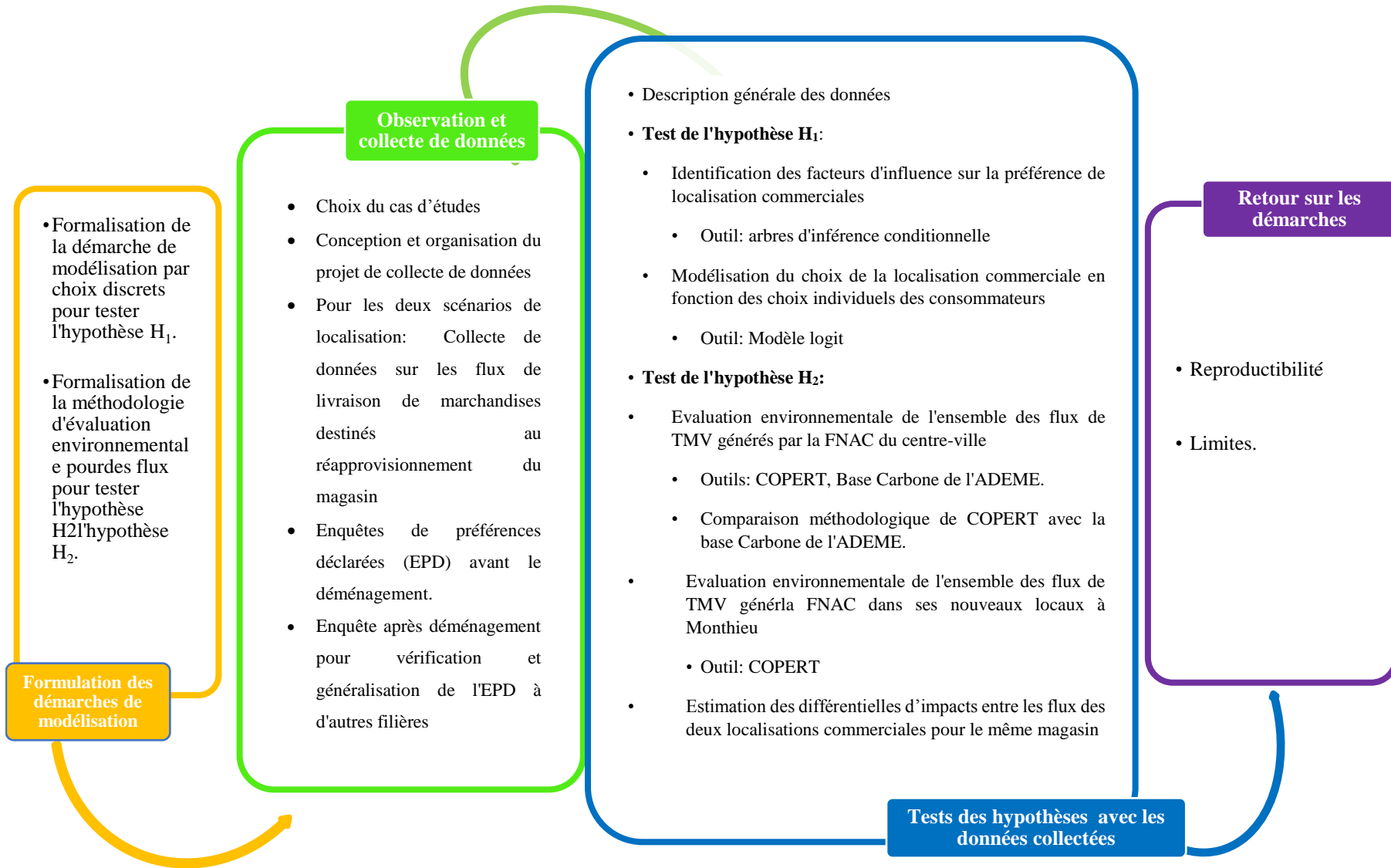
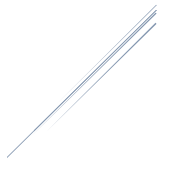


Figure 3-12: la démarche méthodologique générale



2.1.2. Temporalités de l'étude de cas

Notre réflexion s'inscrivant dans les limites d'un projet de recherches doctorales, la documentation de notre cas d'étude était forcément contrainte d'un point de vue temporel. Une seconde contrainte temporelle était imposée par le souci du parallélisme dans la collecte des données entre l'avant et l'après du déménagement. Afin d'obtenir des données comparables, il nous semblait important d'enquêter à la même période de l'année dans chaque scénario de localisation. Cela nous a conduit à mettre en place les deux enquêtes aux mêmes dates avec une année d'écart. En ajoutant à tout ceci la nécessité d'éviter autant que possible les périodes spéciales telles que le temps des achats de Noël, nous avons finalement disposé de peu de temps pour préparer la première enquête. La nouvelle du déménagement du magasin ne nous était en effet parvenue qu'en automne 2016. Nous récapitulons dans le tableau III-2, les temporalités de cette étude.

Tableau III-3 : les temporalités de l'étude de cas

Etape	Activité	Période
Phase préparatoire	Contact avec les responsables du magasin	Septembre-Octobre 2016
	Préparation des questionnaires et guides d'entretien	Septembre-Octobre 2016
	Recrutement des enquêteurs	Octobre-Novembre 2016- Octobre-Novembre 2017
Collecte de données "before"	Collecte d'information sur les flux de livraison de marchandises au magasin du centre-ville	Novembre-décembre 2016
	Enquête en face à face dans le magasin du centre-ville	
Analyse de données "before"	<ul style="list-style-type: none"> • Codification, redressement et traitement 	Janvier-mars 2017
	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse descriptive 	Avril-juillet 2017
	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation des préférences déclarées 	Avril juillet 2017
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de l'impact environnemental des flux du magasin au centre-ville 	Avril- juillet 2017
Collecte de données après le déménagement	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation, du questionnaire d'enquête, mobilisation des enquêteurs et automatisation de l'enquête en face-à-face 	Septembre-octobre 2017

	<ul style="list-style-type: none"> • Enquête en magasin à Monthieu 	Novembre 2017
	<ul style="list-style-type: none"> • Codification, redressement et traitement 	Décembre 2017- Janvier 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse descriptive 	Février –Juillet 2018
Analyse de données après déménagement	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des prédictions du modèle de choix 	Février –Juillet 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation exploratoire pour la généralisation à d'autres magasin stéphanois 	Février-Juillet 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation du différentiel d'impact environnemental des flux générés par le magasin entre les deux localisations 	Février-Juillet 2018
Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> • Communication à la troisième conférence internationale de la recherche européenne sur le commerce de détail tenue à Toulouse en 2016. (<i>3rd Colloquium of European Research on retailing - CERR 2016</i>) Titre de la communication et de l'article publié dans les actes de la conférence : <i>Proposition of a methodology to estimate environmental impacts of upstream and downstream flows generated by urban freight transport.</i> 	Juin 2016
	<ul style="list-style-type: none"> • Communication à l'Euro-Mini conférence sur les avancées en Transport de Marchandises et la Logistique 	Mars 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Publication d'un article dans <i>Transportation Research Procedia</i> suite à la communication 	Juin 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Soumission d'un article à <i>Journal of Retailing</i> sur une méthodologie de choix de localisation commerciale basée sur les choix individuels des consommateurs. 	Décembre 2018
	<ul style="list-style-type: none"> • Projet de rédaction d'un article pour valoriser la méthodologie d'estimation à l'échelle du point de vente, des impacts environnementaux des flux de transport générés par la distribution urbaine 	En cours

2.2. Méthode de collecte de données

La collecte de données dans le cadre de ce travail peut être décomposée en quatre étapes. Une première exploration faite de visites de terrain et d'entretiens d'enquête a permis de caractériser le terrain d'étude ainsi que le magasin dont le déménagement fait l'objet de notre étude. Les visites de terrain concernent d'une part le schéma logistique et la chaîne de réapprovisionnement du magasin, ainsi que ses emplacements avant et après déménagement. D'autre part, ces visites se sont intéressées à l'emplacement de la nouvelle centralité commerciale stéphanoise en périphérie-Est de la ville, dans le quartier « *Monthieu-Pont-de-l'âne* ». Les entretiens d'enquête dans le cadre de cette première exploration ont ensuite permis d'enquêter auprès des autorités municipales mais aussi de l'Agence d'urbanisme de la Métropole stéphanoise, ainsi que de l'Etablissement public d'aménagement de Saint-Etienne (EPASE) en charge des réflexions sur le développement de la zone commerciale dite « *Steel* » déjà évoquée. Cette caractérisation du terrain et du cas d'étude s'est enfin intéressée à la question des liens entre localisation commerciale et ville à travers un benchmark dans d'autres contextes urbains en France et en Europe afin de bien comprendre le cas d'étude, d'identifier et de distinguer ses singularités et ses similitudes d'avec d'autres contextes, dans l'optique de nourrir les futures réflexions sur la généralisation.

La deuxième étape dans la collecte de données consiste à investiguer le magasin avant son déménagement. Cette étape a permis de collecter les données sur l'ensemble du schéma logistique permettant au magasin de se réapprovisionner alors qu'il était encore situé en centre-ville, et sur les déplacements d'achat de ses clients. Cette enquête sur les flux en aval du magasin exclut les achats par internet ne nécessitant pas un retrait en magasin conformément à la Figure 2 qui délimite le cadre de collecte de données.

L'étape suivante s'est déroulée avec un an d'écart, afin de permettre d'obtenir des données caractérisant des périodes commerciales comparables aux fins d'un minimum de symétrie. Elle a permis d'obtenir les données relatives aux flux de réapprovisionnement d'une part et de déplacement d'achat en direction du nouvel emplacement du magasin après son déménagement, ainsi que les caractéristiques du nouveau magasin situé comme déjà précisé, à l'intérieur d'un centre commercial existant.

L'ultime étape de la collecte de données prévue pour s'intéresser au personnel du magasin afin de mesurer l'impact du déménagement entre autres sur leurs déplacements domicile-travail,

leur mobilité résidentielle ainsi que celles de leur ménage n'a pas eu lieu pour des contraintes de temps.

2.2.1. Le périmètre de collecte de données sur les flux

Nous avons évoqué le commerce électronique au chapitre 1 et montré qu'il prend une part progressivement importante dans la distribution urbaine. Nous avons aussi souligné la difficulté à mobiliser des données sur les flux de transport de marchandises générés par le e-commerce et en général par les achats découplés des ménages. Les démarches que nous proposons peuvent prendre s'étendre au commerce électronique. C'est le cas notamment de la démarche de modélisation de la localisation commerciale. L'achat en ligne peut être une alternative aux points de vente physiques. La boutique en ligne peut donc être considérée comme une localisation commerciale. Le e-commerce est en hausse et va certainement engendrer de plus en plus de flux de livraisons en points-relais ou en boîtes logistiques urbaines ou encore à domicile. Mais il convient de nuancer cette progression. De plus, il faudra prendre en compte qu'une partie des achats effectués en ligne est retirés par les clients qui se déplacent quand même en magasin pour le retrait, si ce n'est dans les points relais faisant office de PAM.

La prise en compte des flux d'achats découplés des ménages, dont le commerce électronique génère la grande partie, est indispensable pour maîtriser l'ensemble des flux de la distribution urbaine. Cependant, nous n'avons pas eu accès aux flux de livraisons liés au e-commerce dans notre collecte de données. De plus, nous sommes partis dans notre démarche conceptuelle pour réfléchir à l'importance de la localisation du point de vente physique ainsi que des flux de déplacements d'achat. Nous proposons donc de réduire le périmètre d'études aux flux liés au commerce physique. Dans ce périmètre, sont inclus les flux de déplacements de marchandises s'inscrivant dans le mode d'achat « *click and collect* » où les clients achètent en ligne mais se déplacent en magasin pour retirer leur achat. Dans notre étude centrée sur les flux, cela revient à un simple déplacement d'achat. Nous présentons sur la figure 3-13 les flux pris en compte dans la collecte de données que nous avons effectuée.

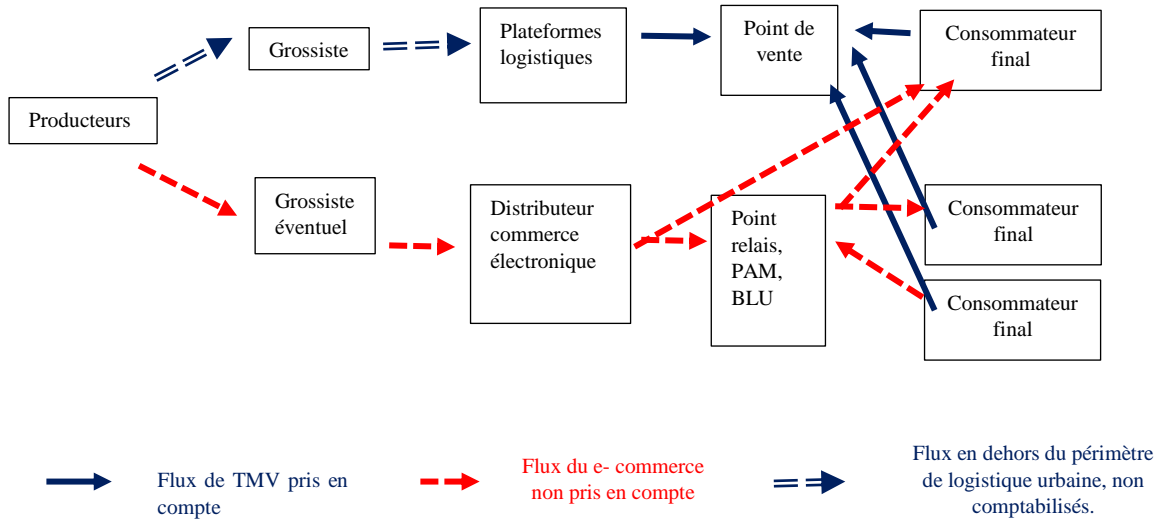


Figure 3-13 : Flux du commerce physique : périmètre des flux pris en compte dans l'études

2.2.2. Collecte de données sur les flux de réapprovisionnement du magasin

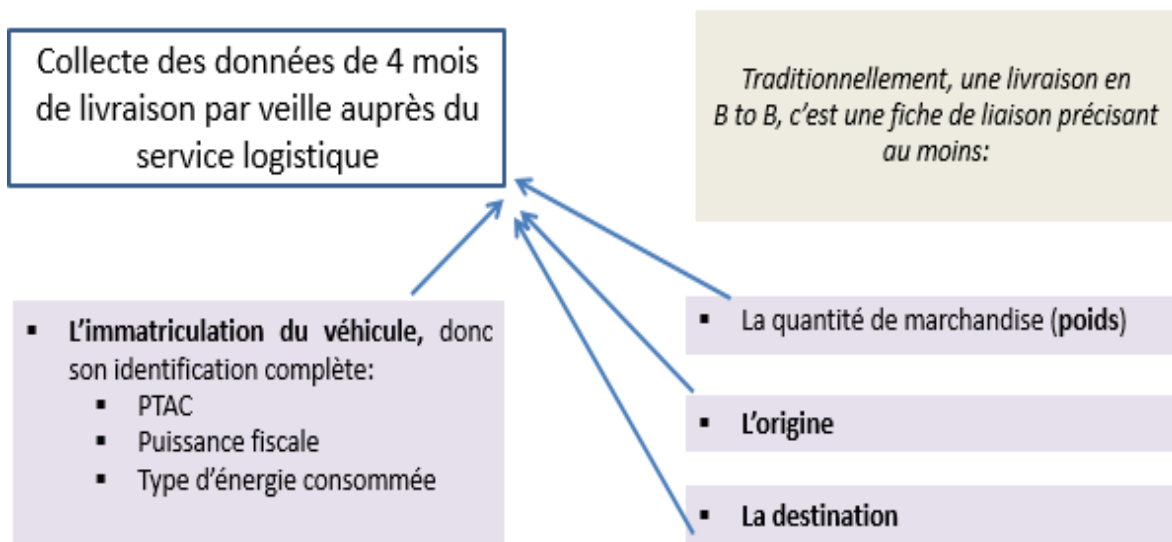


Figure 3-14: collecte de données sur les flux de réapprovisionnement

La livraison de marchandises entre entreprises se fait traditionnellement au moyen de bons de livraisons et de listes de colisage. En France en effet, conformément à l'arrêté du 6 janvier 1993¹⁸, toute livraison par voie routière en France est assujettie à un document valant ordre de mission où figurent toutes les informations relatives à la dite livraison¹⁹. La collecte de données

¹⁸ Publié au journal officiel le 15 janvier 1993 puis modifié successivement le 1^{er} février 1993, en 2004 et en 2011. Confère <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006080852&dateTexte=20111230>

¹⁹ Un modèle type de ces fiches de livraisons se trouve en annexe.

sur les flux de réapprovisionnement du magasin s'est faite sur la base de ces bons de livraisons qui renseignent suffisamment sur les flux, ainsi que le détaille la Figure 3-14.

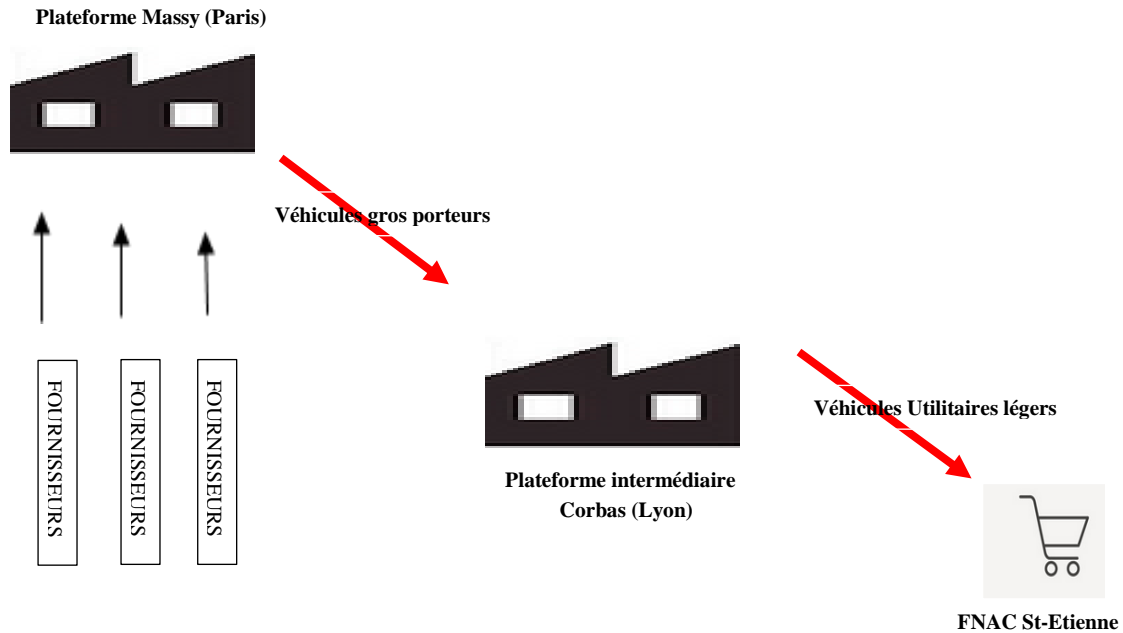


Figure 3-15 : Schéma logistique simplifié de réapprovisionnement du magasin.

D'après la Figure 3-15, les marchandises réceptionnées à la FNAC Saint-Etienne transitent par la plateforme logistique de Corbas en périphérie de Lyon, en provenance de Massy en Ile-De-France. La livraison se fait en trace directe depuis la plateforme de Corbas. La définition du périmètre de l'étude présentée plus loin dans les résultats sur l'évaluation environnementale s'en inspire.

La veille réalisée auprès du service logistique du magasin a permis de collecter systématiquement les informations sur toutes les livraisons de marchandises reçues du 1^{er} septembre au 31 décembre respectivement en 2016 et 2017, soit avant et après déménagement. Une année commerciale entière comporte plusieurs saisons, mais l'hypothèse est ici faite que le réapprovisionnement correspondant à une semaine moyenne de vente peut s'obtenir en rapportant les livraisons sur cette période à la semaine.

2.2.3. Enquêtes en magasin sur les déplacements d'achat

La mise en place et le contenu d'une enquête dépend généralement de l'objectif poursuivi. Ghiglione (1987) par exemple distingue trois principaux objectifs à une enquête :

- L'estimation qui vise généralement à donner un état des lieux ou mesurer des caractéristiques, par exemple à collecter les caractéristiques socio-économiques des personnes qui visitent une exposition.
- La description qui vise généralement le système de représentation de l'enquêté, et qui permet de collecter des informations subjectives afin d'expliquer un phénomène plus objectif
- La vérification d'une hypothèse, dans une démarche déductive en se servant du questionnaire comme outil.

La démarche de collecte de données mise en place avait en point de mire les deux derniers objectifs, et dans une moindre mesure le premier.

2.2.3.1. Préférences déclarées et préférences révélées

La théorie des préférences révélées a été initiée par l'économiste et mathématicien américain Paul Anthony Samuelson. D'après cette théorie, le choix fait par un consommateur entre deux alternatives A et B révèle sa préférence, et cette préférence reste constante sur toute la période durant laquelle on l'observe (Samuelson, 1938). Les préférences révélées font l'hypothèse de la rationalité absolue de celui qui fait le choix, et sont basées sur deux axiomes principaux qui permettent de distinguer « préférence faiblement révélée » et « préférence strictement révélées ». Mais en supposant qu'il y a une troisième alternative C, on peut se demander si effectivement, préférer A à B et B à C signifie préférer A à C. Ce questionnement sur la transitivité dans les choix est appelée « révélation indirecte de préférence ». Elle est l'une des nombreuses critiques formulées dans la littérature à l'encontre de la théorie des préférences révélées.

Les préférences déclarées quant à elles se basent sur des déclarations collectées au cours d'une enquête. Une enquête de préférence déclarée propose des situations expérimentales ou fictives appelées « scénarios ». Les scénarios présentent plusieurs alternatives où la personne qui choisit est sensée déclarer laquelle elle préfère, les données obtenues permettant de développer des modèles de choix discrets et de tester des hypothèses de recherche (D. Pons, 2011).

Préférences révélées et déclarées ont connu de nombreuses applications sur des questions diverses allant de l'épidémiologie à la mobilité urbaine. En transport de marchandises, Massiani (2005) propose une méthode des mesures de l'hétérogénéité des temps des chargeurs sur la base des préférences révélées. Plusieurs travaux ont exploité des données collectées dans le cadre

des préférences déclarées dans le domaine des transports de personnes. C.F. Choudhury et al. (2018) ont proposé une modélisation des préférences déclarées de choix de modes de mobilité urbaine à Lisbonne. JP. Nicolas et al., (2010) a mobilisé les données d'enquête-ménage-déplacement (EMD) comme des données de préférences déclarées dans le cadre du projet SIMBAD sur lequel nous revenons plus loin.

D. Pearmain et al., (1991), D. Pons (2011), N. Sanko et N. Sanko et T. Yamamoto (2013) détaillent la démarche pour mettre en œuvre une enquête préférence déclarée. D'après leurs travaux, Le design d'une enquête préférences déclarées (EPD) se fait ainsi en cinq étapes. Les scénarios, sont le point de départ du design, et présentent les « Attributs » c'est-à-dire les différentes caractéristiques des alternatives à choisir. Ces attributs peuvent avoir différents niveaux, catégories ou échelles de valeurs mesurables pour faciliter le choix. Le jeu de scénarios proposés à l'enquête s'appelle « Plan factoriel » et est proposés à travers une sorte de marché hypothétique qui est le « *Trade-off* ».

2.2.3.2. Conception des enquêtes

Le choix des enquêtes de préférences déclarées nous a conduit à la démarche de conception illustrée sur la Figure 3-16 qui est inspirée de N. Sanko (2001) et D. Pons (2011).

Nous avons effectué deux enquêtes auprès des clients. La première en automne juste avant la période des ventes de Noël 2016, avant le déménagement du magasin. La seconde enquête s'est déroulée exactement un an après, dans les nouveaux locaux du magasin qui a déménagé entre-temps en juin 2017. Nous avons fait le choix de mettre en place une enquête préférences déclarées dans la première enquête pour modéliser les choix individuels dans le cadre du déménagement. Le questionnaire d'enquête proposé en annexe III-1 a été complété par une série de questions sur les modes déplacements visant à alimenter le modèle d'estimation des émissions. Dans la deuxième enquête clients, une enquête préférence déclarées a de nouveau été mise en place avec des scénarios entièrement fictifs relatifs à un éventuel déménagement de magasins de différentes catégories.

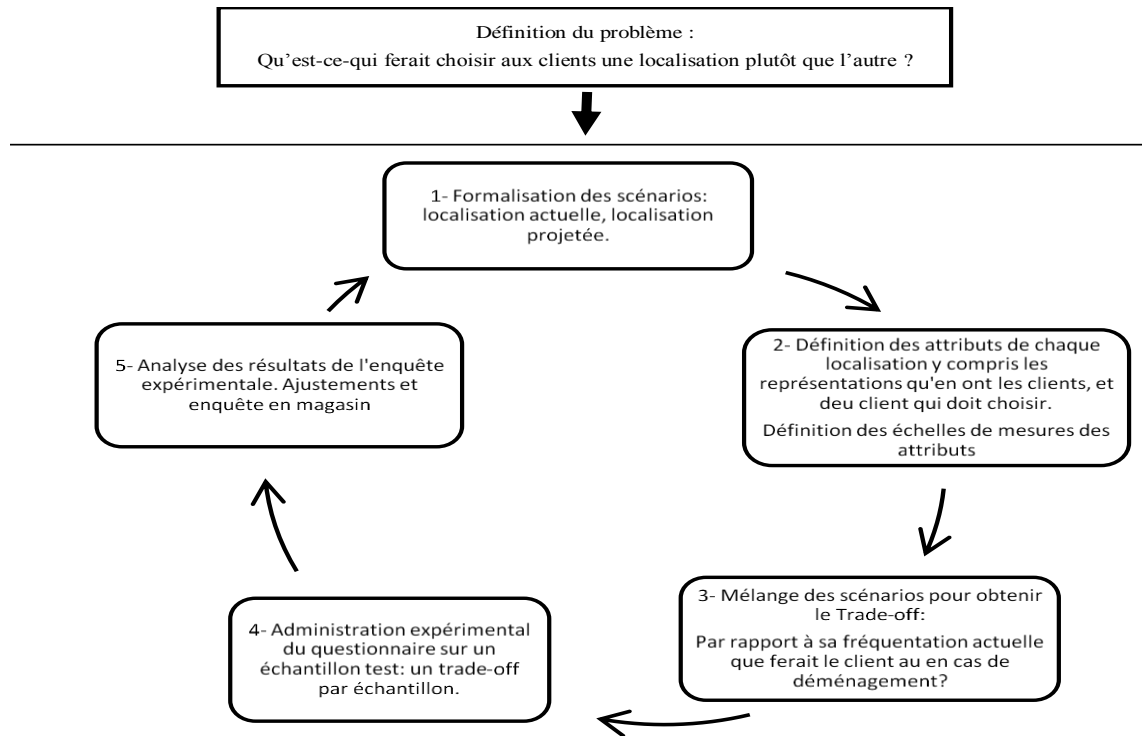


Figure 3-16: Design de l'enquête préférences déclarées avant déménagement.

Un an après le déménagement, la deuxième enquête auprès des clients avait pour but d'observer la fréquentation réelle du magasin dans ses nouveaux locaux. Les données recueillies devaient aussi à vérifier les prévisions du modèle estimé avec les données de la première enquête. Cependant, ces données ne pouvaient pas constituer des données de validation car elles ne pouvaient pas être à l'image des données d'apprentissage. En fait une partie des clients de la population d'apprentissage sera forcément mal représentée. Il s'agit de ceux qui fréquentaient le magasin de centre-ville et qui ne fréquentent plus le magasin de périphérie.

Ces données seront cependant très utiles pour tester la variation de l'impact environnemental des flux de transport générés par le magasin dans chacune de ces deux localisations.

Une partie de la clientèle enquêtée avait ses habitudes dans le magasin de centre-ville. Cette enquête permet d'observer à la fois les préférences de cette partie de la clientèle entre ces deux localisations. Elle permet aussi d'enquêter sur les préférences déclarées toujours entre ces deux localisations, sur d'autres filières de commerce de détails : l'alimentaire, la librairie, le mobilier et l'équipement de maison, ainsi que le high-tech et l'électroménager. Il serait cependant difficile de parler de préférences révélées pour la clientèle ayant expérimenté les deux localisations sur cas de référence, les personnes interrogées n'ayant pas été confrontées à un choix réel entre ces deux localisations de la même enseigne.

2.2.3.3. *Echantillonnage et administration des questionnaires*

Dans le cadre de cette enquête en magasin, nous avons le choix entre l'échantillonnage stratifié, l'échantillonnage par grappes, l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage aléatoire simple. Nous avons commencé par éliminer les deux premières méthodes en raison des objectifs d'études. La constitution des grappes ou celles des strates supposait en effet la définition de critères de répartition de la population à étudier par grappes ou par strates. L'une des hypothèses à tester étant relative aux liens éventuels existant entre des facteurs à identifier et les choix de fréquentation d'une localité, il était difficile de trouver des critères pour stratifier cette population sans biaiser le résultat final. Il nous restait à choisir entre l'échantillonnage aléatoire simple et l'échantillonnage systématique. Ce dernier semblait bien intéressant a priori en termes de rapidité de mise en œuvre. Il consiste à déterminer le pas p de sélection permettant d'obtenir un échantillon d'effectif n d'une population d'effectif N , tel que :

$$p = \frac{N}{n}$$

Il permet d'éviter les doubles sélections et les effets de groupe. Mais c'est une méthode qui pose quelques problèmes de fiabilité lorsque l'échantillon doit servir à faire de l'apprentissage statistique sur l'ensemble de la population étudiée (J.P. Antoni, 2016).

Finalement, il restait l'échantillonnage aléatoire simple qui nous semblait plus adapté que les autres à notre étude. C'est une démarche qui consiste à laisser la sélection des individus enquêtés au hasard. Mais disposant par ailleurs du comptage électronique des entrées au magasin pour chaque jour, nous avons pris la précaution de redresser cette sélection pour avoir, non pas le même nombre d'enquêtés chaque jour, mais plutôt le même taux d'échantillonnage pour chaque jour. Avant d'aborder l'analyse descriptive des données obtenues au chapitre 4 suivant, nous proposons au chapitre 4 suivant, une comparaison de chaque échantillon d'enquêtés à sa population mère et décrivons le processus de redressement.

2.2.4. **Entretiens d'enquête qualitative et visites de terrain**

La démarche des entretiens d'enquêtes visait un objectif triple. Ils ont d'abord permis de creuser la question du déménagement du commerce qui nous servait de cas de référence dans notre étude, en abordant ses motivations et les espoirs portés par l'enseigne sur la nouvelle localisation. Il fallait ensuite documenter les appréhensions en amont, des acteurs publics relativement aux conséquences de ce déménagement sur le centre-ville, ainsi que leur

manifestation réelle a posteriori. Enfin, il n'était pas bien compliqué de faire lien entre ce déménagement et le projet porté par la Métropole stéphanoise de création nouvelle centralité commerciale en sortie Est de la ville. Le tableau III-3 suivant récapitule les acteurs rencontrés et les thématiques abordées, les guides d'entretien étant reportés en annexe.

Les visites de terrain ont permis de collecter les informations sur les flux de réapprovisionnement du magasin : la plateforme de Corbas, les véhicules de livraison, les taux de remplissage. La localisation projetée du magasin, sa situation relativement à la nouvelle zone commerciale déjà évoquée et cette zone commerciale elle-même étaient aussi visées, afin de compléter les informations obtenues par ailleurs.

Tableau N° III-3 : les entretiens d'enquête

Thématiques abordées	Personnes rencontrées	Temporalités
Déménagement du centre-ville : motivations et choix de la destination	Cadres et responsables du magasin	Octobre à décembre 2016
Déménagement du centre-ville : bilan et recul un an après déménagement	Cadres et responsables du magasin	Juin-juillet 2018
Déménagement du centre-ville : appréhensions pour le centre-ville	Elus au commerce	Octobre à décembre 2016
Nouvelle centralité commerciale à Monthieu-Pont-de-l'âne	- Elus au commerce - Services techniques de l'agence d'urbanisme - Responsables techniques du projet Steel à l'EPA Saint-Etienne	Octobre à décembre 2016 Février- mars 2017, Avril à juillet 2018

2.3. Méthodes d'analyse mobilisées

Pour tester les hypothèses de recherches émises grâce aux données issues de ce processus d'observation, nous avons mobilisé d'une part des méthodes d'apprentissage statistique et d'autre part, des méthodes d'évaluation environnementale.

2.3.1. Méthodes d'apprentissage statistique

Disposant d'un jeu de données, on peut les fouiller dans une optique d'analyse descriptive ou prédictive. On dira alors que nous faisons du *Data Mining* (S. Tuffery, 2012). L'apprentissage statistique est une méthode de *Data Mining* qui consiste à partir d'un échantillon tiré d'une population à étudier, pour « apprendre » comment se comportent les individus de la population pour un phénomène une activité ou un choix décrits par une variable. Cette variable est dite alors « variable à expliquer ». Les autres variables du jeu de données d'apprentissage (ou l'autre s'il n'y en a qu'une seule), lorsqu'elles sont impliquées dans la démarche d'apprentissage, sont appelées « variables explicatives » ou « prédicteurs ». L'échantillon utilisé pour apprendre, quant à lui est l'« échantillon d'apprentissage ». Pour capitaliser sur ce qui a ainsi été « appris », on valide l'apprentissage sur un autre échantillon de données présentant la même structure de données, et donc les mêmes variables que le premier. Ce second échantillon s'appellera alors échantillon de validation (R. Genuer, 2010 ; Hastie, et al., 2001 ; 2009). Le comportement appris s'appelle alors modèle statistique, et peut permettre d'expliquer la même variable.

L'apprentissage sera dit « supervisé » si la forme ou la structure de la variable de sortie est indiquée d'avance. La supervision consiste à dire à la machine par exemple : « si telle et telle conditions sont réunies alors, l'individu appartient à telle classe (Decaestecker et Saerens, nd) ». Les modèles d'apprentissage statistique peuvent donner lieu ou non à la détermination de paramètres afin de spécifier la relation ou la fonction qui lie la variable à expliquer et les prédicteurs : on parle dans ce cas de modèles paramétriques.

Parmi les nombreuses démarches de modélisation existant en apprentissage statistique, nous avons utilisé une famille de modèles d'apprentissage non-paramétriques et une famille de modèles paramétriques. Les modèles non paramétriques mobilisés sont les modèle d'arbres de décision. Pour les modèles paramétriques, nous avons choisi les probabilistes de choix discrets pour l'analyse du matériau obtenu après les enquêtes.

Nous nous limitons dans ce paragraphe à présenter ces deux démarches, sans présenter ici une description technique de l'outil utilisé. Il s'agit de l'environnement de développement RStudio, utilisé sous le logiciel R version 3.4.3 dont le nom de code est « *Kite-Eating Tree* ». L'ensemble des packages utilisés est cité dans les références bibliographiques.

2.3.1.1. Les modèles par arbres de décision

Les modèles par arbre de décision sont des modèles non-paramétriques, plutôt « *intuitifs et fournissent une représentation graphique, parlante et facile à lire* » (Santos, 2015). Selon la nature de la variable à expliquer, ils peuvent être soit des modèles de classification ou des modèles de régression, ce qui leur confère le terme générique de *CART* (pour *Classification And Regression Trees* en Anglais). On parlera de régression dans le cas d'une variable à expliquer continue, et de classification dans le cas d'une variable à expliquer discrète.

Ils ont été initiés par J. Morgan et J. Sonquist (1963) mais c'est L. Breiman et al., (1984) qui les ont fait connaître (Rakotomalala, 2005; T. Hothorn et al., 2006 ; 2015).

Les arbres de décision connaissent des usages dans plusieurs domaines tels que la médecine, la biostatistique, ou les transports. Plusieurs algorithmes ont été développés, dont les plus célèbres sont « *CART* » (L. Breiman et al, 1984), « *ID3* » (Quilan, 1986), « *C4.5* » (Quinlan, 1993), « *QUEST* » (Loh et Shih, 1997), « *CHAID* » (Nisbet et al., 2009), « *RPART* » (T. Therneau, 1980 ; T. Therneau et J. E. Atkinson., 2017).

Les algorithmes d'arbres de décision opèrent généralement en deux étapes. Dans un premier temps ils procèdent à la répartition récursive des données en posant une succession de questions binaires relatives aux modalités des prédicteurs, la récursion s'arrêtant lorsque la séparation n'améliore plus la prédiction ou lorsque les sous-ensembles censés être répartis ont déjà la même valeur de la variable à expliquer. La seconde étape consiste à épurer les feuilles terminales de l'arbre, en essayant d'obtenir à chaque feuilles plus homogènes que le nœud qui les précède (F. Santos, 2015). L'enjeu se situe alors au niveau de la méthode de mesure de cette homogénéité, qu'on appelle « impureté ».

La plupart des algorithmes utilisent une méthode qui priorise la variable explicative la plus informative, notamment en utilisant l'indice de Gini ou l'entropie probabiliste de Shannon. Mais la quantité d'information équivaut à la liberté de choix ou à l'incertitude qui n'est rien d'autre que l'inverse de la probabilité, d'après la théorie de l'information de Claude Shannon (Hawarah, 2008). Un algorithme priorisant les variables les plus informatives identifiera donc les variables offrant plus de liberté de choix comme plus discriminantes.

Hothorn, Hornik et Zeileis ont développé à partir de 2006 l'algorithme « *cree* » (Hothorn et al., 2006 ; 2015) qui propose une approche plutôt statistique qu'informatique des arbres de décision parce que pensent-ils, cette dernière approche peut poser deux problèmes essentiels : le sur-ajustement et un biais dans la sélection des variables offrant plusieurs possibilités de choix

(Hothorn et al., 2006 : 2). Plutôt que la maximisation de l'information, leur algorithme procède à des répartitions avec des tests non paramétriques basés sur les théories statistiques comme la théorie de permutation de H. Strasser et C. Weber (1999). L'algorithme utilise les tests de signification statistique ou de randomisation en définissant un paramètre α comme niveau de signification statistique, de sorte qu'un résultat sera statistiquement significatif si $p < \alpha$,

α étant la probabilité de rejeter l'hypothèse nulle, et p la probabilité d'obtenir un résultat plus extrême ou égal à ce qui est réellement observé.

D'après les auteurs, α peut être interprété de deux manières : soit on le considère comme un niveau de signification nominal prédéfini qui indique le rejet ou non de l'hypothèse nulle à chaque noeud, soit simplement comme un hyper-paramètre qui détermine la taille de l'arbre.

Un benchmark conduit sur d'autres algorithmes bien connus comme « *RPART* » (qui n'est en fait qu'une version open source de « *CART* »), « *QUEST* » et « *GUIDE* » permet d'arriver à des conclusions intéressantes. Les arbres construits par l'algorithme « *CTREE* » évitent le sur-ajustement, n'ont pas besoin d'épuration pour atteindre les mêmes performances prédictives et leurs résultats sont en moyenne plus proches de la réalité (T. Hothorn et al., 2006).

Les arbres de décision et particulièrement les modèles d'arbre d'inférence conditionnelle ont été mis à contribution dans l'analyse des données, pour identifier les facteurs qui influencent la décision de se déplacer vers une localisation commerciale plutôt qu'une autre. Ils complètent aussi les modèles probabilistes de choix discrets dans la méthodologie proposée au chapitre 5 pour intégrer les choix de déplacement des clients dans la localisation d'un magasin. La méthode plus affinée et plus stable qui consiste à construire une forêt aléatoire d'arbres, proposée toujours par L. Breiman (2001) par l'algorithme « *RandomForest* », et qui procède toujours par maximisation de l'information sera ainsi convoquée et discutée dans ce chapitre.

2.3.1.2. Les modèles probabilistes de choix discrets

Dans les modèles de choix discrets, on regroupe un ensemble de modèles probabilistes décrivant les choix individuels dans une situation offrant deux ou plusieurs alternatives, en se basant sur la théorie de l'utilité aléatoire de D. Mc Fadden (1974).

La théorie de l'utilité aléatoire, se distingue de la théorie de l'utilité multi-attributs bien connue aussi bien dans les milieux de l'Econométrie que du Transport-logistique. Tout individu qui fait un choix est supposé le faire rationnellement en tenant compte de l'utilité que lui procure

l'alternative préférée. Mais la théorie de l'utilité aléatoire prend en plus en compte deux éléments pour modéliser le choix. D'abord, il est possible que les facteurs influençant le choix rationnel de l'individu ne soient pas tous observables par le modélisateur ou que ce dernier ne puisse pas les prendre tous en compte. Ensuite, un individu ne choisit pas toujours la même alternative lorsqu'il est confronté plusieurs fois au même choix comme le démontrent plusieurs travaux en psychologie par exemple (L. Thurstone, 1927 ; A. Billot et J. F. Thisse, 1995). On peut supposer qu'il y a une partie non rationnelle dans le choix. A. Billot et J. F. Thisse, (1995) proposent d'attribuer cette partie à « l'état d'esprit » de celui qui opère le choix au moment où il le fait. Ces deux éléments sont pris en compte dans les modèles de choix discrets par un terme aléatoire ajouté dans l'expression de l'utilité.

Cette utilité est généralement déterminée sous la forme d'une fonction linéaire appelée « fonction d'utilité », à laquelle s'ajoute donc un paramètre « aléatoire ». Afin d'obtenir des probabilités de choix, et sachant qu'une fonction linéaire peut prendre des valeurs infinies alors qu'une probabilité doit être comprise entre 0 et 1, différentes transformations permettent ensuite d'obtenir un modèle de choix discret.

a- Fonction d'utilité et transformation Logit

Le modèle Logit, est un modèle avec l'une de ces transformations. Il s'agit de la transformation dite « *logit* » qui est une fonction de lien. En fait cette transformation est la fonction f qui à toute probabilité π associe la fonction $f(\pi)$ telle que :

$$f(\pi) = \log \frac{\pi}{1-\pi} \quad (1)$$

Or,

La fonction d'utilité U , comme nous venons de le dire est exprimé sous la forme d'une combinaison linéaire des p - variables explicatives de sorte qu'on puisse écrire, β_i désignant respectivement le paramètre estimé pour la variable explicative x_i ,

$$U(x) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_p \cdot x_p \quad (2)$$

La transformation consiste alors à poser, pour la probabilité $\pi(x)$ correspondant à l'utilité $U(x)$,

$$\text{Logit}(\pi(x)) = \log \frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_p \cdot x_p \quad (3)$$

(3) permet d'écrire :

$$\pi(\mathbf{x}) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_1^p \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_1^p \beta_i x_i}} \quad (4)$$

Nous adopterons cette transformation Logit pour notre analyse. Ainsi, dans la suite, conformément à plusieurs travaux dont ceux de L. Bellanger et R. Tomassone (2014) ; D.A. Freedman (2009) et S. Tuffery (2012), calibrer un modèle logit consiste à modéliser le logit de l'espérance conditionnelle comme étant la combinaison linéaire des variables explicatives.

Cette fonction logit donne une courbe en S, généralement appelée sigmoïde, comme nous le verrons plus loin en représentant les Odds-ratios des modèles calibrés. Mais il en existe d'autres, dont la représentation est aussi sigmoïde :

- **La fonction Log-log** qui est la fonction définie par $f(\pi) = \log(-\log(1 - \pi))$
- **La fonction Probit** qui est la fonction inverse de la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite. Pour cette raison, elle est aussi appelée fonction *Normit*.

b- Odds-ratios (OR)

Odds-ratios en Anglais signifie littéralement « rapport de côte ». En fait, le calibrage d'un modèle logit commence par la définition pour chaque alternative, de deux évènements contraires $Y=0$ et $Y=1$. $Y=1$ décrit l'évènement correspondant au choix de l'alternative considérée, et $Y=0$ l'évènement contraire.

Pour chaque variable explicative, on peut calculer le rapport entre la probabilité d'occurrence d'un évènement et la probabilité de l'évènement contraire. Ce rapport s'obtient en posant :

$$OR = \frac{\pi(Y=1)}{\pi(Y=0)} = \frac{\pi(Y=1)}{1 - \pi(Y=1)} \quad (5)$$

On démontre en utilisant (4), et nous admettons, que pour toute variable explicative x_i

$$OR = e^{\beta_i} \quad (6)$$

Le résultat (6) est très important pour notre analyse. En calibrant un modèle Logit, ce résultat permet d'interpréter le paramètre obtenu pour chaque variable explicative, lorsque l'on a choisi,

pour la variable à expliquer, l'alternative de référence. L'odds-ratio indique dans cas nombre de fois que chaque variable explicative multiplie le risque ou la chance de « choisir l'alternative $Y=1$ ».

Ainsi,

Si $OR \approx 1$, la variable explicative considérée n'influence pas beaucoup le choix

Si $OR < 1$, cette variable explicative réduit le risque ou les chances du « $Y=1$ »

Si $OR > 1$, cette variable explicative augmente le risque ou les chances du « $Y=1$ » (D. A. Freedman, 2009 ; S. Tuffery, 2012).

c- La Condition d'indépendance des autres alternatives (IIA)

Le modèle Logit renvoie souvent à l'idée, le Modèle Logit Multinominal qui est l'un des plus célèbres modèles logit. Il a été utilisé pour étayer la théorie de l'utilité aléatoire (D. McFadden, 1974). Mais on distingue plusieurs types de modèles logit. Tous supposent a priori que les autres alternatives sont complètement indépendantes de celle choisie comme référence. Cette condition appelée *IIA* (pour *Independance of Irrelevant Alternatives* en Anglais) n'est cependant pas toujours remplie dans la réalité. Un type particulier de modèle logit, *le modèle logit emboîté*, proposé initialement par M. Ben Akiva (1973) permet d'échapper à cette condition tout en modélisant le choix dans un processus à deux ou plusieurs étapes (R. A. Laurent, 2007).

d- Le logit binomial

Dans notre analyse, nous mobiliserons principalement le modèle Logit binomial, qui correspond à une variable à expliquer binaire. Ce type de modèle sera mis à contribution dans la suite pour modéliser les préférences des clients entre deux localisations d'un même commerce. Il s'agit, comme déjà évoqué en parlant du déménagement, d'une localisation centrale opposée à une autre plus périphérique. Le Logit Multinominal et le logit emboîté seront eux aussi mobilisés dans la perspective d'une généralisation exploratoire, notamment dans la proposition d'une méthodologie générale pour intégrer les choix de déplacement des clients dans la localisation d'un commerce de détail, et dans l'exploration du lien entre ces choix et l'impact environnemental des flux de transport de marchandises générés. Mais nous ne calibrerons que des modèles logit binomiaux.

En résumé, le modèle logit prend comme input une matrice de données où la variable à expliquer est une variable discrète et décrit des choix entre deux ou plusieurs alternatives. Ces choix discrets peuvent être exprimés sous la forme de préférences révélées ou de préférences déclarées. Les sorties attendues du calibrage du modèle logit, comme nous le verrons plus loin dans ce mémoire, sont de deux types. On peut obtenir la probabilité d'occurrence de l'évènement qu'on a choisi de modéliser à travers la variable à expliquer. Cette probabilité est donnée par l'équation (4) proposée plus haut. Un autre résultat est la mesure de l'influence de chaque variable explicative à travers les odds-ratios (équations (5) et (6)). Nous y reviendrons de manière opérationnelle.

2.3.2. Méthodes d'évaluation des impacts sur l'environnement

Nous avons mobilisé deux méthodes pour comptabiliser les impacts sur l'environnement des flux de transport de logistique urbaine dans nos travaux. Il s'agit de la méthodologie COPERT de comptage des impacts routiers et de la démarche de bilan carbone mise en place par l'ADEME. Cette dernière n'a pas été utilisée à proprement dire. Nous avons plutôt utilisé sa « Base Carbone » qui n'est rien d'autre que l'ensemble des facteurs d'émission qu'elle propose. Une première démarche de notre réflexion à ce sujet dans l'étude de cas a justement consisté à comparer les résultats de ces deux outils appliqués au même cas d'étude.

Sans prétendre être exhaustif, on peut distinguer au moins trois types d'impacts sur l'environnement des flux de transport de marchandises, sans distinguer a priori si ces impacts sont directs ou indirects. Il s'agit de :

- La consommation d'énergie qui peut être directement liée à la circulation ou plus indirecte, liée par exemple à la production de l'énergie consommée par la circulation. En s'inspirant de la démarche d'analyse de cycle de vie, on peut aussi y comptabiliser l'énergie consommée lors de la fabrication des véhicules et des infrastructures de transport.
- L'émission de gaz-à-effet de serre, qu'elle soit directement ou indirectement liée à la circulation.
- L'émission de polluants réglementés des transports que nous avons déjà précisés plus haut au chapitre 2 : les NO_x, les COV, le CO, et les PM.

Nous nous intéressons dans nos travaux principalement aux impacts directs. Mais il est possible que les outils disponibles estiment les impacts directs et indirects. C'est le cas notamment de la base carbone de l'ADEME où les facteurs d'émission proposés prennent en compte

généralement une part d'émission indirecte. La comparaison proposée avec l'outil COPERT montre justement que c'est l'une des différences entre les deux outils.

Ayant abordé l'outil Bilan Carbone de l'ADEME ® au chapitre 2 de ce mémoire, nous nous attardons dans ce paragraphe sur l'outil COPERT, après avoir présenté un rapide panorama des outils disponibles pour comptabiliser l'impact sur l'environnement des flux de transport de marchandises.

2.3.2.1. *Panorama d'outils d'évaluation des émissions de polluants générées par le transport de marchandises en ville*

a- Principe général d'estimation des quantités d'impacts

Il ressort de plusieurs travaux dans la littérature (S. Le Féon, 2014 ; JP. Nicolas, 2013 ; SETRA et al., 2009 ; MP. Trépanier et LC. Coehlo, 2017) que la plupart des modèles d'estimation quantitative de ces impacts procèdent selon l'équation générale (7)

$$Q_{imp} = FE * A \quad (7)$$

Dans cette équation, exprimées en unités bien choisies,

Q_{imp} désigne la quantité de l'impact ciblé,

FE le facteur d'émissions, et

A désigne la quantité de l'activité générant l'impact.

i- *L'activité*

Dans un raisonnement à l'échelle d'un territoire, cette activité peut être approchée par avec des données d'enquête, de comptage ou d'estimation statistique fournissant des informations sur le parc automobile et les distances moyennes parcourues. J.P. Ce sont des « données primaires » (JP Nicolas, 2013). Mais dans notre réflexion ici, nous restons à l'échelle d'un point de vente et nous intéressons à l'impact sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville (dans le sens que nous avons adopté, élargi aux déplacements d'achat) qu'il génère. Quantifier l'activité revient donc à estimer la distance parcourue par mode. Elle peut être exprimée soit en *passagers.kilomètres (p.km)*, soit en *véhicules.kilomètres (v.km)* soit en *tonnes.kilomètres (t.km)*.

L'unité ***p.km*** sera utilisée pour les déplacements d'achats opérés à pied, à vélo, en transports en communs ou en voitures particulières. Cette unité prend tout son sens lorsqu'on considère les déplacements en transports en commun ou l'impact d'un véhicule sur une distance parcourue (bus, tramway, train, etc.) sera rapporté au nombre de passagers à bord. Il en est de même lorsqu'on dispose des informations relatives à la pratique du covoiturage.

Quant à l'unité ***v.km***, elle sera utilisée pour les flux professionnels de livraison de marchandises. L'information relative au taux de chargement et les caractéristiques du véhicule peut permettre de passer facilement de l'unité ***v.km*** à l'unité ***t.km***.

ii- Les facteurs d'émission

Le facteur d'émission pour un impact désigne la quantité d'impacts par unité d'activité. Nous convenons d'utiliser le terme de facteur d'émission aussi pour la consommation d'énergie, même si en soi ce n'est pas une émission.

MP. Trépanier et LC. Coehlo (2017) comptabilisent 27 facteurs qui influencent les facteurs d'émission. Ces 27 facteurs sont relatifs à quatre éléments dont dépend le déplacement. Ils sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III- 4 : De quoi dépendent les facteurs d'émission ? (D'après MP. Trépanier et LC. Coehlo (2017))

Elément à caractériser	Facteurs d'influence correspondant
Le véhicule utilisé	Catégorie de véhicule
	Poids de véhicule
	Type de carburant
	Age du véhicule
	Cylindrée du moteur
	Type de transmission
	Configuration des pneus
	Viscosité de l'huile
	Aérodynamisme
	Fréquence de l'entretien
Le trajet	Poids du chargement (pour un véhicule de livraison)
	Distance à parcourir
	Type de chaussée
	Etat de la chaussée
	Relief de la route
	Type de conducteur
	Degré d'utilisation d'appareil électroniques auxiliaires
Le trafic	Vitesse moyenne
	Congestion routière
Le temps qu'il fait	La température ambiante
	La vitesse du vent
	L'altitude
	Les précipitations
	L'humidité

	L'utilisation de la climatisation (véhicule frigorifique, cabine du conducteur ou voiture particulière pour un déplacement d'achat)
	Température du moteur
	Démarrage à froid du moteur

b- Panorama d'outils et de méthodologie existant

En s'inspirant des travaux précités, nous distinguons un large panel d'outils et de méthodologies existantes, les unes étant parfois une adaptation des autres à des contextes particuliers. Nous en proposons un récapitulatif dans le tableau suivant.

Tableau III- 5 Panorama d'outils et de méthodologies pour l'évaluation des flux de TMV (Inspiré de S. Le Féon, 2014 ; Risch et al., nd ; MP. Trépanier et LC. Coehlo, 2017)

Nom	Aperçu	Références
ARTEMIS		M. André et al.(2013)
<i>Methodology for calculating Transport Emissions and Energy consumption (MEET)</i>	Méthodologie proposée par l'Agence Européenne pour l'Environnement, plus large que COPERT, parce qu'il prend en compte les transports routier, ferroviaire, maritime et aérien. Intègre, pour le transport routier, l'impact du chargement du véhicule et de la pente de la route.	A.J. Hickman et al. (1999)
Budgets Energie Transport (BET)	Les données unitaires de consommation d'énergie pour le déplacement sont croisées avec les données des Enquêtes-Ménage-Déplacement pour obtenir de consommation d'énergie pour le transport des ménages.	JP. Orfeuill (1984)
Budgets Energie Environnement, Déplacements (BEED)	Elargissement des BET (qui se limitent à la consommation d'énergie) aux impacts sur l'environnement	C. Gallez, (1995)
<i>Environment Energy Assessment of Trips (EEAT)</i>	Méthodologie utilisant des facteurs d'émission calculées avec MEET pour évaluer la consommation d'énergie et les émissions de GES	A. Dupont-Kieffer et al., (2010)

Il est important de remarquer qu'en général, l'activité et le facteur d'émission ne sont pas simplement des facteurs indépendants qu'il faut croiser pour obtenir les quantités d'émission. Ces deux facteurs sont interdépendants, de sorte que l'activité ne sera jamais juste une distance parcourue, mais une distance parcourue sur une qualité de desserte, et dans des conditions particulières de circulation. Ces caractéristiques ne sont pas exprimées dans l'activité qui est

une quantité. Elles sont plutôt introduites dans l'élaboration du facteur d'émission. Ainsi un facteur d'émission renvoie non seulement à un mode ou à un véhicule utilisé pour le déplacement, mais aussi à des caractéristiques propres au déplacement dont la longueur est prise en compte dans l'activité. C'est ce que nous verrons avec l'étude de cas que présentent les chapitres suivants de ce mémoire. Nous y avons notamment mobilisé l'outil COPERT dont nous proposons ci-dessous une description qui sera complétée dans le chapitre dédié à l'évaluation environnementale.

2.3.2.2. La méthodologie COPERT pour l'estimation des impacts routiers

COPERT (*COmputer Program to calculate Emission from Road Transport*) est à la fois une méthodologie d'estimation et un logiciel de calcul de la consommation d'énergie et des émissions du transport routier. Il a été développé dans une première version par une équipe dirigée au départ par L. Ntziachristos et Z. Samaras (L. Ntziachristos et Z. Samaras, 2000). Le logiciel a ensuite évolué, et en est aujourd'hui à la version 5, dont la dernière mise à jour date de novembre 2018 (version 5.2.1). On trouvera dans les références les différentes méthodologies disponibles relatives aux dernières mises à jour.

Nous avons utilisé pour nos travaux, la version 5 initialement parue en 2017, les premières données ayant été recueillies vers la fin de l'année 2016 et les premières analyses destinées à estimer le profil environnemental des flux de transport générés par le magasin de centre-ville ayant été initié en 2017.

a- Principes de calculs sous COPERT

COPERT s'intéresse au calcul des émissions routières des véhicules à moteur fonctionnant au moins partiellement avec une énergie fossile. Les véhicules entièrement électriques ne sont donc pas pris en charge.

La démarche consiste à définir une typologie des véhicules selon le carburant utilisé, le segment (et donc la taille), la technologie du moteur, ainsi que l'âge du véhicule qui permet de le classer avec les normes Euro d'émission de polluants. Les facteurs d'émissions seront d'abord calculés pour chaque type de véhicule. Ils seront ensuite croisés avec la distance parcourue pour obtenir la quantité d'impact. Ces facteurs d'émission sont exprimés en fonction de la vitesse moyenne de circulation. Mais ils tiennent compte de différentes circonstances qui caractérisent la circulation. Il s'agit des conditions climatiques dont la température et l'humidité

relative, des conditions de circulation, ou encore du taux de chargement, et des dénivelées sur la route (pentes). Des bases de données constituées des mesures d'émissions permet de calculer ces facteurs d'émission. Ces mesures sont effectuées en laboratoire pour différents cycles et vitesses de circulations, sous conditions réelles de circulation. En partant de ces bases de données, les consommations de carburant sont calculées, en faisant des régressions sur ces mesures. En se servant des données d'observation et des régressions, la méthodologie COPERT estime les émissions en se basant sur les courbes d'émissions (SETRA et al., 2009 ; M. P. Trépanier et L. C. Coehlo, 2017).

Les facteurs d'émission estimés avec COPERT prennent en compte les surémissions dues au démarrage à froid du véhicule. Ces surémissions sont d'autant plus importantes que le moteur prend du temps pour se réchauffer (voir plus loin, figure3- 16).

b- Les courbes d'émission

Les courbes d'émission représentent les émissions en g/km en fonction de la vitesse en km/h. Pour chaque polluant ciblé et par type de véhicule, elles donnent ainsi comment varient les quantités émises. Ces courbes ne sont que très rarement linéaires. Plusieurs travaux à l'image de SETRA (2009) montrent à l'aide de ces courbes d'émission que la circulation à vitesse élevée n'est pas intéressante pour réduire les émissions. Mais les très faibles vitesses non plus.

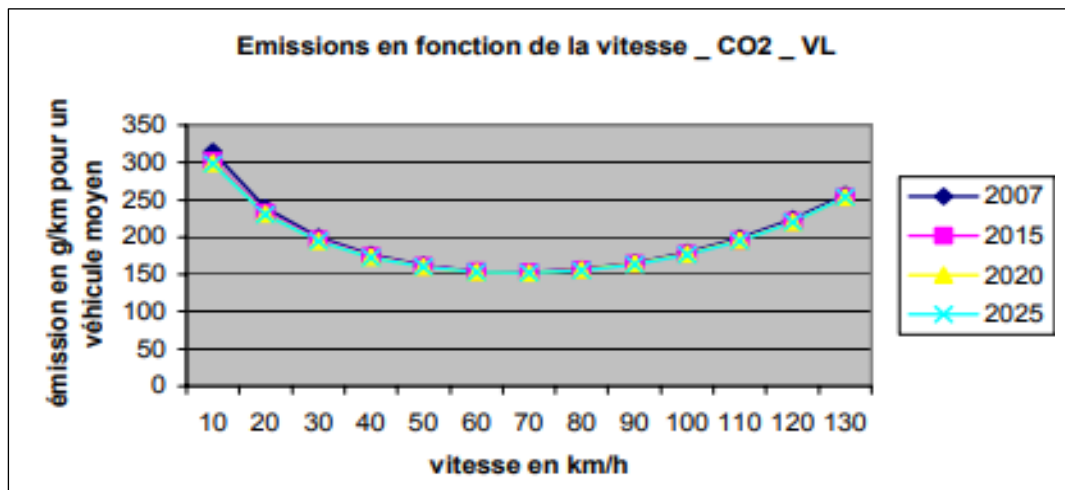


Figure 3- 17: Courbe d'émission de CO₂ d'un véhicule léger (SETRA et al., 2009)

Cependant, aucune généralité ne sera exacte à ce sujet. Les courbes varient selon les polluants ciblés et les types de véhicules. Pour les émissions de CO₂ d'un véhicule léger par exemple, la vitesse idéale pour des émissions minimales se situe entre 60 et 70 km/h. Une question sous-

jacente que nous aborderons dans notre étude de cas concerne la circulation automobile en ville et l'effet des politiques d'apaisement.

Les courbes d'émission permettent aussi de prendre en compte sous COPERT l'influence de plusieurs facteurs. Ainsi par exemple, les surémissions dues au démarrage à froids sont clairement identifiées avec ces courbes (figure 3- 18).

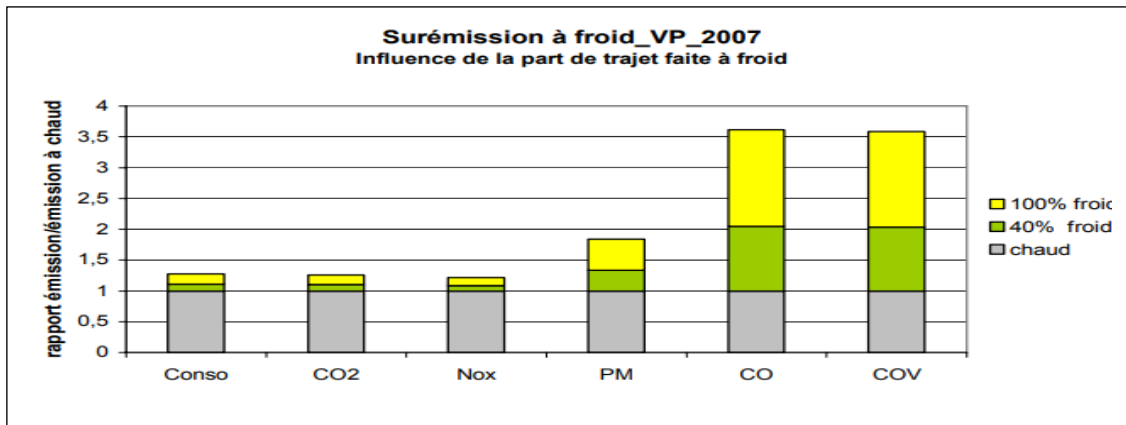


Figure 3- 18: Effet du démarrage à froid sur les émissions

Pour les poids lourds et les véhicules utilitaires, K. Belhassine (2016) montre avec les courbes d'émission que le taux de chargement et le poids du véhicule influencent les quantités d'émission de GES. Ainsi, on remarque une forte diminution des facteurs d'émission quand la charge utile du véhicule augmente de 1 à 10 tonnes. Au-delà de 10 tonne, la diminution est plus lente.

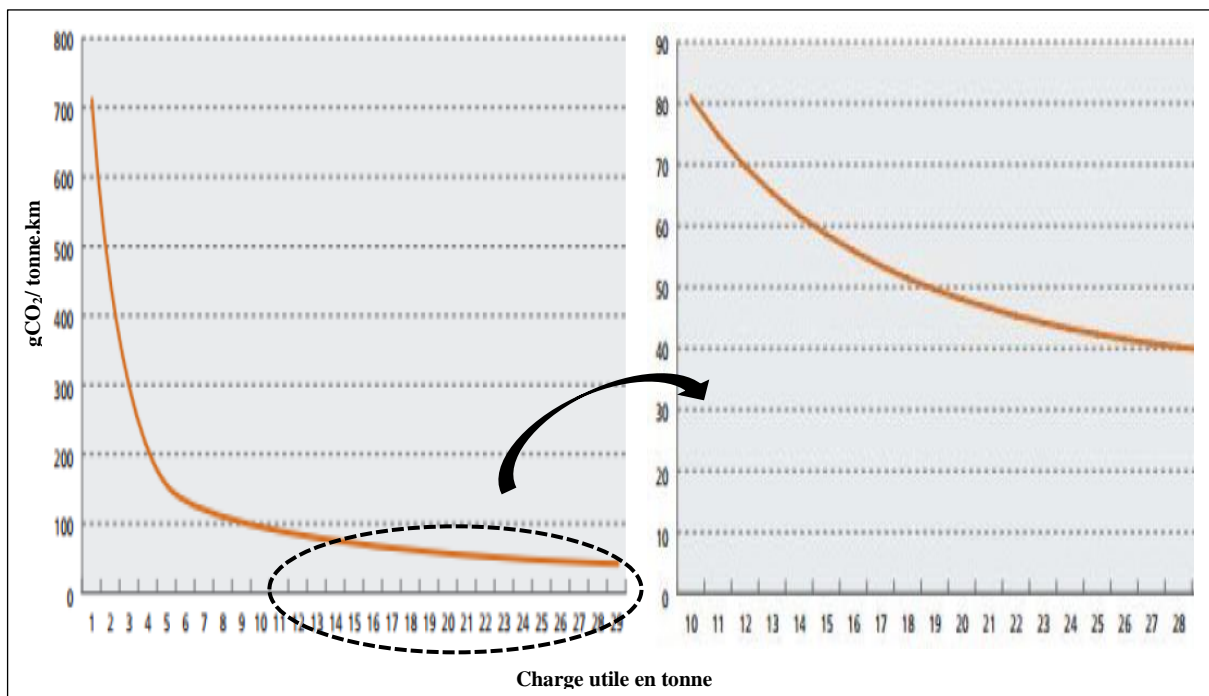


Figure 3- 19: Effet de la charge utile sur les émissions (Adapté de K. Belhassine (2016))

Les véhicules utilitaires légers dégradent donc doublement le bilan environnemental de la livraison en ville. Ils démultiplient les flux tout en gardant les facteurs d'émission les plus élevés. En fait la charge utile d'un véhicule utilitaire (PTAC = 3,5 tonnes) léger est de 1,3 tonne si on enlève le poids à vide du véhicule (2,1 tonne) et le poids du conducteur arrondi à 100 kg. Mais il existe des réflexions critiques qui reprochent aux courbes d'émissions de manquer de réalisme parce qu'elles utilisent les vitesses moyennes et ne prennent pas en compte l'effet des ralentissements et des accélérations en cours de trajet.

c- Polluants pris en compte

COPERT 5.1 permet d'estimer les quantités de 25 polluants différents ainsi que la consommation d'énergie. Parmi ces polluants se retrouvent les polluants règlementés du transport et les trois principaux gaz à effet de serre si on excepte la vapeur d'eau. Ces gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote N₂O.

d- Limites de l'outil COPERT pour notre réflexion

La méthodologie COPERT est adaptée à l'estimation des émissions de polluants et de la consommation d'énergie liée aux flux de transport que nous nous proposons d'évaluer dans nos travaux. Cependant, on peut noter quelques limites. La part de l'énergie électrique peut être élevée dans les déplacements d'achat dans certaines villes. A Saint-Etienne par exemple, outre les voitures particulièrement entièrement électriques, il y a une augmentation des trolleybus dans la flotte de bus. Le tramway reste aussi en développement avec une troisième ligne en cours de construction. COPERT ne nous pourra pas nous aider à prendre en compte l'impact des déplacements en centre-ville avec ce dernier mode par exemple. Leur part est pourtant non négligeable. L'indication méthodologique que nous en tirons est la complémentarité entre les outils disponibles. Dans notre cas, pour l'estimation des gaz à effet de serre, la base carbone de l'outil bilan carbone de l'ADEME peut donc utilement servir à pallier les défauts de COPERT.

Par ailleurs, COPERT est plus adapté à l'évaluation des impacts à une échelle plus macroscopique que celle d'une agglomération (M. André et E. Brutti-Mairesse 2015). Son utilisation pour évaluer les impacts générés à l'échelle d'un magasin peut donc poser quelques questions. Mais l'impact de cette limite sur notre démarche comparative avant-après nous semble peu significatif.

Nous proposons au chapitre 6 dédié à l'évaluation environnementale, un complément méthodologique qui revient sur l'outil COPERT.

2. Récapitulatif de la démarche d'investigation par objectif spécifique

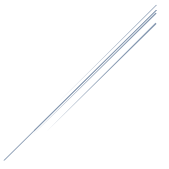
La démarche d'investigation pour tester chaque hypothèse opérationnelle est présentée dans le tableau III-6 suivant.

Hypothèses	Objectifs spécifiques	Démarche d'investigation
<p>1^{ère} Hypothèse opérationnelle</p> <p>Les choix individuels de déplacement sont déterminants dans la localisation commerciale</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les facteurs qui influencent la préférence d'une localisation commerciale à une autre pour le même achat. - Quantifier le poids de ces facteurs dans la préférence des consommateurs - Identifier le profil de clientèle associé à chaque localisation commerciale pour la même branche de commerces 	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte de données par la méthode des préférences déclarées. - Association des modèles par arbre d'inférence conditionnelle aux modèles probabilistes de choix discrets de type Logit.
<p>2^{ème} Hypothèse opérationnelle</p> <p>Le profil environnemental des flux de transport générés par un point de vente dépend de sa localisation sur le territoire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Montrer qu'il est possible de prendre en compte les déplacements d'achat dans l'évaluation environnementale des flux de TMV générés par un magasin - Montrer l'influence de la localisation commerciale en Comparant le profil environnemental des flux générés par un même magasin dans deux localisations différentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Définition d'une unité fonctionnelle reliant les flux de livraison amont et les flux de déplacements d'achat. - Estimation des quantités de flux par unité fonctionnelle en V.Km, en t.km ou en passagers.km. - Estimation des facteurs d'émissions en unités correspondantes avec l'outil COPERT et la Base Carbone de l'ADEME. - Mise à contribution de la base carbone de l'approche Bilan Carbone® de l'ADEME. - Méthodologie COPERT d'estimation des impacts routiers appliquée à une modèle d'estimation intégrée des flux amonts et aval mis au point dans l'étude.

Conclusion du chapitre 3

Saint-Etienne, notre terrain d'étude, relève la tête après quatre à cinq décennies de déprise démographique. Autrefois territoire mythique du capitalisme industriel, la ville poursuit sa mue vers le tertiaire, mais garde encore des séquelles de ce passé industriel. Les habitants de son centre-ville restent économiquement fragiles alors qu'elle bénéficie d'une classe moyenne active et un pouvoir d'achat plus fort qui habite dans sa couronne périphérique, qui ne manque pas de fréquenter la ville centre. En supposant que les flux de mobilités ainsi générés s'opèrent dans un chainage de déplacements impliquant divers motifs, on peut s'y intéresser pour documenter les déplacements d'achat en direction de Saint-Etienne. Ces déplacements d'achat, notamment en direction du centre-ville semblent un peu contraints pour une partie des habitants de l'intérieur de la métropole stéphanoise. Ces derniers sont tenus d'un côté les politiques de limitation de l'accessibilité automobile du centre-ville et de l'autre par la faible connectivité de leur commune d'habitation respective avec ce centre-ville en transport en commun. Ce terrain d'étude nous semble adaptés à notre problématique de recherche. Une monographie s'offrait à notre étude comme cas d'application dans le déménagement de la FNAC vers un quartier à l'entrée Est de la ville, un magasin qui prenait une part active et importante à l'animation du centre-ville. Un tel cas d'étude est d'autant plus intéressant que la métropole de Saint-Etienne travaille sur l'implantation d'un parc commercial dans ce même quartier. Cette nouvelle centralité commerciale dans la métropole pourrait générer une nouvelle organisation de l'ensemble des flux de logistique urbaine et contribuer à en modifier sensiblement le bilan environnemental. Il nous semblait utile d'anticiper sur ces changements.

La démarche méthodologique que nous proposons d'adopter revient à formaliser des démarches de modélisation et à les tester avec les données collectées en observant ce cas d'étude. Dans la suite, elle sera complétée chaque fois par des détails relatifs à son application pour tester chaque hypothèse.



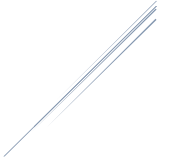
3^{ème} Partie

Résultats



Chapitre 4

Enquêtes sur le déménagement de la FNAC : présentation et description des données



Chapitre 4 : Enquêtes sur le déménagement de la FNAC Saint-Etienne : présentation et description des données

Introduction

La collecte de données mise en place dans le cadre de notre observation du déménagement de la FNAC Saint-Etienne concerne à la fois les flux de réapprovisionnement du magasin et les flux de déplacement d'achat. Pour ces derniers, une double enquête a été mise en place à un an d'intervalles et à peu près aux mêmes dates, pour caractériser une semaine de déplacement d'achat en direction de ce magasin, respectivement dans chacune des deux localisations. Ce chapitre se consacre à l'analyse descriptive des données récoltées. Il vise à donner un premier aperçu de ces déplacements en direction de chacune des deux localisations du magasin. La démarche est volontairement comparatiste afin d'avoir de donner un aperçu général de l'influence éventuelle du magasin sur le type de clients et sur les flux de déplacement générés. Ainsi donc après avoir évoqué la représentativité des données analysées, cette analyse descriptive compare les caractéristiques des clients rencontrés avant et après, celles de leur déplacement à la FNAC ainsi que leur réaction face au déménagement

L'analyse présentée dans ce chapitre ne couvre pas la totalité des données récoltées. Une partie de celles-ci est destinée à l'estimation des impacts environnementaux. Ce sont notamment les caractéristiques des modes de déplacements individuels motorisés par exemple. C'est le cas des caractéristiques des véhicules notamment pour les déplacements motorisés. Elles seront mobilisées ultérieurement dans le chapitre dédié à l'analyse environnementale. Les tris à plats des différentes variables analysées sont présentés en annexe au mémoire.

1. Echantillonnage et représentativité

Les deux enquêtes ont consisté à interroger tous les jours d'ouverture du magasin, pendant deux semaines, les clients qui acceptent de répondre à leur sortie du magasin. Quelle que fut la conclusion de leur déplacement à la FNAC (achat effectif ou non), tous les clients étaient éligibles, pour peu qu'ils sortaient d'une visite à la FNAC. La précaution de la collecte sur deux semaines était destinée à combler les éventuels écueils imprévisibles, et à élever la taille de l'échantillon brut. Ce dernier était destiné à constituer un échantillon d'une semaine de fréquentation. La sélection était aléatoire et n'offrait a priori aucun gage de représentativité des clients fréquentant la FNAC sur cette période d'enquête. Cependant, les entrées dans le magasin

étant décomptées avec un dispositif électronique, nous disposons d'une « population mère » à laquelle nous pouvions comparer cet échantillon brut.

Dans ce paragraphe, nous présentons cette comparaison pour chacune des deux enquêtes. Nous présentons aussi à la suite le redressement qu'elle nous permis de concevoir et d'exécuter après le nettoyage des données recueillies. Les résultats du comptage obtenu ne nous permettent pas d'aller jusqu'aux créneaux horaires. La comparaison et le redressement s'arrêtent donc au niveau des entrées journalières.

1.1 Données récoltées, populations mères et redressement

1.1.1 Démarche d'échantillonnage et de redressement des données.

Chacune des deux enquêtes, comme précisé dans au chapitre précédent, a permis de rencontrer pendant deux semaines, un nombre non fixé a priori de personnes qui acceptent de répondre. La sélection était aléatoire, tous les clients n'acceptant pas de se prêter au jeu, et aucune contrainte de sélection n'étant imposée aux enquêteurs. Il fallait donc constituer après la collecte de données, un échantillon le plus proche possible de la population mère. La population mère considérée ici désigne l'ensemble des clients effectivement entrés dans le magasin au cours de la période d'enquête. Le magasin disposant d'un compteur électronique d'entrée, l'hypothèse est faite que ce comptage est fiable. Il n'est pas exclu que la même personne faisant des allers-retours à l'entrée du magasin soit comptée plusieurs fois. Mais nous supposons négligeable l'erreur ainsi introduite.

Afin d'obtenir un échantillon représentatif de cette population mère, nous avons d'abord comparé les données récoltées, nettoyées et filtrées à cette dernière dans chaque cas. Cette comparaison nous a ensuite permis de mettre en place un redressement afin d'obtenir des échantillons représentatifs. Nous présentons ci-dessous, pour chacune des deux enquêtes, d'abord un graphique comparatif entre la population mère et les données brutes nettoyées. Cette représentation graphique montre les écarts entre la population des entrées réelles journalières et les nombres d'enquêtés selon les jours de la semaine. Nous exposons ensuite à l'aide d'un tableau chaque fois, le redressement appliqué.

1.1.2 Enquête avant déménagement

1.1.2.1 Comparaison entre données brutes et population mère

L'enquête avant déménagement a recueilli un peu plus d'un millier de réponses sur les deux semaines d'enquête. Mais après filtrage et nettoyage, le nombre de réponses complètes exploitables s'élève à 985. Le magasin étant ouvert du lundi au samedi, nous constituons une semaine de fréquentation que nous comparons, jour par jour, à la moyenne obtenue des deux semaines d'entrées réelles correspondantes. Les jours de la semaine du lundi au samedi sont désignés respectivement par J1 à J6 sur la figure IV-1.

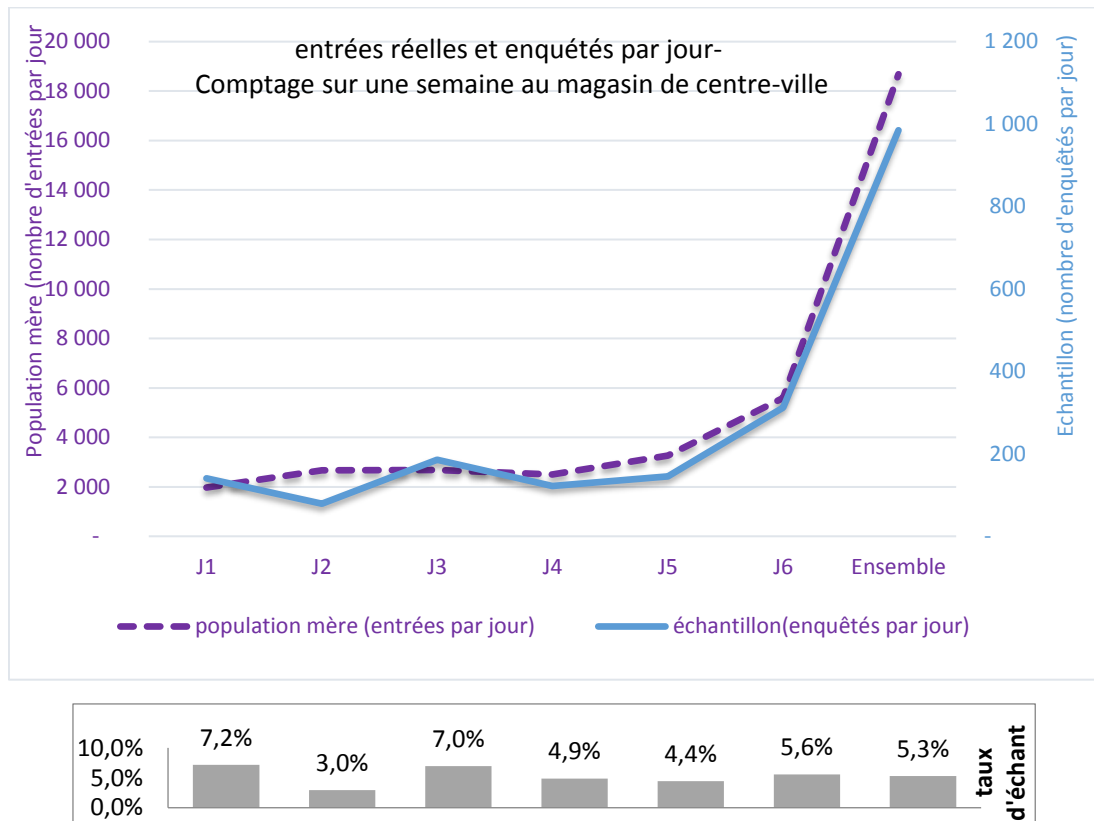


Figure 4-1 : enquête avant déménagement : échantillon brut et population mère

Cette figure montre que les nombres d'enquêteés sont proportionnellement assez proches de la population mère. On note cependant une nette sous-représentation des enquêteés du mardi alors que ceux du mercredi sont surreprésentés. Une démarche de redressement sera donc utile pour une meilleure représentativité.

1.1.2.2 Redressement

La démarche de redressement adoptée consiste dans un premier temps à fixer l'effectif d'enquêteés du samedi (J6). Les enquêteés de chaque jour de la semaine peuvent être sous-représentés ou surreprésentés. Selon le cas, nous opérons dans un second temps, respectivement une pondération ou une suppression aléatoire de données. Pour les données de l'enquête avant

déménagement, des simulations préalables nous ont permis de comprendre qu'en fixant le taux d'échantillonnage du samedi, nous aurons le moins de données à redresser. C'est ce qui motive le choix de fixer le samedi.

De manière opérationnelle, la pondération a consisté à compter doublement le nombre n_p d'enquêtés calculer pour atteindre le taux d'échantillonnage désiré pour chaque jour. La pondération revient donc à compter n_p enquêtés de plus pour le jour concerné par la pondération. Ces n_p enquêtés sont choisis aléatoirement parmi les enquêtés du jour concerné. De même la suppression consiste à choisir aléatoirement n_p enquêtés à supprimer parmi les enquêtés des jours concernés afin d'atteindre le taux d'échantillonnage visé. La sélection aléatoire des n_p enquêtés a chaque fois été opérée sous la version 3.4.3 du logiciel R dans l'environnement Rstudio. Sous le package *Party* (T. Hothorn et al., 2017),

le code $SSI \leftarrow sample(1: nrow(DATA), size = n_p)$ permet de choisir aléatoirement dans la matrice *DATA* un sous-ensemble *SSI* de n_p lignes.

A l'arrivée, nous obtenons un échantillon redressé d'effectif $n = 1044$. Le tableau 1 rend compte du redressement et en présente le résultat, avec :

n_{brut} : l'effectif brut d'enquêtés,

N : le nombre d'entrées réelles décomptées,

$s_{brut} = \frac{n_{brut}}{N}$, le taux brut d'échantillonnage

s : le taux d'échantillonnage imposé,

$t_p = \frac{N*s - n_{brut}}{n_{brut}}$, le taux de pondération de l'effectif brut enquêté si $t_p > 0$, et la proportion d'enquêtés à supprimer aléatoirement si $t_p < 0$,

$n_p = t_p * n_{brut}$ le nombre d'enquêtés correspondant respectivement au taux de pondération obtenu,

n : l'effectif de l'échantillon obtenu après redressement.

Tableau IV-1 : redressement des données de l'enquête avant déménagement

Jours	effectif brut d'enquêtés (n_{brut})	Nombre d'entrées réelles (N)	Taux d'échantillonnage brut (S_{brut})	Taux d'échantillonnage imposé (S)	Taux de pondération t_p	Nombre d'enquête correspondant à t_p (n_p)	Effectif de l'échantillon après redressement (n)	Action
J1	141	1970,5	3,6%	5,6%	-21,7%	-31	110	suppression
J2	79	2668,5	1,5%	5,6%	+89,2%	70	149	Pondération
J3	186	2674,5	3,5%	5,6%	-19,5%	-36	150	Suppression
J4	122	2502,5	2,4%	5,6%	+14,9%	18	140	Pondération
J5	145	3268	2,2%	5,6%	+26,2%	38	183	Pondération
J6	312	5598	5,6%	5,6%	+0%	0	312	aucune
Total	985	18682		5,6%			1044	

La même démarche a été reconduite avec les données issues de l'enquête après déménagement

1.1.3 Redressement de l'échantillon issu de l'enquête après déménagement

1.1.3.1 Comparaison des données brutes à la population mère

Les graphes de la figure 2 comparent les données brutes de l'enquête après déménagement à la population mère. Le jeudi semble surreprésenté comparé par exemple au vendredi.

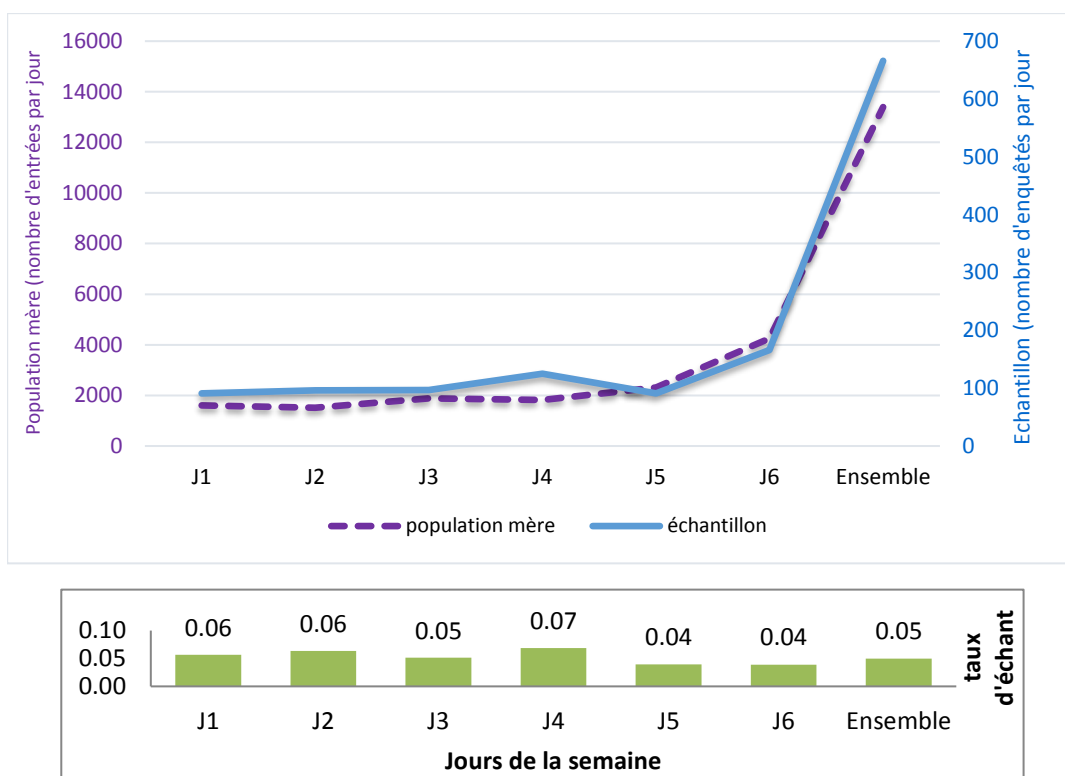


Figure 4-2 : enquête après déménagement : échantillon brut et population mère

1.1.3.2 Le redressement des données brutes

Dans le même esprit que précédemment, le tableau 2 présente un récapitulatif du redressement des données. A l'arrivée, nous nous retrouvons avec un échantillon redressé d'effectif 670. Dans ce cas-ci le taux d'échantillonnage d'ensemble a été retenu, et le redressement a consisté à agir sur les autres effectifs pour obtenir ce taux d'échantillonnage qui est de 5% pour chaque jour d'enquête.

En conclusion, le tableau IV 2bis présente les effectifs respectifs des échantillons et de la population mère.

Tableau IV-2 bis

	Entrées réelles	Echantillons	Taux d'échantillonnage
Magain du centre-ville	18 682	1040	5,6 %
Magasin de Monthieu	13 395	670	5 %

Tableau IV-2 : redressement des données de l'enquête après déménagement.

Jours	effectif brut d'enquêtés (n_{brut})	Nombre d'entrées réelles (N)	Taux d'échantillonnage brut (S_{brut})	Taux d'échantillonnage imposé (S)	Taux de pondération t_p	Nombre d'enquête correspondant à t_p (n_p)	Effectif de l'échantillon après redressement (n)	Action
J1	91	1609	5,7%	5,0%	-11,6%	-11	80	suppression
J2	96	1513	6,3%	5,0%	-21,2%	-20	76	suppression
J3	97	1883	5,2%	5,0%	-2,9%	-3	94	suppression
J4	125	1825	6,8%	5,0%	-27%	-34	91	suppression
J5	91	2311	3,9%	5,0%	+27%	25	116	pondération
J6	166	4252	3,9%	5,0%	+28,1%	47	213	pondération
Total	666	13395	5,0%	5,0%			670	

1.2 Variables retenues pour l'analyse

Afin de constituer pour chaque enquête une matrice (enquêtés, variables) il nous faut réfléchir aux variables à retenir.

1.2.1 Variables communes aux deux enquêtes

Après codification, corrections, filtrage et redressement, les données issues de l'enquête avant déménagement constituent une matrice de 34 variables en colonnes et 1040 individus en lignes. Les données issues de l'enquête après déménagement quant à elles constituent une matrice de 49 colonnes (variables) contre 670 lignes (individus). Les deux matrices ont en commun 28 variables que nous présentons ci-dessous dans le tableau IV-3.

1.2.2 Variables propres à chaque enquête

Les 6 variables du tableau IV-4 sont exclusives à l'enquête avant déménagement. Les 21 variables présentées dans le tableau IV-5 quant à elles concernent exclusivement l'enquête après déménagement.

Tableau IV-3: Variables communes aux deux enquêtes

Code de la variable	description	Type de variable	Modalités
jour	quel jour de la semaine l'enquêté a été interrogé	discrète à 6 modalités	J1 (=lundi), J2 (=mardi), ..., J6 (=samedi)
heure	créneau horaire où l'enquêté a été interrogé	Catégorielle à 4 classes	matin (10H-12H), midi (12H-14H), apr_midi (14H-17H), soir (17H-19H)
motif	motif de la visite au magasin	discrète à 3 modalités	ach (= achat ou retrait d'un colis acheté en ligne), rep (= repérage, promenade, comparaison de prix, informations) sav (=service après-vente)
eff_ach	la visite a-t-elle été finalement sanctionnée par un achat?	discrète binaire	oui (=achat effectif d'au moins un article), non (= aucun achat)
art_ach	rayon où le client a acheté	discrète avec 10 modalités	" musique ", " billeterie ", " jeux_jouets ", " livres_BD ", " mat_info ", " TV_acc ", " mobile ", " print ", " wonderbox ", " papeterie "
rue_dom	nom de la rue, chemin, place ou route du domicile de l'enquêté	discrète	Un grand nombre de modalité
cp_dom	code postal du domicile	discrète	Un grand nombre de modalité
comm_dom	commune du domicile	discrète	Un grand nombre de modalité
longit_dom	longitude du domicile-Projection Lambert 93	numérique	

latit_dom	latitude du domicile- Projection Lambert 93	numérique	
dist_dom	distance routière entre le domicile et la FNAC- Estimation GoogleMaps	Quantitative ordinaire à 7 niveaux	"100" (= moins de 500m), "200" (=500m à 2km), "300" (=2 à 5km), "400" (=5 à 10km), "500" (= 10 à 40km), "600" (40 à 80km), "700" (=plus de 80km)
rue_orig	nom de la rue, chemin, place ou route de l'origine de l'enquêté	discrète	
cp_orig	code postal de l'origine	discrète	
com_orig	commune du lieu d'origine	discrète	
longit-orig	longitude du point considéré comme l'origine du trajet- Projection Lambert 93	numérique	
latit_orig	latitude du point considéré comme l'origine du trajet- Projection Lambert 93	numérique	
dist_orig	distance routière entre l'origine du trajet vers la FNAC et la FNAC- Estimation GoogleMaps	Quantitative ordinaire à 7 niveaux	"100" (= moins de 500m), "200" (=500m à 2km), "300" (=2 à 5km), "400" (=5 à 10km), "500" (= 10 à 40km), "600" (40 à 80km), "700" (=plus de 80km)
mode_dorian	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile à proximité de la FNAC et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé)
marque	précision entre train, tramway, bus et combinaison pour les déplacements impliquant ces modes en transport en commun. Marque pour les véhicules automobiles ou les deux roues motorisés	discrète	
boucle	boucle de déplacement, de domicile à domicile, où s'insère le trajet vers la FNAC	discrète avec 4 modalités	"dom-F" (=navette domicile-FNAC- domicile), "dom-trav" (=domicile-travail- FNAC-domicile, et domicile-travail-autre achat-FNAC-domicile, dans n'importe quel ordre), "autr-ach" (= domicile-FNAC-autre achat-domicile, dans n'importe quel ordre), "loisir" (domicile-FNAC-loisir (ou visite ou démarche personnelle)-domicile)
F_club	appartenance au club du magasin, sanctionnée par la détection d'une carte du club	discrète avec 4 modalités	"non", "F" (= détient une carte FNAC), "F+" (= détient une carte FNAC-Plus), "F1" (= détient une carte FNAC-One)

mode_q	mode de déplacement principal utilisé pour les déplacements contraints quotidiens du type domicile-travail	discrète avec 4 modalités	M (= marche à pied, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé), "NC" = non concerné
genre	de quel sexe est l'enquêté?	discrète binaire	"H" , "F"
age	Tranche d'âge de l'enquêté	Quantitative ordinale avec 4 niveaux	"inf18" , "18-26" , "27-60" , "sup60"
profess	de quelle catégorie professionnelle est l'enquêté	discrète avec 7 niveaux	"empl" , "cadre" , "fonct" , "etud" , "indep" , "sans-empl" , "retraite"
niv_etud	niveau d'étude de l'enquêté	continue ordinale avec 4 niveaux	"lycee" , "bac" , "bac+3" , "master"
rythm_dorian	A quel rythme l'enquêté fréquentait-il la FNAC située en centre-ville (à Dorian)	continue ordinale à 5 niveaux	"hebdo" (=au moins 1 fois par semaine), "quinz" (=par quinzaine), "mens" (= mensuellement), "trim" (= 1 fois par trimestre), "rare" (moins d'une fois par trimestre)
Opinion	quelle est l'opinion éventuelle de l'enquêté sur le déménagement de la FNAC du centre-ville vers la périphérie ?	chaîne de caractères	

Tableau IV-4 : Variables propres à la matrice issue de l'enquête avant déménagement

Code de la variable	description	Type de variable	Modalités
mode_dorian	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile à proximité de la FNAC et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé)
demen_info	l'enquêté était-il déjà au courant du déménagement avant l'enquête, ou bien est-ce l'enquêteur qui l'informe?	discrète binaire	"Avant" , "Enq"
rythm_dorian	A quel rythme l'enquêté fréquente-t-il la FNAC située en centre-ville (à Dorian)	Quantitative ordinale à 5 niveaux	"hebdo" (=au moins 1 fois par semaine), "quinz" (=par quinzaine), "mens" (= mensuellement), "trim" (= 1 fois par trimestre), "rare" (= 1 ou 2 fois par an)
intention	l'enquêté continuera-t-il de fréquenter le magasin après son déménagement en périphérie (à Monthieu)?	Discrète à 4 modalités	"non" , "moins" , " pareil" , "plus"
raisons	Quelles raisons motivent cette intention de fréquentation après déménagement	discrète avec 10 modalités	"acc-tc" , "acc_auto" , "chemin" , "ctre-comm" , "ctre_ville" , "fnac.com" , "loin" , "proche" , "unicité" , "mon chemin" .
mode_intent	Par quel mode, le cas échéant, l'enquêté compte-t-il se déplacer vers le magasin de Monthieu	discrète avec 3 modalités	M (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé)

Tableau IV-5 : Variables propres à la matrice issue de l'enquête après déménagement

Variable	description	Type	Modalités
raison_non_ach	raison qui explique que l'enquêté n'ait rien acheté	discrète avec 3 modalités	"indispo" (= l'article recherché n'est pas disponible), "prix" (= l'article désiré est trop cher), "NA" (l'enquêté n'est pas venu pour acheter)
depense	tranche en Euros où se retrouve le montant dépensé par le client, le cas échéant	continue à 6 classes	"<10", "10--50", "50--100", "100--200", "200--500", ">500"
Variable	description	Type	Modalités
freq_dorian	l'enquêté fréquentait-il la FNAC Dorian?	binaire	"oui", "non"
mode_month	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roue motorisé)
covoit	Pour les enquêtés ayant pour mode "V", combien ils sont venus à bord du véhicule?	discrète avec 5 modalités	"seul" (=autosoliste), "2", "3", "4" (= covoiturage à 4 ou plus)
d_covoit	l'enquêté pratique-t-il le covoiturage pour ses déplacements contraints quotidiens ?	discrète avec 5 modalités	"seul" (=autosoliste), "2", "3", "4" (= covoiturage à 4 ou plus)
rue_trav	nom de la rue, chemin, place ou route du lieu de travail de l'enquêté	discrète	
cp_trav	code postal du lieu où travaille l'enquêté	discrète	
com_trav	commune où travaille l'enquêté	discrète	
rythm_month	rythme auquel l'enquêté fréquente la FNAC à Monthieu	continue ordinale à 5 niveaux	"hebdo" (=au moins 1 fois par semaine), "quinz" (=par quinzaine), "mens" (= mensuellement), "trim" (= 1 fois par trimestre), "rare" (moins d'une fois par trimestre)
modif_rythm	l'enquêté a-t-il changé son rythme de fréquentation de la FNAC du fait du déménagement?	discrète avec 3 modalités	"pareil", "moins", "plus"
raisons_modif	Raisons qui motivent ce changement de rythme de fréquentation après déménagement	discrète avec 10 modalités	"acc-tc", "acc_auto", "chemin", "ctre-comm", "ctre_ville", "fnac.com", "loin", "proche", "unicité"
acc_tc_month	comment l'enquêté perçoit-il l'accessibilité en TC de la zone de Monthieu par rapport à l'année dernière	discrète avec 4 modalités	"NSP" (=ne sait pas), "pareil", "plus_acc", "moins_acc"
permis	l'enquêté a-t-il un permis de conduire?	binaire	"oui", "non"
pref_vestim	si le déménagement concernait plutôt un magasin vestimentaire du centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu	discrète avec 4 modalités	"NSP", "pareil", "moins", "plus"

pref_alim	comment l'enquêté fréquenterait un magasin alimentaire qu'il fréquentait au centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu?	discrète avec 4 modalités	"NSP", "pareil", "moins", "plus"
pref_libr	comment l'enquêté fréquenterait une librairie qu'il fréquentait au centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu?	discrète avec 4 modalités	"NSP", "pareil", "moins", "plus"
Variable	description	Type	Modalités
pref_htech	comment l'enquêté fréquenterait un magasin de high-tech et audio-visuel qu'il fréquentait au centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu?	discrète avec 4 modalités	"NSP", "pareil", "moins", "plus"
pref_ameu	comment l'enquêté fréquenterait un magasin vestimentaire qu'il fréquentait au centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu?	discrète avec 4 modalités	"NSP", "pareil", "moins", "plus"
motorisation	combien de voitures y a-t-il dans le ménage de l'enquêté?	discrète avec 4 modalités	"0", "1", "2", ">2"
taille_menage	nombre de personnes vivant ensemble chez l'enquêté	continue ordinale avec 6 niveaux	"1", "2", "3", "4", "5", ">5"

Remarque :

- L'apparition de certaines variables telles que « **freq_dorian** » ou « **mode_dorian** » dans la base de données de l'enquête après déménagement est normale. Ces variables sont liées à une autre variable de cette base, « **freq_dorian** ». Cette dernière décrit le fait que l'enquêté rencontré à Monthieu fréquentait ou non le magasin du centre-ville avant son déménagement. Le cas échéant, la variable « **mode_dorian** » par exemple décrit le mode utilisé en son temps pour aller au magasin de centre-ville à Dorian.

- L'enquête avant déménagement n'a pas renseigné sur le panier de dépense parce que nous craignons une susceptibilité des enquêtés qui ne voudraient alors pas répondre. Mais ayant eu plus de temps pour préparer l'enquête après déménagement, nous nous sommes assurés qu'une question relative au montant dépensé ne heurtait pas particulièrement la susceptibilité des enquêtés.

- Les variables « **pref_libr** » et « **pref_htech** » décrivent respectivement le choix qu'aurait fait l'enquêté si une librairie ou un magasin de high-tech déménageait comme l'a fait la FNAC. Certes, la FNAC propose aussi une librairie ainsi que des articles de high-tech. Mais il est possible que le choix dans le cas de la FNAC soit différent de celui dans le cas d'une simple librairie ou d'un simple magasin de high-tech. Ces variables nous semblaient intéressantes pour comparer. En effet, On pourrait par exemple suivre la FNAC juste par fidélité à la marque, ou pour bénéficier de l'économie d'échelle du fait qu'elle propose des articles de plusieurs secteurs dans un même espace.

2. Les clients rencontrés : domiciles et catégories socioprofessionnelles comparées

2.1. CSP comparées des clients du magasin de centre-ville et des clients du magasin rencontrés dans le magasin de Monthieu

Comme on peut le voir sur la figure 4-3, après son déménagement, le magasin est fréquenté par un peu plus d'hommes qu'en centre-ville. Les femmes restent cependant plus nombreuses : elles étaient près de 54% en centre-ville contre 51% après déménagement. Les jeunes de moins de 27 ans sont quant à eux nettement moins nombreux après le déménagement. Ceci se traduit aussi par la proportion d'élèves et étudiants qui diminue de moitié après le déménagement. On peut aussi remarquer que la proportion d'indépendants, de personnes en recherche d'emploi et de retraités reste pratiquement constantes. Les cadres sont moins nombreux après le déménagement, passant de près de 20% à environ 12% alors que les employés sont plus nombreux. Il est aussi frappant de constater que les fonctionnaires qui étaient moins de 2% au magasin de centre-ville sont près de 13% après le déménagement.

Globalement, si on peut conclure que le déménagement du magasin a sérieusement réduit la fréquentation des élèves et étudiants, il n'empêche pas pour autant les indépendants, les retraités et les personnes en recherche d'emploi de s'y rendre. Ces deux dernières catégories n'ayant pas de contrainte de travail, peuvent avoir le loisir de se déplacer pour visiter la FNAC et le centre-commercial qui l'abrite.

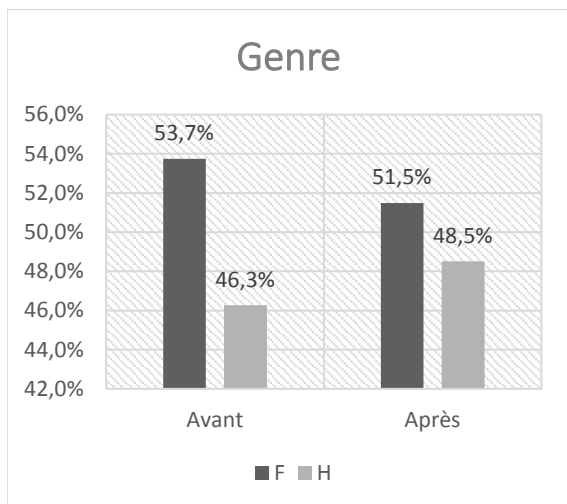


Figure 4-3-a

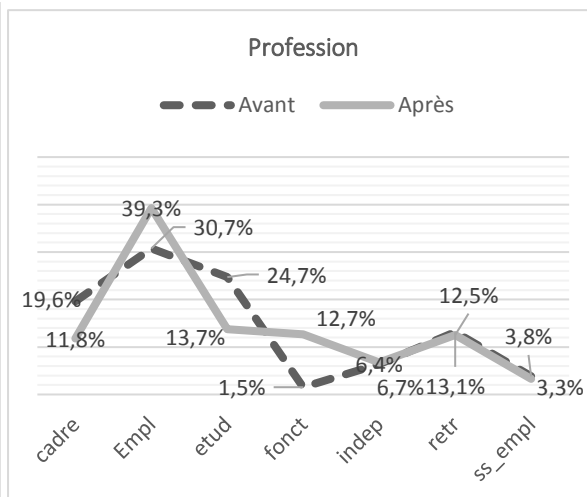


Figure 4-3-b

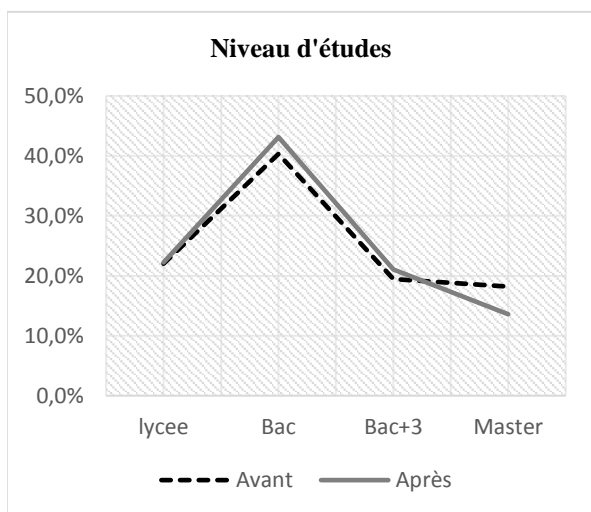


Figure 4-3-c

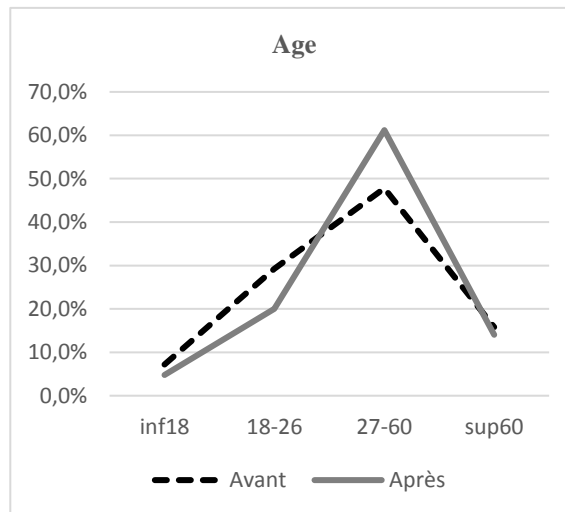


Figure 4-3-d

Figure 4-3 : Catégories socioprofessionnelles comparées entre clients de la FNAC centre-ville et de la FNAC en périphérie

2.2. Un magasin qui rayonne au-delà de la ville, mais qui provoque des déplacements dans les limites d'une mobilité locale. Domiciles et origines des clients.

2.1.1 Domiciles

Aussi bien le magasin de centre-ville que celui de périphérie recrutent environ 40% de leurs clients à plus de 10 km de domicile : respectivement 38,8 et 39,7%. C'est même plus de 55% des clients dans les deux cas qui habitent à plus de 5km du magasin. C'est ce que montre la

figure 4 qui représente pour les deux cas, les parts cumulées de clients au fur et à mesure qu'on s'éloigne du magasin.

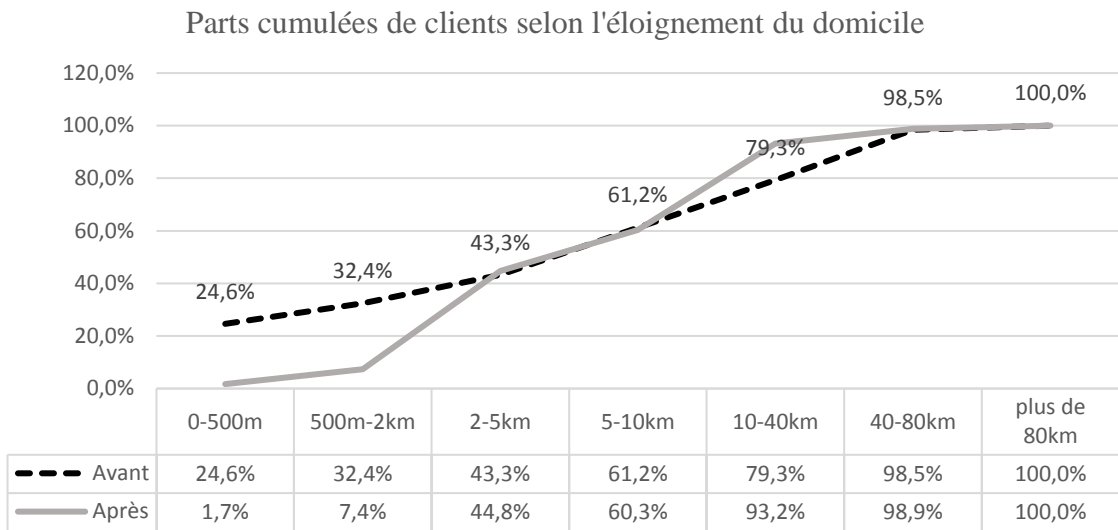


Figure 4-4 : Avant et après déménagement, plus de la moitié habite à plus de 5km

Cependant, d'après la figure 5, un client sur trois (32,4 %) des clients du magasin de centre-ville habitent à moins de 2km de celui-ci, contre seulement 7% qui habitent dans le même rayon pour le magasin de périphérie. On peut penser a priori que cela implique une meilleure accessibilité du magasin de centre-ville à pieds et à vélo. Mais dans un rayon de 5 km, ce dernier se fait rattraper pratiquement par le magasin de périphérie recruté par des parts plus grandes de clients entre 2 et 5 km.

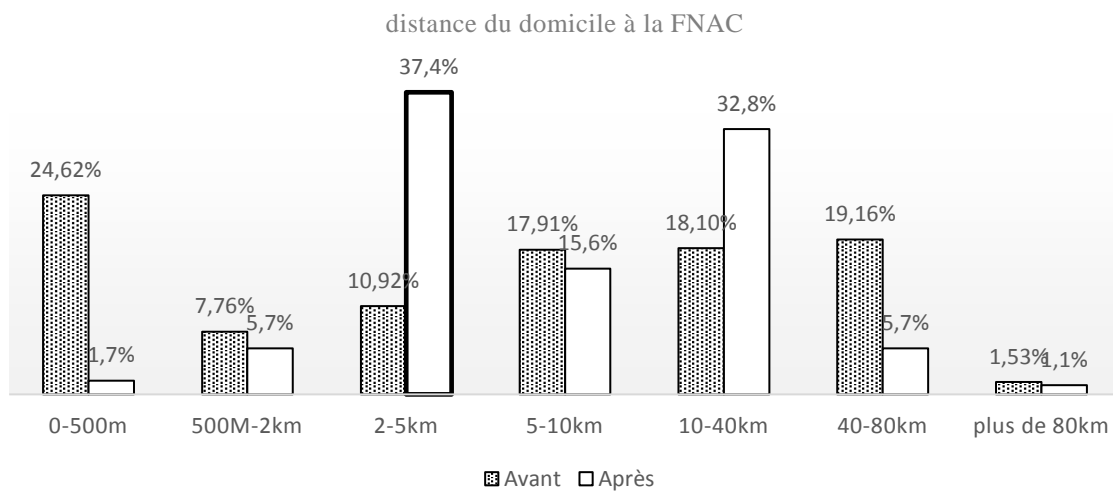


Figure 4-5 : Parts de clients selon l'éloignement du domicile par rapport au magasin

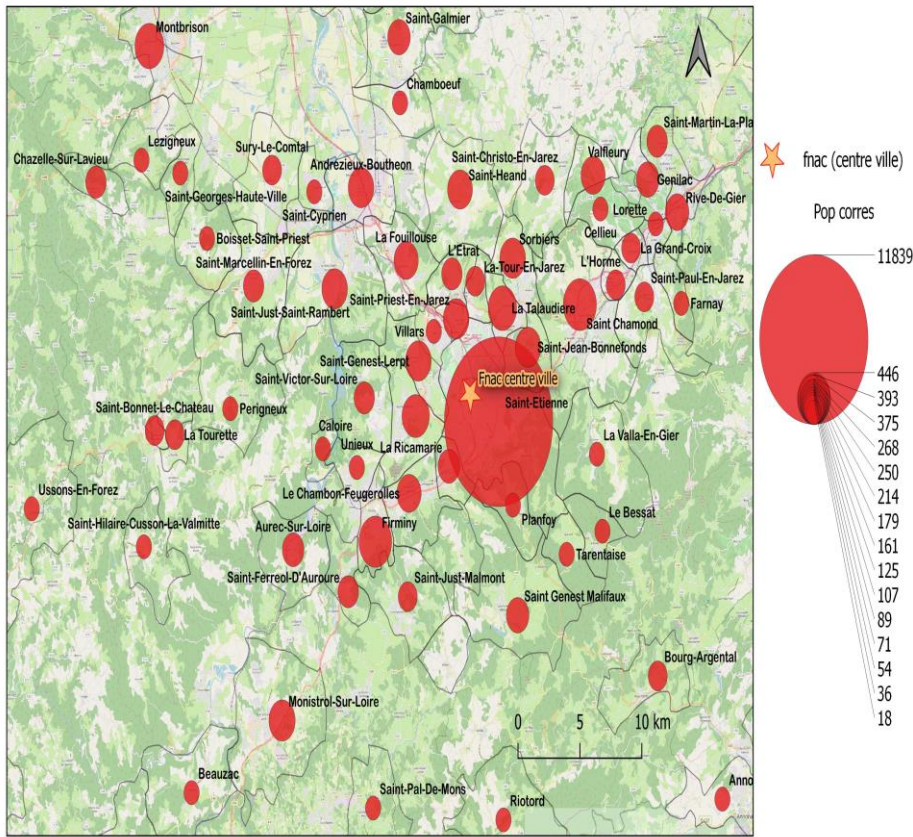
Les deux magasins se retrouvent presque au mêmes parts cumulées de clients dans un rayon de 5km (environ 45% chacun) et dans un rayon de 10km (environ 60% chacun). En résumé, si le magasin de centre-ville recrute plus de client habitant dans un rayon de 2km, il recrute finalement dans les mêmes proportions que l'autre, des clients habitant loin. Cela peut être significatif en terme de déplacement automobiles.

En y regardant de près, on se rend compte que les clients du magasin de Monthieu habitant de 2 à 5km du magasin de Monthieu habitent en réalité à Saint-Jean-Bonnefonds (10%) et à Saint-Etienne (90%). Quant aux clients domiciliés entre 10 et 40 km, ils habitent dans des communes plus lointaines à l'intérieur ou même à l'extérieur de la Métropole stéphanoise. Ceux qui habitent à plus de 40 km par contre, on pourrait penser que c'est le déplacement en centre-ville de Saint-Etienne qui offre l'opportunité d'un détour à la FNAC. Ils sont en effet bien plus nombreux dans le magasin de centre-ville (environ 20%) que dans celui de périphérie (5,7%). On peut finalement conclure que la FNAC Saint-Etienne dans l'une ou l'autre des localisations est un magasin qui rayonne au-delà de la ville de Saint-Etienne. De plus, si sa localisation en centre-ville en fait plus profiter une population dense immédiatement proche, son déménagement la met plus à la portée des habitants de l'intérieur de la Métropole, voire au-delà.

D'après J.-P. Orfeuill (2000), mais aussi le CGEDD²⁰ (non daté), une mobilité locale est un déplacement sur le territoire national effectué dans la même journée sur une distance n'excédant pas 80 km du domicile. A 1,1% près pour le magasin en périphérie et 1,5% près pour le magasin de centre-ville (figure 4-4), tous les déplacements en direction de la FNAC Saint-Etienne peuvent donc être considérés comme étant de la mobilité locale. Par ailleurs, les cartes de la figure 4-7 réalisées d'après l'étude, montrent que le territoire où se recrutent ces clients ne varie presque pas après le déménagement du magasin. Nous montrons de plus avec ces cartes que la répartition des clients sur le territoire est différente. Le déménagement semble en effet avoir permis au magasin de recruter davantage de clients habitant les communes proches des grands axes routiers. Les communes telles que Saint-Chamond Saint-Jean-Bonnefonds, Rive-de-Gier, Cellieu ou Saint-Martin-la-Plaine fournissent ainsi beaucoup plus de clients à la FNAC de Monthieu qu'à celle du centre-ville. L'enseignement à en tirer est que la fréquentation dépend peut-être de l'éloignement, mais elle dépend aussi de l'accessibilité. Les difficultés d'accès au

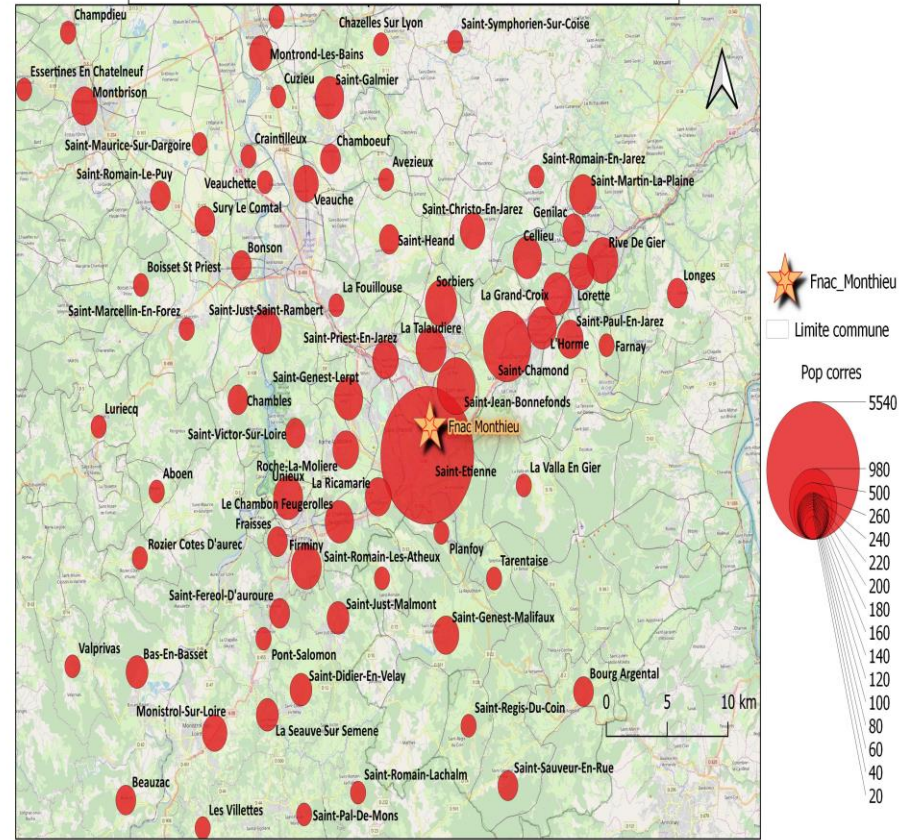
²⁰ Commissariat Général (français) pour l'Environnement et le Développement Durable.

Répartition des clients de l'enseigne Fnac (centre ville) par Commune



Source: données d'enquête réalisée par Sonagnon ©2018
Fond de carte OpenStreetMap

Répartition des clients de l'enseigne Fnac (Monthieu) par Commune



Source: données d'enquête réalisée par Sonagnon ©2018
Fond de carte OpenStreetMap

Figure 4-7 : Cartographie domiciles des clients- Source : Enquêtes- Réalisation : Auteur

2.1.2 Origines des déplacements vers la FNAC et distances parcourues

Le magasin de centre-ville semble générer plus de courtes distances. Le tiers des clients parcourt moins de 500 mètres et un client sur deux parcourt moins de 2km.

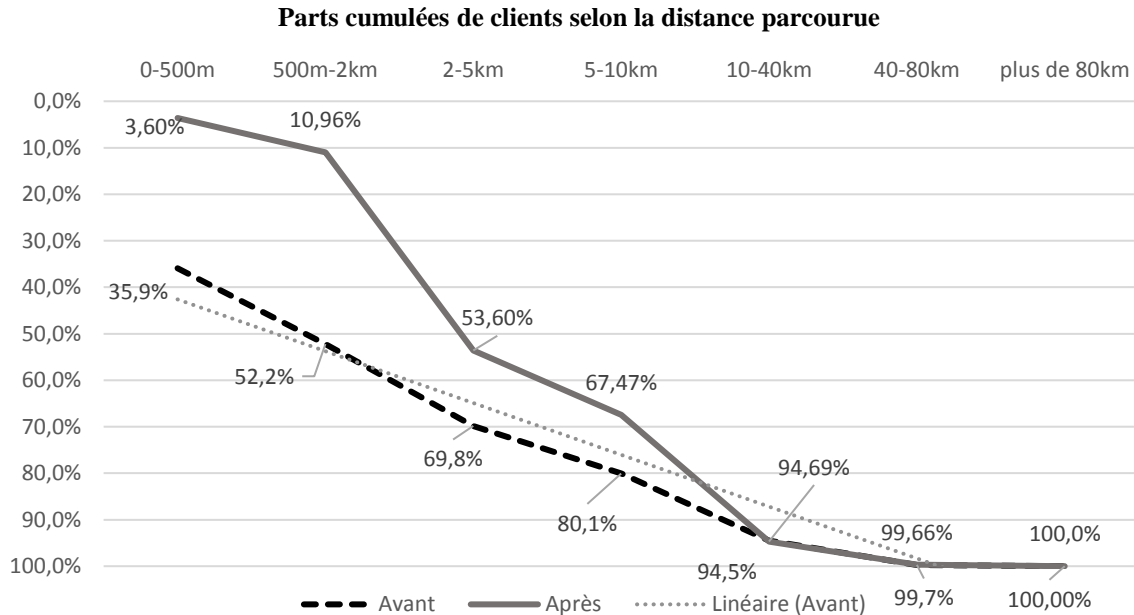


Figure 4-8-a : Localisation en centre-ville (avant) génère plus de courtes distances.

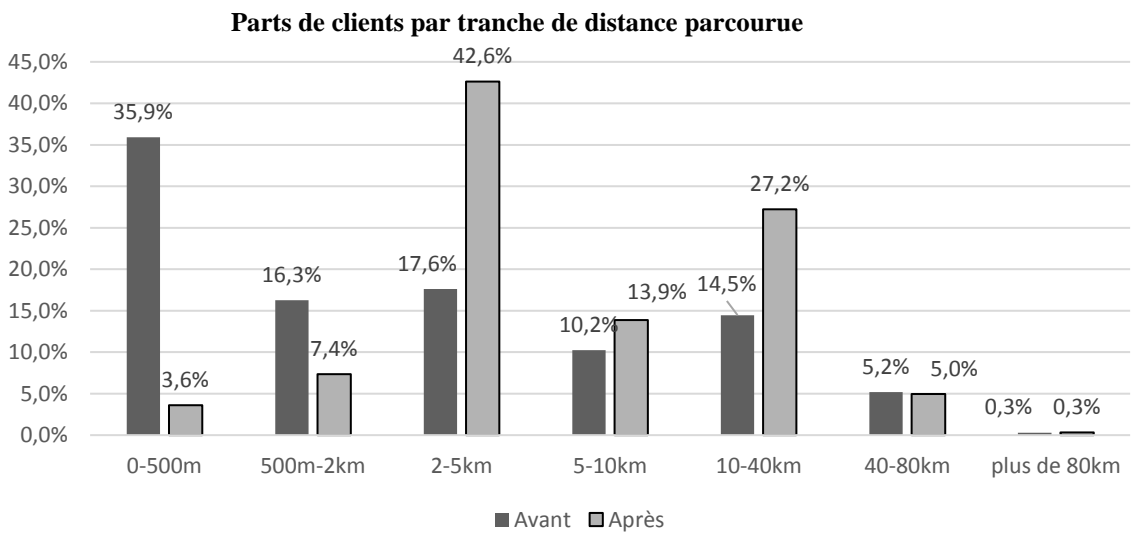


Figure 4-8-b : Localisation en centre-ville génère de courtes distances.

Le magasin de Monthieu accueille à l’opposé beaucoup plus de clients qui parcourent de plus longues distances. Ils sont juste 11% à parcourir moins de 2km, même si plus de la moitié font moins de 5km.

Les figures 4-4 et 4-8 (a et b) montrent aussi que les distances parcourues sont très différentes des distances au domicile. Par exemple, pour le magasin de centre-ville, le tiers des clients (32%) habite moins de 2km. Or, c’est plus de la moitié (52%) qui parcourent moins de 2km. La variation est moins importante pour le magasin de périphérie : 7% habitent à moins de 2km alors que 11% font un trajet de moins de 2km pour s’y rendre. Cette différence est aussi notable au-delà de 2km, éloignement du domicile et distance parcourue ne se rejoignant pour les deux magasins qu’au-delà de 40km. Cela nous amène à nous intéresser aux boucles de déplacements dans lesquelles s’insèrent les trajets vers la FNAC dans chaque cas.

3. Boucles et modes déplacement : l’usage de la voiture en question

3.1. Boucles de déplacements

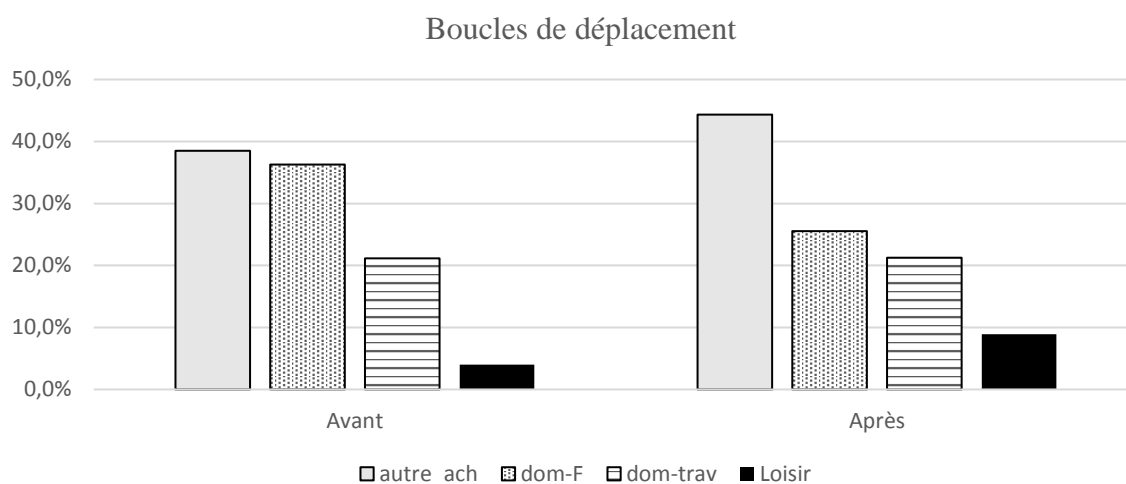


Figure 4-9 : Plus de navettes domicile-FNAC vers le magasin de centre-ville

La figure 4-9 montre que le magasin de centre-ville attire plus que celui en périphérie, de navettes directes domicile-FNAC. On peut supposer a priori qu’il s’agit d’habitant du centre-ville qui profitent de la proximité. Si les deux magasins reçoivent la même proportion de déplacements en combinaison avec le domicile-travail, celui de périphérie reçoit par contre plus de clients qui profitent pour faire d’autres achats. Cela est certainement lié au fait que le nouveau magasin est installé dans un centre-commercial. Ce magasin reçoit aussi plus que celui de centre-ville, des visites de clients qui profitent d’une démarche personnelle, d’une visite à des relations ou d’un déplacement loisir pour passer à la FNAC. En associant les boucles de

déplacements respectivement aux distances parcourues et aux modes déplacements utilisés, nous pourrons mieux appréhender les implications de déplacements.

3.2. Boucles de déplacements et distances parcourues

Les différences entre domiciles des clients origine du trajet vers la FNAC s'expliquent par les différents chainages de déplacements où s'insèrent les déplacements individuels. Les boucles de déplacement « domicile- autre-achat-FNAC-domicile » et « domicile-travail –FNAC-domicile » permettent ainsi de comprendre la variation des distances parcourues selon les deux localisations du magasin. On peut penser a priori que la fréquentation de la FNAC en centre-ville permet d'y associer la visite d'autres magasins du centre-ville. La même réflexion est possible pour la FNAC à Monthieu parce qu'elle est installée à l'intérieur d'un centre-commercial. Mais la figure 4-10 montre que parmi les clients du magasin de centre-ville, 42% des clients font moins de 2km pour s'y rendre. Pour le magasin de périphérie, ils sont moins de 12%. On peut en déduire que le centre-ville se prête mieux que le centre-commercial où s'est installée la FNAC, à l'association de plusieurs achats.

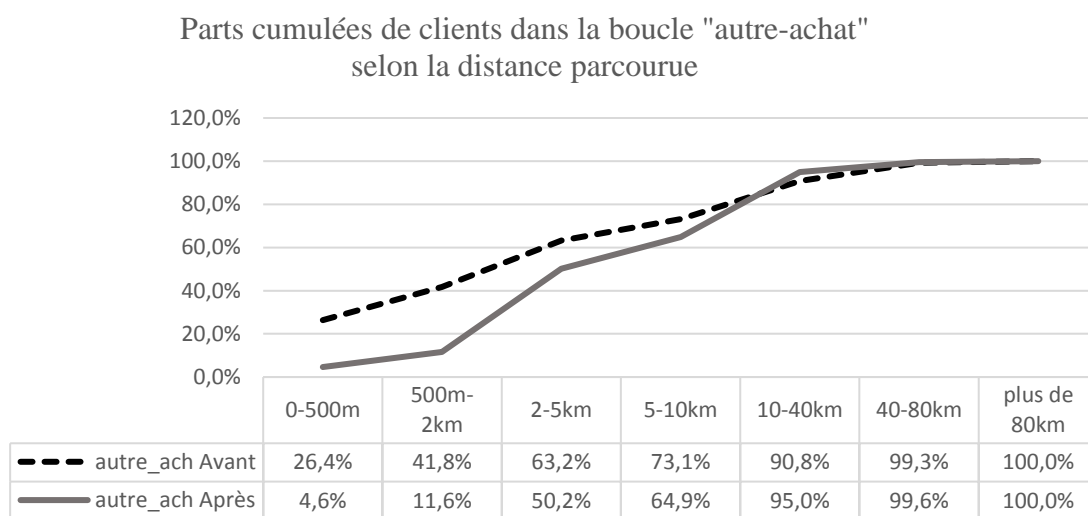


Figure 4-10 : le magasin de centre-ville se prête davantage à l'association d'autres achats que celui de périphérie.

Nous avons vu dans la section précédente (§2.2.2.) que le magasin de périphérie était caractérisé par des parts élevées de clients parcourant respectivement entre 2 et 5km puis entre 10 et 40 km (voir figure 4-8b). La figure 4-11 montre que probablement il s'agit de personnes impliquées dans une boucle de déplacement « domicile-travail-FNAC-domicile » dans l'un ou l'autre sens. En fait, cette figure présente la courbe cumulative des parts de domicile-travail selon la distance

parcourue. Elle fait deux sauts importants qui correspondent aux clients parcourant entre 2 et 5km d'une part (saut de 50%) et entre 10 et 40km (saut de 25%) d'autre part. Entre 2 et 5km du magasin de Monthieu, se situent trois des plus importants bassins d'emplois de Saint-Etienne : l'hypercentre (plus de 13000 emplois), le siège social du Groupe Casino situé au quartier Chateaucieux (plus de 6000 emplois), le quartier Technopole qui est un quartier d'activités de services et d'ingénierie (près de 2500 emplois). Entre 10 et 40 km, on peut supposer que les clients font un détour à la FNAC sur le trajet domicile travail en direction de Saint-Etienne, ou qu'ils reviennent de l'un des bassins d'emploi à l'intérieur de la Métropole stéphanoise, Andrézieux-Bouthéon par exemple (11000 emplois).

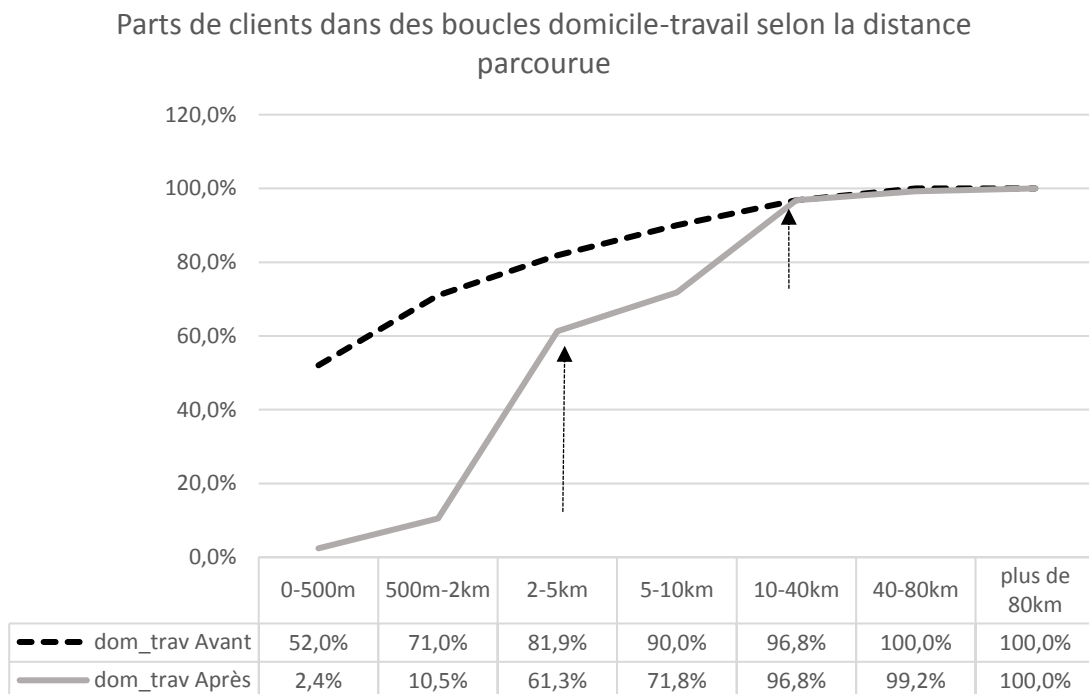


Figure 4-11: Les détours lors des trajets domicile-travail expliquent une grande part des longues distances engendrées par le magasin de périphérie.

3.3. Boucles et modes de déplacement

Le faible taux de trajet ne dépassant pas 2km donne indique déjà que les modes doux et notamment la marche sont faiblement utilisés en direction du magasin après son déménagement. C'est ce que confirme le tableau 5 qui compare les modes déplacements des clients avant et après le déménagement. Marche et vélo ont été regroupés sous le code M, les transports en communs à savoir, bus, tramway, train et les combinaisons de ces modes ainsi que les combinaisons multimodales comprenant la voiture lorsque le dernier trajet est effectué en

transports en commun ont été regroupés sous le code TC. Le code V désigne l'usage de la voiture sans distinction entre autosolisme et covoiturage.

Tableau IV-6 : La voiture comme mode de déplacement quasi systématique en direction du magasin de périphérie.

Modes	Avant	Après
Marche et vélo	27%	3%
Transport en commun	33%	6%
Voiture particulière	40%	91%

Comme on s'y attendait, la voiture est le mode de déplacement principal pour se rendre à la FNAC après le déménagement. Mais comme nous l'avons montré plus haut, ce magasin rayonne au-delà de la ville de Saint-Etienne, et le déménagement le rend plus accessible aux habitants des autres communes de l'intérieur de la métropole, du fait aussi d'un parking gratuit dont il offre le bénéfice. On se demande alors si ce déménagement n'accroît pas la mobilité automobile et ses impacts sur l'environnement?

En croisant la distance parcourue avec les boucles de déplacements, nous avons vu que les longues distances caractérisant le magasin de périphérie peuvent s'inscrire dans des chainages de déplacement où d'autres achats sont associés, si ce n'est le domicile-travail qui permet de faire un détour à la FNAC. Nous avons aussi observé que dans les deux localisations, le magasin recrute plus de 55% de ses clients à plus de 5km (figure 4-4). Quelle que soit alors la boucle de déplacement où s'insère le trajet en direction de la FNAC, on peut d'abord se demander si dans les deux cas, le déplacement du domicile aux portes des 5km ne se fait pas en voiture pour ces 55% de clients. Il semble finalement que l'usage de la voiture ne distingue les deux localisations que sur le dernier trajet directement menant à la FNAC. Rien n'est alors à exclure. La localisation en périphérie du magasin, proche des grands axes routiers reliant Saint-Etienne aux autres communes, pourrait réduire ou pas les flux de déplacements motorisés. En fait, venant de l'intérieur de la métropole, rejoindre la FNAC en centre-ville peut parfois constituer un trajet supplémentaire en transports en commun sinon en voiture.

On peut ensuite s'intéresser aux clients habitant à moins de 5km respectivement de chacun des magasins. Nous avons vu précédemment que les clients du magasin de périphérie qui habitent à moins de 5km de ce dernier habitent Saint-Etienne et Saint-Jean-Bonnefonds. La grande accessibilité automobile du magasin de périphérie peut inciter à l'usage de la voiture même pour des déplacements de courte distance. Il serait donc difficile de réfuter un accroissement des flux automobiles dans ce cas. La figure 4-12 montre que pour les clients habitant moins de

5km de chacun des deux magasins, l'usage de la voiture est bien plus élevé en direction du magasin de périphérie. Cependant, l'écart est faible : 42,2% contre 34,7% pour le magasin de centre-ville. De plus, cette figure (4-12) montre que pour les clients habitant moins de 2km de chaque magasin, c'est vers le magasin de centre-ville qu'on se déplace plus en voiture. La circulation automobile en centre-ville étant contrainte par des limitations de vitesse, Ceci pourrait avoir une grande influence sur l'impact environnemental généré. Nous avons vu en effet avec les courbes d'émission au chapitre dédié à la méthodologie qu'à faible vitesse, certaines émissions étaient plus abondantes. L'évaluation environnementale que nous proposons plus loin nous en donnera une idée plus précise.

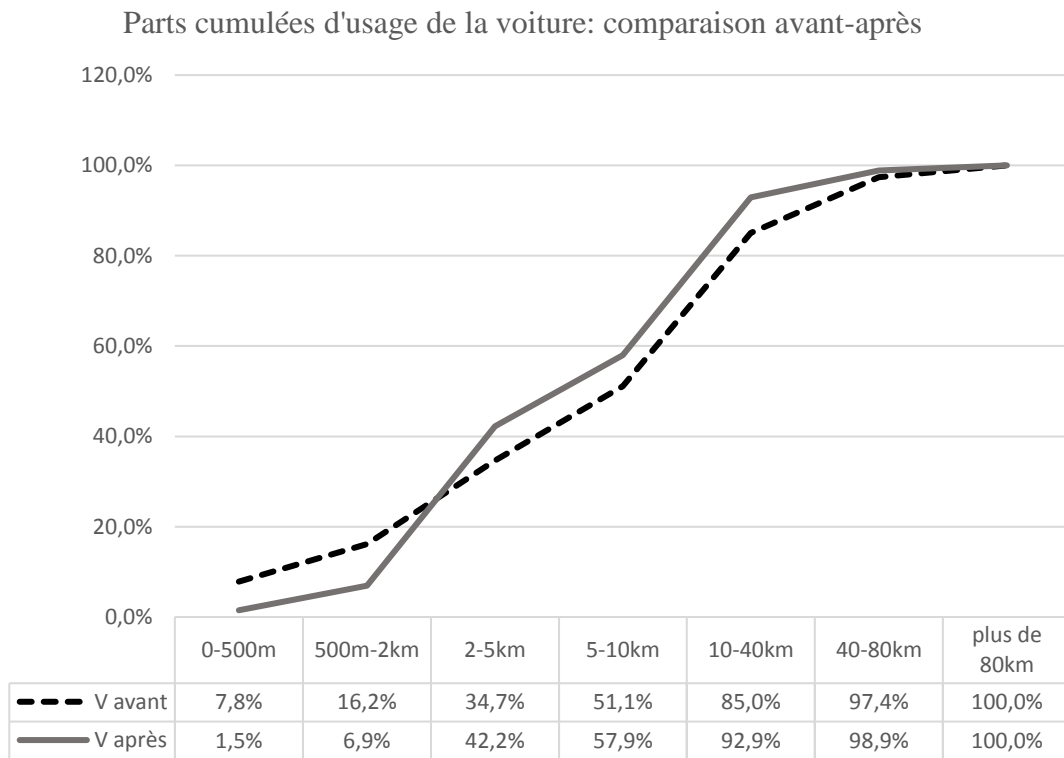


Figure 4-12 : les clients qui habitent moins de 2km du magasin utilisent plus la voiture en direction du magasin de centre-ville

Finalement, pour cette part de clients, à 5km de l'un ou l'autre des deux magasins, la question de l'usage de la voiture peut alors se transformer en un débat sur l'accessibilité en transports en commun. Au sujet du magasin de périphérie en particulier, les clients qui habitent à moins de 5km habitent majoritairement à Saint-Etienne. Depuis l'automne 2017, la métropole a renforcé la connexion entre le centre-ville et cette localisation commerciale périphérique avec deux lignes de bus supplémentaires (STAS, 2017). Mais l'étude montre que plus de deux-tiers des clients du magasin de périphérie ne savent même pas si cette accessibilité s'est améliorée. 17%

ont constaté une amélioration, mais le reste pense que cette partie de la ville n'est toujours pas accessible depuis le centre-ville (figure 4-13).

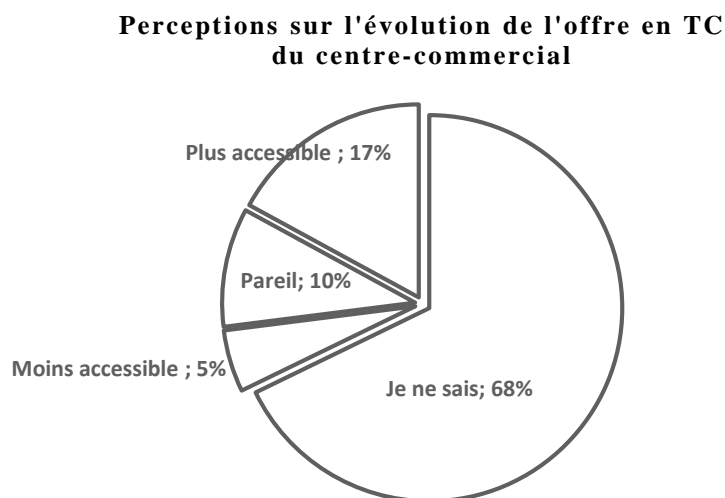


Figure 4-13 : Comment les clients du magasin de périphérie perçoivent l'évolution de l'accessibilité en transport du centre-commercial

La viabilité de l'activité commerciale est à la base du déménagement du magasin. Il semble donc nécessaire de concilier cette viabilité avec la limitation des émissions dues à l'usage de la voiture. Or, plutôt que la ville, c'est désormais la métropole qui détient le pouvoir en matière de transport urbain. Si cette localisation commerciale est vraiment stratégique pour le territoire métropolitain, il semble opportun d'améliorer l'accessibilité en transport en commun au moins à 5km à la ronde. Et il est aussi important de communiquer sur cette accessibilité. Un retour dans le centre-commercial plusieurs mois après notre enquête nous a permis de constater une campagne de communication en cours sur la possibilité de venir en bus.

4. Déménagement du magasin : Un fort rejet de la nouvelle localisation choisie

Les déclarations recueillies pendant l'enquête avant déménagement ont révélé que les clients du magasin de centre-ville n'étaient pas très enthousiastes à l'idée du déménagement. Ils craignaient entre autres de devoir prendre leur voiture désormais pour aller y faire leurs achats. Après le déménagement une partie des clients bien que rencontrés sur place dans le nouveau magasin ont aussi exprimé leur préférence pour sa localisation en centre-ville.

4.1. Des intentions de fréquentation peu favorables après le déménagement

En répondant à la question « *Continuerez-vous de fréquenter ce magasin après son déménagement dans ce centre-commercial en périphérie ?* », les personnes enquêtées se sont d'elles-mêmes classées en quatre groupes comme le montre la figure 4-14.

Parts d'intentions de fréquentation après déménagement

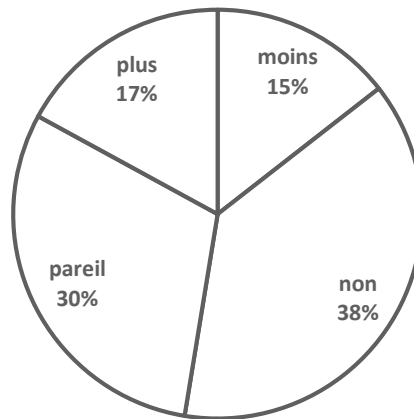


Figure 4-14 : Parts d'intention de fréquentation du magasin après son déménagement

Ainsi, d'après cette figure, 38% des clients rencontrés dans le magasin de centre-ville déclarent qu'ils n'iraient plus du tout faire des achats dans ce magasin après son déménagement et 15% pensent qu'ils iront moins fréquemment. A l'opposé, 30% pensent qu'ils continueraient de fréquenter le magasin parce que ce déménagement à 3km plus loin en périphérie ne signifiait pas pour eux un grand changement. Le reste qui fait 17% de l'ensemble des clients pensent que la nouvelle localisation les arrangeait plus que celle de centre-ville et qu'ils fréquenteraient davantage le magasin après son déménagement.

Le déménagement est donc nettement rejeté par 38% des clients. On peut en plus considérer « fréquenter moins » comme expression euphémique du rejet. On se retrouverait alors avec un rejet de la part de 53% des clients rencontrés. Mais pourquoi si peu d'engouement pour cette nouvelle localisation du magasin ?

4.2. Les raisons du rejet

Les raisons de l'intention de fréquentation exprimée par les clients du centre-ville sont présentées dans la figure 4-15.

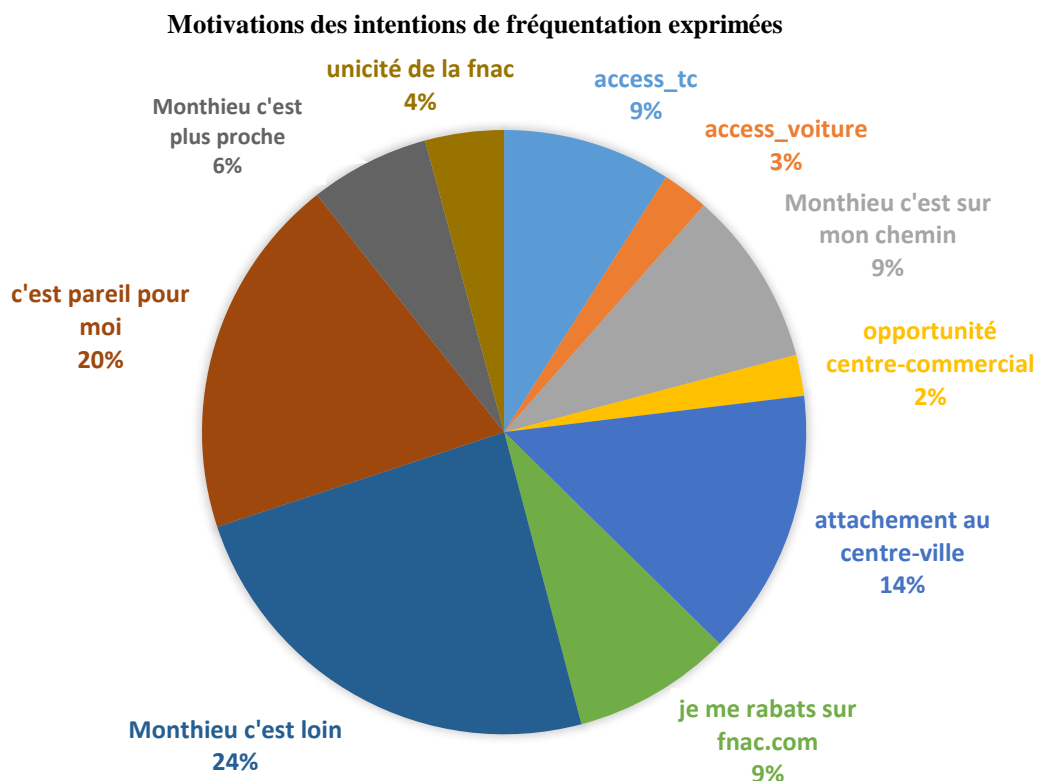


Figure 4-15 : Raisons évoquées avant le déménagement pour accepter ou rejeter la nouvelle localisation du magasin

Parmi les raisons évoquées, on retrouve la distance, l'indifférence et l'attachement au centre-ville comme traits dominants. Ces raisons principales sont suivies du défaut d'accessibilité en transport en commun de la nouvelle localisation, de la possibilité de commander en ligne (et de se faire livrer), et du positionnement ou non du nouveau magasin sur les itinéraires habituels du client. L'unicité de la FNAC qui oblige à y aller même si on n'aime pas cette nouvelle localisation, l'opportunité du centre-commercial où déménage le magasin et les aménités offertes pour l'accessibilité en voiture particulière, telles que le stationnement gratuit sont évoquées par ces clients du magasin de centre-ville comme des signaux faibles incitant à ou décourageant la fréquentation du nouveau magasin.

A priori pour le nouveau magasin, la distance semble être un facteur décourageant (c'est loin pour 24%) plutôt que d'attraction (c'est plus proche pour 6%). Mais l'indifférence exprimée par 20% des clients du centre-ville pourrait aussi contenir une expression de la distance. Les deux localisations du magasin seraient ainsi à équidistance pour ces clients. L'opportunité représentée par le centre-commercial de périphérie où le magasin va s'installer (pour 2%) et l'accessibilité en voiture personnelle (pour 3%) pourrait exprimer un signal faible simplement parce que la localisation en centre-ville de ce magasin serait déjà un filtre pour une plus large

part de clients potentiels ayant cette opinion. L'attachement au centre-ville peut être sentimental ou représenter une expression de citoyenneté favorable à l'animation du centre-ville stéphanois notamment grâce à son tissu commercial. Il pourrait aussi traduire l'opportunité que représente le centre-ville pour faire d'autres courses et démarches personnelles, mais aussi entre autres, pour le loisir. L'image d'une faible accessibilité en transport en commun du quartier de ce centre commercial de périphérie, est certes parmi les causes du rejet du déménagement. Mais elle indique déjà, associée à la forte accessibilité en voiture personnelle, du mode de déplacement prioritaire pour se déplacer vers le nouveau magasin.

4.3. Une nouvelle localisation qui s'identifie au déplacement en voiture

Les clients exprimant l'intention de continuer à fréquenter le magasin déclarent en majorité qu'ils s'y rendraient le cas échéant en voiture comme le montre le tableau IV-7. En plus de la proximité de l'autoroute, la nouvelle localisation où les clients peuvent stationner gratuitement n'est pas desservie par une ligne de tramway comme c'est le cas de l'hypercentre. Les lignes de bus permettant de s'y rendre n'y relient pas non plus, à l'heure de cette première enquête, une grande partie du territoire métropolitain de Saint-Etienne. Ce fort lien à l'usage de l'automobile se comprend donc aisément.

Tableau IV-7 : des intentions de déplacement nettement en faveur de la voiture

Intention de mode déplacement vers le nouveau magasin	Parts de clients
Marche à pied et vélo	6%
Transport en Commun	20%
Voiture particulière	74%
Total	100%

La réalisation de ces intentions de rejet massif et d'usage de la voiture pour se rendre au nouveau magasin a par la suite été constatée dans les données issues de l'enquête après déménagement.

4.4. Une réalisation des intentions exprimées dans les observations d'après déménagement

Les différentes intentions exprimées avant le déménagement sont d'abord confirmées par les clients rencontrés au cours de l'enquête après déménagement. On comprend que ces derniers ne représentent pas tous les clients potentiels du magasin, pas plus que les clients du centre-ville ne représentaient pas l'ensemble des clients potentiels. Mais on peut faire l'hypothèse que personnes rencontrées sur place dans le nouveau magasin représentent ceux qui acceptent de

s'y rendre, moins fréquemment, au même rythme ou davantage. Comme le montre le tableau IV-8, plus d'un client sur quatre déclare venir moins fréquemment qu'avant le déménagement.

Tableau IV-8 : modification du rythme de fréquentation après déménagement

Fréquentation actuelle par rapport à celle du centre-ville	Parts de clients
Moins	26%
Pareil	33%
Plus	41%
Total	100%

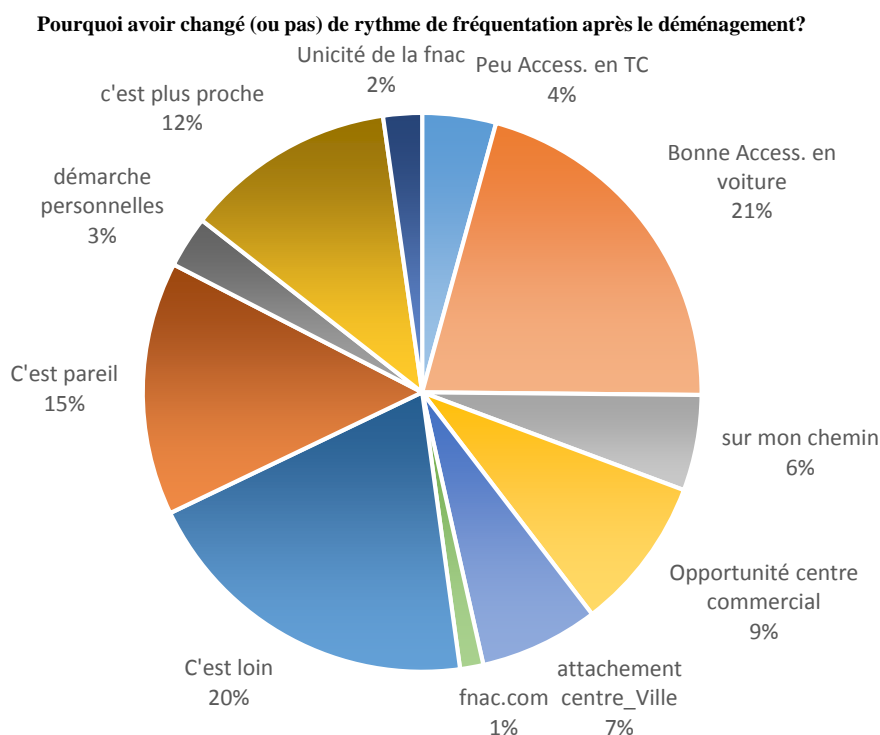


Figure 4-16 : Raison des modifications éventuelles du rythme de fréquentation de la FNAC après le déménagement.

La figure 4-16 précise les raisons qui motivent ces modifications du rythme de fréquentation. Les proportions ont certes changé, mais on y retrouve les mêmes raisons préalablement exprimées aussi bien par les clients favorables que ceux qui rejetaient la nouvelle localisation.

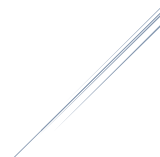
Une autre confirmation de ces déclarations se retrouve dans les modes de déplacements en direction du magasin de périphérie. La voiture personnelle est le mode principal utilisé, avec 90% de part.

Conclusion

Finalement, cette enquête nous présente la FNAC de Saint-Etienne comme un magasin qui recrute sa clientèle sur une aire géographique assez étalée. Cette zone de chalandise, allant au-delà des limites de la métropole stéphanoise, semble correspondre au bassin de vie stéphanois. Localisée en centre-ville de Saint-Etienne, sa clientèle est constituée de plus de femmes que d'hommes. Etant en majorité des étudiants et des employés et dans une moindre mesure des fonctionnaires et de cadres, ils viennent en grande partie fréquemment, plutôt toutes les semaines ou par quinzaine. Le niveau d'étude dominant se situe entre le bac et le bac+3. Un tiers des clients vient directement dans une navette directe domicile-FNAC-domicile. Le reste est partagé entre ceux, plus nombreux, qui profitent pour faire leurs courses en centre-ville, et ceux qui sont dans une boucle domicile-travail. On décompte une faible part constituée de clients qui profitent pour visiter quelqu'un à proximité, faire des démarches personnelles ou qui sont sortis pour leurs loisirs. Beaucoup de clients viennent de loin et en voiture (40%), mais aussi en bus et en tramway (environ 30%). Les piétons et les cyclistes ensemble ne sont pas très nombreux pour un magasin en plein cœur de ville (environ 30%). Le déménagement du magasin dans un centre-commercial situé à la sortie Est de la ville, proche de l'autoroute, a provoqué un changement dans le profil des clients. Il y a désormais moins d'étudiants, moins de cadres, moins de fonctionnaires mais il y a plus d'employés. Les proportions de retraités de personnes en recherche d'emploi et d'indépendants restent les mêmes qu'avant. Les clients viennent toujours de la même aire de chalandise, beaucoup plus en voiture (90%) et très peu en bus et à vélo, mais ils sont beaucoup moins fréquents, la majorité venant plutôt une fois par mois sinon par trimestre. Lors de notre enquête après le déménagement, la majorité de ces clients n'avait pas encore constaté les améliorations apportées à l'accessibilité en transports en commun de ce quartier depuis la ville de Saint-Etienne. Et pourtant, plus du tiers des clients du magasin viennent de Saint-Etienne.

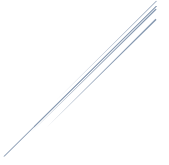
Avant le déménagement, les clients rencontrés déclaraient pour certains qu'ils n'avaient pas du tout l'intention de fréquenter le magasin dans ses nouveaux locaux en périphérie. D'autres pensaient rester clients de l'enseigne et adhéraient à ce déménagement parce que cela les arrangeait ou parce que du moins, cela ne changeait pas beaucoup pour eux. Aussi, il se dessinait déjà avant le déménagement que ceux qui fréquenteraient ce nouveau magasin iraient plutôt en voiture. La nouvelle localisation n'est en effet pas connue pour être accessible en transport en commun. Nous continuons l'analyse de ces données dans la suite de ce mémoire. Nous nous intéresserons dans le prochain chapitre à l'adhésion ou non des clients à ce déménagement à

l'aide d'une analyse par modèles de choix discret. Cette question nous permettra de tester la démarche de modélisation que nous présentons dans ce chapitre. Nous évaluerons ensuite dans un autre chapitre, les différentielles d'impacts environnementaux induites par ce déménagement pour les des flux de transport générés par l'activité du magasin.



Chapitre 5

Modélisation du choix de la localisation commerciale en partant des choix individuels de déplacement d'achat - Application au déménagement de la FNAC Saint-Etienne



Chapitre 5 : Modélisation du choix de la localisation commerciale en partant des choix individuels de déplacement d'achat - Application au déménagement de la FNAC Saint-Etienne

Introduction

Le point de vente et sa localisation jouent un rôle central dans la formation des flux de transport de marchandises liés à la distribution urbaine. La localisation du point de vente influe sur la qualité mais aussi la densité de ces flux. Or, comme évoqués aussi, ces flux liés à la distribution urbaine constituent la très grande partie des flux de logistique urbaine. Le point de vente se situe donc à juste titre au cœur du cadre conceptuel de notre recherche. Dans ce cadre conceptuel, notre première hypothèse de recherche suppose que la localisation du point de vente peut être caractérisée par les choix individuels de déplacement d'achat.

Pour tester cette hypothèse, nous avons fait l'option méthodologique d'associer les méthodes d'apprentissage par arbre de décision aux modèles de choix discrets. C'est l'objectif du présent chapitre. Nous y proposons d'abord un cadre général de modélisation pour expliquer le choix de la localisation du point de vente par les choix individuels de déplacement d'achat des consommateurs.

Ce chapitre est organisé en trois paragraphes. Le cadre général de modélisation est d'abord introduit et décrit. Il est ensuite appliqué à la modélisation de l'adhésion des clients de la FNAC à son déménagement. Une deuxième application permet d'explorer le déménagement fictif de magasins de différents autres secteurs de commerces.

1. La démarche générale de modélisation

Pour tester l'hypothèse de l'influence des choix individuels de déplacement sur la localisation des points de vente, nous proposons la démarche générale de modélisation suivante. Nous décrivons dans ce paragraphe les différentes étapes de la démarche, après présenté une synthèse des données d'entrées et des sorties attendues.

1.1. Modéliser la préférence de localisation commerciale : quels intrants pour quelles sorties ?

La figure 5-1 ci-après, présente les données d'entrée à mobiliser et les résultats de la modélisation. Cette figure est inspirée de R.P. Desse, (2001) et de B. Mérenne-Schoumaker (2008) cités au premier dans la revue de littérature sur la localisation commerciale. Elle ne représente pas notre démarche de modélisation en soi, mais présente plutôt une synthèse des intrants et sorties attendues.

Les données d'entrées sont rassemblées en sept groupes d'informations. Le premier groupe, au centre de la démarche, rassemble les informations caractérisant le déplacement étudié. Il peut s'agir d'un secteur de commerces particulier dont on voudrait modéliser la localisation. Ce groupe d'informations central permettra mobilisera alors les caractéristiques de la chaîne ou de la boucle de déplacements où s'inscrit le déplacement à caractériser dans lors de la collecte de données.

Les six autres groupes d'informations intrants sont :

- Les attributs individuels : Caractéristiques socio-professionnelles, taille de ménage, motorisation du ménage, etc.
- Les différents lieux de fréquentation habituels de la personne ou du ménage : lieu de résidence, adresse de travail, lieux de scolarisation (éventuellement des enfants et de la personne enquêtée), de loisirs, résidences des parents et amis proches, lieux particulièrement détestés, et lieux appréciés, urbanophobie, etc.
- La stratégie habituelle de déplacements quotidiens : mode de déplacement habituels, détours habituels sur le chemin du travail ou au retour, travail à domicile, etc.
- La répartition des localisations commerciales sur le territoire,
- Les représentations individuelles des nouvelles technologies en lien avec le commerce électronique: « geek », technophobe, etc.

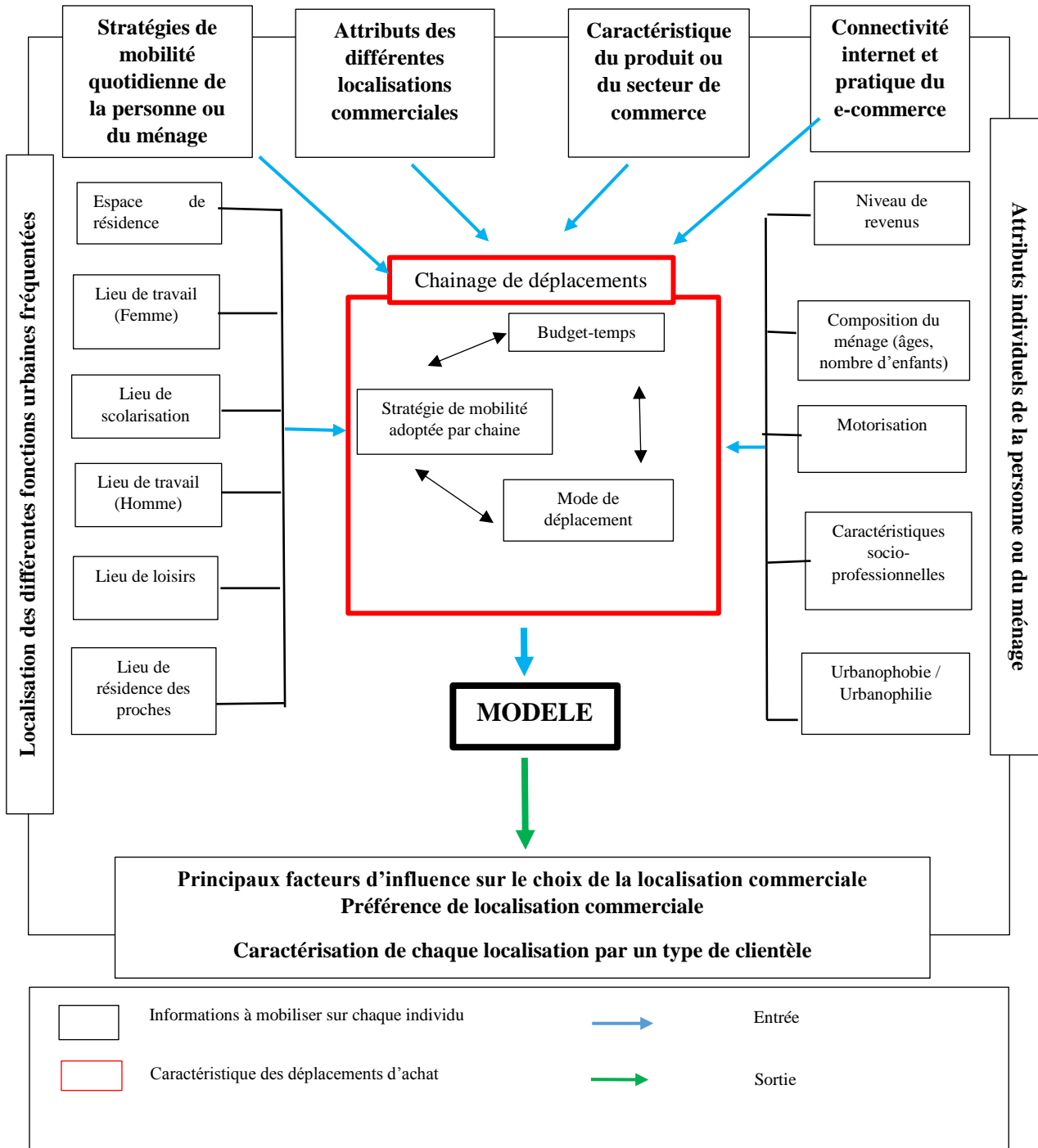


Figure 5- 1 : Modéliser la préférence de localisation commerciale : intrants et sortie du modèle

- Les caractéristiques particulières de la branche de commerces étudiée le cas échéant, l'affinité avec une marque particulière, etc.

Il s'agit dans la démarche, de collecter ces sept groupes d'informations de préférence à travers une enquête de préférences déclarées. Mais la disponibilité de données de préférences révélées pourrait permettre d'obtenir les mêmes informations sans recourir à une telle enquête. Dans tous les cas, les données collectées ou mobilisées seront modélisées en gardant à l'esprit les résultats attendus. La démarche de modélisation elle-même est décrite ci-dessous.

1.2. Présentation et description de la démarche

La délimitation du territoire d'études est essentielle dans la démarche. Le choix de localisation commerciale est considéré à l'intérieur d'un même territoire. Dans chaque ville ou sur chaque territoire en effet, plusieurs localisations commerciales potentielles peuvent être identifiées par les acteurs. Elles peuvent s'inscrire dans les dynamiques qui opposent centre-ville et périphérie. Mais les villes peuvent aussi être découpées en zones ou en quartier plus ou moins commerçantes. Nous proposons une modélisation comparative qui s'adosse à ces réalités territoriales et qui nous permettra de comparer deux ou plusieurs localisations pour une même famille de commerces ou pour l'achat d'un même produit.

La méthodologie présentée sur la figure 5-1 comporte trois grandes étapes. Le passage de la formulation du problème à résoudre à la collecte de données en constitue la première. La deuxième étape est l'identification et la sélection des facteurs qui gouvernent les choix individuels de déplacement. La troisième consiste à quantifier l'influence de ces facteurs à l'aide d'un modèle probabiliste de choix discrets. Nous avons abordé les outils méthodologiques impliqués dans la partie dédiée à la méthodologie de recherche dans ce mémoire de thèse. Nous nous contentons donc dans ce paragraphe de la présenter. Des détails méthodologiques plus fins seront apportés au cours de l'étude de cas.

ENQUÊTE PRÉFÉRENCE

DECLARÉES

D'INFLEUR

MODELE

LOGIT

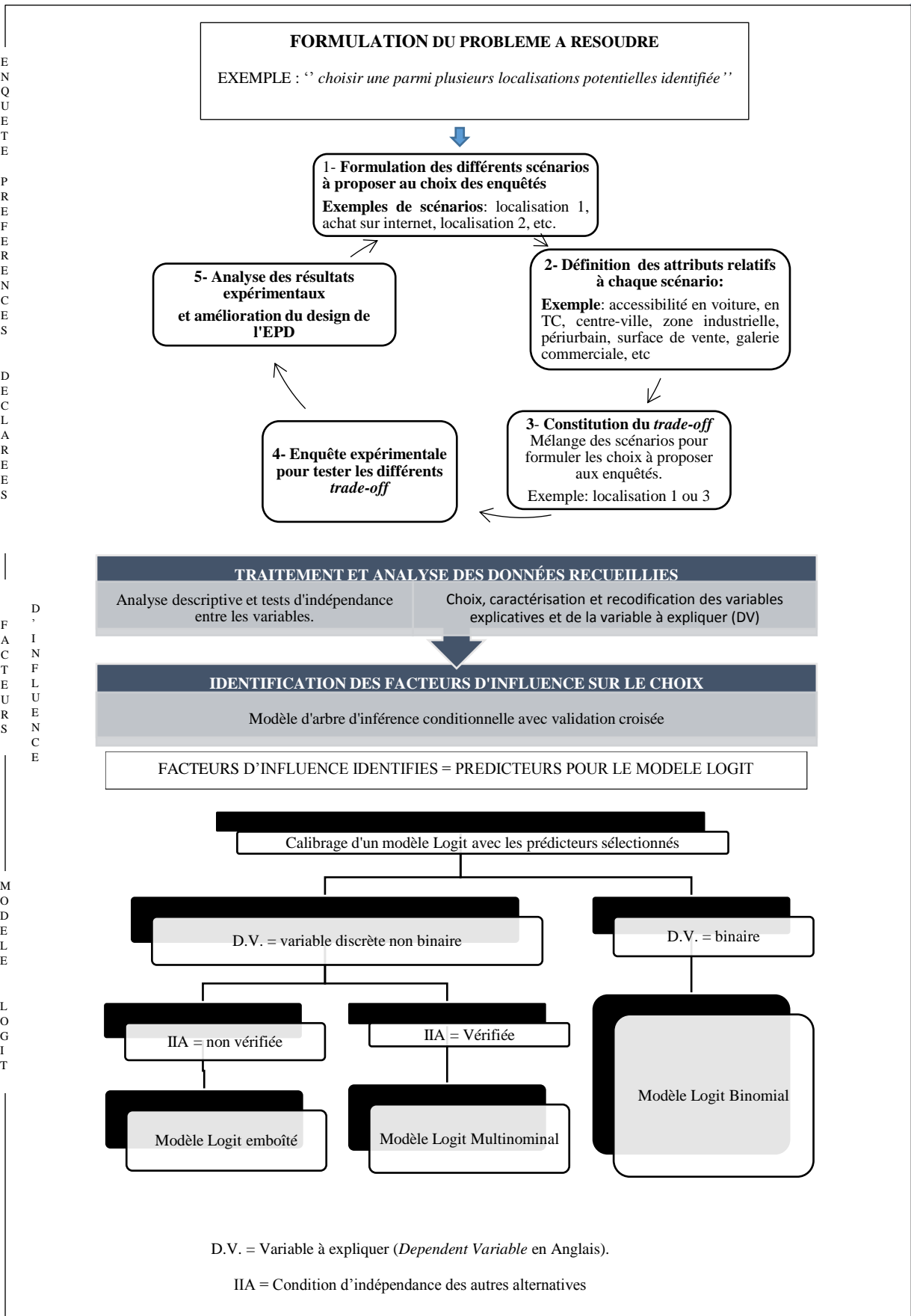


Figure 5-2 : Diagramme de la méthodologie proposée.

1.2.1. 1^{ère} étape : de la formulation du problème à la collecte de données.

Les problèmes de localisation commerciales ne se ressemblent pas toujours. Dans le contexte d'une nouvelle implantation, un distributeur peut évaluer sur un territoire, la localisation la plus stratégiquement indiquée pour emporter une part du marché détenu par ses concurrents déjà en place. Un autre problème peut consister à positionner une enseigne dans une localisation précise pour faire face à l'évasion commerciale du territoire le cas échéant. Mais on peut aussi vouloir choisir la destination idéale dans le cas d'un déménagement de magasin. La question de l'opposition centre/périphérie peut aussi être une orientation, notamment si deux localisations potentielles s'inscrivent dans cette bipolarisation. Le tableau VII-1 proposé par O. Boissier et al. (2018) plus haut distingue le périurbain de la périphérie. Mais dans ce cas précis, une hypothèse fondamentale consistera à préciser les limites géographiques du centre et de la périphérie de territoire considéré. Dans tous les cas, la formulation du problème à résoudre devrait être postérieure à une réflexion associée à une connaissance du terrain. Avant de penser aux données à collecter, on devrait ainsi avoir identifié différentes localisations potentielles et savoir si une différence pertinente existe entre elles pour l'activité du point de vente à implanter et sa rentabilité. Un exemple de cas simple est celui d'un magasin déjà en place et qui souhaite déménager dans une autre localisation. Ce cas est simple parce que la connaissance du terrain et des acteurs en présence est déjà acquise. De plus, une clientèle existe déjà dans ce contexte et rend de la collecte de données plus facile.

La collecte de données est justement le deuxième point de cette première étape. Nous devrions plutôt parler de la mobilisation de données. En effet, la méthodologie a été conçue dans l'esprit de s'affranchir de l'esprit d'agrégation spatiale qui caractérise les modèles gravitaires d'interactions spatiales. Une collecte de données auprès d'une clientèle potentielle pris individuellement serait donc idéale dans ce cas. Mais on peut bien s'accommoder de données de préférences révélées. La condition essentielle pour nous est que ces données concernent les choix individuels et non pas des données de zones de résidence. Plusieurs données de préférences révélées ont l'avantage d'être déjà disponibles et d'être à l'échelle de tout le territoire. C'est le cas des données issues des Enquêtes Ménage-Déplacements (EMD). Elles ne sont cependant pas intéressantes dans notre démarche. Elles sont en effet obtenues en général dans des enquêtes où les personnes interrogées sont finalement regroupées par zones de domiciles, ce qui ne favorise pas forcément l'émergence des choix individuels exprimés.

C'est pour cela que nous proposons ici une enquête de préférences déclarées. Elle est inspirée de plusieurs travaux existant dans la littérature, dont notamment ceux de D. Pons (2011) et de N. Sanko (2001). Les enquêtes de préférences déclarées permettent de déboucher des matrices de données adaptées au calibrage des modèles de choix discrets.

1.2.2. 2^{ème} étape : l'identification des facteurs d'influence sur les choix de déplacement du consommateur

Nous proposons à cette étape, une méthode de classification basée sur les arbres de décision. Il existe plusieurs types d'arbre de classification ou de régression. Un grand nombre d'entre eux est basé sur la théorie de l'information et sur la fonction mathématique de l'entropie proposées par C. Shannon en 1948. Mais nous avons préféré les arbres dits d'inférence conditionnelle basés sur les tests statistiques et proposés par Horthorn et al, 2006 ; 2015. Ils nous semblaient plus adaptés à notre démarche. On trouvera les motivations de ce choix à l'annexe V. Nous y présentons une discussion sur le choix entre les arbres d'inférence conditionnelle (Horthorn et al, 2006 ; 2015) et la méthode *RandomForest* (Breiman et al., 2001 ; 2002). Cette discussion comparative est basée sur les données du cas d'études. Nous restons cependant conscients que des méthodes de sélections plus robustes peuvent exister et nous espérons avoir l'opportunité de les exploiter pour améliorer plus tard la démarche que nous proposons ici.

L'étape d'identification de ces facteurs d'influence permet en soi d'avoir déjà des résultats pour chaque cas étudié. Elle permet au commerçant qui souhaite choisir une localisation d'entrevoir à quel type de clientèle s'attendre selon la localisation qu'il choisira. C'est aussi un moyen d'identification des leviers d'action pour les politiques publiques locales. En effet, cela peut permettre par exemple d'anticiper sur les conséquences éventuelles d'une ruée des commerces vers une nouvelle localisation. Un troisième intérêt de cette étape est de faciliter l'étape de modélisation suivante. Plusieurs travaux dans la littérature suggèrent des facteurs d'influence potentiels qui gouverneraient le choix de la localisation commerciale fréquentée par les consommateurs (nous avons cité dans la revue de littérature, O. Badot et al., 2018 ; RP. Desse, 2001 ; B. Mérenne-Schoumaker, 2008). Dans l'enquête de préférences déclarées (EPD), on peut désormais impliquer tous les facteurs potentiels évoqués dans la littérature. On sait a priori que selon le cas, certains de ces facteurs potentiels peuvent être plus pertinents que d'autres. En les impliquant tous dans l'EPD (sous forme de questions), on risque alors, certes, d'obtenir un trop grand nombre de variables explicative, si on devait expliquer directement la variable préférence de localisation commerciale. Mais cette étape de sélection de facteurs sera alors une solution

intéressante. Elle permet d'avoir un nombre réduit de facteurs d'influence, en les limitant aux plus pertinents. Ces facteurs identifiés seront en fait les variables explicatives à considérer pour l'étape suivante de la modélisation.

1.2.3. 3^{ème} étape : le calibrage d'un modèle logit

Les variables décrivant les facteurs d'influence identifiés deviennent donc les prédicteurs d'un modèle de choix discrets de type logit. La formulation du problème à résoudre au cours de la première étape peut conduire à différents cas de figure. On peut avoir un cas simple où seules deux localisations commerciales sont offertes au choix. Dans ce cas, le calibrage du modèle consistera à conduire une régression logistique de type logit binomial. Mais on peut avoir à évaluer plusieurs localisations potentielles. Dans ce cas, nous proposons deux types de modèles dans la grande famille des modèles logit. A priori le modèle logit multinomial devrait suffire. Mais des limites à ce type de modèle ont été soulevées dans la littérature. Le modèle logit multinomial se révèle en fait inopérant lorsque les différentes alternatives proposées ne sont pas parfaitement indépendantes. Dans la réalité du choix entre plusieurs localisations commerciales, il faudrait donc que toutes les localisations évaluées soient clairement distinctes pour que le logit multinomial soit appliqué. Par exemple, si « commander sur internet » constitue une alternative cela signifie par exemple que la commande en ligne ne doit pas impliquer un déplacement dans l'une des localisations pour un éventuel retrait. Cette condition est connue comme étant la condition d'indépendance des alternatives non choisies, *IIA* (pour *Independance of irrelevant alternatives* en Anglais). Dans le cas où cette condition d'indépendance n'est pas remplie, les travaux de M. Ben Akiva (1985) et plusieurs autres travaux qui ont suivi ont offert entre autres possibilités, de calibrer successivement des modèles logit multinomial qui seront emboîtés par la suite. D'où le nom de modèle logit emboité.

Le calibrage d'un modèle logit présente deux intérêts. Il permet d'abord d'évaluer le poids de l'influence de chaque facteur identifié à l'étape précédente. Mais le modèle logit permet aussi d'exprimer une probabilité globale d'occurrence du choix considéré en combinant l'effet des facteurs identifiés.

Ce modèle général ambitionne d'être applicable à différents contextes où le choix de la localisation commerciale est un problème à résoudre. Nous proposons dans le paragraphe suivant de tester cette démarche de modélisation sur le cas d'étude.

2. Application au déménagement de la FNAC Saint-Etienne

Le déménagement de la FNAC de Saint-Etienne constitue notre cas d'étude que nous avons présenté au chapitre 3. Les données collectées avant et après le déménagement, et que nous avons décrites au chapitre 4, nous serviront ici pour tester la démarche proposée.

2.1. De la définition du problème à résoudre à la collecte de données

2.1.1. Définition du problème : qu'allons-nous modéliser ?

Notre problématique ici concerne le choix entre deux localisations commerciales à Saint-Etienne pour le même magasin. La démarche est expérimentale et ne va pas nourrir le choix de la FNAC. En effet, avant la mise en place de notre enquête, la FNAC avait déjà décidé de déménager. Elle avait aussi déjà sa destination. L'emplacement historique de la FNAC à Saint-Etienne se trouve en centre-ville dans la galerie Dorian. La destination choisie quant à elle, se trouve à l'intérieur du centre commercial Géant Casino situé lui-même à Monthieu, un quartier de la proche périphérie à l'est de la ville.

Dans une démarche de *proof of concept*, nous avons donc mis en place une enquête pour tester notre démarche de modélisation. Notre problème consiste donc à modéliser la préférence exprimée par les clients de la FNAC. Nous montrons dans la suite comment nous reformulons cette préférence pour en arriver à modéliser l'adhésion ou non à ce déménagement planifié.

En fait, l'intérêt de la démarche n'est pas seulement d'identifier la préférence des clients entre les deux localisations. Il s'agit aussi de mesurer le poids des principaux facteurs gouvernant cette préférence. Et cela peut s'avérer intéressant aussi bien pour un commerçant qui choisit la localisation de son point de vente que pour l'acteur public qui doit gérer la mobilité urbaine sur le territoire.

2.1.2. L'enquête de préférences déclarées

Une enquête a été réalisée avant le déménagement auprès d'un millier de clients rencontrés en magasins, où a été introduit un *trade-off* pour l'enquête de préférence déclarées. L'information sur le déménagement a été présentée aux clients. Le marché qui leur a été proposé consistait à choisir entre leur adhésion ou non à ce déménagement qui est réel et planifié.

Question du trade-off :

« Après son déménagement d'ici comment fréquenteriez-vous la FNAC dans ses nouveaux locaux à Monthieu : plus, pareil, moins, plus du tout ? »

Ces choix proposés ont été associés dans l'enquête avec la collectes des différents attributs personnels ainsi que des attributs des deux localisations en comparaison. On peut consulter le questionnaire d'enquête à l'annexe IV-1.

2.2. Variables impliquées dans la modélisation

2.2.1. De la variable « intention » à la variable « pref »

La figure (5-3) suivante présente le tri à plat de la variable « *intention* ». Cette variable rend compte des déclarations des enquêtés avant le déménagement, sur la question du *trade-off*. Nous faisons ici l'hypothèse que les choix « fréquenter moins » et « ne plus fréquenter du tout » le magasin après son déménagement expriment une préférence pour sa localisation en centre-ville. De même, le choix « fréquenter davantage » peut être admis comme une préférence pour sa nouvelle localisation en périphérie. Le choix « pareil » n'exprime pas une préférence particulière entre les deux localisations. Nous supposons cependant que ces deux derniers choix peuvent expriment une adhésion au déménagement, à l'opposition des deux premiers choix

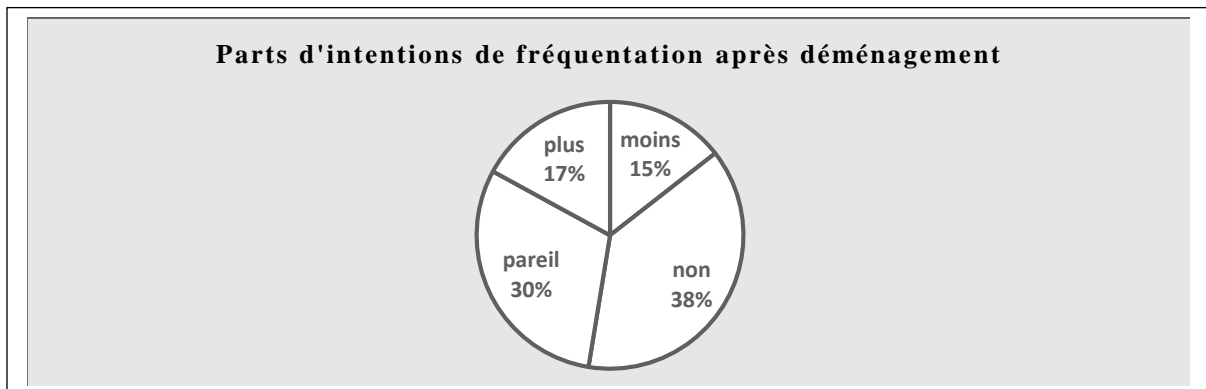


Figure 5-3 : Variable « intention » de fréquentation de la nouvelle localisation en périphérie.

Nous proposons alors (figure 5-4) de transformer la variable intention qui a au départ 4 modalités en une autre variable binaire que nous appelons « *pref* » (pour préférence), dont les deux modalités seront l'adhésion (modalité *1*) et le rejet (modalité *0*).

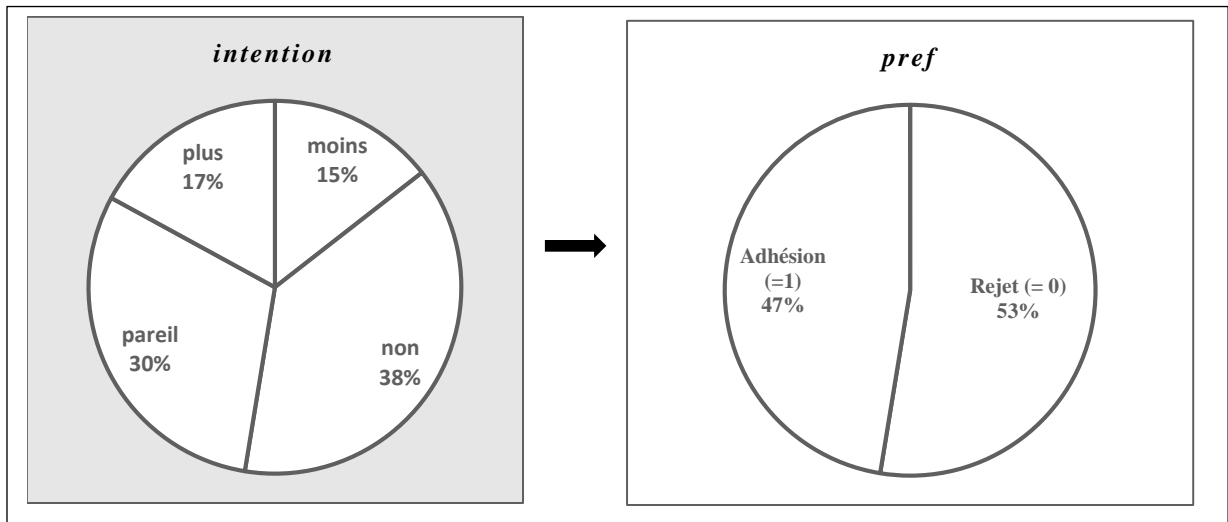


Figure 5-4 : Transformation de la variable « *intention* » en une autre variable « *pref* »

2.2.2. Quelles variables explicatives impliquer dans la modélisation ?

La variable à expliquer étant connue, il reste à préciser les variables explicatives devant servir pour l'étape suivante. Rappelons en effet que les variables explicatives de la troisième étape seront identifiées lors de l'étape suivante.

Pour identifier les variables explicatives, nous commençons par étudier la corrélation entre les variables de la base de données issue de l'enquête avant déménagement. De cette base en fait, nous allons extraire notre échantillon d'apprentissage. Nous choisissons pour ce faire le test de χ^2 d'indépendance de Pearson.

Plusieurs raisons motivent ce choix. Pour éviter notamment un sur-ajustement dû à la présence d'une variable explicative trop corrélée à la variable à expliquer, cette démarche nous semblait nécessaire (S. Tufféry, 2012 : 600). Elle nous a permis d'identifier et d'éliminer de la liste des prédicteurs toute variable très fortement corrélée à la variable « *pref* » à expliquer. De plus, une variable explicative pourrait ne pas apparaître dans le modèle simplement parce qu'elle serait fortement corrélée avec une autre qui y apparaît. Étudier la corrélation entre les variables pourrait donc nous aider par la suite à mieux comprendre et analyser les modèles.

2.2.2.1. Indépendance entre les variables

a- Test d'indépendance entre quelques variables particulières

On peut pressentir que certaines variables de notre jeu de données d'apprentissage ne sont pas indépendantes du point de vue de leur construction. C'est le cas de la variable « *raisons* » qui

dépend par construction de la variable à expliquer « *pref* ». En fait pour construire la variable « raison », nous sommes partis de la variable « *pref* », de sorte que les modalités de « raison » se rattachent naturellement à l'une ou à l'autre modalité de la variable binaire « *pref* ». Cette présomption a été confirmée lorsque nous avons procédé au test d'indépendance entre les deux variables. C'est aussi le cas pour la variable « *mode_intent* ». Nous avons effectué des tests d'indépendance en prenant les variables deux-à-deux.

La figure 5-5 où *data_Appr* désigne le jeu de données utilisé, montre les résultats pour ces deux variables testées respectivement avec la variable explicative « *pref* ».

Source : calculs effectués sous R 3.4.3 « *Kate-Eating-Tree* ». Environnement RStudio. Tous les *packages* utilisés sont référencés dans la bibliographie.

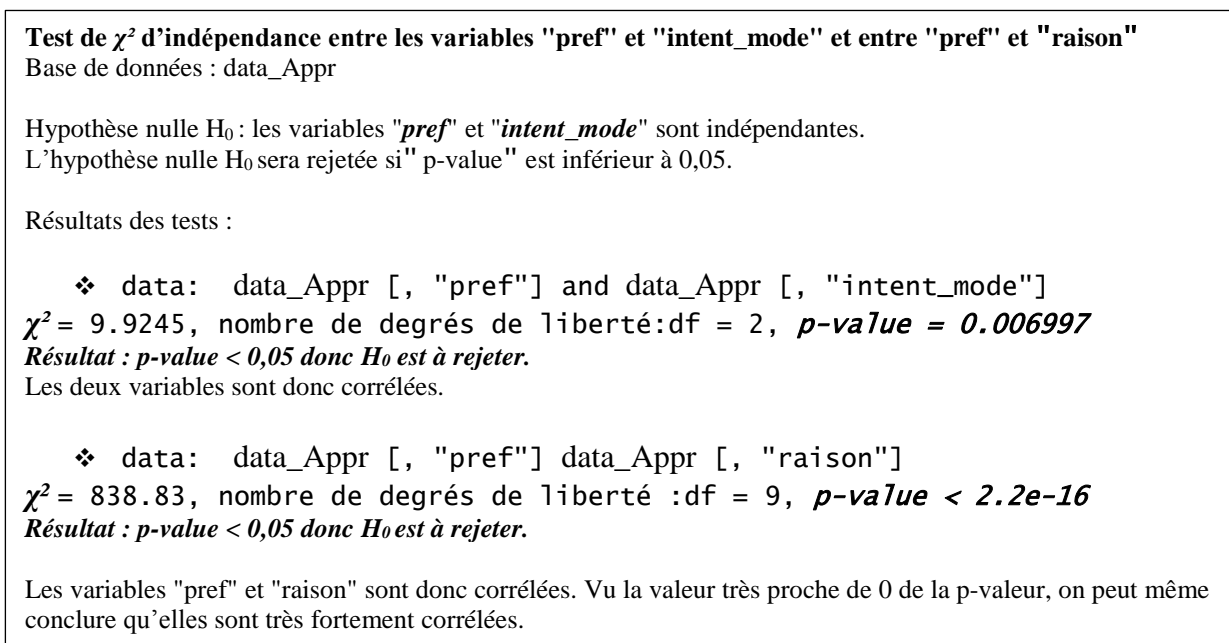


Figure 5-5 : la variable à expliquer « *pref* » est très fortement corrélée avec les variables « *raison* » et « *intent_mode* »

b- Indépendance entre l'ensemble des variables prises deux-à-deux

L'ensemble des tests d'indépendance montre une forte dépendance entre plusieurs couples de variables. La figure 5-6 résume la variation des *p-valeurs* du test de χ^2 d'indépendance entre les variables prises deux à deux. Si la p-valeur est proche de 1, nous concluons que les variables sont indépendantes, et nous marquons cela par une tâche bleu d'autant plus grosse et plus foncée que la p-valeur se rapproche de 1. Plus la p-valeur est proche de 0, plus l'indépendance entre les deux variables est à rejeter. D'après la figure, l'hypothèse de l'indépendance est à rejeter

pour plusieurs couples de variables. L'indication à en tirer est que dans l'expression des modèles que nous allons calibrer, certaines variables peuvent en représenter d'autres.

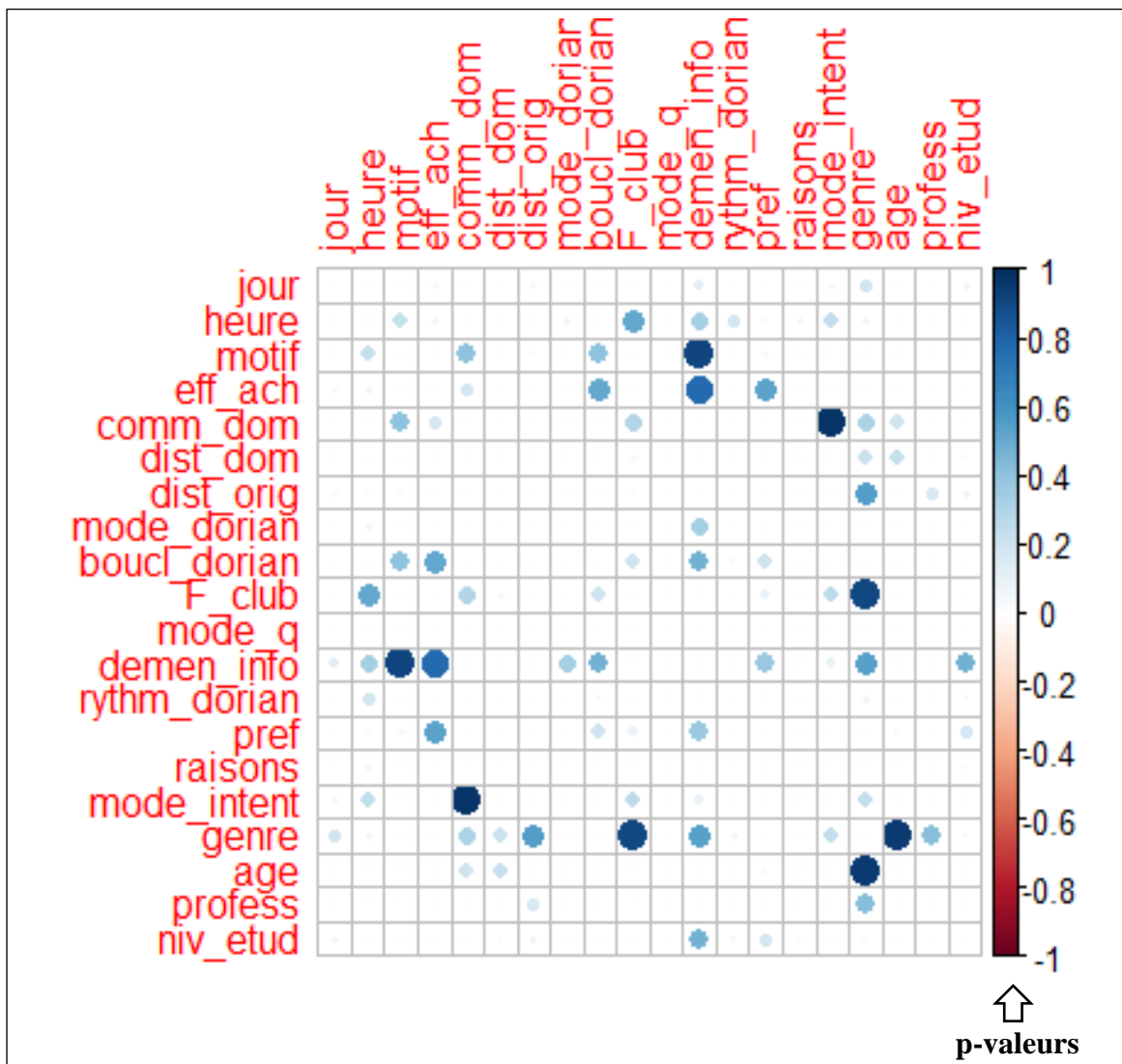


Figure 5-6 : Corrélation entre l'ensemble des variables prises deux-à-deux

2.2.2.2. Variables retenues pour l'analyse

En raison de la très forte corrélation entre avec la variable à expliquer, nous retirons les variables « *raisons* » et « *mode_intent* » de la liste des variables explicatives. Pour anticiper sur d'éventuelles difficultés d'interprétation, nous retirons aussi les variables « *longit* » et « *latit* ». Ces dernières qui décrivent les coordonnées géographiques du domicile de l'enquêté peuvent être approchées avec les variables « *comm_dom* » et « *rue_dom* » qui indique la commune du domicile. Finalement, il nous reste quinze variables explicatives présentées avec la variable à expliquer dans le tableau V-1

Tableau V-1 : Variables retenues pour la modélisation

Variable	description	Type	Modalités
jour	jour de la semaine où l'enquêté a été interrogé	discrète à 6 modalités	J1 (=lundi), J2 (=mardi), ..., J6(=samedi)
heure	créneau horaire où l'enquêté a été interrogé	Discrète à 4 modalités	matin (10H-12H), midi (12H-14H), apr_midi (14H-17H), soir (17H-19H)
motif	motif de la visite au magasin	discrète à 3 modalités	ach (= achat ou retrait d'un colis acheté en ligne), rep (= repérage, promenade, comparaison de prix, informations)
eff_ach	la visite a-t-elle été finalement sanctionnée par un achat?	binaire	« oui » (=achat effectif d'au moins un article), « non » (= aucun achat)
dist_dom	distance routière entre le domicile et la FNAC- Estimation GoogleMaps	ordinaire à 7 niveaux	"100" (= moins de 500m), "200" (=500m à 2km), "300" (=2 à 5km), "400" (=5 à 10km), "500" (= 10 à 40km), "600" (40 à 80km), "700"(=plus de 80km)
dist_orig	distance routière entre l'origine du trajet vers la FNAC et la FNAC- Estimation GoogleMaps	ordinaire à 7 niveaux	"100" (= moins de 500m), "200" (=500m à 2km), "300" (=2 à 5km), "400" (=5 à 10km), "500" (= 10 à 40km), "600" (40 à 80km), "700"(=plus de 80km)
mode_dorian	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- du centre-ville le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé)
boucl_depl	boucle de déplacement, de domicile à domicile, où s'insère le trajet vers la FNAC	discrète avec 4 modalités	"dom-F" (=navette domicile-FNAC-domicile), "dom-trav" (=domicile-travail-FNAC-domicile, et domicile-travail-autre achat-FNAC-domicile, dans n'importe quel ordre), "autr-ach" (= domicile-FNAC-autre achat-domicile, dans n'importe quel ordre), "loisir" (domicile-FNAC-loisir (ou visite ou démarche personnelle)-domicile)
mode_q	mode de déplacement principal utilisé pour les déplacements contraints quotidiens du type domicile-travail	discrète avec 4 modalités	M (= marche à pied, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roue motorisé), "NC"= non concerné
F_club	appartenance au club du magasin, sanctionnée par la détention d'une carte du club	discrète avec 4 modalités	"non", "F" (= détient une carte FNAC), "F+" (= détient une carte FNAC-Plus), "F1" (= détient une carte FNAC-One)
rythm_dorian	A quel rythme l'enquêté fréquente-t-il la FNAC située en centre-ville (à Dorian)	ordinaire à 5 niveaux	"1"= plus rarement , "2"= 1 fois par trimestre , "3"= mensuellement, "4" = par quinzaine, "5"= hebdomadaire ou plus fréquent.

Variable	description	Type	Modalités
pref	Adhésion ou rejet du déménagement en périphérie.	bonaire	« 1 » = Adhésion « 0 » = Rejet
genre	de quel sexe est l'enquêté?	discrète binaire	"H", "F"
age	Tranche d'âge de l'enquêté	ordinaire avec 4 niveaux	moins de 18ans = "1", 18-26ans = "2", 27-60ans = "3", plus de 60ans = "4"
profess	de quelle catégorie professionnelle est l'enquêté	catégorielle avec 7 catégories	"empl", "cadre", "fonct", "etud", "indep", "sans-empl", "retraite"
niv_etud	niveau d'étude de l'enquêté	continue ordinaire avec 4 niveaux	"lycee"="1", bac="2", bac+3="3", master et plus="4"

2.3. Identification des facteurs qui gouvernent la préférence des clients de la FNAC entre les deux localisations

Avec la variable « *pref* », nous faisons l'option de modéliser l'adhésion des clients de la FNAC à son déménagement. Cela signifie aussi que nous évaluerons plus tard l'utilité que leur procure cette localisation, comparativement au centre-ville. En faisant ce choix, nous espérons que notre réflexion contribue à éclairer les éventuelles prises de décisions qui s'imposeront dans du projet du parc commercial *Steel* déjà évoqué. Notre modélisation ne concerne que le cas de la FNAC, même si nous tentons une extension à d'autres filière plus loin. Notre réflexion pourra tout au moins donner quelques indications à tout commerçant qui se projette vers le nouveau parc commercial. De même, les décideurs du territoire pourront se saisir de la démarche pour anticiper sur les conséquences de l'ouverture de ce parc commercial. Rappelons qu'un autre choix, défendable aussi, peut consister à modéliser l'attachement au magasin de centre-ville, donc le rejet de la localisation de Monthieu.

A cette étape de la modélisation, notre objectif est d'identifier les facteurs d'influence sur l'adhésion au déménagement de la FNAC à Monthieu. Ces facteurs seront identifiés avec les arbres d'inférence conditionnelle (T. Hothorn et al., 2006 ; 2015).

2.3.1. Calibrage du modèle d'arbre d'inférence conditionnel

Pour calibrer le modèle, nous disposons d'un jeu de données qui peut servir pour l'apprentissage. Mais nous ne disposons pas d'un jeu de données pour le test. Nous choisissons alors de procéder par validation croisée. Cela nous permettra d'évaluer l'erreur de prédiction

attendue grâce des modèles intermédiaires que nous estimons avec des parties de notre jeu de données de départ. Nous saurions alors à quelle marge d'erreur de prédiction nous attendre. Ainsi, nous pourrions alors calibrer le modèle avec l'ensemble de ce jeu de données en apprentissage sans avoir besoin d'un échantillon test.

2.3.1.1. Le choix de la validation croisée

Pour modéliser l'acceptation ou le rejet du déménagement, nous utilisons la base de données issue de l'enquête avant déménagement comme jeu de données d'apprentissage. On est évidemment tenté de penser a priori que les données issues de l'enquête après déménagement serviraient de données de test. Il est cependant à remarquer que ces données présentent un biais important. En effet, sauf s'ils ont changé d'avis entre-temps, les clients rejetant strictement le déménagement ne sont pas représentés dans cette base de données issue de l'enquête après déménagement. On ne peut donc objectivement pas tirer un jeu de données de validation de cette enquête. On pourrait cependant vérifier statistiquement les prédictions du modèle avec ces données.

En fait, si on tient à en extraire un échantillon de validation, il faudra exclure des données d'apprentissage (enquête avant déménagement) les clients rejetant systématiquement le déménagement. Ces derniers sont les 38% qui ont répondu « *non* » à la question « *Continuerez-vous de fréquenter le magasin après le déménagement ?* ». Nous n'avons pas fait ce choix. Nous avons plutôt fait recours à la validation croisée pour nous assurer de la stabilité de prédiction de la démarche de modélisation. La validation croisée nous a aussi permis, en calculant l'erreur quadratique moyenne des modèles de validation croisée calibrés, de déterminer la marge d'erreur attendue pour le modèle estimé avec l'ensemble des données d'apprentissage. Cette démarche est présentée en détail plus loin. La validation croisée sera elle aussi utilisée pour la tentative de généralisation à d'autres filière évoquée plus haut. Mais avant, entendons-nous déjà sur les variables à impliquer dans la modélisation.

2.3.1.2. La démarche de validation croisée

La littérature propose plusieurs méthodes de validation croisée. Nous choisissons la *k-fold cross-validation* (D. Freidman et al., 2009). Elle consiste à diviser la population totale en k sous-échantillons aléatoires, et à réunir chaque fois $(k-1)$ sous-échantillons pour former un échantillon d'apprentissage. Il reste alors chaque fois un sous-échantillon qui servira d'échantillon de test. Pour que chaque sous-échantillon serve d'échantillon de test exactement

une fois, il faut donc recommencer le même exercice k - fois, d'où le nom « validation croisée k -fois ». L'erreur de prédiction du modèle sera alors la moyenne des k -erreurs quadratiques moyennes de chaque modèle.

Prenons $k=3$. Avec un échantillon de 1044 individus au départ, nous aurons 3 sous échantillons $DataV_1, DataV_2, DataV_3$ de 348 individus chacun. Nous nous proposons alors d'estimer trois modèles respectifs M_1, M_2 et M_3 .

L'objectif de ce processus, n'est pas de choisir un modèle parmi les trois modèles intermédiaires de validation croisée. Le processus vise à évaluer la stabilité de la prédiction en observant l'écart entre les erreurs de prédiction. Nous choisirons comme erreur de prédiction, le décompte de fausse prédiction, dénommé en Anglais *OOB error* (pour *Out Of Bag error*). Mais comme déjà dit, le processus permettra aussi d'estimer l'erreur de prédiction attendue pour notre modèle qui n'aura donc pas d'autre échantillon de test.

D'après de nombreux travaux dont L. Bellanger et R. Thomassone (2014), si on considère une valeur y_{im} calculée par le modèle d'apprentissage et une valeur y_{io} tirée de l'observation, l'erreur quadratique moyenne MSE se calcule par la formule :

$$MSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_{im} - y_{io})^2}{n}}$$

Ici, les y_{im} sont les erreurs OOB calculées sur l'échantillon d'apprentissage, et les y_{io} sont les erreurs OOB calculées sur les échantillons tests correspondants.

2.3.1.3. Résultats de la validation croisée

Les figures 5-7a, 5-7b et 5-7-c ci-dessous présentent respectivement les trois modèles M_1, M_2 et M_3 issus du processus de validation croisée.

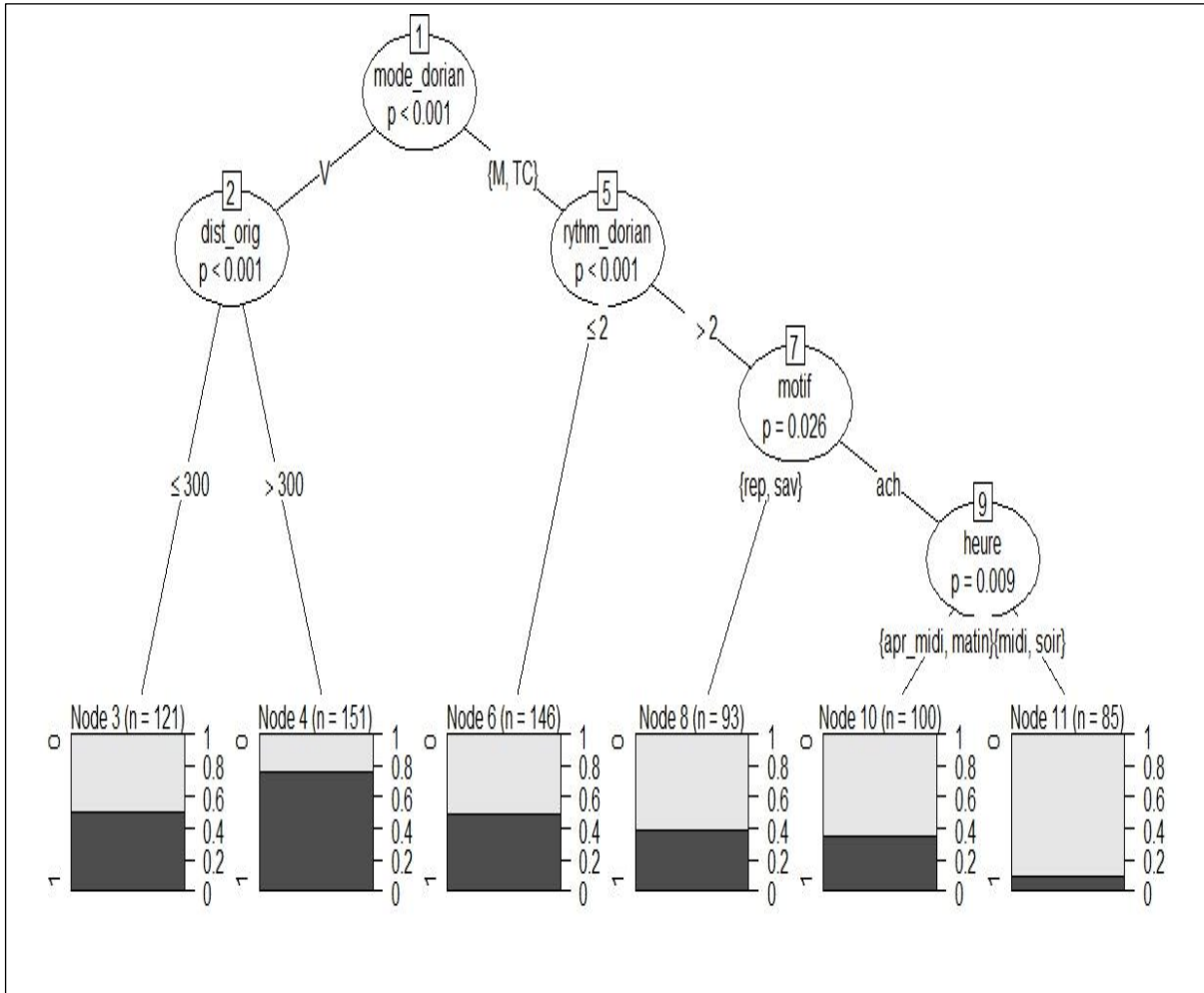


Figure 5-7a : modèle M₁

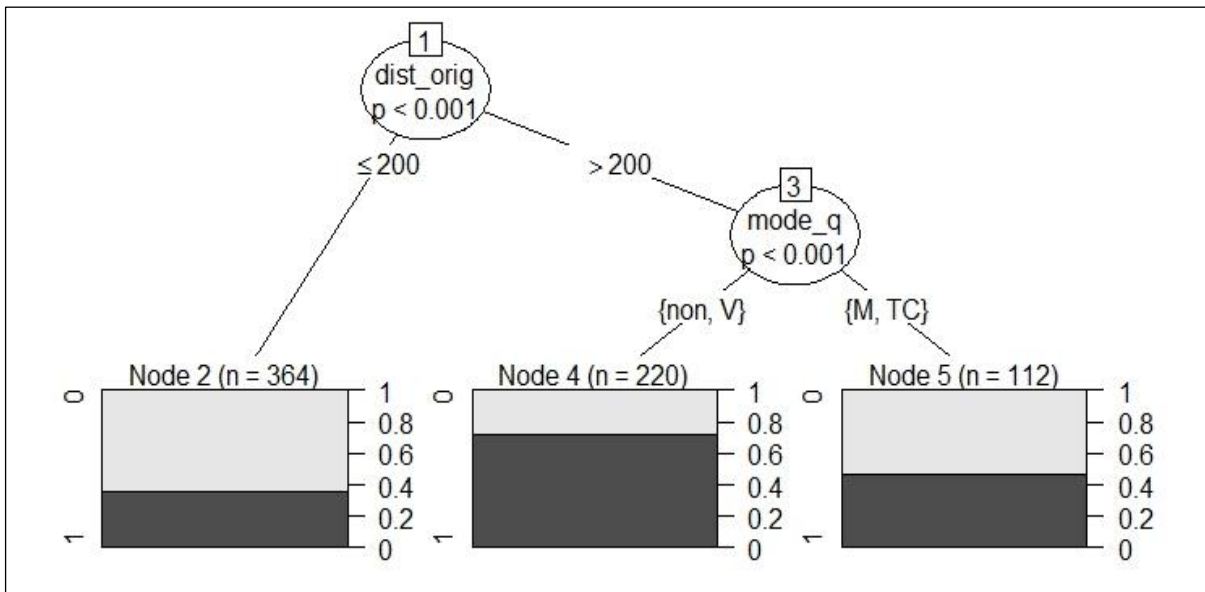
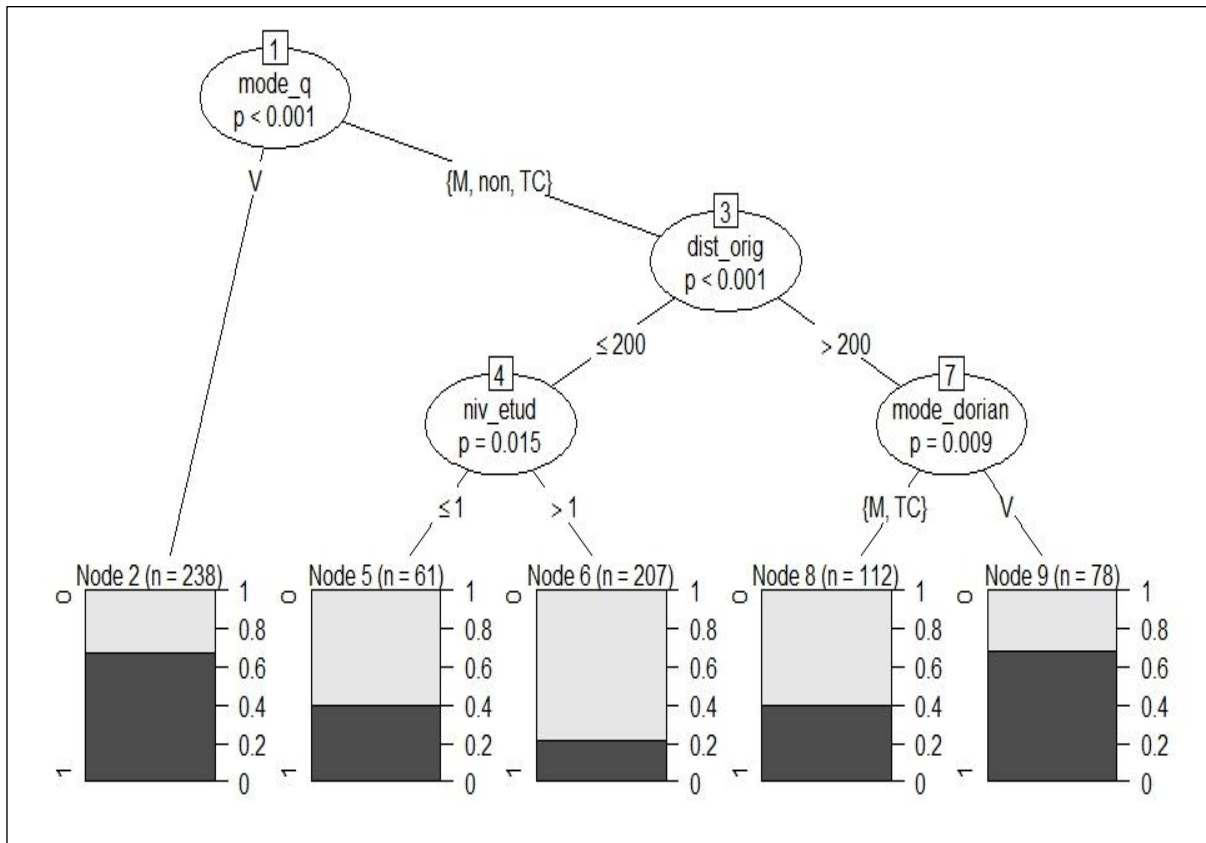


Figure 5- 7b : modèle M₂


 Figure 5-7c: Modèle M₃

Comme exprimé précédemment, il n'y aura pas à faire un choix parmi ces trois modèles. Nous nous intéressons plutôt à la qualité de prédiction de chacun et à comment varie cette qualité de prédiction de l'un à l'autre. Pour cette raison, nous évaluons l'erreur de prédiction de chacun de ces trois modèles. Nous en déduisons l'erreur de prédiction attendue pour le modèle que nous allons estimer avec l'ensemble de données de l'échantillon de départ. Ce calcul est récapitulé dans le tableau V-2 suivant.

Tableau V-2 : évaluation des erreurs de prédiction des différents modèles

Modèle	Echantillon d'apprentissage	Echantillon de test	OOB sur l'échantillon d'apprentissage	OOB sur l'échantillon test	Erreur quadratique
M ₁	DataM ₁ : 696 individus	DataV ₁ : 348 individus	32.0%	32.8%	32.4%
M ₂	DataM ₂ : 696 individus	DataV ₃ : 348 individus	33.2%	28.4%	30.9%
M ₃	DataM ₃ : 696 individus	DataV ₃ : 348 individus	30.9%	33.6%	32,3%
Erreur quadratique moyenne attendue pour le modèle à calibrer					31,8%

Nous en déduisons que l'erreur de prédiction du modèle sera de 31,8%. Ce modèle n'aura pas d'échantillon test. L'échantillon d'apprentissage sera la matrice constituée par l'ensemble des

1044 individus en lignes, et les 16 variables (dont 15 variables explicatives et une à expliquer) retenues en colonnes.

La modélisation sera conduite en deux étapes. Un premier modèle par arbre d'inférence conditionnelle permettra d'identifier les facteurs d'influence qui gouvernent le choix entre accepter ou rejet la nouvelle localisation du magasin. La deuxième étape consistera à calibrer un modèle logit binomial pour expliquer la variable « pref ». Les prédicteurs seront alors les facteurs identifiés.

2.3.2. Résultat : les facteurs qui gouvernent les choix des clients

Le modèle Marbre représenté sur la figure 5-8 présente sur un arbre d'inférence conditionnelle les différents facteurs qui déterminent et structurent le choix des clients rencontrés à la FNAC du centre-ville d'adhérer à son déménagement à Monthieu.

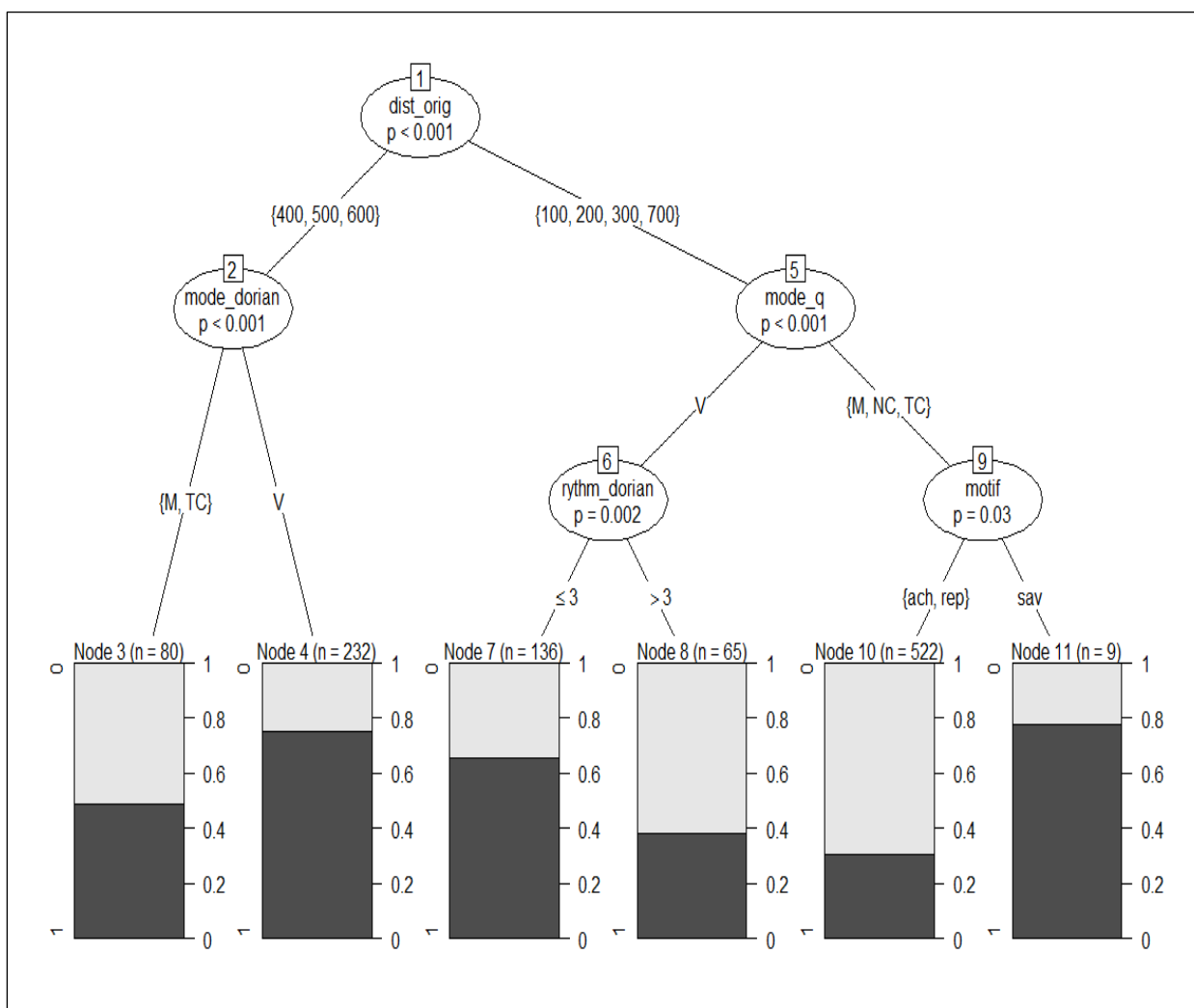


Figure 5-8 : Modèle "Marbre" : Arbre d'inférence conditionnelle sur l'adhésion de la FNAC au déménagement à Monthieu.

2.3.2.1. Les facteurs

Les facteurs identifiés sont au nombre de 5. Il s'agit de :

a- La distance parcourue sur le trajet vers la FNAC.

Elle est représentée par la variable "*dist_orig*". C'est à l'origine une variable quantitative continue. Elle a été discrétisée en variable catégorielle à 7 niveaux, qui sont explicités dans le tableau V-3.

Tableau V-3 : les sept modalités de la variable "*dist_orig*".

Modalités	100	200	300	400	500	600	700
Descriptions	0 à 500m	500m à 2 km	2 à 5km	5 à 10 km	10 à 40km	40 à 80km	Plus de 80km

b- Le mode utilisé pour se déplacer vers la FNAC du centre-ville.

Ce facteur est représenté dans le modèle par la variable "*mode*". C'est une variable qualitative discrète à trois modalités (Tableau V-4).

Tableau V-4 : modalités de la variable "*mode*".

Modalités	M	TC	V
Descriptions	Marche à pied ou vélo	Bus, Tramway, Train, ou combinaison entre ces modes	Voiture particulière ou deux-roues motorisés

c- Le mode utilisé habituellement pour les déplacements quotidiens du type domicile-travail.

Il est représenté par la variable "*mode_q*". Cette variable est qualitative discrète avec quatre modalités. Au-delà du mode, elle informe aussi sur le fait que l'enquêté est concerné au quotidien par les déplacements domicile-travail ou pas (Tableau V-5).

Tableau V-5: modalités de la variable "*mode_q*".

Modalités	M	TC	V	NC
Descriptions	Marche à pied ou vélo	Bus, Tramway, Train, ou combinaison entre ces modes	Voiture particulière ou deux-roues motorisés	Non concerné par ces déplacements

d- Le rythme de fréquentation du magasin de centre-ville.

Il est représenté par la variable "*rythm_dorian*", une variable quantitative ordinale à 5 niveaux qui indique la fréquence avec laquelle le client va faire ses achats à la FNAC du centre-ville (Tableau V-6).

Tableau V-6: modalités de la variable "*mode_g*".

Modalités	1	2	3	4	5
Descriptions	Visite une à deux fois par an	Visites trimestrielles	Visites mensuelles	Visites par quinzaine	Visites hebdomadaires ou plus fréquentes

e- Le motif du déplacement vers la FNAC.

Il est représenté par la variable "*motif*" qui est une variable qualitative discrète avec trois modalités (Tableau V-7).

Tableau V-7: modalités de la variable "*motif*".

Modalités	ach	rep	sav
Descriptions	Visite motivée par un achat	Visite destinée à la préparation d'un achat, au repérage de prix pour comparaison ou à s'informer sur l'actualité culturelle et high-tech sans nécessairement acheter dans l'immédiat.	Visite destinée à bénéficier du service après-vente, soit pour une assistance technique postérieure à un achat, soit pour retourner un produit non satisfaisant.

2.3.2.2. Interprétation

D'après le modèle Marbre, la longueur du trajet vers la FNAC du centre-ville détermine d'abord le choix entre adhésion et rejet du déménagement. Les clients dont le déplacement à la FNAC s'insère dans un déplacement de mobilité local (moins de 80km), et qui font plus de 5km de trajet adhèrent 75% au déménagement s'ils sont venus à la FNAC en voiture. Mais s'ils sont venus à pied, à vélo ou en transport en commun, ils adhèrent à 50%. Ces clients sont regroupés dans les codes de distance parcourue 400, 500 et 600. Les autres clients sont ceux qui font un déplacement en dehors de la mobilité locale (code 700) et ceux qui parcourent moins de 5km pour arriver à la FNAC du centre-ville. Pour ces clients, le mode utilisé pour les déplacements quotidiens est déterminant. En effet, ceux d'entre eux qui se déplacent en voiture particulière ou à moto au quotidien adhèrent au déménagement à 40% s'ils avaient déjà l'habitude d'aller à la FNAC plus d'une fois par mois. S'ils étaient moins fréquents, leur adhésion monte à 65%.

Si ces clients font leurs déplacements quotidiens à pied, à vélo ou en transport en commun, le motif de déplacement devient discriminant : ceux qui se déplacent pour le service-après-vente adhèrent à 80% alors qu'ils sont moins intéressés par cette nouvelle localisation si leur déplacement est motivé par l'achat ou par le repérage : 30%.

2.4. Calibrage du modèle logit binomial

A cette étape, nous avons obtenu les prédicteurs pour calibrer un modèle logit. Ces prédicteurs ne sont rien d'autre que les facteurs identifiés. Nous allons calibrer ici un modèle logit binomial parce que la variable à expliquer est binaire.

2.4.1. Démarche de calibrage du modèle Logit

Notre démarche consiste à déterminer une fonction d'utilité de l'« *adhésion* » pour chaque client. Nous utiliserons alors la transformation *logit* pour exprimer la probabilité d'occurrence du choix « *1* ». Rappelons que le choix « *1* » correspond à l'adhésion au déménagement et le choix « *0* » correspond au rejet. Nous utilisons pour ce faire une régression logistique sous **R 3.4.3**, avec Rstudio comme environnement de développement.

Commençons par opérer quelques ajustements sur les variables explicatives obtenues avec le modèle par arbre d'inférence conditionnelle.

2.4.1.1. Transformation de la variable "dist_orig"

Nous avons présenté les modalités de cette variable avec le tableau V-3. En fait, le modèle « *Marbre* » structure les modalités de la variable "dist_orig" en deux groupes, les clients parcourant entre 5 et 80km d'un côté, ceux parcourant entre 0 et 5km réunis avec ceux parcourant plus de 80km de l'autre côté. En suivant ce modèle, nous faisons le choix de transformer la variable en binaire comme montré par le tableau V-8. Nous faisons ce choix en étant conscient que le regroupement de certaines classes des variables catégorielles fait gagner le modèle en qualité (P. Bressoux, 2010 ; J. Larmarange, nd)

Tableau V-8 : Transformation en binaire de la variable "dist_orig"

Modalité de la variable "dist_orig"	"700"	"100"	"200"	"300"	"400"	"500"	"600"
Description	Plus de 80km	0 à 500m	500m à 2 km	2 à 5km	5 à 10 km	10 à 40km	40 à 80km
Nouvelles modalités de la variable	" moins de 5km"				" 5--80km"		

binaire "dist_orig"		
------------------------	--	--

2.4.1.2. Recodage en (n-1) variables binaires des variables catégorielles à n modalités

Comme déjà expliqué dans la méthodologie, pour le calibrage du modèle logit, les variables quantitatives continues sont considérées telles qu'elles sont. De même pour les variables binaires. Les variables catégorielles à n modalités sont quant à elles recodées en $n-1$ variables binaires. Par exemple, la variable "*motif*" est à l'origine une variable catégorielle avec trois modalités. Elle a été recodée en 2 variables comme le montre le tableau V-9.

Tableau V-9 : de nouvelles variables binaires obtenues à partir de la variable "dist_orig"

Modalités de la variable "motif"	"ach"	"sav"	"rep"
Nouvelles variables	-	"motif = sav" oui ou non	"motif = rep" oui ou non

Finalement, la liste de prédicteurs est donc constituée de variables binaires et d'une variable quantitative continue qui est "*rythm_dorian*".

2.4.1.3. Suppression de la variable "mode_dorian" de la liste des prédicteurs

Lors du calibrage du modèle nous avons détecté la forte corrélation entre les variables « *mode_dorian* » et « *mode_q* ». Il s'imposait de supprimer l'une des deux afin d'optimiser les qualités prédictives du modèle. Après plusieurs simulations, nous avons finalement retenu « *mode_q* » qui permettait d'obtenir des résultats plus intéressants que « *mode_dorian* ». Nous avons donc enlevé ce dernier de la liste de nos prédicteurs.

2.4.1.4. Calibrage du modèle

Le calibrage proprement dit a d'abord consisté à développer une régression logistique ordinaire (binaire). Le résultat a ensuite été soumis aux tests de signification de chaque variable. La qualité de prédiction du modèle est alors évaluée avec le calcul de l'erreur de prédiction, comparée à l'erreur de prédiction attendue d'après la démarche de validation croisée que nous avons menée et présentée plus haut. La pertinence du modèle pour les données analysées a enfin été évaluée par la « règle du pouce ».

2.4.2. Résultats

Conformément à la démarche exposée, nous présentons successivement dans ce paragraphe, les résultats de la régression logistique, les tests de signification et les variables significatives qui en résultent, l'évaluation de la qualité prédictive et la pertinence du modèle. Le calibrage du modèle a été fait sous R 3.4.3 « Kite Eating Tree », environnement de développement RStudio.

2.4.2.1. Résultats de la régression logistique

Ces résultats résumés sur la figure 5-9 montre les coefficients estimés pour toutes les variables. On y note aussi les résultats des tests de signification effectués.

```
Call:
glm(formula = pref ~ ., family = binomial(link = "logit"), data = datareg)

Deviance residuals:

      Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.9357  -0.9716  -0.6808   1.0271   1.8498

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   -0.25411    0.25364   -1.002  0.31641
Motif= rep     0.14709    0.15401    0.955  0.33953
Motif= sav     2.31318    0.80701    2.866  0.00415 **
dist_orig = 5-80km  0.94381    0.15338    6.153  7.58e-10 ***
mode_q = NC    0.54492    0.23185    2.350  0.01876 *
mode_q = TC    0.16748    0.20694    0.809  0.41833
mode_q = V     1.12141    0.20675    5.424  5.83e-08 ***
rythm_dorian  -0.25148    0.06081   -4.135  3.55e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 1444.5 on 1043 degrees of freedom

Residual deviance: 1286.8 on 1036 degrees of freedom

AIC: 1302.8          Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Figure 5-9 : résultats de la régression logistique pour expliquer l'adhésion au déménagement.

2.4.2.2. Tests de signification statistique sur chaque variable explicative

Un test de signification statistique a permis d'identifier les variables les plus significatives pour le modèle. Nous avons utilisé le test de Wald. Deux hypothèses sont formulées au départ de ce test pour chaque variable :

H_1 : La prédiction du modèle serait meilleure si on prend en compte le paramètre β_i estimé pour la variable quantitative i ou la modalité de variable discrète i .

H_0 : le modèle offre une meilleure prédiction si on ne prend pas en compte β_i (autrement dit, si $\beta_i = 0$)

Le test consiste à vérifier ces deux hypothèses. C'est un test de χ^2 sur l'hypothèse H_0 . Les p-valeurs des tests de χ^2 sont alors calculées et présentées sur la figure V-7 (colonne Pr). On suppose que la variable ou la modalité testée est significative si $\mathbf{Pr} < \alpha$. Nous avons fixé $\alpha = 0.05$. l'hypothèse H_0 est alors rejetée pour les variables et les modalités dont les p-valeurs calculées satisfont à la condition $\mathbf{Pr} < 0,05$. L'hypothèse H_1 est donc la bonne pour ces variables. Nous en déduisons qu'elles sont les prédicteurs significatifs à retenir pour le modèle (figure 5-10).

	Coeff.	Err. Standards	z-valeurs	Pr(> z)
Motif= sav	2.31318	0.80701	2.866	0.00415 **
dist_orig = 5--80km	0.94381	0.15338	6.153	7.58e-10 ***
mode_q = NC	0.54492	0.23185	2.350	0.01876 *
mode_q = V	1.12141	0.20675	5.424	5.83e-08 ***
rythm_dorian	-0.25148	0.06081	-4.135	3.55e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Figure 5-10 : Paramètres du modèle Logit Binomial expliquant la variable « pref »

3.3.2.2. Qualité prédictive du modèle

Pour évaluer la qualité de la prédiction du modèle, nous calculons le taux d'erreur « *Out – Of-Bag* » en partant de la matrice de confusion (voir tableau V-10).

Tableau V-10 : Matrice de confusion du modèle logit binomial

Valeur (modalité) réelle observée	dont prédits par le modèle comme étant "0"	dont prédits par le modèle comme étant "1"	Erreur de prédiction (OOB)
"0"	413	190	31,51%
"1"	136	305	30,83%
Erreur total de prédiction			31,2%

La dernière ligne du tableau V-10 ci-dessus présente le taux d'erreur de prédiction calculé en rapportant la somme des fausses prédictions pour chacune des modalités à l'effectif total de 1044 individus. Ce taux d'erreur est de 31,2%. D'après le processus de validation croisée, l'erreur attendue était de 31,8%. La valeur obtenue est donc finalement plus intéressante que ce qu'on attendait.

3.3.2.3. Pertinence du modèle pour les données analysées

Nous utilisons la « règle du pouce ». D'après cette règle, pour que le modèle soit pertinent il faudrait au moins 10 évènements par variable. Cela revient à dire que $\frac{\text{déviante}(\text{reg})}{\text{DL.residuel}(\text{reg})} > 1$.

La figure 5-11 montre la table d'analyse de déviance du modèle où on peut lire la déviance résiduelle et le nombre résiduel de degrés de liberté (DL). La déviance résiduelle est de 1286,8 pour un nombre de degrés de libertés résiduels de 1036. On a donc :

$$\frac{\text{déviante}(\text{reg})}{\text{DL.residuel}(\text{reg})} = \frac{1286,8}{1036} = 1,24$$

Nous pouvons donc conclure que l'ajustement du modèle est bon pour les données que nous analysons.

	DL	Deviance	DL Resid	Dev Resid	Pr (>Chi)
NULL			1043	1444.5	
motif	2	6.561	1041	1437.9	0.03761 *
dist_orig	1	81.773	1040	1356.2	< 2.2e-16 ***
mode_q	3	51.999	1037	1304.2	2.997e-11 ***
rythm_dorian	1	17.341	1036	1286.8	3.123e-05 ***

Figure 5-11 : Table d'analyse de déviance du modèle



3.3.2.4. *Interprétation des coefficients du modèle*

a- **Signe des coefficients**

Un coefficient négatif indique que la variable diminue les chances d'occurrence de l'évènement « adhésion au déménagement ». Les coefficients positifs signifient donc à l'opposé, que la variable correspondante augmente ces chances.

b- **La valeur des paramètres**

Les coefficients du modèle (figure 5-10) indiquent l'influence de chaque variable.

i- *Le coefficient Intercept*

Un premier coefficient, intitulé « *Intercept* », est calculé et représente la valeur β_0 qui correspond au cas où aucune des variables explicatives ne serait prise en compte. Ce coefficient « *Intercept* » est lui aussi soumis au test de signification statistique. Sa valeur correspond à l'influence d'un ensemble de facteurs qui n'ont pas été impliqués comme prédicteurs dans le modèle. D'après la théorie de l'utilité aléatoire (D. McFadden, 1974), comme nous l'avons déjà évoqué, l'utilité que procure une alternative comporte une partie déterministe et une autre non nécessairement observable ou non observée. Cette partie non observable ou non observée correspond aux facteurs qui n'ont pas pu être mobilisés dans l'analyse pour une raison ou une autre. Elle est représentée par le coefficient *intercept*.

Dans le cas en étude ici, la valeur du coefficient intercept est de -0,25. Il est négatif, ce qui signifie que cet ensemble de facteurs tendraient à réduire les chances de l'adhésion au déménagement en les multipliant par $e^{-0,25} = 0,78$. Mais ce coefficient n'est pas statistiquement significatif parce que sa p-valeur est $Pr = 0,316$, ce qui est supérieur au seuil de $\alpha = 0,1$ considéré

ii- *Les coefficients correspondant aux prédicteurs*

Pour interpréter la valeur des autres coefficients, il faudra distinguer les variables explicatives discrètes des variables quantitatives.

Si β_i désigne le coefficient correspondant à une variable explicative discrète X_i , l'occurrence de la variable $X_i (=1)$ multiplie par e^{β} les chances (ou les risques) d'occurrence de l'évènement « adhésion au déménagement ». e^{β} est l'odds-ratio correspondant à la variable explicative considérée. Ainsi donc pour interpréter les coefficients du modèle :

"motif= sav " multiplie le risque d'adhésion par $e^{2,31} = 10$

"dist_orig = 5--80km" multiplie les chances d'adhésion au déménagement par $e^{0,94} = 2,5$

"mode_q = V" multiplie les chances d'adhésion au déménagement par $e^{1,12} = 3$

"mode_q = NC" multiplie les chances d'adhésion au déménagement par

$$e^{0,55} = 1,75$$

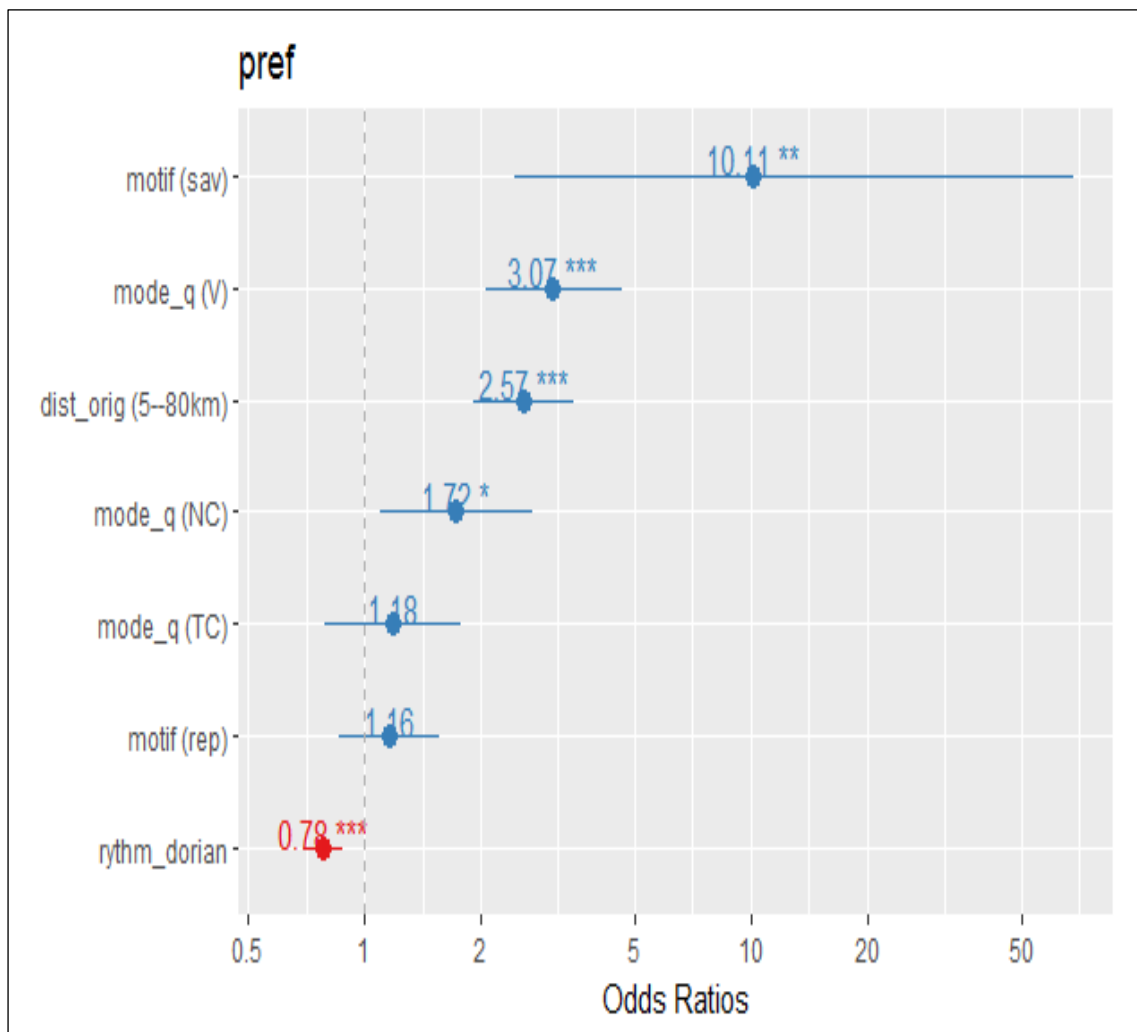


Figure 5-12 : Représentation des Odds ratios

Quant à la variable quantitative ordinale « *rythm_dorian* », l'interprétation du coefficient β consiste à dire que chaque fois que la valeur de la variable augmente d'un cran, les chances d'adhésion au projet de déménagement diminuent ou augmentent de e^β . Dans notre cas le coefficient est négatif. Nous dirons alors que chaque fois que la valeur du rythme de fréquentation augmente d'une unité, les chances d'adhésion est multipliée par de $e^{-0,25} = 0,77$. Le rythme de fréquentation étant codé de 1 (= visite annuelle) à 5 (= visite hebdomadaire), la probabilité qu'un client adhère au déménagement diminue en étant multipliée par 0,77. Le graphe de la figure 5-12 présente l'ensemble de ces odds-ratios.

En résumé, le client qui se déplace pour un motif « service après-vente » a dix fois plus de chances d'accepter se rendre au magasin dans sa nouvelle localisation que celui qui y va pour un autre motif. Le client qui se déplace en voiture au quotidien a quant à lui trois plus de chances. Il en est presque de même pour les clients qui se trouvent à plus de 5km du centre-ville lorsqu'ils partent pour la FNAC : 2,5 fois plus de chance que ceux qui partent de moins de 5km du centre-ville. Les clients qui ne se déplacent pas au quotidien ni pour les études, ni pour le travail ont presque deux fois plus de chances que les autres d'accepter le déménagement. Enfin, plus on va fréquemment à la FNAC, moins il y a de chances qu'on accepte ce déménagement.

2.5. Vérification statistique sur les données recueillies après le déménagement

Les graphiques de la figure 5-13 ont été réalisées à partir des données issues de l'enquête après le déménagement. Les graphiques représentent des tris croisés respectivement entre d'une part la variable « *modif_rythm* » de ce nouveau jeu de données²² et d'autre part, les variables représentant les prédicteurs du modèle logit dont nous voulons vérifier les prédictions.

Cette figure montre que les prédictions du modèle sont globalement respectées, à l'exception de celle relative aux personnes non-concernées par les déplacements quotidiens contraints.

En effet, les personnes non concernées par les déplacements quotidiens du type domicile-travail rejettent ou adhèrent au déménagement dans les mêmes proportions, contrairement à ce que prédit le modèle. Par contre, on retrouve bien l'usage quotidien de la voiture pour ces déplacements quotidiens comme un facteur favorable à l'adhésion au déménagement. Les

²² Voir la liste des variables propres à la matrice issue de l'enquête après déménagement (Tableau IV-5). Cette variable est l'équivalent de la variable à expliquer « *Intention* » que nous avons transformée en « *pref* ». L'enquête après déménagement comportait des questions introduites exprès pour cette vérification.

données recueillies après déménagement accréditent aussi les prédictions du modèle au sujet de la distance parcourue : venir à la FNAC depuis un lieu situé entre 5 et 80 km peut faire préférer la nouvelle localisation. Les prédictions du modèle sont aussi très justes au sujet de l'influence du rythme de fréquentation. D'après le modèle, les chances d'adhésion diminuent au fur et à mesure que le rythme de fréquentation augmente. C'est exactement ce que montre la figure 5-13. D'après le modèle aussi, les clients ayant pour motif le service après-vente devraient accepter de se déplacer dans le nouveau magasin. Il n'est pas contre-intuitif que pour le service après-vente, le client accepte de se déplacer, vu que l'acte d'achat est déjà effectif. Qu'il accepte de se déplacer ne signifie donc objectivement pas une adhésion au déménagement. La figure 5-13 l'indique aussi: le déménagement est largement rejeté par ceux qui se déplacent pour le service après-vente, même s'ils se sont déplacés vers cette nouvelle localisation.

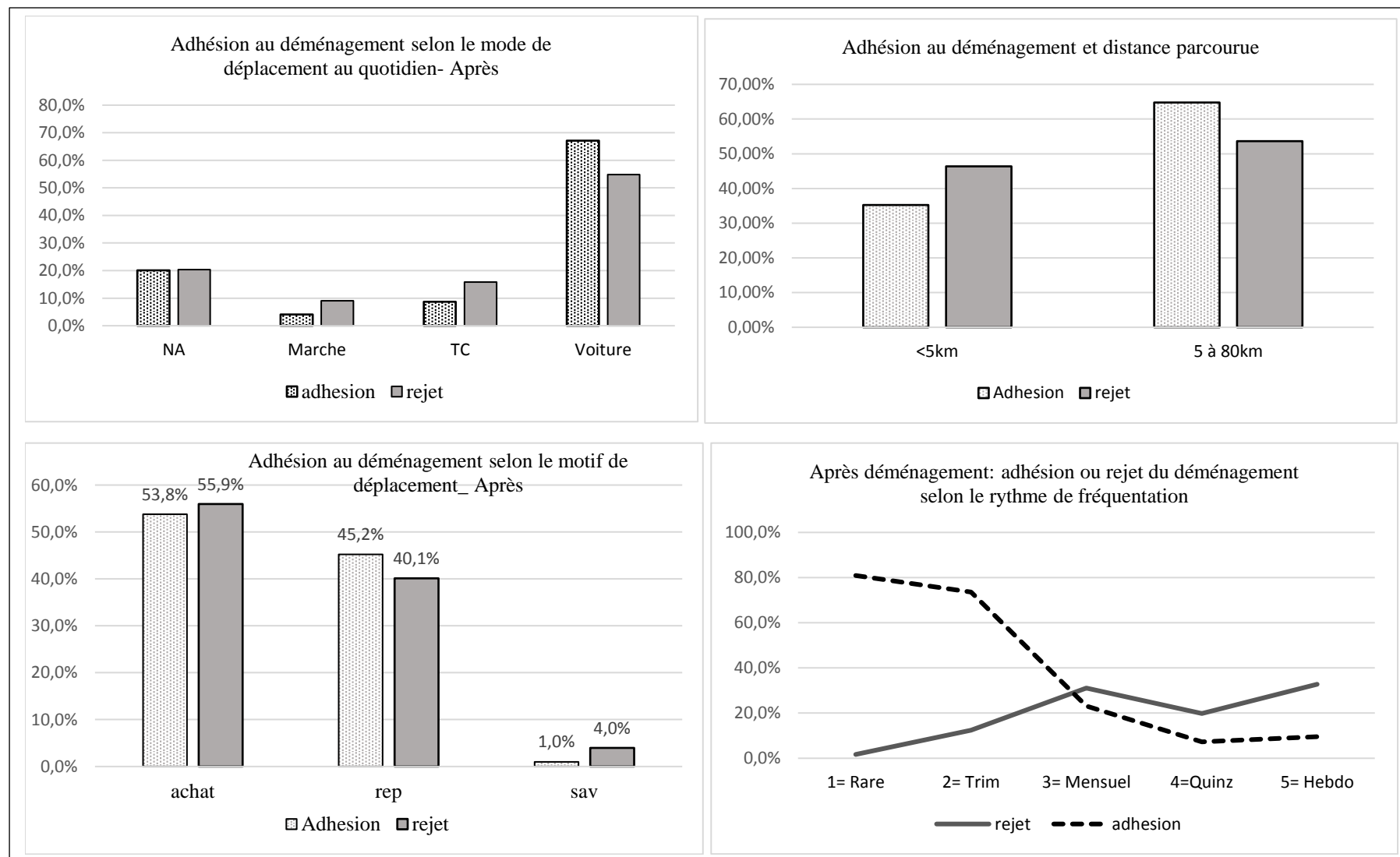


Figure 5-13: Manifestation après déménagement, de l'influence des facteurs identifiés sur l'adhésion ou le rejet de la nouvelle localisation

2.6. Conclusions sur l'application au déménagement de la FNAC

La FNAC avait déjà pris sa décision de déménager son magasin à Monthieu. La modélisation du choix des clients était donc plutôt expérimentale. Il s'en dégage cependant quelques enseignements sur les caractéristiques de la clientèle à attendre.

✓ **Le rythme de fréquentation de la FNAC du centre-ville.**

Ce facteur apparaît comme ayant un poids essentiel dans la décision. Mais ce facteur peut avoir plusieurs interprétations. Il peut rappeler la distance entre les deux localisations, ou renvoyer au poids des lieux habituels de fréquentation dans le comportement de mobilité du consommateur.

Le magasin déménage à trois kilomètres plus loin dans la même ville. Cette distance peut paraître grande pour les clients qui fréquentent un magasin quotidiennement ou toutes les semaines par exemple. Par contre, le changement de 3 kilomètres peut sembler peu significatif lorsqu'il s'agit d'un magasin qu'on visite seulement quelques fois dans l'année. Ainsi, le modèle nous indique que ce déménagement à trois kilomètres plus loin reste acceptable pour des clients peu fréquents. Les clients de toutes les semaines n'acceptent donc pas à l'inverse aller aussi. Cette interprétation pose une autre question sur le magasin. La FNAC est-elle finalement un magasin de tous les jours, ou un magasin où on va quelques fois dans l'année ? Autrement dit, la FNAC est-elle un magasin de proximité ? Nous proposons une approche de réponse deux paragraphes plus loin.

Le rythme de fréquentation peut aussi exprimer le poids des lieux habituels de fréquentation dans les comportements de mobilité du consommateur. C'est un lien avec la notion de pérégrination proposée à l'origine par Y. Rollier et M. Wiel (1993) pour exprimer l'organisation des déplacements en boucles de déplacements. L'association des trajets se fait dans un esprit d'optimisation. Le poids du rythme de fréquentation du magasin de centre-ville peut ainsi renvoyer à l'insertion optimale de cette localisation commerciale dans les chainages de déplacements des clients concernés. Les travaux de R.P. Desse (2001) vont dans le même sens.

(J. Soumagne et al., 2015) soulignent également l'importance de l'association optimisée de ces lieux habituels de fréquentation. Ils adaptent à la mobilité urbaine, la notion de chronotrope pour indiquer que l'économie du temps est justement à associer, selon eux à l'économie de l'espace pour aménager une ville durable (J. Soumagne et al., 2015). Les travaux de A. Huang and D. Levinson (2017) ont aussi montré que le choix d'une destination dépend son insertion dans le chainage des déplacements déjà fixés.

Concrètement, on peut avoir ses habitudes en centre-ville parce qu'on y habite ou qu'on y travaille, ou qu'on s'y rend fréquemment pour se distraire. Un détour hebdomadaire à la FNAC pour un achat, une place de spectacle ou juste pour s'informer des nouveautés et de l'actualité culturelles devient normal. Dans cette optique le modèle semble nous montrer l'importance à Saint-Etienne de ces lieux habituels de fréquentations dans le comportement de mobilité du consommateur : plus on a ses habitudes en centre-ville, plus on rejette le déménagement à Monthieu. Nous verrons plus loin si une telle interprétation se confirme avec d'autres magasins.

✓ **La distance parcourue**

Le modèle identifie le déplacement à la FNAC depuis un lieu situé entre 5 et 80 km comme un facteur qui multiplie par 2 à 3 les chances d'adhérer à ce déménagement. Le magasin ayant déménagé à trois kilomètres plus loin, proche des grands axes routiers desservant la ville de Saint-Etienne. Monthieu, de par sa proximité avec l'autoroute, est plus accessible pour les clients qui viennent en centre-ville depuis un lieu situé à plus de cinq kilomètres. De plus, peu de clients font une telle distance à pied ou à vélo. L'accessibilité du centre-ville en transports en commun est aussi limitée à cette distance. Le modèle nous enseigne qu'en venant de plus cinq kilomètres du centre-ville, Monthieu est une localisation commerciale plus indiquée que le centre-ville. Nous verrons plus loin si cette conclusion s'étend à d'autres familles de magasins. Mais le mode de déplacement s'invite déjà dans le débat avec ce facteur distance.

✓ **Mode de déplacement à la FNAC et mode de déplacement au quotidien**

Le nouveau magasin de la FNAC semble est associé par le magasin à l'usage de la voiture. Vu les attributs de cette localisation commerciale, cela semble cohérent avec la littérature. Le magasin est tout proche des autoroutes en sortie de ville. Il propose un spacieux stationnement gratuit.

De plus, les clients du centre-ville, ont certainement l'expérience du déplacement automobile en centre-ville de Saint-Etienne. En plus des nombreux détours imposés, le stationnement payant peut s'avérer un peu cher. Pour un automobiliste, le sera donc vite fait.

Mais au-delà de simples moyens de déplacements, le mode de déplacement exprime en soi des caractéristiques socioculturelles et socioprofessionnelles, et témoigne d'un lien particulier avec le territoire. Ainsi, le mode déplacement quotidien peut servir à caractériser les lieux habituels de fréquentation et la vie quotidienne en général (E. Ravalet, 2007). C'est que G. Amar (1993) exprime par le concept d'« adhérence urbaine » des déplacements. L'usage de la voiture peut être associé à la périphérie alors que le déplacement à pied ou à vélo exprime davantage d'adhérence au centre-ville (G. Amar, 1993).

Les déplacements domicile-travail sont connus pour être structurants dans la mobilité urbaine. De récents travaux tels que A. Huang et D. Levinson (2017) montrent aussi l'influence de ces navettes quotidiennes sur les déplacements d'achats. L'influence du mode de déplacement au quotidien (domicile-travail, domicile-études) indiqué par le modèle n'est donc pas étrange. On peut l'interpréter comme un levier aux mains de l'action publique. C'est en mettant en place une organisation urbaine et une offre de mobilité où l'usage quotidien de la voiture est réduit qu'on pourra maîtriser l'étalement urbain. C'est une leçon qui semble se dégager de cette étude.

Le modèle relie aussi le mode déplacement utilisé à la distance parcourue. La distance et le mode déplacement déterminent à deux le temps du trajet. D. Grewal et al. (2012) ont montré que le temps de trajet est un facteur discriminant dans le choix de la destination, surtout lorsqu'un client n'a pas la garantie qu'il trouvera le produit recherché.

✓ **Motif SAV personnes non concernées par les navettes quotidiennes**

Le modèle indique des facteurs d'influence tels que le déplacement pour motif « service après-vente » (SAV) et le fait de ne pas être concerné par les navettes quotidiennes domicile-travail ou domicile-étude.

Le déplacement pour motif SAV multiplie par 11 les chances de suivre la FNAC dans son déménagement. On peut a priori y comprendre une certaine obligation pour le client de se déplacer pour bénéficier de ces services. En fait ayant déjà effectué un achat, il semble que ce dernier n'a plus vraiment le choix. A moins que le déplacement revienne finalement plus cher que le service après-vente espéré, le client choisira logiquement de se déplacer, quelle que soit la localisation du magasin.

Les personnes non concernées par les déplacements domicile-travail ou domicile-étude peuvent être des retraités, personnes sans emploi ou qui travaillent à domicile. Le modèle indique que ces personnes acceptent de suivre la FNAC à Monthieu. Cela exprime qu'ils sont disponibles, et qu'un déplacement de trois kilomètres supplémentaire ne leur pose pas de problème. Mais on peut aussi comprendre que l'offre de la FNAC a une importance particulière dans la vie de certains par exemple. Pour les mélomanes, les personnes avec une sensibilité culturelle assez poussée ou les retraités attentifs aux événements culturels, la FNAC de Saint-Etienne est un magasin stratégique. C'est peut-être important de s'y rendre, même à trois kilomètres plus loin en périphérie.

3. Application à d'autres familles de magasins à Saint-Etienne

L'étude avant et après déménagement de la FNAC de Saint-Etienne est le cas d'étude mobilisé dans cette thèse. L'adhésion à ce déménagement de la FNAC a été questionnée dans le précédent paragraphe pour tester la démarche de modélisation que nous proposons.

Comme détaillé précédemment, nous avons réalisé une première enquête avant le déménagement et une seconde après. Lors de la seconde enquête, une série de questions élaborées avec la démarche des enquêtes de préférences déclarées a été introduite. Les personnes rencontrées étaient invitées à exprimer leur préférence entre cette localisation commerciale de Monthieu-Pont-de-l'âne d'une part et le centre-ville de Saint-Etienne d'autre part. Ce choix a été proposé pour différentes de commerces. Les différentes familles de commerce ciblées sont présentées dans le tableau V-11 ci-dessous. On y retrouve les magasins de matériels informatique de télécommunication et de high-tech ainsi que les librairies. Entre autres familles d'articles, la FNAC propose elle aussi des rayons avec ces mêmes produits. Mais ces deux types de magasins sont bien distincts de la FNAC qui est une enseigne plutôt singulière à cheval sur plusieurs familles de magasins. Les préférences exprimées pour la FNAC ne peuvent donc pas se généraliser pour toute librairie ni pour tout magasin proposant du matériel d'informatique, de télécommunication ou de high-tech. Il nous semblait justement utile de creuser la question pour ces différentes familles. On pourra alors davantage comprendre par exemple si la FNAC est suivie par fidélité à la marque ou non.

Tableau V-11 : Familles de commerces étudiées

Famille de commerce	Exemple de magasin
Alimentaire	Epicerie
Equipement de la personne	Vestimentaire
Numérique et high-tech	Equipement informatique
Culture	Librairie

Les personnes interrogées lors de cette enquête ne représentent pas l'ensemble de la population stéphanoise, certes. Mais il s'agissait pour nous d'adresser une population qui fréquente déjà les deux localisations. Pour nous en assurer, une question préalable a été introduite dans l'enquête pour sélectionner, parmi les clients rencontrés à Monthieu, ceux qui ont des habitudes d'achat en centre-ville. Cette condition nous semblait nécessaire pour que la préférence exprimée le soit en ayant la même connaissance des attributs des deux alternatives. Ce faisant,

la réflexion menée dans ce paragraphe peut servir à objectiver sur les effets potentiels du parc commercial projeté sur le commerce du centre-ville stéphanois. Dans la discussion des résultats, nous tiendrons alors compte de ces limites dans la représentativité de l'échantillon.

Nous présentons d'abord dans ce paragraphe les résultats obtenus pour cette série de tests. La démarche de traitement des données et de modélisation est restée donc la même que pour l'étude de cas précédente.

Pour chaque famille de commerce, nous présentons successivement les variables impliquées, la sélection des facteurs qui gouvernent le choix et le modèle logit calibré. Nous discutons ensuite l'ensemble de ces résultats.

3.1. Application aux magasins alimentaires

3.1.1. Données d'entrées et variables impliquées dans l'analyse

3.1.1.1. Données d'entrée

Le jeu de données considéré est issu de l'enquête après déménagement. Après nettoyage, filtrage et redressement, il est constitué de 670 individus a priori. Nous avons déduit de cet effectif, ceux qui ont déménagé récemment (moins de deux ans), ceux qui ne fréquentaient pas le centre-ville et ceux qui ne se prononcent pas sur la question relative aux magasins alimentaires. Nous nous retrouvons alors avec un échantillon de **584 individus**.

3.1.1.2. Variable à expliquer

Le scénario fictif proposé aux personnes interrogées concerne un magasin alimentaire fictif qu'ils fréquentent habituellement en centre-ville. On suppose que ce magasin les consulte pour savoir s'ils le préfèrent plus à Monthieu-Pont-de-l'âne ou moins, ou s'ils étaient indifférents. Les enquêtés sont alors invités à dire s'ils continueraient à fréquenter ce magasin après son déménagement. La variable à expliquer provient de ces préférences exprimées. C'est une variable discrète à trois modalités au départ qui sont : « moins », « pareil », « plus ». Ces modalités expriment respectivement, la préférence pour la localisation en centre-ville, l'indifférence et la préférence pour la localisation à Monthieu-Pont-de-l'âne. Nous choisissons de modéliser la préférence pour Monthieu. Cette préférence est supposée par hypothèse comme réunissant les choix « pareil » et « plus » et a été codée en « *1* » par opposition à « *0* » pour la préférence du centre-ville. D'où la variable binaire « *pref_alim* » présentée ci-après.

Tableau V-12 : Variable « pref_alim »

pref_alim	Part de clients
0	34,9%
1	65,1%
Total	100%

3.1.1.3. Variables explicatives

Après avoir étudié la corrélation entre les variables, nous avons retenu 28 variables en comptant la variable à expliquer. Nous avons donc 27 variables explicatives. Elles sont présentées dans le tableau V-13.

Tableau V-13 : Variables explicatives impliquées dans l'analyse du déménagement fictif d'un magasin alimentaire

variable	description	Type de variable	
jour	quel jour de la semaine l'enquêté a été interrogé	discrète à 6 modalités	J1 (=lundi), J2 (=mardi), ..., J6 (=samedi)
heure	créneau horaire où l'enquêté a été interrogé	Catégorielle à 4 classes	matin (10H-12H), midi (12H-14H), apr_midi (14H-17H), soir (17H-19H)
motif	motif de la visite au magasin	discrète à 3 modalités	ach (= achat ou retrait d'un colis acheté en ligne), rep (= repérage, promenade, comparaison de prix, informations) sav (=service après-vente)
eff_ach	la visite a-t-elle été finalement sanctionnée par un achat?	discrète binaire	oui (=achat effectif d'au moins un article), non (= aucun achat)
art_ach	rayon où le client a acheté	discrète avec 10 modalités	" musique ", " billetterie ", " jeux_jouets ", " livres_BD ", " mat_info ", " TV_acc ", " mobile ", " print ", " wonderbox ", " papeterie "
comm_dom	commune du domicile	discrète	Un grand nombre de modalité
dist_dom	distance routière entre le domicile et la FNAC- Estimation GoogleMaps	Quantitative ordinale à 7 niveaux	" 100 " (= moins de 500m), " 200 " (=500m à 2km), " 300 " (=2 à 5km), " 400 " (=5 à 10km), " 500 " (= 10 à 40km), " 600 " (40 à 80km), " 700 "(=plus de 80km)
com_orig	commune du lieu d'origine	discrète	Un grand nombre de modalité
dist_orig	distance routière entre l'origine du trajet vers la FNAC et la FNAC- Estimation GoogleMaps	Quantitative ordinale à 7 niveaux	" 100 " (= moins de 500m), " 200 " (=500m à 2km), " 300 " (=2 à 5km), " 400 " (=5 à 10km), " 500 " (= 10 à 40km), " 600 " (40 à 80km), " 700 "(=plus de 80km)

mode_dorian	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile à proximité de la FNAC et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roue motorisé)
boucle	boucle de déplacement, de domicile à domicile, où s'insère le trajet vers la FNAC	discrète avec 4 modalités	" dom-F " (=navette domicile-FNAC-domicile), " dom-trav " (=domicile-travail-FNAC-domicile, et domicile-travail-autre achat-FNAC-domicile, dans n'importe quel ordre), " autr-ach " (= domicile-FNAC-autre achat-domicile, dans n'importe quel ordre), " loisir " (domicile-FNAC-loisir (ou visite ou démarche personnelle)-domicile)
F_club	appartenance au club du magasin, sanctionnée par la détention d'une carte du club	discrète avec 4 modalités	" non ", " F " (= détient une carte FNAC), " F+ " (= détient une carte FNAC-Plus), " F1 " (= détient une carte FNAC-One)
mode_q	mode de déplacement principal utilisé pour les déplacements contraints quotidiens du type domicile-travail	discrète avec 4 modalités	M (= marche à pied, vélo), " TC " (=transports en commun), " V " (= véhicule automobile ou à deux-roues motorisé), " NC "= non concerné
genre	de quel sexe est l'enquêté?	discrète binaire	" H ", " F "
age	Tranche d'âge de l'enquêté	Quantitative ordinale avec 4 niveaux	" inf18 ", " 18-26 ", " 27-60 ", " sup60 "
profess	de quelle catégorie professionnelle est l'enquêté	discrète avec 7 niveaux	" empl ", " cadre ", " fonct ", " etud ", " indep ", " sans-empl ", " retraite "
niv_etud	niveau d'étude de l'enquêté	continue ordinale avec 4 niveaux	" lycee ", " bac ", " bac+3 ", " master "
rythm_dorian	A quel rythme l'enquêté fréquentait-il la FNAC située en centre-ville (à Dorian)	continue ordinale à 5 niveaux	« 5 » = " hebdo " (=au moins 1 fois par semaine) ; « 4 » = " quinz " (=par quinzaine), « 3 » = " mens " (= mensuellement), « 2 » = " trim " (= 1 fois par trimestre), « 1 » = " rare " (moins d'une fois par trimestre)
r_non_ach	raison qui explique que l'enquêté n'ait rien acheté	discrète avec 3 modalités	" indispo " (= l'article recherché n'est pas disponible), " prix " (= l'article désiré est trop cher), " NA " (l'enquêté n'est pas venu pour acheter)
depense	tranche en Euros où se retrouve le montant dépensé par le client, le cas échéant	continue à 6 classes	"<10", "10--50", "50--100", "100--200", "200--500", ">500
mode_month	mode de déplacement utilisé vers la FNAC- le trajet parcouru à pied entre une station de transport en commun ou un parking automobile et la FNAC ne sont pas considérés	discrète à 3 modalités	"M" (= marche, vélo), "TC" (=transports en commun), "V" (= véhicule automobile ou à deux-roue motorisé)
com_trav	commune où travaille l'enquêté	discrète	Un grand nombre de modalités

rythm_month	rythme auquel l'enquêté fréquente la FNAC à Monthieu	continue ordinale à 5 niveaux	« 5 » = "hebdo" (=au moins 1 fois par semaine) ; « 4 » = "quinz" (=par quinzaine), « 3 » = "mens" (= mensuellement), « 2 » = "trim" (= 1 fois par trimestre), « 1 » = "rare" (moins d'une fois par trimestre)
acc_tc_month	comment l'enquêté perçoit-il l'accessibilité en TC de la zone de Monthieu par rapport à l'année dernière	discrète avec 4 modalités	"NSP" (=ne sait pas), "pareil", "plus_acc", "moins_acc"
permis	l'enquêté a-t-il un permis de conduire?	binaire	"Oui", "Non"
pref_alim	comment l'enquêté fréquenterait un magasin alimentaire qu'il fréquentait au centre-ville, si celui-ci déménage pour s'installer à Monthieu?	binaire	"0", "1"
motorisation	combien de voitures y a-t-il dans le ménage de l'enquêté?	discrète avec 4 modalités	"0", "1", "2", ">2"
t_menage	nombre de personnes vivant ensemble chez l'enquêté	continue ordinale avec 6 niveaux	"1", "2", "3", "4", "5", ">5"

3.1.2. Quels facteurs peuvent expliquer que des clients du centre-ville suivent un magasin alimentaire à Monthieu ?

Le modèle d'arbre d'inférence conditionnelle représenté sur la figure 5-14 indique les variables « *rythm_dorian* », « *mode_month* » et « *rythm_month* » comme les trois variables décrivant les principaux facteurs d'influence.

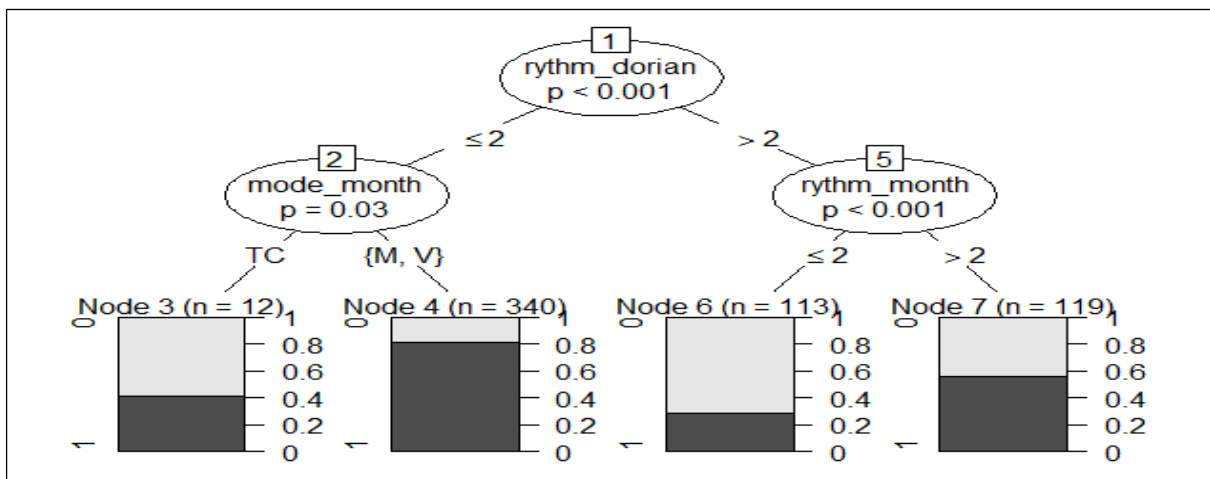


Figure 5-14: Modèle d'arbre d'inférence conditionnelle pour prédire l'adhésion au déménagement des magasins alimentaires

3.1.3. Le poids de l'influence de ces facteurs : calibrage d'un modèle logit.

En plus de ces trois variables précédemment identifiés, la variable « *mode_dorian* » est apparue comme discriminante au cours de la validation croisée. Les différentes simulations lors du développement du modèle Logit ont montré que cette variable pouvait être importante. Nous l'avons donc finalement pris en compte comme prédicteur.

3.1.3.1. Le modèle calibré

La figure 5-15 présente les paramètres du modèle calibré pour le déménagement des commerces alimentaires.

```
Call:
glm(formula = pref_alim ~ ., family = binomial(link = "logit"),
     data = dataIIMr)

Deviance Residuals:      Min       1Q   Median       3Q      Max
 -2.5671  -0.9765   0.5893   0.7615   2.0606

Coefficients:
              Coeff.      Err. Stand  z-valeur  Pr(>|z|)
Intercept          1.53504         0.76328    2.011    0.044314 *
rythm_month         0.49287         0.11108    4.437    9.12e-06 ***
rythm_dorian       -0.60888         0.08827   -6.898    5.27e-12 ***
mode_dorian=v       0.84591         0.25182    3.359    0.000782 ***

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 755.72 on 583 degrees of freedom
Residual deviance: 643.44 on 577 degrees of freedom

AIC: 657.44      Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Figure 5-15: Coefficients du modèle logit expliquant la variable « *pref_alim* »

3.1.3.2. Ajustement et qualité de la prédiction

Le rapport de la déviance résiduel au nombre de degré liberté résiduel est de **1,11**. Il est supérieur à l'unité, ce qui nous permet de considérer que l'ajustement du modèle est acceptable. L'erreur de prédiction (*OOB*) du modèle est de 26% (Tableau V-14 ci-après).

Tableau V-14 : Bonnes et mauvaise prédiction du modèle

pref_alim	Valeurs prédites		
		0	1
Valeurs réelles	0	95	48
	1	109	332

3.1.3.3. Odds ratios

La figure 5-16 montre les odds ratios correspondants aux paramètres du modèle.

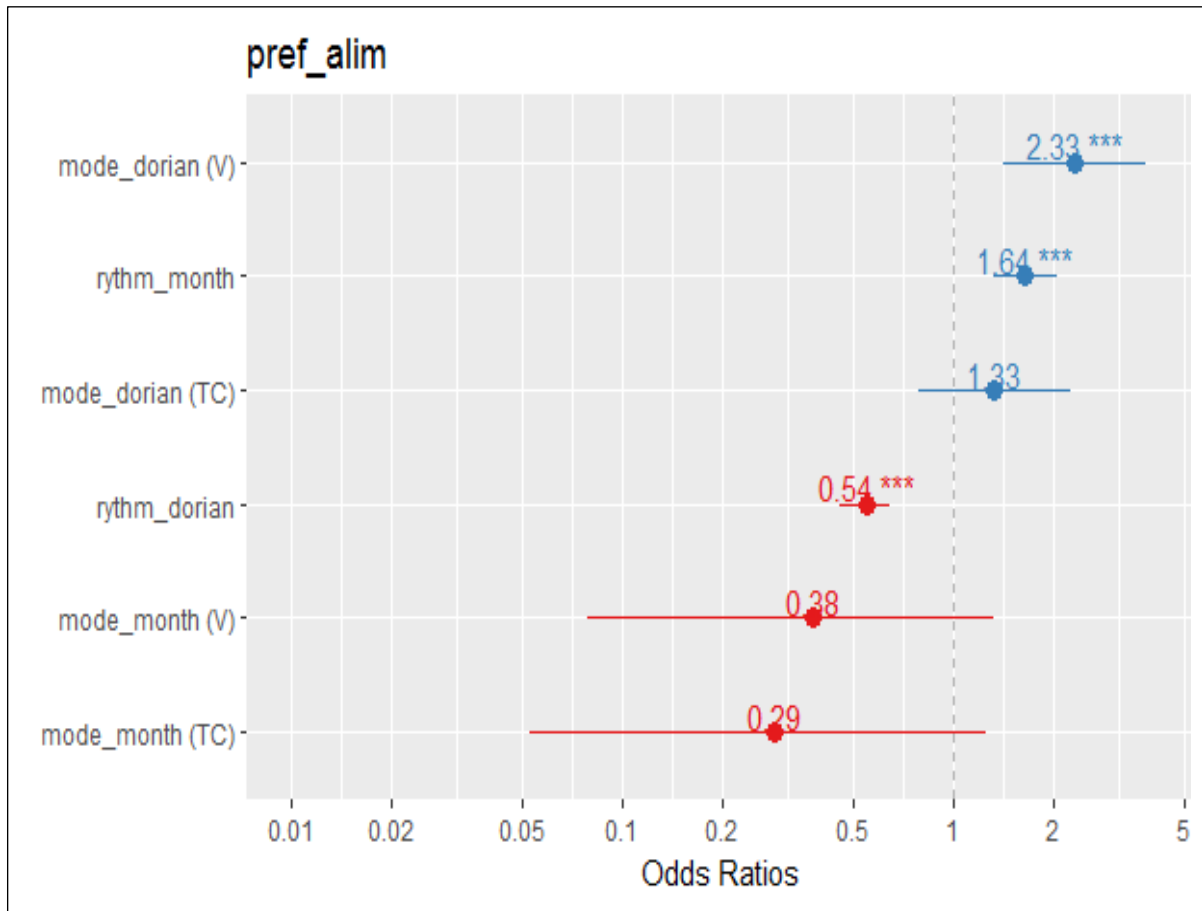


Figure 5-16 : Odds ratios du modèle logit pour les magasins alimentaires

3.1.3.4. Interprétation des coefficients

✓ Intercept = 1,54

Ce paramètre signifie qu'indépendamment des prédicteurs que nous avons considérés, il existe un coefficient significatif de **1,54** qui influence la probabilité d'adhésion au déménagement d'un magasin alimentaire du centre-ville vers Monthieu. Ce coefficient est positif. Cela signifie qu'il multiplie par $e^{1,54} = 4,64$ la probabilité qu'un tel déménagement soit accepté par les clients.

✓ Les autres paramètres

La variable "mode_dorian=V" double les chances d'adhésion des clients au déménagement. Cela signifie que ceux qui vont au centre-ville en voiture ont deux fois plus de chances que les autres d'accepter le déménagement d'un magasin alimentaire vers Monthieu.

La variable "rythm_month" augmente les chances d'adhésion à un tel déménagement de sorte que chaque fois que le rythme de fréquentation du magasin augmente d'un niveau, les chances sont multipliées par 1,64, donc presque par 2.

La variable "rythm_dorian" réduit les chances d'adhésion à un tel déménagement de sorte que chaque fois que le rythme de fréquentation du magasin de centre-ville augmente d'un niveau, les chances sont multipliées par 0,54, donc réduites de moitié.

3.1.4. Conclusions sur les magasins alimentaires

En résumé, cette analyse prédictive sur les magasins alimentaires au sujet de la préférence des clients entre Monthieu et le centre-ville stéphanois, nous enseignent que :

- ✓ Il existe un ensemble de facteurs que nous n'avons pas pris en compte dans notre enquête, et qui sont favorables au déménagement des magasins alimentaires vers Monthieu. Leur influence est importante car ils multiplient les chances par 4.
- ✓ Si le déménagement de la FNAC n'a pas réduit la fréquentation d'un client, alors celui d'un magasin alimentaire ne les gênerait pas davantage. Ceux qui viennent moins souvent à la FNAC du fait de son déménagement rejettent tout déménagement de magasin alimentaire à Monthieu.
- ✓ Certains clients étaient rares à la FNAC du centre-ville (au plus une visite par trimestre). S'ils viennent à Monthieu en transports en commun, alors, ils tendent à rejeter le déménagement des magasins alimentaires du centre-ville vers ce quartier (probabilité de 0,4). Par contre, s'ils viennent à Monthieu à pied ou en voiture, ils acceptent bien qu'un magasin alimentaire y déménage.
- ✓ L'usage de la voiture pour aller centre-ville double les chances pour un consommateur d'accepter qu'un magasin alimentaire déménage vers Monthieu.
- ✓ Etre déjà très fréquent à Monthieu encourage à accepter qu'un magasin alimentaire y déménage. Au contraire, être déjà très fréquent en centre-ville fait rejeter un tel déménagement.

En conclusion, nous dirons que pour les magasins alimentaires, la préférence va pour le lieu qu'on fréquente déjà habituellement. Au-delà de ces habitudes de fréquentation, il y a d'abord ceux qui, captifs ou pas, viennent à Monthieu en transports en commun. Pour eux, il n'est sans doute pas utile de se déplacer à Monthieu pour des courses alimentaires. Il y a ensuite ceux qui vont au magasin de Monthieu à pied ou à vélo. Un magasin alimentaire qui y déménage devient pour eux un magasin de proximité. Il s'agit de ceux qui travaillent ou qui habitent à côté. Il y a enfin ceux qui viennent à Monthieu en voiture alors qu'ils sont peu fréquents en centre-ville. Le déménagement d'un magasin alimentaire à Monthieu les intéresse. Le site leur est accessible et ils pourront profiter de toutes les autres familles de magasins installées sur place au même endroit. On peut dire a priori que les magasins alimentaires qui déménageront à Monthieu capteraient peu de clients du centre-ville. Les clients de l'extérieur de Saint-Etienne pour qui le site de Monthieu est plus accessible constituent leur marché potentiel. Enfin, d'autres facteurs favorables à la préférence pour Monthieu existent avec une forte influence, distincts de ceux que nous avons impliqués dans notre analyse dès le départ.

3.2. Application aux Magasins vestimentaires

3.2.1. Données d'entrée et variables impliquées dans l'analyse

3.2.1.1. Données d'entrées

En partant comme précédemment de la base de données issue de l'enquête après déménagement, nous aboutissons à un échantillon de **580 individus**. Ils fréquentaient le magasin de centre-ville, ont été rencontrés au magasin de Monthieu et ont exprimé leur adhésion ou non au déménagement éventuel d'un magasin vestimentaire à Monthieu

3.2.1.2. Variable à expliquer

La variable à expliquer est "*pref_vest*". Son tri à plat est présenté dans le tableau V-15. Comme précédemment, le rejet d'un éventuel déménagement de magasin vestimentaire du centre-ville vers Monthieu est décrit par la modalité **0** et l'adhésion à un tel déménagement par **1**.

Tableau V-15 : Variable "pref_vest".

pref_vestim	%
0	29,3%
1	70,7%
Total général	100,0%

3.2.1.3. Variables explicatives

Les variables explicatives restent les mêmes que celle de l'analyse pour les magasins alimentaires (Voir tableau V-13 plus haut)

3.2.2. Identification des facteurs qui gouvernent la préférence entre Monthieu et le centre-ville pour un magasin vestimentaire

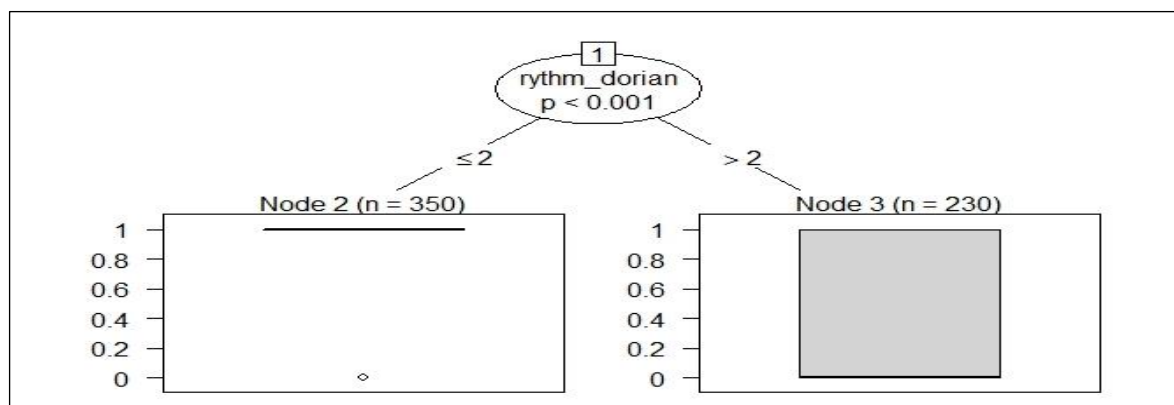


Figure 5-17 : arbre d'inférence conditionnelle pour la variable « pref_vest »

Le modèle d'arbre d'inférence conditionnelle de la figure 5-17 indique que la variable « *rythm_dorian* » est la seule parmi nos variables explicatives qui structure la décision de l'ensemble de la population étudiée. Ainsi, les clients qui étaient rares au magasin de centre-ville (au plus une visite par trimestre) accueilleraient favorablement le déménagement d'un magasin vestimentaire à Monthieu. Pour ceux qui visitaient plus souvent le centre-ville, la décision est incertaine mais tend plutôt vers un rejet catégorique.

3.2.3. Développement d'un modèle logit pour les magasins vestimentaires

En plus du prédicteur unique identifié, pour calibrer le modèle, nous avons ajouté les variables explicatives qui apparaissent sur les modèles intermédiaires lors du processus de validation croisée.

3.2.3.1. Paramètres du modèle

Les paramètres du modèle sont présentés sur la figure 5-18.

```
Call:
glm(formula = pref_vest ~ ., family = binomial(link = "logit"),
     data = datamvestr)

Deviance Residuals:      Min       1Q   Median       3Q      Max
                   -2.1907  -0.7928    0.5242    0.7034    1.9118

              Coeff      Err.Stand.    z-valeur    Pr(>|z|)
(Intercept)    1.57216    0.56151     2.800    0.00511 **
rythm_dorian  -0.64488    0.08546    -7.546    4.48e-14 ***
mode_dorian=TC  0.65602    0.29141     2.251    0.02437 *
mode_dorian=V   0.61069    0.25692     2.377    0.01746 *
acc_tc_month=Plus 1.69423    0.52082     3.253    0.00114 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 701.69  on 579  degrees of freedom
Residual deviance: 586.03  on 573  degrees of freedom
AIC: 600.03

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Figure 5-18: paramètre du modèle logit expliquant la variable « *pref_vest* »

3.2.3.2. Odds ratios

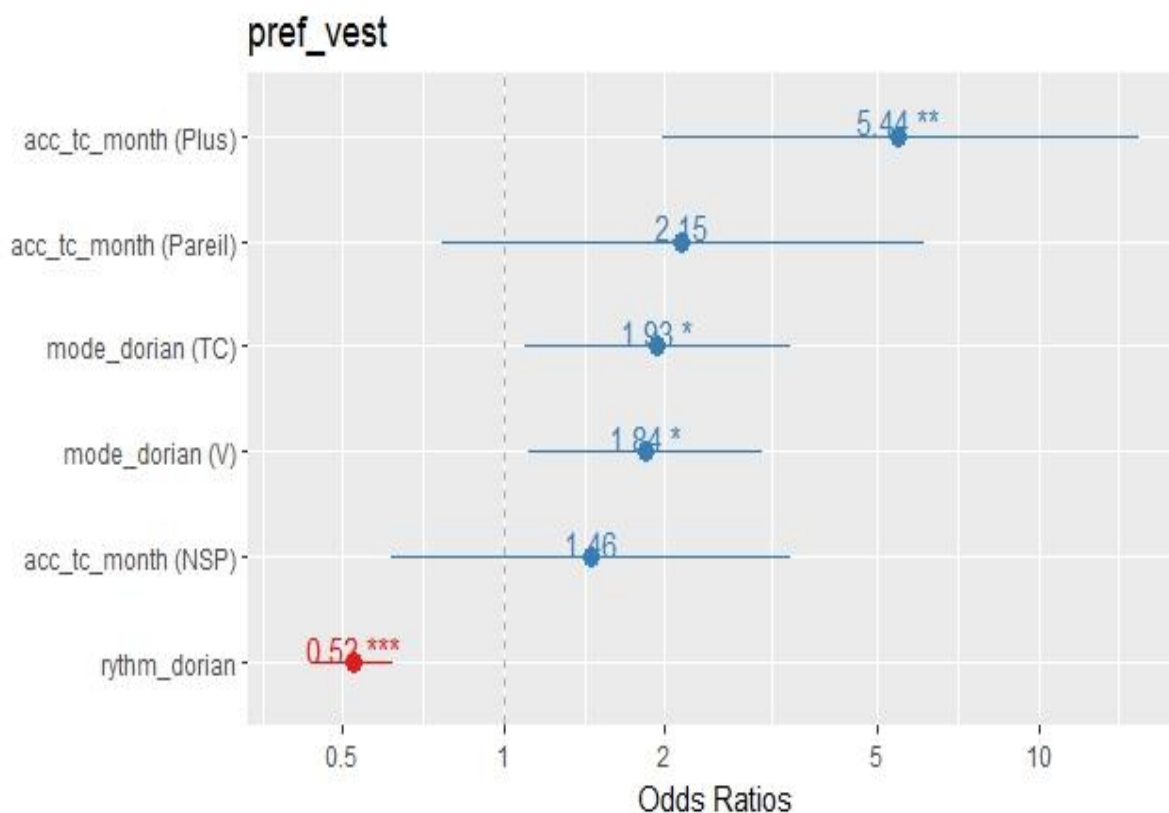


Figure 5-19 : odds-ratios

3.2.3.3. Qualité d'ajustement et de prédiction du modèle

L'erreur de prédiction des de 24% (voir tableau V-16 ci-dessous). Le rapport de la déviance résiduelle au nombre de degrés de liberté correspondant est de

$$\frac{586,03}{573} = 1,022$$

Ce rapport est supérieur à l'unité. On peut en déduire que la qualité d'ajustement du modèle est acceptable.

Tableau V-16 : Qualité de la prédiction du modèle

pref_vest	Valeurs prédites		
		0	1
Valeurs réelles	0	95	48
	1	109	332

3.2.3.4. Interprétation

a- Intercept =1,57 avec une p-valeur Pr = 0,0051

Cela signifie qu'il existe un ensemble de facteurs non identifiés dont l'effet se révèle significatif (car **p-valeur** < **0,05**). Le coefficient **1,57** correspondant est positif. Ces facteurs non identifiés influencent donc le choix des clients dans le sens de l'adhésion au déménagement d'un magasin vestimentaire vers Monthieu. On a $e^{1,57} = 4,8$). Donc ces facteurs tendent à multiplier par 5 les chances que les clients adhèrent à un tel déménagement.

b- Les autres coefficients

Trois informations essentielles se dégagent de l'interprétation de ces coefficients :

✓ Le coefficient avec l'odds ratio le plus important est celui correspondant à la variable « *acc_tc_month=Plus* ». Cette variable décrit en fait la perception que les clients ont de l'évolution de l'accessibilité de la zone de Monthieu en transport en commun. Rappelons que Monthieu est un quartier de la périphérie Est de Saint-Etienne réputé peu accessible en transport en commun. D'après le modèle, le fait de penser que l'accessibilité en transport en commun de Monthieu s'améliore multiplie par 5 les chances que les clients du centre-ville acceptent le déménagement d'un magasin vestimentaire. On a en fait un odds-ratio de $e^{1,7} = 5,4$ pour cette variable.

✓ Les clients rejettent d'autant plus le déménagement vers la périphérie qu'ils sont fréquents au magasin du centre-ville. On peut interpréter ainsi le coefficient négatif (-0,64) correspondant à la variable continue « *rythm_dorian* ». En fait, On a $e^{-0,64} = 0,52$. Ce qui veut dire que les chances que les clients acceptent sont multipliées par 0,52 (donc diminuent de moitié), chaque fois que le rythme de fréquentation du magasin de centre-ville s'incrémente de 1. Pour rappel, nous avons codé ce rythme de fréquentation comme allant de 1 à 5. La valeur 1 correspondant à « moins de deux visites par an » et la valeur 5 correspondant à « au moins une visite par semaine » (Voir tableau V-13 plus haut pour l'explicitation des variables impliquées).

✓ Visiter le magasin de centre-ville en voiture ou en transport en commun double les chances d'accepter le déménagement d'un magasin vestimentaire en périphérie. Cela signifie qu'on accepte plus facilement le déménagement d'un magasin vestimentaire vers Monthieu si on ne vient pas en centre-ville à pied ni à vélo.

3.2.4. Conclusions sur le déménagement des magasins vestimentaires

L'un des premiers enseignements qui se dégagent est qu'il existe de facteurs à fort influence que nous n'avons pas impliqués dans cette analyse. Ces facteurs tendent à pousser les consommateurs à accepter le déménagement vers Monthieu-Pont-de-l'âne des magasins vestimentaires qu'ils fréquentaient en centre-ville. Cet ensemble de facteurs a une influence considérable en multipliant par cinq les chances d'adhésion à un tel déménagement.

Cela représente une invitation à creuser davantage. On peut le faire par exemple à travers une réflexion spécialement dédiée aux magasins vestimentaires, sinon aux commerces d'équipement de la personne en général. Mais en attendant, les variables impliquées dans l'analyse ont aussi une influence non-négligeable sur le choix des consommateurs. Elles nous renvoient quelques indications. Il en ressort essentiellement que

- ✓ La fréquentation qu'on a du centre-ville (rythme, mode) semble être structurante dans la décision.
- ✓ Pour que les clients du centre-ville acceptent de suivre leurs magasins vestimentaires à Monthieu, il faudra que ce quartier soit plus accessible en transports en commun et qu'ils le sachent.
- ✓ Plus fréquemment un consommateur avait ses habitudes d'achat en centre-ville, moins il encouragerait le déménagement des magasins vestimentaires à Monthieu.
- ✓ Plus, on visite les magasins du centre-ville à pieds ou à vélo, moins on est enclin à suivre un magasin vestimentaire dans son déménagement à Monthieu.

Finalement nous dirons que quelques indications apparaissent dans cette analyse pour anticiper sur les effets attractifs de la zone de Monthieu sur les magasins vestimentaires de Saint-Etienne. Cependant on peut comprendre plus finement la préférence des clients de ces magasins vestimentaires du centre-ville en mettant en place une enquête plus spécifique à ce type de magasins. On pourra ainsi impliquer plus d'attributs liés à ce type d'achat par exemple.

3.3. Magasins de vente de matériels numériques, informatiques, audio-visuel ou de *high-tech*

3.3.1. Données d'entrée et variables impliquées

3.3.1.1. Données d'entrée

La démarche reste la même pour obtenir le jeu de données de départ. Sur les 670 de départ, nous obtenons un échantillon de **572 individus** qui fréquentent les deux localisations commerciales en étude, qui n'ont pas déménagé récemment et qui se prononcent sur la question du type de magasin considéré ici.

3.3.1.2. Variable à expliquer

La variable "*pref_high*" décrit l'adhésion ou le rejet d'un éventuel déménagement de magasin de vente d'appareil audio-visuel, de matériel informatique ou du *high-tech*, du centre-ville vers la périphérie. La répartition des clients entre les deux modalités (rejet = 0 ; adhésion =1) est présentée dans le tableau V-17.

Tableau V-17: Variable "*pref_high*"

pref_high	%
0	37,8%
1	62,2%
Total	100%

3.3.1.3. Variables explicatives

Les variables explicatives au départ sont les mêmes que précédemment (voir tableau V-13).

3.3.2. Identification des facteurs d'influence

Le modèle représenté sur la figure 5-19 identifie trois facteurs d'influence qui gouvernent le rejet ou l'acceptation du déménagement d'un magasin de ce type, du centre-ville vers le quartier de Monthieu. Il s'agit du rythme de fréquentation du magasin de centre-ville, de l'accessibilité en transport en commun vue par les clients et du mode de déplacement utilisé actuellement pour aller à Monthieu.

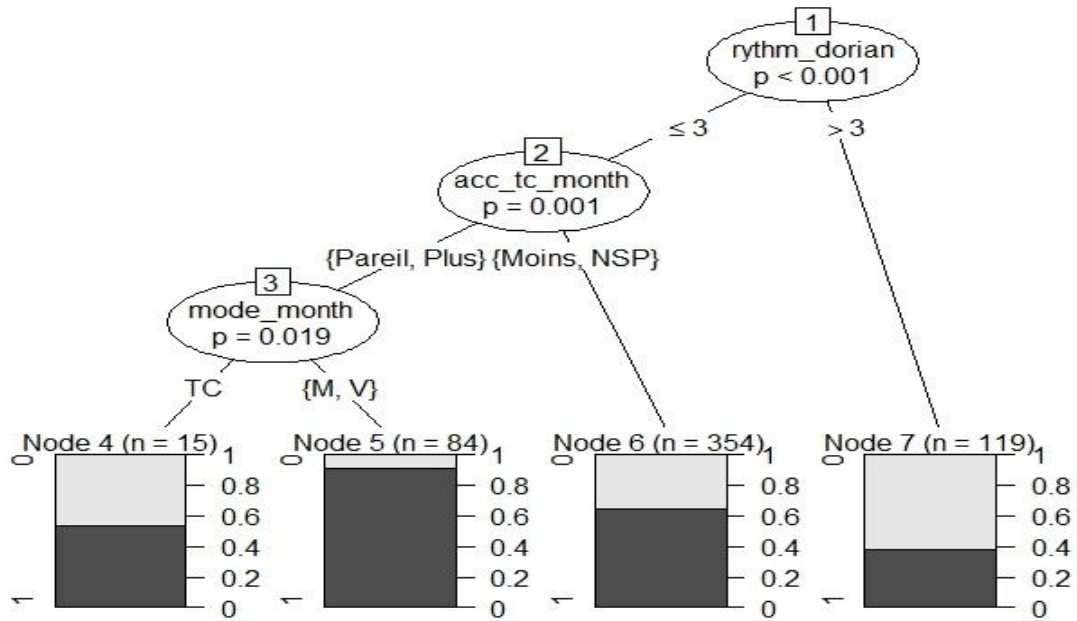


Figure 5-20 : Modèle d'arbre d'inférence conditionnelle expliquant la variable "pref_hight"

3.3.3. Modèle de régression logistique pour prédire l'influence de ces facteurs.

3.3.3.1. Les paramètres du modèle

```

call:
glm(formula = pref_av_ht ~ ., family = binomial(link = "logit"),
    data = datahtr)

Deviance Residuals:      Min       1Q   Median       3Q      Max
                   -2.1794  -1.1657   0.6397   0.9487   2.2597

Coefficients:
              Coeff.      Err. Stand  z-valeur  Pr(>|z|)
mode_month= TC      -2.23427    0.91586   -2.440    0.014707 *
rythm_month          0.41116    0.11074    3.713    0.000205 ***
rythm_dorian        -0.47874    0.08939   -5.356    8.53e-08 ***
acc_tc_month=Pareil  1.78349    0.54029    3.301    0.000963 ***
acc_tc_month= Plus   1.43082    0.50002    2.862    0.004216 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 758.34  on 571  degrees of freedom
Residual deviance: 672.66  on 561  degrees of freedom
AIC: 694.66

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Figure 5-21 : modèle logistique binomial expliquant la variable "pref_hight"

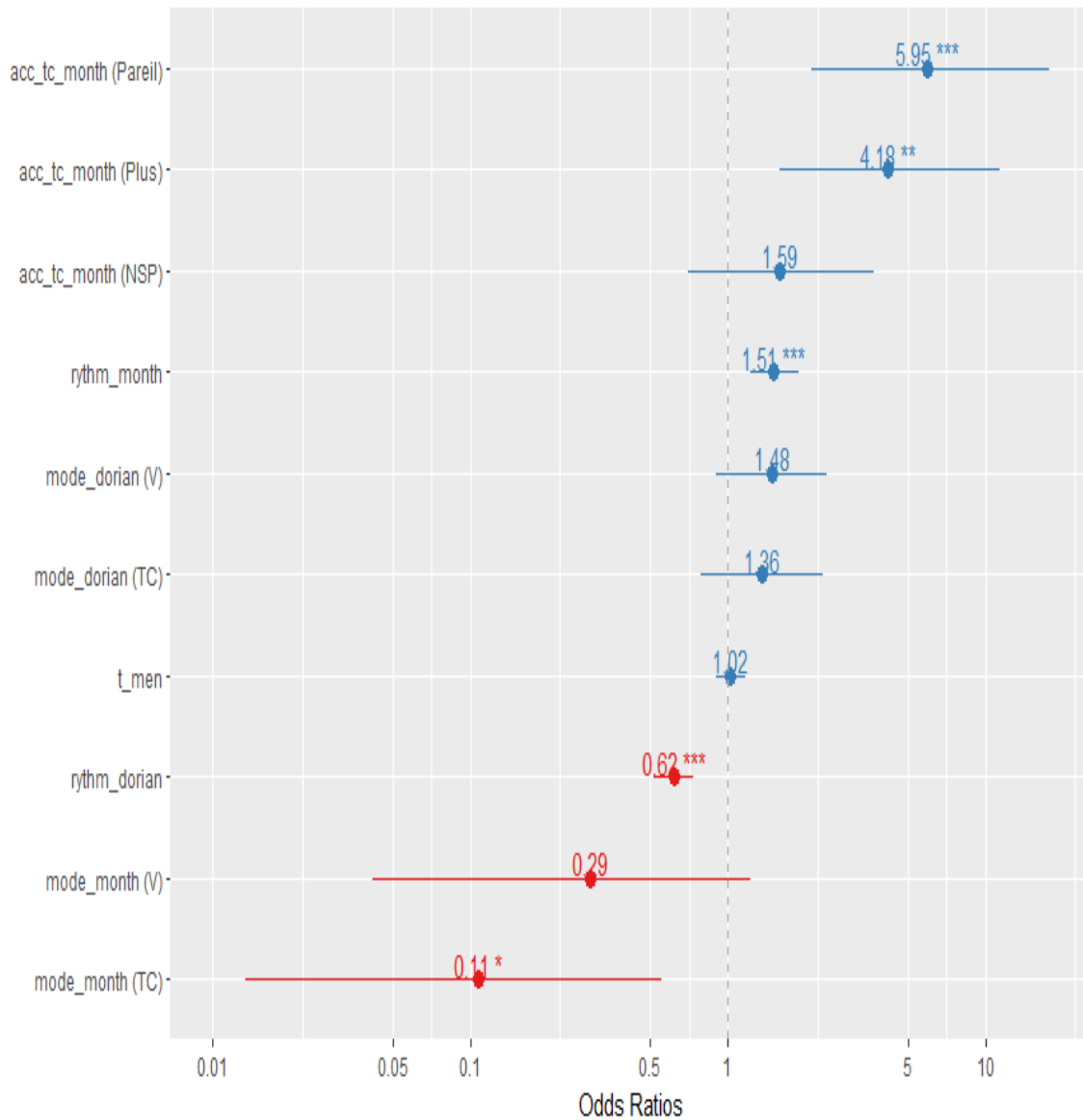


Figure 5-22 : Représentation de l'influence des facteurs par les odds-ratios

3.3.3.2. Qualité d'ajustement et de prédiction

L'erreur OOB de prédiction du modèle est de 31% comme l'indique le tableau V-18. Le rapport de la déviance résiduelle au nombre de degrés de liberté correspondant est de

$$\frac{672,66}{561} = 1,2$$

Ce rapport étant supérieur à l'unité, nous concluons que l'ajustement du modèle est acceptable.

Tableau V-18 : Qualités de prédiction du modèle

pref_high	Valeurs prédites		
Valeurs réelles		0	1
	0	77	38
	1	139	318

3.3.3.3. Interprétation des paramètres du modèle

✓ La valeur du coefficient « *Intercept* » n'est pas significative dans ce modèle. On peut en déduire que les variables impliquées dans l'analyse expliquent suffisamment la variable à expliquer.

Le déplacement à Monthieu en utilisant les transports en commun exerce une grande influence négative sur la décision en multipliant le risque de rejet par $e^{-2,23} = 0,11$. On dira donc que « aller à Monthieu en transports en commun » divise les chances d'adhésion à un tel déménagement par 9.

✓ La perception qu'ont les clients du centre-ville de l'évolution de l'accessibilité en transport en commun de Monthieu est aussi déterminante. Ainsi, « savoir que Monthieu est plus accessible en transports en commun » multiplie par $e^{1,43} = 4,18$.

✓ Le rythme de fréquentation du centre-ville influence beaucoup la décision. Plus on est fréquent en centre-ville, moins on adhère au déménagement vers Monthieu des magasins de ce type.

3.3.4. Conclusion sur les magasins de vente de matériels numériques, informatiques, audio-visuels, et high-tech

Trois facteurs principaux émergent de cette analyse comme influençant le choix exprimé. Il s'agit des habitudes de fréquentation du centre-ville, de l'accessibilité en transport en commun du quartier de Monthieu et du mode de déplacement qu'on utilise pour aller dans ce quartier. Le déménagement des magasins de vente de matériels numérique serait le bienvenu pour ceux qui vont déjà sur ce site en voiture. Il en est de même pour ceux qui y vont à pied ou en vélo, probablement en profitant de la proximité de leur domicile ou des lieux qu'ils fréquentent. Ce déménagement est moins bien accueilli par les clients du centre-ville qui viennent à Monthieu en transports en commun. Ce site est en effet réputé très mal desservi par les transports en commun. Mais la position des clients du centre-ville change dès lors qu'ils constatent une amélioration de l'offre en transports en commun en direction de ce quartier.

Par ailleurs, la FNAC propose entre autres rayons, les articles vendus par les magasins étudiés ici. Aussi bien pour la FNAC que pour n'importe quel autre magasin de matériels numériques et de high-tech, l'influence attractive du centre-ville apparaît clairement. Un rythme élevé de fréquentation du centre-ville fait rejeter le déménagement à Monthieu. Mais au-delà, la FNAC se distingue des autres magasins de matériels numérique. Nous avons en effet constaté que ceux qui adhèrent au déménagement de la FNAC sont les clients qui parcourent plus de 5km pour rejoindre le centre-ville, qui se déplacent au quotidien en voiture, ou qui ne travaillent pas. Ces facteurs ne semblent pas avoir une grande influence dans le cas des autres magasins de matériels numériques. La FNAC, on le sait, est comme un assemblage de plusieurs magasins de familles différentes. Serait-ce alors, cette singularité de l'enseigne qui justifie cette différence ?

3.4. Application aux librairies

3.4.1. Données d'entrées et variables impliquées dans l'analyse

3.4.1.1. Données d'entrée

Le jeu de données à utiliser est une base de données de **582 individus**. Elle a été obtenue, comme dans les cas précédents, en partant de la base de l'échantillon redressé issu de l'enquête après déménagement. Cet échantillon de 670 individus a été réduit en tenant compte du critère de fréquentation des deux magasins, en excluant les personnes ayant déménagé récemment ainsi que celles qui ne se prononcent pas sur l'éventuel déménagement d'une librairie.

3.4.1.2. Variable à expliquer

La variable "**pref_libr**" est la variable à expliquer. Elle décrit l'adhésion ou le rejet du déménagement d'une librairie du centre-ville en vers Monthieu. Le tableau V-19 en présente le tri à plat.

Tableau V-19 : Variable "pref_libr"

pref_libr	%
0	29,3%
1	70,7%
Total	100%

3.4.1.3. Variables explicatives à impliquer dans l'analyse

Il s'agit des mêmes variables explicatives que précédemment. Elles sont présentées dans le tableau V-13.

3.4.2. Les facteurs d'influence qui gouvernent le choix des clients

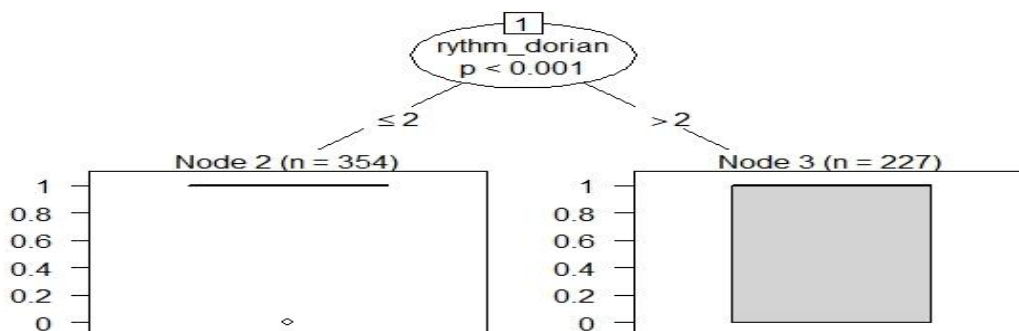


Figure 5-23: arbre d'inférence conditionnelle de la variable « pref_libr »

Le modèle d'arbre d'inférence conditionnelle développé pour identifier ces facteurs est présenté sur la figure 5-23. Le rythme de fréquentation du magasin de centre-ville y apparaît comme le seul facteur discriminant. Les personnes qui sont rares en centre-ville (au plus visite par trimestre) adhèrent entièrement à un éventuel déménagement de librairie du centre-ville vers la périphérie. Pour les autres, le rythme de fréquentation du centre-ville n'explique pas avec certitude leur choix.

3.4.3. Modèle de régression logistique pour expliquer le poids de l'influence de ce facteur.

3.4.3.1. Les paramètres du modèle

Le modèle dont les paramètres sont représentés sur la figure 5-24 montre que la probabilité d'adhésion au déménagement d'une librairie décroît avec la fréquence en centre-ville. Mais cette variable n'est pas suffisante pour expliquer l'adhésion ou le rejet d'un tel déménagement. En effet, le modèle indique qu'un ou plusieurs autres facteurs influencent cette décision dans le sens de l'adhésion et sont très significatifs. Pour interpréter le poids de leur influence, on peut dire que ce ou ces facteurs multiplient par 8 les chances que les clients adhèrent à un tel déménagement ($e^{2,07} = 7,92$).

```
Call:
glm(formula = pref_libr ~ ., family = binomial(link = "logit"),
     data = dataLibr)

Deviance Residuals:      Min       1Q   Median       3Q      Max
                   -1.8921  -1.0828   0.6045   0.7421   1.2750

              Coeff.  Err. Stand   z value    Pr(>|z|)
(Intercept)   2.06575    0.21021     9.827    < 2e-16 ***
rythm_dorian  -0.45847    0.06924    -6.622    3.55e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 702.39  on 580  degrees of freedom
Residual deviance: 656.34  on 579  degrees of freedom
AIC: 660.34

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Figure 5-24: paramètre du modèle logit pour expliquer la variable « pref_libr »

3.4.3.2. Qualité d'ajustement et de prédiction du modèle

Le rapport de la déviance résiduelle au nombre de degrés de liberté correspondant est de

$$\frac{656,34}{579} = 1,13$$

La qualité d'ajustement du modèle est acceptable parce que ce rapport est supérieur à l'unité. Le tableau V-20 présente la matrice de confusion qui permet d'obtenir l'erreur OOB du modèle. Cette erreur de prédiction est de 30%

Tableau V-20 : matrice de confusion du modèle logit expliquant « pref_libr »

pref_libr	Valeurs prédites		
	0	1	
Valeurs réelles	0	36	40
	1	134	371

3.4.3.3. Interprétation des paramètres du modèle

Le modèle dont les paramètres sont représentés sur la figure 5-23 montre que la probabilité d'adhésion au déménagement d'une librairie à Monthieu décroît avec la fréquence au magasin de centre-ville.

Le modèle indique aussi qu'un ou plusieurs autres facteurs influencent cette décision dans le sens de l'adhésion et sont très significatifs. Cet ensemble de facteurs multiplie par 8 les chances que les clients adhèrent à un tel déménagement ($e^{2,07} = 7,92$).

3.4.4. Conclusions sur le cas des librairies

La librairie représente un des rayons de la FNAC. L'analyse révèle que le rythme de fréquentation du centre-ville est un véritable facteur d'influence aussi bien pour l'adhésion au déménagement de la FNAC que pour toute autre librairie. Mais contrairement à la FNAC, mis à part ce facteur, les variables impliquées dans l'analyse ne suffisent pas pour expliquer le choix des clients. Pour les autres librairies, d'autres facteurs non identifiés multiplient jusqu'à 8 fois les chances d'adhésion au déménagement alors que tel n'est pas le cas de la FNAC. On peut en conclure que le comportement des clients avec la FNAC ne sera pas le même qu'avec une autre librairie du centre-ville.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons proposé une démarche qui permet de caractériser différentes localisations commerciales avec les choix individuels de déplacement. Si cette démarche a pu être testée par le cas d'étude proposé, elle gagnerait à être testée sur d'autres cas et dans d'autres contextes urbains.

Le cas d'étude mobilisé nous a permis de confronter les clients d'un même magasin au choix entre deux localisations. Ce faisant, nous avons testé une partie de la démarche proposée. Cette démarche propose aussi de modéliser la préférence entre plusieurs localisations commerciales, ce qui reste à tester. Mais ce cas d'étude a permis de déboucher sur quelques enseignements sur la clientèle de la FNAC dont les caractéristiques changent avec la localisation du magasin. Le magasin du centre-ville est associé à une clientèle fréquente, venant du centre-ville souvent plusieurs fois par mois. Ils viennent en majorité à pied, à vélo et en transports en commun. Mais on compte aussi parmi ces clients du centre-ville une large part de clients venant de l'intérieur du magasin, le plus souvent en voiture. La destination du magasin après destination est quant à elle caractérisée par une clientèle en grande majorité automobiliste. Ces clients viennent un peu plus de l'intérieur du magasin et viennent y faire des achats plus rarement, seulement quelques fois dans l'année. Ce magasin semble être associé aux déplacements automobiles. Il est situé à Monthieu, un quartier de la périphérie Est de la ville tout proche de grands axes routiers et offre un large espace de stationnement gratuit. Mais le déménagement étudié semble préfigurer un mouvement d'économie d'agglomération de commerces stéphanois. Un parc commercial est en projet dans ce même quartier. Plusieurs commerces de Saint-Etienne pourraient saisir l'opportunité de son ouverture pour venir s'installer dans ce quartier et profiter de l'affluence de clientèles drainées. Nous avons tenté de généraliser l'étude à d'autres types de magasins du centre-ville pour ouvrir le débat de l'impact de ce parc commercial attendu sur le tissu commercial de centre-ville. La principale conclusion qui s'en dégage est le parc commercial *Steel* représente une menace potentielle pour la viabilité du commerce de centre-ville. Cette menace peut cependant être transformée en opportunité si une offre de mobilité conséquente est mise en place pour relier le centre-ville depuis cette nouvelle polarité commerciale.

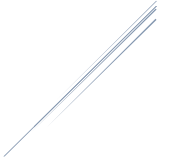
Bien qu'elle devra être davantage testée pour être consolidée et affinée, la démarche de modélisation proposée semble prometteuse. Elle pourra permettre caractériser la clientèle attendue selon la localisation d'un magasin, d'affiner la répartition des flux vers différentes localisations commerciales selon les préférences des consommateurs, et d'identifier les facteurs

qui gouvernent ces préférences des consommateurs. C'est une contribution pour enrichir le débat sur le choix de la localisation commerciale qui prend en compte le comportement du consommateur. Son application et sa reproductibilité restent cependant tributaires des enjeux de données de préférences déclarées ou révélées. Quelques pistes pour la mobilisation de telles données ont été ici évoquées. Mais dans l'ensemble, il apparaît clairement que ce travail ne fait qu'introduire un chantier de recherche encore très vaste.



Chapitre 6

Evaluation environnementale des flux de TMV : une méthodologie pour prendre en compte les déplacements d'achat. Etude de cas avec le déménagement de la FNAC Saint-Etienne.



Chapitre 6 : Evaluation environnementale des flux de TMV : une méthodologie pour prendre en compte les déplacements d'achat. Etude de cas avec le déménagement de la FNAC Saint-Etienne.

Introduction

L'impact sur l'environnement des flux de la distribution urbaine constitue un enjeu important pour la logistique urbaine. C'est ce que nous avons montré avec le chapitre 2. Quelle que soit l'approche qu'on fait de la problématique des TMV, l'évaluation aux de maîtrise de l'impact environnemental des flux générés s'impose donc. Nous supposons dans notre deuxième hypothèse de recherche que la localisation du point de vente détermine le profil environnemental de l'ensemble des flux amont et aval de logistique urbaine. Pour conduire une évaluation de l'ensemble de ces flux, un enjeu important consiste à pouvoir faire correspondre à une quantité de flux amont, les flux aval qu'ils génèrent, notamment ceux de déplacements d'achat.

L'objectif de ce chapitre est de tester cette hypothèse de recherche et de montrer comment la localisation du commerce de détail détermine le profil environnemental de l'ensemble des flux amont et aval qu'il génère. Nous proposons et testons pour ce faire, une démarche permettant de centrer sur un point de vente les flux amont et aval qu'il génère, et d'en faire l'évaluation environnementale dans une unité fonctionnelle commune.

Organisé en quatre paragraphes, le chapitre commence par une présentation et une description de la démarche d'évaluation proposée. Cette dernière est ensuite testée sur la FNAC de Saint-Etienne dans sa localisation en centre-ville, dans le deuxième paragraphe. Dans le troisième paragraphe, cette localisation en centre-ville est considérée comme situation de référence pour appliquer cette démarche au déménagement du magasin en commençant par évaluer le magasin dans sa nouvelle localisation après le déménagement à Monthieu. Les deux profils environnementaux des flux respectivement générés par le magasin dans ces deux localisations sont alors comparés. Cette démarche permet donc de tester l'influence de la localisation du magasin sur son profil environnemental tout en prenant en compte les déplacements d'achat. Le quatrième et dernier paragraphe du chapitre enfin de prendre du recul par rapport à la démarche et de conclure sur sa reproductibilité et ses limites.

1. La méthodologie proposée

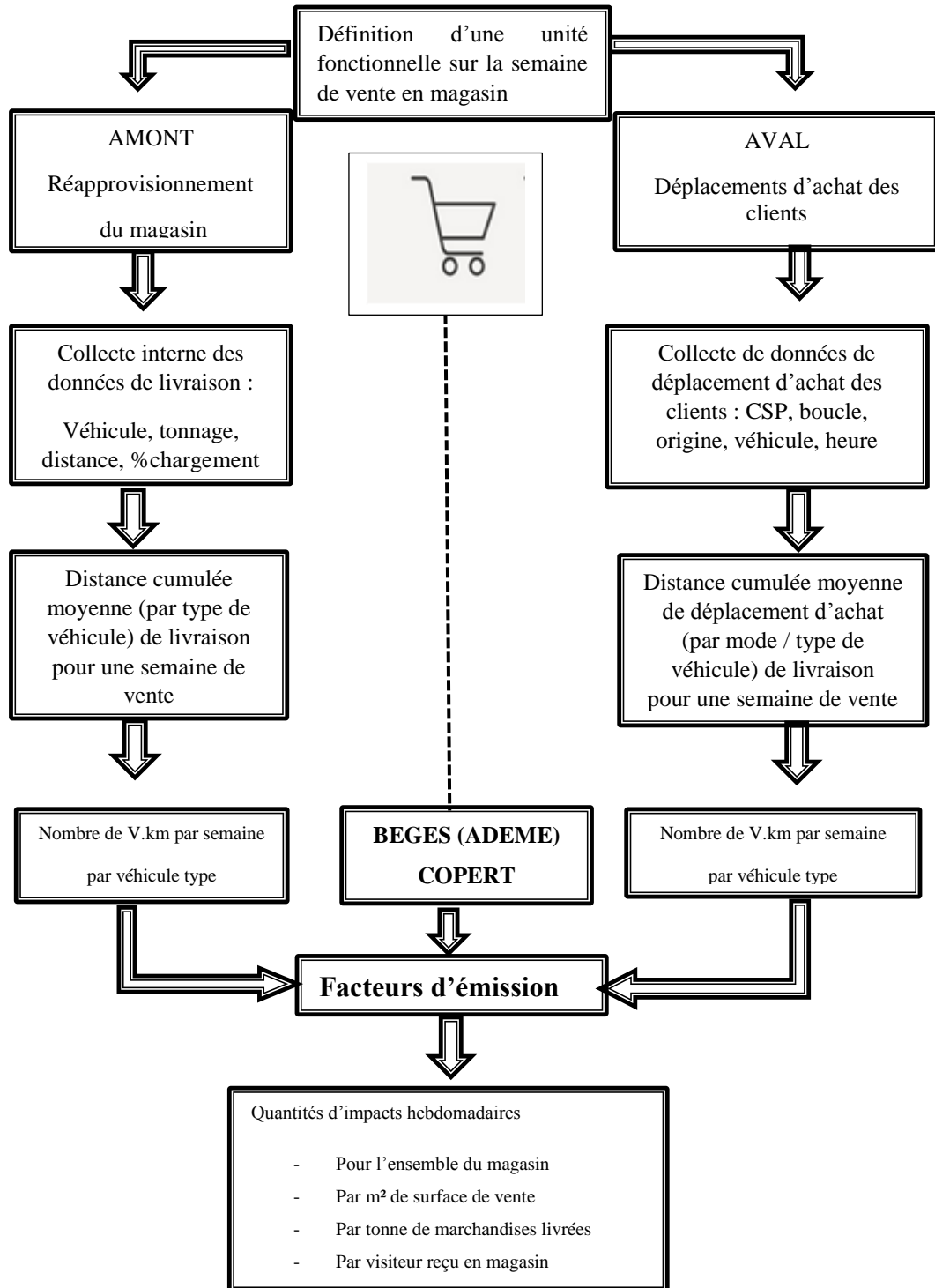


Figure 6-1 : Schéma du modèle d'évaluation des impacts sur l'environnement des flux de transport générés par un point de vente.

1.1. Unité fonctionnelle

Le choix de l'unité fonctionnelle permet de centrer sur le commerce, la comptabilisation des flux et l'estimation de leurs impacts sur l'environnement. L'ensemble des déplacements de personnes et de marchandises générés par l'activité du magasin sur une période constitue donc la fonction à évaluer. La semaine nous semble être une unité optimale pour une telle fonction. Nous retenons donc pour unité fonctionnelle, l'ensemble des déplacements de personnes et de marchandises générés par une semaine d'activité du point de vente considéré. Cette unité pourra être affinée, aux fins de comparabilité, selon les données dont on dispose. Nous le ferons en rapportant cet ensemble de déplacements quantifiés à l'aire de la surface de chaque magasin, à la tonne de marchandises livrées, au nombre de mouvements de livraison, ou encore au nombre de visiteurs reçus en magasin.

La tonne de marchandises livrées peut devenir peu objective comme unité parce que selon le type de marchandise et notamment son poids volumique, la livraison d'une tonne de marchandises peut nécessiter une ou plusieurs opérations de livraison. En restant dans une même catégorie de commerce et dans une même filière, on peut cependant supposer que le poids volumique des marchandises vendues sont assez proches.

Le nombre de livraisons et d'enlèvements²³ est une unité qui permet facilement de faire le lien avec les modèles de flux dits « *trip-based* » que nous avons évoqués dans la littérature. En établissant finalement un indicateur d'impacts (de l'ensemble des flux amont et aval) par nombre de mouvement de livraison, on peut obtenir des résultats comparables aux outils existants basés sur de tels modèles. Les travaux de J. Holguin-Veras (2005) pourront être mis à contribution pour la généralisation aux cas de livraison en tournées. Il a entre autre montré que le nombre moyen d'arrêt par tournée diminue lorsque le nombre de tournées augmente. Les récents travaux de J. Gonzalez-Feliu et I. Sanchez (2018) offrent également une opportunité intéressante dans le même sens.

La production d'un indicateur par visiteur reçu en magasin semble tout aussi intéressant parce qu'il permet de positionner le magasin par rapport aux ratios d'émissions par personne connus par exemple pour les émissions de gaz à effet-de-serre (B. Durand et J. Gonzalez-Feliu, 2012). L'inconvénient cependant serait qu'on pourra difficilement appliquer ces indicateurs à des

²³ Les livraisons et les enlèvements sont appelés « mouvements » dans les travaux du Programme National Marchandises en Ville cités dans la revue de littérature.

magasins de même filière s'ils n'ont pas un dispositif de comptage d'entrées. Le nombre de passage en caisse n'est en effet pas toujours représentatif des visites de clients reçues.

Comme on le verra plus loin, le rapport au mètre-carré de surface nous semblait finalement le plus intéressant pour notre cas d'étude. Il s'agit en effet de comparer deux localisations de magasins de la même enseigne n'ayant pas forcément la même surface. Vu l'importance du coût de l'immobilier commercial, la taille de la surface de vente peut aussi être considérée en soi comme un indicateur de l'activité du magasin considéré.

1.2. Collecte de données de livraison et modélisation des flux amont de réapprovisionnement

1.1.1. Caractérisation des véhicules de livraison

La caractérisation des véhicules de livraison est a priori facile à l'échelle des points de vente qui reçoivent ces livraisons parce que ces dernières sont systématiquement accompagnées de bons de livraison identifiant le véhicule. Que les livraisons soient faites en compte propre expéditeur, destinataire ou pour compte d'autrui, la collecte de données consistera à remplir systématiquement au fur et à mesure des livraisons, les colonnes du tableau VI-1.

Tableau VI-1 : feuille de synthèse- données à recueillir sur les livraisons de marchandises au magasin.

Date de livraison	Nbre <i>n</i> de magasins de la tournée (trace directe, n=1)	Adresse d'orig	Adresse de livr	Qté livrée	PTAC (véhicule)	Taux de charge	année	Carburant

Toutes les livraisons recensées pour l'année, constitueront une matrice avec autant de lignes que de types de véhicules différents (Tableau VI-2). Chacune de ces lignes représente en fait un modèle de véhicule déjà défini dans l'outil à utiliser.

Tableau VI-2 : matrice des modèles de véhicules de livraison

CATEGORIE	PTAC	NORME EURO	CARBURANT	TAUX DE CHARGEMENT MOYEN

Notons que le passage du tableau VI-1 au tableau VI-2 peut être automatisé, la norme Euro étant fonction de l'année de mise en service et le taux moyen de chargement étant la moyenne arithmétique des taux de chargement renseignés par opération.

1.1.2. Distances hebdomadaires de livraison

Pour les distances de livraisons, il convient de distinguer les livraisons en trace directe des tournées de livraison.

Dans le cas des livraisons en trace directe, en partant du tableau VI-2, il faudra remplir le tableau VI-3 pour y intégrer une décomposition de la distance parcourue en y ajoutant les conditions de circulation et la vitesse correspondante.

Tableau VI-3 : modélisation des distances hebdomadaires par type de véhicule de livraison

N° de livraison / Type de véhicule	Distance totale	Part rurale		Part autoroutière		Part urbaine Heure de pointe		Part urbaine Heure creuse	
		distance	Vitesse moy	distance	Vitesse moy	distance	Vitesse moy	distance	Vitesse moy

Pour chaque type de véhicule de livraison, il s'agira ensuite de rapporter à la semaine le cumul des distances annuelles ainsi estimées. Les vitesses moyennes seront estimées en se référant à la fois à la littérature existante et aux conditions locales. Ainsi par exemple, la vitesse moyenne en zone urbaine d'un véhicule de livraison en heure creuse dans une zone 30 devra être considérée inférieure à 30 km/h.

Les livraisons en tournées requièrent l'information sur le chemin et le nombre moyen de livraisons par tournée. Il est indispensable dans ce cas de renseigner la longueur du chemin depuis la plateforme logistique la plus proche, et de préciser pour chaque tournée de livraisons, le nombre de magasins livrés. La matrice des distances parcourues par type de véhicule de livraison sera modifiée dans ce cas pour y intégrer ces deux paramètres. Le cas d'étude mobilisé ne permet pas de tester les tournées. Nous pourrions dans nos travaux futurs, affiner et tester la méthodologie pour les tournées de livraisons en y intégrant les réflexions existantes sur la problématique du « *Vehicle routing problem* ».

1.1.3. Calcul des facteurs d'émission

L'estimation des facteurs d'émission, lorsqu'elle est faite sous COPERT, requiert les données climatiques comme les températures moyennes minimales et maximales mensuelles pour l'année considérée. Elle requiert aussi les taux d'humidité relatives par mois. Ces informations peuvent être obtenues selon la localité sur les sites internet des observatoires climatiques.

En plus des données climatiques, les facteurs d'émission dépendent de la vitesse dans chaque zone de circulation et de la part que représente chacune de ces zones rurales, urbaines ou

autoroutières. L'outil permet, une fois toutes ces informations fournies, de générer les facteurs d'émissions par type de véhicule de livraison en se basant sur les courbes d'émissions.

1.3. Collecte de données et modélisation des flux aval de déplacements d'achat

1.3.2. Enquête clients

Les données pour caractériser les flux de déplacement d'achat correspondant aux flux hebdomadaires de livraison seront obtenues grâce à une enquête réalisée en sortie de magasin. Cette enquête pourrait éventuellement être facilitée par des bonifications commerciales sur réponse. La plupart des magasins réalisent habituellement ce type d'enquête lors des passages en caisse. La différence est qu'il faudra y ajouter la collecte d'informations sur le déplacement. De même, il faudra élargir l'enquête à tous les clients qui visitent le magasin. Si le magasin dispose d'un comptage automatique des entrées, l'enquête consistera à interroger une sélection aléatoire de clients chaque jour de la semaine. On peut utiliser des bornes d'enquête (tablettes fixées) ou des enquêteurs positionnés à la sortie du magasin, qu'ils aient fait des achats ou pas. S'il n'est pas possible d'obtenir un comptage des entrées, il serait plus intéressant de fixer un échantillon par jour selon l'affluence habituelle observée dans le magasin. Le questionnaire sera constitué afin d'obtenir à la sortie, une matrice dont chaque enquêté constitue une ligne et dont les colonnes sont présentées dans le tableau VI-4.

Tableau VI-4 : matrice de données à extraire de l'enquête client

Distance depuis l'origine du trajet	Créneau horaire	Boucle de déplacement	Rythme de fréquentation du magasin	Mode de déplacement	Taille de segment du véhicule le cas échéant / puiss. fiscale	Carburt	lubrifiant	Norme euro

L'automatisation préalable de l'enquête permettra d'obtenir directement cette matrice remplie avec autant de ligne que d'enquêtés.

1.3.3. Mode de déplacement et distance finale pour une semaine type et facteurs d'émission COPERT

Il sera alors possible d'en extraire les flux modélisés selon les types de mode de déplacement définis par l'outil COPERT. Le tableau VI-5 montre les colonnes de la matrice de mode à extraire.

Tableau VI-5 : Caractérisation des véhicules- déplacements d'achat

catégorie de véhicule	Carburant	Lubrifiant	Segment ou Puissance fisc	norme Euro

Tableau VI-6 : coefficients « boucles »

Boucle de déplacement	Part de distances imputées à la FNAC	Coefficient « boucle » correspondant	Observations
Navette domicile- magasin	100%	1	Le déplacement est à imputer entièrement à la FNAC, même si d'autres détours non prévus peuvent intervenir, l'homme n'étant pas une machine.
Boucle incluant au moins un autre achat	$(1/n)*100%$	$1/n$	« <i>n</i> » désigne le nombre de magasins visités au cours de cette boucle de déplacement. Si on ne dispose d'aucune précision, on peut supposer qu'il y en a un autre en plus du magasin étudié.
Boucle incluant le domicile-travail et la visite au magasin	<i>Forfait de distance</i>	<i>Forfait</i>	On peut appliquer comme forfait, la distance moyenne entre le magasin étudié et les principaux bassins d'emplois dans la ville. On peut aussi considérer le « rayon » de la ville si on l'assimile à une forme circulaire. Dans ce cas, on choisira la plus petite distance entre ce rayon et la distance entre le magasin et l'origine du déplacement.
Boucle incluant en plus du magasin, un autre déplacement pour visite, loisir ou démarche personnelle	<i>Forfait de distance</i>	<i>Forfait</i>	Une connaissance du terrain permet d'approcher en moyenne dans quel rayon se situent par rapport au magasin, la plupart des lieux de loisir de la ville ou les lieux administratifs susceptibles de démarches administratifs. Mais on peut aussi considérer le « rayon » de la ville si on l'assimile à une forme circulaire. Dans ce cas, on choisira la plus petite distance entre ce rayon et la distance entre le magasin et l'origine du déplacement.

Les distances par mode de déplacement correspondant à une semaine type seront obtenues en appliquant les coefficients et « boucle » et « rythme » définis dans les tableaux VI-6 et VI-7 dont nous avons déjà expliqué les détails dans le chapitre précédent.

Par hypothèse nous considérons que les magasins sont fermés les dimanches, ce qui suppose six visites hebdomadaires pour un client qui en fait une chaque jour. Les ouvertures exceptionnelles de dimanche ne sont pas comptabilisées, pas non plus les fermetures pour jours fériés.

Tableau VI-7 : coefficients « rythme »

Rythme	1 fois par jour	2 fois par semaine	1 fois par semaine	1 fois par quinzaine	1 fois par mois	1 fois par trimestre	1 fois par an
Coefficient rythme	$\frac{312 \text{ visite}}{52 \text{ semaine}} = 6$	$\frac{104 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 2$	$\frac{52 \text{ visites}}{52 \text{ semaine}} = 1$	$\frac{26 \text{ visites}}{52 \text{ semaine}} = 0,5$	$\frac{12 \text{ visites}}{52 \text{ semaine}} = 0,23$	$\frac{4 \text{ visites}}{52 \text{ semaine}} = 0,08$	$\frac{1 \text{ visite}}{52 \text{ semaine}} = 0,02$

Les distances parcourues par mode de déplacement pour une semaine type seront finalement obtenues comme indiqué dans le tableau VI-8. Le coefficient aller-retour (A/R) sera pris systématiquement égal à 2

Tableau VI-8 : Estimation des distances finales pour une semaine type

Long. du trajet de puis l'origine jusqu'au magasin	coeff_A/R	coeff_boucle	Coeff_rythm	Taux d'ech.	distance finale
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	$(6) = \frac{(1) * (2) * (3) * (4)}{(5)}$ Ou lorsque (3) est un forfait : $(6) = \frac{(2) * (3) * (4)}{(5)}$

Les facteurs d'émission seront obtenus conformément à la démarche décrite plus haut pour les flux amont. La connaissance du contexte local sera aussi nécessaire ici pour définir les parts de distances autoroutières, rurales, ou urbaines. Une question au cours de l'enquête pourra permettre d'approcher respectivement les part de trajet correspondantes. Cela n'a pas été pour notre cas d'étude par comme on le verra. Le magasin de centre-ville se situait à 3km environ des grands axes routiers. Tous les trajets de moins de 3 km étaient donc supposés à 100% urbains. Nous avons aussi attribué une part rurale forfaitaire (5 à 10% selon l'origine), la différence était supposée parcourue sur les grands axes routiers.

1.4. Estimation des quantités d'impacts

Les quantités d'impacts seront obtenues pour les flux amont comme pour les flux aval en faisant le produit des facteurs d'émission par les distances finales calculées. Les indicateurs de quantités d'impacts hebdomadaires pour le magasin seront finalement obtenus en ajoutant les quantités respectivement obtenues pour les flux amont et pour les flux aval.

2. Application à la FNAC Saint-Etienne dans sa localisation en centre-ville

2.1. But et périmètre de l'étude

2.1.2. Le système évalué

Le système étudié est constitué par l'ensemble des flux de transport qu'entraîne l'activité du magasin localisé dans la galerie Dorian au cœur de ville de Saint-Etienne. La surface commerciale du magasin couvre une superficie de 1800m². Les flux qui constituent ce système peuvent être décomposés en flux amont de réapprovisionnement du magasin et en flux aval reliant le magasin aux consommateurs finaux. Le magasin étudié fait partie d'une chaîne de distribution en France. Les flux amont partent d'un grand nœud localisé à la plateforme logistique de Massy en région parisienne où sont centralisées les marchandises en provenance des différents fournisseurs. Ces marchandises sont réparties en direction de chaque magasin de la chaîne selon les commandes. Un ensemble de marchandises destinées à plusieurs magasins, dont celui de Saint-Etienne, partent de Massy en direction de la plateforme de Corbas en périphérie de Lyon. Les marchandises destinées à Saint-Etienne sont alors acheminées jusqu'à l'adresse du magasin à l'aide de véhicules utilitaires légers.

Une partie de ces marchandises est vendue en ligne sur internet, les clients devant choisir entre se faire livrer à domicile ou dans un point relais, ou se déplacer en magasin pour retirer le produit commandé. L'autre partie est vendue directement en magasin où les clients se déplacent. Mais les clients peuvent aussi se déplacer en magasin pour faire un repérage en préparation d'un achat, s'informer simplement de l'actualité culturelle ou sur les nouveautés high-tech, le magasin étant réputé être à la pointe dans son domaine, ou encore sur l'actualité des événements culturels du moment dont le magasin assure aussi la billetterie. Un autre motif de visite au magasin peut être le service après-vente. Ces déplacements de consommateurs en direction du magasin, aussi bien pour le retrait d'un article acheté en ligne que pour le repérage, le service après-vente ou l'achat, constituent avec les flux de livraison de marchandises à domicile ou en point relais, les flux aval de déplacement générés par l'activité du magasin. Ces flux amont et

aval ainsi décrits constituent le système étudié dans cette évaluation environnementale. Il est représenté sur le schéma de la figure 6-2.

2.1.3. Le but de l'étude

Le but de l'étude est d'évaluer l'impact sur l'environnement de l'ensemble des flux amont et aval de déplacements de marchandises générés par l'activité du magasin au centre-ville. L'objectif est d'établir la situation de référence par rapport au déménagement annoncé du magasin. Le but final étant d'évaluer la variation de cet impact sur l'environnement entre la situation de référence et une situation après déménagement. Les impacts à quantifier dans cette évaluation environnementale seront précisés dans le périmètre de l'étude.

2.1.4. Délimitation du périmètre de l'étude

La délimitation du périmètre de l'étude concerne à la fois les flux pris en compte et les impacts à comptabiliser.

Au sujet des flux, comme précisé dans le chapitre dédié à la méthodologie, l'évaluation environnementale se limitera aux flux du commerce physique. Le périmètre d'étude se limitera en amont aux flux inter-établissement partant de la plateforme la plus proche des limites du territoire étudié, en faisant l'hypothèse que cette délimitation nous permet de rester dans un contexte de logistique urbaine. D'après la figure 1 qui présente le système étudié, les flux amont considérés seront donc limités à ceux partant de la plateforme de Corbas en périphérie de Lyon. Il s'agira des flux de livraison de marchandises depuis la plateforme de Corbas jusqu'à la FNAC du centre-ville de Saint-Etienne. Les flux aval sont les flux de déplacement d'achat des clients. Ces déplacements d'achat sont entendus dans le sens que nous avons précisé au chapitre 1 (paragraphe §2.2.2). Sont donc comptés comme déplacement d'achat, tous les déplacements de clients potentiels réellement entrés dans le magasin, pour repérage, achat ou service après-vente, qu'ils aient finalement acheté et transporté un achat ou non.

Quant aux impacts pris en compte, ils seront de trois ordres : la consommation d'énergie due à l'ensemble de ces flux de transport, les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de polluants réglementés du transport. Ces polluants réglementés des transports sont répartis en quatre groupes que nous prendrons en compte dans cette étude :

- les oxydes d'azote (NOx),



- le monoxyde de carbone (CO),
- les particules en suspension (PM10 et PM2,5)
- les composés organiques volatiles (COV)

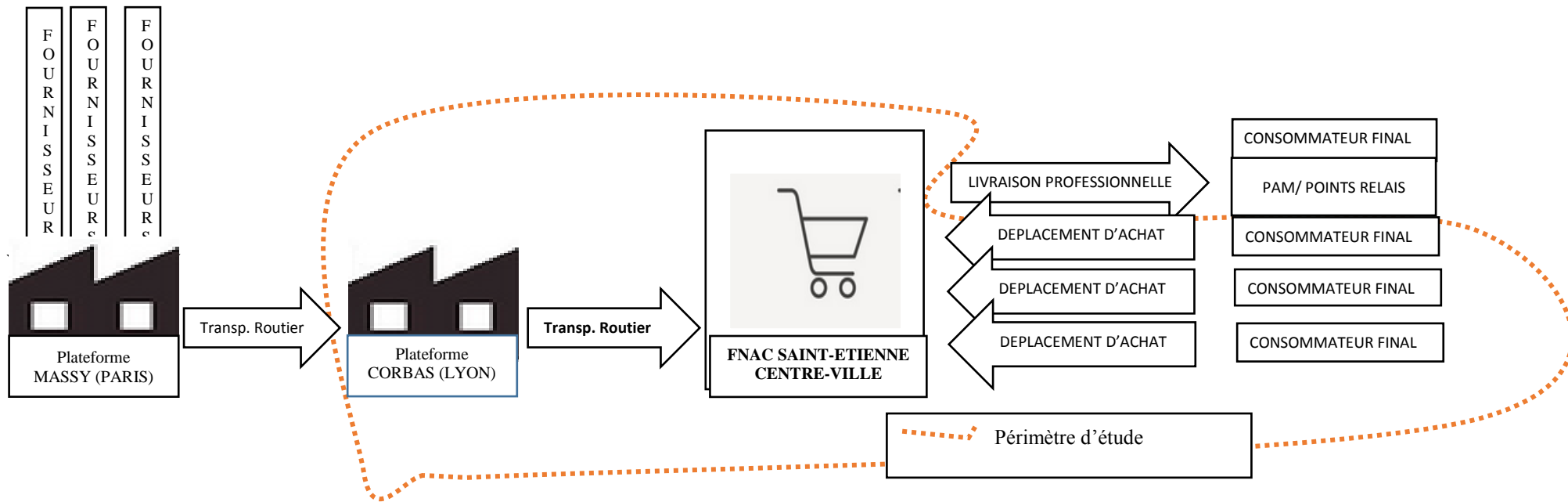


Figure 6-2 : Schéma logistique du système à évaluer et périmètre de flux pris en compte.

2.1.5. Unité fonctionnelle

La fonction considérée et évaluée dans l'étude consiste à « assurer les déplacements générés par l'activité de vente du magasin ». Plusieurs unités fonctionnelles étaient dès lors candidates pour permettre cette évaluation environnementale. D'après la définition de l'unité fonctionnelle tirée de la norme ISO14041 version 2006, l'exigence principale est en effet d'assurer la comparabilité des résultats.

Nous avons pensé au kiloeuro de chiffre d'affaire rapporté à la semaine, à l'unité d'opération de livraison pour approvisionner le magasin, à l'unité de visiteur du magasin ou encore à la semaine d'activité par mètre-carré de surface de magasin. Les deux dernières nous ont semblé les plus intéressants au regard des données à notre disposition. Finalement nous avons choisi comme unité fonctionnelle : « assurer les déplacements générés par une semaine de vente, par mètre-carré de surface commerciale ».

Le magasin est ordinairement ouvert du lundi au samedi, de 10 heures à 19 heures, sauf en dehors des périodes commerciales spéciales où les jours et heures d'ouverture peuvent varier. En adoptant une telle unité fonctionnelle, l'évaluation suppose que l'activité du magasin sur une année d'exercice peut être représentée par la vente effectuée en une semaine moyenne (dont il suffira de faire le produit par le nombre de semaines dans l'année). Comme nous l'avons déjà évoqué, les saisons commerciales se suivent dans l'année peuvent entraîner des flux de transport de tailles différentes. L'influence de Noël, de la Saint Valentin ou du *Black Friday* sur le chiffre d'affaire n'est pas la même. L'affluence drainée non plus. On peut cependant obtenir une semaine moyenne pour chaque saison commerciale en collectant les données par saison tout au long de l'année. Nous faisons l'hypothèse dans nos travaux que la semaine moyenne de données collectées est représentative de l'activité du magasin. Mais pour réduire le risque se tromper du fait de ces disparités saisonnières, nous avons effectué nos deux enquêtes avant et après le déménagement à la même période à un an d'intervalle. Le rapport à la surface quant à lui se justifie par le fait que cette évaluation est faite pour décrire la situation de référence avant le déménagement du magasin. Les locaux de destination après déménagement pourraient ne pas avoir la même superficie. En rapportant les impacts obtenus à la superficie du magasin, nous nous assurons un peu plus de la comparabilité des résultats.

2.2. Méthode d'estimation des impacts

Les estimations de quantité d'impact (Q_{imp}) ont été calculées en croisant un facteur d'émission à une statistique d'activité appropriée. Cela est conforme à l'équation générale déjà évoquée dans le chapitre dédié à la méthodologie générale (M.P. Trépanier et L-C. Coelho, 2017). Dans le cas de notre étude, l'activité est le déplacement exprimé par la distance parcourue (D) et compté en véhicule.kilomètre (V.km). Les facteurs d'émission (EF) quant à eux peuvent être exprimés en grammes par véhicule.kilomètre (g/V.Km) et désignent les quantités d'émission. L'équation générale sera alors:

$$Q_{imp} = D * EF$$

La démarche permettant de quantifier les impacts a été bâtie autour du logiciel COPERT (*COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport*) dont nous avons utilisé la version 5.1. Elle consistait d'abord à collecter des informations sur les différents modes de déplacement. Ces données seront modélisées selon la typologie proposée par ce logiciel. Les facteurs d'émission seront ensuite calculés avec le même logiciel. Les quantités d'impact seront finalement obtenues en faisant le produit de ces facteurs d'émission respectifs par la distance hebdomadaire estimée. Cette distance est estimée par catégorie de véhicule. Aux fin de comparaison, la quantité d'impact obtenue sera rapportée au mètre-carré de surface de magasin. Le logiciel COPERT permet d'estimer les émissions directes du transport routier. Cela exclut les impacts des véhicules entièrement électriques. Or, dans le cadre de notre étude, une partie des déplacements sont réalisés par des véhicules électriques. Il s'agit notamment, en dehors des véhicules automobiles entièrement électriques, du train et du tramway. En plus de l'utilisation de COPERT 5.1, nous avons réalisé l'estimation des émissions du gaz à effet de serre en mobilisant les facteurs d'émission issus de la Base Carbone de l'ADEME. Cette démarche nous permet ainsi de discuter les résultats de ces deux méthodes appliquées au même cas d'étude.

Nous présentons dans cette note méthodologique, les données collectées sur les modes de déplacement et de livraisons de marchandises. Nous exposons notre modélisation conduisant aux distances parcourues par mode. Les détails de la modélisation proposée par le logiciel sont aussi rappelés.

2.2.2. Les données collectées : caractérisation des modes de déplacement

2.2.2.1. Flux amonts

L'observation sur quatre mois, de septembre à décembre 2016 inclus, nous a permis d'obtenir un ensemble d'informations sur les flux de livraison en direction du magasin pour son réapprovisionnement. Ces informations comprennent :

Le nombre total de livraison

L'origine et la destination de chaque opération

Les caractéristiques du véhicule

Les quantités de marchandises livrées.

Ces informations nous ont permis d'établir la matrice dont le tableau VI-9 montre les intitulés des colonnes.

Tableau VI-9: informations recueillies sur les véhicules de livraison pour l'approvisionnement du magasin

Date de livraison	Adresse d'orig	Adresse de livr	Qté livrée	PTAC (véhicule)	Taux de charge	année	carburant
-------------------	----------------	-----------------	------------	-----------------	----------------	-------	-----------

Au total, cent-quarante (140) opérations de livraisons ont été effectuées sur la période d'observation, toutes avec des véhicules utilitaires légers (PTAC = 3,5 tonnes). Tous les véhicules de livraison ont été mis en service en 2015 et 2016, d'après les informations communiquées par le transporteur sous-traitant. Le taux de chargement moyen (TC_m) est obtenu en calculant une moyenne arithmétique des taux de chargement du véhicule pour chacune des livraisons. L'hypothèse de calcul est que le véhicule a un poids à vide (PV) de 2,1 tonnes, ce qui laisse 1,3 tonne de charge utile (CU), 100kg étant réservés au conducteur qui est seul à bord.

Ainsi, nous avons considéré

$$TC_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TC_i$$

Où :

- n est le nombre d'opérations, ici $n=140$
- CR est la charge réelle en masse
- CU la charge utile en masse ($CU= PTAC- PV$), ici $CU= 1,3$ tonnes

Nous obtenons pour les voyages aller un taux de chargement moyen de 86%. Mais en considérant le retour à vide des véhicules après déchargement, la moitié de ce taux de chargement sera considérée pour l'ensemble des voyages aller et retour donc finalement

$TC_m = 43\%$. Le tableau VI-10 synthétise les informations obtenues sur les véhicules de livraison amont.

Tableau VI-10: modèle de véhicule de livraison des flux amont- FNAC du centre-ville

CATEGORIE	PTAC	ANNEE	NORME EURO	CARBURANT	TAUX DE CHARGEMENT MOYEN
V.U.L.	3,5 Tonnes	2015	Euro 6 (2016)	Diesel	43%

2.2.2.2. Flux aval

Plusieurs modes de déplacement sont impliqués dans les flux aval qui sont essentiellement des déplacements d'achat, comme le montre le tableau suivant tiré de l'enquête auprès des clients. Les piétons et les cyclistes n'émettent aucun des polluants que nous ciblons dans l'étude et ne demandent aucun effort de modélisation. Les autres se déplacent en transport en commun ou en voiture particuliers. Les déplacements en transport en commun exprimés au cours de l'enquête comprennent le train, le bus, le tramway et des combinaisons de plusieurs de ces modes. Certains de ces déplacements multimodaux peuvent aussi être réalisés en combinant les transports en commun avec la marche ou avec la voiture.

La modélisation de ces déplacements multimodaux exige de définir quelles parts de déplacements compter respectivement pour la marche, le bus, le tramway, le train ou la voiture. Plusieurs hypothèses ont de ce fait été avancées :

La distance de marche entre le parking du centre-ville ou l'arrêt de bus ou de tram le plus proche du magasin est considéré comme négligeable.

Les déplacements multimodaux impliquant le train et un autre mode sont comptés pour l'autre mode sur la distance urbaine du trajet, en supposant que le train n'est pas émetteur des polluants ciblés par l'étude.

Les déplacements impliquant bus et tram sont comptés pour le bus sur le trajet non urbain du trajet, le reste est compté pour le tram et impliqué uniquement dans l'estimation des émissions de CO₂.

Tableau VI-11 : Répartition modale des flux aval- FNAC du centre-ville

Modés déclarés	Energie	%	Emission	Part de clients
Marche et vélo	Aucune	26,1%	Aucune	26,1% = Ne génère aucun des impacts pris en compte.
tram	Electrique	8,0%	CO ₂ uniquement	8,8% = générant uniquement du CO ₂ sur tout le trajet
Train	Electrique	0,5%	CO ₂ uniquement	
Train & Tram	Electrique	0,3%	CO ₂ uniquement	
Voiture + combinaison Bus-Tram	Fossile+ Electrique	0,2%	Toutes les émissions	2,1% = générant l'ensemble des polluants sur une partie du trajet, mais n'émettant que du CO ₂ sur l'autre partie
Train+Bus+Tram	Fossile+ Electrique	0,1%	Toutes les émissions	
Bus + Tram	Fossile+ Electrique	1,8%	Toutes les émissions	63% = à prendre en compte comme générant l'ensemble des impacts
TC sans précision	Fossile+ Electrique	3,0%	Considéré comme bus par hypothèse	
Bus	Fossile (96,4%)+ Electrique (3,6%)	10,6%	Toutes les émissions	
Voiture Particulière+ tram	Voir détail	0,4%	Toutes les émissions	
Voiture Particulière +bus	Voir détail	0,2%	Toutes les émissions	
Voiture particulière	Voir détail	48,9%	Toutes les émissions	

Les déplacements impliquant la voiture et le tramway sont comptés pour la voiture sur le trajet non urbain du trajet. Si tout le trajet est urbain, la moitié est imputée à la voiture.

La moitié des trajets impliquant voiture et bus sont comptés pour le bus et l'autre moitié pour la voiture.

Les caractéristiques des bus utilisés sont basées sur les travaux de S. Le Féon (2014) que nous n'avons pas pu actualiser l'information n'ayant pas été fournie à l'heure de nos calculs. Elles sont consignées dans le tableau VI-12 réalisé d'après ces travaux.

Les informations collectées sur les voitures permettent de les classer dans la typologie proposée par le logiciel COPERT utilisé pour estimer les impacts. Les précisions manquantes sur certaines voitures sont suppléées par des caractéristiques moyennes tirées des données disponibles sur le parc automobile français.

Tableau VI- 12 : Type de bus et taux de remplissage dans la flotte de bus à Saint-Etienne (Source : S. Le Féon, 2014)

		Bus standard	Bus articulés	Bus moyenne capacité	Minibus	Trolleybus
Part dans la flotte de bus (%)		71,9	19,9	3,7	0,9	3,6
Taux d'occupation (Passagers)	Heure de pointe	15	30	7	7	15
	Heure creuse	11	22	7	7	11

L'enquête a permis d'obtenir des détails sur les voitures particulières. Le tableau VI-13 montre le type d'informations obtenues, qui seront par la suite adaptées au modèle proposé par le logiciel.

Tableau VI-13 : Caractérisation des voitures particulières d'après l'enquête.

Marque	Modèle	Energie utilisée	Année de mise en service	Puissance Fiscale

2.2.3. La modélisation proposée par COPERT 5

Nous avons précédemment abordé COPERT comme outil d'estimation des impacts routiers au paragraphe §2.3.2.2. du chapitre 3 dédié à la méthodologie. Nous présentons ici en complément la modélisation proposée par la version 5.1 de ce logiciel pour l'estimation des impacts routiers.

2.2.3.1. Caractérisation des véhicules

Le modèle de caractérisation des véhicules proposé par le logiciel tient compte, au-delà des catégories de véhicule, de l'âge de chaque véhicule et du type de carburant qu'il utilise, de la segmentation du véhicule, et de la technologie du moteur. La démarche conduit à remplir les colonnes du tableau VI-14, chaque ligne correspondant alors à un type de véhicule pour lequel on estimera in fine un facteur d'émission par impact.

Tableau VI-14 : caractérisation des véhicules –COPERT 5

catégorie de véhicule	Carburant	Segment	norme Euro	Lubrifiant

a. Catégories de véhicules

Deux grandes catégories de véhicules sont distinguées. Il s'agit des véhicules commerciaux destinés à la livraison de marchandises en amont, et des véhicules impliqués dans les flux de déplacement d'achat.

i. Véhicules de livraison

Ils peuvent être des véhicules utilitaires légers (VUL, ou LCV en Anglais pour *light commercial vehicle*). Leur caractéristique principale est que leur PTAC est limité à 3,5 tonnes, et ils présentent l'avantage d'être autorisés à circuler en ville alors que les véhicules de plus grosses capacités ne le sont pas, à moins de fonctionner avec une énergie alternative.

Les autres véhicules de plus grosses capacités dont il s'agit sont ceux qu'on appelle généralement les véhicules « poids lourds », l'équivalent de « *heavy duty truck* » en Anglais. La segmentation que nous abordons plus loin permet de les classer.

ii. Les véhicules destinés au déplacement de personnes

Ils peuvent être des véhicules à deux roues motorisés et les squads décrits par le logiciel comme étant des « *light category vehicles* », des voitures personnelles (*passenger cars*) ou des bus et autobus de transport en commun (*buses*). La segmentation permet ici aussi d'affiner la classification.

b. La segmentation

La segmentation des véhicules permet en général de classer les différents véhicules automobiles selon leur taille et la fonction dédiée. Conformément au code de la route en vigueur dans la plupart des pays européens, les véhicules de segment M correspondent aux véhicules destinés au transport de passagers sans excéder 8 places sans compter le chauffeur. Plusieurs sous-catégories sont définies dans la segmentation M. Les véhicules destinés au transport de marchandises sont eux généralement classés dans la segmentation N. Le segment N1 correspond ainsi par exemple aux véhicules de transport de marchandises dont le PTAC n'excède pas 3,5 tonnes.²⁴

²⁴ On peut voir par exemple l'article R311-1 du Code de la Route en France dont la dernière version en vigueur date du 1^{er} décembre 2018 suite à sa modification par le [Décret n°2018-1045 du 28 novembre 2018 - art. 1.](https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074228&idArticle=LEGIAR1T100006841575&dateTexte&categorieLien=cid)

i. Véhicules de livraison de marchandises

La segmentation proposée par le logiciel permet de retenir pour les véhicules utilitaires légers (N1) trois sous catégories N1-I, N1-II et N1-III. Les véhicules poids lourds quant à eux sont plutôt classés en

« *Rigid* » qui sont les camions « porteurs » ou « rigides ». Ils peuvent avoir ou non une remorque. Ces camions porteurs sont classés selon leur PTAC qui, toujours supérieur à 3,5 tonnes, peut aller au-delà de 32 tonnes (voir détail du classement en annexe)²⁵.

« *Articulated* » : les véhicules articulés encore appelés semi-remorques, classés selon leur PTAC entre 14 et 60 tonnes

ii. Voitures particulières, deux roues motorisées et assimilés

Les voitures particulières sont classées en quatre segments différents : les « Mini », « Small », « Medium » et le groupe des « Large-SUV-Exécutive » où sont classés les grosses cylindrées, les voitures 4X4 et autres SUV.

Les deux-roues motorisés sont classés selon que leur moteur est à deux ou à quatre-temps, ou selon le volume de leur cylindre

iii. Les bus et autocars

Ils sont distingués selon leur poids, les bus articulés et les autocars pouvant aller au-delà de 18 tonnes. On pourra trouver en annexe n° VI-2 la segmentation détaillée proposée par les auteurs du logiciel d'après la dernière modification de leur note méthodologique en 2018.

c. Age, normes Euro, type de carburant et technologie du moteur

L'âge de mise en service du véhicule permet d'identifier la norme Euro correspondante. La technologie du moteur des véhicules évolue avec les différentes normes dans l'optique de limiter l'émission des polluants. Le carburant utilisé peut être parfois un mélange contenant une proportion de biocarburant. Autrement, c'est de l'essence, du gasoil, du gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou du gaz naturel (comprimé) pour véhicule (GNV ou CNG en Anglais). Selon

Une directive du Conseil Européen en date de 2007 aurait initié la segmentation européenne des véhicules (Directive 2007/47/CE).

²⁵ Voir Annexe VI-2

le type de carburant, différentes innovations ont ainsi été progressivement introduites, et qui sont prises en compte par le logiciel pour définir les différents profils d'émission comme :

Le GPF ou Filtre à Particule Essence (*Gasoline Particulate Filter*)

Le « DPF » (*Diesel Particulate Filter* pour Filtre à Particule Diesel en Anglais)

Le « SCR » (*Selective Catalytic Reduction* pour Réduction Catalytique Sélective en Anglais)

Le « LNT » ou Piège à NO_x (*Lean NO_x Trape*)

Le logiciel distingue aussi les moteurs à injection séquentielle (*PFI, Port Fuel Injection*) et les moteurs à injection directe essence (*GDI, Gasoline Direct Injection*).

La construction des différents profils de véhicules prend en compte ces différentes catégories. Pour l'estimation des quantités de polluants émis ou de la consommation de carburant, il est aussi tenu compte des condition atmosphériques et routières de circulation des véhicules.

2.2.3.2. Les conditions de circulation : nature de la route et météorologie

Il s'agit de prendre en compte les conditions météorologiques que sont les températures minimales et maximales moyennes ainsi que l'humidité relative, qui peuvent influencer les émissions de particules. Dans le cas de notre étude, nous nous sommes référés aux observatoires comme Infos climat et Weather Online²⁶ dont les sites internet fournissent des statistiques à cet effet.

Les conditions de circulation routières sont aussi prises en compte. Il est précisément question de distinguer si le trajet est fait en milieu rural sur autoroute ou en milieu urbain, et le cas échéant, en heure creuse ou en heure de pointe. Ces différentes conditions de circulation renvoient en effet à une vitesse moyenne différente, mais aussi à une exposition différente de la population aux polluants émis comme nous l'avons déjà évoqué dans notre état de l'art. Les travaux précédents conduits dans notre équipe de recherche et sur le terrain d'étude nous ont permis par exemple de considérer 18 km/h comme vitesse moyenne en heure de pointe en zone

²⁶ <https://www.wofrance.fr/> fournit avec précision un ensemble de statistiques payantes dont l'humidité relative de la période souhaitée. Des courbes gratuites sont cependant disponibles en lignes. Nous en avons extrait les tableaux de données exploitées que nous mettons en annexe.

Les données d'Infos Climats <https://www.infoclimat.fr/> sont gratuites, mais les pourcentages d'humidité relatives n'y sont pas fournis. Nous en avons extrait les données de température utilisées que nous proposons en annexe.

urbaine (D. Andriankaja et al., 2015). On trouvera en annexe 6-1, le détail de toutes les valeurs considérées dans nos calculs. Toutes ces informations permettent d'aboutir au calcul des facteurs d'émission pour chaque type de polluant considéré et par profil de véhicule défini.

2.2.3.3. Les facteurs d'émission

Ils se calculent en fonction de la vitesse moyenne de circulation en **gramme par km (g/km)** pour les polluants émis et en **MJ (Méga Joule)** pour la combustion de carburant (FC), par la formule générale suivante :

$$EF(v) = \frac{av^2 + bv + c + \frac{d}{v}}{ev^2 + fv + g} (1 - RF_{Euro})(1 - RF_{Fuel})$$

Où :

- $EF(v)$ est le facteur d'émission selon la vitesse v ,
- a, b, c, d, e, f et g sont des paramètres estimés par le logiciel en tenant compte des caractéristiques du véhicules, du taux de chargement, des conditions de circulation, et des conditions météorologiques
- RF_{Euro} est un facteur de réduction relatif à la norme Euro
 RF_{Fuel} est un facteur de réduction relatif à l'usage de bio-carburant

2.2.4. La démarche d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (GES) avec la Base Carbone de l'ADEME

Cette Base Carbone est constituée de facteurs d'émission estimé pour chaque mode de déplacement concerné. Nous utilisons donc cette base de données qui nous permet d'affecter un facteur d'émission à chaque type de véhicule modélisé.

Il nous semble utile de préciser les facteurs d'émission proposés dans cette base incluent plusieurs gaz à effet de serre en CO_{2e}. Cette unité exprime le fait que le CO₂ a été choisi pour représenter ces gaz parce que sa durée de vie dans l'atmosphère, 100 ans, permettait la mise en place d'un indicateur. Cet indicateur permet d'exprimer avec un seul chiffre l'ensemble des quantités de GES en se servant du « potentiel de réchauffement global » (PRG). Le Protocole de Kyoto ou encore le quatrième rapport du GIEC (GIEC, 2007) proposent comme principaux gaz à effet de serre, les six familles de gaz suivantes : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane CH₄, le protoxyde d'azote (N₂O), les perfluorocarbures (C_nF_{2n+2}), les hydrofluorocarbures (C_nH_mF_p) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Leur PRG respectif utilisé dans les calculs de la Base Carbone de l'ADEME sont présentés dans le tableau VI-15. Mais comme l'affirme le

CITEPA (2017), ce modus operandi qui consiste à faire représenter l'ensemble des GES par le CO₂ à travers un indicateur « *est source de confusion si l'on ne prête pas attention à l'expression de l'information qui peut être relative, soit à cet indicateur, soit seulement au CO₂* » (CITEPA, 2017).

Ce chiffre unique pour exprimer l'ensemble des gaz à effet de serre, est celui affiché dans la base Carbone. L'utilisateur peut cependant obtenir la part de chaque GES en consultant le détail. COPERT, l'autre outil que nous mettons à contribution dans ce mémoire, permet de calculer distinctement les émissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O. La présentation des résultats plus loin nous permettra d'aborder ensemble ces deux outils dans une approche comparative.

Tableau VI-15 : Potentiel de réchauffement global des six principaux gaz à effet de serre (GIEC, 2013)

Gaz	Formule	PRG à 100 ans
Gaz carbonique	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	25
Protoxyde d'azote	N ₂ O	298
Perfluorocarbures (<i>n</i> étant le nombre d'atome de carbone dans la molécule)	C _n F _{2n+2}	Variable selon la formule précise considéré
Hydrofluorocarbures (<i>n</i> étant le nombre d'atome de carbone dans la molécule)	C _n H _m F _p	Variable selon la formule précise considéré
Hexafluorure de soufre	SF ₆	22800

2.2.5. Les distances parcourues et leur modélisation

2.2.5.1. Décomposition des flux en trajets ruraux, autoroutiers et urbains

Le trajet de flux amont entre la plateforme de Corbas et le magasin en centre-ville de Saint-Etienne a été décomposé en trois parties. Une première partie rurale, une deuxième autoroutière et une troisième urbaine. La figure 6-3 offre une vue d'ensemble du trajet fournie par Google Maps ®. La décomposition du trajet entre la plateforme logistique de Corbas et le centre-ville de Saint-Etienne montre qu'il est composé en longueur de 5% en zone rurale, 89% sur autoroute

ou assimilé et de 6% en zone urbaine. Les livraisons étant opérées en général entre 6 heures et 7 heures du matin, le parcours en zone urbaine est considéré entièrement effectué en heure creuse. Quant aux flux aval, les informations individuelles sur l'origine et la boucle de déplacement permettent de décomposer le trajet de chaque client. Cependant, après avoir essayé plusieurs options, nous considérons l'ensemble des trajets en zone urbaine en heure creuse. Cette option retenue pour la modélisation offre une bonne approximation de l'ensemble des facteurs d'émission.

Pour l'estimation des distances, il était nécessaire d'adapter la matrice de données du tableau 3 au format proposé par le logiciel. Mais il fallait aussi standardiser le calcul des distances par quelques hypothèses qui complètent celles émises plus haut sur les modes de déplacement. Les deux principales hypothèses concernent la méthode d'estimation des distances et l'introduction d'un coefficient « boucle » relatif aux boucles de déplacement.

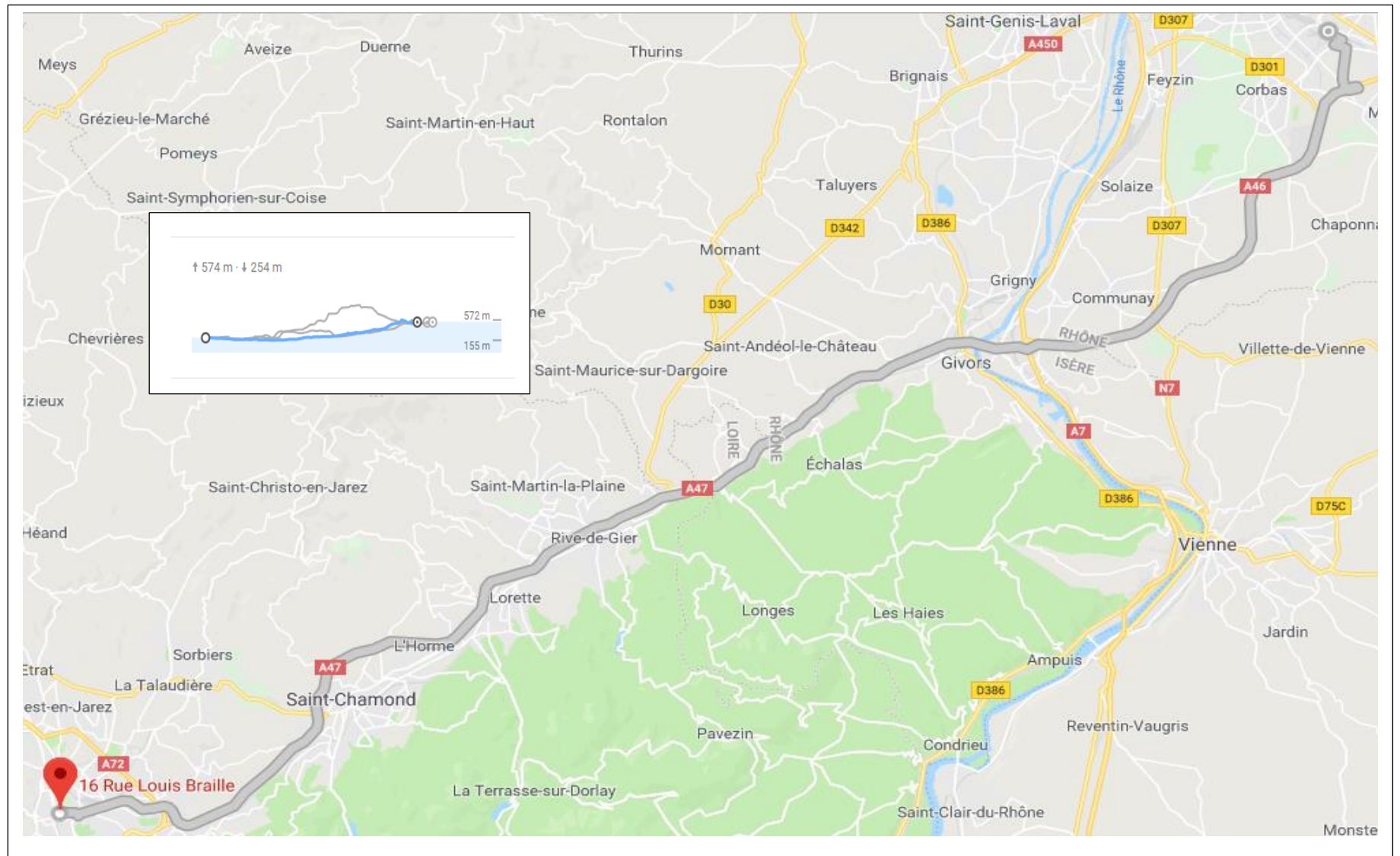


Figure 6-3 : vue d'ensemble du trajet de livraison Corbas- FNAC Dorian (Adaptation de Google Maps ©, décembre 2018)

2.2.5.2. Estimation des distance

a- Estimation des distances avec Google Maps ®

Les distances réellement parcourue sont calculées sur Google Maps ® en utilisant le chemin le plus rapide entre la destination (FNAC) et l'origine du trajet décrite par l'enquêtée. A défaut de précision, Une rue ou une place publique de la commune d'origine est choisie comme origine.

b- Estimation des distances hebdomadaires pour une semaine type : pondération en fonction de différents paramètres inspirés de la précédente analyse par modèle de choix discret

Pour ramener les distances obtenues au cours de la collecte de données aux flux correspondant à une semaine type d'activité, nous avons utilisé des coefficients de pondération pour prendre en compte différents paramètres. Il s'agit notamment de la boucle de déplacement où s'insère le trajet vers la FNAC, du rythme de fréquentation. De plus, un coefficient correspondant à l'inverse du taux d'échantillonnage permet de faire correspondre un ensemble de flux de déplacements d'achat réaliste aux flux de réapprovisionnement du magasin.

i. Coefficient « boucle »

Les distances (et partant, les impacts) à comptabiliser pour le compte du déplacement à la FNAC sont reliées aux boucles de déplacement où s'insèrent le trajet vers la FNAC. Nous justifions ce lien par le fait que certaines longues distances sont faites indépendamment de l'existence de la FNAC ou de l'intérêt du client pour cette dernière. Le trajet vers la FNAC peut parfois n'être qu'un détour. L'évaluation environnementale risquerait ce cas échéant, de trop s'éloigner de la réalité en imputant toute la distance parcourue à la FNAC. C'est le cas des déplacements domicile-travail par exemple, ou des visites. Nous impliquons les boucles de déplacements dans la modélisation par un coefficient de pondération de la distance que nous avons appelé « coefficient boucle ». Les hypothèses relatives à la définition de ce coefficient sont synthétisées dans le tableau VI-16.

Tableau VI-16 : définition des coefficients de pondération « boucle »

Boucle de déplacement	Part de distances imputées à la FNAC	Coefficient « boucle » correspondant	Observations
Domicile-FNAC-Domicile	100%	1	Le déplacement est à imputer entièrement à la FNAC, même si d'autres détours non prévus peuvent intervenir, l'homme n'étant pas une machine.
Domicile-FNAC-Autre achat-Domicile	50%	0,5	On suppose qu'il n'y a qu'un seul « autre achat ». Celui-ci partage donc équitablement la responsabilité du déplacement avec la FNAC
Domicile-FNAC-travail-Domicile	2km	Forfait 2km	Nous estimons à 2km la distance moyenne entre la FNAC et les principaux bassin d'emplois dans la ville de Saint-Etienne.
Domicile-FNAC-Loisir-Domicile	2km	Forfait 2km	Cette boucle inclut les visites à la famille et aux amis, les visites aux médecins, les déplacements pour formalités administratives, et les loisirs en centre-ville. Nous estimons à 2 km la distance moyenne correspondant à un détour vers la FNAC en supposant que cette dernière ne conditionne que peu ces différents déplacements.

ii. Coefficient « rythme »

De même, les personnes rencontrées au cours de l'enquête ne se déplacent pas vers la FNAC avec le même rythme de fréquentation. Le rythme de fréquentation est assez variable, allant de visites hebdomadaire voire plus fréquentes à une fréquentation très sporadique. Porté par le souci de modéliser cette fréquentation, nous avons enfermé les personnes interrogées dans un échelonnement graduel qui suppose que les plus rares visiteraient la FNAC une fois par an et les plus fréquents une fois par semaine. La définition de ce coefficient « rythme » visait donc à tenir compte de ces rythmes de fréquentation dans la l'estimation des flux correspondants à une semaine type d'activité. Ce coefficient est défini sur la base de 52 semaine par an. Les visites hebdomadaires correspondent donc à un coefficient de $\frac{52 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 1$, et les visites mensuelles à $\frac{12 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 0,23$. Le tableau VI-17 récapitule ces coefficients pour les cinq niveaux de fréquentation définis.

Tableau VI-17 : définition du coefficient rythme de fréquentation

Rythme	1 fois par semaine	1 fois par quinzaine	1 fois par mois	1 fois par trimestre	1 fois par an
Coefficient rythme	$\frac{52 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 1$	$\frac{26 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 0,5$	$\frac{12 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 0,23$	$\frac{4 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 0,08$	$\frac{1 \text{ visites}}{52 \text{ semaines}} = 0,02$

2.3. Résultats

Nous présentons et comparons dans un premier temps les résultats obtenus pour l'estimation des émissions de CO₂ respectivement avec l'outil Bilan Carbone® et le logiciel COPERT, dans une démarche comparative. Dans un second temps les quantités d'émission de polluants réglementés du transport estimées avec COPERT 5.1 sont présentées. Ces résultats sont ensuite analysés et discutés dans un troisième temps.

2.3.2. Les émissions hebdomadaires de CO₂ par les flux de transport générés par le magasin de centre-ville

2.3.2.1. Résultats avec la Base Carbone

La Base Carbone de l'ADEME ne propose pas, pour la version qui nous est accessible, les facteurs d'émission pour les véhicules fonctionnant à la fois au gaz de pétrole liquéfié (GPL) et au gaz naturel comprimé (GNV) et les véhicules hybrides. Ces modes de déplacement totalisent ensemble près de 2% de l'ensemble des distances parcourues (en passager.km) mais nous ne les prenons pas en compte dans cette estimation qui s'inscrit principalement dans une démarche comparative entre l'outil Bilan Carbone de l'ADEME® et le logiciel COPERT. Ces véhicules seront cependant pris en compte dans nos calculs et notre analyse ultérieurs effectués avec sur la base des hypothèses de calculs de COPERT 5.1.

Le tableau VI-20 présente la distance parcourue, le facteur d'émission et la consommation d'énergie au kilomètre par mode de déplacement pour l'ensemble des flux pris en compte.

Tableau VI-20 : Consommation d'énergie et émissions GES pour l'ensemble des flux pris en compte- Estimation Base Carbone ADEME

	Activité hebdo (passagers.km/ <i>vehicules.km</i>)	% de distance parcourue	EF- Consommation d'énergie (MJ/km)	Energie Consommée (MJ)	Facteur d'émission CO2e (en <i>kg/Veh.km</i> ou kg/pass.km)	Emission CO2e (kg)
Total				83 026		8367
VUL (flux amont)	974		5,68	5 531	0,547	533
Ensemble dépl. d'achat	39 012	100%	1,99	77 495	0,20	7834
Ensemble des Voit. Part.	26 041	66,75%	2,51	65 330	0,26	6748
2-roues motorisés	88	0,23%	2,28	200	0,23	20
Voit. Part. Diesel	17 546	44,98%	2,53	44 385	0,265	4651
Voit. Part. Essence	7 820	20,04%	2,678	20 944	0,268	2097
Voit. Part. Bi-GPL	193	0,49%				
Voit. Part. Bi-GNV	162	0,41%				
Voit Part. Hybride	321	0,82%				
Ens. TC	8 966	22,98%	1,33	11 965	0,1211	1085,7
Ensemble des Bus diesel	6 399	16,40%	1,85	11 855	0,17	1069
Trolleybus	232	0,59%	0,13	29,11	0,01	2
Tram	2291	5,87%	0,03	79,47	0,01	15
TRAIN	44	0,11%	0,05	2,06	0,01	0,39
Marche	3917	10,04%				

Comme on peut le voir sur la figure 6-4 (ci-dessous) tiré de ce tableau, les véhicules utilitaires légers utilisés pour les flux de transport amont et qui fonctionnent au diesel, consomment à peine deux fois plus qu'une voiture particulière. Leurs émissions de gaz à effet sont dans le même ordre : le double des émissions d'une voiture particulière diesel. Ces véhicules peuvent transporter jusqu'à 1,3 tonne de marchandises. Les véhicules particuliers quant à eux, même en situation de covoiturage ne transportent que trois ou 4 clients. Cela indique a priori que ces véhicules utilitaires légers pourraient générer bien moins d'impacts que les flux de déplacements d'achat correspondants.

Au sujet de ces flux de déplacement d'achat, les modes électriques comme le train, le tramway et le trolleybus, et les transports en commun en général émettent le moins de GES comme on pouvait s'y attendre. Mais ces modes sont aussi ceux qui consomment le moins d'énergie au kilomètre par passager. A l'opposé, les voitures de particuliers dans leur ensemble consomment le plus d'énergie, et émettent le plus de gaz à effet de serre par kilomètre et par passager.

En s'intéressant de près aux voitures particulières, on se rend compte que les facteurs d'émission de GES des véhicules à essence et des véhicules diesels sont très proches, tout comme leurs consommation d'énergie respective au kilomètre.

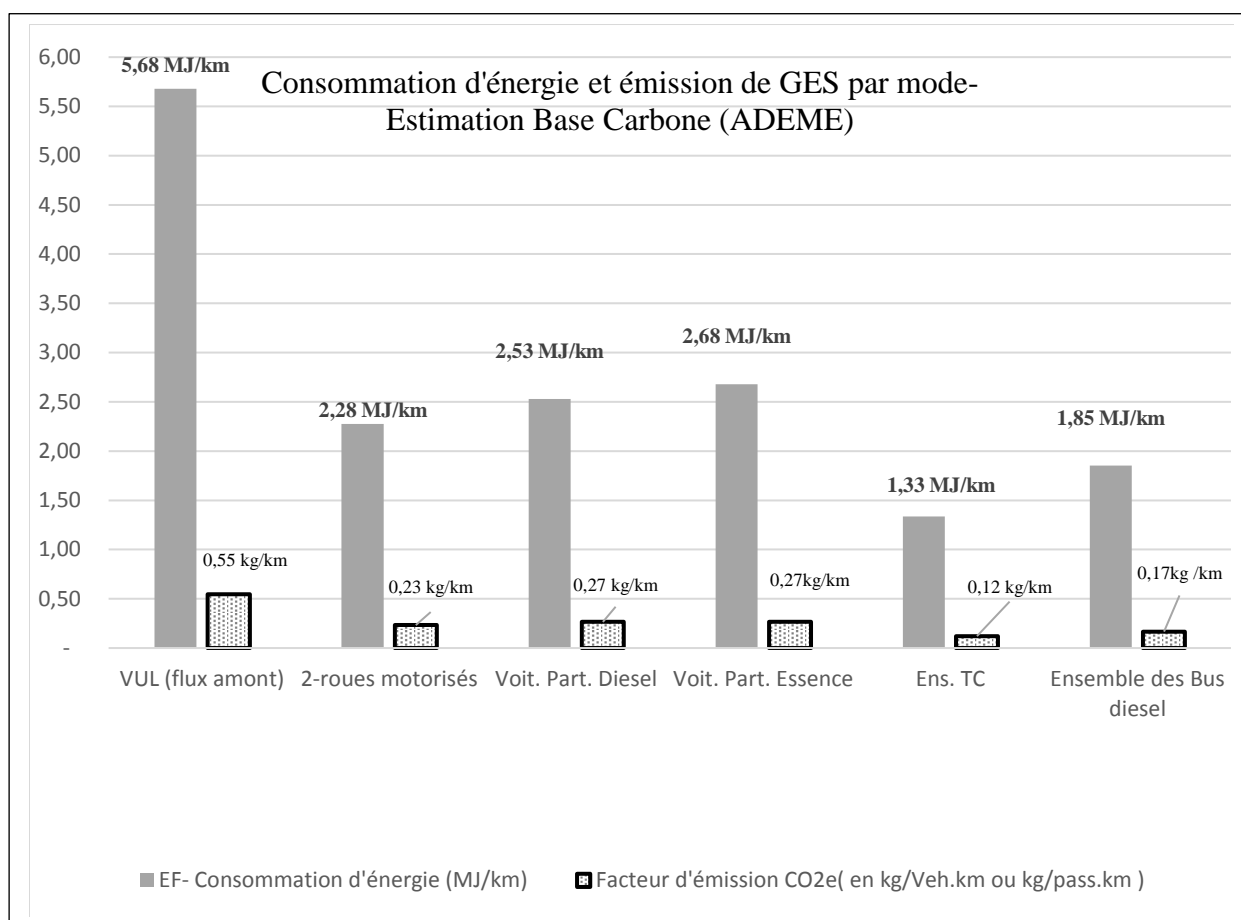


Figure 6-4 : Facteurs d'émission : Consommation d'énergie et émission de GES par mode- Estimation avec Bilan Carbone®

Tous ces facteurs d'émission et de consommation d'énergie impactent le bilan énergétique et environnemental final de l'ensemble des flux. Cela signifie, qu'en choisissant son mode déplacement, chaque consommateur choisit un facteur d'émission en même temps qu'un facteur de consommation d'énergie. Ces résultats indiquent-ils pour autant que la consommation d'énergie est proportionnelle aux émissions de gaz à effet de serre ? Le

paragraphe suivant nous permettra de les comparer avec ces résultats avec ceux obtenus avec l'outil COPERT.

2.3.2.2. Résultats avec COPERT et comparaison

Le tableau VI-21 présente l'ensemble des résultats obtenus sous COPERT 5.1 pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre.

Ces résultats montrent bien que l'outil COPERT ne permet pas de calculer les émissions ni la consommation d'énergie correspondant au fonctionnement des véhicules électriques. Les seuls transports en commun pris en compte sont donc les bus diesels. En prenant soin d'exclure les voitures particulières hybrides et celles fonctionnant au GNV, au GPL, on obtient en résumé, pour la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, les facteurs d'émission respectives représentées sur la figure 6-5 suivante.

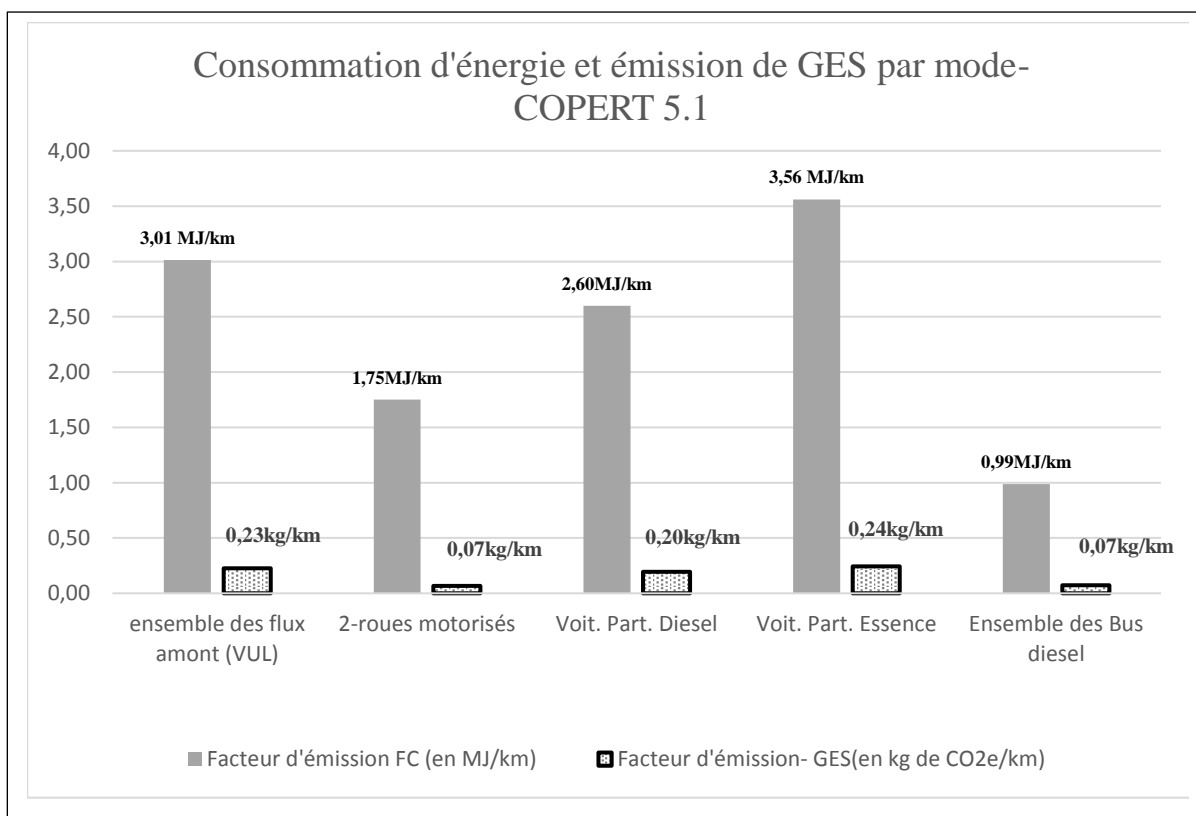


Figure 6-5: Emission de GES et combustion de carburant- Facteurs d'émission estimés avec COPERT.

Tableau VI-21 : consommation d'énergie et émission de gaz à effet de serre- Estimations avec COPERT 5.1

	% de distance parcourue	Activité hebdo (passagers.km/vehicules.km)	EF-Conso d'énergie (FC, en MJ/km)	Energie consommée (MJ)	Facteur d'émission CO2 (en kg/km)	EmissionCO2 (kg)	Facteur d'émission-CH4(en g/km)	Emission CH4(kg)	Facteur d'émission-N2O(en g/km)	Emission N2O(kg)	Facteur d'émission-GES(en kg/km)	Emission GES(kg)
Total d'émissions par semaine				87 519		6224		0,213		0,200		6289
ensemble des flux amont (VUL)		974	3,01	2 936	0,22	218	2,11E-05	0,000		0,006	0,226	220
Ensemble dépl. d'achat	100%	39 012		84 584		6006		0,213		0,194		6069
Ensemble des Voit. Part.	66,8%	26 041		78 154	0,20	5531		0,204		0,189		5592
2-roues motorisés	0,23%	88	1,75	120	0,07	6	0,072	0,007			0,068	6
Voit. Part. Diesel	44,98%	17 546	2,60	45 586	0,19	3386	0,001	0,017	0,009	0,160	0,196	3434
Voit. Part. Essence	20,04%	7 820	3,56	27 847	0,24	1894	0,020	0,161	0,003	0,027	0,244	1906
Voit. Part. Bi-GPL	0,49%	193	2,83	545	183,50	35	0,024	0,005	0,004	0,001	0,185	36
Voit Part. Hybride	0,82%	321	2,04	655	0,13	43	0,019	0,006	0,002	0,001	0,136	44
Voit Part. Bi-GNV	0,41%	162	3,39	549	0,19	31	0,095	0,015	0,002	0,000	0,003	0,50
Ensemble des Bus diesel	16,40%	6 399	0,99	6 310	0,073	469	0,000	0,002	0,000	0,005	0,073	470
Marche	10,04%	3917										
Trolleybus	0,59%	232										
Tramway	5,87%	2291										
Train	0,11%	44										

En comparant ces valeurs avec celles obtenues respectivement avec la base Carbone de l'ADEME (voir plus loin, figure 6-6), on constate plusieurs différences.

En général, l'ensemble des facteurs d'émission (et de consommation d'énergie) obtenues avec COPERT sont beaucoup plus petites que celles obtenues avec la base Carbone de l'ADEME. A priori, on pourrait s'y attendre. La Base Carbone de l'ADEME calcule les émissions des six gaz à effet de serre énumérés plus haut. COPERT par contre ne calcule que les émissions de trois gaz à effet de serre que sont le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Mais cette différence ne peut expliquer entièrement les écarts observés, parce que les quantités (en CO_{2e}) émises sont relativement faibles. D'après la littérature en effet, ces trois gaz à effet de serre calculés par COPERT sont l'essentiel des émissions de gaz à effet de serre. Les trois autres à savoir les gaz fluorés que sont les Perfluorocarbures, les Hydrofluorocarbures et l'Hexafluorure de soufre ne constituent qu'une part très faible de gaz à effet de serre émis. J. M. Jancovici (2007)²⁷ estime la part des gaz fluorés en 2004 pour l'ensemble de l'humanité à 1%. CITEPA (2017) en accord avec la même idée, estime que ces gaz fluorés font ensemble 5,3% du PRG total des émissions en France métropolitaine en 2015 (CITEPA, 2017²⁸). Malgré le PRG très élevé de ces gaz, leur omission dans le bilan de GES de COPERT ne pourra pas expliquer les écarts observés avec les valeurs de la Base Carbone.

L'hypothèse la plus probable pour expliquer la différence entre les valeurs obtenues respectivement pourrait se trouver dans le périmètre pris en compte par chacune des deux méthodes. La Base Carbone de l'ADEME estime en plus des émissions directes, celles générées par la fabrication des véhicules et des carburants. La documentation proposée par l'ADEME indique en effet, que les valeurs de GEZ sont obtenues en additionnant trois valeurs d'émission de chacun des six gaz pondérés par leur PRG respectifs (valeurs de PRG proposées par (GIEC, 2013)). Ces trois valeurs correspondent respectivement, comme dans une démarche d'analyse de cycle-de-vie, à la part des GES émis lors de la phase de fabrication des véhicules, à celle des GES émis lors de phase de fabrication du gas-oil, et à la part de GES émis lors de la combustion du gas-oil. Pour les véhicules utilitaires légers, l'outil lui-même décompose le facteur

²⁷ <https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/quels-sont-les-gaz-a-effet-de-serre-quels-sont-leurs-contribution-a-leffet-de-serre/>

²⁸ <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/polluants/effet-de-serre/potentiel-rechauffement-global-a-100-ans>

d'émission de 547kg/km proposé, et que nous avons utilisé dans le tableau suivant (tableau VI-22).

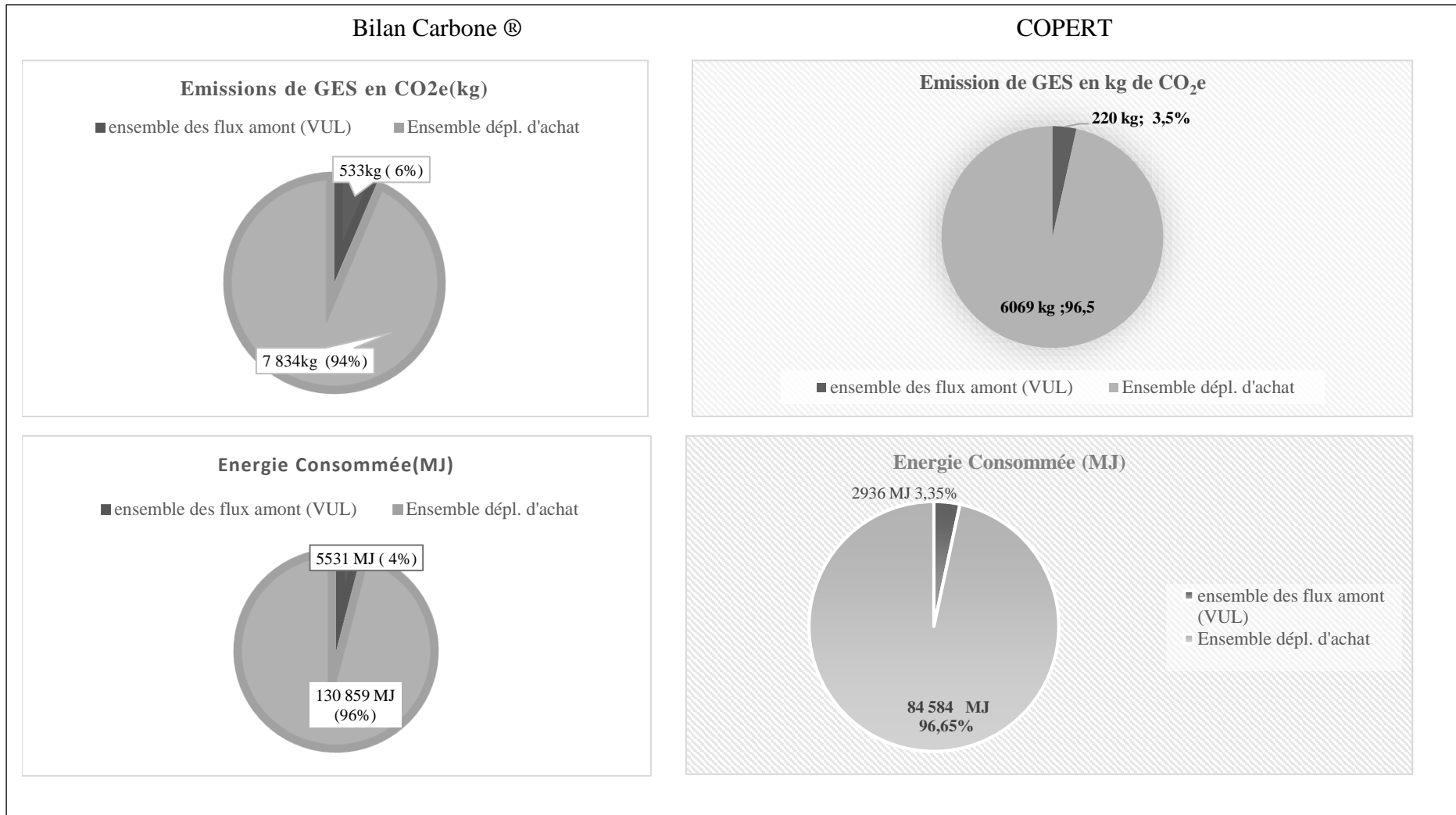


Figure 6-6 : Parts de GES et Consommation d'énergie par les flux amont et aval- Comparaison Bilan Carbone®- COPERT 5.1

Tableau VI-22 : Décomposition du facteur d'émission d'un véhicule utilitaire légers destiné à la messagerie express - Ramasse et distribution de colis (Bilan Carbone®, ADEME, 2014)

	CO _{2f}	CH _{4f}	CH _{4b}	N ₂ O	Autre gaz	Total	CO _{2b}
Total	0.531	8.28E-3	0	7.82E-3	0	0.547	0
Combustion (gazole)	0.399	1.80E-4	0	3.21E-3	0	0.403	0.0232
Amont (gazole)	0.0922	8.10E-3	0	4.61E-3	0	0.105	-0.0232
Fabrication (véhicule)	0.04	0	0	0	0	0.04	0

De plus, les valeurs proposées par la Base Carbone de l'ADEME sont des valeurs génériques issues de statistiques à l'échelle nationale. Nous pouvons noter par exemple que d'après cette documentation, le taux de remplissage utilisé pour calculer le facteur d'émission des VUL légers est de 35%. Or le taux de remplissage moyen réellement observé pour notre cas d'étude est de 43%. Ainsi, en utilisant un même taux de remplissage, les résultats se rejoignent. Le caractère générique des données prises en compte dans l'estimation des facteurs d'émission sous Bilan Carbone® peut donc représenter une autre explication les écarts observés.

Finalement, nous retiendrons que les facteurs d'émission proposées par Bilan Carbone ® sont génériques. Aussi, ces valeurs n'indiquent pas seulement les émissions dues à l'énergie consommée lors du déplacement, mais aussi celle dues à la fabrication des véhicules et à la production de l'énergie en amont. COPERT quant à lui indique uniquement les valeurs relatives à la consommation d'énergie directement liée à la circulation. Ceci explique les écarts observés entre les deux types de facteurs d'émission.

En conséquence, si nous reprenons l'exemple relatif au choix à opérer entre voiture particulière à essence et diesel, la Base Carbone de l'ADEME permettrait difficilement de choisir, parce qu'il propose des valeurs dans une esprit d'ACV, mais reste peu précis à ce sujet. COPERT par contre permet d'opérer un choix en restant concentré sur les émissions lors de la phase d'utilisation du véhicule. De plus, il permet de quantifier d'autres impact de la circulation des véhicules motorisés que sont les polluants réglementés du transport. COPERT peut être donc un outil plus complet, même s'il s'est avéré complémentaire avec les résultats de la Base Carbone qui nous a permis d'estimer l'impact des véhicules électriques.

En considérant les quantités d'émission, la figure 6-8 montre les valeurs respectives des émissions de GES et de consommation d'énergie pour une semaine d'activité du

magasin. Elles sont calculées avec COPERT 5.1. Ces quantités sont réparties entre flux amonts et aval. Avec la Base Carbone de l'ADEME, 94% de l'ensemble des GES émis sont attribués à l'ensemble des flux déplacements d'achat. Les 6% restant sont dûs aux flux amont. Ces flux amont consomment 4% de la quantité totale d'énergie contre 96% pour les flux de déplacement d'achat. Les émissions de GES estimés avec la Base Carbone ne sont donc pas proportionnelles à la consommation d'énergie pour les raisons que nous avons évoquées plus haut. Par contre, on se rapproche plus de valeurs proportionnelles avec COPERT 5.1 parce que ses valeurs indiquent uniquement la combustion de carburant.

Cette figure nous apprend que pour ce type de magasin, globalement, l'impact sur l'environnement des flux amont, est faible par rapport à celui des flux aval de déplacement d'achat. Cela légitime la nécessité de prendre en compte ces déplacements d'achat si on souhaite maîtriser l'impact sur l'environnement des flux de transport générés par la distribution urbaine. Nous verrons plus loin si les émissions de polluants réglementés du transport confirment cette tendance.

2.3.3. Les émissions de polluants réglementés du transport

2.3.3.1. Estimation de l'ensemble des émissions dues aux flux amont et aval

Pour chacun des quatre groupes de polluants ciblés, les émissions dues à l'ensemble des flux de transport générés par une semaine de vente dans ce magasin de centre-ville sont représentées sur la figure 6-7. On peut lire clairement sur cette figure que l'impact des flux de déplacement d'achat représente globalement une part beaucoup plus large de ces émissions respectives, comparé à celui des flux de réapprovisionnement opérés par les véhicules utilitaires légers dont les impacts sont à peine visibles.

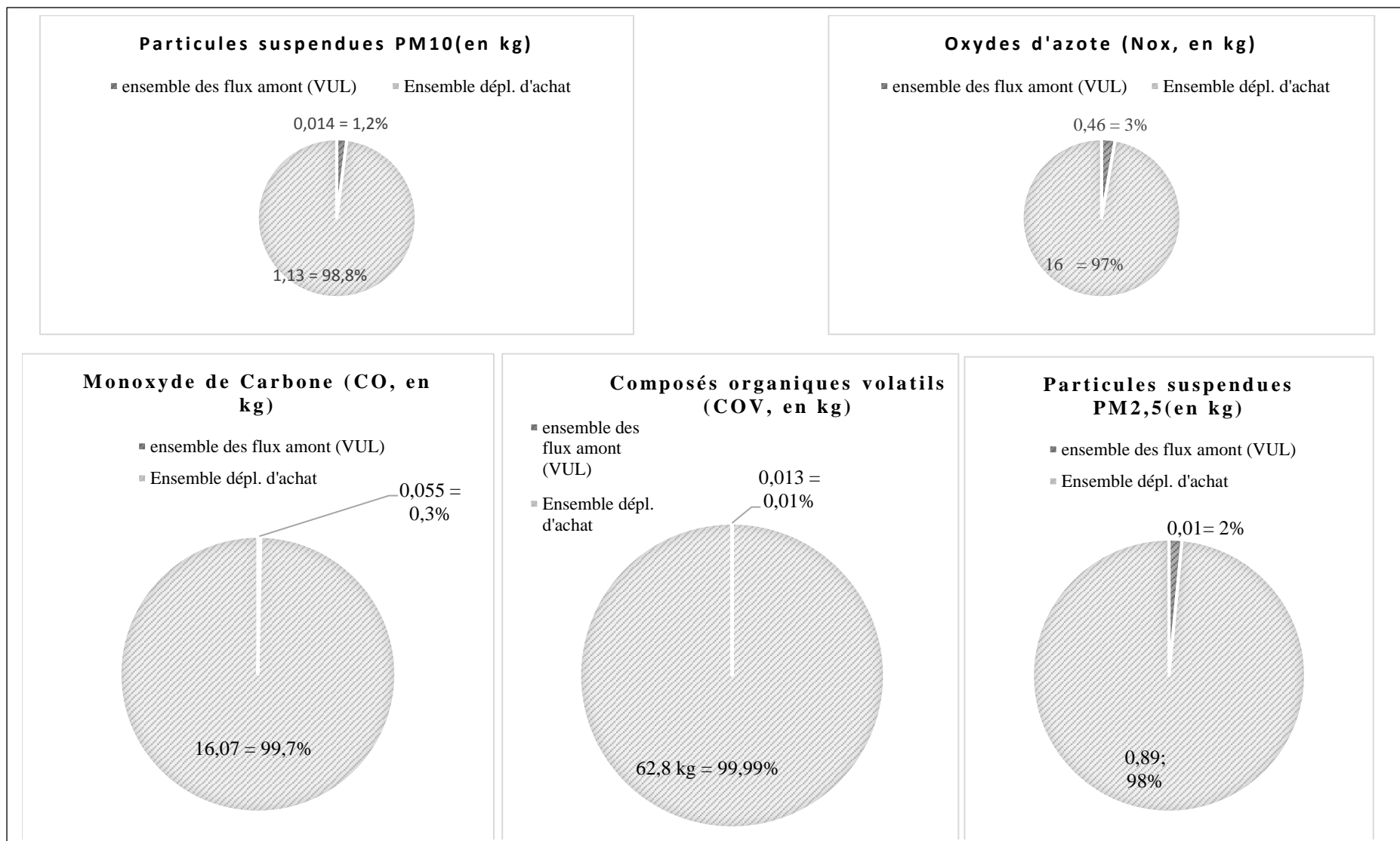


Figure 6-7 : Polluants réglementés du transport : impacts hebdomadaires des flux de transport amont et aval générés par le magasin de centre-ville

2.3.3.2. Décomposition des flux de déplacement d'achat

Les flux de déplacement d'achat sont effectués par plusieurs modes. Le tableau VI- 23 (ci-après) présente les facteurs d'émission respectifs calculés et le bilan en nombre de P.km par mode, à l'exception des bus exprimés en v.km, comme c'est le cas pour les véhicules utilitaires légers assurant les flux amont. Nous avons en effet précisé plus haut, le taux de remplissage des différents types de bus utilisés, obtenu d'après les travaux de S. Le Féon (2014). Ce tableau est complété en annexe par le détail des informations et notes de calculs pris en compte dans l'estimation des émissions. Ces informations prises ensemble permettent de comprendre comment se décomposent les émissions estimés pour l'ensemble des flux de déplacement d'achat générés par une semaine type de vente par le magasin étudié. Lesdits résultats sont représentés sur la figure 6-8.

Tableau VI-23 : Flux de déplacement, facteurs d'émission et quantités d'émissions par modes de déplacements d'achat liés à une semaine de vente du magasin de centre-ville.

	Activité hebdo (passagers.km/ vehicules.km)	Facteur d'émission FC (en MJ/km)	FC(MJ)	Facteur d'émission CO2 (en g/km)	CO2 (g)	Facteur d'émission CO (en g/km)	CO(g)	Facteur d'émission NOx (en g/km)	NOx(g)	Facteur d'émission COV (en g/km)	COV(g)	Facteur d'émission PM10 (en g/km)	PM10(g)	Facteur d'émission PM2.5 (en g/km)	PM2,5(g)
Total d'émissions par semaine			87 519		6223595		16 074		16 792		62 776		1 142		902
ensemble des flux amont (VUL)	974	3,01	2 936	223,86	218061	0,06	55	0,48	463	0,00	1	0,01	14	0,01	10
Ensemble dépl. d'achat	32 760		84 584		6005535		16 018		16 328		62 775		1 127		892
Ensemble des Voit. Part.	26 041		78 154	199,81	5530977	0,39	15 149	0,54	13 285	1,00	61 874	0,05	1 071	0,04	852
2-roues motorisés	88	1,75	120	73,38	5839	2,58	235	0,24	24	16,16	867	0,01	1	0,01	1
Voit. Part. Diesel	17 546	2,60	45 586	193,00	3386285	0,14	2 417	0,69	12 107	0,02	374	0,05	943	0,05	796
Voit. Part. Essence	7 820	3,56	27 847	242,21	1894020	1,30	10 162	0,10	745	4,60	36 008	0,02	153	0,01	87
Voit. Part. LPG Bifuel	193	2,83	545	183,50	35389	0,89	172	0,08	15	0,13	26	0,02	4	0,01	2,1
Voit Part. Hybride	321	2,04	655	134,37	43130	0,78	250	0,03	11	3,95	1 269	0,02	6	0,01	3,1
Ensemble des Bus	461	13,68	6 310	1016,56	468719	1,38	634	6,55	3 020	0,08	35	0,12	55	0,09	39

Polluants réglementés du transport: Décomposition des impacts hebdomadaires des flux de déplacement d'achat pour chaque type de polluant ciblé

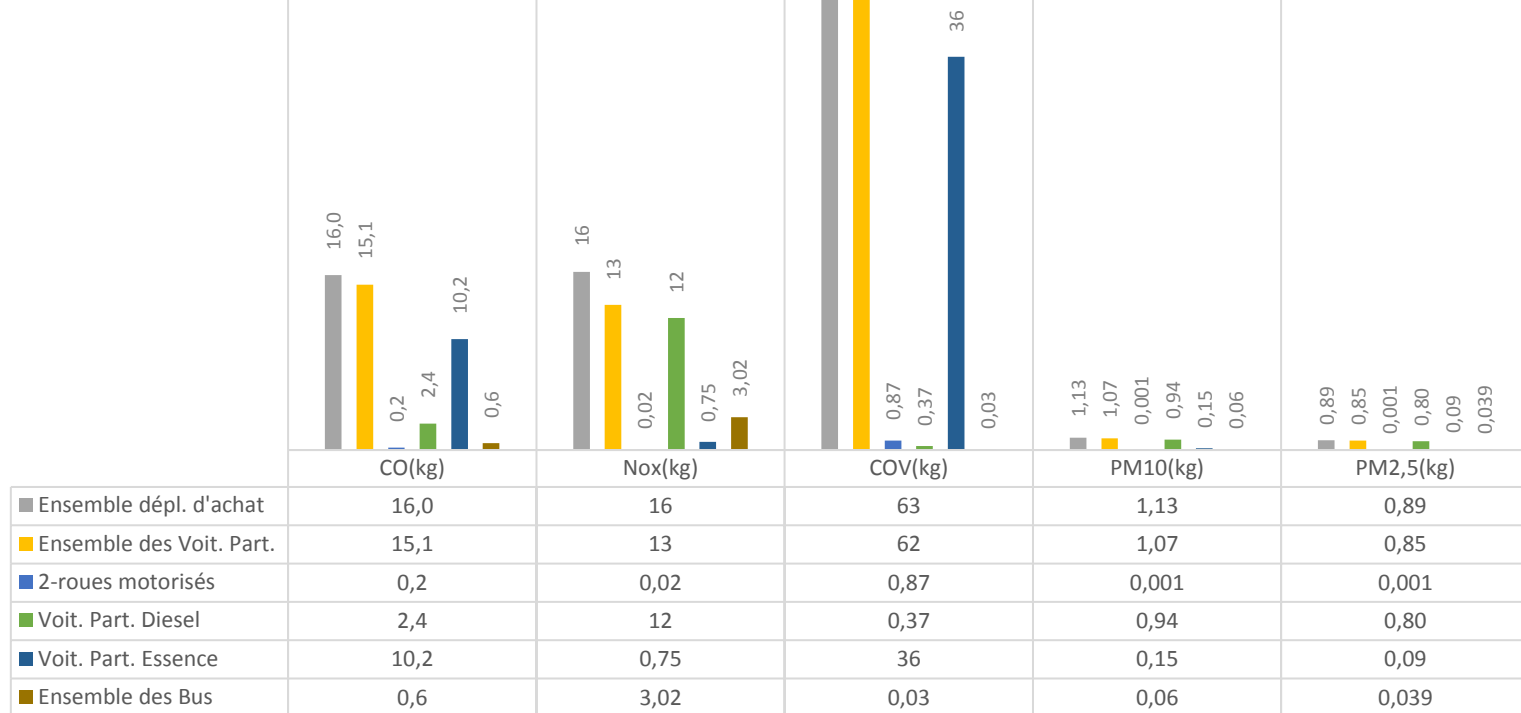


Figure 6-8 : Décomposition des impacts des flux de déplacement d'achat pour une semaine de vente dans le magasin de centre-ville

2.3.4. Analyse et discussion des résultats

2.3.4.1. Des impacts de flux de déplacement d'achat prédominants sur ceux des flux de réapprovisionnement

Pour tous les impacts analysés, aussi bien les GES que les polluants réglementés du transport, l'impact des flux de déplacement d'achat est largement supérieur à celui des flux amont de livraison destinés à réapprovisionner le magasin. En se référant à la littérature, nous avons déjà précisé que ces flux font en général plus de la moitié de l'ensemble des flux de transport de marchandises en ville (E. Ségalou et al., 2002 ; A. Albergel et al., 2006). Ce postulat est largement confirmé dans le cas en étude. Certes, on peut estimer que le poids relativement faible de l'impact des flux amont est dû au périmètre d'étude délimité, qui s'arrête à la plateforme logistique de Corbas. Mais le choix de limiter les flux amont à cette plateforme logistique est doublement justifié. Dans la chaîne logistique du magasin, cette plateforme d'abord la plus proche de la zone d'influence du magasin. Cette zone d'influence où le magasin recrute la grande majorité de ses clients étant le bassin de vie stéphanois comme nous l'avons montré au chapitre 4. Ensuite, l'intérêt de l'étude était de mesurer l'impact sur l'environnement de la partie urbaine du transport de marchandises, en montrant notamment comment varie cet impact selon différentes localisations commerciales sur le même territoire. Le changement de localisation dans notre cas d'étude étant d'environ trois kilomètres de distance, l'impact environnemental de ce changement serait peu visible en remontant trop loin en amont dans la chaîne logistique. De plus, avec les données dont nous disposons, nous avons simulé un autre périmètre d'étude en considérant les flux amont depuis la plateforme de Massy en région parisienne. Le transporteur utilise des véhicules articulés de 44 tonnes de PTAC, datant de 2015 ou plus récents. Du fait alors de la massification et de la mutualisation avec d'autres marchandises transportés en direction de la région lyonnaise avec une rupture de charge prévue à la plateforme de Corbas, les parts attribuables au magasin qui nous intéresse revenant respectivement à moins de 5% de chaque trajet Massy-Corbas. Dans cette simulation que nous ne présentons pas dans ce mémoire, les parts de polluants émis par les flux amont augmentent certes, mais celles des déplacements d'achat restent dominantes. Finalement, le seul impact environnemental pour lequel il serait intéressant de remonter jusqu'au producteur est le changement climatique dont l'impact est global. L'échelle du territoire urbain semble plus pertinente pour les polluants réglementés du transport parce qu'une population humaine plus dense y est exposée.

Par ailleurs, la valeur élevée des impacts des flux aval comparativement à ceux des flux amonts n'est pas uniquement due à la longueur des distances parcourues. Pour certains polluants, les facteurs d'émission par kilomètre de l'ensemble des déplacements d'achat sont bien plus élevés que ceux des véhicules utilitaires légers assurant ces flux amont. En effet, la figure 6-9 compare les facteurs d'émission (dont la méthode de calcul est présentée plus haut) par kilomètre entre véhicules utilitaires légers utilisés pour les flux amonts, les voitures particulières diesel, les voitures particulières à essence et les bus. Ces trois derniers modes étant utilisés pour réaliser l'essentiel des déplacements d'achat. Le covoiturage n'ayant pas été pris en compte pour les déplacements en voitures particulières, les facteurs d'émission comparés respectivement sont bien liés aux V.km pour les quatre différents modes.

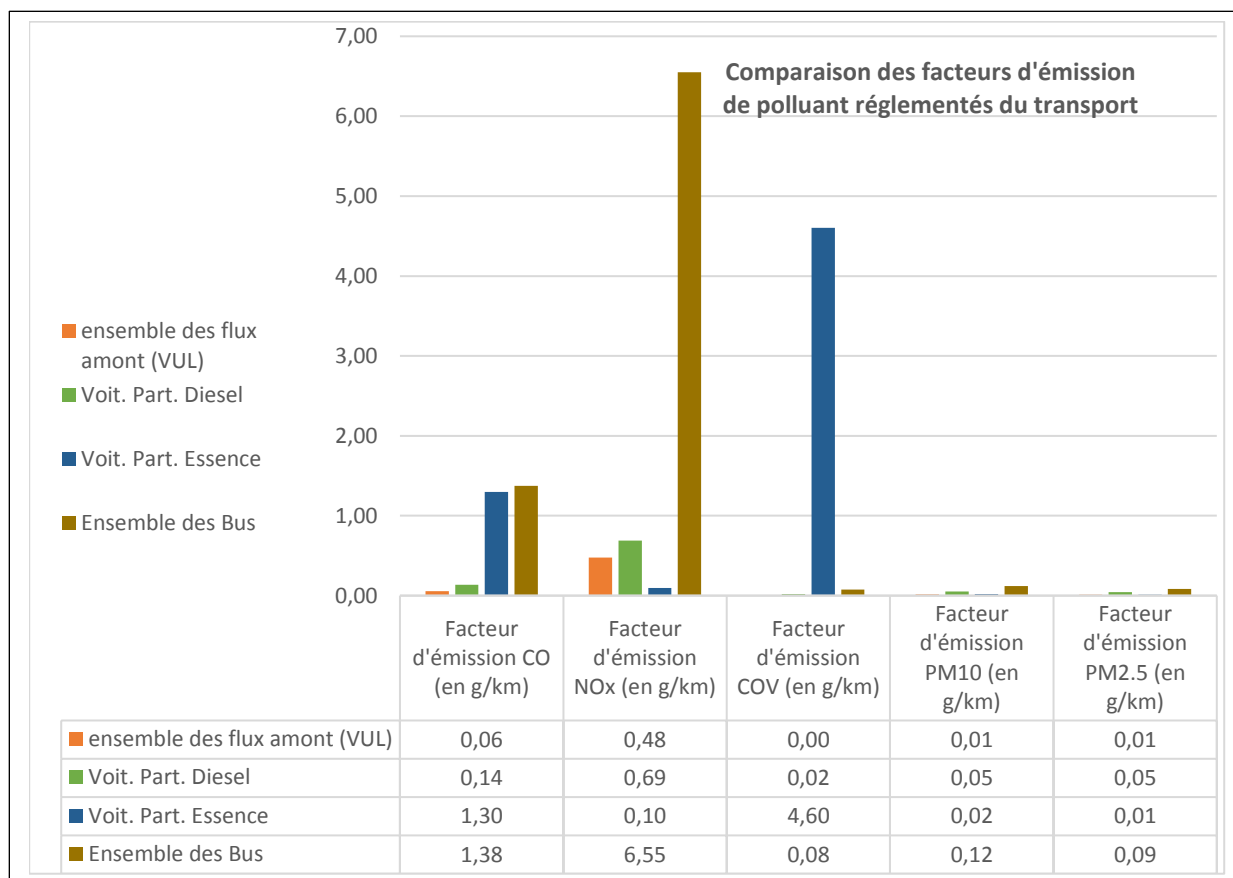


Figure 6-9 : Comparaison entre facteurs d'émission par kilomètre des flux amonts et aval

Comme le montre cette figure, par kilomètre, un véhicule utilitaire léger utilisé qui fonctionne au diesel pour la livraison en amont émet moins de CO, de NOx qu'une voiture particulière fonctionnant au diesel par exemple. Or le réapprovisionnement de tout le magasin se fait avec une dizaine d'aller-retour entre la plateforme et le magasin. Les faibles facteurs d'émission de ces véhicules utilitaires légers sont certes dus à leur âge, le parc du transporteur étant très récent (véhicules diesels datant de 2015 ou plus récents). Mais on comprend avec ces chiffres que

l'impact des flux de déplacement d'achat soit ultra majoritaire dans l'ensemble des flux de logistique urbaine.

En justifiant le choix d'insérer notre étude dans une approche territoriale de la logistique urbaine, nous avons évoqué les spécificités du système urbain qu'il faut prendre en compte. En restant concentré sur ces facteurs d'émission, on se rend compte que l'impact environnemental de l'ensemble des flux dépend aussi des choix de mode de déplacement de la population et de la vitesse de circulation. Cette vitesse de circulation est l'une des spécificités principales de la circulation en milieu urbain. Les véhicules utilitaires légers assurant les flux amont dans notre cas d'étude circulent sur en milieu urbain seulement pour 5% de leur trajet, 90% sur autoroute et 5% en milieu rural (Pour les vitesses moyennes considérées et d'autres détails, se référer aux annexes (*annexes VI-1 : notes de calculs des impacts avant déménagement*)). Ceci est un paramètre réduisant leur facteur d'émission pour certains polluants comme nous le verrons plus loin dans l'analyse comparative des impacts avant et après déménagement du magasin.

Finalement, deux premiers enseignements se dégagent ici. D'abord, nous avons vu plus haut qu'à Saint-Etienne 20% des magasins à l'intérieur du boulevard périphérique sont livrés en trace directe (Interface Transport cité par F. Bellouanas, 2012). Même si ce cas d'étude paraît simple, il nous enseigne que tout au moins pour ces 20% de commerces, la maîtrise de l'impact environnemental des flux de logistique urbaine se jouera essentiellement sur les déplacements d'achat. C'est peut-être aussi le cas de plusieurs autres territoires urbains, notamment celles affichant les mêmes dynamiques urbaines que la métropole stéphanoise. Par ailleurs, ces résultats invitent aussi à creuser les cas de différentes catégories de magasins. La répartition des impacts entre flux amont et aval sera sans doute différente. Nous dirons que l'ensemble des mesures visant à encadrer les flux amont de logistique urbaine porte ses fruits, de sorte que l'un des défis les plus incontournables aujourd'hui reste la maîtrise des flux aval.

2.3.4.2. La composition des flux de déplacement d'achat

La figure 6-10 présente la décomposition de l'ensemble des impacts de déplacement d'achat par mode, tout en permettant de comparer ces parts d'impacts avec les parts respectives de ces modes dans l'ensemble des distances parcourues. Plusieurs enseignements peuvent être tirés de cette figure, mais nous en évoquons deux, en attendant d'aborder les autres dans les paragraphes suivants.

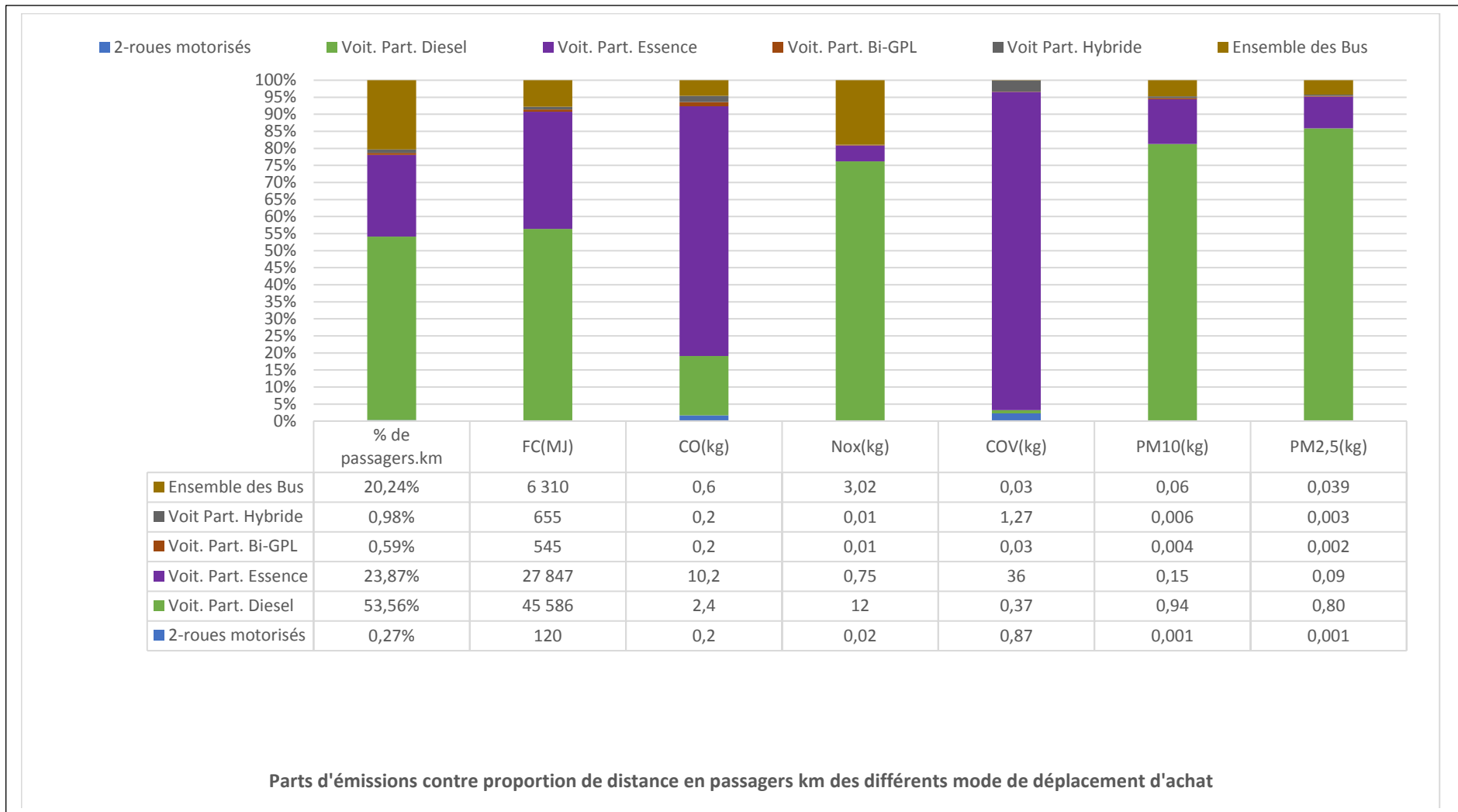


Figure 6-10 : la composition des impacts liés aux flux de déplacement d'achat.

a- Les deux-roues motorisés, grands émetteurs de composés organiques volatils

Pour chacun des polluants considérées, les parts d'émission des véhicules hybrides, des véhicules fonctionnant au gaz de pétrole liquéfié et des deux-roues motorisés semblent presque négligeables, tout comme leur part respective de distance parcourue. On peut signaler cependant que les véhicules hybrides (essence-électrique) et les deux-roues motorisés (essence) émettent des parts non négligeables de composés organiques volatils (COV). On remarque en effet sur le tableau de données annexé à la figure que ces deux modes sont les deux plus grandes émettrices de ces polluants d'après les voitures particulières à essence. Le tableau VI-12 présenté plus haut confirme d'ailleurs que les deux-roues motorisés ont un facteur d'émission de COV (16,16 g/km) relativement élevé, dépassant largement tous les autres modes (les voitures particulières à essence arrivent en deuxième position avec seulement 4,6g/km). Ces deux-roues motorisés sont pourtant celui des modes qui consomme le moins d'énergie (essence) au km : 1,7 MJ/km (soit environ 5 Litre aux 100km).

b- Le bus comme le moins polluant des modes considérés

Le deuxième enseignement qui saute presque à l'œil est que le bus semble être le moins polluant de tous. Pour 20% des distances parcourues, il est à l'origine respectivement de 7,8% de consommation d'énergie, 3,94% de monoxyde de carbone, 18% de NOx, 0,06% de COV, 4,82% et 4,32%. Ce bilan aurait pu être meilleur si nous avions obtenu les chiffres réels concernant la flotte de bus stéphanois. Nous avons conduit nos calculs en supposant que tous les bus en circulation sont de la norme Euro IV, et que cette flotte ne comporte que 3,6% de Trolley bus. Or à Saint-Etienne, la flotte est renouvelée. Le parc est en grande partie plus récent que les véhicules de la norme Euro IV. La part de trolleybus a aussi augmenté sensiblement ces dernières années. Malheureusement, nous n'avons pas obtenu les données précises relatives à ces changements pour alimenter nos calculs.

Mais pourquoi seulement 20% des distances sont parcourues en bus vers un magasin localisé dans le cœur de ville ? La réponse a sans doute été apportée plus tôt au chapitre 4 lors de l'analyse descriptive de l'enquête. Ce magasin bien qu'étant localisé en centre-ville recrute une grande part de clients habitant l'intérieur de la métropole et qui y viennent en voiture pour divers motifs. Aussi, une autre part, de l'ordre du tiers de sa clientèle, fait des navettes domicile-magasin-domicile depuis l'extérieur de la ville, et pour la plupart en voiture.

Nous dirons donc finalement au sujet des bus, que deux questions semblent résumer les enjeux, si l'on souhaite maîtriser l'impact environnemental des flux de déplacements d'achat. D'abord, quelle est l'accessibilité en bus du magasin concerné pour chacun de ses clients ? Dit autrement, comment augmenter la part modale et la qualité du bus urbain et par-delà des transports en commun lorsqu'il s'agit des déplacements d'achat? Cette question renvoie à la fois aux capacités de la collectivité à financer les transports en commun et à la localisation commerciale, et notamment à la notion de commerce de proximité. Ensuite, peut-on continuer de raisonner par la commune sur les questions de localisation commerciale alors que les transports en commun sont financés par une mutualisation à l'échelle de l'intercommunalité ? Ils relèvent pour notre cas d'étude des compétences de la métropole. En attendant d'aborder cette seconde question dans le prochain paragraphe dédié à la différentielle d'impacts liés au déménagement du magasin, nous pouvons évoquer la première.

Plusieurs réflexions ont rappelé la faible marge de manœuvre dont disposent les collectivités publiques sur le sujet du transport en commun. Cette faible marge de manœuvre se traduit d'un côté par la nécessité de limiter l'impact de la mobilité urbaine sur l'environnement. D'un autre côté, il y a les difficultés financières à maintenir les réseaux déjà en place et à en déployer de nouveaux, mais aussi la question du taux de remplissage des transports, notamment au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville. B. Faivre d'Arcier (2012) montre par exemple qu'entre 1981 et 2011, les coûts des réseaux de transports sont restés croissants, passant du simple au triple aussi bien dans les petites villes que dans les grandes. Les recettes issues des réseaux de transport ont aussi augmenté dans les mêmes proportions, sauf qu'elles ne font que le tiers des coûts. Les deux-tiers restant sont financés par la collectivité publique, l'Etat, des emprunts et les entreprises ayant au moins onze employés à travers le « Versement Transport ». B. Faivre d'Arcier (2012) montre justement qu'en dehors de l'Ile-de-France, en 2010, les ressources globales des autorités organisatrices de transport étaient constituées des recettes commerciales pour 20% seulement, du financement de la collectivité pour 30% et de 50% issus des Versements-Transports. Avec un financement de plus en plus délicat, il semble peu réaliste d'espérer une grande amélioration de l'offre en transport en commun. Mais heureusement, il existe d'autres paramètres pour améliorer le profil environnemental des flux de logistique urbaine. Nous avons montré au chapitre 5 précédent que le mode de déplacement utilisé au quotidien pour les déplacements contraints (le domicile-travail) peut sensiblement influencer le choix de fréquenter une localisation commerciale ou une autre. Inciter les consommateurs à utiliser de manière optimale l'offre de transport en commun existant et faire adhérer à des

modes actifs pour les déplacements d'achat passent sans doute par une localisation commerciale qui s'insère au mieux dans les comportements de mobilité de chacun. En se demandant ce qui peut faire réduire les distances parcourues dans le cadre des déplacements d'achat et donc favoriser ces modes, on peut vite déboucher sur une question que nous aborderons plus loin : qu'est-ce-qu'un commerce de proximité finalement?

2.3.4.3. Résumé pour le magasin de centre-ville

On retiendra au total pour le magasin de centre-ville avant son déménagement pour une semaine de vente et pour l'ensemble des flux amont et aval:

- ✓ Surface de vente : 1800 m²
- ✓ 8,11 soit environ 8 opérations de livraison depuis la plateforme logistique de Corbas
- ✓ Ces opérations de livraisons se font avec des véhicules utilitaires légers de charge utile 1,3 tonne, fonctionnant au diesel avec un taux de remplissage moyen de 43%.
- ✓ Les flux amont totalisent en moyenne 974 V.km en aller-retour par semaine.
- ✓ Ces flux amonts incluent l'approvisionnement du magasin pour les achats en ligne destinés à être retirés dans le magasin.

- ✓ Les flux de déplacement d'achat totalisent environ 39 000 kilomètres tous modes compris, en supposant qu'il n'y a pas de covoiturage dont 3900km de marche, 6400 km en bus et 2570 km en trolleybus, tramway et train.

- ✓ L'ensemble des flux amont et aval provoquent la combustion de l'équivalent de 88 GJ de carburant, les véhicules électriques et trolleybus non compris.

- ✓ La consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre exprimées en CO_{2e} et les émissions de polluants réglementés des transports sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau VI-24 : Magasin de centre-ville: Impacts hebdomadaires estimés

	PM10 (Grammes)	PM _{2,5} (Grammes)	CO (Grammes)	Nox (Grammes)	COV (Grammes)	GES (kg de CO ₂ e)	Energie consommée (MJ)
Ensemble du magasin/ semaine	1150	910	16100	16800	6280	6290	87500
Part flux amont : en moyenne 8 livraisons par semaine	25	20	100	500	1,3	220	3000
Part flux aval	1130	890	16000	16300	6278,7	6070	84500
Pour 100m² de magasin/ semaine	64	51	894	933	349	349	4861
Par opération de livraison	143,75	114	2013	2100	785	786	10938
Par client par semaine visitant le magasin	0,062	0,049	0,86	0,90	0,34	0,34	4,68

3. Application à la FNAC de Monthieu : quelles différentielles d'impacts avec le magasin de centre-ville ?

Dans ce paragraphe, nous présentons d'abord le profil environnemental du magasin dans sa nouvelle localisation après le déménagement, et ensuite la variation des impacts sur l'environnement du déménagement.

3.1. Impacts sur l'environnement des flux de transport générés par le magasin dans ses nouveaux locaux en périphérie de Saint-Etienne.

L'évaluation environnementale des flux amont et aval générés par l'activité du magasin dans ses nouveaux locaux après le déménagement a été conduite dans une démarche similaire à l'évaluation de la situation de référence. Après avoir précisé le but et le périmètre de l'étude, nous présentons ce qui a changé dans la démarche avant de présenter les résultats.

3.1.2. Système étudié, but, unité fonctionnelle et périmètre de l'étude

3.1.2.1. Système étudié

Le système étudié est constitué par l'ensemble des flux de transport amont et aval qu'entraîne l'activité du magasin localisé dans un centre commercial en périphérie Est de la ville de Saint-Etienne. La surface commerciale du magasin couvre une superficie de 1400m². Ce système correspond à celui décrit au paragraphe §1.1.1. de ce chapitre, à l'exception de la localisation du magasin et de la superficie couverte par la surface de vente qui ont changé après son déménagement.

3.1.2.2. But de l'étude

Les but de l'étude est d'évaluer l'impact environnemental de l'ensemble des flux amont et aval générés par le magasin dans cette localisation. Cette évaluation permettra de mesurer les différentiels d'impacts avec la situation de référence. Cette situation de référence est celle où le magasin est localisé en centre-ville, et dont nous avons évalué les impacts sur l'environnement des flux amonts et aval plus haut.

3.1.2.3. Unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle est la même que pour la situation de référence : assurer les déplacements amont et aval générés par une semaine d'activité par mètre-carré de magasin. Le rapport à la superficie de vente est destiné à assurer la comparabilité avec la situation de référence.

3.1.2.4. Périmètre de l'étude

Les flux de transport évalués sont limités en amont à la plateforme logistique de Corbas, et en aval aux déplacements d'achat des clients en magasin. Les flux de livraison à domicile et en point relais sont donc exclus. Quant aux impacts, ils sont limités aux émissions de gaz à effet de serre (GES) et aux polluants réglementés du transport. Les émissions de GES calculées et exprimées ensemble en CO₂e sont celles du CO₂, du CH₄ et du N₂O. Les émissions de gaz fluorés sont négligées par hypothèse, afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux de la situation de référence. Les polluants réglementés du transport pris en compte sont le NO_x, les COV, le CO, les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

3.1.3. Méthodologie de calcul

La démarche adoptée est celle utilisée pour la situation de référence. Mais un seul outil de calcul sera utilisé ici. Il s'agit de COPERT 5.1. Notre objectif est de comparer faire une comparaison à la situation de référence. Or COPERT nous permet d'estimer à la fois les GES et les polluants règlementés du transport. Nous sommes conscients que cet outil présente la limite de ne prendre en compte que les impacts directs. Mais nous l'avons préféré à la Base Carbone de l'ADEME parce que ce dernier ne nous aurait pas permis d'estimer les deux groupes d'impacts. De plus, un mix entre les deux outils ne favoriserait pas à notre sens la lecture des résultats.

La modélisation des données permettant d'estimer les facteurs d'émission et les distances parcourues pour une semaine type de vente est la même que celle utilisée pour l'évaluation de la situation de référence et détaillée plus haut.

3.1.4. Résultats

3.1.4.1. Des émissions de GES proportionnelles à la combustion de carburant

Comme on peut le voir sur la figure 6-11, les émissions de GES calculées avec COPERT sont proportionnelles à la consommation d'énergie. L'outil n'estime en fait que les émissions directes. Il ne prend donc pas en compte les émissions et les consommations d'énergie indirectes liées en amont à la production de l'énergie ou à la fabrication du véhicule.

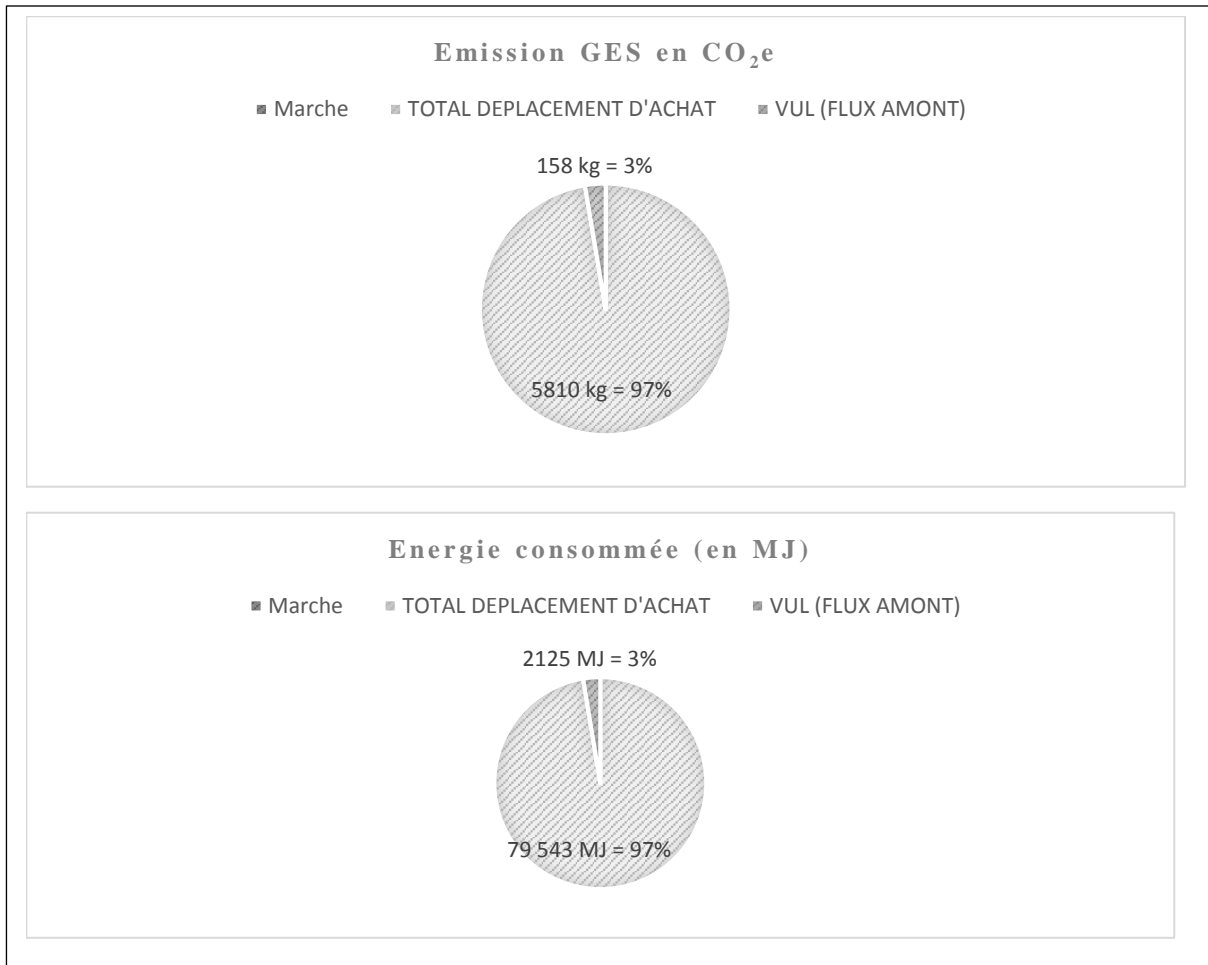


Figure 6-11 : Parts de consommation de carburant et d'émission de gaz à effet de serre après déménagement. Ensemble du magasin

3.1.4.2. Une faible part due aux flux amonts dans les polluants réglementés du transport

La figure 6-12 montre que la part des flux amont dans les émissions de polluants réglementés du transport est très faible, comme c'était déjà le cas pour les gaz à effet de serre. Les flux aval sont donc à l'origine de l'essentiel de l'impact sur l'environnement des flux de la distribution urbaine.

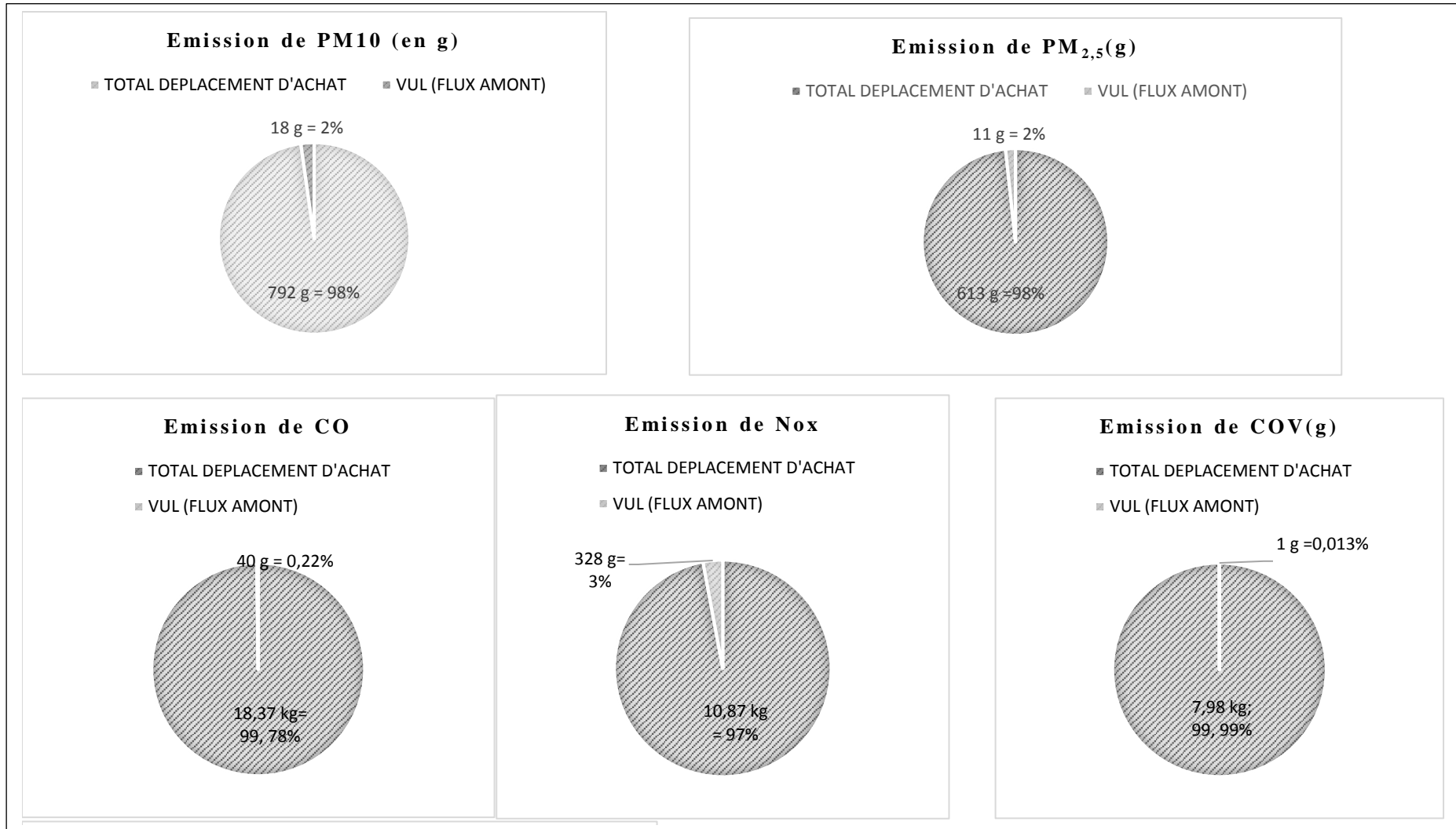


Figure 6-12 :Parts des flux amont et aval dans les émissions de polluants réglementés du transport- Ensemble du magasin de Monthieu

3.1.4.3. Des parts d'émission non proportionnelles aux distances parcourues par modes

Comme le montrent les figures 6-13 et 6-14, la part de distances parcourues peut être proportionnelle à la consommation d'énergie fossile et à l'émission de gaz à effet de serre. Mais il n'y a aucun rapport de proportionnalité entre la part de distance parcourue et l'émission des polluants réglementés du transport.

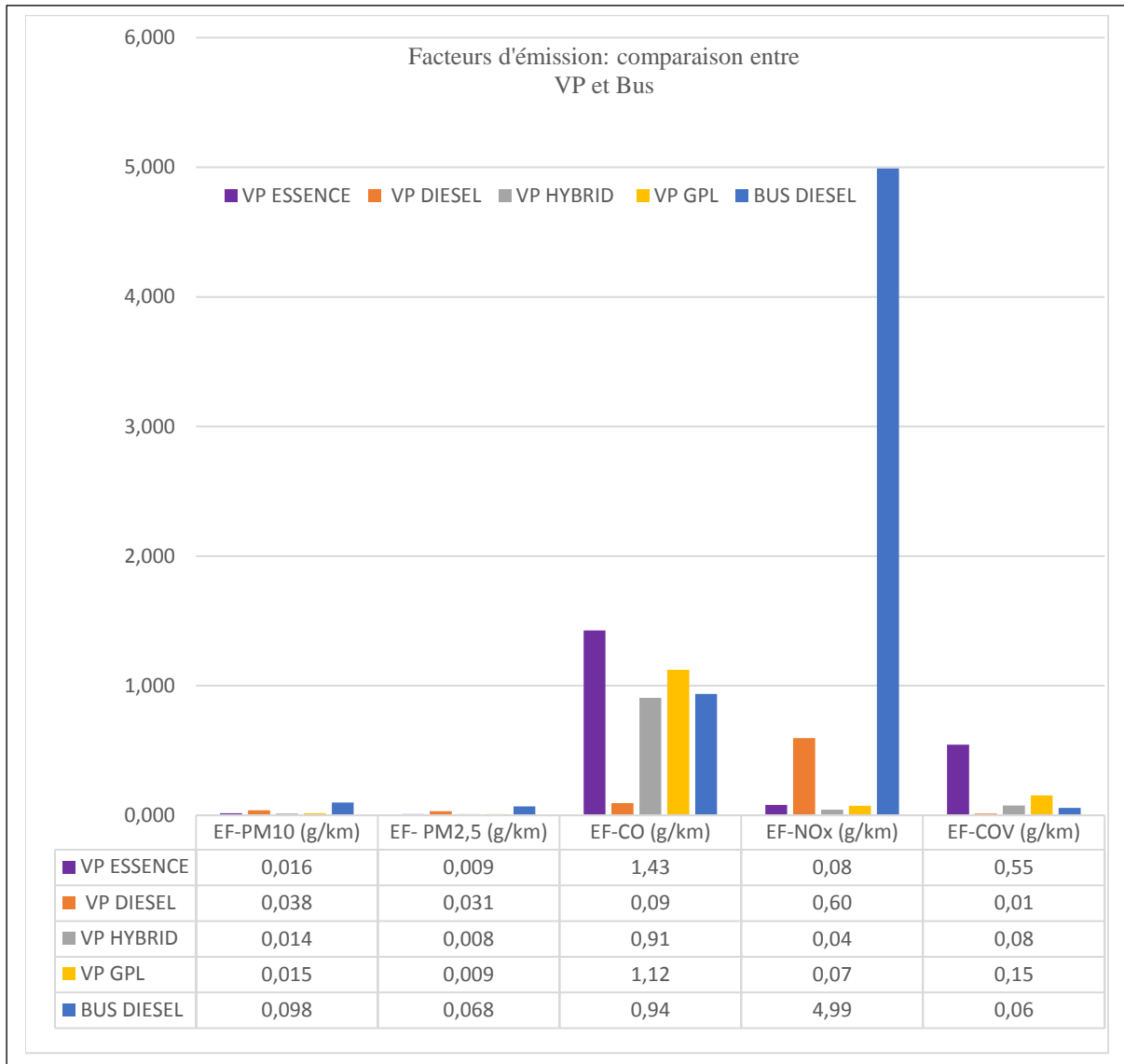


Figure 6-13 : Facteurs d'émission : comparaison entre voiture particulières et bus

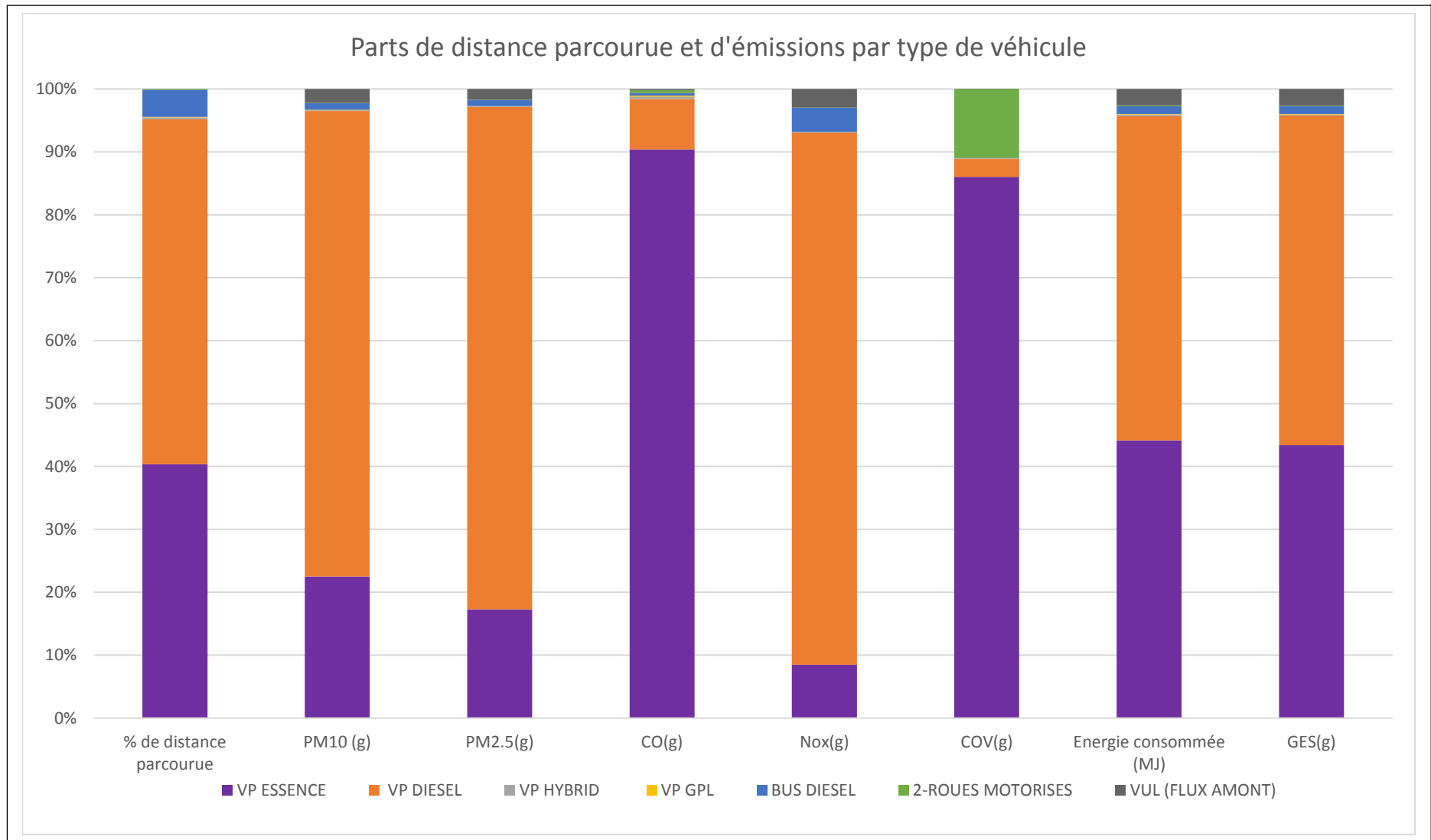


Figure 6-14 : les distances parcourues et la consommation d'énergie sont proportionnelles aux émissions de GES mais pas à celles de polluants réglementés du transport.

3.1.4.4. Synthèse des résultats pour le flux générés par le magasin après déménagement

Finalement, pour le magasin de Monthieu en périphérie de Saint-Etienne, on retient pour l'ensemble des flux amont et aval, pour 100m² de surface de vente et par semaine :

- ✓ 6,73 soit environ 7 opérations de livraison depuis la plateforme logistique de Corbas
- ✓ Ces opérations de livraisons se font avec des véhicules utilitaires légers de charge utile 1,3 tonne, fonctionnant au diesel avec un taux de remplissage moyen de 41%.
- ✓ Les flux amont totalisent en moyenne 767 V.km par semaine.
- ✓ Ces flux amonts incluent l'approvisionnement du magasin pour les achats en ligne destinés à être retirés dans le magasin.
- ✓ Les flux de déplacement d'achat totalisent 29587 kilomètres tous modes compris, en supposant qu'il n'y a pas de covoiturage dont 700km de marche, 1200 km en bus et 44 km en trolleybus. Les 27 600 kilomètres restant sont effectués en voiture particulière.
- ✓ L'ensemble des flux amont et aval provoquent la combustion de l'équivalent de 82 GJ de carburant, les véhicules électriques et trolleybus non compris.
- ✓ Les émissions de gaz à effet de serre exprimées en CO₂e et les émissions de polluants réglementés des transports sont consigné dans le tableau suivant.

Tableau VI-25 : Magasin de Monthieu: Impacts hebdomadaires calculés.

	PM ₁₀ (Grammes)	PM _{2.5} (Grammes)	CO (Grammes)	NO _x (Grammes)	COV (Grammes)	GES (kg de CO2e)	Energie consommée (MJ)
Ensemble du magasin/ semaine	810	625	18410	11200	7982	5970	81670
Part flux amont : en moyenne 7 livraisons par semaine	20	10	40	300	1	160	2130
Part flux aval	790	615	18370	10900	7981	5810	79540
Pour 100m² de magasin/ semaine	58	45	1315	800	570	426	5834
Par opération de livraison	116	89	2630	1600	1140	853	11667
Par client par semaine visitant le magasin	0,06	0,05	1,37	0,84	0,60	0,45	6,10

3.2. Comparaison avec la situation de référence : quelles différentielles d'impacts ?

3.2.2. Comparaison des quantités brutes d'émissions et comparaison des valeurs rapportées à la surface de vente

La comparaison brute des impacts des flux hebdomadaires générés par magasin montre, par rapport à la situation de référence, une nette variation des quantités d'émission et de la consommation de carburant.

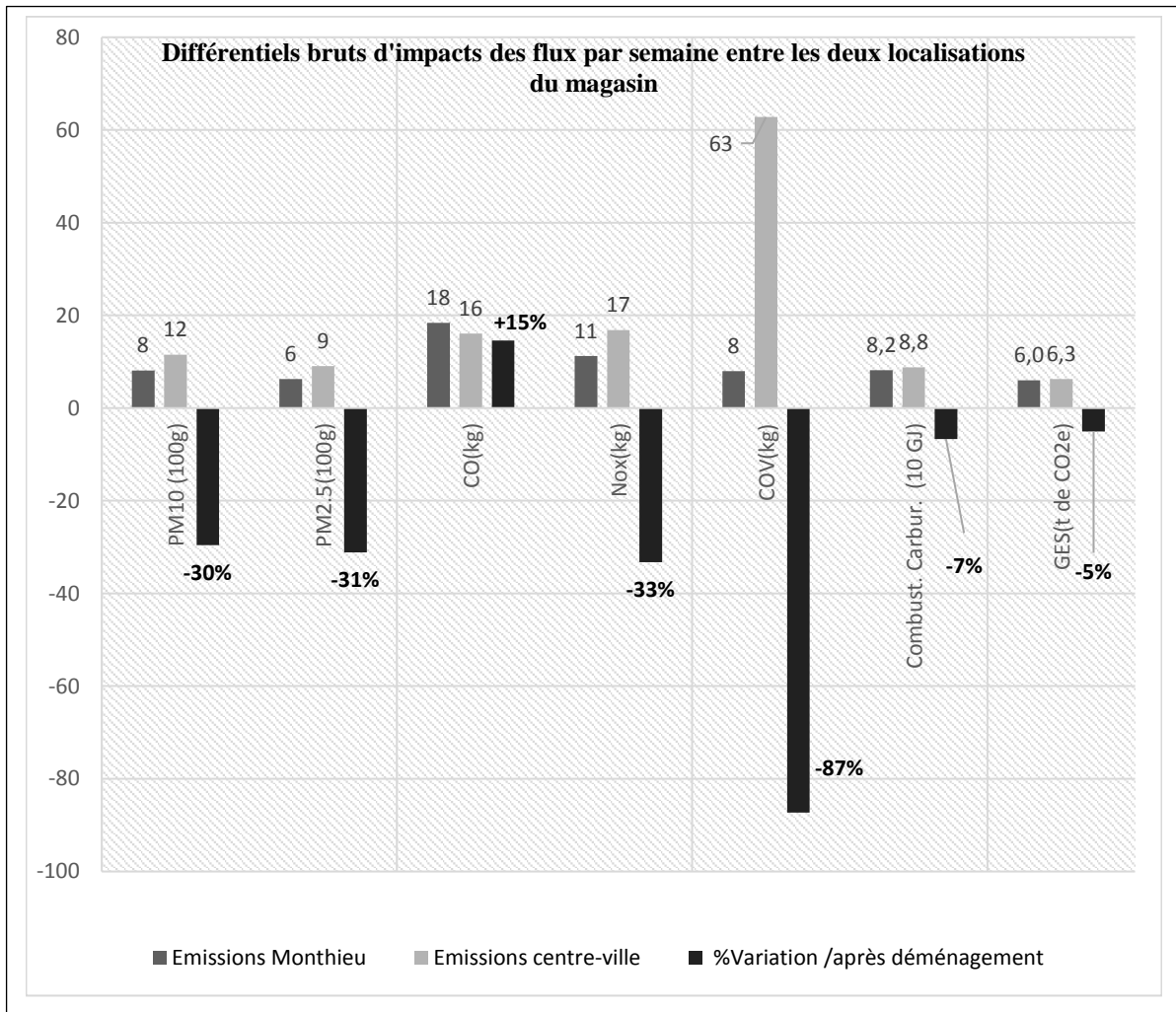


Figure 6-15 : Variation à l'échelle du magasin des impacts des flux après déménagement

Si les émissions de monoxyde de carbone (CO) augmentent de 15%, on observe une réduction de presque tous les autres impacts des flux générés par le magasin après son déménagement comme le montre la figure 6-15. Il s'agit en effet d'une réduction très faible pour la quantité de carburant consommée et les émissions de GES qui en découlent : 5 et 7% respectivement. L'écart est un peu plus grand, de l'ordre du tiers pour les PM10, les PM2,5 et les NOx, tandis que la quantité de COV émise connaît une forte diminution, de 87% par rapport aux émissions

du magasin de centre-ville. On pourrait a priori mettre ces écarts sur le compte de la superficie de vente qui a été réduite de 22% avec le déménagement, passant de 1800 à 1400 m².

La figure 6-16 permet de prendre en compte la superficie de la surface commerciale en représentant les impacts pour 100m² de magasin dans chaque cas.

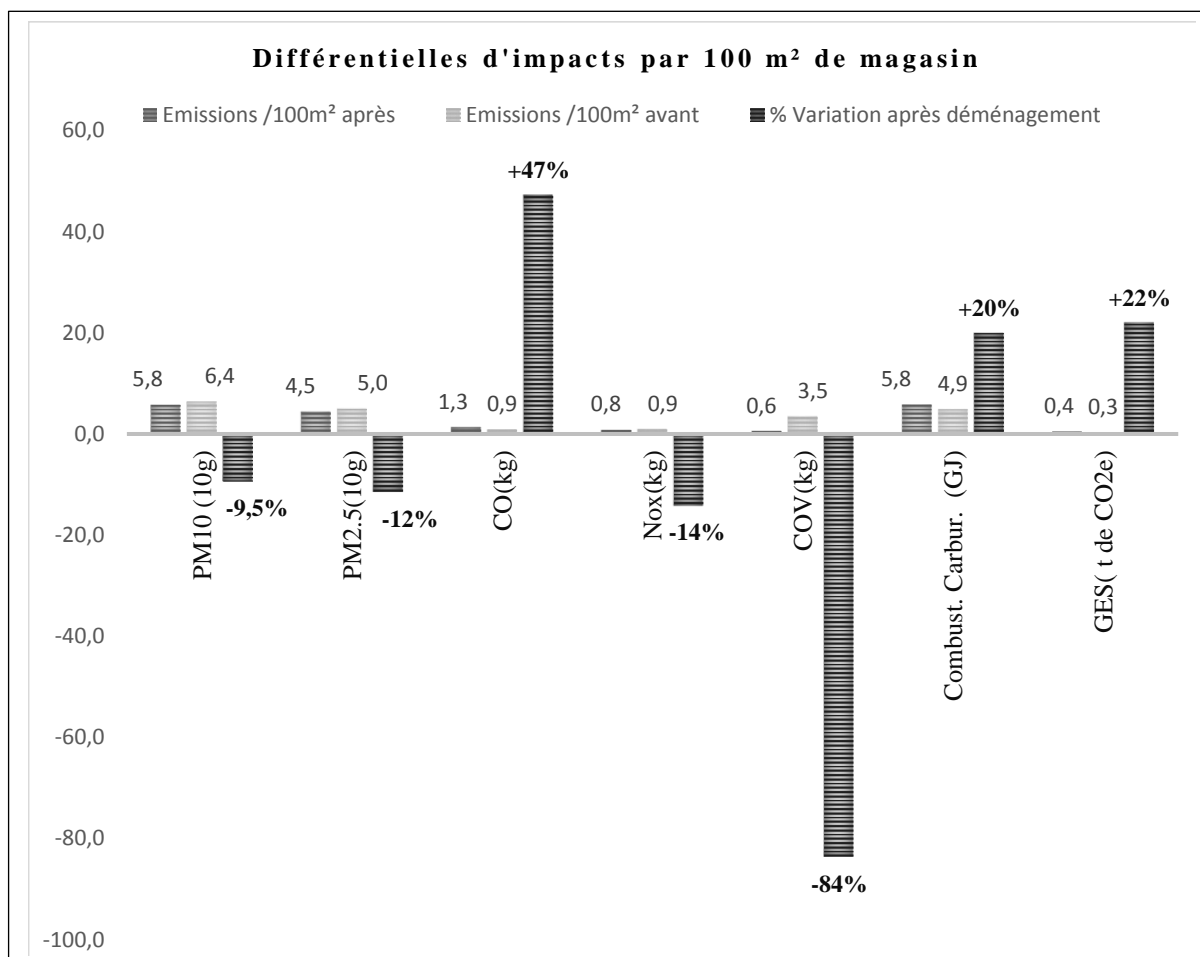


Figure 6-16 : Variations des impacts après déménagement pour 100m² de surface commerciale.

La variation est moins systématique une fois rapportée à la surface de vente. Elle est nuancée selon l'impact considéré. Ainsi, les particules fines PM10 et PM2,5 diminuent respectivement d'environ 9% et 11%, le NOx de 14% et les COV de 84%. Par contre, le CO augmente de 47%, la combustion de carburant de 20% et l'émission de gaz à effet de serre de 22%.

3.2.3. Discussion

Plusieurs interrogations et réflexions peuvent venir à l'esprit lorsqu'on essaie d'expliquer ces écarts entre les impacts des flux générés par le magasin de centre-ville et ceux du magasin dans sa nouvelle localisation en périphérie.

3.2.3.1. La réduction des flux amont est insuffisante pour expliquer les écarts

On peut penser à la réduction des flux amont pour expliquer ces variations. Le déménagement du magasin provoque en effet une réduction de la longueur de la distance de livraison depuis la plateforme de Corbas. Cette réduction se justifie doublement. Il y a la suppression de la part urbaine de 3 kilomètres due à la proximité de la nouvelle localisation d'avec l'autoroute. Il y a ensuite la réduction du nombre de livraisons. La figure 6-17 suivante montre la variation de l'impact des flux amont, mise en relief avec la variation des distances parcourues par les VUL, exprimées ici milliers de véhicules.km.

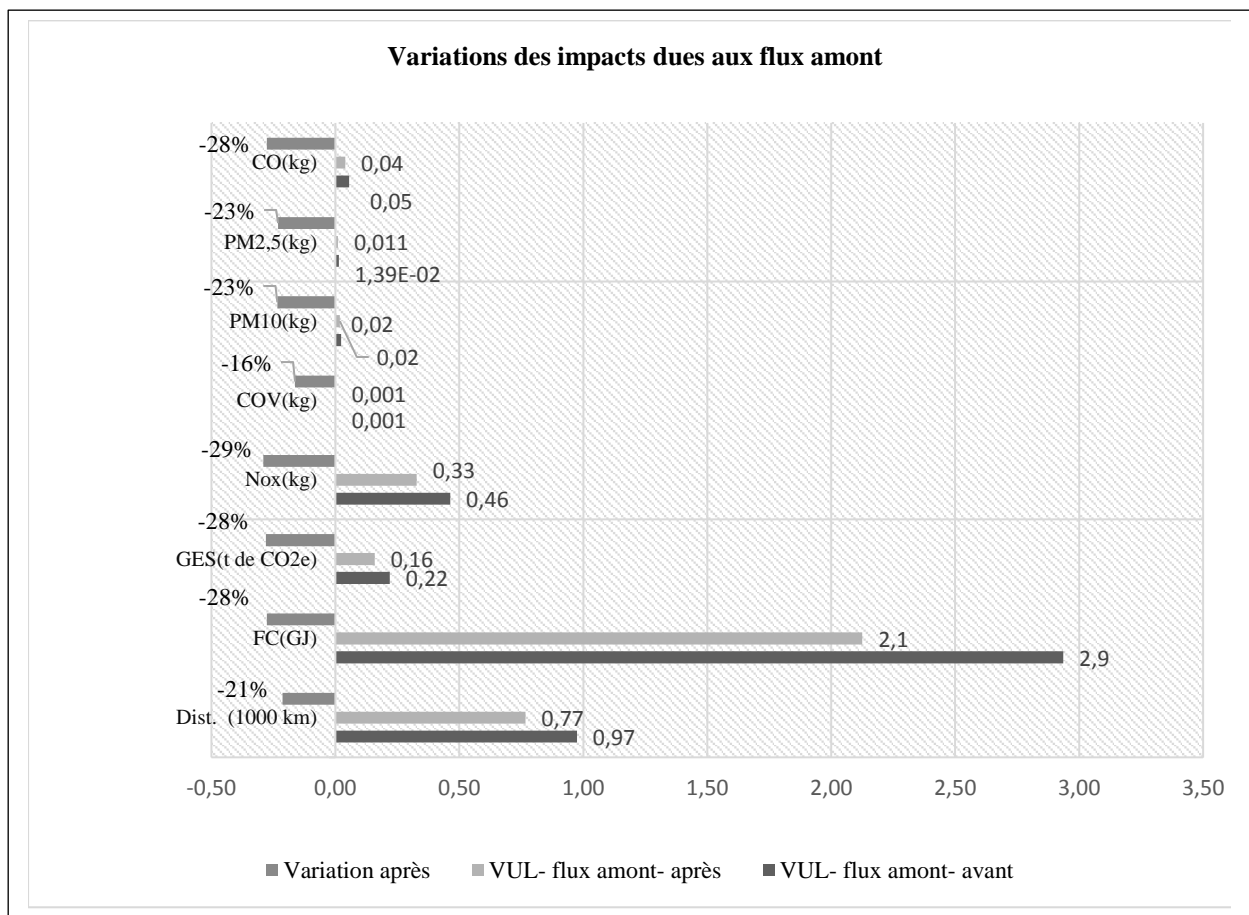


Figure 6-17 : Impacts avant/après des flux amont- Variations

Cette figure montre que les écarts observés entre les impacts de l'ensemble des flux d'avant et ceux d'après le déménagement ne sont pas uniquement dus à la réduction de 3km des flux amont. En effet, les impacts des flux amonts ont tous diminué de 16% à 29% alors que la distance totale parcourue en véhicules.km a diminué de 21% (voir tableau VI-13 ci-dessous). Ces variations d'impact de la figure 6-17 ne sont pas proportionnelles à la réduction de la distance en longueur. Il y a sans doute l'influence de la circulation sur la part urbaine du trajet vers le magasin de centre-ville.

Tableau VI-26 : Variation avant/après des distances en véhicules.km par mode (pour l'ensemble du magasin chaque fois)

	Distances parcourues par semaine- après)	Distances parcourues par semaine- (avant)	Variation après déménagement
Ensemble VP	27611	26041	+ 6%
Bus diesel	1204	6399	-81%
2-Roues Motorisés	32	88	-63%
Tram, Trolleybus, Train	44	2567	-98%
Marche	696	3917	-82%
Total déplacement d'achat	29587	39012	-24%
VUL (flux amont)	767	974	-21%

Le tableau VI-26 montre justement comment varient les distances parcourues pour chaque mode. Il montre que la distance totale parcourue par mode a diminué pour les déplacements d'achat. Mais la part qui a diminué est en principe celle dont on attendrait le moins d'impacts à savoir les modes actifs, (marche et vélo, désignés ici par « marche »), bus, trolleybus, tramway et train. La circulation automobile au sujet de laquelle nous nous interrogeons au chapitre 4 a quant à elle augmenté de 6%.

Au total, les flux de déplacement d'achat ont diminué de 24% dans l'ensemble et les flux amont de 21%, ce qui reste dans le même ordre de grandeur que la réduction de la surface de vente qui a diminué quant à elle de 22,22%.

Pour comprendre les différentielles d'impacts respectifs, deux questions se posent dès lors. D'abord, quels facteurs vont réduire les flux de déplacement d'achat ? Ensuite, les différentielles d'impacts n'étant pas proportionnelles à la réduction de la distance parcourue, quels autres facteurs peuvent présider à ces variations ?

3.2.3.2. Rythme de fréquentation, boucle de déplacement et choix modal : des choix individuels de déplacement qui pèsent dans les impacts sur l'environnement.

a- Le rythme de fréquentation

La modélisation du choix des clients d'adhérer ou non au déménagement du magasin nous a révélé que le rythme de fréquentation en est un facteur essentiel. En codifiant le rythme de fréquentation de la visite hebdomadaire à la visite annuelle, ce postulat est appuyé par les statistiques issues de l'enquête après déménagement. Elles montrent que les clients adhèrent d'autant plus à cette nouvelle localisation en périphérie qu'ils fréquentent rarement l'enseigne

(voir figure V-11-a, chapitre 5). Comme le montrent les données d'enquête, le rythme de fréquentation semble être l'une des différences majeures entre les deux localisations du magasin. En effet, même pour des déplacements aboutissant tous à un achat, les clients du centre-ville reviennent plus fréquemment que ceux du magasin localisé en périphérie. Nous n'avons pas pu documenter la conséquence sur le chiffre d'affaire, mais une conséquence certaine en est la réduction des flux de déplacement d'achat entraînés. Alors, les déplacements d'achat supprimés du fait de l'excentrement du magasin peuvent occasionner un rabattement sur d'autres enseignes : concurrents restés en centre-ville, achats en ligne, etc. Dans ce cas il ne s'agit pas en fait de réduction mais de déplacements d'impacts sur l'environnement. Mais il n'est pas à exclure qu'une partie de ces achats soient simplement supprimés. Cette hypothèse serait peu probable pour des biens de première nécessité. On ne peut en supprimer l'achat. Mais la FNAC ne vend pas que des biens de première nécessité. Donc l'hypothèse que le déménagement du magasin en périphérie provoque la suppression de certains achats n'est pas à exclure. Certains impacts peuvent être déplacés, mais d'autres peuvent donc avoir été supprimés du fait du changement de localisation.

En résumé, nous dirons que le rythme de fréquentation peut être influencé par la localisation. Mais surtout, c'est un facteur d'influence sur les flux de déplacements et sur leurs impacts environnementaux. Nous l'avons introduit comme paramètre dans la modélisation des distances parcourues pour définir une semaine type d'activité du magasin. S'étant révélé facteur distinctif entre les deux localisations, il nous semblait donc cohérent qu'il ait un poids dans l'impact sur l'environnement des flux générés.

b- Proximité, distance parcourue et boucle de déplacement

Le rythme de fréquentation peut aussi être vu comme l'expression de la proximité du magasin avec ses clients et de sa manifestation. En effet, le magasin du centre-ville reçoit des visites plus fréquentes parce qu'elle est proche du client à l'heure où il est disponible. Les visites fréquentes au magasin du centre-ville n'étaient pas seulement celles des habitants du centre-ville. Ces visiteurs fréquents sont surtout des clients se trouvant chaque jour ouvrable dans l'hypercentre qui est un bassin d'emploi mobilisant des travailleurs venant aussi de l'intérieur de la métropole et au-delà comme nous l'avons déjà évoqué. Ils viennent aussi d'un peu partout dans la zone d'influence du magasin les samedis faire leurs courses, se distraire ou visiter des proches entre autres. Finalement, il semble que la proximité d'un magasin avec ses clients n'est pas toujours une proximité géographique avec les domiciles ni une proximité d'avec le centre-

ville. Ce qui se dégage de cette étude est que la proximité d'un magasin se mesure à la probabilité qu'il soit localisé à un lieu d'intérêt pour le client potentiel, au lieu où ce dernier se retrouve à l'heure où il est disponible pour acheter ou sur les itinéraires qu'il emprunte. Ainsi, un exemple de manifestation de cette proximité avec les clients est l'achat sur internet. On peut penser que le commerce électronique pourrait ainsi devenir le plus fréquenté s'il n'était victime de réticences entre autres liées aux conseils du vendeur en magasin, à la sécurité des modes de paiement, à la préférence pour un choix physique du produit gage d'une meilleure satisfaction, ou à la volonté citoyenne du client de soutenir le commerce physique.

La proximité vue sous cet angle a une double influence sur l'impact environnemental des flux de déplacement d'achat. Elle se manifeste par la distance parcourue qui peut être distincte de la distance du domicile du client au magasin. Cette distinction s'exprime par la boucle de déplacement où s'insère le déplacement d'achat. La distance peut encourager ou décourager le choix de se déplacer vers une localisation commerciale comme nous l'avons vu au chapitre 5. La codification de la boucle déplacement en paramètre dans notre modélisation de la distance parcourue montre comment le chaînage des déplacements au quotidien peut impacter l'impact sur l'environnement. Mais la proximité est aussi synonyme de courte distance. Réduire la distance parcourue revient donc à localiser un magasin en minimisant la distance à parcourir pour l'atteindre, ce qui ne peut se faire sans prendre en compte l'origine du déplacement. Or une conséquence de la courte distance, comme le consacre la théorie de la ville des courtes distances, est le choix d'un mode de déplacement alternatif à la voiture. La proximité influence donc l'impact sur l'environnement des flux à la fois par le biais de la distance qui se réduit, mais aussi du choix modal.

Par ailleurs les déplacements domicile-travail sont connus pour être structurants pour l'ensemble de la mobilité urbaine. Aborder les déplacements d'achat selon leur insertion dans des chaînes de déplacement tels que ceux incluant le domicile-travail peut donc être porteur d'intérêt si l'on souhaite maîtriser leur impact sur l'environnement.

c- Le choix du mode déplacement

Pour expliquer les écarts entre les impacts des flux avant et après déménagement, on peut aussi recourir aux choix modes de déplacement de clients. Ces modes de déplacement sont représentés dans le modèle d'estimation des impacts par les facteurs d'émission respectifs. Nous avons vu à travers les calculs que les quantités de carburant consommé et la quantité respective de divers polluants émis varie beaucoup selon que le déplacement est fait en voiture

particulière à essence, diesel, GPL, GNV, à moto ou en bus, en tramway ou en train. Si la proximité peut dicter le choix modal comme nous l'avons évoqué plus haut, qu'est-ce qui peut aussi influencer le choix modal ?

Notre modélisation au chapitre 5 de l'adhésion au déménagement indexe le mode de déplacement quotidien comme un facteur déterminant. Ainsi, le choix de déplacement vers une localisation commerciale peut être directement relié au mode utilisé pour les déplacements domicile-travail du client considéré. Sachant que les déplacements domicile-travail sont au cœur des politiques publiques de mobilité, l'influence des modes de déplacement sur l'impact environnemental des flux de déplacement d'achat relève donc partiellement au moins de l'offre de mobilité mise en place. En fait, le choix modal a été théorisé par plusieurs réflexions dans la littérature et nous y revenons de manière un peu plus générale dans le prochain chapitre. R.-P. Desse (2001) a démontré que le mode de déplacement influence le comportement d'achat, mais que les généralisations sont difficiles. Si l'accessibilité en transport en commun peut entraîner la mixité de la clientèle, ses conséquences sont surtout d'après lui à analyser en considérant le type de commerce et le territoire urbain en étude (R.P. Desse, 2001). La modélisation ici testée sur le cas de la FNAC de Saint-Etienne s'inscrit bien dans cette perspective et permettent de prolonger la réflexion jusqu'aux impacts sur l'environnement. Les écarts entre impacts dus aux flux avant et ceux après déménagement indiquent que pour certains polluants les flux du magasin de périphérie émettent moins. Ils traduisent bien la particularité du cas stéphanois ajouté au type particulier de magasin étudié. F. Héran et M. Brichet (2003) ont démontré que les modes actifs, marche et vélo notamment, sont les principaux clients des petits commerçants. Leur raisonnement basé sur une enquête de terrain financée entre autres par l'ADEME est que les clients automobiliste achètent beaucoup mais viennent plus rarement que les cycliste et les piétons. Ces derniers biens que dépensant peu à chaque fois, permettent aux petits commerçants de cumuler un chiffre d'affaire bien plus élevé que celui offert par les automobilistes (F. Héran et M. Brichet 2003). Après avoir pris en compte le rythme de fréquentation de manière quantitative, nos résultats semblent rappeler la précision du détail que ces auteurs ont pris soin d'ajouter, et qui réside dans la typologie du commerce. Les politiques publiques du « libre choix modal » sont souvent conçues dans l'esprit de la liberté de choisir une alternative à l'automobile. Elles sont de trois ordres, mais ne sont pas très efficaces d'après H. Reigner (2013-a). Un premier ensemble consiste à mettre en place une offre de mobilité alternative à la voiture dans l'optique de susciter le report modal en défaveur de celle-ci : il se manifeste par la mise en place de tramways, de trolleybus et de bus performants. Si de tels politiques sont

efficaces en centre-ville, elles sont très vite essouffées au-delà, entre autre pour les difficultés financières à maintenir et étendre le réseau de transport en commun que nous avons déjà évoquées. Le deuxième groupe de politiques sont financières et consiste à rendre l'usage de l'automobile de plus en plus onéreux : coût élevé du permis de conduire, hausse du prix du carburant et du stationnement, péages urbains et taxes diverses. De tels mesures pausent, presque à l'évidence, une question de justice sociale. Le troisième ensemble de mesures consiste à construire une ville dense et compacte, qui soit donc une ville des courtes distances. Elles ne connaissent pas beaucoup plus de succès que les deux autres. En fait pense-t-elle à la suite de G. Dupuy (2002), contrairement à l'intuition, la densité urbaine ne serait pas la meilleure arme pour vaincre la dépendance automobile (H. Reigner 2013-a). Les seules politiques efficaces selon elle consistent à dégrader complètement l'accessibilité automobile par des mesures contraignantes comme la congestion causée par l'insuffisance des infrastructures routières. Un temps perdu dans la congestion suffisamment pourrait décourager de l'usage de l'automobile. Mais à de telles mesures sont souvent opposées des questions de justice socio-spatiale, notamment pour les ménages de plus en plus nombreux à habiter loin de la ville centre mais qui doivent s'y rendre entre autres pour travailler. La réalité traduite par nos résultats n'est pas bien loin. Saint-Etienne est une ville dense, qui met en place une offre de transport en commun assez efficace en centre-ville et qui le sont moins au-delà. Si le déménagement en périphérie d'un magasin du centre-ville n'entraîne pas une aggravation claire du profil environnemental des flux qu'il génère, cela ne traduit-il pas une inefficacité ou un caractère inadapté des politiques mises en œuvre ?

Sous l'angle de la modélisation du transport, et en particulier du modèle à quatre étape, JP. Antoni (2016) a aussi contribué à ce débat sur la théorisation du choix modal. Il s'est inspiré de plusieurs réflexions, dont notamment P. Bonnel (2002), T. Buhler (2015), Y. Crozet (2005), V. Kaufmann et al., (2001) et M-H. Massot et J.P. Orfeuil (2005). Il propose alors trois variables pour expliquer le choix modal. Il s'agit des caractéristiques du trajet, des caractéristiques de la personne qui se déplace et de l'offre globale de transport sur le territoire. Au sujet des caractéristiques du trajet, J. P. Antoni (2016) pense que la répartition des flux de transport est gouvernée par la localisation des générateurs de mobilité. Ces flux sont soit radiaux, soit périphériques. Ils sont intenses à proximité de ces générateurs de mobilités et s'amenuisent au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Ces générateurs de mobilité représentent les origines et les destinations du trajet. Dans notre étude, il peut s'agir du domicile, du magasin à visiter ou encore d'un lieu de travail qui crée avec le domicile, une boucle navette pendulaire

où s'insère un détournement au magasin. Dans ce contexte, le choix modal dépend de la localisation de ces générateurs de mobilité et en même temps de l'offre de transport. Ainsi, si l'origine et la destination du trajet ne peuvent être reliés que par un nombre réduit de modes, le choix de la personne qui se déplace est réduit à cette offre. Cette variable regroupant les caractéristiques du trajet inclut donc l'accessibilité par différents modes de déplacement, des points à relier par le trajet. Les différents pôles ici appelés générateurs de mobilité étant fixés, le choix modal est en partie conditionné par leur accessibilité. Mais les choix sont encore plus réduits si les caractéristiques individuelles de la personne qui se déplace l'excluent de 'usage de certains modes. C'est le cas du permis de conduire. Dans un contexte de flux périphériques où l'offre de transport en commun est généralement très réduite, ne pas détenir un permis de conduire rend captif parce qu'on n'a pas souvent plusieurs choix. En plus du permis de conduire, la taille du ménage et son taux de motorisation deviennent déterminants dans le choix modal. Les facteurs psychologiques comme l'habitude peuvent aussi influencer le choix modal. On comprend en effet qu'on peut utiliser un mode pour un déplacement donné, non pas parce qu'on y a réfléchi, mais parce qu'on est habitué à se déplacer avec ce mode. L'offre de transport renvoie aussi à ce que coûte le déplacement, financièrement mais aussi en temps. Mais le temps réellement passé sur un trajet est moins déterminant dans le choix du mode que la durée du trajet tel qu'il est ressenti : certains tolèrent mieux le temps de déplacement que les minutes passées à attendre un bus, par exemple quand le temps est mauvais. La pénibilité de ces temps d'attente peut pousser à choisir un autre mode. De même, le coût (financier) ressenti n'est pas le même que le coût réel d'un trajet avec un mode donné. L'exemple du déplacement en voiture est bien parlant à ce sujet. Les enjeux méthodologiques ainsi posés renvoient à la modélisation par choix discret et notamment au modèle Logit (JP. Antoni, 2016). La question du choix modal en tant que déterminant de l'impact environnemental nous renvoie ainsi au raisonnement que nous avons proposé plus tôt au chapitre 5. On peut d'ailleurs remarquer que l'habitude dont JP. Antoni (2016) soulignait le fait qu'elle n'était pas encore introduite dans le modèle à quatre étapes, apparaissait dans notre modèle. Un facteur d'influence identifié était en effet le mode de déplacement utilisé pour les déplacements quotidiens domicile-travail.

L'opposition entre les coûts directs de l'usage d'une voiture et ses coûts plus lointains comme l'achat, l'assurance renvoie au débat sur la vitesse généralisée. Cette théorie remonte à I. Illich (1973) et à J. P. Dupuy (1975). Ce dernier démontrait en effet qu'en prenant en compte tout les temps investis dans une voiture, on arrive à la conclusion qu'on va plus vite à vélo qu'en voiture. Mais ce raisonnement présente quelques limites comme le souligne l'auteur lui-même :

« *Le calcul suppose la substituabilité entre temps de déplacement et temps de travail. Bien entendu, à court terme, cette condition n'est pas remplie. Nous avons à nous déplacer dans un espace-temps social qui est ce qu'il est, avec ses contraintes que nous ne remettons pas en cause. L'existence de ces contraintes donne un poids très lourd aux gains de temps qu'une vitesse effective de déplacement élevée permet à court terme. Malgré son coût élevé, le déplacement en automobile peut donc être préférable à court terme, sans que cela soit du tout incompatible avec le fait que l'automobile nous fasse perdre du temps par comparaison à une situation où nous serions affranchis desdites contraintes* » (J. P. Dupuy, 1975 : 435).

Ainsi, nous soulignons le fait que le choix de se déplacer en voiture est souvent fait en prenant en compte son coût direct immédiat. Mais il s'agit bien d'une question d'offre de transport. On le perçoit plus facilement sous cet angle si on considère les offres de mobilité actuelles qui reposent sur l'économie de fonctionnalité. C'est le cas de l'autopartage. L'utilisateur dans ce cas ne paie que ces coûts directs.

En conclusion, nous dirons qu'au-delà de la distance, le choix modal qui dépend à la fois des choix individuels et de l'offre des politiques publiques de mobilité expliquent la variation observée des impacts sur l'environnement des flux de déplacement d'achat d'une localisation du magasin à l'autre.

3.2.3.3. L'influence de la vitesse de circulation

Sans considération de distance parcourue, le calcul des facteurs d'émission en fonction de la vitesse de circulation a montré que le même mode déplacement peut avoir des facteurs d'émission différents par kilomètre parcouru. L'estimation des émissions avec le programme COPERT est en soi un parti pris. Les modèles de ce programme sont basés sur les courbes d'émissions. Le magasin de centre-ville était localisé à l'intérieur du périmètre d'une zone 30. Or la limitation à 30km/h de la vitesse de circulation augmente les facteurs d'émission des véhicules automobiles et des bus fonctionnant au diesel pour certains polluants comme le NO_x. En conséquence, le déménagement proche des autoroutes supprime toute circulation en zone urbaine des véhicules utilitaires légers. Les impacts qu'ils génèrent sont ainsi doublement réduits. A la réduction du fait des trois kilomètres de parcours en moins sur soixante, s'ajoute l'effet sur les facteurs d'émission de la suppression du trajet ralenti en centre-ville. La littérature ajoute la congestion comme facteur à prendre en compte notamment pour les parts de trajets

urbains. Nos calculs en auraient tenu compte que les impacts de l'approvisionnement du magasin de centre-ville seraient revus à la hausse.

Finalement l'influence de la vitesse est l'un des facteurs qui rendent contre-intuitifs les résultats obtenus. A priori, on aurait systématiquement associé les flux générés par le magasin de périphérie à des impacts environnementaux plus élevés. Mais on constate que même à équidistance entre les deux magasins, la faible vitesse de circulation en centre-ville peut rendre le choix du centre-ville plus générateur d'émissions que celui du magasin de périphérie. La marche et le vélo semblent donc être le mode le plus adapté au centre-ville, si l'objectif est de réduire l'impact environnemental des flux de déplacements.

Tout ceci justifie la démarche de modélisation avec la construction de paramètres décrivant cette réalité locale. Mais le véritable enjeu réside dans la question de savoir dans quelles mesures cette démarche pourrait être généralisée afin de servir d'outil d'aide à la décision applicable aux flux générés par la distribution urbaine dans différentes catégories de commerces contextes urbains.

Conclusion

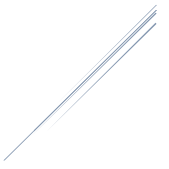
Nous étions partis pour évaluer les différentielles d'impacts sur l'environnement dues au déménagement du magasin. La démarche d'évaluation mise en place nous a permis, en nous appuyant sur ce cas d'étude, de montrer que le profil environnemental de l'ensemble des flux générés par le commerce dépend de sa localisation. C'était l'hypothèse à tester.

Avec cette variation de la localisation, les flux de réapprovisionnement du magasin ont un poids non négligeable. Ce poids dépend en grande partie de la famille de magasin concerné. Mais ils dépendent aussi de l'organisation de l'entreprise pour son réapprovisionnement et de la qualité des véhicules de livraison. Pour le cas d'étude, la suppression de la portion de trajet de livraison en centre-ville a provoqué une diminution des facteurs d'émission des véhicules de livraison. Cela exprime l'importance de la localisation, non pas seulement en termes de distance par rapport à la plateforme logistique, mais aussi en termes de caractéristiques de la zone de localisation du magasin.

Le cas d'étude montre aussi le poids écrasant des déplacements d'achat dans le profil environnemental de l'ensemble des flux. Cela révèle l'importance de la branche, en même temps que celle de la localisation par rapport au domicile des clients. Les résultats seront sans

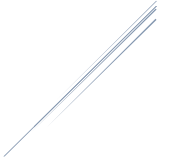
doute différents pour un magasin alimentaire de proximité par exemple. Mais on pourrait aussi lire ce résultat comme une preuve de la pertinence de prendre en compte ces déplacements d'achat dans l'estimation de l'impact environnemental de la distribution urbaine. Finalement, l'influence de la localisation peut donc se traduire par l'allongement ou la réduction des distances de livraison, mais le type de flux et les facteurs d'émission dépendront aussi de la zone de localisation du magasin à approvisionner, de la branche de commerces. Nous avons vu le cas d'un centre-ville en zone 30. On pourrait aussi documenter le cas des zones à faible émission où la réglementation agit sur les caractéristiques des véhicules.

Cette démarche nous a permis de tester l'hypothèse de la sensibilité à la localisation commerciale du profil environnemental de l'ensemble des flux générés. Il se pose maintenant la question de savoir dans quelles mesure ce travail pourra être reproductible, et avec quelle utilité. A cette question, quelques pistes de réponses apparaissent qu'il faudra explorer dans nos travaux futurs. Nous les abordons sommairement dans le dernier chapitre qui suit.



Chapitre 7

Limites des démarches proposées, reproductibilité et perspectives



Chapitre 7 : Limites des démarches proposées, reproductibilité et perspectives

Introduction

En réponse aux objectifs de recherche, nous avons proposé deux outils d'aide à la décision. Le cadre général de modélisation de chacun de ces outils a d'abord été décrit. Nous avons ensuite mis à contribution le cas d'étude mobilisé dans le cadre de cette thèse pour tester chacune des méthodologies proposées. Ce dernier chapitre nous permet de prendre du recul, aussi bien sur le cas d'étude ayant servi à tester les démarches proposées que sur ces dernières. L'objectif est de s'interroger sur leur utilité et les possibilités d'application qu'elle offrent dans d'autres contextes. Cela permet d'entrevoir les perspectives qui s'ouvrent, notamment en termes d'amélioration et de consolidation de cette réflexion ouverte sur la prise en compte de la localisation commerciale et des déplacements d'achat en logistique urbaine.

Le chapitre est donc organisé en trois paragraphes. Nous revenons d'abord sur l'étude de cas en discutant de ses enseignements et de combien il est suffisamment adapté ou pas pour tester les démarches proposées. Nous abordons ensuite successivement les deux démarches proposées en évoquant leur reproductibilité et leurs limites respectives. Le chapitre s'achève enfin sur les perspectives qui semblent se dégager de l'étude.

1. Retour sur le cas d'étude

1.1. Les commerces du centre-ville stéphanois face à l'essor de la zone de Monthieu-Pont-de-l'âne : Que nous enseigne finalement cette réflexion ?

De tous les développements qui précèdent sur cette étude de cas, il apparaît que les effets du déménagement de la FNAC se feront ressentir sur le commerce du centre-ville de Saint-Etienne. Mais il semble que c'est le développement commercial de l'ensemble du quartier de Monthieu-Pont-de-l'âne qu'il faudra questionner. Même si la singularité de la FNAC ne permet pas de généraliser nos résultats, quelques indications semblent s'en dégager.

1.1.1. Véritable locomotive en centre-ville, la FNAC n'en est pas pour autant un commerce de proximité

L'observation de terrain et les entretiens avec les acteurs, ajoutés aux opinions exprimées au cours de l'enquête, révèlent l'important rôle de locomotive que jouait la FNAC en centre-ville de Saint-Etienne. Le magasin occupait la moitié de la surface commerciale d'une galerie où nous avons dénombré une dizaine d'autres magasins. Ces magasins satellites à l'intérieur de la galerie Dorian vont de l'alimentaire aux soins à la personne en passant par les jouets pour enfants et l'équipement de la personne. Ils profitaient de l'affluence drainée par la FNAC jusqu'à son déménagement. Ils craignaient alors, dès l'annonce du déménagement, de souffrir de sa fermeture. Mais au-delà de ses satellites, l'effet locomotive de la FNAC profitait à l'ensemble du tissu commercial de centre-ville au-delà de la galerie Dorian. Aller à la FNAC était pour beaucoup l'occasion d'associer plusieurs courses « pour rentabiliser » le déplacement en centre-ville de Saint-Etienne. Notre enquête nous a en effet appris que la FNAC recrutait une bonne partie de ses clients à plus de 10km plus loin. Ainsi, l'effet du déménagement n'a pas tardé à se faire sentir.

« *Après le départ de la FNAC, il n'y a plus d'affluence chez nous!* » se désole une vendeuse d'une bijouterie de la rue Louis Braille où était localisée la FNAC.

« *Même nous à la pharmacie on en a senti l'effet* » confie une autre commerçante parlant elle aussi du déménagement a posteriori.

Invités à se prononcer sur le déménagement, les enquêtés rencontrés à la FNAC avant le déménagement expriment un attachement au magasin et de la désolation pour le centre-ville de Saint-Etienne qui « se meurt ». Mais comme l'ont déjà montré plusieurs travaux (R.P. Desse,

2001. J. Soumagne, 2013), l'attachement au développement du centre-ville n'empêche pas d'être pragmatique. Une partie non négligeable des personnes rencontrées expriment ainsi le contraste entre leur désolation pour le centre-ville qui se dégarnit, et ce déménagement qui arrange leur situation personnelle. Les clients de la FNAC de Monthieu rencontrés après le déménagement sont plus favorables à cette nouvelle localisation comme on pouvait s'y attendre. Cependant, le problème que cela pose au tissu commercial du centre-ville stéphanois n'est pas moins présent dans leur expression.

On peut mieux détailler l'analyse de mots que les enquêtés mettent sur le déménagement de la FNAC. Mais en résumé nous pouvons retenir que la FNAC du centre-ville était un commerce « tête de pont ». Elle portait l'attachement des stéphanois à leur centre-ville et son maintien en place aurait probablement fait beaucoup de bien aux autres commerces.

Ce statut est en effet renforcé par la singularité de ce magasin dont les rayons vont de la billetterie pour les spectacles aux matériels numériques de téléphonie en passant par les nouveautés mais aussi les œuvres musicales plus anciennes, les nouveautés du high-tech, les jouets, les jeux de sociétés et la librairie. A cette singularité s'ajoute l'unicité du magasin dans le bassin de vie stéphanois. Nous avons montré précédemment que la FNAC de Saint-Etienne a un rayonnement régional. Ce magasin localisé en centre-ville, génère une part importante de longues distances qui restent toutefois dans les limites de la mobilité locale. Le tiers des clients du magasin de centre-ville parcourent plus de cinq kilomètres (voir figure 4-8-b). De même, plus de 40% de ses clients habitent à plus de dix kilomètres (figure 4-5). 85% de ces clients qui habitent aussi loin vont en voiture en centre-ville, pour visiter la FNAC, et peut-être y associer d'autres courses ou démarches. C'est en tout 40% des clients du magasin de centre-ville rencontrés qui s'y étaient déplacés en voiture, contre 27% à pieds ou à vélo et 33% en transports en commun.

Au sens de l'INSEE, le commerce de proximité regroupe l'ensemble des commerces où se font des achats quotidiens très fréquents, et des commerces localisés dans le « pôle de vie » des clients qui y font leurs achats (G. Solard, 2010). Il serait donc difficile d'affirmer avec ces chiffres que la FNAC du centre-ville était un magasin de proximité. Nous avons proposé une comparaison des profils environnementaux des flux de logistique urbaine générés par l'activité du magasin respectivement dans les deux localisations. La conclusion en est, nous en avons discuté au chapitre 6, qu'il est difficile d'affirmer clairement que le magasin de centre-ville a un meilleur profil environnemental. De même, la forte présence de la voiture en centre-ville

(40% pour ce magasin), ne permet pas de trancher en faveur du centre-ville, sur une question qui émergeait de notre revue de littérature relativement aux flux de logistique urbaine: les politiques de mobilité durables sont-elles finalement favorables à l'environnement. Ce qui se dégage de cette étude, c'est déjà que la mobilité douce et durable n'est pas encore réelle : 40 % des clients d'un magasin de centre-ville viennent encore en voiture. Le poids des limitations de vitesse en centre-ville s'est plutôt révélé comme un facteur d'accroissement des émissions, aussi bien pour les véhicules de livraison que pour les bus de transport en commun et les voitures personnelles servant impliquées dans les déplacements d'achat. Or, le rapprochement des grands axes routiers fait donc doublement gagner en réduction d'émissions. Une réduction drastique du trafic automobile en centre-ville sera nécessaire pour contrebalancer ce gain. Autrement, le desserrement commercial risque de présenter un profil environnemental plus intéressant. On est alors tenté de conclure que dans une optique de réduction des émissions de polluants, le commerce de proximité a sa place en centre-ville parce qu'il génère de la mobilité active, à pieds et à vélo. Mais la FNAC de Saint-Etienne ne se retrouvait pas très bien dans cette catégorie.

1.1.2. Au-delà des particularités de la FNAC, quelques enseignements émergent qui distinguent les deux localisations

1.1.2.1. Questions sur l'offre de mobilité en lien avec l'aménagement

On retiendra de notre étude que les deux localisations sont très proches et ne se distinguent pas beaucoup pour les consommateurs stéphanois. A une exception près : l'accessibilité. Si Monthieu est très favorable à la voiture, le réseau de transport en commun se densifie au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre-ville.

Le modèle calibré sur le déménagement de la FNAC identifie l'usage quotidien de la voiture pour les déplacements domicile-travail comme un des principaux déterminants de l'adhésion au déménagement. Ainsi, un client du magasin a trois fois plus de chance d'accepter de suivre la FNAC en périphérie s'il se déplace quotidiennement en voiture. Ce résultat reste cohérent avec de nombreux autres dans la littérature. D'après le principe d'autogénération du trafic automobile par exemple, (F. Héran et P. Tostain, 1994), plus on se déplace en voiture, plus on a tendance à le faire. L'usage de la voiture au quotidien peut entraîner d'autres besoins de mobilité nécessitant l'automobile. Une faible proportion des actifs stéphanois habite la ville de Saint-Etienne comme nous l'avions évoqué. Il n'est donc pas étonnant que ceux qui se déplacent en voiture pour le travail adhère à ce déménagement. De plus, le magasin ne s'éloigne

de son ancienne localisation que de trois kilomètres. Cette distance paraît bien moins grande pour un automobiliste que pour un piéton ou un usager des transports en commun. Cela qui semble faire échos aux réflexions de A. Michaud-Trévinat (2002) déjà citées : tous les clients n'ont pas la même représentation de cette distance de trois kilomètres. Un client habitué à se déplacer en voiture n'est donc pas forcément opposé à un tel déménagement.

Au-delà, de ce résultat, c'est l'offre de mobilité sur le territoire qui est en question. L'application de la démarche de modélisation à d'autres familles de commerces telles que le vestimentaire ou la librairie soulève la question de l'accessibilité de la localisation commerciale de Monthieu en transports en commun. Les modèles calibrés montrent que l'amélioration de cette accessibilité est un facteur d'attractivité des clients de certains secteurs de commerce. Finalement, à Saint-Etienne aussi, comme c'est déjà prouvé ailleurs, l'offre de mobilité dessine la localisation commerciale mais on peut se demander si l'inverse sera vérifié.

En résumé, d'une part, la FNAC de Monthieu aura moins de clients si une grande part de ses clients ne se déplaçaient pas quotidiennement en voiture. D'autre part, certaines familles conserveront leurs clients en déménageant à Monthieu, si l'accessibilité de ce quartier en transports en commun est améliorée. De ces deux résultats apparemment contradictoires semblent indiquer un choix d'aménagement clair pour cette localisation commerciale en plein développement.

1.1.2.2. Stopper l'évasion commerciale ou prioriser le développement du cœur de ville ? La question des impacts attendus sur le commerce de centre-ville

Nous avons conduit des entretiens auprès des acteurs du projet *Steel*, notamment auprès de l'Etablissement Public d'Aménagement de Saint-Etienne (EPASE). Il s'en dégage que l'offre du parc commercial est sensée compléter et non pas concurrencer le commerce du centre-ville stéphanois. L'objectif d'après les acteurs serait de limiter l'évasion commerciale qui est estimée à 50 % du chiffre d'affaire disponible sur le territoire de la métropole stéphanoise. Autrement dit, un achat sur deux réalisés par un habitant de la métropole de Saint-Etienne est réalisé à l'extérieur. Le quartier de Monthieu, est quasiment positionné au croisement des trois grands axes routiers que sont les autoroutes A47 et A72 et la route nationale N88. Il met donc à la portée du parc commercial une zone de chalandise largement supérieure à celui du centre-ville de Saint-Etienne. Plusieurs interrogations ont dès lors émergé comme nous l'avons évoqué, au sujet du centre-ville et de son commerce. Cette complémentarité annoncée avec l'offre du

centre-ville est-elle réaliste ? Quelle viabilité ce projet dessine-t-il pour le commerce de centre-ville ?

La figure 5-24 présente l'offre officielle attendu au parc commercial *Steel*. Cette offre s'étale sur les équipements de la personne et les soins à la personne (magasin vestimentaire ou de la mode, beauté), les loisirs et le sport, l'équipement de la maison et le bricolage, les magasins culturels tels que les jouets et la puériculture ainsi que la restauration. Il ne reste a priori aucune famille de magasin qui ne soit couverte et qui resterait l'apanage du centre-ville. Mais plusieurs autres éléments alimentent la thèse du peu de réalisme dans cette supposée complémentarité.



Figure 7-1 : L'offre attendue du parc commercial Steel en projet (D'après Steel-Saint-Etienne, 2019)

Le centre commercial Géant Casino déjà en place, et qui a entrepris des travaux d'agrandissement en 2017 représente déjà en soi une concurrence au commerce de centre-ville. De plus cet agrandissement lui a permis d'accueillir la FNAC de Saint-Etienne dont nous sommes intéressé au déménagement. Il va sans dire que l'agrandissement du centre-commercial Géant Casino n'est que l'expression anticipée d'une économie d'échelle qui sera certainement plus manifeste après l'ouverture du parc commercial. Au détriment peut-être du centre-ville, le parc Steel et ses environs immédiats que constitue le quartier de Monthieu, seront pour plusieurs commerçants, l'endroit où il faut être.

La modélisation exploratoire conduite sur quelques familles de magasins révèle un facteur discriminant qui est l'importance des lieux habituels de fréquentation. Il est représenté dans l'étude par le rythme de fréquentation du magasin de centre-ville, ou celui de Monthieu. Donc plus on a ses habitudes en centre-ville, moins on est enclin à suivre un magasin qui déménagerait à Monthieu. De même, plus on a ses habitudes à Monthieu, plus on souhaite que les commerces viennent s'y installer. Il semble donc peu réaliste d'espérer que les clients fassent certains achats à Monthieu tout en réservant d'autres pour le centre-ville.

1.1.2.3. Un choix d'aménagement claire qui s'impose : créer un continuum urbain à l'aide d'une offre de mobilité alternative à la voiture.

Cette série de modélisation indique aussi que l'amélioration de l'accessibilité de Monthieu en transports en commun est un facteur incitatif pour suivre un magasin vers cette nouvelle localisation commerciale. Cela peut bien valoir aussi dans le sens inverse. A priori, à Monthieu, il y a déjà un centre commercial plutôt viable qui vient de réaliser des travaux d'agrandissement. Après avoir accueilli Darty en 2015, ce quartier a aussi accueilli la FNAC avant l'ouverture attendue du parc *Steel*. On peut donc supposer que cette localisation commerciale est déjà viable. Elle recrute notamment un grand nombre de chalands depuis l'intérieur de la métropole. Le développement d'une offre de transports en commun efficace et visible peut mettre le centre-ville stéphanois à la portée de cette clientèle. Ainsi, ces deux localisations bien reliées avec les transports en commun, le centre-ville pourrait s'en trouver plus fréquenté.

La question de la viabilité se pose déjà au commerce du centre-ville de Saint-Etienne. Le taux élevé de vacance commerciale en est une manifestation. Nous avons essayé de faire un lien entre ce problème au faible pouvoir d'achat des résidents et aux difficultés d'accessibilité du centre-ville depuis l'arrière-pays stéphanois. Mais cette situation ne va peut-être pas s'arranger avec le développement commercial de Monthieu si rien n'est fait. En effet, à défaut d'une offre

compétitive de transport en commun, les clients du centre-ville et ses résidents seront quand même attirés vers ce nouveau pôle commercial. Ils pourront alors s'y rendre en voiture. Or, le parc commercial en développement et tout le quartier de Monthieu ont l'atout d'être relativement proches du centre-ville. La gare TGV de Saint-Etienne est située presque à mi-chemin entre les deux localisations commerciales. Elle est reliée au centre-ville par plusieurs lignes de transport dont une ligne de tramway. Au tour de cette gare, comme nous l'avons évoqué, un nouveau quartier d'affaire se met en place. Relier le centre-ville à Monthieu par une offre de transport en commun et de mobilité cyclable bien pensée reste donc envisageable il s'agit en effet de moins de deux kilomètres de distance. Ce faisant, le développement du quartier commercial de Monthieu peut représenter une opportunité plutôt qu'une menace pour le centre-ville de Saint-Etienne. Peut-être la métropole aurait-elle dû saisir l'opportunité du projet d'une nouvelle ligne de tramway actuellement en réalisation ?

Considéré dans les limites géographiques de la ville de Saint-Etienne, Monthieu se présente comme un quartier périphérique. Le développement du commerce dans ce quartier peut donc facilement être opposé aux intérêts du centre-ville. Mais une analyse à l'échelle de la Métropole peut voir Monthieu comme un nouveau pôle commercial en développement dans la ville centre. Tout dépendra alors de l'action publique globale mis en place. Elle peut conforter la rupture qui semble exister entre le centre-ville et ce quartier avec la faiblesse de son accessibilité en transport. Mais elle peut aussi, à l'opposé, renforcer l'axe Monthieu-centre-ville avec une mobilité alternative à la voiture. Ce faisant, l'image de Monthieu sera transformée. Ce quartier pourra alors assumer pleinement un rôle de centralité commerciale. Mais il peut en même temps porter l'étiquette de zone d'échange, au grand bonheur du centre-ville et de la mobilité durable.

La situation géographique du quartier met à sa portée le chiffre d'affaire disponible dans les communes de l'intérieur de la métropole. Ainsi, considéré à l'échelle de la métropole, Monthieu peut représenter, à l'intérieur de la ville centre, un autre pôle commercial intéressant et accessible. Vu de l'intérieur de la métropole, le centre-ville en soi n'est pas très accessible en transports en commun, d'où le grand nombre de déplacements automobiles en direction de ses commerces. Si la localisation commerciale de Monthieu est étroitement associée à l'usage de la voiture, le centre-ville ne l'est pas beaucoup moins pour les habitants de l'arrière-pays stéphanois. En jouant donc sur l'offre de mobilité alternative à la voiture individuelle, Monthieu devenant un pôle commercial, peut aussi par le fait même constituer un pôle d'échanges intermodaux. Le pari du continuum de mobilité entre Monthieu et le centre-ville peut donner a

priori l'impression de vider le centre-ville. Mais il y a des chances que cela soit un moyen d'orienter les flux de pouvoir d'achat entrant à Monthieu vers le centre-ville. Nous proposons un ensemble l'association d'un ensemble d'outils de mobilités durables pour gagner ce pari. Il s'agit de relier le centre-ville à Monthieu à la fois avec :

- **des itinéraires cyclables cohérents,**

Les distances entre ces deux localisations sont suffisamment courtes pour penser à l'usage du vélo. Mais il est nécessaire de créer un ensemble de conditions pour que les cyclistes urbains développent le réflexe de relier facilement les deux localisations. Il sera nécessaire de créer et de promouvoir des itinéraires cyclables entre ces deux localisations commerciales, de proposer un garage à vélo et d'offrir des stations de vélos en libre-service pour faciliter le déplacement en centre-ville depuis ce pôle d'échanges multimodales.

- **Le couple parking relais- aire de covoiturage à Monthieu**

L'apport des relais dans l'incitation au report modal a suffisamment été documenté. H. Reigner et al., (2013) offrent un aperçu de différents travaux qui démontrent leur utilité. Mais le concept de parking-relai évolue. En Ile-de-France par exemple, d'après la ligne P du Transilien qui dessert cette localité, des nouveaux parking relais ont été installés à Changis-Saint-Jean en associant à la fois :

- des voies de circulations adaptées et sécurisées pour la mobilité active (piétons, cyclistes),
- Une aire de dépose minute
- Des places aménagées pour le rechargement des voitures électriques

A Monthieu, il sera certainement possible d'ajouter d'autres services, comme une aire de covoiturage. Joindre une aire de covoiturage à un parking relais présente plusieurs avantages. C'est un moyen pour désenclaver le parking relais, les covoitureurs ne venant plus tous avec leurs voitures. En même temps, cette association permet de réduire les flux automobiles en direction et en provenance des communes de l'intérieur de la métropole. Ce faisant, le covoiturage jouera une partie du rôle dédié au transport en commun qui revient hélas trop cher à la collectivité. Mais l'efficacité de ce couple parking relais- aire de covoiturage dépend aussi de l'offre en transport en commun pour rejoindre le centre-ville.

- **des transports en commun en sites propres**

Le tramway de la métropole stéphanoise est en développement sur d'autres axes importants. Une suite logique à imaginer pour le tramway peut être de relier la zone commerciale de Monthieu. Mais en attendant, on peut aussi imaginer des transports en commun ensuite propre du type bus à haut niveau de service avec une bonne vitesse commerciale en direction du centre-ville. La condition de la mise en site propre peut être déterminante pour que les commerces du centre-ville bénéficient des flux attirés par la zone commerciale de Monthieu. La ligne de tramway reliant le centre-commercial Centre-deux à Saint-Etienne a eu un effet similaire. Des enquêtes que nous avons menées précédemment dans d'autres cadres ont montré que le centre-ville et ce centre commercial ont bénéficié tous les deux de la mise en service de cette ligne de tramway en 1998 avec ses pistes cyclables latérales.

1.2. Un cas d'étude intéressant mais insuffisant pour conclure sur la solidité des démarches proposées

1.2.1. Un cas d'étude intéressant à plus d'un titre...

Nous avons proposé deux groupes tests de la méthodologie proposée dans ce chapitre. Il s'agit du cas du déménagement de la FNAC Saint-Etienne d'une part, et de déménagements fictifs de quelques magasins types. Ces deux situations sont liées parce que nous avons comparé deux localisations commerciales : le centre-ville de Saint-Etienne et le quartier commercial périphérique en développement dans la même ville. Elles sont aussi liées parce que les personnes interrogées sur les déménagements fictifs ont été rencontrés dans le magasin de la FNAC après son déménagement à Monthieu. Cette précision introduit bien évidemment un biais dans l'étude et limite forcément la possibilité de généraliser ces résultats aux consommateurs stéphanois. Mais nous pouvons retenir que ce cas d'étude était intéressant. Il nous a proposé deux situations extrêmes dans un contexte très local. Bien qu'il s'agit d'un déménagement à trois kilomètres plus loin, les deux localisations semblent très opposées parce que la ville de Saint-Etienne connaît un desserrement de l'habitat qui d'ailleurs affecte aussi toute la métropole. Considéré à l'échelle communale de Saint-Etienne, le quartier de Monthieu reste un faubourg périphérique et ce déménagement pose plusieurs questions pour cette raison. Il soulève l'inquiétude des stéphanois attachés à leur centre-ville déjà très fragile parce que la FNAC représentait une locomotive pour le commerce de centre-ville. L'intérêt de ce cas d'étude est aussi d'allumer les projecteurs sur cette localisation de Monthieu-Pont-de-l'âne qui

accueille le projet métropolitain du parc commercial *Steel*. Mais si le déménagement de la FNAC est un excellent exemple pour tester aussi bien cette méthodologie que notre hypothèse de recherche, il semble qu'il n'est pas suffisant, à lui seul, pour tirer des conclusions sur ces démarches.

3.2.4. ...mais un cas d'étude trop simple et insuffisant pour conclure de la solidité des démarches proposées

Tous les tests conduits sur ces démarches et présentés dans ce mémoire se sont concentrés sur la comparaison des deux localisations. Les modèles logit calibrés sont tous binomiaux. Or cela ne teste qu'une partie, et a priori la plus simple de la démarche. D'une part, pour étudier le seul cas du déménagement, il aurait été intéressant d'inclure d'autres localisations commerciales possibles sur le même territoire. Nous aurions ainsi proposé plusieurs scénarios fictifs et enrichi les *trade-off* proposés dans l'enquête de préférences déclarées. La complexité des modèles calibrés aurait ainsi permis de tirer davantage de conclusion quant à la robustesse de la démarche. Le contexte de la mise en place de l'enquête avant déménagement n'a pas permis de saisir cette opportunité. Notre information tardive sur le déménagement et toutes les démarches qu'impliquait l'organisation matérielle ne nous a laissé que quelques jours le design de l'enquête. D'autre part, Après avoir documenté ce cas, il aurait été intéressant de tester la démarche dans d'autres contextes urbains mais aussi avec des situations autres que le déménagement d'un magasin. Mais nos travaux s'inscrivent dans un projet de recherches doctorales opérées à L'Ecole des Mines de Saint-Etienne. Le contexte administratif n'offrait pas la possibilité d'un délai plus long. Nous espérons cependant que le chantier ouvert avec ce cadre général de modélisation et ses premiers tests sera poursuivi par d'autres travaux.

Les travaux présentés dans ce mémoire se limitent donc à ce cas d'étude fragile par rapport à l'ambition de la démarche, mais riche et intéressant. Il serait donc difficile de tirer de grandes conclusions au sujet des démarches proposées. Mais notre travail a l'intérêt de formaliser ces cadres généraux d'analyse et de modélisation qui dessinent finalement un projet ambitieux. Nous n'en sommes qu'à l'introduction, et nous espérons que d'autres cas d'étude permettront de consolider ces démarches et de les rendre reproductibles.

2. Retour sur la démarche de modélisation par choix discret de la localisation commerciale

2.1. Une reproductibilité tributaire des enjeux de données

Toute modélisation nécessite des données comme intrant. La méthodologie que nous venons d'exposer propose une étape de collecte de données sous la forme d'une enquête en magasin. Mais une telle enquête suppose qu'on se base sur une clientèle précise. Cette méthodologie pourrait donc produire des résultats intéressants si on reste dans le contexte d'un projet de déménagement ou d'extension d'une chaîne de magasins. La collecte de données sera plus aisée à concevoir. Mais la démarche de modélisation ici proposée vise bien au-delà. Dans le cas général, pour mobiliser des données intrants, on peut envisager plusieurs possibilités pour mobiliser les données d'entrée.

2.1.1. Les données d'Enquêtes Ménages-Déplacement peu adaptées

Nous avons déjà rejeté a priori, l'idée du recours aux données d'enquêtes du type EMD (Enquêtes Ménages- Déplacement). Ce sont des enquêtes réalisées tous les dix ans dans toutes les grandes villes en France. Il en existe d'autres formats déclinés sous la forme plus allégée des enquêtes déplacements villes moyennes (EDVM) ou des enquêtes déplacements grands territoires (EDGT) en France. Le problème est que ces enquêtes sont réalisées en définissant des bassins de vie qui sont découpés en zones fines. Elles fournissent les préférences révélées des enquêtés par zones fines de résidence. En considérant de telles données, on s'éloigne donc des choix individuels des consommateurs.

2.1.2. Les données issues du numériques : des potentialités énormes mais qui restent à explorer

On ne peut s'empêcher de penser aux données issues de réseaux mobiles (*MND, pour Mobile Networks Data* en Anglais) comme source de données par exemple. A l'ère du numérique en effet, le « *big-data* » porte la promesse de fournir des données individuelles discrètes pour nourrir la modélisation. Cette promesse reste pour l'instant à tenir pour plusieurs raisons. De nombreuses réflexions sur l'utilisation des données issues des réseaux mobiles dans la modélisation du transport soulignent la faible complétude de telles données pour la modélisation. En fait, ces données peuvent rendre compte des origines et des destinations à une échelle désagrégée. Mais le motif de déplacement associé n'y est pas souvent fourni. De même, il serait intéressant d'y retrouver, en même temps que les origines et destinations, les attributs des personnes qui font le choix qu'on souhaite modéliser: genre, âge, profession, niveaux d'études, domicile, lieux de travail le cas échéant, etc. Mais tel n'est pas souvent le cas. La nécessité de rendre anonymes ces informations amène souvent à supprimer les variables

renseignant sur ces attributs. Or, les données pour alimenter notre méthodologie devraient aller plus loin. En plus des origines et destinations et des attributs personnels de chaque individu, ils devraient renseigner sur leur préférence entre deux ou plusieurs localisations commerciales pour le même achat. A l'heure actuelle, les données issues des réseaux mobiles n'offrent pas souvent ce niveau de complétude (Catapult Transport System, 2016 ; CEREMA, 2019; A. Charpe et al, 2019 ; M. Le Corre et al, 2019). Mais ces réflexions n'ont pas forcément exploré l'ensemble des potentialités du numérique. A titre d'exemple, les banques ou les gestionnaires des cartes bancaires détiennent des données qu'il serait intéressant d'explorer. Ces données leur permettent de rendre compte à leurs clients de la gestion de leur budget individuel respectifs grâce aux achats effectués avec les cartes bancaires. De même par exemple les opérateurs de transports urbains détiennent des bases de données issues de la validation des titres de transport. Dès lors, plusieurs possibilités peuvent être imaginées. Sur chaque territoire, Une possibilité parmi tant d'autres, consistera à sélectionner des échantillons de volontaires dont on pourrait recouper les données de validation transport avec ces données de cartes bancaires par exemple.

Les données issues du numérique portent encore d'énormes potentialités qu'on commence à peine à explorer dans ce sens. Plusieurs communautés s'organisent pour y réfléchir de par le monde. En France, les congrès successifs ATEC qui en sont à leur 46ème édition en 2019 sont peut-être intéressants à suivre sur ce sujet.

2.1.3. Les enquêtes de préférences déclarées (EPD), une solution plus réaliste

Finalement, il semble que l'une des possibilités les plus fiables, réalistes et possibles pour nourrir cette démarche de modélisation aujourd'hui consiste à mettre en place une enquête de préférences déclarées (EPD). Une telle enquête peut être réalisée :

- en magasins par sélection aléatoire à redresser ultérieurement.
- de porte à porte ou par téléphone auprès d'un échantillon de ménages préalablement sélectionné.
- en ligne sur internet.

2.1.3.1. EPD en magasin

La réalisation d'une enquête de préférences déclarées en magasin peut fournir des données pour tester cette méthodologie. C'est probablement la solution idéale dans le cas du déménagement d'un magasin. L'étude de cas présenté rend compte de cette situation. Mais on peut concevoir de telles enquêtes dans une démarche qui couvre l'ensemble du territoire alors réparti en zones commerciales où des points de vente représentatives de chaque branche ou famille de commerces seront sélectionnées.

2.1.3.2. EPD en porte à porte ou par téléphone sur un échantillon de la population

Réaliser une enquête de préférences déclarées sur un échantillon représentatif de la population semble être le plus intéressant pour obtenir la qualité de données recherchée pour ce modèle. La conception d'une telle enquête de préférences déclarées peut s'insérer dans plusieurs dispositifs déjà utilisés par les collectivités territoriales ou les chambre de commerce locales. C'est le cas des enquêtes Consommateurs ou des enquêtes comportements d'achat. L'enquête consommateurs du Grand-Lyon en était à sa dixième édition en 2017. La question type était : « *Où avez-vous fait votre dernier achat de ... ?* » (Grand Lyon, 2017). Une adaptation négociée du questionnaire de cette enquête peut permettre d'obtenir des données d'entrée pour notre démarche de modélisation. On peut en dire autant des enquêtes Comportement d'achat conduits périodiquement depuis 1990 par la CCI du Pays d'Arles (CCI Pays d'Arles, 2017), et la liste n'est pas exhaustive.

La Communauté d'Agglomération du Grand Guéret dans le Département de la Creuse en France (480 km² ; 23 000 habitants) a connu en 2013 une enquête ménage assez proche. Le diagnostic commercial pour la réalisation de son SCOT (Schéma de COhérence Territorial) a été réalisé en 2013 par l'entreprise CITADIA. Cette dernière s'est basée sur une enquête auprès d'un échantillon de 500 ménages guéretois. L'enquête a été réalisée par l'institut BVA. L'objectif était d'évaluer l'évasion commerciale à l'échelle du territoire. La ville de Guéret est le chef-lieu du département de la Creuse. Entre autres résultats, elle a permis de collecter les préférences de localisation commerciale des enquêtés, par famille de commerce. Le choix à faire était entre les commerces localisés dans la ville de Guéret et ceux (de la même famille) localisés à l'extérieur du département de la Creuse. Cette enquête a permis de comptabiliser une évasion commerciale d'environ 98 millions d'Euros par an. Elle a aussi permis d'identifier les familles de commerces les plus en souffrance sur le territoire, afin de planifier des solutions (CITADIA, 2012) On se rend bien compte que l'objectif n'est pas le même. Mais cet exemple

montre tout au moins le réalisme d'une enquête de préférences déclarées dans le but d'obtenir des données désagrégées à l'échelle d'un territoire pour modéliser la localisation commerciale. Tout ceci permet d'affirmer que l'idée d'une enquête de préférences déclarées sur un échantillon de ménage est bien réaliste.

L'enquête peut être administrée de porte à porte ou par téléphone. Cette dernière option a été adoptée pour l'enquête citée plus haut et réalisée par l'institut BVA à Guéret.

2.1.3.3. Mise en place d'une EPD en ligne sur internet en mode CAWI

Le potentiel des enquêtes en ligne n'est plus à établir. La méthode CAWI (*Cumputer Assisted Web Interview* en Anglais pour Enquête en ligne sur ordinateur) est l'un des modes d'administrations très prisé par plusieurs professionnels des sondages d'opinion. Mais de plus en plus de travaux scientifiques utilisent aussi cette méthode. Elle consiste à déposer un questionnaire en ligne pour que l'enquêté qui souhaite y répondre puisse y accéder quand il le souhaite. Les avantages sont nombreux. La méthode CAWI permet d'éviter les dépenses liées à l'enquête en face à face. Elle permet aussi de contourner les contraintes de disponibilité de l'enquêté parce que le questionnaire peut être disponible en ligne quels que soient l'heure et le jour, sur toute la période de l'enquête. Les enjeux de communication autour de l'enquête sont forts et conditionne son succès. Mais une limite encore plus importante que présente cette méthode est la non représentativité a priori de l'échantillon. L'échantillon sorti d'une enquête CAWI n'est issue ni d'une sélection aléatoire, ni d'une sélection par choix raisonné. C'est une collecte de données tout venant. On pourra cependant en tirer un échantillon représentatif de la population du territoire. La qualité de ces données sera garantie par la rigueur mise à filtrer et redresser ces données après l'enquête. Le redressement peut se baser par exemple sur les caractéristiques générales de la population du territoire étudié. En France, ce type d'informations peut être obtenu auprès de l'INSEE. En clair, il s'agit de partir des données brutes obtenues pour reproduire un échantillon dont les caractéristiques sociodémographiques sont le plus proche possible de celle de la population totale du territoire.

2.1.3.4. L'association enquête CAWI et enquête par téléphone

Pour faire face à l'absence des données exploitables sur les achats découplés des ménages, M. Gardrat et al, (2016) une méthodologie de collecte et d'analyse de données visant à mieux connaître les flux de marchandises liés aux achats découplés des ménages. Cette démarche testée sur le territoire et avec le soutien de la métropole de Lyon a connu une collecte de données en deux phases.

La phase pilote a consisté à interroger un échantillon d'un millier de ménages représentatifs de la population du territoire. Cet échantillon représentait 0,17% de l'ensemble des ménages de la métropole et a été prélevé proportionnellement selon un découpage en secteurs. La deuxième phase de l'enquête, plus lourde, associe la méthode CAWI à une enquête par téléphone. Ainsi, en partant d'un zoom sur le phénomène étudié, les auteurs ont réalisé une observation plus fine en se servant de l'association de ces deux méthodes d'enquête (M. Gardrat et al, 2016 ; M. Gardrat, 2017 ; F. Toilier et M. Gardrat, 2017). Une telle démarche est reproductible pour tester notre démarche de modélisation sur un territoire. Si la conception prend soin de distinguer chaque famille de commerces, elle pourra servir à la fois le territoire et les commerçants.

2.2. Une démarche applicable aussi à la revitalisation commerciale des centre-ville : exemple du plan « Action Cœur de Ville »

En ramenant la question de la localisation commerciale au débat entre centre-ville et périphérie, on peut s'intéresser aux facteurs qui influencent les consommateurs pour qu'ils fassent leurs courses en centre-ville plutôt qu'en périphérie ou alors dans une centralité plutôt qu'une autre.

Dans un territoire rural où la petite ville sinon la ville moyenne constitue la grande ville d'à côté, les habitants choisissent-ils de fréquenter cette dernière ou préfèrent-ils une autre ville plus loin, plus grande mais plus accessible ? Les choix des habitants de l'arrière-pays de fréquenter une ville centre ou de lui préférer une autre ville plus attractive peut influencer à la fois l'économie du territoire considéré, et le bilan environnemental des flux de transports générés. Pour répondre à cette problématique, le plan « Action Cœur de Ville » est un programme national initié en France en 2018. Il se concentre sur les villes petites et moyennes et les territoires autour d'elles. Son objectif est de renforcer l'attractivité des centre-ville de ces villes petites et moyennes pour les territoires environnants. Un peu plus de 220 territoires constitués autour de villes de taille moyenne ont été sélectionnés en 2018. Elles sont financées par ce programme pour la revitalisation et l'attractivité de leur centre-ville. Le commerce constitue l'un des cinq axes structurants de ce programme. Les quatre autres axes sont :

- L'habitat en centre-ville
- L'accessibilité, la mobilité et les connexions
- La mise en valeur de l'espace public et du patrimoine

- L'accès aux équipements et aux services publics.

Le « rapport Marcon » rédigé par David Lestoux (D. Lestoux, 2018), rend compte de la « *Mission prospective sur la revitalisation commerciale des villes petites et moyennes* » animée par André Marcon. C'est l'une des réflexions fondatrices de ce programme. Ce rapport souligne la force du lien entre localisation commerciale et revitalisation des centres villes. Ce qui fait vivre, habiter et faire ses achats au centre-ville est au cœur de la réflexion proposée dans l'un des quatre volets d'action proposés par ce rapport.

Les approches dans ce domaine de l'aménagement sont généralement plus qualitatives en France. Mais la démarche de modélisation que nous avons proposée peut servir d'approche quantitative pour poser un diagnostic solide dans le cadre du plan Action Cœur de ville. En y entrant des données collectées à dessein, on peut identifier de manière précise les facteurs d'influence qui gouvernent la préférence d'une population donnée entre les commerces de la ville centre et des commerces localisés ailleurs. Pour l'axe concernant l'habitat en centre-ville Plusieurs réflexions, dont H. Aissaoui (2016) proposent d'ailleurs d'analyser le choix de la localisation résidentielle avec les modèles de choix discrets. C'est le même type de modèle que nous proposons à la troisième étape de notre démarche de modélisation. Ce programme peut constituer un champ d'application. Mais il ne s'agit que d'une piste parmi tant d'autres à explorer.

3. Retour sur la méthodologie d'évaluation environnementale : quelle utilité finalement pour cette démarche d'évaluation environnementale ?

Pour être réellement utile et reproductible, cette démarche demande à être affinée et consolidée. On peut cependant déjà entrevoir quelques pistes d'application.

3.1.1. Définir un profil environnemental des flux générés par différentes localisations commerciales par branche de commerces

Grâce à plusieurs travaux de recherche, (S. Le Féon, 2014 ; J-P Nicolas, 2010 ; C. François, 2019), la réflexion est bien avancée sur l'évaluation environnementale stratégique de la mobilité urbaine. De même, les travaux d'E. Ségalou et al, (2002) ont initié un ensemble de réflexions, dont le modèle FRETURB, permettant d'anticiper sur l'impact environnemental du transport de marchandises en ville. Cependant, il demeure difficile aujourd'hui d'objectiver sur les impacts environnementaux de la distribution urbaine, sans se limiter aux flux de livraison entre les lieux logistiques et les points de vente. Par exemple, pour anticiper sur les impacts

environnementaux d'un nouvel équipement commercial en projet sur un territoire, il est difficile de prendre en compte les mobilités d'achat qu'elle va induire. C'est ce qui remonte aussi bien de la littérature que des échanges effectués avec les différents acteurs publics rencontrés au cours de nos travaux.

En partant sur la base d'un zonage commercial du territoire d'une part et en opérant par famille de magasin, la démarche que nous proposons à l'échelle du point de vente constitue une piste à explorer pour définir des ratios d'impacts par zone pour chaque branche de commerces. En effet, sous réserve de pouvoir collecter les données, la démarche permet d'estimer les quantités d'impacts par unité fonctionnelle. Ainsi par exemple, pour un commerce alimentaire, un commerce d'équipement de la personne par exemple, la démarche permet d'obtenir des ratios d'impacts générés par unité fonctionnelle définie. Pour poursuivre, consolider cette démarche et la rendre applicable à l'échelle d'un territoire, on peut dès lors imaginer plusieurs modes opératoires. Par exemple, l'application périodique de cette démarche à un échantillon de points de vente de chaque branche commerciale peut permettre d'obtenir des ratios d'impacts environnementaux pour les flux générés. Mais pour l'affirmer, un test à l'échelle d'un territoire constitue sans doute la prochaine étape en vue de consolider cette méthodologie. C'est l'une des perspectives de recherche qui se dessine à l'issue de nos travaux.

3.1.2. Contribution au reporting environnemental des entreprises de la distribution urbaine

Le point de vente devient, dans l'esprit de cette réflexion, le centre des flux de la distribution urbaine sur le territoire alors que les principaux acteurs que sont les distributeurs considèrent que le point de vente est à l'extrémité finale de la chaîne. Mettre l'équipement commercial au centre des flux peut présenter des intérêts pour l'acteur public comme nous venons de l'évoquer plus haut. Mais cela semble aussi intéressant pour évaluer les impacts environnementaux des flux générés par la distribution urbaine et en faire le reporting. Le point de vente offre l'unité fonctionnelle mais aussi le cadre indispensable de collecte de données.

La figure 7-1 ci-dessous présente un exemple fictif de réseau de distribution. Supposons que le « dernier kilomètre » de la marchandise va de la plateforme logistique la plus proche d'où part la marchandise exclusivement destinée au territoire considéré, jusqu'au consommateur final. La méthodologie ainsi déployée couvre donc les flux du « dernier kilomètre » sur le territoire.

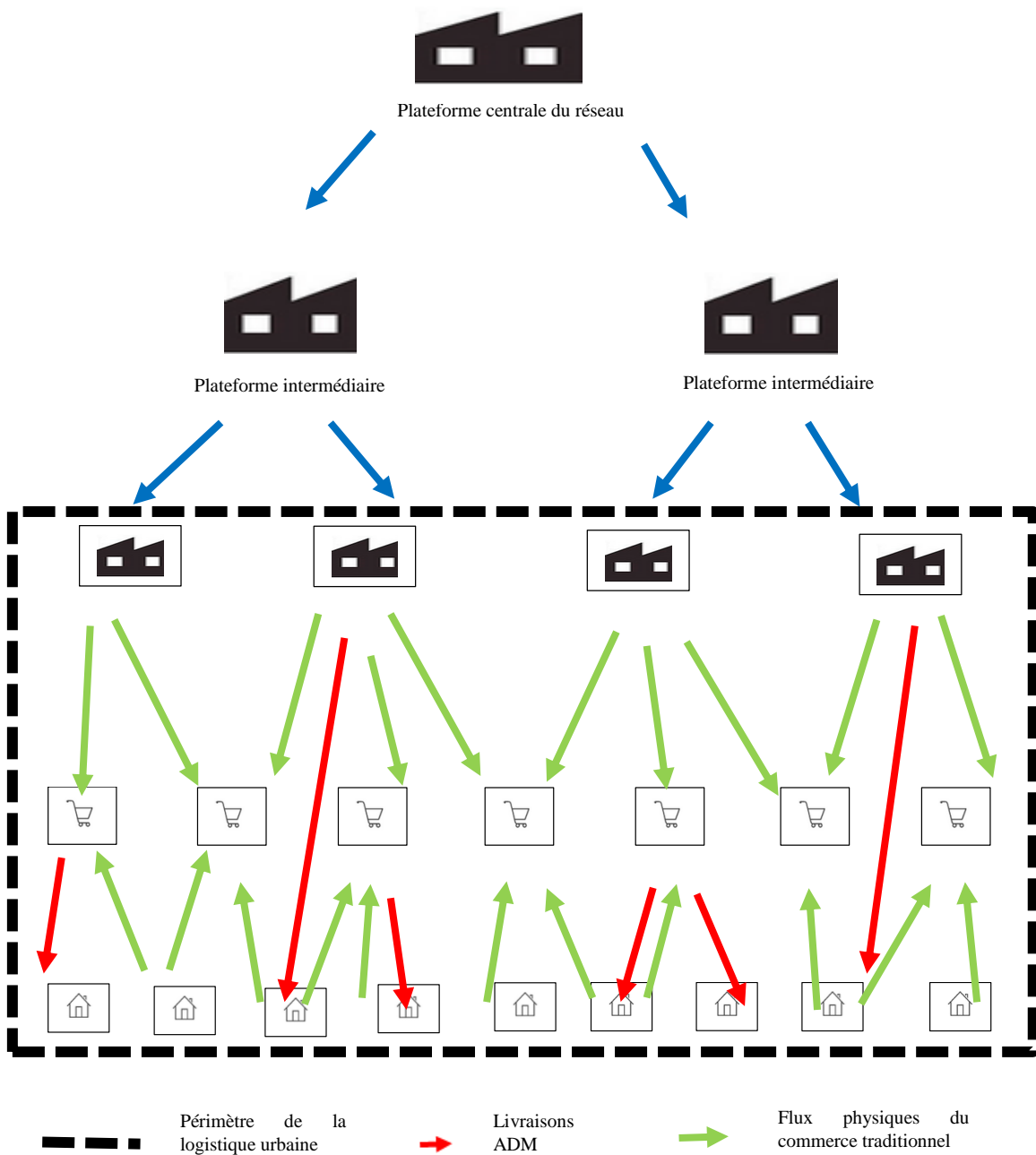


Figure 7-2 : contribution au reporting environnemental d'un réseau de distribution en incluant les déplacements d'achat.

Or, les entreprises de distribution urbaine sont habituées à comptabiliser les autres flux en dehors des territoires urbains. Ils en tiennent déjà compte dans leur reporting environnemental. Nous avons proposé l'exemple d'un reporting du Groupe Casino à ce sujet dans la revue de littérature. Pour un réseau de distribution étendu par exemple à l'échelle de la France, la mise en place de notre démarche au niveau de ses magasins au niveau local peut permettre de quantifier les impacts de tous les flux qu'il génère, à l'échelle du magasin. Il manquera cependant les flux de livraison à domicile qui découlent des achats à distance. Le problème de

ces flux du e-commerce est qu'ils ne transitent pas toujours par les magasins. Ces flux de livraison à domicile, pratiquement absents de notre travail, constituent l'un des chantiers ouverts en perspective pour consolider cette démarche. Ils sont représentés en rouge sur le schéma de la figure 7-1, et restent à intégrer à cette démarche. La prochaine étape qui se profile en termes de perspectives de recherches à ce sujet, consiste à concevoir un montage opérationnel afin de tester cette démarche à l'échelle d'un réseau de distribution urbaine.

4. Relier les modèles de localisation commerciale à l'impact environnemental de l'ensemble des flux amont et aval de la distribution urbaine : une suite logique en perspective

Les réflexions existantes visant à estimer l'impact des flux générés par la distribution urbaine tiennent souvent compte des flux « professionnels » de livraison de marchandises aux consommateurs finaux. Ces réflexions prennent moins souvent en compte les flux de déplacement d'achat vers les magasins. Dans le cas où ces flux de déplacement d'achats sont pris en compte, les consommateurs sont généralement supposés faire leurs achats dans des navettes directes domicile-magasin-domicile, n'étant caractérisés que par leurs zones de résidence sur le territoire. De plus, les déplacements en voiture et la marche à pied sont souvent les deux seuls modes pris en compte. C'est le cas des travaux de E. Ségalo et al, (2001, 2002 ; 2004). C'est aussi le cas des récentes réflexions J. Gonzalez-Feliu et Peris-Pla (2017 ; 2018). En plus de se limiter aux impacts des déplacements automobiles, ces travaux restent dans une approche déterministe du comportement du consommateur. Ce dernier est en effet supposé avoir le comportement uniforme des habitants de sa zone de résidence. En estimant l'impact environnemental des flux amont et aval de logistique urbaine avec ces modèles de flux, le risque serait de ne pas tenir compte des choix individuels de déplacement tels que le mode, la boucle de déplacement par exemple.

A l'opposé, des travaux ont émergé dans une approche probabiliste. C'est le cas des travaux de F. Russo et A. Comi (2010), A. Comi et A. Nuzzolo (2013a), A. Nuzzolo et A. Comi (2013b), Nuzzolo et al, (2014). Allant plus loin dans la prise en compte des choix de déplacement du consommateur final, ils proposent de modéliser la demande de marchandises. Dans leur démarche, ils intègrent la modélisation probabiliste du choix du consommateur de fréquenter un magasin de la zone Z_i depuis l'origine Z_o . (A. Nuzzolo et al, 2014). Un tel raisonnement permet d'appréhender l'impact des choix de déplacement du consommateur sur la demande en marchandises. C'est une avancée considérable par rapport aux approches déterministes. De plus, ces travaux intègrent, toujours avec un modèle probabiliste, le nombre hebdomadaire de

déplacements d'achats d'origine Z_o attirés par le magasin d'une famille donnée, localisé dans la zone Z_i (Nuzzolo et al, 2014).

Une piste de réflexion à explorer se dessine à la suite de nos travaux, et pour s'inscrire dans cette dynamique. Considérant deux localisations commerciales Z_1 et Z_2 , nous pouvons estimer la probabilité que Z_1 soit préférée à Z_2 (Chapitre 5). Or les travaux de Nuzzolo et al., (2014) permettent d'estimer l'impact de cette préférence sur la demande en marchandises. Il reste alors à traduire cet impact en termes de variation de l'impact sur l'environnement entre Z_1 et Z_2 . Une solution possible consiste à partir des profils environnementaux que nous proposons au paragraphe §4.1.1. ci-dessus. Connaissant ainsi au départ les profils environnementaux de chaque zone Z_i exprimé non pas par m^2 de commerce mais par tonne de marchandises ou par nombre de livraisons, la probabilité de préférence de Z_1 à Z_2 permet de connaître la variation des quantités d'impacts entre Z_1 et Z_2 . C'est une nouvelle problématique de recherche à creuser.

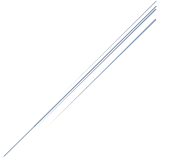
Conclusion

Le cas d'étude mobilisé nous a permis de confronter les clients d'un même magasin au choix entre deux localisations. Ce faisant, nous avons testé les démarches proposées. Mais ces tests ne sont finalement que partiels et ne permettent pas des conclusions définitives. En effet, par exemple, la démarche de modélisation des choix de localisation commerciale propose aussi de modéliser la préférence entre plusieurs localisations commerciales. Notre cas d'étude n'offrait pas la possibilité de tester cette éventualité. Cependant, ce cas d'étude a permis de déboucher sur quelques enseignements sur la clientèle de la FNAC dont les caractéristiques changent avec la localisation du magasin. Le magasin du centre-ville est associé à une clientèle fréquente, venant du centre-ville et visitant le magasin plusieurs fois par mois. Ils viennent en majorité à pied, à vélo et en transports en commun. Mais on compte aussi parmi ces clients du centre-ville une large part de clients venant de l'intérieur du magasin, le plus souvent en voiture. La destination du magasin après déménagement est quant à elle caractérisée par une clientèle en grande majorité automobiliste. Ces clients viennent un peu plus de l'intérieur de la métropole stéphanoise, et viennent y faire des achats plus rarement, seulement quelques fois dans l'année. En résumé, ce magasin semble être associé aux déplacements automobiles. Il est situé à Monthieu, un quartier de la périphérie Est de la ville tout proche de grands axes routiers et offre un large espace de stationnement gratuit. Mais le déménagement étudié semble préfigurer un mouvement d'économie d'échelle qui pourrait se manifester par l'installation de plusieurs magasins dans ce quartier. Un parc commercial est en projet dans ce même quartier, et d'autres

commerces stéphanois pourraient être tenté de se rapprocher de cette localisation pour prendre leur part du marché. Nous avons tenté de généraliser l'étude à d'autres types de magasins du centre-ville pour ouvrir le débat de l'impact de ce parc commercial attendu sur le tissu commercial de centre-ville. La principale conclusion qui s'en dégage est que le parc commercial *Steel* représente une menace potentielle pour la viabilité du commerce de centre-ville. Cette menace peut cependant être transformée en opportunité si une offre de mobilité conséquente est mise en place pour relier le centre-ville depuis cette nouvelle polarité commerciale.

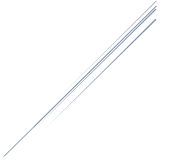
Bien qu'elle devra être davantage testée pour être consolidée et affinée, la démarche de modélisation proposée semble prometteuse. Elle pourra permettre de caractériser la clientèle attendue selon la localisation d'un magasin, d'affiner la répartition des flux vers différentes localisations commerciales selon les préférences des consommateurs, et d'identifier les facteurs qui gouvernent ces préférences des consommateurs. C'est une contribution pour enrichir le débat sur le choix de la localisation commerciale qui prend en compte le comportement du consommateur. Son application et sa reproductibilité restent cependant tributaires des enjeux de données de préférences déclarées ou révélées. Quelques pistes pour la mobilisation de telles données ont été évoquées dans ce chapitre. Mais dans l'ensemble, il apparaît clair que ce travail ne fait qu'introduire un chantier de recherche encore très vaste.

Quant à la démarche d'évaluation environnementale, elle ouvre des pistes pour l'introduction des flux de déplacements d'achat dans le reporting environnemental des entreprises de la distribution urbaine. Mais Une autre idée serait de faire de cette démarche un outil pour objectiver les autorisations d'implantation de nouveaux équipements commerciaux. Il pourrait en effet aider à définir un profil environnemental des flux pour chaque localisation (ou zone) commerciale et par famille de magasins.



Conclusion Générale

Approche territoriale de la logistique urbaine : vers des outils opérationnels à l'échelle des territoires urbains.



Conclusion générale : Approche territoriale de la logistique urbaine : vers des outils opérationnels à l'échelle des territoires urbains.

Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés aux flux de logistique urbaine dans une approche territoriale en nous appuyant sur un cas d'étude. Nous avons réfléchi à leur évaluation environnementale à l'échelle désagrégée d'un point de vente.

Notre cas d'étude est singulier à plusieurs titres. Les magasins de la FNAC sont reconnus comme distributeurs de la culture. Ils rassemblent aussi, en général, plusieurs magasins en un seul. C'est le cas de la FNAC de Saint-Etienne qui est à la fois une librairie à part entière et un magasin de high-tech considéré parmi les plus fiables et les plus à jour en termes d'actualité. C'est aussi un lieu indiqué pour être au courant de l'actualité culturelle, aussi bien au sujet des événements en salle dont elle s'occupe de la billetterie, que des contenus culturels sur supports matériels et dématérialisés. Sa singularité passe aussi par le fait qu'elle est généralement reconnue comme une enseigne de centre-ville même si ce n'est pas le cas partout. A Saint-Etienne, la FNAC est une enseigne considérée comme une tête de pont. Son déménagement pose de nombreuses questions sur la vitalité du centre-ville. De plus, après ce déménagement, le magasin s'est installé dans un centre-commercial dans un quartier en périphérie de la ville. La métropole stéphanoise projette l'ouverture d'un parc commercial dans ce même quartier. Documenter ce déménagement était donc une opportunité en ce sens que cela permettait de se projeter sur ce futur parc commercial et son impact sur le tissu commercial de la ville. Cependant, la singularité de l'enseigne ne facilite pas la généralisation des observations et des analyses faites dans cette étude de cas.

Pour l'enseigne, il semble finalement que le déménagement est une bonne opération. L'immobilier commercial n'ayant pas les mêmes valeurs dans les deux localisations, la réduction de 20% de sa surface commerciale devient un deuxième facteur de réduction des charges. La localisation en périphérie lui fait changer le type de clientèle, mais elle reste fréquentée. S'il faudra du temps pour conclure sur la variation de la fréquentation et sur les résultats commerciaux, on sait au moins que, du fait de sa localisation en centre-commercial, la FNAC pourra capter une partie de la clientèle déjà existante de ce dernier. Mais en plus, la FNAC a profité de l'extension du centre commercial pour déménager. Cette extension peut être interprétée comme une expression de la viabilité de cette localisation commerciale.

Pour la localisation, sous réserve de prendre en compte le phénomène d'auto génération du trafic automobile, cette localisation commerciale n'est pas en soi un problème pour l'environnement si on sait choisir quelles catégories de commerces peuvent s'y installer. Les impacts générés par le point de vente dans cette localisation ne sont pas nettement supérieurs à ceux générés par le même magasin en centre-ville. Deux conclusions importantes peuvent s'en déduire. D'abord, on peut dire que la localisation des points de vente en centre-ville n'est pas toujours celle qui génère les flux de logistique urbaine les moins polluants. Ensuite, on peut déduire de ces résultats que les politiques de mobilité durable ne peuvent permettre de réduire sensiblement les impacts sur l'environnement des flux de logistique urbaine que si elles sont cohérentes avec les politiques de localisation résidentielles. Nous avons pu observer avec cette étude qu'en effet, si un commerce de centre-ville doit attirer des clients qui habitent et viennent de loin, il induira par le fait même des déplacements automobiles. Ces derniers aggravent, on le sait, le bilan environnemental des flux, surtout en centre-ville.

Nous avons pu montrer que la FNAC de Saint-Etienne est un magasin à vocation régionale dont les clients habitent un peu partout dans le bassin de vie stéphanois. Son déménagement dans cette localisation semblait judicieux. La répartition de la clientèle s'en est trouvée plus équilibrée du point de vue de leur résidence. Située en centre-ville, l'enseigne captait en effet plus une clientèle habitant le centre-ville. Or, à l'opposé de plusieurs grandes villes, la population du centre-ville stéphanois est financièrement plus fragile que celle de l'intérieur de l'agglomération.

Au sujet du parc commercial en projet dans cette localisation, nous avons proposé une démarche pour identifier les facteurs qui pourraient présider à la décision de préférer cette nouvelle localisation commerciale plutôt que le centre-ville pour le même produit. Nous l'avons testée de manière exploratoire avec le matériau que nous avons pu collecter. C'est encore une démarche à consolider, mais c'est peut-être déjà une piste pour anticiper sur les impacts de ce nouveau projet sur le commerce de centre-ville.

Il se dessine à travers notre réflexion que la localisation de Monthieu-Pont-de-l'âne peut être intéressante, non pas pour les commerces de proximité, mais pour les enseignes destinées à couvrir toute l'agglomération. Il s'ensuit en fait que loin des opinions généralisatrices, la localisation commerciale mérite un travail de détail plus fin. C'est indispensable si on souhaite à la fois maintenir l'équilibre économique du territoire et de ses mobilités, ainsi que la vitalité

commerciale du centre-ville. C'est aussi indispensable si l'on souhaite maîtriser l'impact sur l'environnement des flux de la distribution urbaine.

Cette question de l'impact sur l'environnement des flux de transport apparaît finalement délicate. Les résultats obtenus en comparant l'impact environnemental des flux de transport générés par le magasin dans l'une et l'autre localisation sont relativement contre-intuitifs. Ces résultats n'en demeurent pas moins cohérents si l'on prend en compte tout ce que nous apprend la littérature. Il est important dans le débat sur l'impact environnemental de la mobilité et sur l'opposition centre-ville et périphérie, de prendre en compte l'impact de la vitesse de circulation. Les travaux conduits ici ont montré s'il le fallait, que les déplacements motorisés en centre-ville génèrent plus d'émissions de polluants à cause de l'apaisement de la circulation qui se traduit par la réduction de la vitesse. Ayant déjà réfléchi par le passé sur la théorie de la ville cyclable pour laquelle la limitation des vitesses en ville est une clé de réussite, les présents résultats alimentent le débat sur les conséquences pour l'environnement de ces politiques d'apaisement de la circulation. Il ne s'agit pas de remettre en cause l'apaisement en centre-ville. Au contraire, ces résultats indiquent que sur le plan de réduction des émissions de polluants, le seul véritable gage de succès ces politiques est l'absence de l'automobile du centre-ville. Alors, les politiques de réduction de vitesse qui se traduisent dans certaines villes par la généralisation des zones 30 sont intéressantes pour le partage de la voirie et pour une circulation plus sécurisée. En tenant compte de la réduction des déplacements automobiles qu'elles peuvent induire, des perspectives de recherche future s'ouvrent pour évaluer leur efficacité au regard de la réduction des émissions de polluants dues à la circulation.

La problématique de la logistique urbaine traduit la forte interdépendance entre la ville et le transport de marchandises. Plusieurs réflexions, innovations et expérimentations se concentrent sur cette problématique et s'attèlent à réduire l'influence de la complexité du déplacement en ville sur l'efficacité du transport de marchandises en ville. Ces démarches visent à permettre aux différentes unités économiques parties prenantes, d'assurer leurs fonctions économiques tout en assurant l'approvisionnement en marchandises de la ville qui est par ailleurs vitale pour cette dernière. Une grande partie de ces réflexions et actions aborde cette problématique dans une vision professionnelle du transport et de la logistique que nous avons identifiée comme vision-transporteur de la logistique urbaine. Cette approche peut permettre un approvisionnement efficace de la ville tout en se préoccupant de l'impact sur l'environnement des flux dont ces acteurs se sentent directement responsables. Une autre approche a cependant

émergé dans la littérature à travers plusieurs travaux notamment en France et en Italie, et semble mieux prendre en compte dans cette problématique, le territoire urbain dans son ensemble. Le transport de marchandises en ville devrait s'insérer d'après ces réflexions, dans la programmation urbaine et dans le système de déplacement en place sur le territoire. Le transport de marchandises génère en effet, via les commerces, des déplacements de personnes dont il ne peut se passer, ces derniers dépendant eux-mêmes des formes urbaines fonctionnelles en place. Nous avons regroupé les démarches qui s'inscrivent dans cette seconde vision dans l'approche territoriale de la logistique urbaine.

Au sortir de cette réflexion que nous avons menée, on se rend compte qu'il était important de faire la distinction entre la vision transporteur et l'approche territoriale de la logistique urbaine. L'une et l'autre sont intéressantes, mais les deux sont différentes. La qualification et la quantité des flux sont différentes. Leurs impacts sur l'environnement aussi. La logistique urbaine peut avoir un poids et une influence différentes dans les politiques urbaines conduites à l'échelle du territoire, selon que l'on adopte l'une ou l'autre approche.

Les implications d'une approche territoriale de la logistique urbaine sont multiples. Elles concernent entre autres les localisations, la définition des flux de logistique urbaine, la place de l'environnement dans la logistique urbaine et la responsabilité sociétale des entreprises. Mais elles concernent aussi les démarches de modélisation et le type des outils opérationnels.

La question des localisations diverses sur le territoire est primordiale dans cette approche. L'urbanisme devrait mettre en relation les infrastructures de mutualisation et de rupture de charge, dont les plateformes logistiques, avec les points de vente et la localisation résidentielle ainsi que celle des autres activités économiques. De notre réflexion, il ressort qu'il ne s'agit finalement pas seulement de penser une accessibilité durable des points de vente depuis les espaces logistiques urbains. L'accessibilité de ces points de vente depuis les lieux d'activité et les résidences est tout aussi importante. Les enjeux urbanistiques liés à la logistique urbaine dans une approche territoriale, sont donc finalement des enjeux de formes urbaines fonctionnelles à l'échelle du territoire.

Ces enjeux de localisation entraînent des enjeux liés à la quantité et aux types de flux. Dans la vision transporteur de la logistique urbaine, les flux de livraison destinés à réapprovisionner les magasins sont les principaux flux, auxquels s'ajoutent en aval, les flux de livraison de marchandises aux consommateurs à domicile ou par l'entremise de points relais ou de points

d'accès marchandises. Dans l'approche territoriale de la logistique urbaine, les flux de déplacements d'achat revêtent une importance capitale. Ils méritent une visibilité particulière parce que l'existence du magasin physique implanté dans la ville en dépend. Or, ce commerce physique est important pour l'économie et pour la vitalité urbaine. De plus, d'un point de vue quantitatif, on peut considérer dans une approche territoriale de la logistique urbaine que les flux amonts commencent à partir de la plateforme logistique la plus proche d'où les marchandises entrent sur le territoire urbain. Au-delà de cette limite, en raison entre autres de la massification des flux de transport de marchandises, le territoire n'est que très partiellement concerné par les flux plus en amont, exceptés pour les flux qui passent par son territoire, mais n'en sont pas forcément à destination (dans le cas de la présence d'axes nationaux ou internationaux de transport, par exemple). Les flux de déplacements d'achat constituent alors quantitativement la plus grande part de l'ensemble, et sur eux le territoire peut exercer des actions. En outre, la localisation des points de vente, mise en perspective avec la localisation résidentielle des consommateurs et la localisation des différents lieux d'activités, détermine par ailleurs les types de flux. Le cas d'étude documenté nous a permis de montrer que la localisation en centre-ville génère une majorité de déplacements d'achat piétons, cyclistes et en transport en commun, à l'opposé de la localisation en sortie de ville où les déplacements d'achat sont à dominance automobile. La qualité des flux change aussi du fait des conditions de circulation qui ne sont plus les mêmes. De plus, au sujet des flux amont, la localisation d'un commerce en périphérie, proche des grands axes routiers, ouvre la possibilité de massifier les livraisons. Les caractéristiques des véhicules de livraison peuvent alors changer.

En résumé, la prise en compte des localisations relatives est une question qui distingue les deux approches de la logistique urbaine. Nous avons montré que la catégorie du commerce, et sa localisation peuvent influencer la quantité et la qualité des flux amonts. En aval aussi, elles conditionnent à la fois la longueur des distances, les modes de déplacements particuliers et les types de véhicules de livraison. Mais en plus, elles déterminent l'impact environnemental, non seulement par la distance parcourue et par le mode, mais aussi, dans une moindre mesure, par les conditions de circulation. Ces dernières sont, elles aussi fonctions de la localisation du point de vente. Au sujet des localisations, une des questions avec lesquelles on peut ressortir de cette réflexion est de savoir quels liens judicieux établir entre la localisation des espaces logistiques urbains, celle des points de vente et l'urbanisme ordinaire.

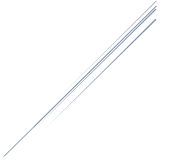
Une autre implication concerne les méthodes de modélisation et les outils opérationnels. En capitalisant sur les avancées de la modélisation de la demande en marchandises et des flux de logistique urbaine, nous proposons dans ce travail une méthodologie de modélisation des flux de déplacements d'achat. En effet, la nature variée et peu prévisible de ces flux rend approximatives les approches déterministes habituellement utilisées pour les modéliser. A la suite de la *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT) déjà déployée en logistique pour la localisation des plateformes, une partie des réflexions déjà existantes a introduit les modèles probabilistes de choix discrets dans cette approche territoriale de la logistique urbaine. Ils se fondent sur la théorie de l'utilité aléatoire. Nous en avons tiré une proposition de méthodologie pour contribuer au débat sur la localisation commerciale avec les choix individuels des consommateurs. L'étude de cas nous a permis d'en faire une application qui reste à consolider. Mais surtout à ce sujet, c'est la possibilité de prendre en compte l'influence des déplacements quotidiens du consommateur dans la modélisation de la demande qui se profile comme une nouvelle question à creuser. En attendant, une des indications issues de ce travail est la possibilité de développer des outils simples à l'échelle des locaux des territoires urbains. Cela peut passer par exemple, comme nous l'avons montré, par la modélisation du choix de la localisation commerciale. L'introduction des choix individuels de déplacement dans cette modélisation permet de mettre tout le réseau de la distribution urbaine au diapason avec l'offre de mobilité urbaine sur le territoire.

Le second outil opérationnel que nous proposons est relatif à l'évaluation environnementale, toujours à l'échelle de l'unité commerciale. Même s'il reste à affiner et à consolider, sa généralisation peut permettre d'approcher le profil environnemental par secteur de commerces, de l'ensemble du réseau de la distribution urbaine. A côté des outils applicables à grande échelle et le plus souvent déterministes dans leurs démarches, on peut donc développer des outils, plus proches des réalités de chaque territoire, et plus proches des comportements individuels. De tels outils pourront être également plus légers à mettre en œuvre et certainement offrir des résultats plus précis.

Nous retiendrons aussi de nos travaux que la définition en soi des déplacements d'achat devrait évoluer, sinon pour coller à cette approche, du moins dans une perspective de cohérence de l'évaluation environnementale. Un commerce génère en effet des impacts sur l'environnement du fait des visites de clients, même si ces dernières ne débouchent sur aucun achat à transporter. Ces travaux nous ont donc permis de proposer un sens plus étendu du déplacement d'achat en

complément de ce qui existe dans la littérature. Dans cette optique, tout déplacement à l'intérieur d'un magasin débouchant ou non sur un achat à transporter constitue un déplacement d'achat tant qu'il s'inscrit dans un projet d'achat. Cela permet de prendre en compte le fait qu'un seul achat peut nécessiter plusieurs déplacements en direction du même magasin ou vers d'autres commerces. Il en est de même pour tout déplacement destiné à retirer en magasin un produit commandé en ligne ou effectué dans le magasin pour bénéficier du service après-vente. Une telle définition a clairement en vue la maîtrise de l'impact environnemental des flux de transports générés par le commerce. En fait, dans une vision transporteur, la modélisation des flux revêt une importance économique majeure. Dans une approche territoriale, maîtriser l'impact environnemental devrait être l'un des objectifs majeurs de la modélisation des flux, aux côtés de la viabilité du tissu économique local, et de l'équilibre de l'offre de mobilité urbaine. C'est une autre distinction majeure qui apparaît entre les deux approches. Au cœur de ces impacts sur l'environnement, nous avons constaté au cours des travaux présentés dans ce mémoire que les flux de déplacements d'achat en constituent la plus grande part. C'est du moins le résultat obtenu pour le type de commerce que nous avons étudié. Nous avons proposé une méthodologie dont les entreprises de la distribution urbaine peuvent se saisir dans le cadre volontaire de la RSE pour prendre en compte les flux de déplacement d'achat dans leur reporting environnemental. Mais après avoir montré que cette prise en compte est possible, une question reste en suspens. Dans quelle mesure pourrait-on un jour étendre juridiquement la responsabilité environnementale du point de vente à ces flux de déplacement d'achat ?

En somme, cette réflexion nous a permis de montrer qu'il est pertinent de prendre en compte la localisation commerciale dans la comptabilisation des flux de logistique urbaine. Le commerce devient ainsi le centre des flux aussi bien en amont qu'en aval. Nous avons montré qu'il est possible de définir une unité fonctionnelle commune et de faire une évaluation environnementale de l'ensemble de ces flux centrés sur le commerce. A la fin de cette thèse, nous pouvons modéliser la préférence des consommateurs entre plusieurs localisations commerciales pour un même achat. Nous pouvons aussi mesurer à l'échelle du commerce, l'impact environnemental des flux de transport amont et aval qu'il génère. Nous pourrions donc à l'avenir nous concentrer sur comment quantifier l'influence de ces préférences de localisations commerciales sur l'impact environnemental des flux de transport générés par la distribution urbaine sur le territoire.





Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abley J., 2000. Stated Inference technics and consumer decision making : new challenges to old assumptions. Cranfield Working paper.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.541.3625&rep=rep1&type=pdf>
- Achabal D., Gorr WL. et Mahajan V., 1982. MULTILOC: A multiple store location decision model. *Journal of retailing*, 58. 5-25
- ADEME, 2015. Alléger l'empreinte environnementale de la consommation des Français en 2030. Vers une évolution profonde des modes de production et de consommation. Rapport technique. 244p. Consulté en décembre 2016 en ligne sur https://ww.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport_technique_prospectiv_e_consommation_novembre_2015.pdf
- ADEME, 2018. Publications en lignes, révisées en mars 2018. Dernière consultation en septembre 2018. <https://www.ademe.fr/expertises/consommer-autrement/elements-contexte/impacts-environnementaux>
- Aïssaoui H., 2016. Choix de localisation résidentielle des ménages en milieu urbain Les apports récents des modèles de choix discrets en présence d'un nombre élevé d'alternatives. Thèse de doctorat en Sciences Economiques et de Gestion. Université Lumière, Lyon 2.
- Albergel A., Ségalou E., Routhier J.L., de Rham C., 2006. Mise en place d'une méthodologie pour un bilan environnemental physique du transport de marchandises en ville. Consommation – Emissions - Qualité de l'air. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/30097_5402_ldcb.pdf
- Alcouffe S., Boitier M., Rivière A., Villesèque-Dubus F., 2013. Contrôle de gestion interactif. Commercial. Supply Chain. RH. Environnement. Dunod.
- Alonso W., 1964. Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent. Cambridge: Harward University Press. <http://dx.doi.org/10.4159/harvard.9780674730854>
- Amar G., 1993. Pour une écologie urbaine des transports. In *Les annales de la Recherches Urbaine* (1993), pp. 1-15 N° 59-60
- Amar, G. 2004. Mobilités urbaines, éloges de la diversité et devoir d'invention, Editions de l'Aube.
- Andan O., Pochet P., Routhier J. L., Scheou B., 1999. Stratégie de localisation résidentielle des ménages et mobilités domicile-travail. Rapport pour le compte de la DRAST.
- André M. & Brutti-Mairesse E., 2015. Évaluation de l'impact d'un PDU : problématique de l'émission de polluants atmosphériques. *Recherche Transports Sécurité*, NecPlus, 2015, Évaluation environnementale des PDU 2015 (02), pp. 121-133. [10.4074/S0761898015002058](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01277758v2). hal-01277758v2
- André M., ROCHE A. L., BOURCIER L., 2013. Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France. Rapport IFSTTAR- LTE.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ADM00013842_ADM_ATTACHE1.pdf

- André P., Delisle C.E., Revéret J.P., Sene A., 2010. L'évaluation des impacts sur l'environnement : Processus, acteurs et pratique, Nouvelle Edition revue. Presses Internationales Polytechnique.
- Andriakaja D., 2014. Le desserrement logistique » quelle responsabilité dans l'augmentation des émissions de CO2 des activités de messagerie ? Thèse de doctorat en transport. Soutenu le 20 juin 2014 à l'université Paris Est. 281 pages.
- Andriankaja D., Gondran N., Gonzalez-Feliu J., 2015. Evaluation environnementale d'un centre de distribution urbaine par une approche ACV. In *Logistique & Management*, vol 23, n°1 PP 51-69
- Angot L., 2016. Le point-relais, outil logistique au cœur de la fabrique urbaine : constats, évolutions et perspectives. Mémoire de Master 2: Aménagement et Projets de Territoires (APTER). Université Toulouse II Jean-Jaurès, 224p. Le cas de la métropole toulousaine.
- Antheaume Nicolas, 2012. Le contrôle de gestion environnemental, état des lieux, état de l'art. Communication. In *Comptabilité-Contrôle-Audit 2013/3*. (Tome 19) Pages 9-34.
- Antheaume, N., 2013. Le contrôle de gestion environnemental. État des lieux, état de l'art. *Comptabilité - Contrôle - Audit*, vol. tome 19, no. 3, 2013, pp. 9-34.
- Antoni J. P. (dir), 2010. Modéliser la ville. Formes urbaines et politiques de transport. Collection "Méthodes et Approches". Economica, 438 pages.
- Antoni J.-P., 2013. L'ambition de modéliser la ville. In Gérard Brun (dir), 2013. *Ville et Mobilité, nouveaux regards*. Collection "Méthodes et Approches". Economica, PP 227-238.
- Antoni Jean-Philippe, 2016. Concepts, Méthodes et Modèles pour l'aménagement et les mobilités. Collection "Méthodes et Approches. Economica, 250 pages.
- Asher F., 1998. Mobilités et temporalités dans les villes américaines, recherche DRAST et PREDIT
- Ashish P., Timothy J. Fik & Grant I., 2007. Thrall, Trade area definition and calculation. Manuscript presented at the 2007 national meetings American Real Estate Society San Francisco, CA. consulté en ligne en juillet 2017 sur <https://warrington.ufl.edu/centers/retailcenter/docs/papers/PatelFikThral2007.pdf>
- Augereau V., Curien R., Dablanc L., 2009. Les relais-livraison dans la logistique du e-commerce, l'émergence de deux modèles. *Les Cahiers Scientifiques du Transport N° 55* Pages 63-95.
- Aviam M., Nirascou F., & Riedinger N., 2004. Entreprises et environnement. Rapport à la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. La Documentation Française, 217 pages
- Badot O. & Moreno D., 2016. Commerce et urbanisme commercial. Les grands enjeux de demain: Regards croisés économie et droit. Editions EMS, 307 pages,

- Badot O., Lemoine J.F. & Ochs Adeline, 2018. Distribution 4.0. Editions Pearson. 344 pages
- Bagard V., Crozet Y., Joly I. (2002), Le couplage des croissances de l'économie et des transports de voyageurs est-il inéluctable ? HAL-SHS.
- Baray J. and Lestrade S., 2014. Optimisation des localisations commerciales, theories et nouveaux développements pratiques. In Gasnier et Lemarchand (dir), Le commerce dans tous ses états, espaces marchands et enjeux de société. Collection Espace et Territoires, Presse Universitaires de Rennes. PP 173-183
- Baray, J. (2003). Retail store location optimisation: an application of signal processing with the p-median model. Recherche et Applications Marketing, 18(3), 31-44.
- Barbarino N., 2005. De la qualité de vie au diagnostic urbain, vers une nouvelle méthode d'évaluation. Le cas de la ville de Lyon. Thèse de doctorat de l'université Lumière Lyon 2 en Géographie.
- Basaille-Gahitte A., et Mathieu-Nicot B. 1991. Le modèle de hotelling : contributions et limites. Application au cas où les variables stratégiques sont les localisations et les prix. [Rapport de recherche] Institut de mathématiques économiques (IME). 19 pages, ref. bib. : 1 p. 1/2. <hal-01541374>
- Baum H., Kurte J., 2002, « Transport and economic development » in ECMT, Transport and economic development, OECD, pp.5-49
- Baum H., 2000. Decoupling transport intensity from economic growth. In: ECMT (éd.), Key issues for transport beyond 2000. 15th International symposium on theory and practice in transport economics. Paris. OECD.
- Béguin H., 1992, La localisation des activités banales. In Bailly A., Ferras R., Pumain D. (dir) Encyclopédie de géographie, Paris, Economica, 515-531.
- Behrends S., Lindolm M., et Woxenius, J. , 2007. The impact of urban freight transport- A definition of sustainability from an actors's perspective. Article soumis à la 19ème conférence annuelle NOFOMA, Reykjavik, Iceland, 7-8 June 2007. Consulté sur Semantic Scholar en juin 2016.
<https://pdfs.semanticscholar.org/fa10/588bf1a4d4b67266051cc99a9b0f021b2d93.pdf>
- Belin-Munier C., 2013. E-commerce et logistique urbaine. In 3ème colloque de logistique urbaine.
- Bellanger L. & Thomassone R., 2014. Exploration de données et méthodes statistiques. Data analysis & Data Mining avec le logiciel R. Editions Ellipse Marketing, 480p.
- Belouannas F., 2012. Projet MEDUSE. Marchandises et Etude de la Distribution Urbaine à St-Etienne. Consulté en ligne en juin 2016. <https://docplayer.fr/25322336-Meduse-marchandises-et-etude-de-la-distribution-urbaine-a-st-etienne-tous-acteurs-de-la-logistique-urbaine.html>
- Ben Akiva M. and Bierlaire M., 1999. Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions. Chapter for the Transportation Science Handbook. Draft. MIT, April.

- Ben-Akiva M, 1973. Structure of passenger travel demand models. Thèse de doctorat au Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Civil and Environmental Engineering. Editions MIT, 268 pages, Consulté en ligne en juillet 2017 sur: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/14790#files-area>
- Ben-Akiva M, Sherman L., Kullman B. (1978). "Disaggregate travel demand models for the San Francisco Bay Area. "Nonhome based models". Transportation Research Record, 673,p. 128-133.
- Ben-Akiva M. and Bierlaire M., 1999. Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions. Chapter for the Transportation Science Handbook. Draft. MIT, April.
- Ben-Akiva M. and Lerman S. 1985. Discrete choice analysis, theory and application to travel demand. The MIT Press. 412 p. December.
- Berry B. J. L., 1971, Géographie des marchés et du commerce de détail, Paris, Armand Colin.
- Beziat A., 2017. Approche des liens entre transport de marchandises en ville, formes urbaines et congestion. Le cas de l'Île-De-France. Thèse de doctorat de l'université Paris-Est en Aménagement de l'Espace et Urbanisme. 426 p.
- Bieber A., Massot M.H., Orfeuil J. P. Questions vives pour une prospective de la mobilité quotidienne. Synthèse INRETS N° 19, janvier 1993. 76p.
- Bizel M. L., 1997. Une approche territoriale de la gestion des ressources en eau. Note de recherche N°202-1997/9. Centre d'Economie Régionale. 16 p.
- Billot A. & Thisse J., 1995. Modèles de choix individuels discrets : théorie et applications à la micro-économie. *Revue économique*, 46(3), 921-931. <https://www.cairn.info/revue-economique-1995-3-page-921.htm>.
- Blanquart C. et Carbone V., 2008. La place du transport dans les organisations logistiques durables. Les Cahiers Scientifiques du Transport. N° 54/2008 - Pages 11-24"
- Blanquart C. et Carbone V., 2010. Pratiques collaboratives et démarche environnementale dans la supply chain : mythe ou réalité ?. 8èmes Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique, Septembre, Bordeaux, France. 21p. hal-00615167
- Blut M., Teller C., Floh A., 2018. Testing Retail Marketing-Mix Effects on Patronage: A Meta-Analysis. In *Journal of Retailing* 94, Elsevier, 113-135.
- Blut Markus, Teller Christoph, Floh Arne, 2018. Testing Retail Marketing-Mix Effects on Patronage: A Meta-Analysis. In *Journal of Retailing* 94, Elsevier, 113-135.
- Boerkamps J. et Binsbergen A.V., 1999. GoodTrip- A New Approach for Modelling and Evaluation of Urban Goods Distribution. Urban Transport Systems, 2nd KFB-Research Conference Lund.
- Bonnafous A., Gonzalez-Feliu J., & Routhier J.L., 2014. An alternative UGM paradigm to O-D matrices: the FRETURB model. Selected proceedings of the 13th World Conference on Transport Research, WCTRS, Lyon.

- Bonnel, P., Pochet P. (2002) Une mesure de décomposition des effets, Lyon entre 1975 et 1994. In Y. BUSSIERE ,J.-L.M ADRE (éd.) Démographie et Transports, Villes du Nord et Villes du Sud . Paris, L'Harmattan, pp. 79-105.
- Bonnel P., Cabanne I., Massot M.-H. (eds), 2003. Evolution de l'usage des transports collectifs et politiques de déplacements urbains, Paris, La documentation Française.
- Bonnet J., & Tomas F., 1989. Centre et périphérie. Eléments d'une problématique urbaine / Centre and periphery: elements for a framework of urban analysis. Revue de géographie de Lyon, 64(1), 3-12.
- Bontems P. et G. Rotillon, 2013. L'économie de l'environnement. Paris: La Découverte, 128p
- Boudouin D. & Morel C., 2002. Logistique urbaine. L'optimisation de la circulation des biens et services en ville. Programme national " marchandises en ville ". Paris : La Documentation française- 134 p
- Boudouin D. & Morel C., 2015. Mutualisation logistique et plateformes logistiques. Revue Française de Gestion Industrielle, numéro spécial Mutualisation et Logistique urbaine. Vol 34, N°1
- Boudouin D., 2006. Guide Méthodologique: les espaces logistiques urbains, La documentation française, 112 pages.
- Bouhouras E. et Basbas S., 2012. Urban road freight transport system: questions and answers. Transport Research Arena- Europe 2012. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Elsevier 48 pp 2501 – 2512.
- BOUTAUD A., 2005. Le développement durable: penser le changement ou changer le pansement ? : bilan et analyse des outils d'évaluation des politiques publiques locales en matière de développement durable en France: de l'émergence d'un changement dans les modes de faire au défi d'un changement dans les modes de penser. Thèse de doctorat- Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Boutaud Aurélien et Gondran Natacha. L'empreinte écologique. La Découverte, Nouvelle édition, 128p, 2018, Collection : Repères n°527, 9782707198730. <emse-01701728 >
- Bouzouina L., 2008. Ségrégation spatiale et dynamiques métropolitaines. Thèse pour le doctorat de sciences économiques, Université Lumière, Lyon 2.
- Bouzouina L., Nicolas, J.-P. et Vanco, F., (2011). Évolution des émissions de CO2 liées aux mobilités quotidiennes: une stabilité en trompe l'oeil, Recherche Transports Sécurité, vol. 27, n°2, p. 128-139.
- Bracchi E. & Durand B., 2014. Dans le domaine de la logistique urbaine, la réussite des CDU et des ELP ne tiendrait-elle pas à des facteurs culturels ? Retour d'expériences menées en Italie et en France. In Logistique & Management. Vol 22, Issue PP 67-76
- Bracchi E., Durand B, Senkel M. P., & Fratila C., 2015. La logistique urbaine en Italie et en Roumanie. Comparer pour comprendre. In Logistique & Management, vol 23, n°1 PP 19-30
- Breiman L., 2001. Random Forests, Machine Learning 45(1), 5-32.

- Breiman L., 2002. "Manual On Setting Up, Using, And Understanding Random Forests V3.1", https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/Using_random_forests_V3.1.pdf
- Bressoux, P. (2010). *Modélisation statistique appliquée aux sciences sociales*. Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur. doi:10.3917/dbu.bress.2010.01.
- Brichet M. & Héran F., 2003. Commerces de centre-ville et de proximité et modes non motorisés. Rapport final Publication ADEME n°4841. <https://www.fub.fr/sites/fub/files/fub/Enquete/velocommerce03rapfin.pdf>
- Browne M. & Ripert C., 2009. La démarche exemplaire de Paris pour le Transport de Marchandises en Ville. Les Cahiers Scientifiques du Transport, Volume 55, pp. 39-62.
- Browne M., 2000. Les avantages d'une approche de chaîne d'approvisionnement pour le transport urbain de fret. In Patier-Marque D. (Coordination), l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. Editions du LET. Collection Etudes et recherches.
- Browne M., Allen J., Leonardi J., 2011. Evaluation the use of an urban consolidation center and electric vehicles in central London. IATSS Research 35 (2011) 1-6. Elsevier Ltd. doi : 10.1016/j.iatssr.2011.06.002
- Browne M., Allen J., Nemoto T., Patier D. & Visser J., 2012. Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 39, pp. 19-33.
- Brunel J. 2005. Le transport de marchandises et la croissance économique. ASRDLF. Villes et territoires face aux défis de la mondialisation - XLI^e colloque de l'ASRDLF, 5-7 sept. 2005, Dijon, France. 15 p. halshs-00095907
- Brunel J. 2007. Prévoir la demande de transport de marchandises à long terme. Estimation économétrique du couplage transport/économie : le cas des traversées alpines. Thèse de doctorat en sciences économiques de l'université Lumière Lyon2, 257p
- Bruns F., 2007. Transport de marchandises et économie. Analyse des interrelations et élaboration d'indicateurs. Revue de Géographie Alpine /Journal of Alpine Research.
- Buchanan C., 1964. Traffic in Towns, Harmondsworth (England), Penguin Books.
- Buhler, T., 2015, Déplacements urbains : sortir de l'orthodoxie. Plaidoyer pour une prise en compte des habitudes, 128 p. Editions PPUR.
- Calon Véronique, 2006. La FNAC met un pied en périphérie. Article de presse publié dans LSA Commerce et Distribution. Consulté octobre 2017 sur <https://www.lsa-conso.fr/la-fnac-met-un-pied-en-peripherie,48272>
- Calthorpe P., 1993. The Next American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream. New York, USA: Princeton Architectural Press.
- Capo C. et Chanut O., 2015. Clustérisation de la logistique urbaine par le levier de la proximité. Logistique et Management, Vol. 23 N°1, pp 31-50.
- Cascetta, E. 2011. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. Springer.

- CASINO (Groupe), 2017. Extrait de rapport RSE 2016 en ligne. Consulté en octobre 2018 sur https://www.groupecasino.fr/fr/wpcontent/uploads/sites/5/2017/06/Extrait_Casino_DRF_2016.pdf
- Catapult Transport Systems, Department for Transport of the United Kingdom, 2016. Utilising mobile network data for transport modelling. Recommendations paper. <https://www.gov.uk/government/publications/mobile-phone-data-in-transport-modelling>
- Cattaruzza, D., Absi, N., Feillet, D., & González-Feliu, J. (2015). Vehicle routing problems for city logistics. EURO Journal on Transportation and Logistics, forthcoming.
- CCI Pays d'Arles, 2017. Enquête Comportement d'achat des ménages. <http://www.arles.cci.fr/wp-content/uploads/2017/03/ACCM.pdf>
- CEREMA, 2015. La logistique urbaine, Connaitre et agir. Collection Références, Editions du CEREMA, 202 pages.
- CEREMA, 2019. Quel apport des données issues des nouvelles technologies à la modélisation des transports ? <https://www.cerema.fr/fr/actualites/quel-apport-donnees-issues-nouvelles-technologies>
- CERTU, 2008. Les enquêtes ménages-déplacements « Standard Certu ». Editions du Certu, Lyon.
- CGEDD, nd. La mobilité locale. Consulté en ligne en juin 2018. <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/trv/deplacement-mobilite/mobilite-reguliere-locale.html>
- Chalas Yves & Dubois-Taine G., 1997. La ville émergente, Edition de l'aube.
- Chalas Yves, 2009. De la trajectoire épistémologique récente du concept de territoire. In Vanier M., 2009, Territoires, territorialité, territorialisation. Controverses et perspectives. Collection Espace et Territoires, Presses Universitaires de Rennes. PP 177-180.
- Charmes Eric. Vers des premières couronnes plus favorable aux modes doux. Transports, environnement, circulation, ATEC, 2003. pp 20-26. <halshs00108140>.
- Charpe A., Harache J., Le Corre M., Richard O., Raballand W., 2019. Données de téléphonie mobile pour la connaissance de la mobilité : enseignements de trois expérimentations. Présentation et article pour le congrès ATEC 2019
- Chiron-Augereau V., 2009. Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine, quels rôles pour un opérateur de transports publics urbains ? l'exemple de la RATP. Paris? Thèse de doctorat de l'université Paris-Est.
- Choay F., 1965. L'urbanisme, utopies et réalités. Une anthologie. Nouvelle édition octobre 2014, Editions Points, collection Points Essais. 445p.
- Christaller W., 1933. Die zentralen Orte in Süddeutschland, Iéna, Fischer.
- CITADIA, 2012. Schéma de Cohérence Territoriale de la Communauté de communes Guéret -St Vaury. Rapport de présentation. Partie 1. Annexe du diagnostic.

https://www.agglo-grandgueret.fr/sites/default/files/PDFS/2_diagnostic_commercial.pdf

- CITEPA, 2013. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France-Série sectorielles et analyses étendues, Rapport national d'inventaire, 332p
www.cibe.fr/IMG/pdf/secten_avril2013_sec.pdf
- CITEPA, 2017. Potentiel de réchauffement global. PRG. Consultation en ligne en novembre 2018 sur <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/polluants/effet-de-serre/potentiel-rechauffement-global-a-100-ans>
- Cliquet G. & Josselin J. M. (Dir) 2002. Stratégies de localisation des entreprises commerciales et industrielles
- Cliquet Gérard, 2002. Les modèles de localisation commerciales. In Cliquet Gérard (Dir.), Le géomarketing. Méthode et stratégie du marketing spatial. Lavoisier- Hermes Science Publication. PP 37-66.
- Cluster PACA Logistique, 2017. Logistique urbaine, Consulté en ligne en juin 2018 sur <http://www.cluster-paca-logistique.com/logistique-urbaine/la-logistique-urbaine-et-ses-enjeux/enjeux-dune-logistique-urbaine-durable/>
- CMED, 1987. Our common future. Rapport de la Commission présidée par G. H. Brundtland. Version française consultée en juin 2016 sur https://www.diplomatie.gouv.fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf
- Code de la route Belge, nd, Consulté en octobre 2018 sur <https://www.code-de-la-route.be/textes-legaux/sections/ar/reglement-technique-des-vehicules/115-art1-v15-115>
- Code de la route Belge, nd, Consulté en octobre 2018 sur <https://www.code-de-la-route.be/textes-legaux/sections/ar/reglement-technique-des-vehicules/115-art1-v15-115>
- Comi A. and Conte E, 2011. A modelling system for estimating freight quantities attracted by cities. WIT Transactions on the Built Environment. 116. 423-434. 10.2495/UT110361.
- Comi A. & Nuzzolo Agostino, 2016. Exploring the Relationships Between e-shopping Attitudes and Urban Freight Transport. Transportation Research Procedia Volume 12, 2016, Pages 399-412
- Comi A. & Nuzzolo Agostino, 2016. Exploring the Relationships Between e-shopping Attitudes and Urban Freight Transport. Transportation Research Procedia Volume 12, 2016, Pages 399-412
- Comi A., Donnelly, R. and Russo, F. (2014). Urban freight models. In Modelling Freight Transport, Tavasszy, L. and De Jong, J. (eds), chapter 8, DOI: 10.1016/B978-0-12-410400-6.00008-2, Elsevier, 163-200.

- Comi, A., Delle Site, P., Filippi, F., Nuzzolo A., 2011. "Ex-post assessment of city logistics measures: the case of Rome". In *Transport Management and Land-use Effects in Presence of Unusual Demand*, Mussone, L. and Crisalli, U. (eds), Franco Angeli, Milan, Italy, 2011, 241-258 (ISBN: 978-88-568-4174-9)
- Comité 21 et OREE, 2014. Dialogue des parties prenantes sur la logistique durable: vers une démarche territoriale. Restitution de l'enquête menée auprès des adhérents et acteurs référents de la logistique. 28 pages
- Commission Européenne, 2018. Statistiques sur les villes européennes. Consulté en ligne en mars 2018 sur https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics_on_European_cities/fr
- Conseil National des Centres Commerciaux, non daté. Quel avenir pour le commerce de proximité dans les quartiers ? Etude développée par la Commission « Cœur de ville du CNCC ». Juin 2015, 56p. Consulté en ligne en mars 2016.
http://www.cdccf.com/ressources/DOCUMENTS/Etude_Commerce-dans-les-quartiers.pdf
- Cooper, L. 1963, Location-allocation problems. *Operation research*, volume 11, Issue 3. <https://doi.org/10.1287/opre.11.3.331>
- Cosserat F., 2013. Pour qui souffle le vent? Une approche territoriale des énergies renouvelables. Editions CCI Marseille, 103 pages.
- CoTITA, 2012. L'EMD du bassin de vie stéphanois, une démarche partenariale. Consulté en ligne en mars 2016 sur http://www.cotita.fr/IMG/pdf/6_DDT01_StEtienne_EMD.pdf
- Crainic T.G., 2000. Modèles pour la planification des mouvements de marchandises dans les centres urbains congestionnés. In Patier-Marque D. (Coordination), *l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains*. Editions du LET. Collection Etudes et recherches.
- Crainic, T.G., 2008. City Logistics. In Chen, Z.L., & Raghavan, S. (eds.), *Tutorials in Operations Research 2008. State-of-the-Art Decision Making Tools in the Information-Intensive Age*. INFORMS, pp. 181-212.
- Crevoisier O., 2010. La pertinence de l'approche territoriale. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, décembre (5), 969-985. Doi:10.3917/reru.105.0969
- Crozet Y., 2005. *Le temps et les transports*, 2005, Paris, France. pp. 33-40 (version française). halshs-00194583
- CRP Henry Tudor, 2013. Analyse du cycle de vie conséquentielle : identification des conditions de mise en oeuvre et des bonnes pratiques. Rapport d'étude pour le compte de Score LCA.
- Dablanc L., Gonzalez-Feliu J. et Ville S., 2010. L'organisation du transport des marchandises en ville : jusqu'où les politiques municipales peuvent-elles juridiquement aller ? Le cas de Vicence (Italie) et les leçons à retenir pour les villes européennes. *Politiques et Management public* 27 (4), pp. 53-72. halshs-00589935

- Dablanc L., 1998. Le transport des marchandises en ville : entre police et service. In: Flux, n°34, 1998. pp. 44-53; doi: <https://doi.org/10.3406/flux.1998.1236>
https://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_1998_num_14_34_1236
- Dablanc L., 2007. La notion de développement urbain durable appliquée au transport de marchandises en ville. Cahiers Scientifiques du Transport N° 51/2007 - Pages 97-126
- Dablanc L., 2010. Freight transport, a key element of the urban economy: Guidelines for practitioners. Paper presented at the Transportation Research Board 89th Annual Meeting, January 2010. Washington, D.C
- Dablanc L., Montenon A., Cruz C., Rizet C., Belton-Chevallier L., Bocquentin M., 2015. RETMIF - Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises : retours d'expériences des restrictions de circulation en Europe et scénarios pour l'Ile-de-France. Rapport pour l'ADEME/AACT-AIR. 166 pages.
- Dablanc L. & Andriankaja D., 2011. Desserrement logistique en Île-de-France : la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret. Flux 2011/3-4 (n° 85-86), pages 72 – 88
- Dablanc L., 2017. Logistique et transport de marchandises dans les grandes métropoles. L'Économie politique 2017/4 (N° 76), p. 50-60.DOI 10.3917/leco.076.0050
- Dablanc L., Savy M., Veltz P., Culoz A., Vincent M., 2017. Des marchandises dans la ville : Un enjeu social, environnemental et économique majeur. [Rapport de recherche] IFSTTAR- 2017, 110p. <hal-01627851>
- Dablanc, L. & Frémont, A., 2015. La Métropole Logistique. Paris: Armand Collin.
- Dablanc L., & Rodrigue J.P., 2016. The geography of urban freight. In Giuliano G., & Hanson, S. (eds.), The Geography of Urban Transportation, 4th Edition, The Guilford Press, New York.
- Damon J., 2011. L'urbanisation en perspective positive. In Revue Etudes 2011/6 tome 414. pp 739-749.
- De Caevel B. et Ooms R., 2005. Typologie des enjeux environnementaux et usages des différentes méthodes d'évaluation environnementale, notamment dans le domaine des déchets et des installations industrielles., RECORD, Bruxelles.
- Debie J., 2010. Contribution à une géographie de l'action publique : le transport entre réseaux et territoires, Texte original d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris 1, 205 p.
- Debie J., 2011. Une approche territoriale de la gouvernance ou le dialogue secteur/territoire : l'exemple des projets urbains fluviaux. CIST2011 - Fonder les sciences du territoire, Collège international des sciences du territoire (CIST), Nov 2011, Paris, France. pp.109-113. hal-01352904
- Decaestecker C. & Saertens M., nd. Les arbres de decision (Decision trees). Document pédagogique consulté en ligne sur :
<http://helios.mi.parisdescartes.fr/~lomn/Cours/DM/Material/ComplementsCours/decisiontree.pdf>

- Delafâtre L., 2008. Méthodologie pour optimiser le transport de marchandises en ville. Application aux villes moyennes et dans le cadre de l'agglomération de la Rochelle. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris en Sciences de Gestion. 275p.
- Deletraz G., 2002. Géographie des risques environnementaux liés aux transports routiers en montagne, Université de Pau et des Pays de l'Adour.
- Desmazes, J., et Lafontaine J.P., 2007. L'assimilation des budgets environnementaux et du tableau de bord vert par les entreprises. "comptabilité et environnement", May 2007, France. pp.CD-Rom, 2007. <halshs-00543246>
- Desse R. P., 1999. La mobilité des consommateurs et les nouveaux espaces commerciaux. In: Espace, populations, sociétés, 1999-2. Les mobilités spatiales. pp. 281-289. Consulté en janvier 2018 sur http://www.persee.fr/doc/espos_0755-7809_1999_num_17_2_1891
- Desse R.P., 2001. Le nouveau commerce urbain. Dynamiques spatiales et stratégie des acteurs. Collection Espace et territoires. Presses Universitaires de Rennes. 198p
- Dion D. et Cliquet G., 2002. Le comportement spatial du consommateur. In Cliquet Gérard (Dir.), Le géomarketing. Méthode et stratégie du marketing spatial. Lavoisier- Hermes Science Publication. PP 37-66.
- Diziain D., 2006. Les activités économiques en Ile-de-France, vers moins d'étalement? Paris: Cahiers de l'IAURIF.
- Diziain D., Ripert C., Dablang L., 2012. How Can We Bring Logistics back into Cities? The Case of Paris Metropolitan Area. In Taniguchi E., Thomson R. (dir.), Seventh International Conference on City Logistics. Procedia - Social and Behavioral Sciences, n°39, p.267-281.
- Ducret R. & Durand B., 2010. E-Commerce et logistique urbaine: la consigne automatique, une alternative d'avenir ?. In 9e Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique (RIRL).
- Ducret, R. & Gonzalez-Feliu, J., 2016. Connecting Demand Estimation and Spatial Category Models for Urban Freight: First Attempt and Research Implications. Transportation Research Procedia: Tenth International Conference on City Logistics, Volume 12, pp. 142-156.
- Ducret, R., 2015. Nouvelles organisations de la distribution urbaine des colis sur le dernier kilomètre : innover par une approche spatiale. Paris: Thèse de Doctorat : Ecole Nationale Supérieur des Mines de Paris.
- Dufour, J.G. 2000. L'émergence du problème des marchandises en ville en France et en Europe de l'Ouest. Communication aux 13èmes entretiens Jacques Cartier. Montréal, octobre 2000. In Danièle Patier-Marque (Coordination), l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. Editions du LET. Collection Etudes et recherches PP 19-29.
- Dufour, J.G., Patier D., Routhier J.L., 2007. Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine. Techniques de l'Ingénieur.

- Duhl L. J. 1963. The urban condition, people and policy in the metropolis. New York; London. Basic Books, Inc., Publishers.
- Dumas J.C., 2007. Dans la boîte noire des districts industriels. In Dumas J.C., Lamard P. et Tissot L., les territoires de l'industrie en Europe 1750- 2000. Entreprises, Régulations et Territoires. Les cahiers de la MSH Ledoux. Presses Universitaires de Franche Comté.
- Dupont-Kieffer A., Merle N., Hivert L., Quetelard B., 2010. Environment Energy Assessment of Trips (EEAT): An updated approach to assess the environmental impacts of urban mobility, The case of Lille Region. 12th World Conference on Transport Research, Jul, Lisbonne, Portugal. 25p. ([hal-00615150](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00615150))
- Dupuy G., 1985. Systèmes, réseaux et territoires. Presse de l'ENPC.
- Dupuy G., 1999. La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitement, Paris.
- Dupuy G., 2002. 'Cities and Automobile Dependence' revisité : les contrariétés de la densité. Revue d'Economie Régionale et Urbaine, 1, p. 141-156.
- Dupuy G., 2003. Questions vives pour la planification urbaine. L'avenir de l'automobilité. <halshs-00249735>
- Dupuy J.P., 1975. A la recherche du temps gagné. Annexe de l'ouvrage d'Ivan Illich, Énergie et équité, réédité dans Œuvres complètes, volume 1, Paris, Fayard, 2003, pp. 433-440.
- Durand B. & Gonzalez-Feliu J., 2012. Impacts of proximity deliveries on e-grocery trips. In Supply Chain Forum: An International Journal (Vol. 13, No. 1, pp. 10-19). Taylor & Francis.
- Durand B., Gonzalez-Feliu J., Henriot F., 2010. La logistique urbaine, facteur clé de développement du BtoC, Logistique & Management, vol. 18, n. 2, pp. 41-53.
- Elvik R., 2001. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of the safety effects. In Accident Analysis and Prevention, vol 33, pp 327-336.
- Esfahani M.S., Dougherty E.R. Effect of separate sampling on classification accuracy Bioinformatics, 30 (2) (2014), pp. 242-250 2014 Volume, Issue, 15 January, Pages – Available online on <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btt662>
- Essel R., 2008. Mémoire d'un inconnu. La résistance, la liberté, le bonheur se gagne. Collection je te raconte.
- Evrard-Samuel K. 1 Cung V.D., 2015. Analyse comparée des solutions de logistique urbaine. In Logistique & Management, vol 23, n°1 PP 7-18
- Fabbe-Costes N., 2007. Système d'information logistique et transport. Consulté en avril 2018 sur <https://www.techniques-ingenieur.fr/res/pdf/encyclopedia/42123210-ag8030.pdf>
- Faivre d'Arcier B., 2012. Le financement des services publics de transport dans la perspective d'une mobilité durable. Annuaire des Collectivités Locales Année 2012, 32 pp. 141-150. Consultation en décembre 2018 sur https://www.persee.fr/doc/coloc_2111-8779_2012_num_32_1_2316

- Fan, J. and Lv, J. (2008). Sure independence screening for ultrahigh dimensional feature space. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 70(5) :849–911.
- Faure A., Douillet AC., 2005, L'action publique et la question territoriale, Presses Universitaires de Grenoble, 300 p.
- Faure L., 2015 Evaluation de la performance économique des Centres de Distribution Urbaine. Thèse de doctorat en Génie Industriel de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. Français. NNT : 2015EMSE0803.
- FEVAD, 2014. Chiffres-clés 2014 (pour l'année 2013). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2014_BasDef-1.pdf
- FEVAD, 2015. Chiffres-clés 2015 (pour l'année 2014). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2015_BasDef-1.pdf
- FEVAD, 2016. Chiffres-clés 2016 (pour l'année 2015). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2016_BasDef-1.pdf
- FEVAD, 2017. Chiffres-clés 2017 (pour l'année 2016). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2017_BasDef-1.pdf
- FEVAD, 2018. Chiffres-clés 2018 (pour l'année 2017). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2018_BasDef-1.pdf
- FEVAD, 2019. Chiffres-clés 2019 (pour l'année 2018). Dernière consultation en ligne en juin 2019. https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2019/06/Chiffres-Cles-2019_BasDef-1.pdf
- Filippi, F., Nuzzolo, A., Comi, A. and Delle Site, P. (2010). Ex-ante assessment of urban freight transport policies. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 (3), E. Taniguchi and R. G. Thompson (eds.), DOI: 10.1016/j.sbspro.2010.04.042, Elsevier Ltd. ISSN: 1877-0428
- Fisher, R. *Statistical Methods for Research Workers*, In *BIOLOGICAL Monographs and Manuals*, N° 5, F. A. E. CREW, Edinburgh D. WARD CUTLER, Rothamsted, 1934. Consultable on http://www.haghigh.com/resources/materials/Statistical_Methods_for_Research_Workers.pdf
- Fleury A., 2010. Du quartier à la ville durable? Les commerces de proximité dans l'action de la Mairie de Paris. Commerce et ville ou commerce sans la ville ? In Gasnier, A. (ed.), *Production urbaine, stratégies entrepreneuriales et politiques territoriales de développement durable*, Presses Universitaire de Rennes, Rennes, 171-183.
- FNTR, 2018. Logistique urbaine et distribution urbaine. Consultation en ligne en juin 2018. <http://www.fntr.fr/nos-expertises/logistique-urbaine-et-distribution-urbaine>

- Fotheringham A. S. 1988. Consumer store choice and choice set definition. *Marketing Science*, vol. 7, n°3, 99-310.
- François, C. 2019. Évaluation Environnementale Stratégique de la mobilité quotidienne des personnes d'une aire urbaine : Couplage entre modèle Transport-Urbanisme et Analyse de Cycle de Vie. Thèse de doctorat de l'ENTPE en Géographie, Aménagement et urbanisme. 494p.
- Freedman D. A., 2009. *Statistical models. Theory and Practice. Revised Edition.* Cambridge (GB). Cambridge University Press, Cop.
- Frémont A., 2015. Les portes maritimes et aériennes de la métropole logistique. In DABLANC L., FREMONT A. (dir.), *La métropole logistique, ou comment le transport des marchandises façonne les territoires*, Paris, Armand Colin.
- Frémont A., 2013. Le Havre, l'axe Paris-Seine et les routes maritimes mondiales. *Esprit*, n°6, PP 69-80.
- Frenay P., 1997. De l'importance des facteurs psycho-sociaux dans le choix modal, *Recherches, Transport Sécurité*, N°55, avril-juin, pp 47-56
- Gallez C., 1995. Budget énergie et environnement des déplacements (BEED) en Ile-de-France. Rapport de Convention ADEME-INRETS, 85p.
- Gardrat M., 2017. Découplage de l'achat et de la récupération des marchandises par les ménages. Communication JEMU, 24 Avril. Paris La Défense.
- Gardrat M., Toilie, F., Patier D. et Routhier J.-L., 2016. The impact of new practices for supplying households on urban goods movements: method and first results. Goteborg, Suède, VREF Urban Freight Platform Conference.
- Gasnier A. et Lestrade S., 2014. Commerce et étalement urbain. En France, le modèle « centre / périphérie » fonctionne-t-il toujours ? In Gasnier Arnaud et Lemarchand Nathalie (Dir). *Le commerce dans tous ses états. Espaces marchands et enjeux de société.* Presses universitaires de Rennes. PP 139-151.
- Gasnier A., 2013. La fonction commerciale dans les politiques de renouvellement des fronts d'eau urbains à Bordeaux et Saint-Nazaire : une résilience limitée ?. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, PUCA, 2013, Figures nouvelles, figures anciennes du commerce en ville, octobre 2013 (numéro 108), pp. 83-95
- Gendron C., 2004. *La gestion environnementale et la norme ISO 14001.* Les Presses Universitaires de Montréal, Montréal. 347pages.
- Gentile G., & Vigo D., 2013. Movement generation and trip distribution for freight demand modelling applied to city logistics. Consulté en ligne sur Semantic Scholars en juillet 2017. <https://www.semanticscholar.org/paper/Movement-generation-and-trip-distribution-for-to-Gentile-Vigo/24c16f3eb0be084933fe355bcde165249c968d5d>
- Genuer R. & Poggi J-M. 2017. Arbres CART et Forêts aléatoires, Importance et sélection de variables. 2017. <hal-01387654v2>

- Gerardin B., 2000. Premier bilan des expériences pilotes françaises en matière de TMV. In Patier-Marque D. (Coordination), l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. Editions du LET. Collection Etudes et recherches. PP 183-189
- Geyer M., 2012. Évolution des normes antipollution : intégration / validation au niveau du véhicule : évolutions électriques et électroniques. Electronique. 2011. dumas-00693337
- Ghiglione R., 1987. Les techniques d'enquêtes en sciences sociales. Paris : Dunod
- Ghorra-Gobin C., 2006. La théorie du new urbanism perspectives et enjeux. Rapport d'étude pour la Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction. Juillet. Consulté en ligne sur internet en juillet 2016 sur http://www.cdu.urbanisme.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/newurbanism_cle65d7e2.pdf
- Ghorra-Gobin C., 2015. La métropolisation en question, puf, Paris, 116 p.
- Ghosh A., 1986. The value of a mall and other insights from a revised central place model. Journal of retailing, vol 62, Spring. PP 79-95.
- Ghosh, A & Craig, C.S. (1991). FRANSYS: A franchise location model. Journal of Retailing. 67. 212-234. .
- Golledge R.G. & Stimson R.J., 1997. Spatial behavior: A Geographic Perspective, The Guildford Press, New York.
- Golob, T.F. & Regan A.C., 2001. Impacts of highway congestion on freight operations: perceptions of trucking industry managers. Transportation Research, Part A 35 577-599.
- Gondran Natacha, 2015. Evaluation et représentation des enjeux environnementaux dans une perspective de transitions écologique et énergétique. Sciences de l'environnement. Mémoire d'Habilitation à la direction de recherches. Université Jean Monnet de Saint-Etienne; Ecole des Mines de Saint-Etienne, 2015. <tel-01157944>
- Gondran Natacha, Collectif « Des plumes dans le goudron », 2018. Résister aux grands projets inutiles et imposés. Géocarrefour - Revue de géographie de Lyon, Association des amis de la revue de géographie de Lyon, 2018, Comptes rendus inédits, <<https://journals.openedition.org/geocarrefour/1098>> . <emse-01920341>
- Gondran Natacha, Guillaume Junqua, Miguel Lopez-Ferber, Jacques Mery. REPIS -Réflexion Et Propositions d'Indicateurs susceptibles de faire l'objet de Seuil de durabilité. [Rapport de recherche] Carnot interétablissements. 2015. <emse-01293243>
- Gondran Natacha, Quels indicateurs environnementaux choisir ?. In Dominique Bourg, Alain Kaufmann, Dominique Méda. L'âge de la transition En route pour la reconversion écologique (colloque de Cerisy), Les petits matins, Institut Veblen, 2016, <<http://www.lespetitsmatins.fr/collections/lage-de-la-transition-en-route-pour-la-reconversion-ecologiquecolloque-de-cerisy/>> . <emse-01411554>

- Gondran, N. (2015), Evaluation et représentation des enjeux énergétiques dans une perspective de transitions écologique et énergétique. Environmental Sciences. Université Jean monnet de Saint-Etienne; Ecole des Mines de Saint-Etienne, 2015. Disponible sur <http://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/tel-01157944>.
- Gondran, N. & Boutaud A., 2014. Bienvenue dans l'anthropocène ? : L'humanité confrontée aux limites de la biosphère. La future métropole vue par 50 contributeurs, pp. 160-164, 2014. <emse-01086004>
- Gonzalez-Benito, O. (2004) Random Effects Choice Models: Seeking latent predisposition segments in the context of retail store format selection. Omega 32, 167-177.
- Gonzalez-Feliu J. & Mercier A., 2013-a. A combined people-freight accessibility approach for urban retailing and leisure planning at strategic level, 2013. Consulté en ligne en juillet 2017.
https://www.researchgate.net/publication/272481065_A_combined_people-freight_accessibility_approach_for_urban_retailing_and_leisure_planning_at_strategic_level
- Gonzalez-Feliu J. & Mercier A., 2013-b. A double people-freight accessibility approach for urban retailing and leisure planning at strategic level. 5th METRANS International Conference on Urban Freight, Long Beach, California, October 6th-8th.
- Gonzalez-Feliu J. & Morana J. 2010. Are City Logistics Solutions Sustainable? The Cityporto case. TeMA. Journal of Land Use, Mobility and Environment, 3 (2), 55-64.
- Gonzalez-Feliu J. & Morana J., 2014. Assessing urban logistics pooling sustainability via a hierarchic dashboard from a group decision perspective. In Macharis, C., Melo, S., Woxenius, J., Van Lier, T. (eds.), Sustainable Logistics, Emerald, coll. Transport and Sustainability, vol. 6, pp. 113-135.
- Gonzalez-Feliu J. & Parent A., 2016. Clio-combinatorics: A novel framework to analyze military logistics choices using operations research techniques. In Ochoa, A., Cedillo, G., Sánchez, J., Margain, L. (editors), Handbook of Research on Military, Aeronautical, and Maritime Logistics and Operations, Advances in Logistics, Operations, and Management Science series, IGI Global, Hershey, pp. 79-101.
- Gonzalez-Feliu J. & Peris-Pla C., 2014. STG-Sim: Shopping Trip Generation and Simulation. Poster Outreach Market at Transport Research Arena 2014, 5th edition, Paris – La Défense (France)
- Gonzalez-Feliu J. & Peris-Pla C., 2017. Impact of retailing attractiveness on freight and shopping trips attraction rates. Research in Transportation Business and Management.
- Gonzalez-Feliu J., 2017. Logistique urbaine durable. Prévision et évaluation. Iste Editions, 260p
- Gonzalez-Feliu J. & Morana J. 2011. Collaborative transportation sharing: From theory to practice via a case, study from France. In Yearwood, J.L. and Stranieri, A. (eds.), Technologies for Supporting Reasoning Communities and Collaborative Decision

- Making: Cooperative Approaches, Information Science Reference, Hershey, pp. 252-271.
- Gonzalez-Feliu J., 2010. Traffic and CO2 émissions of urban goods deliveries under contrasted scenarios of retail location and distribution. Research and transport policy international conference, , Lyon, France. <halshs-01056141>
- Gonzalez-Feliu J., 2017. Logistique urbaine durable. Prévision et Evaluation. ISTE Editions, 260 pages.
- Gonzalez-Feliu J., 2018. Sustainable urban logistics. Planning and evaluation. ISTE-Wiley, London.
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini C., Gardrat M., Routhier J.L., 2012-a. Comprendre les chaînes de déplacements pour l’approvisionnement des ménages : une approche empirique. *Revue française de gestion industrielle*, 2012, 31 (3), pp.105-122.
- González-Feliu J., Durand B., & Andrianakaja D. (2012). Challenges in last-mile e-grocery urban distribution: have new B2C trends a positive impact on the environment?. In *Environmental Issues in Supply Chain Management* (pp. 251-266). Springer, Berlin, Heidelberg
- Gonzalez-Feliu J., Ambrosini, C., Pluvinet, P., Toilier, F., & Routhier, J. L., 2012-b. A simulation framework for evaluating the impacts of urban goods transport in terms of road occupancy. *Journal of Computational Science*, 3(4), 206-215.
- Gonzalez-Feliu J., Malhéné N., Morganti, E., & Trentini A., 2013. Développement des espaces logistiques urbains: CDU et ELP dans l’Europe du Sud-Ouest. *Revue Française de Gestion Industrielle*, 32 (4), 73-92.
- Gonzalez-Feliu J., Morana J., Salanova Grau J.M. & Ma T.Y., 2013. Design and scenario assessment for collaborative logistics and freight transport systems. *International Journal of Transport Economics*, 40 (2), 207-240.
- Gonzalez-Feliu, J., Muñuzuri J., Cedillo-Campos M.G., Ambrosini C., Taniguchi E., Chiabaut N. 2015. Contraintes de livraison et politiques d’accès au centre-ville : à la recherche du « véhicule optimal » urbain par une simulation de scénarios. *Logistique & Management*, 23 (2), 31-45.
- Goodwin P., 2004. The economic costs of road traffic congestion. Consulté en mars 2018 sur http://discovery.ucl.ac.uk/1259/1/2004_25.pdf.
- Goodwin P., Dargay J. & Hanly M., 2004. Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review. In *Journal of Transportation Review*. Volume 24, 2004 - Issue 3, 275-292. Publié en ligne le 6 octobre 2011. <https://doi.org/10.1080/0144164042000181725>
- Gourdon J.L. Dubois-Taine G., Chalas Y., 1997. La Ville Emergente, L'Aube, 1997. In: *Les Annales de la recherche urbaine*, N°76, 1997. Ville, emploi, chômage. pp. 160-162; https://www.persee.fr/doc/aru_0180-30x_1997_num_76_1_2126_t1_0160_0000_4
- Grand Lyon, 2017. 10ème enquête Consommateurs. Un puissant outil d’analyse et d’aide au développement du commerce et des territoires. Principaux résultats.

- http://www.economie.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/fichiers/site_eco/2017_0925_enquete_comportement_achat_menages_lyon_rhone_10_resultats.pdf
- Grewal D., Kopalle P., Marmorstein H., Roggeveen A. L., 2012. Does Travel Time to Stores Matter? The Role of Merchandise Availability? In *Journal of Retailing* 88, Elsevier, 437–444.
- Groupe FNAC-DARTY, 2018. Notre histoire. Consulté en décembre 2018 sur <http://www.fnacdarty.com/notre-groupe/notre-histoire/>
- Guerrero, D. et Proulhac, L., 2016. La dynamique spatiale des activités logistiques dans les aires urbaines françaises. *Cybergeo : revue européenne de géographie*, Issue <http://cybergeo.revues.org/27517>
- Guyon, I., Weston, J., Barnhill, S., and Vapnik, V. (2002). Gene selection for cancer classification using support vector machines. *Machine learning*, 46(1-3) :389–422.
- Hall P., 2010, “Maritime ports and the politics of reconnection”, In Desfor G., Laidley J., Schubert D., Stevens Q., (eds), *Transforming Urban Waterfronts: Fixity and Flow*, Abingdon: Routledge, pp.17-34
- Hani, M. (2009), « Chaînage des déplacements et pratiques d'achats des familles », *Géocarrefour*, 84 (1-2), en ligne: <http://geocarrefour.revues.org/7261>
- Hastie T., Tibshirani R., Friedman J., 2001. *The Elements of Statistical Learning*, Springer, Berlin; Heidelberg; New York.
- Heitz A., 2017. *La Métropole Logistique : Structure métropolitaine et enjeux d'aménagement la dualisation des espaces logistiques métropolitains*. Thèse de doctorat de l'université Paris-Est en Aménagement de l'Espace et Urbanisme. 414 p.
- Héran F. et Bricchet M., 2003. Commerces de centre-ville et de proximité et modes non motorisés. Rapport final Publication ADEME n°4841. 83 pages. Consulté en ligne en novembre 2018 sur <https://www.fub.fr/sites/fub/files/fub/Enquete/velocommerce03rapfin.pdf>
- Héran F., 2009. À propos de la vitesse généralisée des transports. Un concept d'Ivan Illich revisité. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* 2009/3, pages 449 à 470. Consulté en ligne en novembre 2018 sur <https://www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2009-3-page-449.htm>
- Héran F. & Tostain P., 1994. L'évolution comparée des principes d'organisation de la production industrielle et d'aménagement de la voirie urbaine. *Recherches Transports Sécurité*, n° 44
- Hess S. & Polak J. W., 2006. Airport, airline and access mode choice in the San Francisco Bay area. *Journal of Regional Science*. N° 85, issue 4; 543-567 <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2006.00097.x>
- Hickman A. J., Hassel D., Joumard R., Samaras Z., Sorenson S., 1999. Methodology for calculating transport emissions and energy consumption. *Transport Research Laboratory. PROJECT REPORT SE/491/98*. 362p. <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/meet.pdf>

- Holguin Veras J., Thorson and E. Zorrilla J.C., 2010. Commercial Vehicle Empty Trip Models With Variable Zero Order Empty Trip Probabilities. In *Networks and Spatial Economics* 10(2):241-259 · June. DOI: 10.1007/s11067-008-9066-7
- Holguín-Veras, J. & Thorson, E., 2000. Trip Length Distributions in Commodity-Based and Trip-Based Freight Demand Modeling - Investigation of Relationships. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Volume 1707, pp. 37-48.
- Holling C. S. (Ed), 1978. Adaptive environmental assessment and management. International series on applied systems analysis. 402 p. <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/823/1/XB-78-103.pdf>
- Homocianu M. 2009. Modélisation de l'interaction transport-urbanisme - Choix résidentiels des ménages dans l'aire urbaine de Lyon. Thèse de doctorat en Economie et finance. Université Lumière - Lyon II, 2009. Français. <tel-00359302>
- Hotelling H. (1929) Stability in Competition, *The Economic Journal*, Vol. 39, p 41-57. Consulté en décembre 2017 sur <http://people.bath.ac.uk/ecsjgs/Teaching/Industrial%20Organisation/Papers/Hotelling%20-%20Stability%20in%20Competition.pdf>
- Hothorn T., Hornik K., et Zeileis A., 2015. Ctree: Conditional Inference Trees. A vignette published on <https://cran.r-project.org/web/packages/partykit/vignettes/ctree.pdf>.
- Hothorn, T., Hornik, K., Zeileis, A. 2006. Unbiased recursive partitioning: a conditional inference framework. *J. Comput. Graph. Stat.* 15(3), 651–674 . Online consultation in july 2017 <http://statmath.wu-wien.ac.at/~zeileis/papers/Hothorn+Hornik+Zeileis-2006.pdf>
- Hounwanou S., 2015. Comprendre le faible usage du vélo en ville par la notion de ville cyclable. Le cas de Saint-Etienne. Mémoire de Master Allevilles. 151p. https://boutiquedessciences.universite-lyon.fr/medias/fichier/memoire-p-c-hounwanou_1559832930041-pdf
- Hounwanou S. Gondran N. Gonzalez-Feliu J., 2016. Retail location and freight flow generation: proposition of a method estimating upstream and downstream movements generated by city center stores and peripheral shopping centers. Communication au Troisième colloque européen pour la recherche sur le commerce de détail (CERR 2016), Toulouse, France. (hal-01357008)
- Hounwanou S., Comi A., Gonzalez-Feliu, J., Gondran N., 2018. Inner city versus urban periphery retailing: store relocation and shopping trip behaviours. Indications from Saint-Etienne. In *Transportation Research Procedia* 30, Elsevier, 363-372.
- Huang Arthur and Levinson David, 2017. A model of two-destination choice in trip chains with GPS data. *Journal of choice modelling*, 24, Elsevier 51-62.
- Huang J., Lu X. X. and Sellers J. M., 2007. A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, Volume 82, pp. 184-197.

- Hubbard Raymond, 1978. A review of selected factors conditioning consumer travel behavior. *Journal of consumer research*, 5. 1-21.
- Huff D.L. (1964), Defining and Estimating a Trade Area, *Journal of Marketing*, 28, 34-38.
- Huff D.L., 1964. Defining and Estimating a Trade Area, *Journal of Marketing*, 28, 34-38.
- Huriot, J.M., & Perreur, J. (1997), Centre et périphérie fondements et critères. Document de travail du LATEC. http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/2354/LATEC-DT_95-05.pdf?sequence=1
- Hutchinson B. G., 1974. Estimating urban goods movement demands, *Transportation research Records*, 496, PP 1-15.
- Illich Ivan, 1975. *Énergie et équité*, Paris, Seuil, 59 pages. Réédité dans Ivan Illich, 2003, *Œuvres complètes*, volume 1, Paris, Fayard, pp. 379-432.
- INSEE 2018-d, Base de bassin de vie. Consulté en ligne en juillet 2018 sur <https://www.insee.fr/fr/information/2115016>
- INSEE, 2018-c. Tableau de l'Economie Française, INSEE Références 2018. 274p consulté en ligne en novembre 2018 <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3303433?sommaire=3353488>
- Iribarne P. & Verdioux S., 2012. *Evaluer et valoriser les performances responsables*. AFNOR Editions, 143p.
- ISO 14040, Management environnemental, Analyse de cycle de vie. Principe et cadre. AFNOR, Octobre 2006.
- Jancovici J. M., 2007. GES et cycle de carbone. Consulté en ligne en décembre 2018. Url : <https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/quels-sont-les-gaz-a-effet-de-serre-quels-sont-leurs-contribution-a-leffet-de-serre/>
- Jenks M., Burton E. et Williams K. (Dir), 1996. *The compact city: a sustainable urban form?* London E&FN Spon.
- Joumard R., 2003. Les émissions de polluants oscillent entre progrès techniques et explosion du trafic. *La Revue Durable*, n°3, janvier-février, p. 30-33.
- Kaufmann V. & Widmer É., 2005. L'acquisition de la motilité au sein des familles: État de la question et hypothèses de recherche. *Espaces et sociétés*, 120-121(1), 199-217. doi:10.3917/esp.120.0199
- Kellner F., 2016. Exploring the impact of traffic congestion on CO2 emissions in freight distribution networks.
- Kuhn M., Johnson K. *Applied Predictive Modeling*, Springer (2013)
- Lamarrange J., nd. Régression logistique binaire, multinomiale et ordinaire. Support de cours publié en ligne. <http://lamarange.github.io/analyse-R/regression-logistique.html>

- Lancaster K. J., 1966. A New Approach to Consumer Theory. *The Journal of Political Economy*, Vol. 74, No. 2 (Apr., 1966), pp. 132-157 . The University of Chicago Press. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1828835>
- Lancelot R. & Lesnoff M. 2005. Sélection de modèles avec l'AIC et critères d'information dérivés. Version 3, novembre. Consulté en ligne en avril 2018 sur <http://www.cef-cfr.ca/uploads/Reference/alncelotLesnoff.pdf>
- Lanciano E., 2003. Le district industriel revisité: mobilités et qualifications d'acteurs, thèse d'économie, Université de la Méditerranée, LEST, décembre, 51 1 p. et annexes. 23.
- Lanciano E., 2010. La compétitivité des districts industriels. Une approche par les ressources spécifiques. 2005. halshs-00521484
- Laurent R. A., 2007. Le modèle « Élimination par attributs » de Tversky: Une application à la différenciation des produits. *Revue économique*, vol. 58(3), 545-554. doi:10.3917/reco.583.0545. <https://www.cairn.info/revue-economique-2007-3-page-545.htm>
- Le Berre M., 1992. Territoire. In Bailly Antoine, Ferras Robert, Pumain Denise, *Encyclopédie de géographie*. Paris: Economica, 1992
- Le Corre M., Bedat G., Giraud M., 2018. Représentativité des origines - destinations des usagers utilisant un système GPS. Présentation et article pour le congrès ATEC 2018
- Le Féon S., 2014. Evaluation environnementale des besoins de mobilité des grandes aires urbaines en France. Approche par Analyse de Cycle de vie. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne EN Science et Génie de l'Environnement. 295p.
- Le Galès P., 2004, « Gouvernance », dans Boussaguet L., Jacquot S., Ravinet, P. dir., *Dictionnaire*
- Le Gall-Ely M., 2009. Définition, mesure et déterminants du consentement à payer du consommateur : synthèse critique et voies de recherche. *Recherche et Applications en Marketing (French Edition)*, SAGE Publications, 2009, 24 (2), pp.91-113. <hal-00522826>
- Légifrance 2016. Décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/6/28/DEV1603758D/jo/texte>
- Légifrance, 1971. Loi n° 71-588 du 16 juillet 1971 sur les fusions et regroupements des communes. Publié au journal officiel du 18 juillet 1971. Consulté en ligne le 10 décembre 2016 https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?numJO=0&dateJO=19710718&pageDebut=07091&pageFin=&pageCourante=07091
- Légifrance, 1997. LOI n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Publié au JORF n°0001 du 1 janvier 1997 page 11. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000381337&categorieLien=id>

- Légifrance, 2000. Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbains.
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005630252>
- Légifrance, 2017. LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. « Loi Grenelle 2 » Consulté en décembre 2018 sur
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434>
- Légifrance, 2018. Code de l'environnement - Dernière modification le 01 janvier 2018 - Document généré le 12 janvier 2018.
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20030805>
- Légifrance, 2019. LOI n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. Consulté en mars 2019 sur
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548>
- Lemarchand N., 2009. De la géographie du commerce à la géographie du commerce et de la consommation. Bulletin de la Société Géographique de Liège, Société Géographique de Liège, 2009, pp.139-1419.
- Lemarchand N., Merenne-Schoumaker B. et Soumagne J., 2014. La difficile émergence de la géographie du commerce. Introduction générale ; In Gasnier Arnaud et Lemarchand Nathalie (Dir). Le commerce dans tous ses états. Espaces marchands et enjeux de société. Presses universitaires de Rennes. PP 13-20
- Lestoux David, 2018. Mission prospective sur la revitalisation commerciale des villes petites et moyennes. Mission animée par André Marcon. Février 2018. Consulté en ligne en juin 2018 sur https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/coeur-de-ville/rapports/rapport-mission-centres-villes-Marcon-synthese.pdf
- Lim, T. S., Loh, W. Y. and Shih, Y. S., 2000. A Comparison of Prediction Accuracy, Complexity, and Training Time of Thirty-three Old and New Classification Algorithms. Machine Learning, 40, 2000.
- Loh W. Y. & Shih Y. S., 1997. Split selection methods for classification trees. Statistica Sinica, Vol. 7, p. 815 - 840.
- Loiseau E., 2014. Élaboration d'une démarche d'évaluation environnementale d'un territoire basée sur le cadre méthodologique de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) . Application au territoire du Bassin de Thau. Thèse de doctorat en Génie des procédés. Sup Agro Montpellier.
- Loiseau E., Aissani L., Le Féon S., Laurent F., Cerceau J., Sala S. & ROUX, P., (2018). Territorial Life Cycle Assessment (LCA): What exactly is it about? A proposal towards using a common terminology and a research agenda, Journal of Cleaner Production, vol. 176, PP 474-485.
- Loiseau E., Junqua G., Roux P., & Bellon-Maure, V., 2012. Environmental assessment of a territory: An overview of existing tools and methods, Journal of Environmental Management, 112, pp. 213 - 225. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.07.024

- Lösch A., 1940. *The Economics of location*, New Haven, Yale University Press.
- Maison du transport Loire, non daté. Consultation en ligne en septembre 2018. <https://www.maisondutransport-loire.fr/Saint-Etienne-Centre-Ville-passe-au-VERT-article-104.html>
- Manski C., 1977. The structure of random utility models. *Theory and Decision* 8, 229-254.
- Marquet-Pondeville S., 2001. Le contrôle de gestion environnementale d'une entreprise. 22ème congrès de l'AFC, May, France.
- Marquet-Pondeville S., 2003. L'impact de la stratégie environnementale, des pressions perçues des " stakeholders " environnementaux et de l'incertitude perçue de l'environnement écologique sur un système de contrôle de gestion environnemental formel. Identification et maîtrise des risques : enjeux pour l'audit, la comptabilité et le contrôle de gestion. 24^{ème} Congrès de l'Association française de comptabilité, 22-23 mai Belgique.
- Masson S. et Petiot R., 2013. « Logistique et territoire : multiplicité des interactions et forces de régulation », *Géographie, économie, société*, 2013/4 (Vol. 15), p. 385-412. DOI : doi:10.3166/ges.15.385-412. URL : <https://www.cairn.info/revue-geographie-economie-societe-2013-4.htm-page-385.htm>
- Massot M.H., Orfeuil J.P. et Bellanger F., 2000. *Éléments pour une prospective de la mobilité*, Centre de Recherche Espace, Transports, Environnement et Institutions locales.
- Massot M. & Orfeuil J., 2005. La mobilité au quotidien, entre choix individuel et production sociale. *Cahiers internationaux de sociologie*, 118(1), 81-100. doi:10.3917/cis.118.0081.
- McFadden, Daniel. 1974. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. PP105–42 in *Frontiers in Econometrics*, edited by Paul Zarembka. New York: Academic Press. Online Consultation IN June 2017
- McKinnon A (1999). The effect of traffic congestion on the efficiency of logistical operations. *Int J Logist Res Appl* 2(2):111–128. doi:10.1080/13675569908901576
- McKinnon A, Palmer A, Edwards J, Piecyk M (2008). Reliability of road transport from the perspective of logistics managers and freight operators. <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/infrastructure/networks/08HeriotWatt.pdf>.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., W. W. Behrinds III, 1972. *The limits to growth. A report to the Club of Rome's projet on the predicament of mankind. A POTOMAC ASSOCIATES BOOK*. Consulté en ligne sur <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>
- MEDDE, 2013. Bilan de la qualité de l'air en France en 2012 et principale tendances observée au cours de la période 2000-2012. 44p.
- Meimbresse B. et H. Sonntag, 2000. Modelling urban commercial trafic with the model WIVER. In Patier-Marque Danièle, 2000. *L'intégration des marchandises dans le*

- système des déplacements urbains. 13èmes Entretiens Jacques Cartier, Montréal, Octobre. Collection Etudes & Recherches, Editions du LET, PP93-106
- Merenne-Schoumaker B., 1984. Le choix d'une localisation commerciale. In Metton A. (Ed), Le commerce urbain français. Presses Universitaires de France et Université d'Orléans. 99-108;
- Merenne-Schoumaker B., 2003. Géographie des services et des commerces. Presse Universitaires de Rennes. 239 pages.
- Merenne-Schoumaker B., 2008. Géographie des services et des commerces. Presse Universitaires de Rennes. Nouvelle version revue et corrigée. Presses Universitaires de Rennes, 256pages
- Merlin P., 2015. Territoire. In Merlin P. et Choay F. (Dir), 2015. Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. 7ème Edition (4ème Edition "Quadrige") entièrement refondue. PUF, avril. 839 pages.
- Geyer M., 2012. Évolution des normes antipollution : intégration / validation au niveau du véhicule : évolutions électriques et électroniques. Electronique. 2011. dumas-00693337
- Michaud-Trévinat, A. 2002, online consultation, in June 2017 in Roma. <http://thil-memoirevivante.prd.fr/wp-content/uploads/sites/43/2014/11/2002-michaud.pdf>
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Organisation de la mobilité en France. Consulté en ligne le 16/04/2016. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Volet-transport-de-la-loi-relative.html>
- Monchambert G. Quelle représentation du phénomène de développement urbain ? Développement du modèle de Bussière adapté à l'Aire Urbaine de Lyon. Mémoire de Master _Transports, Espace, Réseaux_ soutenu à l'Université Lyon 2, le 05 septembre 2011. 82p.
- Morganti E., Dablanc L., & Fortin F., 2014-a. Final deliveries for online shopping: The deployment of pickup point networks in urban and suburban areas. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 23-31.
- Morganti E., Seidel S., Blanquart C., Dablanc L., & Lenz B., 2014-b. The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany. *Transportation Research Procedia*, 4, 178-190.
- Morgan J & Sonquist J., (1963). Problems in the analysis of survey data and a proposal. *Journal of the American Statistical Association*. 58 (302):415–434.
- Motte-Baumvol, B., Belton-Chevallier, L., Schoelzel, M., & Carrouet, G. (2012). Les effets de la livraison à domicile sur l'accès aux produits alimentaires: le cas des grandes surfaces alimentaires et des cybermarchés de l'aire urbaine dijonnaise. *Flux*, (2), 34-46.
- Mraihi R., 2012. Transport Intensity and Energy Efficiency: Analysis of Policy Implications of Coupling and Decoupling. Open access peer-reviewed chapter. Consulté en ligne en juin 2018 sur <http://dx.doi.org/10.5772/50808>

- Nahlik M. J., Kaehr A. T., Chester M. V., Horvath A., Taptich, M. N, 2016. Goods movement Life Cycle Assessment for Greenhouse Gas Reduction Goals. *Journal of Industrial Ecology*.
- Nakanishi M. & Cooper L. G., 1983. Standardizing variables in multiplicative choice models. *Journal of Consumer research*, volume 10, Issue 1, June. 96-108.
- Newman P., & Kenworthy J., 1989. Gasoline Consumption and Cities - A comparison of US cities with a global survey. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), pp. 24-37
- Newmann P. & Kenworthy J. Urban design to reduce automobile dependence. *An international journal of suburban and metropolitan studies*, Article3, vol2, 2006.
- Nicolas J.-P. (dir), Bonnel P. (dir), Cabrera J., Godinot C., Homocianu M., Routhier J.-L., Toilier F., Zuccarello P., 2009, *Simuler les mobilités pour une agglomération durable*. LET, projet Simbad, rapport final, pour le compte de l'ADEME et de la DRAST. 211 p.
- Nicolas J.P., Bonnel P., Bouzouina, L., Cabrera J., Corsatea, T., Pluvinet, P., Toilier, F., Zuccarello, P. (2011). *Projet SIMBAD 2. Une analyse temporelle de long terme permettant de mieux simuler les mobilités pour une agglomération durable*. Rapport final. ADEME-DRAST, Paris.
- Nicolas J. P., 2010. SIMBAD. In Brun Gérard (Dir), *Ville et mobilité, nouveaux regards*. Collection Méthodes et Approches. Economica
- Nisbet R., Elder, J. & Miner G., 2009. *Handbook of Statistical Analysis and Data Mining Applications*. Amsterdam (etc.): Elsevier Inc.
- Nuzzolo A, Marciani M., et alii, 2013-b. "City Logistics Governance: from Urban freight Distribution to smart logistics" (in It.) FEDIT
- Nuzzolo A. & Comi A., 2013. Tactical and operational city logistics: freight vehicle flow modeling. In *Freight Transport Modelling*, Moshe Ben Akiva, Hilde Meersman and Eddy Van de Voorde (eds.), Emerald Group Publishing Limited, chapter 21, 433 – 451.
- Nuzzolo A. & Comi A., 2014-a. Simulating the effects of shopping attitudes on urban goods distribution. Communication à la 16ème rencontre du groupe de travail EURO sur le transport (EWGT2013). *Procedia Social and Behavioral Sciences* 111. 370-379
- Nuzzolo & Comi, 2014-b. City logistics long-term planning simulation of shopping mobility and goods restocking and related support systems. *International Journal of Urban Sciences*. Volume 18, 2014; Issue 2, City Logistics.
- Nuzzolo, A. & Comi, A. 2014-c. Direct Effects of City Logistics Measures and Urban Freight Demand Models. In *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, J. Gonzalez-Feliu, F. Semet, J. .L. Routhier (eds.), DOI: 10.1007/978-3-642-31788-0_11, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 211 – 226.
- Nuzzolo A., Crisalli U., Comi A. 2006. A modelling system for urban goods movements. In *Proceedings of 11th International Conference of Hong Kong Society for*

- Transportation Studies -Sustainable transportation. S. C. Wong, Timothy D. Hau, James Jixian Wang, K. W. Chau and H. W. Ho(eds.), Hong Kong, China.ISBN: 988-98847-0-4
- Nuzzolo, A., Crisalli, U., Comi, A., 2012. A system of models for the simulation of urban freight restocking tours. *Procedia - Social and Behavioral Sciences - The Seventh International Conference on City Logistics*, Volume 39, pp. 664-676.
- Nuzzolo A., Crisalli U., Comi A., Rosati, L., 2014. Individual behavioural modelling for personal transit pre-trip planners. In *Intelligent Transport Systems for Civil Protection and Multimodal Routing*, chapter 11, IGI Global, USA.
- Nuzzolo A., Filippi F., Delle Site P., 2013-a. “City Logistics Planning” (in It.) Ed. Maggioli
- OCDE, 2006. L'impact environnemental des transports. Comment le découpler de la croissance économique. 128p
- Offner J.M., & Pumain D., dir., réseaux et territoires : significations croisées, édition de l'aube
- Ogden K.W., 1992. *Urban Goods Movement: A guide to policy and planning*. Ed Ashgate.
- Ogden K.W., 1977. Modelling urban freight generation. *Traffic Engineering and Control*, March, PP 106-109.
- Ogden K.W., 1978. The distribution of truck trips and commodity flows in urban areas: a gravity model analysis. *Transportation Research*, 12, PP 131- 137.
- Orfeuil J. P., 1984. Les budgets énergie-transport : un concept, une pratique, des résultats. *RTS n° 2*, PP 23-29.
- Orfeuil J. P., 2000-a. L'évolution de la mobilité quotidienne, Synthèse INRETS n°37
- Orfeuil J. P., 2000-b. La mobilité locale : toujours plus loin et plus vite. Michel Bonnet (éd), *Les Territoires de la mobilité*. Presses Universitaires de France, 2000, pp. 53-68.
- Orfeuil J. P., 2002. Mobilité et inégalité dans l'aptitude à la pratique des territoires, *Information Sociale*
- Orfeuil J. P., et Soleyret D.,2002. Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance? In *Recherche-Transports- Sécurité Vol. 76*, PP 208- 221
- Ortuzar J. de D., Willumsen L. G., 2001. *Modeling Transport*. 2nd Edition. John Wiley & Sons Ltd Editions. 454 Pages.
- Paché, G. 2010, Logistique urbaine mutualisée : quelle stratégie de différenciation pour le commerce alimentaire en ligne ?, *Revue Française de Gestion Industrielle*, vol. 29, 2, PP 27-47
- Pan S., Ballot E. & Fontane F., 2010. Enjeux environnemental et économique de la mutualisation logistique pour les PME : Le cas de l'alimentaire dans l'ouest de la France. 8e Conférence Internationale de MODélisation et SIMulation -MOSIM'10 - Hammamet - Tunisie- 10 au 12 mai

- Pan S., 2010. Contribution à la définition et à l'évaluation de la mutualisation de chaînes logistiques pour réduire les émissions de CO₂ du transport : application au cas de la grande distribution. Thèse de doctorat en Gestion et management. École Nationale Supérieure des Mines de Paris. NNT : 2010ENMP0051. pastel-00566265
- Pearmain D., Swanson J., Kroes, E. and Bradley, M. (1991) Stated Preference Techniques: A Guide to Practice, 2ème Edition, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.
- Pedro-Varanda Marta, La réorganisation du commerce d'un centre-ville. Résistance et obstacles à l'action publique. L'Harmattan, 2005.
- Petit N., Jubien C., Valin M., Le Bec A. E. 2013. Quel avenir pour le commerce de proximité dans les quartiers ? Conseil National des Centres Commerciaux, Paris. Consulté en Février 2016 sur:
http://www.cdcf.com/ressources/DOCUMENTS/Etude_Commerce-dans-lesquartiers.pdf.
- Pierre M., 2008. Le mode de transport, à la croisée des choix individuels et des politiques urbaines ; In Clochard F., Rocci A, Vincent S. (Eds.), Automobilités et Itmobilités, quels changements? Collection Dossiers Sciences Humaines et Sociales, L'Harmattan (2008), pp. 119-132.
- Pochet P. & Routhier J.L., 2002. Mobilités résidentielle et allongement des distances de migrations alternantes dans la région de Lyon. In Levy P. et Dureau F., L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en question. Editions L'Harmattan.
- Poggi, J.-M. & Tuleau, C. 2006. Classification supervisée en grande dimension. Application à l'agrément de conduite automobile. Revue de Statistique Appliquée, 54(4) :41–60.
- Pons D. Mise en place d'enquêtes par préférences déclarées dans le cadre de projets d'étude relatifs au secteur des transports de personnes. Thèse de doctorat, Economies et finances. Université Lumière - Lyon II, 2011. Français.
- Ponsard C. (dir), 1988. Analyse économique spatiale. Paris, PUF, 452p.
- Popkowski L., Peter T.L., Ashish Sinha and Timmermans Harry J.P., 2000. Consumer store choice dynamics: an analysis of the competitive market structure for grocery stores. In Journal of Retailing 76, Issue 3, Elsevier, 323-345
- Popkowski L., Peter T.L., Ashish Sinha, Sahgal Anna (2004). The Effect of Multi-purpose shopping on Pricing and Location Strategy for Grocery Stores. In Journal of Retailing 80, Elsevier, 85–99.
- Pumain D., 1997. Pour une théorie évolutive des villes. In: Espace géographique, tome 26, n°2, pp. 119-134; doi : <https://doi.org/10.3406/spgeo.1997.1063>
https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1997_num_26_2_1063
- Questier, F., Put, R., Coomans, D., Walczak, B., and Vander Heyden, Y. (2005). The use of cart and multivariate regression trees for supervised and unsupervised feature selection. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 76(1) :45–54.
- Quinet E., 1998. Principes d'Economie des Transports. 419p, Editions Economica.

- Quinlan J. R., 1986. Introduction of decision trees. *Machine Learning* 1: 81-106, © 1986 Kluwer Academic Publishers, Boston - Manufactured in The Netherlands. Consulté en ligne en juin 2017 sur <http://hunch.net/~coms-4771/quinlan.pdf>
- Quinlan J. R., 1993. *C4.5: Programs for machine learning*, Morgan Kaufmann Publishers Inc, San Francisco, CA (1993). Consulté en juin 2017 sur: <https://pdfs.semanticscholar.org/9763/a48ba1782d1ae319f78aa9385a360dffd728.pdf>
- Raffestin C., 1996, « Préface à l'ouvrage réseaux et territoires », dans Offner JM., Pumain D., dir., *réseaux et territoires : significations croisées*, édition de l'aube, pp. 5 -11.
- Raimbault, N., 2014. *Gouverner le développement logistique de la métropole : périurbanisation, planification et compétition métropolitaine, le cas du bassin parisien et éclairages étrangers*. Paris: Thèse de Doctorat : Université Paris Est - Marne-la-Vallée.
- Raimbault N., 2015-a Grande distribution : entre performance logistique et contraintes foncières. In Dablanc Laetitia et Frémont Antoine (Dir), 2015. *La métropole logistique. Le transport de marchandises et le territoire des grandes villes*. Editions Armand Colin. PP 161-178.
- Raimbault N., 2015-b L'émergence d'une industrie immobilière logistique. In Dablanc Laetitia et Frémont Antoine (Dir), 2015. *La métropole logistique. Le transport de marchandises et le territoire des grandes villes*. Editions Armand Colin. PP 251-267.
- Raimbault, N., Douet, M., Frémont, A., 2013. Les implantations logistiques entre réseaux et territoires. *L'Espace Géographique*, 42(1), pp. 32-43.
- Rakotomalala R., 2005. Les arbres de décision. *Revue MOULAD*, N° 33. PP 163- 187. Consulté en ligne en mai 2017 sur <https://www.rocq.inria.fr/axis/modulad/archives/numero-33/tutorial-rakotomalala-33/rakotomalala-33-tutorial.pdf>
- Ravalet E., 2007. Mode de vie et mode de ville, activité et déplacements quotidiens à Montréal et à Lyon *Environnement urbain/Urban Environment* [En ligne], 1 (2007) Volume |, mis en ligne le 01 juin 2007, consulté le 01 octobre 2016. URL: <http://eue.revues.org/1054>
- Reigner H., 2013-a. *Sous les pavés de la qualité urbaine. Gouvernement des territoires, gouvernement des conduites et formes renouvelées de la domination dans la ville néohygiéniste. Dossier d'Habilitation à Diriger les Recherches. Science politique. Institut d'Etudes Politiques de Paris, 2013. <tel-00842287>*
- Reigner H., 2013-b. *Etalement urbain*. In Reigner Hélène, Brenac Thierry et Hernandez Frédérique, 2013. *Nouvelles Idéologies urbaines. Dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre*. Presse Universitaire de Renne.
- Reigner H., 2013-c. *Partage de la voirie*. In Reigner H., Brenac T. et Hernandez F. 2013. *Nouvelles idéologies urbaines. Dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre*. Presses Universitaires de Rennes. PP 83-86.

- Reigner H., 2013-d. Etalement urbain. In Reigner H., Brenac T. et Hernandez F. 2013. Nouvelles idéologies urbaines. Dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre. Presses Universitaires de Rennes. PP 51-58.
- Reigner, H., Brenac, T. et Hernandez, F., 2013. Nouvelles idéologies urbaines - Dictionnaire critique de la ville mobile, verte et sûre. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Reilly Williams, 1931 the law of retail gravitation, 1931 online consultation in December 2017: [https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.\\$b50138;view=1up;seq=18](https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.$b50138;view=1up;seq=18)
- Renaud A., 2015. Management et Contrôle de Gestion Environnemental. Editions EMS, 200p.
- Réseau STAS, 2017. Plan du reseau. Consulté en ligne en novembre 2017 sur <https://www.reseau-stas.fr/ftp/document/secteurst-etienneabribusoct2018.pdf>
- Ricci A. et Fagiani P., 2000. Régulation du transport de marchandises en ville: concertation ou répression? L'expérience italienne. In Patier-Marque Danièle, 2000. L'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. 13èmes Entretiens Jacques Cartier, Montréal, Octobre. Collection Etudes & Recherches, Editions du LET, PP199-208
- Richard J., 2012. Comptabilité et développement durable. Economica.
- Richard, J. & Plot, E. (2014). La gestion environnementale. Paris: La Découverte.
- Ripert, C. 2000. Les enjeux environnementaux du transport de marchandise en ville. Communication aux 13èmes entretiens Jacques Cartier. Montréal, octobre 2000. In Patier-Marque D. (Coordination), l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. Editions du LET. Collection Etudes et recherches.
- Roberts P. O. & Kullman B. C., 1979. Urban goods movement: behavioural demand-forecasting procedures. In Behavioural Travel Modelling, Hensher D. A. & Stopher P.R. (Ed), Croom Helm, London, 553-576.
- Rollier Y. & Wiel M., 1993. La pérégrination au sein de l'agglomération : Constats à propos du site de Brest. Les Annales de la Recherche Urbaine, 59-60. Mobilités, PP. 152-162.
- Roussel I., Pollution atmosphérique urbaine. Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 23 juillet 2018. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/pollution-atmospherique-urbaine/>
- Routhier J.L. (2002), Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine. 2001 Plus Synthèses et Recherches n°59, avril.
- Routhier, J.-L. & Gonzalez-Feliu, J., 2013. Transport de marchandises et formes urbaines : Vingt ans de recherche et d'expérimentations. Dans: Ville et Mobilité. Nouveaux regards. Paris: Economica, pp. 57-81.
- Routhier, J.-L., Dufour, J.-G. et Patier, D., 2002. Du Transport de Marchandises en Ville à la Logistique Urbaine, Paris: Centre de prospective et de veille scientifique - Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques.

- Ruske, W., 1994. City Logistics — Solutions for Urban Commercial Transport by Cooperative Operation Management. OECD Seminar on Advanced Road Transport Technologies, Omiya, Japan, 1994
- Russo F., & Comi A., 2004. A state of the art on urban freight distribution at European scale. Communication à la 8ème conférence européenne sur la mobilité et le management-Ecomm 2004. Lyon, France. Consulté en ligne en juillet 2017 sur <http://www.epomm.eu/ecomm2004/workshops/anglais/RussoComi.pdf>
- Russo, F., & Comi, A. (2010). A modelling system to simulate goods movements at an urban scale. *Transportation*, 37(6), 987-1009.
- Russo F. & Comi A., 2012. The simulation of shopping trips at urban scale: Attraction macro-model; *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 39, 387 – 399
- Russo F, & Comi A., 2013. A Model for Simulating Urban Goods Transport and Logistics: The integrated Choice of ho.re.ca. Activity Decision-Making and Final Business Consumers. *Social and Behavioral Science Procedia*. N°80, 717-728.
- Sakai, T., Kawamura, K. et Hyodo, T., 2017. Spatial reorganization of urban logistics system and its impacts: Case of Tokyo. *Journal of Transport Geography*, Volume 60, pp. 110-118.
- Samuelson, P. A., 1938. A Note on the Pure Theory of Consumer's Behaviour. *Economica*. New Series, Vol. 5, No. 17 (Feb. 1938), pp. 61-71.
- Sanko N., Guideline for stated preference design. MBA thesis, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées de Paris, 2001. http://www.b.kobe-u.ac.jp/~sanko/pub/Sanko2001_1.pdf
- Santos F., 2015. Arbres de décision. Consulté en ligne en mai 2017 sur http://www.pacea.u-bordeaux.fr/IMG/pdf/Dec_tree.pdf
- Savy M. (Ed), 2014. La logistique urbaine. Bulletin de l'Observatoire des Politiques et Stratégies de Transport en Europe. N° 37, juin.
- Savy M., 2006, Le transport de marchandises. Editions Eyrolles, 384p
- Savy M., 2013, Economie du fret- Système de transport. Techniques de l'Ingénieur
- Segalou E., Ambrosini C., Routhier J. L., 2004. The environmental assessment of urban goods movement: Proceedings of the 3 rd International Conference on City Logistics (Madeira, Portugal, 25–27 June, 2003) in Eiichi Taniguchi, Russell G. Thompson (ed.) *Logistics Systems for Sustainable Cities*, pp.207 - 220
- Ségalou E., 2000. Etude comparative de la mobilité d'achat dans trois agglomérations de province : Bordeaux, Dijon et Marseille, Rapport d'étape n°4 pour le compte de l'ADEME et du METL-DTT, avril, pp22-48.
- Ségalou E., Routhier J. L., et Durand S., 2002. Les transports de marchandises et l'urbanisme : d'une prise en compte législative à la simulation des interactions. ASDRLF. Tendances spatiales contemporaines et leur impact sur l'avenir des régions ou la diversification régionale à l'épreuve des faits – XXXVIIIème colloque de l'ASRDLF, 21-23 août 2002, Trois-Rivières, Québec. ASDRLF, 30p.

- Senkel M.-P., Durand B. et Hoa T.-L. 2013. La mutualisation logistique : entre théories et pratiques. *Logistique & Management*, vol. 21, n° 1, p. 19-30.
- SETRA, 2001. Fonction temps-débit sur les autoroutes interurbaines : rénovations des relations entre temps de parcours et débit pour la simulation de trafic, Paris: Rapport Technique du SETRA.
- SETRA, CETE Lyon & CETE Normandie Centre, 2009. Emissions routières de polluants atmosphériques. Courbes et facteurs d'influence. Note d'information. 16p. Consulté en ligne en février 2018 sur <http://catalogue.setra.fr/documents/Cataloguesetra/0005/Dtrf-0005666/DT5666.pdf>
- Solard G., 2010. Le commerce de proximité. In INSEE Première n° 1292, mai. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1373604?sommaire=1373611&q=proximit%C3%A9>
- Sonntag H., 1985. A computer model of urban commercial traffic. Analysis, basic concept and application. Article consulté sur Research Gate en décembre 2016. https://www.researchgate.net/publication/285742043_A_computer_model_of_urban_commercial_traffic_-_analysis_basic_concept_and_application
- Soumagne J., Des rapports évolutifs ville-commerce. In: *Les Annales de la recherche urbaine*, N°108, 2013. Figures nouvelles, figures anciennes du commerce en ville. pp. 16-23 ; doi : 10.3406/aru.2013.3203 http://www.persee.fr/doc/aru_0180-930x_2013_num_108_1_32
- Soumagne J.(Coord), Desse R. P., Gasnier A., Guillemot J., 2015. Pujol C., 2015. Temps et usages de la ville. Presses universitaires de Rennes. Collection Espace et Territoires.
- STAS, 2017. Plans Bassins stéphanois Ondaine et Forez. Online consultation in December 2017. <https://www.reseau-stas.fr/ftp/document/plan2017saint-etienne.pdf>
- Strasser H. and Weber C., (1999) On the Asymptotic Theory of Permutation Statistics. Report Series SFB "Adaptive Information Systems and Modelling in Economics and Management Science", 27. SFB Adaptive Information Systems and Modelling in Economics and Management Science, WU Vienna University of Economics and Business, Vienna. <http://epub.wu.ac.at/102/1/document.pdf>
- Suzuki A. and Drezner Z., 1996. The p-center location problem in an area. *Location Science*, Vol. 4, No. 1/2, pp. 69-82, 1996. Elsevier Science Ltd.
- Swait, J. & Ben-Akiva M., 1986. Analysis of tile effects of captivity on travel time and cost elasticities. In: *Behavioral research for transport policy*, 119-134. Utrecht, The Netherlands: VNU Science Press.
- Swait, J. & Ben-Akiva M., 1987-a. Empirical test of a constrained discrete choice model: Mode choice in Sao-Paulo, Brazil. *Transportation Research B* 21B, 103-115.
- Swait, J.D. & Ben-Akiva, M. 1987-b. Incorporating random constraints in discrete models of choice set generation. *Transportation Research B* 21 (2).

- Taniguchi E, Thompson R.G. & Yamada T., 2001. Recent advances in modelling city logistics. In Taniguchi E. & Thompson R.G. (Ed), City Logistics II, Institute of Systems Science Research, Kyoto, PP 3-34.
- Taniguchi E, Thompson R.G. & Yamada T., 2008. Modelling the behaviour of stakeholders in city logistics. In Taniguchi E. & Thompson R.G. (Ed), Innovations in City Logistics, Nova Science, New York, 1-15.
- Taniguchi E. & R.G. Thompson (Ed.), 2015-a. City Logistics. Mapping the future. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Taniguchi E. & Thompson R.G., 2015-b. Introduction. In Taniguchi E. & R.G. Thompson (Ed.), City Logistics. Mapping the future. CRC Press. Taylor & Francis Group. PP1-11.
- The Congress of New Urbanism, 2001. Les principes du Nouvel Urbanisme. Traduit en Français par Jean-Maurice Moulène
https://www.cnu.org/sites/default/files/cnucharter_french.pdf
- Therneau T., 1980. An Introduction to Recursive Partitioning Using the RPART Routines. Consulté en ligne en mai 2017 sur <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Introduction-to-Recursive-Partitioning-Using-the-Therneau/188952ef336b786ed6f8a81cd23cbc7816fef4f9>
- Therneau T., Atkinson J. E., 2017. An Introduction to Recursive Partitioning Using the RPART Routines. 67p. Consulté en ligne sur <http://www.math.u-bordeaux.fr/~mchave100p/wordpress/wp-content/uploads/2013/10/longintro.pdf>
- Thill J. C. & Timmermans H., 1992. Analyse des décisions spatiales et du processus de choix des consommateurs : théorie, méthodes et exemples d'applications. In: Espace géographique, tome 21, n°2, 1992. pp. 143-166; doi : 10.3406/spgeo.1992.3063
http://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1992_num_21_2_3063
- Thoma L., 1994. City-logisti- konzeption organization-implementation, Wiesbaden.
- Thurstone L., 1927. A law of comparative judgement. Psychology review, 34, 273-286. Consulté en ligne en mai 2017 sur https://brocku.ca/MeadProject/Thurstone/Thurstone_1927f.html
- Tilahun, N. Y., Levinson, D. M., Krizek, K. J., 2007. Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. Transportation Research Part A 41 pp287–301.
- Toilier F., & Gardrat M., 2017. Mobilité des marchandises: quelles évolutions ?. Transports Environnement Circulation, ATEC ITS France, 2017, pp.28-29. <https://www.revetec.com/.halshs-01663010>
- 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.
- Train K. Discrete choice model with simulation. Cambridge University Press, 2002. Consulté en ligne en décembre 2017 sur <https://eml.berkeley.edu/books/train1201.pdf>

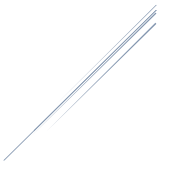
- Trépanier M.P. & Coelho L. C., 2017. Facteurs et méthodes de calcul d'émissions de gaz à effet de serre. Document de travail. CIRRELT-2017-08. Février.
- Tuffery S., 2012. Data mining et statistique décisionnelle. 4^{ème} édition. Technip, 826p.
- Vaillancourt J.-G., 1996. Sociologie de l'environnement : de l'écologie humaine à l'écosociologie. 19-47 in Tessier R. et Vaillancourt J.-G., eds, La Recherche sociale en environnement, Montréal, pum.
- Van Duin R. & Munuzuri J., 2015. City logistics in Italy: success factors and environmental performance. In Taniguchi E. & R.G. Thompson (Ed.), 2015. City Logistics. Mapping the future. CRC Press. Taylor & Francis Group. PP 115-134
- Vandall Kerry D. and Carter Charles C, 1993. Retail store location and market analysis: a review of the research. Journal of Real Estate Literature Vol. 1, No. 1 (JANUARY, 1993), pp. 13-45
- Vanier M., 2009, Territoires, Territorialité, territorialisation, Presses Universitaires de Rennes, 228 p
- Verry D. & Hivert L., (2014). Le Diagnostic Energie Emissions des Mobilités (DEEM): mieux connaître pour mieux réduire, Technicités, p. 5.
- Ville de Saint-Etienne, 2019. Les quartiers. Page consultée sur le site internet de la ville en juin 2019. <https://www.saint-etienne.fr/quartiers/conseils-quartier/22-conseils-quartier-r%C3%A9partis-en-6-secteurs>
- Visser, J.G., 2000. Towards a coordinated planning policy for urban goods transport. In Danièle Patier-Marque (Coordination), l'intégration des marchandises dans le système des déplacements urbains. Editions du LET. Collection Etudes et Recherches.
- Visser, J.G., A.J. Binsbergen V. and Nemoto T., 1999. Urban freight Transport Policy and Planning. In Taniguchi and Thomson, 1999, City Logistics I, Kyoto (Institut for Systems Science Research).
- Vojáček, O. and Pecáková, I. Comparison of discrete choice models for economic environmental research, Prague Economic Papers, 1, 2010, pp. 35-53.
- Von Thünen, J. H., 1851. Recherches sur l'influence que le prix des grains, la richesse du sol et les impôts exercent sur les systèmes de culture. Paris: Guillaumet et Cie.
- Waters Shari, 2018. Choosing a retail store. Consulted online october 2018 <https://www.thebalancesmb.com/choosing-a-retail-store-location-2890245>
- Wathern Peter, 2008. An introductory guide to EIA. In Wathern P. (Ed.), Environmental impact assessment, theory and practice. Chapter 1, PP 3-31. Routedledge Editions, Taylor & Francis Group, London 1988
- Wathern Peter, 2008. An introductory guide to EIA. In Wathern P. (Ed.), Environmental impact assessment, theory and practice. Chapter 1, PP 3-31. Routedledge Editions, Taylor & Francis Group, London 1988.
- Weber A., 1909. Theory of the Location of Industries. https://www.jstor.org/stable/40414003?seq=1#page_scan_tab_contents

- Wegener, M., 2004. Overview of land-use transport models. In *Transport Geography and Spatial Systems*. Amsterdam, Pays-Bas: Elsevier, pp. 127-146.
- Wiel M. (Ed.), (2004). *Ville et mobilité, un couple infernal ?*: conférence donnée à Lille le 17 juin 2004, Éd. de l'Aube, La Tour-d'Aigues.
- Wiel M., 1999-a. *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée* Mardaga Editeur, Liège. Collection Architectures+recherches.
- Wiel, M., 1999-b. *Mobilité, système d'interactions sociales et dynamiques territoriales, Espace, populations, sociétés*, vol. 17, n°2, p. 187-194.
- Wiel M., 2002. *La mobilité dessine la ville*. Communication au séminaire du Corps des Architectes Conseils en octobre 2002, 9p
- Wiel M., (2008). *Pour planifier les villes autrement*, L'Harmattan, Paris.
- Wolter Jeremy S., Bock Dora, Smith Jeffery S., Cronin Jr. J. Joseph, 2017. *Creating ultimate customer loyalty through loyalty conviction and customer-company identification*. In *Journal of Retailing* 93, Elsevier, 458-476.
- Woudsma C., 2001. *Understanding the movement of goods, not people: Issues, evidence and potential*. *Urban Studies*, vol. 38, n°13, PP 2439-2455.





ANNEXES



ANNEXE 3

Exemple de fiche de liaison- livraison de marchandises

FICHE DE LIAISON ROUTIERE

Expéditions PROVINCE

Fiche n° 298008

Date d'expédition : **02/09/2016**

Valeur unitaire des marchandises (prix HT au 1er janvier 2009)

Immatriculation du véhicule : [REDACTED]

Régulière

Donneur d'ordre :

Transporteur :

Express

Expéditeur :

Destinataire :

42026 SAINT-ETIENNE

CHARGEMENT

N° RT Géode : **4871834**

	Socles	Palettes	Collis		Socles	Palettes	Collis
Géode	11	1	2	Communication	0	0	2
Prime	0	0	0	Cessions	0	0	0
MSS	0	0	0	Economat	0	0	0
SFL	0	0	0	Non référencé	0	0	0
UE	0	0	1				
TOTAL	11 socles	1 palette	5 colis	Poids :	700 Kg		
TOTAL REEL	9 socles	1 palette	0 colis				

DEPART

Heure de départ : **13:45**Plomb arrière 1 : **37721**Plomb arrière 2 : **37722**

Plomb latéral 1 :

Plomb latéral 2 :

Commentaires :

1 colis sécurisé

INTERMEDIAIR

Heure d'arrivée :

Heure de départ :

Plomb arrière 1 :

Plomb arrière 2 :

Plomb latéral 1 :

Plomb latéral 2 :

Commentaires :

ARRIVEE

Heure d'arrivée :

Heure d'ouvert. mag :

Plomb arrière 1 :

Plomb arrière 2 :

Plomb latéral 1 :

Plomb latéral 2 :

Commentaires :

Signature chauffeur

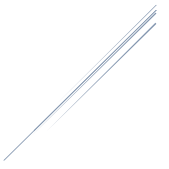
Signature responsable

Signature chauffeur

Signature responsable

Signature chauffeur

Signature responsable



ANNEXE 4

QUESTIONNAIRE AVANT DEMENAGEMENT

Date : _____ **Heure :** _____

Cette enquête s'adresse aux clients de la FNAC de Saint-Etienne qui viennent y faire des achats, afin de mieux les connaître pour étudier l'ensemble des déplacements d'achat en direction de la FNAC

I- CARACTERISATION DE L'ACHAT

1- VOUS êtes à la FNAC pour faire des achats ?

- OUI Non

Si la réponse à cette question est non alors aller à II-

2- Si vous avez répondu oui, avez-vous finalement fait un (ou des) achat(s) ?

- Oui Non



Si la réponse à cette question est non alors aller à II-

3- Si vous avez répondu oui à cette dernière question,

- Qu'avez-vous acheté ?
- Quelle quantité (et poids si possible)

Article(s) acheté(s)	Quantité (s)- Poids

NB : A défaut de quantité précise, recueillir une fourchette. Le traitement de l'enquête permettra de passer des quantités au poids (ou volume).

II- CARACTERISATION DU DEPLACEMENT

4- Où habitez-vous ? (adresse si possible)

5- D'où êtes-vous venu à la FNAC

6- Par quel mode de déplacement avez-vous effectué ce trajet ?

Véhicule personnel (voiture- 2 roues)	Modèle carburant)	(préciser	Année	Puissance fiscale
Transport commun	Bus		Tram	Autre
Vélo ou marche				
Autre				

16- Sexe	masculin <input type="checkbox"/>	féminin <input type="checkbox"/>		
17- Age	moins de 18 <input type="checkbox"/>	18-26 ans <input type="checkbox"/>	26- 60 ans <input type="checkbox"/>	plus de 60 ans <input type="checkbox"/>
18- Profession	élève/étudiant <input type="checkbox"/>	employé <input type="checkbox"/>	cadre et ass <input type="checkbox"/>	autres <input type="checkbox"/>
19- Niveau d'études	lycée et inférieur <input type="checkbox"/>	bac à bac+3 <input type="checkbox"/>	bac+3 à bac+5 <input type="checkbox"/>	bac+5 et plus <input type="checkbox"/>

20- Auriez-vous quelque chose à ajouter ?

.....

.....

QUESTIONNAIRE APRES DEMENAGEMENT

Cette enquête s'adresse aux clients de la FNAC de Saint-Etienne qui viennent y faire des achats, afin de mieux les connaître pour étudier l'ensemble des déplacements d'achat en direction de la FNAC

Date :**Créneau horaire:** 10-12 12-14 14-17 17-19**I- CARACTERISATION DE L'ACHAT****1- VOUS êtes à la FNAC pour :**

- Faire du repérage pour faire des achats
- Se promener le service après-vente Retrait de colis
- Autre :

2- avez-vous finalement fait un (ou des) achat(s) ?

- Oui Non

3- Si la réponse à cette question est non alors pourquoi ?

- Je ne suis pas venu acheter Je n'ai pas trouvé ce que je voulais C'est un peu cher
- Autre :

4- Si vous avez finalement acheté, dans laquelle des catégories ci-dessous se retrouvent vos achats ? veuillez-bien choisir la (ou les) ligne(s) correspondantes et remplir.

Article(s) acheté(s)	Quantité (s)	Valeur (€)
Billetterie		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Wonder box et carte cadeaux		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Impression photos		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Jeux de société & Légos et autres jouets		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
CD, DVD, Vinyle,		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Livres et BD		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Téléphones mobiles, tablettes et accessoires (casque VR, objets connectés, etc)		<input type="checkbox"/> <10€ <input type="checkbox"/> 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Matériel informatique (ordinateur portable, de table, imprimante, écran, clé-usb et autres supports, accessoire, supports, consommables)		<input type="checkbox"/> <10€ 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€
Téléviseurs Appareils photos, Enceintes & casques audios		<input type="checkbox"/> <10€ 10-50€ <input type="checkbox"/> 50-100€ <input type="checkbox"/> 100-200€ <input type="checkbox"/> 200-500€ <input type="checkbox"/> >500€

II- CARACTERISATION DU DEPLACEMENT

6- Où habitez-vous ? l'adresse précise du domicile si possible (nom de la rue)

rue	Code postal	commune

7- D'où êtes-vous venu à la FNAC

rue	Code postal	commune

8- Par quel mode de déplacement avez-vous effectué ce trajet ?

Voiture ou moto

Marque	Modèle	carburant	Année	Puissance fiscale	Covoiturage			
					non	à 2	à 3	à 4

Combinaison Bus et Tram

Tram

Bus

Train

Vélo

Marche à pied

Combinaison Train et TC

Combinaison TC et Voiture (remplir le tableau ci-dessus)

9- Quelle boucle décrit le mieux l'ensemble de votre déplacement ? choisir

Domicile- FNAC- Domicile

Domicile- Travail- FNAC- Domicile

Domicile-Travail- Autre achat- FNAC- Domicile

Domicile- FNAC- Autre achat-Domicile

Autre. Préciser.....

10- Etes-vous adhérent FNAC ? (Avez-vous la carte FNAC) ?

Non

Carte FNAC

Carte FNAC+

Carte FNAC One

11- A quelle fréquence venez-vous faire des achats à la FNAC ?

Une fois par semaine

Une fois par quinzaine

Une fois par mois

trois ou quatre fois par an

Plus rarement

12- Comment vous déplacez-vous quotidiennement pour les trajets domicile-travail ou domicile-étude ?

Je ne suis pas concerné par ce type de déplacement

Voiture ou moto

Marque	Modèle	carburant	Année	Puissance fiscale	Covoiturage			
					non	à 2	à 3	à 4

- Combinaison Bus et Tram Tram Bus Train Vélo
 Marche à pied Combinaison Train et TC Combinaison TC et Voiture (remplir le tableau ci-dessus)

13- Où travaillez-vous ?

rue	Code postal	commune

III- DEMENAGEMENT DE LA FNAC

14- Connaissez-vous la FNAC quand elle était en centre-ville à l'Espace Dorian ?

- Non Oui mais je n'y allais pas Oui et je la fréquentais

15- Si vous la fréquentez au centre-ville (Dorian), à quel rythme ?

- Une fois par semaine Une fois par quinzaine Une fois par mois
 Trois ou quatre fois par an Plus rarement

16- Par quel moyen de transport vous y rendez-vous ?

- Voiture TC Marche Vélo

17- Leur déménagement a-t-il modifié votre rythme de fréquentation de la FNAC ?

- Non, je fréquente la FNAC au même rythme qu'avant
 Oui je viens un peu moins Oui je viens plus souvent

18- Pourquoi ?

- C'est loin de mon domicile, de mon travail Profiter du Centre commercial Casino
 C'est plus proche de mon domicile, de mon travail Je n'ai pas le choix, leur offre ne se trouve pas en centre-ville
 A Monthieu c'est moins accessible en TC pour moi cela ne change pas beaucoup
 Monthieu c'est plus accessible en voiture, c'est mieux pour se garer Je préfère d'autres magasins en centre-ville sauf quand le produit ne se trouve qu'à la FNAC
 C'est sur mon chemin Ce n'est pas sur mon chemin
 J'aime le centre-ville
 Autre :
-

19- Avez-vous déménagé récemment (depuis juin 2017)?

oui Non

20- Si un autre magasin déménageait du centre-ville vers Monthieu, quelle aurait été votre conduite :

a- Magasin vestimentaire : Je la fréquenterais davantage Pareil Pas du tout

b- Une librairie

c- Un magasin de matériel audio-visuel

d- Magasin alimentaire : Je la fréquenterais davantage Pareil Pas du tout

e- Magasin d'ameublement : Je la fréquenterais davantage Pareil Pas du tout

21- Pensez-vous que la zone de Monthieu est plus accessible en TC maintenant que l'année dernière ?

Plus accessible Moins accessible Pareil Je ne sais pas

22- Avez-vous un permis de conduire ?

oui Non

23- Possédez-vous une voiture dans votre ménage?

Non oui, une voiture oui, deux voitures oui plus de deux voitures

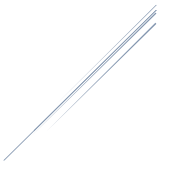
IV- Caractéristiques socio-démographiques de l'enquête

24- Sexe	masculin <input type="checkbox"/>		féminin <input type="checkbox"/>		
25- Age	moins de 18 <input type="checkbox"/>	18-26 ans <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 27- 60 ans	plus de 60 ans <input type="checkbox"/>	
26- Profession	élève/étudiant <input type="checkbox"/>	employé <input type="checkbox"/>	Fonctionnaire <input type="checkbox"/>	cadre et ass <input type="checkbox"/>	Indép <input type="checkbox"/> Job <input type="checkbox"/> Retired <input type="checkbox"/>
27- Niveau d'études	lycée et inférieur <input type="checkbox"/>	bac à bac+3 <input type="checkbox"/>		bac+3 à bac+5 <input type="checkbox"/>	bac+5 et plus <input type="checkbox"/>
28- Taille du ménage	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> >6				

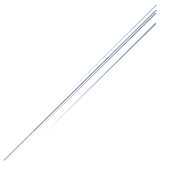
29- Auriez-vous quelque chose à ajouter ?

.....

.....



ANNEXES-VI (Chapitre 6)



ANNEXES VI-1 : Notes de calculs COPERT- Avant déménagement

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Juin 2018, 21:54
Project: FNAC DORIAN 2016
Year: 2016

DONNEES DE CIRCULATION- FLUX EN DIRECTION DE LA FNAC CENTRE-VILLE SAINT-ETIENN Dorian 2016

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 1	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 1	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 2	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 1	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 2	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 3	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 6 up to 2016	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	Euro 6	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Passenger Cars	CNG Bifuel	Medium	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	CNG Bifuel	Large-SUV-Executive	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	18,0	40,0	70,0	100,0
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 6 up to 2016	0,0%	6,0%	5,0%	89,0%	18,0	40,0	70,0	100,0
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro V	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro VI	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro V	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro VI	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro V	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro VI	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	15,0	20,0	50,0	70,0
L-Category	Petrol	Motorcycles 4-stroke <250 cm ³	Euro 4	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	30,0	50,0	70,0	90,0
L-Category	Petrol	Motorcycles 4-stroke 250 - 750 cm ³	Euro 5	38,6%	38,6%	1,5%	21,4%	30,0	50,0	70,0	110,0

CARBURANT-EVAPORATION

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Fuel Tank Size [l]	Canister Size [l]	Fuel Injection [%]	Evaporation Control [%]	Urban Off Peak Evaporation Share [%]	Urban Peak Evaporation Share [%]	Rural Evap Share [%]	Highway Evap Share [%]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	50,0	0,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	50,0	0,8	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	50,0	0,8	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	50,0	0,8	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	50,0	0,8	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 1	60,0	0,7	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	60,0	0,7	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Fuel Tank Size [l]	Canister Size [l]	Fuel Injection [%]	Evaporation Control [%]	Urban Off Peak Evaporation Share [%]	Urban Peak Evaporation Share [%]	Rural Evap Share [%]	Highway Evap Share [%]
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 4	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 6 up to 2016	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 4	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	LPG Bifuel ~ Petrol	Medium	Euro 4	60,0	1,0	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	LPG Bifuel ~ Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	CNG Bifuel ~ Petrol	Medium	Euro 4	75,0	1,5	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
Passenger Cars	CNG Bifuel ~ Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	35,0	0,8	100,0%	100,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
L-Category	Petrol	Motorcycles 4-stroke <250 cm ³	Euro 4	10,0	0,5	100,0%	10,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%
L-Category	Petrol	Motorcycles 4-stroke 250 - 750 cm ³	Euro 5	18,0	0,5	100,0%	10,0%	40,0%	40,0%	10,0%	10,0%

TECHNOLOGIE DES VEHICULES

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	First Technology	Second Technology	Third Technology	First Technology Share [%]	Second Technology Share [%]	Third Technology Share [%]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 4	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 5	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 4	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 5	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	First Technology	Second Technology	Third Technology	First Technology Share [%]	Second Technology Share [%]	Third Technology Share [%]
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 4	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 5	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro V	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro VI	DPF+SCR			100,0%		
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro V	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro VI	DPF+SCR			100,0%		
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	

Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro V	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro VI	DPF+SCR			100,0%		

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Jun 2018, 21:54

Project: FNAC DORIAN 2016
Year: 2016

BUS- CONDITIONS DE CIRCULATION

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Off Peak Load [%]	Urban Peak Load [%]	Rural Load [%]	Highway Load [%]	Urban Off Peak Road Slope [%]	Urban Peak Road Slope [%]	Rural Road Slope [%]	Highway Road Slope [%]
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro V	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro VI	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro V	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro VI	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro V	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro VI	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Juin 2018, 21:54

Project: FNAC DORIAN 2016
Year: 2016

DONNEES METEOROLOGIQUES

Month (2017)	Min Temperature [°C]	Max Temperature [°C]	Humidity [%]
January	2,8	10,1	75,0%
February	2,2	9,9	73,0%
March	1,1	11,6	67,0%
April	5,8	15,6	67,0%
May	8,4	19,1	62,0%
June	13,3	23,3	66,0%
July	14,5	26,8	61,5%
August	14,0	27,5	65,0%
September	12,5	25,1	69,0%
October	6,0	15,3	80,5%
November	4,0	11,7	75,5%
December	-1,5	8,0	81,0%

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Juin 2018, 21:54

Project: FNAC DORIAN 2016
Year: 2016



ANNEXES VI-2 : Notes de calculs COPERT- Après déménagement

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Juin 2018, 21:54
Project: FNAC MONTH2017
Year : 2017



DONNEES DE CIRCULATION- FLUX EN DIRECTION DE LA FNAC MONTHIEU- 2017

COPERT v.5.1 automated export
Date created: 08 Juin 2018, 21:54
Project: FNAC MONTH2017
Year : 2017

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 1	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 1	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 1	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 2	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 3	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Peak Share [%]	Urban Off Peak Share [%]	Rural Share [%]	Highway Share [%]	Urban Peak Speed [km/h]	Urban Off Peak Speed [km/h]	Rural Speed [km/h]	Highway Speed [km/h]
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 2017-2019	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	Euro 4	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 6 up to 2016	0,0%	0,0%	6,0%	94,0%	18,0	30,0	50,0	70,0
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II	Euro 6 up to 2017	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	70,0	90,0
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	30,0	30,0	70,0

Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	30,0	30,0	70,0
L-Category	Petrol	Motorcycles 4- stroke <250 cm ³	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	60,0	80,0
L-Category	Petrol	Motorcycles 4- stroke >750 cm ³	Euro 5	25,4%	25,4%	2,3%	46,9%	18,0	50,0	60,0	90,0

COPERT v.5.1 automated export
Date created : 08 juin 2018, 21:54
Project : FNAC MONTH2017
Year : 2017

CARBURANT

Primary Fuel	Energy Content [MJ/kg]	H:C Ratio [-]	O:C Ratio [-]	Density [kg/m ³]	S Content [ppm wt]	Pb Content [ppm wt]	Cd Content [ppm wt]	Cu Content [ppm wt]	Cr Content [ppm wt]	Ni Content [ppm wt]	Se Content [ppm wt]	Zn Content [ppm wt]	Hg Content [ppm wt]	As Content [ppm wt]
--------------	------------------------------	------------------	------------------	---------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

Petrol Grade 1	43,8	1,9	0,0	750,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Petrol Grade 2	43,8	1,9	0,0	750,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diesel Grade 1	42,7	1,9	0,0	840,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diesel Grade 2	42,7	1,9	0,0	840,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LPG Grade 1	46,6	2,5	0,0	720,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LPG Grade 2	46,6	2,5	0,0	720,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CNG	48,0	4,0	0,0	175,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biodiesel	37,3	2,0	0,1	890,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioethanol	28,8	3,0	0,5	794,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H2	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

COPERT v.5.1 automated export
Date created : 08 juin 2018, 21:54
Project : FNAC MONTH2017
Year : 2017

DRIVING CONDITIONS- BUS

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Urban Off Peak	Urban Peak	Rural Load [%]	Highway Load [%]	Urban Off Peak	Urban Peak Road	Rural Road	Highway Road
----------	------	---------	---------------	----------------	------------	----------------	------------------	----------------	-----------------	------------	--------------

				Load [%]	Load [%]			Road Slope [%]	Slope [%]	Slope [%]	Slope [%]
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

COPERT v.5.1 automated export
Date created : 08 Juin 2018, 21:55
Project : FNAC MONTH2017
Year : 2017

TECHNOLOGIES DES VEHICULES

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	First Technology	Second Technology	Third Technology	First Technology Share [%]	Second Technology Share [%]	Third Technology Share [%]
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	

Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Small	Euro 6 2017-2019	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Medium	Euro 6 2017-2019	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 3	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 4	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	Euro 6 2017-2019	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 4	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 5	DPF			100,0%		
			Euro Standard	First Technology	Second Technology	Third Technology	First Technology Share [%]	Second Technology Share [%]	Third Technology Share [%]
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Small	Euro 6 2017-2019	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 4	DPF			100,0%		

Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 5	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Medium	Euro 6 2017-2019	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 3	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 4	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 5	DPF			100,0%		
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 2017-2019	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 5	PFI	GDI		50,0%	50,0%	
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	PFI	GDI	GDI+GPF	40,0%	40,0%	20,0%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 5	DPF	DPF+SCR		50,0%	50,0%	
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 6 up to 2016	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
			Euro Standard	First Technology	Second Technology	Third Technology	First Technology Share [%]	Second Technology Share [%]	Third Technology Share [%]
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II	Euro 6 up to 2017	DPF	DPF+SCR	LNT+DPF	40,0%	40,0%	20,0%
Buses	Diesel	Urban Buses Midi <=15 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
Buses	Diesel	Urban Buses Standard 15 - 18 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	

Buses	Diesel	Urban Buses Articulated >18 t	Euro IV	EGR	SCR		23,8%	76,2%	
-------	--------	----------------------------------	---------	-----	-----	--	-------	-------	--

INFORMATIONS METEOROLOGIQUES- SAINT-ETIENNE 2017

Month (2017)	Min Temperature [°C]	Max Temperature [°C]	Humidity [%]
January	-3,5	3,5	74,0%
February	2,4	12,7	73,0%

Annexes

March	4,3	15,4	64,0%
April	2,4	16,4	62,0%
May	8,1	21,8	63,0%
June	15,2	27,7	66,0%
July	15,8	28,3	49,0%
August	15,1	28,9	66,0%
September	9,2	20,8	72,0%
October	6,6	19,7	66,0%
November	2,0	10,3	76,0%
December	1,3	7,3	78,0%

École Nationale Supérieure des Mines
de Saint-Étienne

NNT : *Communiqué le jour de la soutenance*

- Sonagnon Pierre-Charnel HOUNWANOU
- DISSERTATION TITLE :

Operating issues for a territorial approach of urban logistics. Discrete shopping-trips choices, retail location and environmental impacts of urban goods transport.

Speciality : Environmental Science and Engineering

Keywords : Urban logistics, territorial approach, shopping trips, discrete choice modelling, environmental assessment.

Abstract :

The significance of shopping trips for a city is at least twofold. They are essential to supply households as they are critical for the retail sector viability. Despite, shopping trip flows are rarely taken into account while evaluating urban goods flows. Actually, urban goods flows are more often addressed in a transport operating perspective only. We noticed during these PhD works that there is another approach for urban logistics in the scientific literature. We call it the territorial approach because it introduces warehouses location and urban planning matters into urban logistics. But there still are several operating issues to address about this approach. That's what we targeted during our reflections, investigating the before and the after of a relocation project of an important retail store from Saint-Etienne 'city centre. The key contributions of our works are twofold. The data we collected first allowed us to develop and test a discrete choice modelling methodology making the link between retail location and individual shopping trips behaviours. Second, we suggest to link both upstream and downstream transport flows generated by a retail store and assess their environmental impacts. Then another question is emerging. Having the possibility to model the retail location choice of consumers, is it easier to compare the environmental impacts of both upstream and downstream flows generated by different commercial areas in the city?

École Nationale Supérieure des Mines
de Saint-Étienne

NNT : *Communiqué le jour de la soutenance*

- Sonagnon Pierre-Charnel HOUNWANOU
- TITRE DE LA THÈSE : Pour une approche territoriale de la logistique urbaine. Choix individuels de déplacements, localisation commerciale et impacts sur l'environnement des flux de transport de marchandises en ville.

Spécialité: Sciences et Génie de l'Environnement

Mots clefs : Logistique urbaine, approche territoriale, déplacements d'achat, modèles de choix discrets, évaluation environnementale.

Résumé :

Il est déjà établi que les flux de déplacements d'achat sur un territoire urbain sont importants au moins à deux titres. Ils sont déterminants pour l'acheminement de la marchandise à son lieu de consommation finale. Mais ils comptent aussi pour la viabilité du tissu commercial urbain. Or, ces flux restent très peu reliés aux autres flux de transport de marchandises en ville optimisés et évalués, eux, dans une vision « transporteur » de la logistique urbaine. Dans cette thèse, nous identifions dans la littérature une autre approche de la logistique urbaine. Elle y replace la question de localisation des espaces logistiques et des autres fonctions urbaines reliées ou impactées par les flux de logistiques urbaines. Pour avancer sur les enjeux opérationnels de cette approche territoriale de la logistique urbaine, nous étudions le déménagement d'un magasin du centre-ville de Saint-Etienne vers sa périphérie Est où la métropole projette d'installer un parc d'activités commerciales. La contribution essentielle de la thèse est d'abord d'ouvrir le débat sur la prise en compte de la localisation commerciale dans les réflexions sur la logistique urbaine. Deux démarches d'analyses sont ensuite proposées et testées avec les données collectées, pour contribuer à traduire en outils opérationnels cette approche. La première consiste à mettre en relation la localisation commerciale et les choix individuels de déplacements d'achats à travers une modélisation probabiliste de type choix discrets. La seconde quant à elle permet de centrer sur chaque point de vente l'évaluation environnementale des flux de TMV générés, prenant en compte les déplacements d'achat qu'il génère. Une question émerge dès lors. La connaissance des probabilités de déplacements vers différentes localisations commerciales sur le territoire peut-il permettre de comparer le profil environnemental des flux de TMV générées par chacune de ces localisations ?