Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

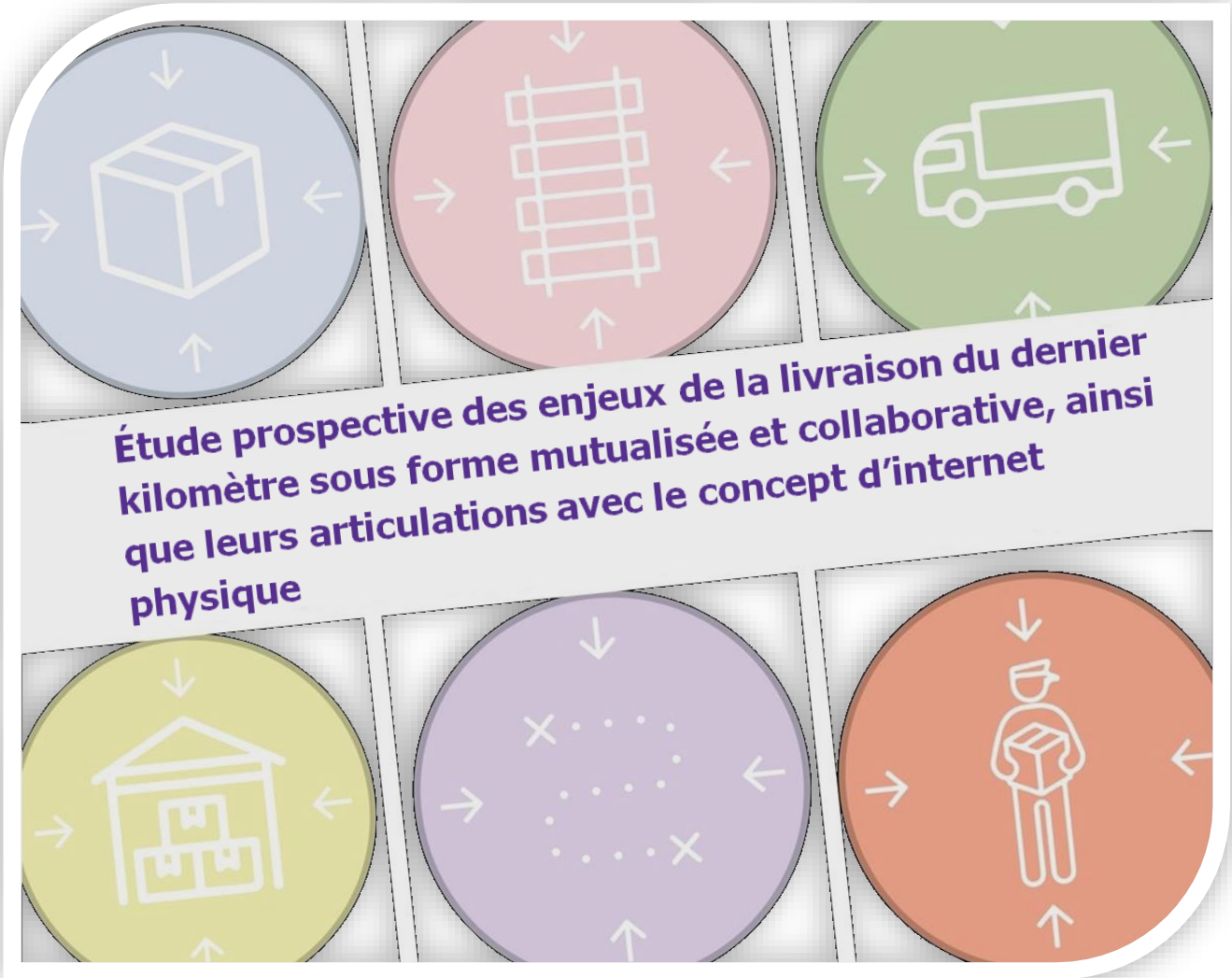
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

PMP
BEYOND CONSULTING

LAET
LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ÉCONOMIE TRANSPORTS
TRANSPORT URBAN PLANNING ECONOMICS LABORATORY

LOGICITÉS

ELV Mobilités
Territoires & Déplacements
Etudes Conseils et Formation



Florence TOILIER – Elsa LE VAN – Jérôme LIBESKIND – Laura PAPET

MARS 2018

Ce rapport n'engage pas la Direction Générale des Infrastructures de Transport et de la Mer du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, qui en est le commanditaire.

Table des matières

TABLE DES MATIERES **3**

TABLES DES ILLUSTRATIONS **5**

SYNTHESE **6**

INTRODUCTION **8**

PARTIE 1. POURQUOI IMAGINER LA LOGISTIQUE URBAINE DE DEMAIN ? 9

1. La logistique urbaine, une activité porteuse d'enjeux *9*

Définitions 9

Le dernier kilomètre, maillon faible de la logistique urbaine 10

2. Les tendances récentes du transport de marchandises en ville *11*

2.1. Une évolution manifeste des pratiques logistiques… 11

2.2. … et des modes de consommation des ménages… 12

2.3. …pour des livraisons / enlèvements de plus en plus nombreuses et de plus en plus contraintes en agglomération 15

3. La collaboration, une solution pour optimiser les livraisons et enlèvements ? *18*

3.1. La collaboration, une pratique à plusieurs dimensions 18

3.2. Comment mutualiser demain pour une logistique urbaine plus durable ? Les pratiques émergentes 20

PARTIE 2. QUE POURRAIT ETRE LA VILLE DE DEMAIN ? 23

1. Faire émerger les contours de la ville de 2030 pour une vision partagée de la logistique urbaine *23*

1.1. La démarche 24

1.2. Les facteurs retenus 24

2. Portraits des scénarios des villes en 2030 ..... *26*

2.1. Scénario 1 : la ville gravitaire 26

2.2. Scénario 2 : la ville polycentrique 27

2.3. Scénario 3 : la ville centrifuge 28

PARTIE 3. QUELS MODELES DE MUTUALISATION ASSOCIER A CES SCENARIOS ? 30

1. La mutualisation, une pratique aux multiples facettes *30*

1.1. La mutualisation des flux de marchandises 30

1.2. La mutualisation des infrastructures 31

1.3. La mutualisation des véhicules 31

1.4. La mutualisation des espaces 31

1.5. La mutualisation des trajets 32

1.6. La mutualisation des métiers et des organisations 32

2. Les modèles de mutualisation éprouvés dans les scénarios *32*

2.1. L'approvisionnement dans la ville gravitaire 32

2.2. L'approvisionnement dans la ville polycentrique 33

2.3. L'approvisionnement dans la ville centrifuge 34

3. Synthèse des scénarios *37*

PARTIE 4. L'APPROVISIONNEMENT DES VILLES DE 2030 39

1. Méthodologie *39*

1.1. Les terrains d'études retenus : deux aires urbaines de dimensions différentes pour comprendre l'effet taille 40

1.2. La plate-forme de simulation Freturb-Silogues 40

1.3. 4 étapes à accomplir pour pouvoir évaluer les scénarios 44

1.4. Adapter la complexité des scénarios pour isoler les effets des pratiques logistiques - Le paramétrage des étapes de la simulation 46

2. Le paramétrage des scénarios *51*

2.1. Scénario 1 : la ville gravitaire 51

2.2. Scénario 2 : La ville polycentrique 52

2.3. Scénario 3 : La ville centrifuge 53

3. Les résultats des simulations *53*

3.1. Comparaison des deux territoires d'étude 53
3.2. Comparaison des impacts des scénarios sur le transport de marchandises dans l'aire urbaine de Bordeaux 54
3.3. Comparaison des impacts des scénarios sur le transport de marchandises dans l'aire urbaine de Besançon 57
3.4. Comparaison des impacts des scénarios dans les deux aires urbaines 60
PARTIE 5. COMMENT FAVORISER A HORIZON 2030 UNE LOGISTIQUE URBAINE PLUS VERTUEUSE ? 61
1. Les 7 familles de leviers identifiés 61
1.1 Les préconisations concernant l'optimisation du transport de marchandises en ville 61
1.2. Les mesures sur l'environnement urbain et technologique de la logistique urbaine 69
2. Ces 7 familles font système 73
3. Les points de vigilance 75
CONCLUSIONS - QUE POURRAIT-ETRE LA LOGISTIQUE URBAINE DE DEMAIN ? 77
BIBLIOGRAPHIE 80
ANNEXE 83
Annexe 1 : Les experts mobilisés pour cette étude 83

Tables des Illustrations

Encadré 1 : Des expérimentations réalisées pour répondre à des objectifs..... 16

Figure 1 : De la logistique à la logistique urbaine..... 9
Figure 2 : Ajustement des coûts de livraison en fonction des délais..... 14
Figure 3 : Construction des cibles par le panel d'experts 25
Figure 4 : Les dimensions prises en compte pour définir les scénarios..... 26
Figure 5 : Les six facettes de la mutualisation en logistique urbaine..... 36
Figure 6 : L'opération de livraisons ou enlèvement, unité d'observation pertinente pour comprendre le transport de marchandises en ville..... 41
Figure 7 : Les simulations à réaliser 45
Figure 8 : Démarches de simulation des scénarios 2030..... 46
Figure 9 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre d'achats découplés selon le scénario..... 54
Figure 10 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre de livraisons / enlèvements selon le scénario..... 55
Figure 11 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre de km générés selon le scénario..... 55
Figure 12 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 des émissions de polluants locaux selon le scénario..... 56
Figure 13 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 des émissions de GES selon le scénario 57
Figure 14 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre d'achats découplés selon le scénario 57
Figure 15 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre de livraisons / enlèvements selon le scénario..... 58
Figure 16 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre de km générés selon le scénario..... 59
Figure 17 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 des émissions de polluants locaux selon le scénario..... 59
Figure 18 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 des émissions de GES selon le scénario 60

Tableau 1 : Synthèse des enjeux de la logistique urbaine en général 17

Synthèse

Cette étude, mandatée par la DGITM, a pour objectif de comprendre la logistique urbaine de demain, de recenser les différents modèles de mutualisation des flux et d'évaluer leurs impacts environnementaux en les mettant en scène selon différents scénarios d'évolution urbaine. Ces scénarios, volontairement caricaturaux, permettent de comprendre le degré de sensibilité de l'approvisionnement des centres-villes et des organisations logistiques mises en œuvre face aux changements possibles à l'horizon 2030, et ainsi de préciser les champs prioritaires en termes d'action publique et de régulation du secteur.

Elle a été réalisée par le groupement PMP – Logicités – LAET et ELV Mobilités.

Lorsque l'on considère l'approvisionnement des centres-villes, le dernier kilomètre constitue la part la plus impactante du transport, sur les plans économique et environnemental. Aujourd'hui, si les flux d'approvisionnement des établissements économiques tendent progressivement à se rationaliser sous l'effet de la professionnalisation, ceux destinés aux particuliers se développent au contraire fortement (e-commerce, livraisons de repas, sortie de caisse…). Caractérisés par une forte dispersion spatiale des ménages et une demande d'immédiateté, ces nouveaux comportements d'achat provoquent une atomisation des livraisons qui accentue la fragmentation des envois, pénalisant ainsi les possibilités de mutualisation des flux et le coût du transport. Les modèles économiques, environnementaux et sociaux sont alors dégradés.

Pour identifier les pistes de mutualisation les plus prometteuses compte tenu de ce contexte, cette étude combine une vaste revue de la littérature à de nombreux entretiens et études de cas français et étrangers. Elle dresse ainsi un panorama exhaustif de ce qu'est la mutualisation selon 6 modalités de mise en œuvre illustrées dans un livret d'expérimentations : mutualisation des flux de marchandises, des infrastructures, des véhicules, des espaces, des trajets et des métiers. Chacune de ces formes de mutualisation apporte des réponses aux enjeux environnementaux, sociaux, économiques, fonctionnels et urbanistiques de la logistique urbaine, et les nombreux exemples recensés permettent d'identifier leurs domaines de pertinence respectifs eu égard aux effets recherchés.

Sur la base de cette boite à outils, l'étude prospective a d'abord consisté à imaginer la ville de 2030 à l'occasion d'un atelier d'experts. 3 archétypes de villes mettant en œuvre des formes distinctes de mutualisation ont été esquissés puis modélisés afin de simuler leur impact sur les flux de marchandises :

- La « ville gravitaire » caractérisée par un pôle dominant regroupant commerces de proximité et activités économiques et marquée par une forte ségrégation socio-spatiale. Le centre-ville soumis à une stricte réglementation d'accès est interdit aux véhicules les plus lourds qui doivent emprunter les centres de distributions urbains.
- La « ville polycentrique » composée d'une juxtaposition structurée de pôles offrant une mixité des usages pour limiter les distances entre lieux de production et de consommation. La mobilité douce et l'intermodalité y sont privilégiées.
- La « ville centrifuge » où le digital est roi. C'est une ville a-spatiale où les flux s'organisent selon les principes de l'internet physique.

Les scénarios « ville gravitaire » et « ville polycentrique » ont ensuite été testés sur deux agglomérations françaises (Bordeaux et Besançon), au moyen de l'outil de simulation SILOGUES

développé par le LAET. Cette modélisation a permis de mesurer les évolutions des flux entre 2017 et 2030 compte tenu de ces différents contextes urbains. Le scénario extrême de la « ville centrifuge » a quant à lui fait l'objet d'un recensement des conditions à satisfaire pour permettre à cette ville de fonctionner.

La modélisation avec SILOGUES des scénarios « ville gravitaire » et « ville polycentrique » a été conduite en deux temps : d'abord en ne prenant en compte que l'impact du changement de *tissu* économique et démographique du territoire, ensuite en intégrant les évolutions liées à la mise en œuvre de nouvelles *organisations logistiques*, plus mutualisées. Cette démarche séquentielle permet de bien mettre en évidence les contributions respectives de ces transformations portant sur le territoire mais aussi sur les pratiques (changement de types de véhicules, de motorisations, d'organisations logistiques). Les résultats sont une série d'indicateurs permettant de suivre dans le temps l'évolution des trafics de marchandises (nombre de livraisons et enlèvements, kilomètres parcourus), de l'occupation de la voirie par les véhicules en stationnement, les émissions de polluants locaux et de GES… Ils montrent l'impact déterminant de la composante liée au tissu du territoire sur les flux de marchandises. Si des changements d'organisation sont nécessaires pour limiter les effets négatifs de la croissance urbaine sur les trafics et les émissions, ils restent cependant insuffisants pour en favoriser une baisse significative.

L'étude propose alors des leviers pour optimiser la logistique urbaine de demain. Répartis selon 7 axes : localisation, mutualisation, réglementation/fiscalité, transition énergétique, professionnalisation, innovation/expérimentation, formation/communication ; ces leviers doivent être mobilisés conjointement pour une action efficace. Il n'existe en effet pas de solution unique ; c'est aux acteurs locaux de travailler pour composer à partir de ces leviers et compte tenu des caractéristiques de leur territoire, l'assemblage pertinent pour répondre aux enjeux du transport de marchandises. Le rôle de l'Etat est alors de fixer le cadre législatif et les moyens incitant les collectivités à agir et à la connaissance de progresser.

En guise de conclusion, l'étude propose une réflexion sur les limites de l'exercice prospectif et l'aptitude des outils de simulation à rendre compte de ruptures profondes susceptibles de bouleverser fondamentalement la manière dont les marchandises se déplacent. Quelle sera demain la place du transport de marchandises tel que nous le connaissons aujourd'hui, c'est-à-dire fondé sur le cheminement d'un produit de son fournisseur vers son destinataire ? Les évolutions du numérique telles l'internet physique ou les imprimantes 3D vont-t-elles réduire les flux ou au contraire les stimuler sous l'effet d'une croissance de la consommation ? Dans quelle mesure ces phénomènes se compensent-ils ? Comment la structure économique des villes en sera-t-elle transformée ? la distribution future des marchandises, fondée sur la codification et l'interfaçage de l'information, permettra-t-elle de s'affranchir des acteurs qui la transportent ou du lieu où elle a été stockée avant de parvenir au client final ? Autant de questions ouvertes par le scénario de « ville centrifuge » et qui appellent de nouvelles recherches.

Introduction

Face aux évolutions rapides qui affectent les pratiques de livraisons / enlèvements et compte tenu des enjeux, en particulier environnementaux mais aussi économiques et sociaux, qui sont liés à l'approvisionnement des activités économiques et des ménages (partie 1) ; la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer nous a missionnés pour réfléchir à ce que pourrait être la logistique urbaine de demain. En nous appuyant d'une part sur les évolutions passées et en introduisant les tendances émergentes, notamment dans les organisations et les technologies, mais aussi en nous projetant sur les mutations possibles, il s'agissait ainsi d'esquisser des scénarios de logistique urbaine à horizon 2030 faisant une large place à la mutualisation et à la collaboration.

En croisant la littérature scientifique, les études de cas pratiques, les entretiens avec des experts de l'approvisionnement urbain, et en organisant un atelier de réflexion collective sur la prospective du transport de marchandises en ville, nous avons pu esquisser des portraits contrastés de villes et proposer la logistique urbaine à mettre en œuvre pour leur permettre de fonctionner.

Un élément essentiel de notre travail a donc consisté à « Imaginer ensemble la Ville de 2030 » (Partie 2). Imaginer la ville, c'est imaginer son fonctionnement, ses interactions et ses évolutions. Imaginer la ville, c'est prendre en compte toutes ses dimensions pour en envisager les transformations. C'est par conséquent concevoir la manière dont les modes de consommation sont susceptibles d'évoluer, la manière dont les populations vont se répartir sur le territoire urbain, les moyens qu'elles vont mobiliser pour aller travailler, etc… C'est alors s'interroger sur une quantité de paramètres qui en plus d'être multiples sont également interconnectés et génèrent des variétés de comportements, de structures urbaines, de façons de vivre cette ville…

Pour permettre à cette ville d'être approvisionnée et aux activités productives présentes d'expédier des marchandises, nous avons proposé des organisations logistiques faisant appel à un partage des ressources (partie 3). A cette fin, nous avons recensé les différentes formes de mutualisation / collaboration existantes de manière à enrichir les scénarios de ville par les pratiques de mutualisation les plus pertinentes eu égard aux caractéristiques urbaines.

Une fois les scénarios en place, nous avons eu recours à la simulation pour quantifier les effets respectifs de ces futurs possibles sur le nombre de livraisons / enlèvements, les distances parcourues, les émissions polluantes, etc. (partie 4). Ces simulations ont été construites à partir de deux agglomérations françaises bien différentes : Bordeaux d'une part, Besançon d'autre part.

La confrontation de ces indicateurs (partie 5) nous a permis d'identifier les orientations les plus pertinentes pour limiter les effets externes du transport de marchandises en ville. Nous avons ainsi pu en déduire une série de préconisations à l'attention des décideurs publics ou privés qui veulent s'engager dans une démarche de logistique urbaine durable (partie 6).

Partie 1. Pourquoi imaginer la logistique urbaine de demain ?

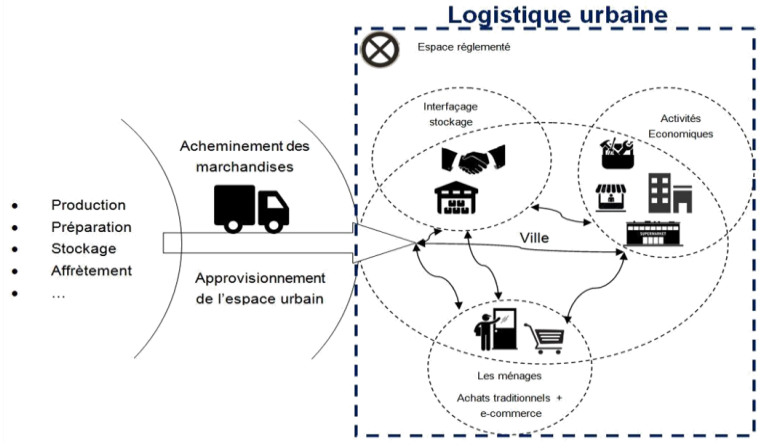
Longtemps ignorée, car considérée comme relevant du seul domaine privé, la logistique urbaine est un concept né au cours des années 90, lorsqu'il est apparu que les conditions d'approvisionnement des activités d'un territoire urbain sont un élément clé de son dynamisme économique. Au cours des 30 dernières années, dans un contexte de coût du foncier élevé et d'accessibilité au centre difficile sur fond de crise économique, activités et ménages se sont éloignés des centres urbains ou ont rogné sur leurs coûts, en particulier ceux liés au stockage des marchandises. Portés par les progrès technologiques encore accentués par l'avènement du numérique, les livraisons et les enlèvements ont dû pallier cette réduction des stocks en s'opérant dans des délais de plus en plus courts et avec des fréquences accrues (flux tendus, livraison à la demande). A côté de ces échanges de marchandises liés aux activités économiques on voit depuis plusieurs années se développer à un rythme très rapide les livraisons à destination des particuliers. Dès lors, comment favoriser la circulation des marchandises dans la ville, dans des conditions satisfaisantes pour les entreprises et les ménages, et sans dégrader la qualité de vie ?

1. La logistique urbaine, une activité porteuse d'enjeux

Définitions

La logistique recouvre l'ensemble des opérations nécessaires à l'acheminement des produits vers un destinataire final, que celui-ci soit un ménage, une entreprise ou un service public.

Figure 1 : De la logistique à la logistique urbaine



Source : ELV Mobilités, 2017

E. Taniguchi et al. définissent en 2001 la City Logistics comme le « *procédé par lequel on optimise les activités de logistique et de transport des compagnies privées avec l'aide de systèmes d'informations avancés pour la gestion du trafic, de sa congestion, de la sécurité et des ressources d'énergie dans les agglomérations, à l'intérieur d'une économie de marché* ». Il s'agit ici d'une définition restrictive car ne traitant que des activités logistiques des compagnies privées. En l'absence de véritable définition partagée de la logistique urbaine, nous retiendrons celle utilisée par Patier et Routhier (2009) : « ***l'art d'acheminer dans les meilleures conditions les flux de marchandises qui entrent, sortent et circulent dans la ville*** ». Cette définition englobe les flux issus ou à destination :

- Des activités économiques présentes en agglomération. Les flux sont généralement importants et les quantités transportées volumineuses. Ces flux peuvent être décomposés entre les flux de gestion urbaine (collecte des ordures ménagères, déménagements, chantiers…) et les flux inter-établissements économiques (Gérardin et al., 2000),
- Des ménages, qui peuvent réaliser eux-mêmes leurs déplacements d'achats ou bien opter pour un service de livraison. Pour les distinguer des achats traditionnels, Gardrat et al. (2016) désignent ces dernières pratiques par le terme d'"achats découplés" qui englobent tant les achats sur internet, téléphone ou courrier que ceux réalisés en magasin avec livraison en sortie de caisse, et dont la livraison peut être faite au domicile du ménage ou dans un autre lieu (point-relais, magasin, consigne…). Les flux sont importants et les volumes transportés plus faibles.
- Elle recouvre également les mesures et les moyens entourant la circulation de ces marchandises (foncier, aménagement urbain, réglementation, infrastructures…). Dans cette acception, la logistique urbaine, consiste donc à permettre la circulation harmonieuse des marchandises dans un espace urbain contraint afin d'approvisionner les activités économiques et les ménages. Elle nécessite la mise en œuvre d'un ensemble de moyens.

C'est sur la base de ce découpage des flux de marchandises que les scénarios ont été élaborés et simulés.

Le dernier kilomètre, maillon faible de la logistique urbaine

Parmi l'ensemble des flux générés par la logistique urbaine, le concept de « dernier kilomètre » (last mile) est assez flou car dépendant du point de vue où l'on se place. Dans une conception stricte, il se limite ainsi au dernier trajet de la marchandise vers son destinataire final. Il peut s'agir du déplacement magasin - domicile pour les biens de consommation ou du déplacement entre établissements économiques pour les biens de production. Dans une conception plus large, on assimile le dernier kilomètre au trajet qui est réalisé en urbain, ce qui recouvre le transport de marchandises en ville.

Le dernier kilomètre est un sujet de préoccupation majeur pour le logisticien comme pour l'aménageur. Ce dernier maillon de la chaîne logistique concentre en effet les points négatifs alors qu'il parcourt une distance réduite :

- un coût important : le dernier kilomètre est en effet le plus coûteux (20% à 50% du coût total de la livraison). Dans la grande distribution, le coût du dernier kilomètre représente environ 30% de la valeur de la marchandise (environ 15 euros pour un panier moyen de 80 euros et de 25 kg (LUMD, 2009) ;
- une faible efficience organisationnelle, économique et environnementale : les véhicules utilitaires légers utilisés pour les livraisons représentent 30% des émissions de GES en ville ;
- un encombrement de la voirie urbaine lié non seulement à la circulation de ces véhicules mais aussi et surtout à leur stationnement (particulièrement en centre-ville où ce stationnement

se fait de manière illicite (Bonnafous, 2000), ce qui contribue à la congestion et à l'insécurité routière ;
- des conditions de travail difficiles pour les chauffeurs-livreurs qui interviennent dans des centres urbains inadaptés aux véhicules utilitaires et à l'usage de moyens de manutention, etc.

L'objectif est alors de réduire les coûts économiques et environnementaux liés à la livraison du dernier kilomètre, sous contraintes de plus en plus fortes (occupation de l'espace et temps). L'externalisation de la logistique a été une première étape de cette optimisation (croissance du compte d'autrui) et les prestataires logistiques développent aujourd'hui des processus collaboratifs qui viennent étayer l'offre de professionnalisation mais aussi la complexifier.

C'est ainsi qu'originellement basée sur la mise en relation entre un expéditeur, éventuellement un transporteur et un destinataire, le transport de marchandises en ville a vu ses pratiques de livraisons évoluer, en particulier sur le dernier kilomètre. On observe aujourd'hui une atomisation de la chaîne logistique liée à l'introduction de nombreux prestataires. Dans ce cadre, la dichotomie usuelle entre des livraisons en compte propre (expéditeur ou destinataire) et en compte d'autrui qui traduisait la plus ou moins grande professionnalisation d'un segment ou d'une filière en matière de livraisons, a perdu de sa pertinence. La croissance du nombre de prestataires rend plus difficile la délimitation stricte entre compte propre et compte d'autrui.

2. Les tendances récentes du transport de marchandises en ville

Qu'il s'agisse des échanges inter-établissements ou des flux liés à l'approvisionnement des ménages, les 20 dernières années ont été marquées par des évolutions notables. Pour les premiers, ces évolutions peuvent être appréhendées à travers la comparaison des résultats des deux vagues d'Enquêtes Transport de Marchandises en Ville (ETMV) menées pour l'une au milieu des années 90 à Bordeaux, Dijon et Marseille, pour l'autre au début des années 2010 en Ile-de-France et à Bordeaux. Pour les seconds, les sources de données sont disparates : les achats traditionnels sont recensés dans les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) qui sont menées régulièrement dans les agglomérations françaises. En revanche, le développement récent des pratiques d'achats découplés bute sur un manque de données (peu d'enquêtes, pas de standardisation) ce qui ne permet pas d'estimer l'évolution dans le temps de leurs effets sur les flux de marchandises exprimés en nombre de mouvements.

2.1. Une évolution manifeste des pratiques logistiques…

Un nombre de livraisons / enlèvements hebdomadaires stable à activité donnée

La comparaison des deux vagues d'ETMV laisse apparaitre peu d'évolutions dans les fréquences de livraisons et d'enlèvements des établissements économiques. A activité et taille donnée, les établissements génèrent environ le même nombre de mouvements qu'il y a 20 ans, excepté pour les commerces de gros dont l'activité a beaucoup évolué, ces établissements s'étant pour partie transformés en espaces showroom. L'évolution des flux générés par les établissements économiques reflète alors essentiellement celle du tissu économique : moins d'activités logistiques en ville (industrie, commerces de gros, entrepôts), plus de bureaux et d'artisanat (Bonnafous et al., 2016 ; Toilier et al., 2016). Ainsi, le principal moteur de la transformation du paysage des flux de marchandises concerne la distribution des activités présentes au sein de l'espace urbain d'une part, l'évolution de l'emploi d'autre part.

Un recours croissant aux transporteurs professionnels

Au-delà de la relative stabilité des fréquences d'approvisionnement à activité et taille d'établissements donnés, ce sont surtout les pratiques logistiques qui ont évolué. La nouvelle vague d'ETMV laisse apparaître que les flux inter-établissements tendent à se **professionnaliser**, avec un recours au compte d'autrui beaucoup plus important que dans les années 90 (il représente une livraison / enlèvement sur deux en 2013, contre 38% en 1994 à Bordeaux, cf. Bonnafous et al., 2016). Cette croissance du compte d'autrui est essentiellement réalisée au détriment du compte propre destinataire (passé de 23 à 15%) dont on sait qu'il met en œuvre les organisations les moins efficaces (traces directes sans recherche d'optimisation du taux de remplissage). La croissance du transport en compte d'autrui, tant en termes de trafic qu'en termes de volumes transportés, date de la déréglementation de 1986. Elle a d'abord concerné les flux interurbains et tend désormais à s'intensifier pour les livraisons urbaines, devenues plus contraignantes. Aujourd'hui, le besoin d'immédiateté du service, combiné à une législation qui favorise le développement de l'auto-entreprenariat, laisse supposer que l'on s'oriente vers une fragmentation "infinie" du compte d'autrui.

Dans une logique économique fondée sur la rentabilité, cette restructuration peut être source **d'optimisation des flux de livraisons et de performances**, au moins économiques, au mieux environnementales et sociales.

Des véhicules utilitaires légers (VUL) omniprésents

Il apparaît également que la part des véhicules de moins de 3.5 tonnes (cycles, voitures, fourgonnettes et camionnettes), connaît une croissance importante puisque leur part est passée de 52 à 69% en 20 ans à Bordeaux (Bonnafous et al., 2016). Ce transfert des flux vers des véhicules de petite taille peut traduire des changements techniques (les VUL d'aujourd'hui sont désormais aptes à transporter des produits conditionnés en palettes), des modifications dans les produits échangés (envois plus légers) et des changements de parc en faveur de véhicules plus maniables pour circuler dans les centres urbains denses. Cette tendance à la réduction des tailles des véhicules utilisés pose néanmoins question quant aux possibilités de consolider les flux afin de réduire le nombre de véhicules qui circulent et livrent en ville.

Des services de livraisons de plus en plus répandus

Parmi ces évolutions dans les comportements logistiques, citons l'essor de la livraison aux particuliers (qu'elle soit faite à domicile ou hors domicile), en fort développement depuis 2000. A Bordeaux comme en Ile-de-France, ce service est proposé en 2010-2013 par 1 commerce de détail sur 4. Mais il ne se limite pas aux magasins et s'étend à toutes les activités pour concerner au total 1 établissement sur 10, ce qui rend bien compte des évolutions à l'œuvre dans les pratiques d'achat des ménages avec le développement important des achats découplés.

2.2. … et des modes de consommation des ménages…

Volumétrie des achats découplés

Les études manquent pour déterminer dans quelle mesure ces services de livraison se sont substitués à des déplacements d'achats traditionnels ou ont au contraire suscité des mouvements de marchandises supplémentaires. Pour autant, il est vraisemblable que le solde global soit positif, en particulier du fait du fractionnement des achats encouragé par des pratiques commerciales

agressives (foisonnement des offres, promotions permanentes, livraisons offertes) mais aussi fractionnement des livraisons (une commande de plusieurs articles est reçue en plusieurs fois). Ces flux supplémentaires viennent contribuer à accroître les nuisances urbaines du transport de marchandises en ville.

La Métropole de Lyon a engagé fin 2015 une vaste enquête visant à quantifier les achats découplés générés par les ménages de ce territoire et à repérer les variables explicatives du niveau des flux et de leurs caractéristiques. La première phase de l'enquête laisse apparaître que toutes les classes sociales ont recours aux achats découplés mais avec des intensités diverses. Alors qu'en moyenne un ménage lyonnais réalise 19,2 achats de ce type par an, ce chiffre s'élève à 25,9 chez les cadres et 12 pour les ouvriers. La catégorie sociale n'explique pas à elle seule les écarts de niveaux observés, la taille du ménage apparaît aussi comme un facteur favorisant ce type d'achat. Au total, 60% des achats de ce type donnent lieu à une livraison à domicile, les 40% restants se répartissant entre les points relais, les drives et les autres formes de livraison hors domicile (Gardrat et al., 2016).

L'essor des livraisons en moins de 2 heures

Les délais de livraison tendent, sous la pression concurrentielle, à se raccourcir, à tel point que l'on parle de "livraisons instantanées" (instant delivery), et ce notamment dans les grandes métropoles. La livraison instantanée se définit comme "*une livraison à la demande dans un créneau maximal de deux heures, réalisée pour des particuliers, des entrepreneurs indépendants ou des employés, et ce en connectant des expéditeurs, des courriers et des destinataires via une plate-forme numérique* » (Dablanc et al, 2017).

Si les pratiques d'achats découplés des ménages sont mal connues, il existe encore moins de statistiques sur les livraisons instantanées. Les résultats d'une étude conduite sur Paris concernant ces livraisons instantanées montrent néanmoins qu'elles sont réalisées à 88% au moyen de deux roues non motorisés, 9% au moyen de motos ou de scooters et 3% par un autre moyen (marche à pied, roller ou cargocycle) (Saidi, 2017). Ces données, sans doute partielles et caricaturales en raison de la spécificité parisienne, illustrent les effets de la législation française qui impose à tout transporteur utilisant un véhicule motorisé (quel qu'il soit) d'être inscrit au registre des professionnels de la livraison, ce qui explique le recours intensif aux modes non motorisés.

Les produits concernés par la livraison instantanée sont essentiellement les biens de restauration, les produits frais, et les colis volumineux (Dablanc et al, 2017). On trouve différentes enseignes proposant ce type de service, et certain se placent à la fois comme distributeur et comme prestataire logistique. En installant des entrepôts au cœur des grandes villes, ils garantissent une livraison expresse (en deux heures) grâce à un vivier de "coursiers". Ce mode de fonctionnement est opérationnel dans de nombreuses villes des USA, en France, au Royaume-Uni, en Italie, en Espagne et au Japon. Les acteurs que nous avons interrogés assimilent un peu ce modèle à « l'économie industrielle du 19ème siècle ».

Cette quête d'instantanéité entre en collision avec le fret urbain qui connaît déjà, nous l'avons vu, des difficultés d'intégration dans l'urbain.

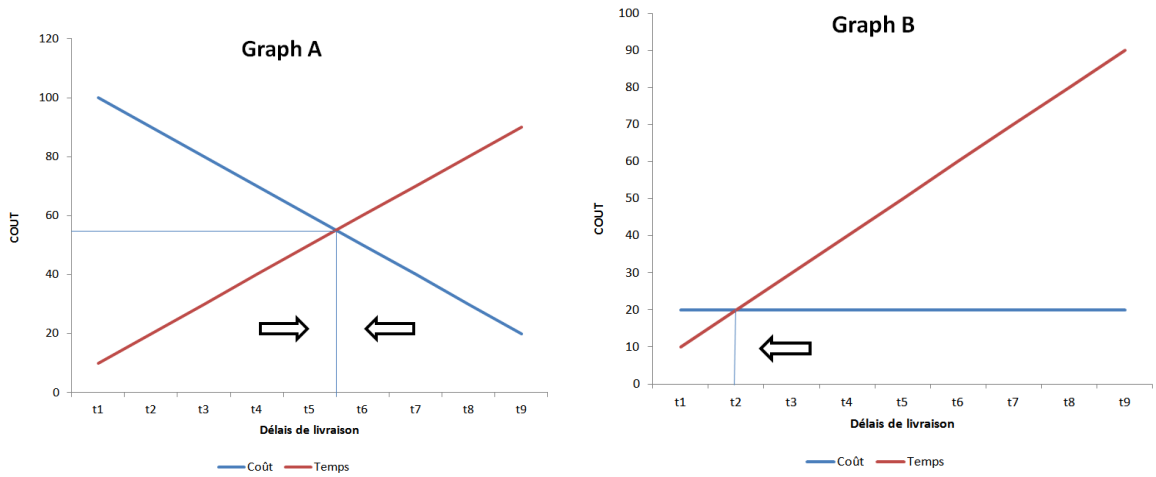
Un coût du transport invisible

Le modèle de la livraison instantanée pose question à la fois sur les coûts économiques (qui augmentent alors que les prix diminuent), mais surtout sur les coûts environnementaux (le besoin d'immédiateté pénalise l'optimisation et la rationalisation des tournées, ce qui accroît le nombre de

kilomètre générés) et sociaux (l'atomisation des livreurs s'accompagne d'une précarité de l'emploi). Pour autant, aucune analyse d'impacts n'a encore été validée (bilan carbone, kilomètres générés, occupation de la voirie, sûreté et sécurité).

Ces achats avec livraison instantanée sont des achats quotidiens qui cèdent à une envie ou un besoin immédiat. D'un point de vue marketing, la satisfaction de cette clientèle est indispensable car elle permet de conditionner les consommateurs. On peut imaginer que le fournisseur soit prêt à sacrifier une partie de sa marge pour que cette clientèle soit satisfaite. La valeur du temps est très importante et le coût n'est que faiblement une variable d'ajustement. En effet, aujourd'hui la livraison est un « argument de vente dont le coût réel est transparent pour le consommateur » car les vendeurs ont intégré le coût de la livraison dans le prix du produit. La valeur du temps du consommateur est la résultante de l'arbitrage qu'il fait entre le coût financier d'un service et le temps nécessaire pour l'obtenir. Aussi, pour l'usager final, souvent le coût est supposé nul, et il ne fait plus aucun arbitrage sinon celui de maximiser sa valeur du temps. On a une maximisation du temps indépendamment du coût et l'exigence du temps de livraison est de plus en plus court.

Figure 2 : Ajustement des coûts de livraison en fonction des délais



Si dans un modèle classique on considère que le coût de la livraison est inversement proportionnel aux délais de livraison, le consommateur ajuste en fonction de sa disponibilité à payer ou en fonction de l'importance qu'il accorde aux délais (valeur du temps) [graph A]. En revanche si le coût de la livraison n'est plus une variable d'ajustement des choix, alors la demande pour une livraison des plus rapide devient « infinie » jusqu'à l'immédiateté [graph B].

Pourtant le coût du dernier kilomètre reste disproportionné par rapport à l'ensemble du coût de transport de la chaîne logistique. D'une manière générale on a une distorsion du coût de la livraison facturée par rapport au coût réel. Le signal-prix est donc déformé. La maîtrise du coût de ce dernier maillon de la chaîne d'approvisionnement est aujourd'hui à l'origine de multiples initiatives. Pour autant, dans cette profession ultra-concurrentielle, c'est la satisfaction du consommateur qui reste le *leitmotiv* des calculs économiques. En l'absence de signal sur le coût du service, l'arbitrage coût-temps est favorable à l'immédiateté du service. La fonction de demande ne maximise que le temps (la demande devient théoriquement infinie).

Ces modèles posent question à la fois sur les coûts économiques (qui augmentent alors que les prix diminuent), mais surtout sur les coûts environnementaux (le besoin d'immédiateté pénalise l'optimisation et la rationalisation des tournées, ce qui accroît le nombre de kilomètre générés) et sociaux (l'atomisation des livreurs s'accompagne d'une précarité de l'emploi). Pour autant, aucune

analyse d'impacts n'a encore été validée (bilan carbone, kilomètres générés, occupation de la voirie, sûreté et sécurité).

2.3. …pour des livraisons / enlèvements de plus en plus nombreuses et de plus en plus contraintes en agglomération

L'ETMV et l'enquête menée à Paris sur les livraisons instantanées ne sont pas comparables car portant sur des périmètres différents (Région Ile-de-France pour l'une, Grand Paris pour l'autre). Elles fournissent néanmoins une indication des flux de marchandises livrés chaque semaine dans cet espace :

- 4 260 000 mouvements de livraisons et d'enlèvement au sein des établissements économiques d'Ile-de-France (Routhier, 2014) ;
- 200 000 livraisons instantanées par semaine (particuliers et entreprises confondus) dans le Grand Paris.

Enjeux liés aux flux du e-commerce

Au sein des échanges de marchandises qui se déroulent tous les jours dans la ville, le secteur du e-commerce revêt une importance de plus en plus marquée dans les analyses du dernier kilomètre et de la logistique urbaine, ceci pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord, ce poids relatif dans la consommation correspond en fait à **environ 30% des flux de livraison effectuées en compte d'autrui dans les villes**[1] en termes de nombre de positions. Il s'agit essentiellement de petits colis livrés unitairement.
- Un second aspect est le taux de croissance. Les analyses de la Fevad montrent que le prix du panier moyen diminue d'environ 5% par an, cette évolution étant liée à la banalisation de l'achat sur internet. L'augmentation du chiffre d'affaires et la baisse du panier permettent par conséquent d'évaluer le **taux de croissance réel du nombre de colis lié à l'e-commerce à environ 19% par an**[2]**.**
- Environ la moitié des livraisons e-commerce de produits (donc hors services dématérialisés) est effectuée à domicile. Contrairement aux livraisons de commerces ou d'entreprises, **les livraisons e-commerce (essentiellement B to C) sont éclatées sur le territoire urbain**. Les nuisances liées à cet éclatement des flux (stationnement des véhicules, temps d'attente, recherche des adresses, etc.) accentuent considérablement les distances parcourues et l'impact environnemental.
- L'e-commerce est **générateur de flux connexes** liés à deux phénomènes : **l'absence du destinataire** nécessitant un second passage ou un dépôt du colis en point relais **et les retours.** Le taux d'échec à la première présentation du livreur est estimé à 15 à 25% des livraisons directes. Ce taux dépendra du service (le service Colissimo sans signature affiche un taux d'échec moins important que le service avec signature), de l'opérateur (certains opérateurs ont accès aux boîtes aux lettres et peuvent y déposer certains colis ; d'autres imposent une remise « en main propre ») et de la typologie de produits (certains produits peuvent être déposés dans une boîte aux lettres, d'autre plus difficilement du fait de leur dimension. Les taux de retours sont très variables suivant les secteurs et concernent essentiellement les segments de l'habillement et les chaussures. Ils peuvent aller dans certains cas jusqu'à 50%.

[1] Enquêtes effectuées dans différentes villes françaises auprès de messagers et transporteurs de colis

[2] L'e-commerce a connu en 2016 une croissance de 14,6% (en euros). Le panier moyen a baissé de 7% entre 2015 et 2016 accentuant l'augmentation des volumes transportés (source FEVAD). Ces chiffres sont à relativiser par certains éléments générant moins de colis individuels (click& collect notamment), justifiant le chiffre de 19%.

Les spécificités propres au contexte urbain

La croissance du e-commerce et la réduction des stocks dans les établissements ont tous deux contribué à accroître les exigences en matière de délais de livraisons, nécessitant d'optimiser le dernier kilomètre. A ces tendances, s'ajoutent de multiples facteurs qui rendent encore l'équation de la livraison finale plus complexe :

- desserrement des activités logistiques dans l'espace urbain,
- coût du foncier élevé qui pénalise les espaces de stockage,
- congestion des centres-villes qui réduit les vitesses,
- réglementations fluctuantes au sein d'un même espace urbain,
- rythmes horaires des destinataires (établissement et/ou ménage) variables
- présence aléatoire des ménages pour réceptionner les marchandises
- …

Cette mutation rapide de la logistique urbaine peut générer des difficultés structurelles à tous les niveaux : économique, social, environnemental, de l'aménagement du territoire, de la maîtrise de la voirie (encombrement / congestion), réglementaire et juridique.

D'une certaine manière la logistique urbaine doit constamment s'adapter à son environnement urbain. Pourtant, les acteurs que nous avons rencontrés, soulèvent le fait que des aménagements fonciers ou des organisations plus fonctionnelles pourraient être envisagés pour améliorer les conditions de réalisation des livraisons urbaines : Hôtels logistiques, réglementations incitatives, voies réservées, dé-complexification des espaces et de leurs usages…

Globalement, les moyens disponibles pour optimiser la logistique urbaine sont, dans la littérature, regroupés autour de plusieurs thématiques :

- Les espaces logistiques urbains : ZLU, CDU, ELP...
- La réglementation : des horaires et des véhicules autorisés à circuler, du stationnement
- Le foncier logistique : mise à disposition de surface (SHON) dans les centres urbains
- Le report modal : changements de modes des véhicules effectuant les livraisons
- Les innovations technologiques : modifications des performances et/ou des techniques
- Les organisations logistiques : optimisation des tournées, mutualisation
- La concertation entre les acteurs : charte des bonnes pratiques

Parmi cet arsenal d'outils pour faciliter le transport de marchandises dans la ville, les tendances actuelles se caractérisent largement par des « comportements d'opportunités » sans vision d'ensemble de la problématique de la logistique urbaine. De fait, le dosage entre ces ingrédients n'est pas simple, et les experts que nous avons rencontrés s'accordent d'ailleurs à dire qu'il n'y a pas de modèle type, car aucun modèle n'est transférable sans prise en compte des spécificités des territoires et des activités économiques qui y sont implantées.

Encadré 1 : Des expérimentations réalisées pour répondre à des objectifs

Les expérimentations recensées dans le cadre de ce projet ne dressent qu'un portrait partiel du champ des possibles. Chaque expérimentation dépend des objectifs fixés par son initiateur. A titre indicatif, voici quelques exemples d'objectifs et de moyens mis en œuvre pour les atteindre testés dans le cadre d'expérimentations visant à optimiser les livraisons urbaines :

La réduction des émissions de polluants par la mise en place d'un transfert modal ou technologique : expérimentations du transport fluvial en France (Vert chez Vous) ou en Belgique. Le rapport LUMD montre que pour le cas de Carrefour, certaines solutions ont permis une réduction des coûts de transport et ont parallèlement permis de valoriser l'image de l'entreprise. Nous remarquons à ce titre que, bien souvent, l'intérêt que certaines enseignes portent à l'optimisation de leurs approvisionnements passe par des intérêts

marketing. C'est le cas de l'Oréal ou de Carrefour qui, par l'utilisation de véhicules électriques, contribuent à valoriser leur marque.

La volonté d'augmenter la plage horaire de livraison en adéquation avec la réglementation locale par une modification de la flotte des véhicules effectuant des livraisons : il s'agit par exemple des camions labellisés Piek c'est-à-dire à faible émission sonore, qui ont permis les livraisons nocturnes aux Pays-Bas notamment. Le report des livraisons en dehors de l'heure de pointe autorise une diminution significative des temps de livraison (moins de congestion, moins de difficultés à se garer). Evidemment, pour recueillir l'adhésion des différents acteurs de la ville, ces mesures nécessitent la mise en place d'aménagements spécifiques et/ou la présence de personnel pour réceptionner les marchandises.

La volonté de réduire le coût des tournées en transportant dans un même véhicule des marchandises de natures et de conditionnements différents : c'est le cas notamment de la filière de la restauration (produits frais, produits congelés, bouteilles…). La transformation technique des véhicules (de type un véhicule "3 en 1") permet d'en diminuer le nombre et les distances parcourues et de réduire ainsi l'occupation de la voirie par les véhicules en circulation et en stationnement. C'est le cas de McDonald's par exemple.

Par ailleurs, les experts rencontrés insistent sur la nécessité de penser d'abord la nouvelle organisation en fonction des objectifs assignés, puis d'y associer une technologie. Certains pensent même que les échecs relatifs des CDU en France viennent du fait que les améliorations technologiques ont été pensées avant les organisations.

Tableau 1 : Synthèse des enjeux de la logistique urbaine en général

enjeux environnementaux	réduire les effets externes du transport (pollution, congestion, bruit...) via l'introduction d'innovations technologiques et organisationnelles (transfert modal notamment)
enjeux sociaux	préserver la qualité de vie en ville, le dynamisme économique des centres urbains, favoriser l'émergence de services permettant de satisfaire les besoins des ménages et des activités, garantir l'accessibilité pour tous ainsi que la sécurité
enjeux économiques	préserver l'emploi de ce secteur fortement employeur
enjeux urbanistiques	maîtriser les localisations pour favoriser une mixité des activités sur le territoire urbain et limiter les distances parcourues, renforcer l'attractivité des centres villes et préserver le patrimoine urbain
enjeux fonctionnels	mettre en place une réglementation unifiée qui encadre les transports de personnes et de marchandises, assure le partage de la voirie dans le temps et l'espace, préserve des espaces pour la logistique dans un environnement urbain marqué par la rareté du foncier

3. La collaboration, une solution pour optimiser les livraisons et enlèvements ?

Pour répondre à ces enjeux du développement des livraisons / enlèvements de marchandises en ville, la livraison du dernier kilomètre sous forme collaborative apparaît comme propice à limiter les externalités négatives (congestion, pollution atmosphérique, sonore et visuelle, occupation de l'espace, etc.).

3.1. La collaboration, une pratique à plusieurs dimensions

La collaboration est un terme général qui consiste à définir un partenariat entre deux ou plusieurs acteurs dans le but de trouver un terrain d'entente, basé sur des intérêts communs, afin d'entreprendre des actions collectives et d'en partager les risques et les bénéfices dans un objectif gagnant-gagnant (PIPAME, 2011).

La logistique est par essence collaborative puisqu'elle nécessite une mise en relation entre un expéditeur et un destinataire, et ce quel que soit le nombre d'intermédiaires situés sur cette chaîne "de distribution". Au-delà de cette relation *a minima* entre l'expéditeur et le destinataire, la collaboration peut être plus ou moins intense selon les degrés d'engagement respectifs des acteurs impliqués tout au long de la chaîne logistique, ce qui impactera plus ou moins les organisations en place.

La mutualisation

La mutualisation est un concept qui va plus loin que le « simple terrain d'entente » et la notion de partage y est introduite. Dans la littérature scientifique, le terme de mutualisation logistique est assez nouveau, et est souvent confondu avec le terme plus général de collaboration logistique (Simonot et Roure, 2007 ; Sboui, 2008) dont il est la forme la plus aboutie. La plupart des ouvrages s'accordent à définir la mutualisation comme une forme de coopération concertée réalisée à l'initiative d'acteurs qui décident, dans un intérêt conjoint, de mettre en commun une/des ressources appartenant à un ou des segments de la chaîne logistique, en vue de réaliser un gain économique, financier ou environnemental. Dans cette acception, la mutualisation est une forme de collaboration qui va plus loin que le simple partenariat établi entre plusieurs acteurs autour d'un intérêt commun ; celle-ci donne en effet lieu à un partage de ressources pour satisfaire cet intérêt commun.

La mutualisation suppose donc une certaine forme de complémentarité, sans pour autant être une nécessité exclusive. Elle nécessite un rapprochement entre les acteurs et peut porter tant sur les ressources immatérielles que sur les ressources matérielles. C'est une forme avancée de collaboration puisqu'elle implique le partage d'un ou de plusieurs actifs logistiques entre acteurs économiques afin de mieux utiliser, voire de saturer, des moyens existants.

Parmi les acteurs interviewés, certains s'attachent à définir le moteur de la mutualisation comme l'espérance d'un gain mutuel consécutif à la mise en commun d'une ressource. Si cette espérance est nulle ou unilatérale, il n'y pas mutualisation.

Que mutualiser ?

Il existe différentes formes de mutualisation selon les types d'actifs qui sont partagés, et différents degrés d'intégration de la chaîne logistique dans ces partenariats inter-établissements.

On distingue globalement deux grandes catégories de ressources qu'il est possible de partager entre

deux ou plusieurs partenaires :

- Les ressources immatérielles : il s'agit de partager les transactions [3] (ou opérations administratives), l'information, la décision ou la stratégie (Rakotonarivo et al., 2009).
- Les ressources matérielles : le partage peut porter sur les capacités de transport (espace au sein des véhicules), les bâtiments (surfaces logistiques), les espaces (stationnement, voirie), les trajets (déplacements de livreurs ou de particuliers), les infrastructures de transport (par exemple celles utilisées pour des voyageurs).

Mutualiser pour consolider les flux

Une des motivations les plus importantes de la mutualisation de ressources matérielles porte sur la consolidation des flux, une opération qui consiste à massifier les flux pour en rationaliser l'acheminement. C'est en particulier le principal schéma fonctionnel des CDU. Au moyen de la consolidation, il s'agit pour les partenaires de réduire leurs coûts en améliorant le remplissage des véhicules. Cette massification est permise par le regroupement de plusieurs chargements en vue d'une expédition unique. Son développement est cependant limité par diverses contraintes :

- l'introduction d'une rupture de charge (temps de chargement / déchargement) dont le coût doit être compensé par le gain lié à la massification ;
- le taux de remplissage des véhicules et des tournées qui ne peuvent pas toujours être optimisés en raison de contraintes temporelles lourdes ;
- l'optimisation des surfaces de stockage des zones de transit.

La consolidation existe depuis longtemps dans le transport et la distribution des zones rurales et éloignées. Aujourd'hui, la grande spécificité du CDU est de l'adapter à la ville.

Collaboration ou sous-traitance déguisée ? Quelles pratiques prendre en compte ?

Les experts estiment qu'il existe en réalité très peu de modèles collaboratifs. Ils soulèvent d'ailleurs l'ambiguïté autour de ce terme, parfois galvaudé. Certains projets dits collaboratifs ne sont pour eux que des formes de sous-traitance où demeure une relation donneur-d'ordre-client et dont l'objet est la contractualisation et la facturation d'une prestation. C'est notamment le cas parfois des CDU, qui ne seraient pas toujours une forme de mutualisation, mais une nouvelle forme de sous-traitance, puisque leur organisation consiste schématiquement à un transfert de compétences et de responsabilités d'un « fournisseur » à un autre contre rémunération pour l'exécution d'une prestation.

L'utilisation de la dénomination "modèles collaboratifs" serait également un abus de langage car selon eux, les modèles collaboratifs n'existent pas ou peu, ils ne sont en fait que des modèles libéraux fondés sur l'auto-entreprenariat. C'est en particulier le cas du système « Amazon Flex », qui serait aujourd'hui à la limite entre l'auto-entreprenariat et le collaboratif.

Pour ces raisons, dans le cadre de cette étude, nous limiterons nos analyses à la mutualisation, et ne traiterons pas des partenariats. En outre, nous n'aborderons pas les expériences de mutualisation

[3] Par exemple, faciliter le traitement en commun des opérations administratives grâce à l'utilisation des systèmes informatiques (télécommunications et Internet). L'activité de transport et logistique est un des domaines qui nécessitent des échanges fréquents de documents administratifs (bons de commande, bons de livraison, lettre de voiture, etc.) ; Cette collaboration se présente comme un outil d'amélioration de la productivité et est aussi le point de départ des collaborations plus profonde., Sources : Rakotonarivo et al., 2009.

portant sur les ressources immatérielles dans la mesure où leur impact sur les flux de marchandises est moins direct que le partage de ressources matérielles. Enfin, signalons que les procédés prometteurs mis en œuvre par les entreprises pour optimiser en interne l'usage de leurs ressources sans mobiliser de partenaires, ne seront pas pris en considération dans la mesure où il ne s'agit pas de collaboration.

3.2. Comment mutualiser demain pour une logistique urbaine plus durable ? Les pratiques émergentes

Globalement, la livraison à domicile est **considérée comme peu efficace** du fait de la faible dimension unitaire des produits, de la dispersion spatiale des points de livraison, de la concurrence entre les opérateurs de livraison du dernier kilomètre et de la fréquence de l'échec à la livraison[4]. L'enjeu de la mutualisation des flux dans l'e-commerce est alors considérable puisqu'il correspond à plusieurs objectifs : réduire le nombre de positions de livraison (donc le nombre de kilomètres et de véhicules), réduire l'échec à la présentation du livreur, réduire les flux liés aux retours.

Du côté des opérateurs de transport, le développement de la professionnalisation, au travers du compte d'autrui, est une forme de mutualisation puisque l'impératif de compétitivité pousse le transporteur professionnel à consolider autant que possible les flux au sein de tournées optimisées, sous la contrainte du respect des horaires et des exigences de livraisons fixées par ses clients. Le transport en compte d'autrui, qui fonctionne principalement en tournées de livraisons est ainsi plus efficace que le transport en compte propre, et tout particulièrement que le transport en compte propre « destinataire » qui a principalement recours aux traces directes.

Au-delà de ces formes classiques de mise en commun de capacités de transport ou d'espace logistique, le développement de la mutualisation (qu'elle s'adresse aux flux liés aux échanges inter-établissements économiques ou à ceux générés par les nouvelles pratiques d'achats des ménages), doit s'appuyer sur les innovations techniques et technologiques émergentes, car elles sont susceptibles de proposer des solutions pour une meilleure efficacité de la logistique urbaine.

Partager l'information

Nous avons vu que l'information pouvait constituer une forme de mutualisation, notamment en ce qui concerne l'information en amont des transactions (fichiers clients par exemple). Le partage de l'information, notamment en direct, n'est pas à proprement parler une mutualisation mais peut faciliter les livraisons en fournissant une donnée stratégique qui a pour conséquence l'optimisation (des tournées ou du temps) ou la fluidification du trafic. Cet échange d'information peut se faire en amont, c'est le cas des réservations de places de livraison (type Aire de Livraison du Futur, ALF), ou en temps réel sur le principe inspiré du réseau des routiers qui communiquent par C.B.

Ce principe d'échange d'information est testé à Bilbao [entretien], et part du postulat que les livreurs ne peuvent anticiper à l'avance leur trajet. La réservation trop en amont prend non seulement du temps mais est également soumise à l'aléa. La communication sur la mise à disposition d'une place de livraison se fait en temps réel : le transporteur informe que la place va se libérer. L'échange d'information (via un modèle d'internet des objets) permet alors de diminuer les kilomètres

[4] Best Practices in Urban Freight Management: Lessons from an International Survey- Laetitia Dablanc, Geneviève Giuliano, Kevin Holliday, Thomas O'Brien.

parcourus pour la recherche d'une place et de limiter le temps d'occupation de la voirie par les véhicules en stationnement en double-file notamment.

Utiliser de nouveaux modes de transport et de livraison

L'évolution très rapide des technologies de robotisation et d'autonomie des véhicules préfigurent de nouveaux modèles de livraison et de mutualisation du « dernier kilomètre »

Les véhicules autonomes actuellement en test pour le dernier kilomètre semblent avoir une forme particulière, à l'instar des petits robots développés par Starship, Marble, Piaggio, Domino's robotic, Dispatch ou du projet français TwinswHeel. Il s'agit de petits robots autonomes urbains conçus pour transporter un colis, en général de dimension et poids limité (par exemple 5 kg). L'autonomie et la vitesse sont assez réduites, ces véhicules étant prévus pour effectuer le « dernier kilomètre ».

Dans un autre domaine, un des modèles de véhicules autonomes, qui a fait l'objet d'un brevet déposé par Google et qui semble être une technologie adoptée au Japon par la société DeNA et Yamato est un véhicule de livraison de colis couplé avec une technologie de contact avec le destinataire. Un rendez-vous est fixé et le destinataire dispose d'un créneau pour retirer son colis dans une consigne intérieure qui s'ouvre à l'aide d'un QR code. Des tests sont actuellement en cours au Japon.

Il s'agit là de l'équivalent d'une consigne mobile autonome. Là aussi, le positionnement de ce véhicule autonome (au Japon devant des gares) nécessite un partage différent de l'espace.

Faire progresser les conditionnements, développer la conteneurisation

L'ETMV réalisée dans l'agglomération Bordelaise en 2013 indique que les principaux conditionnements utilisés en milieu urbain sont d'une part le carton (utilisé dans 50% des mouvements de marchandises) et, dans une moindre mesure, la palette (18%). Les autres types de conditionnements sont quasiment inexistants à l'exception du vrac (11%) et des caisses (8%). Ces types de conditionnements sont avant tout liés au type de véhicule utilisé, si le carton se retrouve dans tous les types de véhicules, la palette est logiquement plutôt réservée aux plus gros véhicules (porteurs et articulés). La nature de l'activité desservie intervient également dans le choix du conditionnement, ainsi les rolls se retrouvent principalement dans les livraisons pour les commerces, ainsi que pour les activités de bureau.

Ces divers types de contenants pour la livraison constituent l'un des moyens de partage et d'optimisation. A l'instar du container maritime ou de la palette, d'autres contenants, plus adaptés au dernier kilomètre peuvent être partagés entre plusieurs utilisateurs. C'est ainsi le cas des rolls ou des fûts pour la livraison de bière dans le réseau CHR. Le développement des bacs, pour la pharmacie, mais aussi les livraisons à domicile, correspond à ce modèle d'utilisation partagée, donc de mutualisation des usages.

Décloisonner les services de la logistique urbaine, standardisation, modularité et interconnexions des réseaux

La conteneurisation urbaine peut se décliner en différentes formes, l'idée étant de pouvoir aisément passer d'un mode de transport massifié à un mode de livraison du dernier kilomètre. Un des exemples pertinents est le Cubicycle développé par DHL, qui est constitué de conteneurs, qui peuvent être transférés d'un camion vers un cargocycle. Mais cette logique peut aller plus loin et s'étendre à la livraison de colis. L'emballage carton, jusqu'à présent non mutualisé, pourrait l'être.

C'est le projet de la société finlandaise RePack qui propose à des e-marchands de conditionner les produits dans des emballages réutilisables. Le consommateur, sur le site e-commerce, fait le choix de cet emballage. Après réception, l'utilisateur le dépose dans une boîte aux lettres. Il suit ensuite un circuit de réutilisation. En moyenne, le même emballage est utilisé pour 20 expéditions. Ce modèle d'utilisation successive du même contenant correspond à un axe de développement de méthodes vertueuses sur le plan environnemental.

Aujourd'hui, la multitude des dimensions des emballages complexifie à la fois la manutention et le stockage des marchandises (ou des colis). Dans un premier temps, l'idée de la standardisation des conteneurs s'est développée dans le domaine de la logistique globale où les colis devaient aisément être transférés d'un mode de transport à un autre. Aujourd'hui, les multiples dimensions des conditionnements génèrent du vide et du désordre dans les camions dû au fait que les colis ne sont pas parfaitement empilables.

D'autre part les origines et destinations des marchandises (en urbain) sont guidées par une logique d'optimisation des tournées liées non pas aux caractéristiques des marchandises elles-mêmes mais à la mise à disposition d'un livreur qui va lui-même –ou à l'aide d'outils) orienter sa tournée quasiment indépendamment des caractéristiques des marchandises transportées (à l'exclusion du frais et des gros volumes). Or cette logique suppose donc un rassemblement initial des marchandises sur un point de départ, générant alors des kilomètres parcourus et des problématiques de stockage.

Ensuite, on constate qu'au fur et à mesure des tournées de livreurs, la part « du vide » transporté s'accroit. Cette part du vide transporté pourrait être « rentabilisée » si un système de logistique inverse était intégré à la tournée, mais cela générerait alors du temps supplémentaire. Pour autant, la tournée pourrait être délestée au fur et à mesure du vide par la mise en place de véhicules modulaires. Un changement de paradigme de la vision de la logistique urbaine, pourrait donc apporter des solutions performantes pour les livraisons. La standardisation des conteneurs, la modularité des contenants et la mise en place de canaux de distribution pourrait rationaliser les livraisons en ville. Ce concept s'appuie sur l'internet physique qui, d'un point de vue de la logistique globale, s'appuie sur une forme de poussée de standardisation facilitant la connexion des réseaux entre eux. Dans une certaine mesure, ce scénario « ultra-technologique » sera développé dans la deuxième partie.

Selon Benoît Montreuil, Éric Ballot et Russell D. Meller, « *l'Internet physique est un système logistique global tirant profit de l'interconnexion des réseaux d'approvisionnement par un ensemble standardisé de protocoles de collaboration, de conteneurs modulaires et d'interfaces intelligentes pour une efficience et une durabilité accrues* ».

Les caractéristiques clés de cet internet physique reposent notamment sur le fait d'encapsuler toutes les marchandises dans des conteneurs modulaires standardisés pour minimiser la perte d'espace et passer d'un système de transport point à point à un système de transport distribué intermodal en minimisant les déplacements. L'idée principale est de créer des routeurs, des centres logistiques, chargés uniquement de déplacer des paquets pour leur faire prendre la bonne direction, mais de manière distribuée et répartie. Alors qu'aujourd'hui un industriel a tendance à gérer sa propre infrastructure logistique (souvent via un prestataire dont c'est le métier) pour acheminer ses produits, l'idée, ici, c'est que l'acheminement du produit génère sa propre infrastructure. Les infrastructures logistiques s'organisent autour de points de transit ouverts et distribués où les marchandises sont manipulées, entreposées, reroutées, réexpédiées…

(Montreuil, 2011)

Partie 2. Que pourrait être la ville de demain ?

Imaginer la ville, c'est imaginer son fonctionnement, ses interactions et ses évolutions. Imaginer la ville, c'est prendre en compte toutes ses dimensions pour en envisager les transformations. C'est par conséquent concevoir la manière dont les modes de consommation sont susceptibles d'évoluer, la manière dont les populations vont se répartir sur le territoire urbain, les moyens qu'elles vont mobiliser pour aller travailler, etc… C'est alors s'interroger sur une quantité de paramètres qui en plus d'être multiples sont également interconnectés et génèrent des variétés de comportements, de structures urbaines, de façons de vivre cette ville…

Pour mener à bien cette étude prospective, nous avons imaginé, lors d'un atelier prospectif, les champs des possibles en matière d'évolution de la ville et des pratiques logistiques associées. Ces scénarios contrastés ont été esquissés collectivement, suivant la méthodologie *scenario planning* d'Oxford, avec un panel d'experts[5] de différents champs liés à la ville (prospective et aménagement urbain, experts de la logistique, etc…). Tous s'accordent à penser que l'intérêt d'un scénario prospectif est de pousser à l'extrême les tendances actuelles. Dans cette logique, nous nous sommes orientés vers des scénarios de rupture permettant dans un premier temps de vérifier si les craintes ou les espoirs à l'égard d'une mesure sont réellement fondés et dans un deuxième temps de tenter d'estimer s'il existe vraiment des ruptures, des seuils qui permettent d'évaluer les impacts des changements des pratiques logistiques, ou si au contraire, les effets sont négligeables. Nous avons donc paramétré les éléments de prospective, définis lors de l'atelier en termes d'évolution des pratiques logistiques pour les confronter à une évolution naturelle, au fil de l'eau.

1. Faire émerger les contours de la ville de 2030 pour une vision partagée de la logistique urbaine

Alors que la préoccupation du développement durable prend chaque jour plus de poids, les villes sont en perpétuelle mutation et connaissent des dynamiques démographiques et géographiques qui rendent difficiles la perception des changements à venir.

L'intégration de nouvelles pratiques logistiques dans les environnements urbains ne peut ainsi être dé-corrélée des formes urbaines futures dans lesquelles elles s'appliqueront. Imaginer les contours des villes en 2030 permet d'anticiper les mutations et d'éclairer la décision publique sur les interventions à privilégier (leviers, rythme, évolutions réglementaires,…) pour permettre l'émergence de pratiques durables en matière de logistique.

Il ne s'agit pas ici de construire des scénarios de futurs souhaitables ou probables mais de s'appuyer sur les contrastes et ruptures potentielles à venir (étude qualitative) plutôt que sur un prolongement de tendances (étude quantitative). Le principal objectif est bien d'ouvrir le champ des possibles pour aider à l'élaboration d'une démarche stratégique, il ne s'agit donc ni de scénarios « repoussoirs », ni de scénarios « volontaristes ».

[5] La liste des participants à l'atelier est fournie en annexe.

1.1. La démarche

L'application de la méthodologie de *scenario planning* établie par l'université d'Oxford peut être simplifiée en quatre grands temps :

- **Etape 1) La description du contexte immédiat de la logistique urbaine : la ville :** La première étape du travail consiste à identifier les éléments présents dans l'environnement immédiat de l'objet d'étude : ceux avec lesquels celui-ci est en contact et interagit en permanence. Pour cet exercice, nous avons ainsi commencé par une description des villes et de leurs principaux déterminants.
- **Etape 2) L'immersion et la réflexion autour de l'environnement contextuel :** A partir des pratiques émergentes de la logistique urbaine identifiées dans la partie 1, il s'agit désormais de réfléchir aux grandes ruptures que vont être amenées à connaître les villes, et d'identifier les « signaux faibles » laissant présager de ces ruptures. Ce travail conduit à l'identification et à la caractérisation des principaux facteurs d'évolution des villes. Il s'agit enfin de retenir les 8 facteurs les plus critiques (et/ou les moins anticipés) --ce choix étant purement qualitatif-- structurant les contours de la ville de 2030.
- **Etape 3) La construction des scénarios :** En associant certaines de ces ruptures, on construit quelques (ici 3) scénarios de villes en 2030 qui permettent d'imaginer des futurs plausibles contrastés pour les villes, et par rebond pour la logistique urbaine.
- **Etape 4) L'utilisation des scénarios :** Les scénarios décrits permettent de réfléchir à la pertinence de chacun des usages mutualisés de logistique urbaine, et de questionner le rôle de l'action publique (réglementation, structuration de l'écosystème, promotion de certaines pratiques, …) pour accentuer les bénéfices de certaines pratiques.

1.2. Les facteurs retenus

A l'issue de ce partage entre participants, huit facteurs majeurs ont été retenus pour la construction des scénarios cibles de villes en 2030 :

- L'évolution du contexte économique
- Le partage de la gouvernance entre les villes et l'État
- Les impacts des nouvelles technologies et de la digitalisation sur notre modèle de société
- Les enjeux environnementaux et climatiques
- L'évolution des modes de vie et de production
- L'évolution du modèle social et des inégalités
- Les nouveaux acteurs et les nouveaux modèles économiques
- Les déplacements et l'accessibilité aux activités, services et aménités

Les différentes évolutions possibles de ces facteurs, leurs impacts conjugués créent un nouvel environnement à même d'esquisser les contours de la ville de 2030.

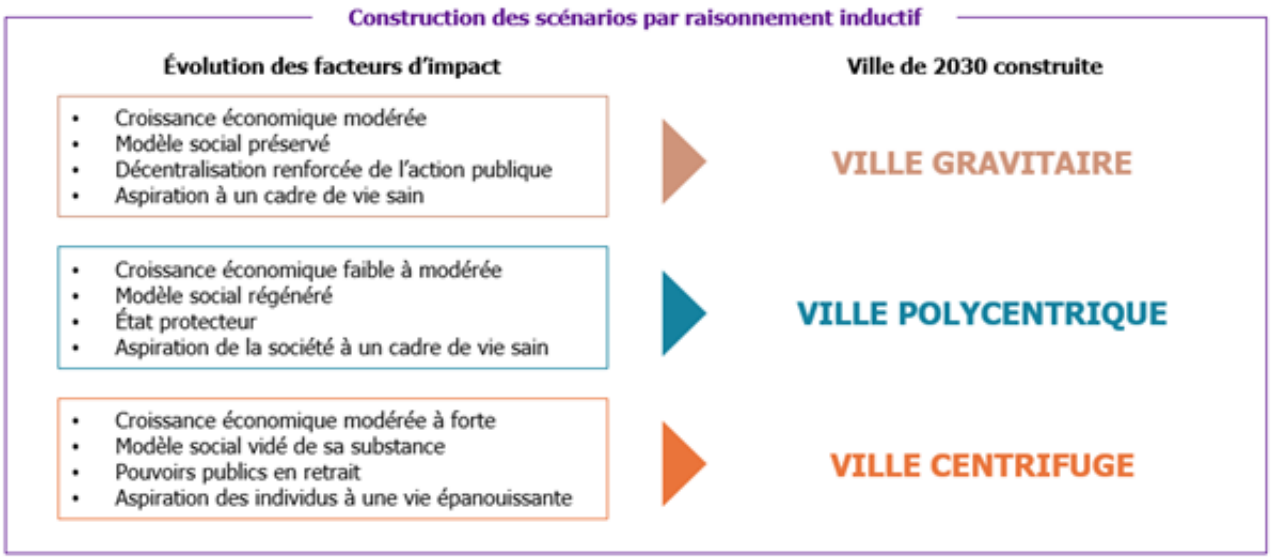
Des facteurs déterminants dans l'évolution des villes

Ces 8 facteurs préfigurent les effets impactant les différentes composantes de la ville de 2030. En particulier, si l'on analyse des ruptures ou évolutions conjuguées de plusieurs facteurs, on peut imaginer de nouveaux contextes urbains et logistiques concernant :

- Le tissu économique (entreprises, implantations, modes de gestion, …)
- La population (demande, pratiques d'achat, comportements, …)
- La réglementation en vigueur (péages, réglementations de pratiques, …)
- L'aménagement (lieux d'implantation, Périmètre des Transports Urbains, …)

Trois scénarios de ville s'esquissent alors : **la ville gravitaire, la ville polycentrique, et la ville centrifuge**.

Figure 3 : Construction des cibles par le panel d'experts



Esquisser des scénarios de ville caricaturaux à l'horizon 2030

Les scénarios issus de l'atelier prospectif combinent des hypothèses concernant :

- la forme urbaine,
- la répartition spatiale et sociodémographique des ménages,
- l'évolution spatiale et structurelle du tissu économique,
- les comportements de mobilité,
- les politiques publiques et particulièrement les politiques de transport,
- les pratiques d'achat,
- les modes de gouvernance,
- le coût du foncier,
- les pratiques logistiques des opérateurs

Le contraste entre les villes gravitaire, polycentrique et centrifuge permet d'accentuer les écarts entre les différentes hypothèses, et d'offrir des axes de réflexion et de comparaison pour décrire la logistique urbaine, et mieux appréhender quels sont les réels leviers permettant de mettre en place une plus grande mutualisation des pratiques. Chacune de ces hypothèses influe sur le modèle de logistique urbaine et questionne les leviers que les institutions publiques pourraient activer pour accompagner au mieux les acteurs dans les ruptures de la ville de 2030.

- Quelle forme prend la logistique urbaine dans chacun des cadres décrits ? Comment la mettre en regard avec les expérimentations décrites au cours de la phase 1 ?
- Quelles mutualisations sont possibles ou impossibles dans chacune des villes de 2030 ?
- Les formes de mutualisation ont-elles toujours un impact positif dans les villes ? Sous quels aspects (économiques, écologiques, sociaux, …) ?
- Quels sont les leviers dont dispose la puissance publique pour accompagner au mieux l'émergence de modèles logistiques soutenables et efficaces ? Sous quelles conditions et avec quels impacts attendus ?

Les scénarios décrits ici sont caricaturaux et volontairement contrastés. Ils correspondent à des avenirs-types dessinés lors de l'atelier prospectif et qui prennent en compte des éléments permettant d'une part de dessiner le contour des deux agglomérations étudiées à l'horizon 2030, d'autre part de proposer des organisations logistiques cohérentes avec ce contour.

Figure 4 : Les dimensions prises en compte pour définir les scénarios

Par conséquent, il ne s'agit pas de s'interroger sur les conditions à réunir pour s'assurer de leur faisabilité mais simplement de simuler quels seraient leurs effets sur le transport de marchandises en ville. Dans cette perspective, le travail de simulation vise à quantifier les effets de ces scénarios afin *in fine* de comparer les impacts respectifs du contour de la ville et de l'organisation logistique. A cette fin, nous considérerons que les variables exogènes (population, emploi, croissance économique,...) évoluent au même rythme qu'au cours des années passées. En ce qui concerne le nombre d'établissements, il évolue également sur la base des tendances passées par contre les scénarios vont venir modifier la taille moyenne des établissements et les activités concernées. Sont également modifiées les variables relatives à la répartition spatiale des activités et des ménages, ainsi que les variables intrinsèques à la logistique urbaine, à savoir les types de véhicules effectuant les livraisons, les modes de gestion et d'organisation et les lieux de livraison.

2. Portraits des scénarios des villes en 2030

Nous présentons ici les éléments fonctionnels des scénarios sans préjuger ni de leur cheminement, ni de leur faisabilité.

2.1. Scénario 1 : la ville gravitaire

Attractivité

La ville gravitaire se caractérise par la présence d'un pôle dominant qui exerce, en termes d'emploi, de localisation des établissements et des pratiques récréatives et culturelles, une forte attraction. Les espaces alentours, le plus souvent très hétérogènes, sont donc plus ou moins dépendants économiquement de ce pôle dominant. Ce concept de ville gravitaire se rapproche du concept géographique de polarisation où le centre est alors comparé à un champ magnétique qui exerce une aimantation proportionnelle à sa structure (population, activités et/ou équipements). Classiquement, cette ville gravitaire entraîne des distorsions sociales, avec une sorte de ségrégation spatiale, appelée "polarisation sociale"[6] (Sassen, 1991).

[6] SASSEN S., 1991, The Global City : New York, London, Tokyo, Princeton : Princeton University Press (traduction française en 1996, Editions Descartes et Compagnie)

Déplacements

Au sein de l'aire urbaine, **le modèle de déplacement est radial** : de nombreux actifs doivent se rendre en centre-ville pour travailler ou pour les activités de loisirs / commerces. Ils utilisent pour cela des réseaux de transport massifiés, performants et confortables et, en complément, des services de mobilité autonomes collectifs, déployés dans l'ensemble de l'aire urbaine. La question de l'accessibilité au lieu de travail devient un critère secondaire du choix d'habitation, si bien que **l'étalement urbain se poursuit**. **L'accès des véhicules au centre-ville, leur circulation et leur stationnement sont fortement restreints et contrôlés.**

Centre-ville

Le centre-ville regroupe des commerces et des activités économiques, dont des services à haute valeur ajoutée, de petite taille mais **dynamiques**. Quelques activités productives liées au numérique s'y développent. **Les plus grandes surfaces commerciales** (qui pour certaines continuent de se développer)**, ainsi que les plus grandes zones industrielles sont rejetées en périphérie lointaine de la ville**.

Gouvernance

A l'échelle de l'aire urbaine, **la gouvernance est peu coordonnée**. **L'urbanisme et les déplacements sont fortement régulés à l'échelle du centre-ville** (construction, accès, circulation…), et très peu dans les couches périphériques. Un péage cordon (ou de zone) est d'ailleurs mis en place par l'autorité de la ville-centre. Cette nouvelle taxe permet de dégager des financements pour financer les infrastructures et les services.

2.2. Scénario 2 : la ville polycentrique

Attractivité

La ville polycentrique est constituée d'une **juxtaposition structurée de pôles qui** présentent chacun une **mixité des usages et des activités** (habitat, emplois, services, industries, etc.) et une mixité des profils sociaux et économiques. **Un pôle central reste dominant**. Il est entouré de pôles secondaires plus ou moins dynamiques. Des différences existent entre ces pôles qui présentent des niveaux économiques et financiers contrastés. La **recherche de compacité** est le principe dominant de la dynamique urbaine : la ville est majoritairement construite de façon verticale, et **l'étalement urbain est fortement limité**.

Déplacements

Au sein de l'aire urbaine, le **mouvement vers une ville moins mobile** gagne de l'ampleur. La circulation est davantage apaisée : la **place de la voiture est fortement limitée** et de **grands axes d'interconnexion en transports en commun performants et confortables** relient les différents pôles de la ville. Des services de mobilité propres, collectifs et autonomes et les modes doux se développent. Un urbanisme repensé permet de limiter la demande en transport. Le nombre de déplacements en véhicule individuel, les distances parcourues et le taux de motorisation des ménages diminuent.

Economie

Un mouvement de **relocalisation productive** (industrie et agriculture) s'est amorcé, si bien qu'une partie de la production consommée est maintenant localisée plus près des ménages. Dans chaque pôle, **les commerces, dynamiques, sont de petite ou de moyenne taille. Les modèles de grande surface commerciale et de grandes zones industrielles sont en difficultés.** Pour les services, de **nouveaux modèles d'économie sociale, solidaire ou de partage** se développent. Ces évolutions entraînent une augmentation des prix de certains produits, et une baisse de pouvoir d'achat des ménages.

Gouvernance

La **gouvernance est globale et coordonnée.** Un travail de supervision stratégique est mené à l'échelle de l'agglomération afin de fixer un cadre commun pour les politiques économiques, d'urbanisme et de transports. **La prise de décision opérationnelle se déroule à une échelle locale**. Les nuisances dues aux activités industrielles, dont certaines restent localisées à proximité des zones urbanisées, sont fortement régulées par les pouvoirs locaux, sous l'impulsion des citoyens. **L'usage des principaux réseaux routiers est taxé**, et les prélèvements, complétés par les ressources propres des citoyens (« **crowdfunding** ») sont réinvestis dans le développement d'infrastructures et de services publics.

2.3. Scénario 3 : la ville centrifuge

Attractivité

La ville centrifuge s'est constituée à la suite de la révolution numérique : c'est **une ville « smart » où le digital est roi**. **L'espace n'a pas été foncièrement bouleversé**, mais les tendances préexistantes à la ségrégation résidentielle et la spécialisation spatiale des activités ont été renforcées. La population se sépare de plus en plus **en castes,** et les quartiers les plus riches deviennent **toujours plus sécurisés. Le centre-ville historique est en déclin**. A l'inverse, **certains quartiers périphériques concentrent les investissements** et tirent leur épingle du jeu.

Déplacements

La mobilité progresse fortement. Des **services de mobilité sur abonnement, différenciés** en fonction des besoins et des capacités économiques de chacun, se développent : transport collectif massifié, véhicule autonome individuel et collectif. Le numérique facilite **l'interconnexion** de ces différents services et **l'optimisation de la gestion des réseaux routiers**, par ailleurs proches de la saturation.

Economie

L'économie est **très dynamique** et les **villes concentrent richesse et investissements**. Le modèle des GAFA et celui de l'économie de plate-forme ont pris une place prépondérante. **L'initiative individuelle est encouragée** et de nombreuses **startups** continuent à être créées chaque jour. La **production de biens reste fortement délocalisée**, mais des activités productives, en lien avec le numérique, réinvestissent la ville. **Le commerce et les services sont dynamiques**, portés par un accroissement de la consommation et de nouvelles stratégies de vente (ouverture 24/7, individualisation poussée des biens et services, multicanal).

Gouvernance

La gouvernance est harmonisée à l'échelle de l'aire urbaine mais peu efficace. L'économie est très peu régulée, de même que l'urbanisation. Les prélèvements fiscaux sont limités, si bien que les autorités publiques connaissent une **forte baisse de leur capacité d'action**. Elles ne parviennent plus à maîtriser correctement l'étalement urbain, à lutter contre les problèmes environnementaux, à fournir équitablement la population en services publics ou à assurer sa sécurité. Certains services sont financés par des acteurs privés.

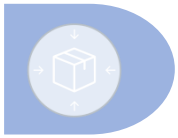
Partie 3. Quels modèles de mutualisation associer à ces scénarios ?

Les formes de mutualisation sont multiples. Non seulement le bien partagé peut varier, mais aussi le type d'acteurs impliqués, les temporalités, les moyens mis en œuvre, les canaux de mise en œuvre… Certaines ont pour conséquences de réduire le nombre de véhicules qui circulent et stationnent dans la zone dense urbaine, de réduire le nombre de kilomètres parcourus dans les centres et hypercentres…

Nous avons choisi de structurer les différentes formes de mutualisation autour de 6 modèles distincts et complémentaires. Chacun de ces modèles donne lieu à la présentation de différentes expériences et sous-modèles[7]. Pour chacun des 3 scénarios esquissés au cours de l'atelier prospectif, nous proposons d'explorer certains de ces modèles de mutualisation.

1. La mutualisation, une pratique aux multiples facettes

1.1. La mutualisation des flux de marchandises



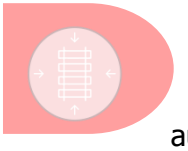
La mutualisation des flux de marchandises consiste à réunir sur un même pôle logistique un ensemble de marchandises en provenance de fournisseurs différents et à les transférer vers une zone commune. Il s'agit donc bien de consolider mais aussi de réaliser conjointement l'opération de livraison. L'objectif de la mutualisation des flux de marchandises est de diminuer le coût du stockage et de transport, d'optimiser le taux de remplissage des véhicules et de rationaliser les tournées.

Les objectifs assignés à la mutualisation sont divers. Il peut s'agir d'optimiser l'organisation interne à une entreprise ou à une filière ; ou bien de regrouper les livraisons selon une approche géographique. La mutualisation peut en outre être aval, comme c'est le cas pour les CDU mis en place en France, ou amont, dans le cas par exemple de la mutualisation des fournisseurs et/ou des commandes pour les administrations (centrales d'achats par exemple). La mutualisation des flux du e-commerce combine à la fois une approche organisationnelle et une approche spatiale, liée aux déplacements d'achats et au lieu de résidence des habitants dans une approche réticulaire complexe.

Quoi qu'il en soit, il faut garder à l'esprit le fait que tous les flux de marchandises n'y sont toutefois pas éligibles (pour l'instant) : lots complets, produits fragiles ou précieux, organisations déjà optimisées.

[7] Il s'agit ici d'une synthèse des expérimentations de la mutualisation en logistique urbaine. La présentation détaillée de ces formes de mutualisation est développée dans **"L*e livret des expérimentations et des études de cas en matière de logistique collaborative* », [2017], J. LIBESKIND, E. LE VAN, F. TOILIER, A. JOLY, L. PAPET, C. PONAL.**

1.2. La mutualisation des infrastructures



Les infrastructures constituent un lieu naturel de mutualisation des flux permettant sur un même équipement la cohabitation et le développement de différents modes de transport. Elle a pour objet de réduire les coûts d'investissement et de permettre aux différents flux d'exister.

En milieu urbain, les différents axes de transport utilisables pour les marchandises et la logistique urbaine sont le rail, la voie d'eau, les réseaux de transport en commun, la voirie au sens large (route, stationnement et trottoir), axes permettant la multi-modalité. L'aire de livraison est l'exemple de mutualisation des infrastructures le plus commun. On observe également des exemples de voirie multi-usage, où l'espace viaire est affecté tantôt au stationnement résident, à la livraison ou à la circulation, en fonction de l'heure de la journée.

Pour autant, les experts rencontrés estiment qu'il n'existe pas réellement de bonnes pratiques aujourd'hui et que le partage de l'espace public est encore difficile à mettre en place du fait de certaines rigidités de la part des différents acteurs de l'espace urbain (riverains, commerçants, transporteurs…). En outre, elles ne seront performantes que s'il existe un contrôle de leur utilisation.

1.3. La mutualisation des véhicules

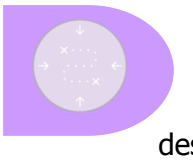
Le « compte propre » (transport réalisé par les propres moyens de l'entreprise cliente ou fournisseur) constitue un des principaux sujets de logistique urbaine. En effet, le taux d'utilisation de ces véhicules comme leur taux d'occupation est plus faible que pour le compte d'autrui. De nombreux trajets sont effectués à vide. La réduction du compte propre passe par le développement de la professionnalisation, déjà largement engagée, mais aussi par d'autres formes de partage. On trouve différentes formes de mutualisation de véhicules, comme l'autopartage, qui peuvent être mises en place par les collectivités (Ex. Utilib' à Paris).

1.4. La mutualisation des espaces

Faire revenir la logistique en ville est considéré comme une impérative nécessité afin de susciter le développement de solutions de livraison optimisées ou en mode doux. La mutualisation des espaces consiste à optimiser l'exploitation des surfaces disponibles en ville, voire à les saturer. La rareté du foncier dans certaines régions incite à mettre en place des concepts permettant de mixer les activités économiques et de densifier les espaces en partageant leur usage. C'est le cas notamment des hôtels logistiques, du time-sharing, des espaces logistiques dans les bâtiments d'habitation ou professionnels, des points relais…

Ce partage de foncier se heurte essentiellement à des questions de coût : les m² mutualisés renchérissent le coût des locaux, et à des cadres juridiques peu incitatifs à la réservation d'espaces logistiques dans les constructions neuves. Intégrer la fonction logistique dans les réglementations est pourtant, de l'avis des experts rencontrés, une mesure essentielle.

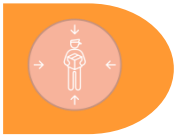
1.5. La mutualisation des trajets



Un des principes de la mutualisation est de saturer les moyens de transport existants en utilisant au mieux les capacités, ceci afin de réduire le nombre de véhicules de transport de marchandises. Cela peut passer par le développement de la logistique des retours, les trajets donnant lieu à distribution et ramasse des marchandises. Mais cela recouvre également la cohabitation de flux de marchandises avec les flux de voyageurs dans les transports publics (collectifs ou non) et les transports privés.

Les pistes d'innovation sont nombreuses mais difficiles à mettre en place notamment en raison des coûts d'infrastructures.

1.6. La mutualisation des métiers et des organisations



La mutualisation des métiers consiste à étendre les compétences professionnelles des différents métiers composant la logistique urbaine afin que les livreurs deviennent polyvalents (livraison, collecte, activités commerciales par exemple dans le modèle japonais des Ta-Q-Bin). Cette forme de mutualisation exploite le temps disponible de chaque salarié pour lui affecter plusieurs tâches.

2. Les modèles de mutualisation éprouvés dans les scénarios

Compte tenu des configurations respectives des scénarios de ville gravitaire, polycentrique et centrifuge, nous avons sélectionné parmi ces six modèles de mutualisations, ceux qui nous semblaient le plus aptes à correspondre aux profils de ville.

2.1. L'approvisionnement dans la ville gravitaire

Dans cette ville structurée autour d'un centre qui regroupe les activités culturelles et décisionnelles, protégé de la circulation par un péage urbain, et où le foncier est rare et cher, la majorité des livraisons se fait **depuis la périphérie**, où sont implantés les entrepôts, **vers le centre-ville**.

Leur fréquence augmente, car le stockage des biens en centre-ville est contraint et coûteux. Les consommateurs ont de plus en plus recours à l'achat e-commerce ce qui implique un fort **développement des micro-flux**, en particulier dans la ville-centre où les **livraisons instantanées** sont nombreuses, et s'opèrent à partir de plates-formes proches du centre-ville, ou de commerces de proximité. La **livraison à domicile** y est prépondérante (éventuellement à partir de points relais ou de consignes), et des **robots de livraison** sont utilisés pour les derniers mètres.

En périphérie et dans les quartiers d'habitation, et même si la livraison à domicile reste la norme, on observe un **développement des consignes automatiques** et de la livraison en points relais. Les clients des grandes surfaces utilisent fréquemment le « drive ».

La gouvernance de la logistique est fragmentée à l'échelle de l'aire urbaine. L'accès au centre-ville pour les véhicules de livraisons est très réglementé (taxe d'entrée, restrictions d'accès pour certains véhicules, notamment thermiques, etc.). Le contrôle de l'usage de la voirie par les véhicules de livraison, y compris pour le stationnement, a été confié via une **délégation de service public à un opérateur privé**. Un **statut de livreur urbain** a été instauré : seuls les acteurs dotés de cette autorisation peuvent pratiquer une activité logistique au sein de la ville-centre.

A l'inverse, les opérations logistiques dans les couches périphériques sont faiblement régulées.

Ces tendances permettent un **développement de la mutualisation des pratiques logistiques**, en particulier pour les flux de livraison depuis la périphérie vers le centre-ville, sous l'influence croissante de la réglementation publique de la ville centre. Des **règles sur la mutualisation et sur les types de véhicules autorisés** à circuler y ont en effet été instaurées. Les opérateurs logistiques utilisent les infrastructures de transport collectif et le mode fluvial pour la livraison des commerces de centre-ville. Le transport en compte d'autrui se développe très fortement. De **nombreux espaces multi-services** (type ELU) sont présents en particulier en centre-ville car ils permettent une **mutualisation du stockage**. Les micro-flux sont en partie consolidés.

Ce scénario mobilise ainsi la mutualisation des flux en aval des espaces logistiques mis en place, la mutualisation des véhicules à travers la professionnalisation et le statut de livreur urbain et la mutualisation des espaces via la mise en œuvre de consignes automatiques et points relais.

2.2. L'approvisionnement dans la ville polycentrique

Cette ville est constituée d'un ensemble de pôles qui se développent autour des infrastructures de transport collectif. Ils accueillent des ménages et des activités de toutes catégories : la mixité est de mise dans cette ville conçue pour limiter la mobilité individuelle et privilégier les véhicules propres.

La mixité des activités implique un développement des **circuits courts logistiques**. Des plates-formes logistiques sont situées en entrée de ville et des espaces logistiques sont présents dans chaque pôle. La desserte des ELU locaux à partir des plates-formes se fait de plus en plus par des **véhicules propres**. En fonction du volume de marchandises, certains **commerces de proximité sont livrés directement** alors que le reste des flux commerciaux, ainsi que les flux e-commerce à destination des ménages, passe par les ELU locaux. Depuis les ELU, **la livraison aux particuliers se fait vers des consignes** implantées près des stations de transport en commun ou en pied d'immeuble.

La logistique est régulée de manière coordonnée à l'échelle de l'aire urbaine. Dans certains quartiers, les **ELU sont gérés publiquement** à travers une DSP, dans d'autres leur **gestion est confiée au privé** (tiers de confiance). Même si une attention particulière est portée à l'intégration des ELU dans l'environnement urbain afin de convaincre les citoyens de la pertinence d'installer de tels espaces en zones denses, des réticences persistent.

Sous la pression des citoyens, **les types de véhicules autorisés et les créneaux horaires pour la livraison des quartiers sont très contrôlés**. Pour autant, il ne s'agit pas de pénaliser certaines activités, pour lesquelles des dérogations et des aides existent. Par exemple, les artisans ou le compte propre destinataire peuvent recevoir **des aides importantes leur permettant d'investir dans des véhicules propres**.

Ces tendances permettent un **développement maximisé** de la mutualisation sur de nombreux segments de la chaîne logistique, sous l'influence des pouvoirs publics et des acteurs traditionnels

de la logistique qui veulent se montrer vertueux dans leur activité. Les circuits courts, où le **compte propre continue d'exister**, et les livraisons aux ménages, restent à optimiser. Grâce au numérique, les ménages ont néanmoins les moyens de pratiquer des achats groupés, entraînant **une mutualisation partielle des trajets sur le dernier kilomètre**. Des services associatifs, solidaires et de partage pour la livraison sont proposés au sein de certains quartiers.

Ce scénario fait appel à la mutualisation des flux en aval des espaces logistiques, celle des infrastructures et des trajets car les équipements pour le transport collectif peuvent être mobilisés pour le transport des marchandises. La tarification des axes routiers encourage la professionnalisation et donc la mutualisation des véhicules tandis que les flux destinés aux consignes correspondent à une mutualisation des espaces via la mise en œuvre de consignes automatiques et points relais.

2.3. L'approvisionnement dans la ville centrifuge

La ville centrifuge se présente comme un archipel de quartiers marqués par une forte ségrégation des populations et des activités. C'est une ville ou le numérique s'est imposé, permettant l'instantanéité des échanges et la dématérialisation d'une partie d'entre eux. Le recours aux véhicules autonomes est important.

Les **flux unitaires explosent**, tirés par une **consommation toujours croissante** et un **recours à l'achat par internet** de plus en plus important. Beaucoup de commerces sont livrés en continu. Malgré l'ouverture de différents showrooms, les retours produits du e-commerce restent significatifs et participent eux aussi à l'augmentation considérables des flux. **L'usage croissant du numérique** dans la logistique permet néanmoins de gérer convenablement l'ensemble des flux. Des systèmes prédictifs sont utilisés : ils permettent aux acteurs logistiques de dimensionner correctement les flux afin de répondre à la demande tout en limitant le stockage.

Sous l'impulsion des opérateurs privés, tels Amazon, **les réseaux de consignes se développent.** Ceux-ci sont placés en priorité à proximité du trajet des actifs, ce qui exclut de fait une partie de la population n'empruntant pas ces itinéraires (personnes âgées…) qui doivent alors se rabattre sur des solutions de livraison à domicile, plus coûteuses.

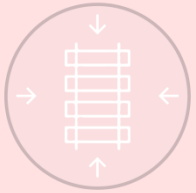
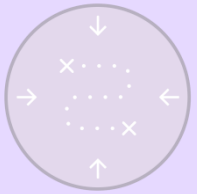
Les contraintes liées à la **sécurité** font grimper les coûts de livraison et demandent aux acteurs logistiques de mettre en place des systèmes de protection des convois.

Les activités urbaines, dont la logistique, sont peu encadrées par les pouvoirs publics qui laissent les acteurs s'organiser. Lorsque cela s'avère rentable, les activités logistiques autrefois conduites par des travailleurs sont automatisées. Dans le cas contraire, les acteurs logistiques ont à disposition une **main d'œuvre bon marché**. Le type de véhicules utilisés, les plages horaires de livraison, la mutualisation des flux évoluent pour minimiser les coûts d'opérations pour les acteurs privés.

Une **mutualisation des pratiques logistiques** est mise en place par les opérateurs privés (acteurs du numérique ou start-up), dès lors qu'elle présente un **intérêt économique**. Le compte d'autrui est généralisé. Les **métiers et les fonctions des livreurs, dans leur grande majorité micro-entrepreneurs, sont mutualisés.** Grâce aux avancées permises par l'IoT, à l'adoption de standards (dont des conteneurs modulaires) et de protocoles de collaboration, l'Internet Physique se développe, facilitant l'interopérabilité des réseaux logistiques à moindre coût. Ainsi, lorsqu'elles ne sont pas utilisées par les passagers, les différentes flottes de véhicules autonomes proposées par Uber ou Amazon servent au transport de marchandises, ce qui permet d'augmenter la rentabilité en maximisant le taux d'utilisation.

Ce scénario qui emprunte au concept de l'internet physique fait appel à toute la panoplie des modèles de mutualisation identifiés. La mutualisation des flux permet de massifier les envois sur des hubs, celle des infrastructures et des trajets pour adapter l'offre de transport en permanence aux besoins, celle des véhicules qui transporteront des colis "anonymisés" au sein de conteneurs modulaires interopérables, celle des métiers pour les livreurs qui officieront indifféremment pour plusieurs prestataires.

Figure 5 : Les six facettes de la mutualisation en logistique urbaine

Mutualisation des flux de marchandises	**Mutualisation des infrastructures**	**Mutualisation des véhicules**	**Mutualisation des espaces**	**Mutualisation des trajets**	**Mutualisation des métiers**
					
Pooling et ultra mutualisation	La voie d'eau	Autopartage	Foncier pour la livraison urbaine	Regroupement livraison et collecte	Mutualisation des métiers du dernier kilomètre
Centre de Distribution urbaine	Le rail	Plates-formes de mutualisation des capacités	Time sharing	Mutualisation des véhicules publics de transport de personnes	La livraison en temps partagé
Mutualisation des flux internes à une entreprise	Les transports en commun urbains	Quick change	Les espaces communs des immeubles	Mutualisation des trajets de personnes privées	Mutualisation et professionnalisation
Centres de consolidation spécialisés	L'espace public urbain		Les espaces des commerces		
Mutualisation des flux amont d'une entité			Les espaces d'habitation		
Mutualisation des flux de livraison e-commerce					
Les tournées de livraison et l'optimisation					

3. Synthèse des scénarios

La description de chacun des trois scénarios élaborés au cours de l'atelier prospectif et des modèles de mutualisation associés laisse apparaître une graduation dans l'importance des changements anticipés pour bâtir ces images de ville en 2030 :

- **Le scénario 1** ne constitue qu'une accentuation des tendances aujourd'hui à l'œuvre : croissance du prix du foncier à l'origine d'une gentrification du centre et d'un étalement urbain, centres-villes récréatifs et décisionnels, activités productives rejetées en périphérie, mise en œuvre de réglementations pour l'accès au centre-ville en véhicules motorisés.
- **Le scénario 2** est davantage un scénario de rupture, puisqu'il remet en cause l'organisation classique en centre/périphérie pour un fonctionnement urbain avec plusieurs centres et une mixité des activités et des profils socio-démographiques. Ce scénario met en scène le « vivre ensemble » et le « agir et consommer local » de manière absolue. Pour autant, si des espaces logistiques se multiplient, il n'y a pas de transformation radicale du fonctionnement logistique.
- **Le scénario 3** est le plus futuriste. Il dépeint une société où la technologie, en particulier numérique, et le libéralisme se sont imposés et ont transformé en profondeur le fonctionnement de l'économie urbaine ainsi que le modèle social. Dans ce scénario, les modèles d'organisation logistique sont à inventer pour permettre l'acheminement de flux dont on a du mal à déterminer s'ils seront en forte croissance (explosion et fragmentation des échanges) ou non (dématérialisation accrue et auto-production de biens grâce aux imprimantes 3D par exemple).

Voilà pourquoi alors que les deux premiers scénarios mettent en œuvre des évolutions qu'il est possible de simuler, le cas échéant en s'inspirant des effets d'expérimentations, ce n'est pas le cas du scénario de ville centrifuge. Nous ne disposons en effet pas aujourd'hui d'éléments suffisamment robustes pour déterminer comment la ville numérique pourrait impacter le nombre de livraisons / enlèvements de marchandises, les modes de transports et les distances parcourues par chacun de ces modes. Nous ne pouvons que faire des hypothèses sur la déformation des comportements induite par ces innovations, mais le sens des relations est aujourd'hui trop aléatoire pour permettre d'accorder du crédit aux résultats obtenus au moyen de ce paramétrage.

Le scénario de ville centrifuge ne fera donc pas l'objet d'une quantification dans le cadre de cette étude, en revanche nous instillerons, à chaque fois que c'est possible, des pistes sur les effets potentiels des éléments qui composent ce scénario.

Nous avons dans un premier temps identifié les premiers signaux tendanciels des différentes formes de mutualisation. Les indicateurs proposés sont ceux qui seront disponibles dans la plate-forme de simulation SILOGUES.

Il s'agira d'estimer les résistances aux changements. Certaines relations d'élasticités ne pourront en effet être ignorées. A titre d'exemple, de nombreuses relations sont évoquées dans la littérature : par exemple l'élasticité du trafic de marchandises au PIB était de 0.68 dans les années 1975 ; de 1.76 en 1999 et les prospectives misent sur une élasticité de 1 dans les années à venir [Rizet C., Bouguerra H, 2013]. D'autres modèles montrent les relations croissantes entre les mobilités des marchandises et les vitesses de circulation (modèle TILT). Ces élasticités sont mesurées sur des données de trafic interurbain, l'amélioration de la vitesse de circulation étant rendue possible par l'optimisation des infrastructures et du système organisationnel. Qu'en est-il sur l'espace urbain stricto sensu ? Probablement, et c'est ce que nous verrons dans la deuxième partie, le système logistique urbain est plus sensible aux distances parcourues et aux types d'organisation, comme la fonction de demande est elle également plus sensible aux délais de livraison.

Partie 4. L'approvisionnement des villes de 2030

Préalablement à la présentation des résultats des scénarios, il est nécessaire d'exposer la méthode mise en œuvre pour les produire dans la mesure où les résultats sont largement dépendants des outils utilisés et de leur paramétrage.

1. Méthodologie

A partir de la description des scénarios issus de l'atelier prospectif, il est possible de brosser à grands traits les villes à l'horizon 2030. Mais pour procéder à la simulation des effets de ces formes urbaines et de ces organisations logistiques sur les flux de marchandises qui circulent dans la ville, il est nécessaire de s'appuyer sur un cas concret, une ville sur laquelle appliquer les évolutions suggérées par les scénarios. En l'occurrence, ce n'est pas une mais deux villes qui ont servi de support à la simulation : Bordeaux et Besançon.

Les scénarios élaborés par les participants à l'atelier prospectifs sont extrêmement riches. Ils précisent de nombreux aspects du fonctionnement urbain, qu'ils soient économiques, sociaux, réglementaires, technologiques ou spatiaux. Mais notre étude se focalise sur les variations qui impactent directement l'approvisionnement des villes en général et le système logistique urbain en particulier, afin d'apporter une première réflexion sur les enjeux spécifiques de la logistique urbaine sur le système urbain. Dans cet objectif les scénarios sont simulés à l'aide de la plate-forme Freturb-Silogues, spécifiquement conçue pour produire des indicateurs sur le transport de marchandises dans une agglomération (nombre de livraisons/enlèvements, distances parcourues, émissions polluantes, véhicules impliqués, etc.).

La plateforme Freturb-Silogues permet de simuler des scénarios relatifs au transport de marchandises sur la base d'hypothèses sur la répartition spatiale et structurelle des activités et des ménages auxquelles peuvent s'ajouter des mesures réglementaires sur le transport de marchandises ou des évolutions dans les pratiques logistiques. Elle ne prend donc ni en compte les modes de déplacements des ménages, ni les questions de gouvernance. Ses données d'entrée se limitent à un fichier d'établissement, un fichier de zonage, un fichier de répartition spatiale de la population et un fichier de parc. Voilà pourquoi les scénarios dessinés au cours de l'atelier prospectif doivent être simplifiés de manière à pouvoir être simulés à l'aide de cet outil.

Sur la base des formes urbaines projetées pour chacun des scénarios et des territoires retenus, il s'agit alors de répartir la population et les emplois dans les différentes communes qui composent les deux aires urbaines. Pour garantir la pertinence des comparaisons entre ces scénarios caricaturaux, la démarche s'articule autour de 4 étapes afin de préciser tout d'abord la situation initiale du territoire (en 2017), celle qui aurait lieu en 2030 si l'on ne modifiait rien aux tendances passées (le fil de l'eau), et enfin celle qui résulte du scénario.

1.1. Les terrains d'études retenus : deux aires urbaines de dimensions différentes pour comprendre l'effet taille

Les scénarios sont appliqués à deux aires urbaines « tests » : l'Aire Urbaine de Bordeaux, 5ème aire urbaine française afin d'illustrer le cas des grandes métropoles, et l'Aire Urbaine de Besançon, agglomération de taille plus modeste. L'intérêt de prendre en compte le périmètre de l'Aire Urbaine comme choix de territoire, et non celui de l'agglomération, est de sortir des limites administratives d'un espace et de prendre en compte le fonctionnement de l'ensemble des communes qui le composent, et en particulier les communes périphériques qui servent de point d'entrée des marchandises dans l'espace urbain. L'aire urbaine apporte ainsi plus de pertinence lorsque les questions d'échanges de marchandises sont abordées.

1.2. La plate-forme de simulation Freturb-Silogues[8]

Sur la base du logiciel Freturb (Routhier et Toilier, 2007) qui permet d'établir un diagnostic du transport de marchandises dans une agglomération, le LAET a mis au point une plate-forme intitulée Freturb-Silogues qui permet de simuler les impacts sur les flux de marchandises de scénarios d'évolutions urbanistiques, réglementaires, organisationnelles ou dans les pratiques d'approvisionnement des ménages et des activités économiques. En effet, alors que depuis une vingtaine d'années Freturb est développé par le LAET et utilisé par la plupart des agglomérations françaises (ainsi qu'à l'international) pour simuler les flux de transport de marchandises liés aux activités effectivement présentes sur leur territoire, il est apparu pertinent de capitaliser l'ensemble de la connaissance acquise au cours de ces années sur les mécanismes à l'origine des flux pour proposer un outil permettant de simuler l'impact d'évolutions dans ces mécanismes, qu'elles résultent de l'action publique ou de logiques privées.

L'intérêt d'utiliser la plate-forme Freturb-Silogues réside dans le fait qu'elle est construite à partir d'une vision exhaustive du fonctionnement du transport de marchandises en ville fournie par les ETMV. Elle permet ainsi de rendre compte des impacts quantitatifs et qualitatifs de la mise en commun des ressources de tout ou partie d'une chaîne logistique entre différents partenaires et qui peut entraîner :

- Une modification des organisations logistiques : mode de gestion, tailles des tournées, types de véhicules, passage par un ELU, horaires de livraisons
- Une modification des acteurs impliqués dans la chaîne logistique avec l'introduction de tiers de confiance permettant de garantir l'équité de traitement entre les différents partenaires.

Ces modifications influent sur la fréquence des livraisons et enlèvements et sur l'occupation de l'espace urbain par les véhicules utilitaires en circulation et en stationnement. Elles peuvent également impacter les logiques de localisation des activités voire, dans certains cas, celles des ménages.

[8] Freturb-Silogues associe plusieurs modèles dont Freturb v3 (Routhier et Toilier, 2007) et Simétab (Gardrat et al., 2014) afin de permettre de simuler l'impact de modifications dans l'environnement économique et spatial, les pratiques réglementaires, l'organisation de la logistique, les comportements d'achats des consommateurs.

Possibilités offertes par Freturb-Silogues

La plate-forme Freturb-Silogues est permet de simuler divers types de scénarios :

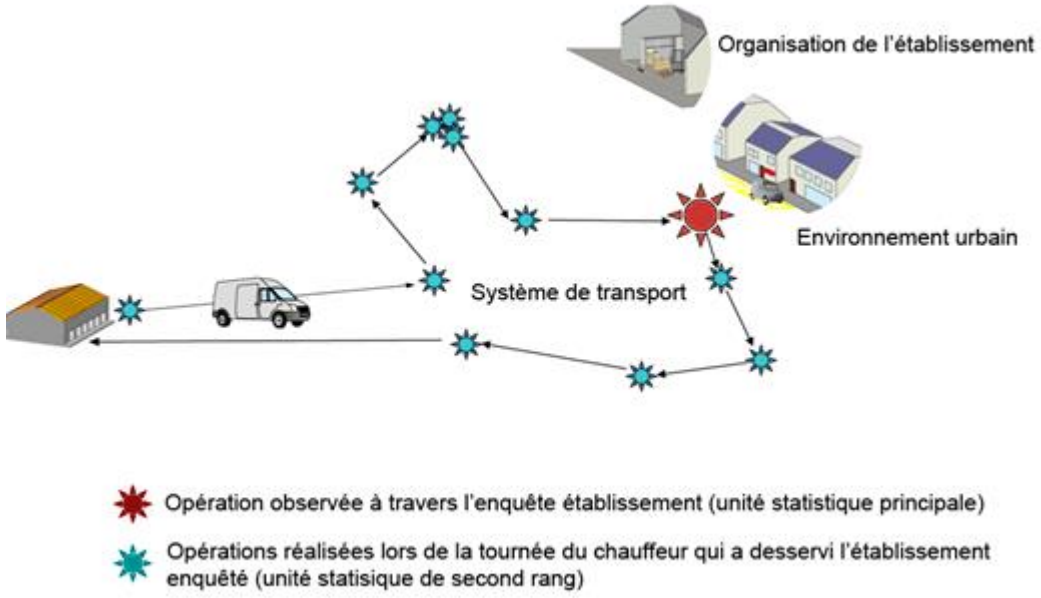
- Évolutions de l'environnement économique et spatial (politiques d'aménagement, évolution de la taille des établissements),
- Pratiques réglementaires (restrictions sur les véhicules autorisés à circuler, horaires des livraisons/enlèvements),
- Organisation de la logistique (professionnalisation, Centre de Distribution Urbaine),
- Évolutions dans les pratiques des consommateurs : livraisons à domicile ou à proximité.

Pour simuler ces scénarios, la plate-forme s'appuie sur le logiciel Freturb, dont elle conserve toute la structure (entrées / sorties, ordre des traitements) mais dont elle va déformer les équations et/ou les paramètres.

A l'instar de Freturb, l'unité de base pour les résultats est l'opération de livraison et/ou d'enlèvement réalisée dans un établissement économique au moyen d'un véhicule, car c'est l'unité qui a été retenue dans les Enquêtes Transport de Marchandises en Ville (ETMV) comme la plus efficace pour rendre compte de l'ensemble des dimensions du transport de marchandises :

- Environnement urbain (densité, espace disponible pour les opérations, taille de l'établissement…),
- Organisation logistique mise en œuvre par l'établissement (compte propre (CP)/ compte d'autrui (CA), trace directe (TD)/ tournée (TOUR), ...),
- Système de transport (véhicules utilisés, distances parcourues…).

Figure 6 : L'opération de livraisons ou enlèvement, unité d'observation pertinente pour comprendre le transport de marchandises en ville



Source : LAET-CEREMA, 2016, réalisation Marc Serouge

Les résultats produits par Freturb-Silogues découlent de cette unité. Ils se présentent sous la forme de cartes, tableaux et graphiques qui fournissent des indicateurs :

- de l'activité économique : nombre d'établissements, activités représentées, emploi,
- du nombre d'opérations hebdomadaires dans chaque établissement ventilées selon le type de véhicule, le mode de gestion (CA/CP), le mode d'organisation (TD/TOUR),…),
- des durées de stationnement dans les établissements, ventilées selon le type de stationnement (privé, double-file, autorisé…),
- des kilomètres parcourus pour desservir les établissements (selon le mode de gestion, le mode d'organisation, la taille de la tournée…),
- des émissions polluantes (selon la motorisation et l'âge des véhicules).

Ces indicateurs seront produits sur chacune des simulations recensées, permettant ainsi une comparaison aisée des effets sur le transport de marchandises en ville des évolutions envisagées.

La prise en compte des pratiques d'achats découplés des ménages

Les achats traditionnels des ménages, c'est-à-dire les achats pour lesquels le consommateur se déplace dans un lieu de vente pour acheter des biens qu'il rapporte ensuite sur son lieu de consommation, ne sont pas pris en compte par Freturb-Silogues qui se limite aux livraisons et enlèvements de marchandises des activités économiques.

Pour autant, l'effet conjugué de la banalisation de l'équipement numérique dans les ménages français (73% ont un smartphone, 81% un ordinateur et 85% une connexion internet fixe en 2017[9]) et d'une offre de plus en plus étendue de sites marchands ont encouragé le développement d'achats à distance. Les services de livraisons associés, qu'ils soient à domicile ou hors domicile (magasin, point relais, drive, autre lieu) viennent dès lors transformer la mobilité pour achats en ajoutant aux déplacements des particuliers, des déplacements réalisés par des professionnels (en compte propre ou en compte d'autrui).

L'impact de cette croissance sur les flux de marchandises qui circulent dans la ville est difficile à appréhender. Du côté des établissements économiques, les ETMV ne laissent pas apparaître de changement radical des fréquences d'approvisionnement et d'expéditions, à activité donnée. Du côté des ménages, les outils de mesure ne sont pas adaptés. Tout d'abord parce qu'une partie de ces achats à distance concernent des services dématérialisés : musique, billetterie, livres et périodiques… qui ne donnent donc pas lieu à du transport. Mais, même si l'on exclut ces achats, la mesure des flux générés par les achats à distance n'est pas immédiate parce que l'unité dans laquelle est exprimée cette croissance (chiffres d'affaires, nombre de colis) n'est pas pertinente pour rendre compte du nombre de livraisons, des types de véhicules, des modes de stationnement et des distances parcourues pour satisfaire ces nouvelles pratiques d'achats. Enfin parce qu'il n'existe pas d'étude permettant de savoir si ces flux se substituent (totalement ou seulement partiellement) aux déplacements d'achats traditionnels des ménages. La substitution n'est en effet pas automatique, d'autant plus avec le développement de services de livraison en sortie de caisse (laisser-caddie, achat d'électroménager), pour lesquels on a d'une part un déplacement du particulier qui va choisir

[9]CREDOC (2017), *Baromètre du numérique 2017*, d'après l'enquête « Conditions de vie et Aspirations » de juin 2017 réalisée par le CREDOC (http://www.credoc.fr/pdf/Rapp/R337.pdf)

en magasin les articles qui l'intéressent et régler ces achats et d'autre part un déplacement réalisé par un professionnel pour acheminer la commande jusqu'au domicile de l'acquéreur.

Dans l'objectif d'en savoir davantage sur ces nouvelles formes d'achats des ménages, le Grand Lyon a diligenté le LAET pour élaborer une méthodologie d'enquête apte à rendre compte de l'occupation d'espace (des véhicules en circulation et en stationnement) liée à ces achats. Cette enquête "achats découplés des ménages[10]" a fait l'objet d'un pilote en décembre 2015 afin de dimensionner l'enquête grandeur réelle qui a démarré en mai 2017 et devrait se terminer en août 2018. Dans le cadre de cette étude nous avons utilisé les résultats du pilote qui permettent de déterminer quelles sont les catégories de ménages qui ont recours à ces nouvelles formes d'achats, la fréquence avec laquelle ils y ont recours et le mode de livraison retenu : domicile / hors domicile (Gardrat et al. 2016). En revanche, l'enquête n'étant pas encore achevée, nous n'avons pas pu intégrer dans l'étude les impacts sur les distances parcourues et les temps de stationnement de ces nouvelles formes d'achats : déplacement éventuel préalable à l'achat, déplacement éventuel pour récupérer la marchandise hors domicile, déplacement éventuel pour réaliser un retour.

Par conséquent, sont intégrés dans l'étude pour chacune des simulations :

- le nombre d'achats découplés, avec la répartition des modes de livraison (à domicile après achat à distance, hors domicile, sortie de caisse). Ces flux sont simulés sur la base des résultats de l'enquête pilote "achats découplés".
- Pour les livraisons hors domicile, les kilomètres circulés seront simulés par affectation d'un nombre forfaitaire de d'opérations (caractérisées par un type de véhicule et un mode de gestion) pour chaque point de livraison hors domicile créé dans le cadre du scénario. Les kilomètres générés par les autres modes de livraisons (et par conséquent les émissions polluantes associées) ne sont donc pas simulés.

Données d'entrée

Les données d'entrée nécessaires à Freturb-Silogues pour produire ces résultats sont :

- un fichier recensant l'ensemble des établissements économiques du territoire étudié,
- un fichier de zonage décrivant le territoire (population, superficie…),
- une répartition du parc de véhicules par motorisation,
- un fichier indiquant la répartition des ménages par taille et par PCS du chef de ménage sur le territoire.

[10] On parle de découplage dans le temps et/ou dans l'espace entre l'acte d'achat et la récupération de la marchandise de manière à englober : les achats à distance et les achats réalisés en magasin et suivis d'une livraison.

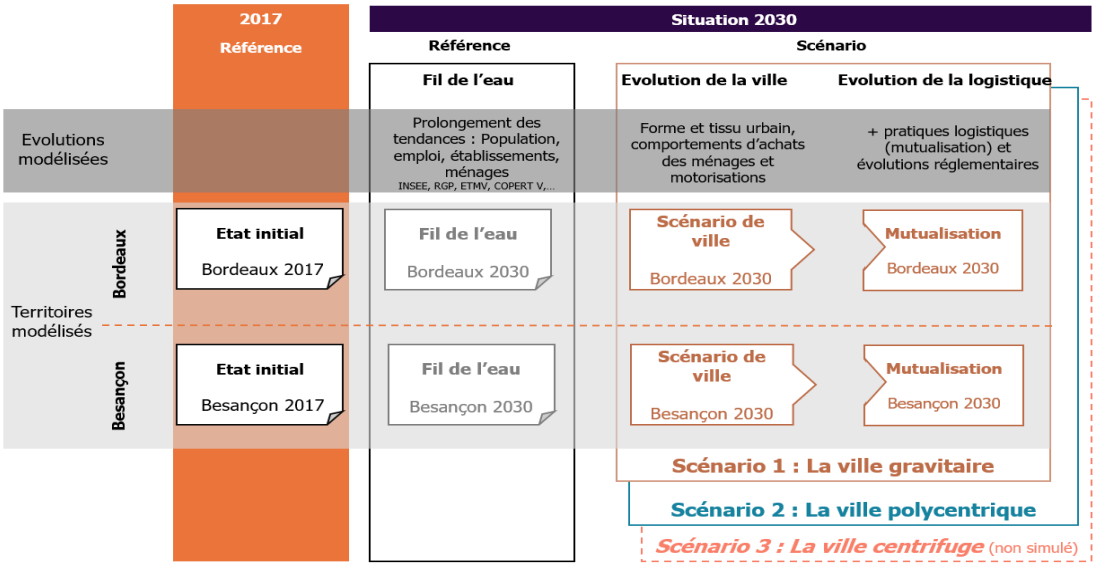
1.3. 4 étapes à accomplir pour pouvoir évaluer les scénarios

Dans chacun des scénarios, la croissance de la population et de l'emploi est la même et s'appuie sur les projections à horizon 2030 issues de l'INSEE. En effet, il s'agit bien ici de simuler les effets des formes urbaines et des pratiques de mutualisation associées et non de comparer des scénarios de croissance économique ou démographique, même si celles-ci influent sur les types d'activités présentes. Voilà pourquoi, ce qui change d'un scénario à l'autre c'est la répartition de ces populations et emplois sur le territoire (dispersion sur le territoire / polarisation ; mixité / ségrégation) et les organisations logistiques mises en œuvre.

Or, il ressort des travaux antérieurs du LAET sur le transport de marchandises en ville (Gerardin et al., 2000), que le tissu économique d'un territoire, la répartition des activités dans l'espace, et les caractéristiques de cet espace --en termes de densité notamment-- déterminent l'importance et les caractéristiques des mouvements de marchandises. Par conséquent, pour évaluer les impacts respectifs des localisations d'une part, des pratiques logistiques d'autre part, il est nécessaire de procéder à une simulation par étapes ou chaque modification est introduite au fur et à mesure. Ce processus rallonge donc la simulation puisque les états suivants sont calculés :

- **Etat 1** => Situation de référence, année **2017 :** description de la situation initiale des deux territoires étudiés : *Initial Bordeaux 2017* et *Initial Besançon 2017.*
- **Etat 2** => Scénario de référence, année **2030 :** Simulation de la situation respective de chacun des deux territoires par simple prolongement des tendances (démographie, emploi, localisations, pratiques d'achats des ménages) et à organisations logistiques stables par rapport à 2017 : *Fil de l'eau Bordeaux 2030* et *Fil de l'eau Besançon 2030*.
- **Etat 3** => Scénarios de ville, année **2030** : Sur la base des scénarios construits dans le cadre de l'atelier prospectif, on modifie la répartition des activités et des populations sur le territoire de chacune des deux agglomérations. On introduit également les changements dans les pratiques d'achats des ménages : *Scénario de ville Bordeaux 2030* (scénario 1, scénario 2) et *Scénario de ville Besançon 2030* (scénario 1, scénario 2).
- **Etat 3 bis** => Scénario de ville + mutualisation, année **2030** : A partir des données de l'état 3, on introduit la mutualisation (professionnalisation, espaces logistiques, types de véhicules…) : *Mutualisation Bordeaux 2030* (scénario 1, scénario 2) et *Mutualisation Besançon 2030* (scénario 1, scénario 2).

Figure 7 : Les simulations à réaliser



Les évolutions de comportements liées aux modifications économiques, démographiques, réglementaires, technologiques ont donc été simulées dans un premier temps (scénario de ville), pour comprendre leurs effets sur les flux de marchandises, puis ont ensuite été introduites des variations liées aux pratiques logistiques elles-mêmes. Cette méthodologie a permis de dégager dans quelles mesures celles-ci pouvaient être des variables explicatives aux changements, si elles étaient efficaces ou pas, et ce selon les points de vue économique, social, environnemental et urbanistique.

Ces simulations s'appuient pour l'état initial en 2017, sur les données issues du fichier SIRENE[11] (INSEE) pour ce qui est des établissements économiques et les données du recensement pour le fichier de zonage et de répartition des ménages sur le territoire. La répartition du parc est issue des résultats de l'ETMV.

Pour les autres simulations, qui concernent toutes l'horizon 2030, dans la mesure où ces données d'entrée n'existent pas, elles sont simulées par la plate-forme Freturb-Silogues soit au moyen de prolongement de tendances (simulations de fil de l'eau), soit à partir de la description des scénarios (scénarios de ville et scénario de mutualisation). On utilise à cette fin l'outil Simétab, développé spécifiquement pour Freturb-Silogues (Gardrat et al., 2014) et qui permet de générer un fichier d'établissements à partir d'indicateurs sur le nombre d'emplois et la répartition des activités. Les projections démographiques OMPHALE[12] (INSEE) sont également prises en compte pour renseigner le fichier de zonage et de répartition des ménages. Enfin, les hypothèses d'évolution du parc sont construites sur la base des résultats des ETMV pour constituer le fichier de répartition des motorisations.

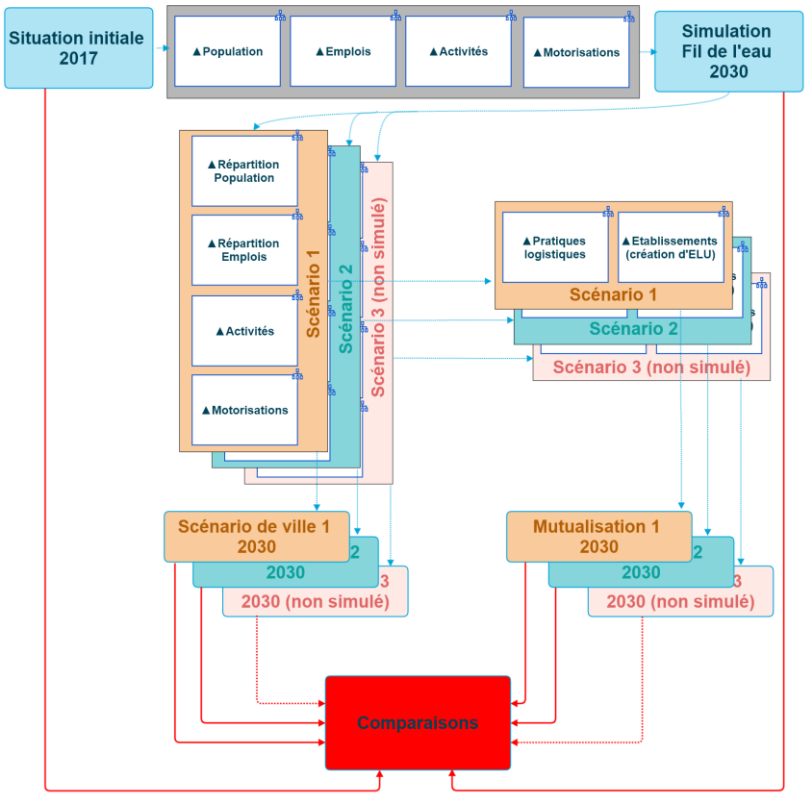
[11] http://sirene.fr/sirene/public/static/contenu-base-sirene
[12] OMPHALE : Outil Méthodologique de Projections d'Habitants, d'Actifs, de Logements et d'Elèves (https://www.insee.fr/fr/statistiques/1289993)

1.4. Adapter la complexité des scénarios pour isoler les effets des pratiques logistiques - Le paramétrage des étapes de la simulation

La ci-dessous récapitule les variables d'entrée qui sont modifiées dans chacune des simulations réalisées. Elle met en évidence que les scénarios de ville sont construits en faisant varier le nombre, les caractéristiques et la localisation des ménages, le nombre d'emplois et leur répartition géographique, les types d'activités présents sur le territoire et la répartition du parc utilisé pour le transport de marchandises selon les tailles de véhicules et la motorisation.

Pour simuler les scénarios de mutualisation, ce sont cette fois les paramètres du modèle Freturb-Silogues qui sont modifiés : répartition des modes de gestion (compte propre "destinataire", compte propre "expéditeur", compte d'autrui), les modes d'organisation qui en découlent (le compte d'autrui et le compte propre "expéditeur" opèrent le plus souvent en tournées, tandis que le compte propre "destinataire" a principalement recours aux traces directes, les tournées du compte d'autrui concernent un nombre de points livrés ou enlevés supérieur aux tournées du compte propre "expéditeur") ainsi que les véhicules associés (les plus gros véhicules sont principalement utilisés par le compte d'autrui)[13]. En outre, lorsque le scénario prévoit la mise en place d'espaces logistiques, qu'il s'agisse de CDU ou de consignes, des établissements logistiques sont ajoutés au fichier d'établissements. De même, lorsqu'un transfert modal est simulé par le scénario, un établissement est ajouté pour gérer le transfert d'un mode à l'autre.

Figure 8 : Démarches de simulation des scénarios 2030



[13] cf. ETMV de Bordeaux et d'Ile-de-France (Toilier et al., 2015 ; Serouge et al., 2014).

Les hypothèses retenues pour les scénarios de ville

A cette étape, la répartition sur le territoire de ces ménages et, corrélativement, de la population, est modifiée d'un scénario à l'autre de manière à rendre compte :

- de l'étalement urbain (scénario 1) / de la concentration (scénario 2) / de l'atomisation (scénario 3),
- de la ségrégation (scénarios 1 et 3) / de la mixité (scénario 2).

En ce qui concerne l'emploi, les établissements sont re-spatialisés en fonction des hypothèses des scénarios de manière à :

- modifier la répartition des établissements sur le territoire en fonction des caractéristiques attribuées aux différentes parties du territoire urbain : centre récréatif ou décisionnel (scénario 1) / mixité des activités sur tout le territoire (scénario 2) / établissements high-tech dans les zones où vivent les cadres (scénario 3),
- modifier le tissu économique en créant des établissements dans des secteurs d'activité supposés en croissance et en en supprimant dans des secteurs supposés être en déclin,
- faire évoluer la taille des établissements en remplaçant des établissements avec un certain nombre d'emplois par des établissements d'une taille plus petite (scénario 1 et 3) ou plus grande (scénario 2). Dans ce cas, la substitution est réalisée non pas à nombre total d'emploi constant, mais à volume de marchandises commercialisé constant. Ce mode de calcul conduit à modifier le nombre d'emplois puisque la quantité de marchandises commercialisée n'est pas strictement proportionnelle à la taille de l'établissement (Routhier et al., 2009[14]).

Sur la base de cette nouvelle répartition des ménages et des activités, le nombre d'opérations de livraisons et enlèvements avec leurs caractéristiques sont simulés par Freturb-Silogues. **A ce stade il n'y a donc pas de modification apportée aux pratiques logistiques, seulement la prise en compte des effets de la transformation du tissu socio-économique.**

Les seules modifications dans les paramètres de Freturb-Silogues qui sont intégrées ici portent sur la **fréquence** des livraisons / enlèvements de marchandises des établissements situés en centre-ville pour le scénario 1. En effet ce scénario insiste sur la disparition progressive des capacités de stockage au sein des établissements économiques du fait d'un prix du foncier élevé. Pour en rendre compte, la fréquence d'approvisionnement d'une partie des établissements concernés par ce prix du foncier élevé s'intensifie. Cette croissance du rythme d'approvisionnement est calibrée sur la base des résultats comparés de l'ETMV de Bordeaux entre les établissements disposant d'un espace de stockage et ceux qui n'en ont pas.

Dans le scénario 3 les **profils** des établissements devraient aussi être modifiés puisque les commerces adoptent les pratiques aujourd'hui réservées aux activités productives grâce au déploiement de solutions technologiques (imprimantes 3D par exemple) permettant de produire les biens directement en boutique et à la demande. La répartition des livraisons et enlèvements sur la

[14] L'étude ETHEL II a ainsi montré que pour un même volume de marchandises, un hypermarché d'environ 350 emplois équivaut à un peu moins de 10 supermarchés d'une quarantaine d'emplois et à un peu moins de 500 petits commerces avec 4 emplois chacun.

journée est également modifiée (uniformisée sur les 24h de la journée) car la libéralisation suscite l'ouverture des établissements 24h/24.

En ce qui concerne les **motorisations**, les scénarios ont chacun leurs propres hypothèses qui conduisent à **remplacer une motorisation par une autre**, à classe de véhicule donnée. Le calcul des émissions est alors fait à l'aide de COPERT 5.

Enfin, les hypothèses sur l'évolution des pratiques d'**achats découplés des ménages** suggèrent une croissance plus rapide que dans le fil de l'eau. La fréquence de recours à ce type d'achat est multipliée par 3 par rapport à 2017 dans les scénarios 1 et 2, il pourrait l'être par 5 dans le scénario 3. De plus alors que les écarts de niveaux d'achats se résorbent entre profils socio-démographiques des ménages dans les scénarios 1 et 2, ils s'accroissent dans le scénario 3. Les livraisons hors domicile progressent dans chacun des scénarios (pour atteindre 70% dans le scénario 1 et 80% dans le scénario 2) mais cette progression serait moindre dans le scénario 3 (par exemple 60% d'achats avec livraison hors domicile).

Les hypothèses retenues pour la construction des scénarios de mutualisation

C'est ici que les fonctions et les paramètres utilisés dans Freturb-Silogues sont déformés de manière à rendre compte des effets du glissement vers une logistique urbaine mutualisée.

Les scénarios mettent tous l'accent sur la **professionnalisation** du transport, c'est-à-dire que le transport pour compte d'autrui s'accroît au détriment essentiellement du compte propre "destinataire". Dans le scénario 1, seul le compte propre "destinataire" des artisans est conservé, le reste, ainsi qu'une partie du compte propre "expéditeur" bascule vers le transport pour compte d'autrui. Le scénario 2 est un peu moins radical, il accroît la part du transport en compte d'autrui de 20%, cette croissance se faisant d'abord au détriment du compte propre "destinataire" (hors artisans) puis, si nécessaire, du compte propre "expéditeur". Il résulte de ce développement de la professionnalisation, une modification dans les types de trajets (plus de tournées et des tournées plus longues, moins de traces directes) ainsi que dans les véhicules, ce qui impacte *in fine* les distances parcourues.

Le scénario 3 anticipe également une professionnalisation ainsi qu'une optimisation forte de la chaîne de transport, mais ses effets sur la congestion urbaine sont moins simples à modéliser car cette professionnalisation doit s'accompagner d'un développement de la livraison "à la demande", ce qui laisse à penser que le nombre de livraisons et enlèvements devrait s'accroître et être réalisé en traces directes par de petits véhicules. Or, nous le verrons, ce scénario se développe sous hypothèse d'une parfaite optimisation des différents canaux de distribution, via l'internet physique. Le retour à l'optimum grâce à la mise en réseau des réseaux consacré par la technologie permet alors d'avoir en effet des traces directes jusqu'aux différentes zones de consolidation qui se trouvent sur les rings des centres-villes, et ensuite d'utiliser tous les moyens pour approvisionner plus vite et mieux les centres.

Les scénarios prévoient tous la mise en œuvre d'**espaces logistiques urbains**, qu'il s'agisse de plateformes de consolidation, de CDU ou de consignes :

- Pour ce qui est des CDU (scénario 1 et 2), nous nous sommes inspirés du modèle de Padoue (100 000 livraisons par an pour chaque CDU soit 2 000 par semaine, une vingtaine d'emplois

par CDU, une dizaine de véhicules, essentiellement VUL électriques ou modes doux). Nous avons fait l'hypothèse que le taux de consolidation permis par ces CDU était de 1.5 c'est à dire que ces 2 000 livraisons se substituent à 3 000 livraisons. Ce taux de consolidation a été estimé à dire d'experts, en faisant l'hypothèse que le CDU s'accompagne souvent d'une offre de stockage déporté, ce qui fait que l'approvisionnement des établissements desservis par le CDU est plus optimisé mais aussi plus régulier. Nous avons dédié ces CDU aux activités tertiaires (commerces et bureaux) et en avons exclu la messagerie express, déjà optimisée.

- Pour les consignes, présentes dans tous les scénarios, nous avons pris le modèle d'une consigne de 25 casiers pour laquelle le taux de rotation des retraits permet la délivrance de 30 colis par jour, 7 jours par semaine. Ces consignes sont approvisionnées par des VUL électriques qui effectuent 3 tournées par jour. Le nombre de consignes créées dans chaque ville et dans chaque scénario est fonction du nombre de livraisons que l'on souhaite absorber. Il n'y a pas d'emploi associé à la création de ces consignes car elles fonctionnent avec les moyens des CDU (cf. encadré).
- Les plateformes de consolidation (scénario 3) devraient être ajoutées sous la forme de petits entrepôts. Ce sont en fait des hubs de consolidation situés sur les rings des centres-villes où l'ensemble des marchandises devant approvisionner la ville sont transportées avant d'être déployées dans la ville en suivant une logique d'optimisation et en utilisant donc tous les moyens de mutualisation pour y parvenir. Les imbrications d'un tel scénario sont si nombreuses que l'on ne peut modéliser cette optimisation multicanal de la mutualisation, mais nous pouvons pressentir qu'en fonction des objectifs traditionnels on aura une rationalisation des tournées et une diminution du nombre de kilomètres effectués dans la ville. Néanmoins, si les modes de consommation deviennent de plus en plus exigeants au point à la fois d'atomiser les livraisons en exprimant un besoin d'immédiateté de plus en plus important, non seulement le modèle économique risque de ne pas être efficace, mais les "gains" de kilomètres dans la ville pourraient être annulés.

Le scénario 2 met également l'accent sur l'**intermodalité**, avec la mise en service d'un tramfret. Pour le dimensionner nous nous sommes inspirés de l'expérimentation (aujourd'hui abandonnée pour cause de faillite) du tramfret d'Amsterdam (Arvidsson et Browne, 2013) qui concernait les commerces et hôtels, cafés, restaurants de la ville. En effet, les expérimentations de tramfret sont souvent limitées au transport des déchets ou à des initiatives privées, et il existe peu d'exemples de dispositifs visant à approvisionner les activités du centre-ville avec un véhicule circulant toute la journée. Le tramfret d'Amsterdam réalisait 20 liaisons quotidiennes en heures creuses et chacune de ces liaisons se substituait à 3 tournées réalisées en porteurs. Nous avons fait l'hypothèse que ces tournées touchaient en moyenne une dizaine de points (tous des hôtels, cafés, restaurants) -- hypothèse étayée par l'examen des résultats des ETMV relatifs à la taille des tournées des véhicules livrant ce type d'établissements-- et que le tramfret fonctionnait 6 jours par semaine. Ce sont ainsi 3 600 livraisons de marchandises qui basculent de la route vers le tram.

Enfin signalons que, outre les évolutions dans les types de véhicules qui circulent dans l'agglomération induites par la mutualisation, le scénario 1 teste la **disparition des véhicules articulés** dans la ville-centre (Bordeaux d'une part, Besançon d'autre part) afin de répondre aux aspirations des ménages aisés qui résident au centre-ville et qui souhaitent une ville apaisée. Ces véhicules sont remplacés par des camions porteurs, à raison d'un porteur en trace directe pour chaque point livré par un articulé en tournée et deux porteurs en trace directe pour remplacer un articulé en trace directe. Ces substitutions d'un type de véhicule à l'autre ont été estimées en

regardant les poids moyens chargés et déchargés par les différents types de véhicules selon les activités tels qu'ils résultent des ETMV.

Avertissement

Les diverses expériences de CDU et d'intermodalité mises en œuvre en France n'ont pour l'heure que rarement été pérennisées, la plupart du temps parce qu'elles n'avaient pas trouvé leur modèle économique et ne pouvaient subsister qu'avec des financements publics (Gerardin et Serouge, 2015), ou parce qu'elles n'avaient pas fait la preuve de leur efficacité à réduire la congestion ou les émissions polluantes, ou encore du fait de difficultés à faire coopérer entre eux des acteurs aux contraintes différentes (Boudouin et al., à paraître). Pour permettre la simulation, nous avons choisi de les dimensionner en nous inspirant des modèles existants (ou ayant existé) les plus efficaces ou les plus prometteurs. Une mise en œuvre en vraie grandeur, nécessiterait évidemment de nombreuses mesures d'accompagnement pour en assurer l'efficacité.

En ce qui concerne les consignes, nous nous sommes affranchis des contraintes liées à la multiplicité des opérateurs en faisant l'hypothèse que ces consignes sont susceptibles d'accueillir tous les colis, et que ces colis sont d'abord consolidés sur un CDU avant d'être déposés dans les consignes à l'occasion d'une tournée parfaitement optimisée.

De plus, la localisation de ces équipements dans l'espace urbain de chacune des deux agglomérations utilisées pour la simulation a été faite essentiellement sur la base de critères d'accessibilité. Elle ne prend donc pas en compte d'éventuels projets d'aménagements locaux, ni la disponibilité de foncier, ni encore les réglementations susceptibles de s'appliquer dans ces espaces. Il s'agit ici simplement de tester des scénarios et non de procéder à une étude de marché.

2. Le paramétrage des scénarios

2.1. Scénario 1 : la ville gravitaire

Scénario de ville

Elle se caractérise par la présence d'une ville-centre (respectivement Bordeaux et Besançon) qui concentre les activités économiques, éducatives et récréatives. Elle accueille ainsi une large partie des emplois tertiaires (commerces, culture, administrations, centres décisionnels) de l'agglomération tandis que les hypermarchés, les activités de production et de stockage ont été repoussées en périphérie du fait de prix du foncier très élevés. Les commerces présents ont dû restreindre leurs espaces de stockage, trop onéreux, et doivent s'approvisionner plus fréquemment. Nombre de tous petits établissements (moins de 3 salariés) ont disparu pour être remplacés par de moyennes surfaces, souvent franchisées. Les ménages qui vivent dans cette ville-centre sont ceux qui ont les moyens de supporter ces niveaux de prix (cadres, professions intermédiaires, certains retraités) ainsi que des étudiants qui apprécient les aménités du centre et occupent de petits logements. Tous ces éléments contribuent à bloquer la progression de la population et de l'emploi dans la ville-centre pour la maintenir au niveau de 2017.

La ville-centre est séparée du reste de l'agglomération par un péage urbain, qui permet d'y limiter la circulation en véhicules motorisés[15] et qui ne peut être franchi que par des véhicules propres : véhicules utilitaires légers électriques, camions porteurs au GNV, véhicules articulés aux normes Euro VI. Du fait du péage et de cette réglementation contraignante, il y a moins de véhicules, le stationnement ne pose pas de problème. La ville-centre est apaisée et attractive car elle est bien desservie par un réseau de transport en commun radial.

Au-delà du péage, le prix du foncier diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ville-centre. Les ménages sont d'autant plus modestes et de grande taille que l'éloignement est important. Dans ces périphéries, on trouve des commerces et des services aux ménages ainsi que des activités consommatrices d'espace : production industrielle et agricole, logistique.

L'agglomération se présente par conséquent sous la forme d'un espace décomposé en couronnes avec un étalement urbain plus intense que dans le scénario de fil de l'eau. Pour que le scénario ne soit pas trop caricatural, ces évolutions dans la répartition spatiale des types de ménages et d'activités ont été appliquées uniquement au flux de ménages et d'établissements économiques créés entre 2017 et 2030, et non au stock présent en 2017.

Scénario de mutualisation

La mise en place du péage urbain favorise la professionnalisation du transport de marchandises dans la ville-centre. Le compte propre destinataire disparaît, sauf pour les artisans, et le compte propre expéditeur diminue de 20%. Pour favoriser encore l'apaisement, les véhicules articulés sont interdits dans la ville-centre.

[15] BOUDEVILLE J.R., 1972, Aménagement du territoire et polarisation, Paris, Th Génin, Librairies techniques.

Pour pallier les problèmes de stockage des établissements implantés dans le centre un réseau de CDU s'est développé dans la première couronne, juste derrière le péage, à faible distance de la ville. Outre les livraisons à destination des commerces et des activités tertiaires, ils sont aussi utilisés pour le tri des colis liés aux achats découplés des ménages de la ville-centre avant leur dépose dans des consignes implantées en pied d'immeuble (voir partie 3).

2.2. Scénario 2 : La ville polycentrique

Scénario de ville

L'agglomération est structurée selon une logique multipolaire autour des gares ferroviaires et des stations de tramway. Seules les communes qui comportent une gare --ou qui sont situées à proximité immédiate d'une gare-- voient leur population et leurs emplois progresser. Les autres perdent des habitants et des activités.

Par rapport au fil de l'eau pour 2030, la répartition de la population et des activités sur le territoire est bouleversée à la fois en nombre d'habitants et d'emplois par commune, mais aussi en types de ménages et d'activités par commune car ce scénario anticipe un développement de la mixité sociale et économique (les pôles accueillent tous les types d'activités, qu'elles soient productives, logistiques, commerciales ou de service).

La conscience écologique forte qui caractérise ce scénario favorise les déplacements en transports collectifs (d'autant plus efficaces que l'urbanisation est faite autour des gares) au détriment de la voiture particulière. Les circuits courts et la proximité sont privilégiés, ce qui pénalise les hypermarchés remplacés par des établissements de plus petite taille. Le transport est propre sur tout le territoire avec des véhicules utilitaires légers électriques, des porteurs GNV et des articulés Euro VI partout.

Ainsi, alors que le scénario 1 opposait une ville-centre préservée mais stationnaire au niveau du nombre d'habitants et d'emplois, à une périphérie en croissance mais où étaient envoyées les activités les moins prestigieuses et les plus porteuses de nuisances ; dans ce scénario 2 c'est bien tout le territoire (et à travers lui, tous les ménages et toutes les activités) qui bénéficie de la croissance et de modes de transport propres.

Scénario de mutualisation

Le transport de marchandises évolue vers davantage de professionnalisation (le compte d'autrui progresse de 20% dans le nombre de livraisons et enlèvements, au détriment du compte propre "destinataire", et si nécessaire du compte propre "expéditeur").

Tout comme dans le scénario 1, un réseau de CDU est implanté en première couronne de chacun des pôles, ainsi qu'un réseau de consignes pour accueillir les colis destinés aux ménages.

Pour profiter pleinement des infrastructures ferroviaires, un tramfret est mis en place pour desservir les hôtels, cafés et restaurants situés dans les pôles.

La faible motorisation des ménages limite le recours au stationnement gênant dans les pôles.

2.3. Scénario 3 : La ville centrifuge

Il s'agit ici de dresser une ébauche de ce que pourrait être la simulation de ce scénario avec Freturb-Silogues, ce scénario n'ayant finalement pas été simulé du fait de l'absence de repères fiables relativement au sens et à l'ampleur des impacts des nouvelles organisations logistiques sur les flux.

Scénario de ville

Ce scénario est celui d'une ville fragmentée, un archipel de zones urbanisées séparées par de vastes étendues à faible densité. La discrimination sociale est forte, certains îlots de l'archipel concentrent les ménages aisés, d'autres les ménages les plus pauvres, les classes moyennes se répartissant sur le reste du territoire. La répartition des activités sur le territoire suit la même logique de dispersion et de ségrégation entre les activités prestigieuses et les activités banales.

Sous l'effet d'un libéralisme exacerbé, ainsi que des évolutions technologiques et organisationnelles, les activités se transforment et s'atomisent : les commerces deviennent des espaces showroom pour des achats sur internet en forte croissance, ou des lieux de production grâce aux imprimantes 3D. Les entrepôts se multiplient. L'auto-entreprenariat est la norme. Les horaires d'ouverture des établissements s'élargissent jusqu'à fonctionner nuit et jour pour certains.

Les services de livraison se développent. Ils sont assurés à la demande par des livreurs professionnels, dans des délais inférieurs à 2 heures.

Scénario de mutualisation

Ce modèle de ville ne peut fonctionner que grâce à un système de livraisons totalement optimisé et reposant sur les principes de l'internet physique. Les conditionnements sont standardisés et neutralisés. Les marchandises transitent par des hubs successifs permettant la massification la plus importante possible entre origine et destination.

3. Les résultats des simulations

3.1. Comparaison des deux territoires d'étude

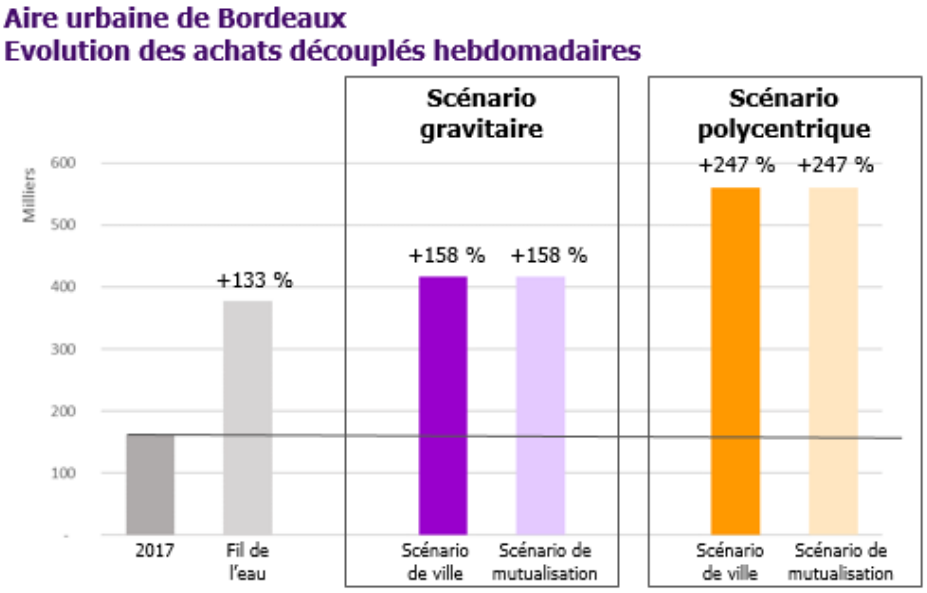
Les éléments précédents indiquent que le poids démographique de l'aire urbaine bisontine est cinq fois moindre que celui de l'aire urbaine Bordelaise. La structure de la population diffère également d'un territoire à l'autre, avec davantage de ménages dont le chef est inactif, retraité ou ouvrier à Besançon tandis qu'il y a plus de ménages dont le chef est cadre, chef d'entreprise ou employé à Bordeaux. Cela préfigure des différences de niveau de revenus, que cette étude n'a pas explorés. Les ménages bisontins sont également plus petits en moyenne que ceux de l'aire urbaine de Bordeaux.

En termes d'emplois, l'aire urbaine Bordelaise est marquée par une forte concentration d'emplois (660 000 soit 55 emplois pour 100 habitants) alors que celle de Besançon est plus en retrait avec seulement 48 emplois pour 100 habitants. La proportion d'emplois industriels ou de bureaux est plus importante côté bisontin, tandis que l'aire urbaine Bordelaise compte une part plus importante d'activités artisanales ou de petits commerces.

Population et emplois laissent ainsi apparaître un territoire Bordelais plus dynamique que celui de Besançon. Le nombre de livraisons/enlèvements dans chacun des deux territoires est proportionnel à celui des emplois (1.03 mouvements par emploi à Bordeaux, 1.04 à Besançon). La répartition des types de véhicules est similaire d'une aire urbaine à l'autre, en revanche on compte un peu plus de transport pour autrui dans celle de Besançon (50% contre 47% sur l'aire Bordelaise), cet écart s'expliquant par les différences observées dans la répartition des activités. Du fait de l'écart de superficie entre les deux aires urbaines, les distances parcourues dans l'aire urbaine de Bordeaux sont logiquement plus longues que celles réalisées dans le territoire Bisontin (12.4 km par livraison/enlèvement contre 9.7 km). Pour la même raison, les émissions polluantes sont moindres dans l'aire urbaine de Besançon.

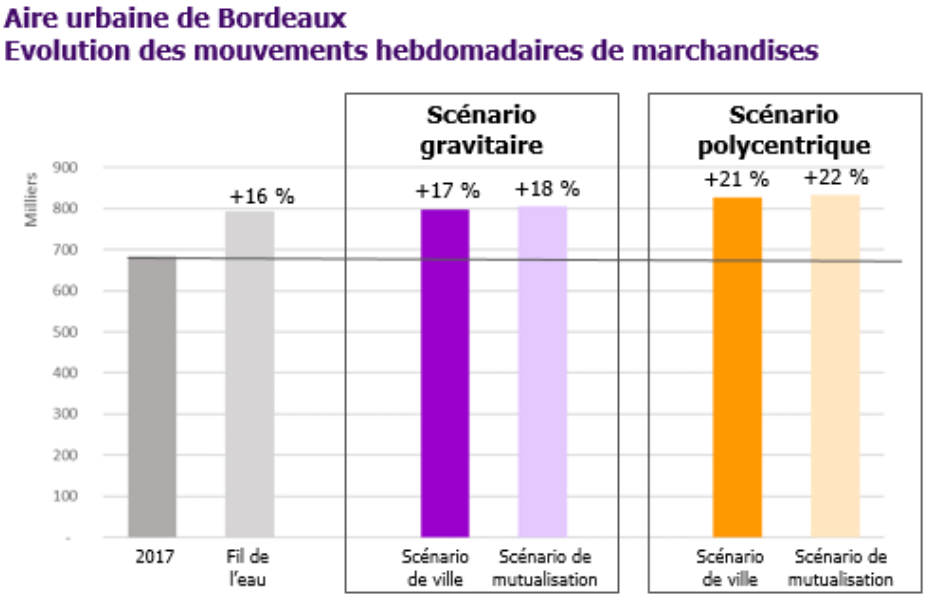
3.2. Comparaison des impacts des scénarios sur le transport de marchandises dans l'aire urbaine de Bordeaux

Figure 9 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre d'achats découplés selon le scénario



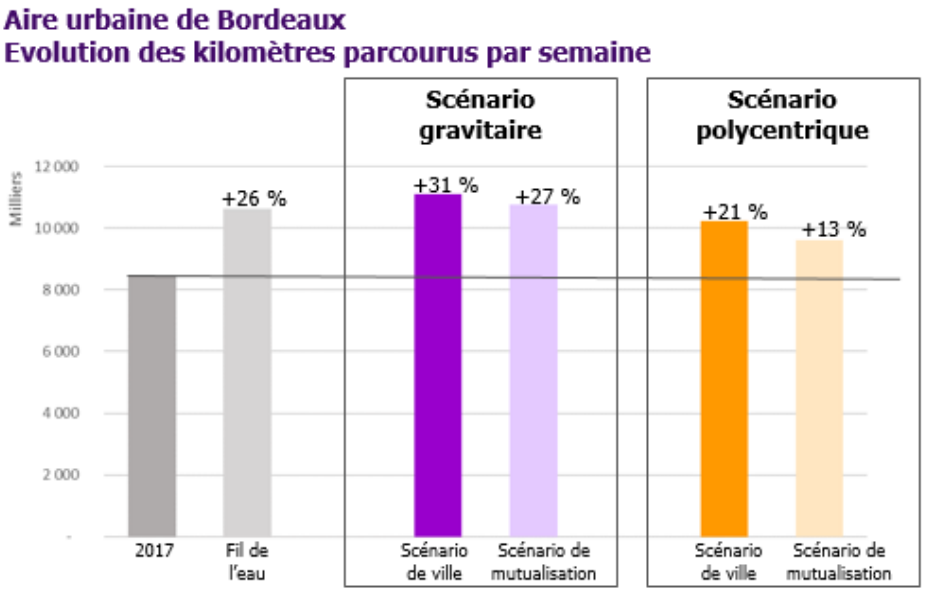
Les scénarios anticipent tous une croissance de la fréquence d'achats découplés. Compte tenu de l'évolution des profils de ménages à horizon 2030 : plus de ménages de cadres, de retraités, de célibataires, le doublement de cette fréquence (scénario de fil de l'eau, scénario gravitaire) ou son triplement (scénario polycentrique, et ville de Bordeaux uniquement dans le scénario gravitaire) à PCS et taille de ménage donnée, se traduit par une croissance plus rapide. Elle oscille entre +133 et +247% d'un scénario à l'autre. Le scénario de mutualisation, s'il modifie les modes de réception de la marchandise (recours à des consignes plutôt qu'à la livraison à domicile ou hors domicile), n'impacte pas cette croissance.

Figure 10 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre de livraisons / enlèvements selon le scénario



Les différents scénarios (fil de l'eau, ville gravitaire et ville polycentrique) conduisent tous à une progression notable du nombre de livraisons / enlèvements. A la croissance de 16% issue du simple prolongement des tendances passées, les scénarios de ville ajoutent des mouvements de marchandises supplémentaires qui s'expliquent par la modification du tissu économique et de la répartition des activités sur le territoire (surtout dans le scénario de ville polycentrique où la grande distribution est remplacée par le petit commerce). Les scénarios de mutualisation, en ajoutant des points de rupture de charge, accentuent encore la croissance du nombre de mouvements.

Figure 11 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 du nombre de km générés selon le scénario

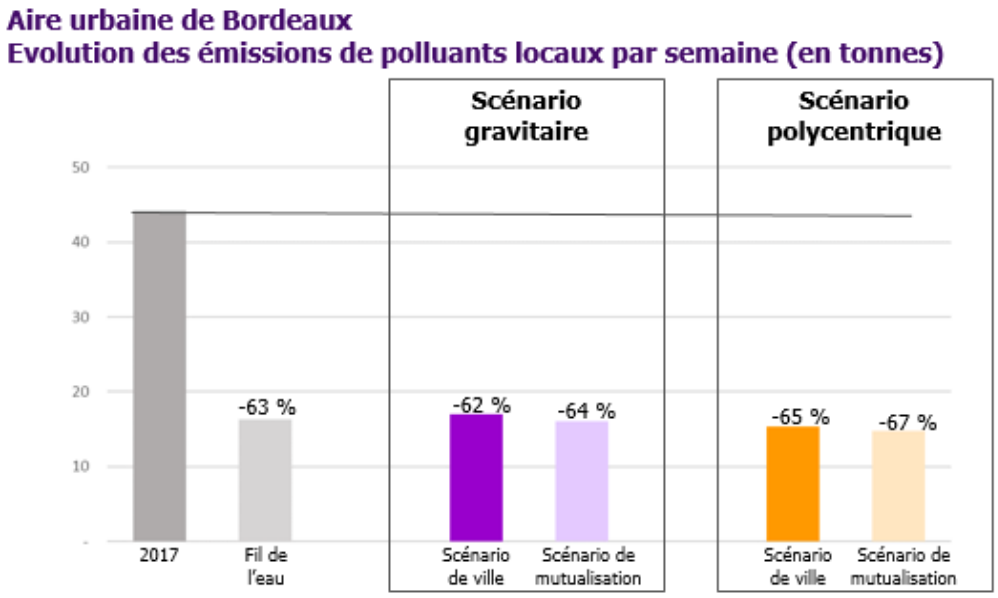


Logiquement le fil de l'eau, qui poursuit la tendance à l'étalement urbain observée depuis 10 ans, et le scénario gravitaire, qui l'accélère, se traduisent par une croissance des kilomètres parcourus par les véhicules qui livrent ou enlèvent des marchandises dans les établissements de l'aire urbaine.

Dans le scénario polycentrique, qui prône une mixité des activités dans tous les pôles de l'aire urbaine, la croissance des distances se poursuit mais avec une moindre intensité. Les scénarios de mutualisation sont efficaces pour limiter la progression des distances :

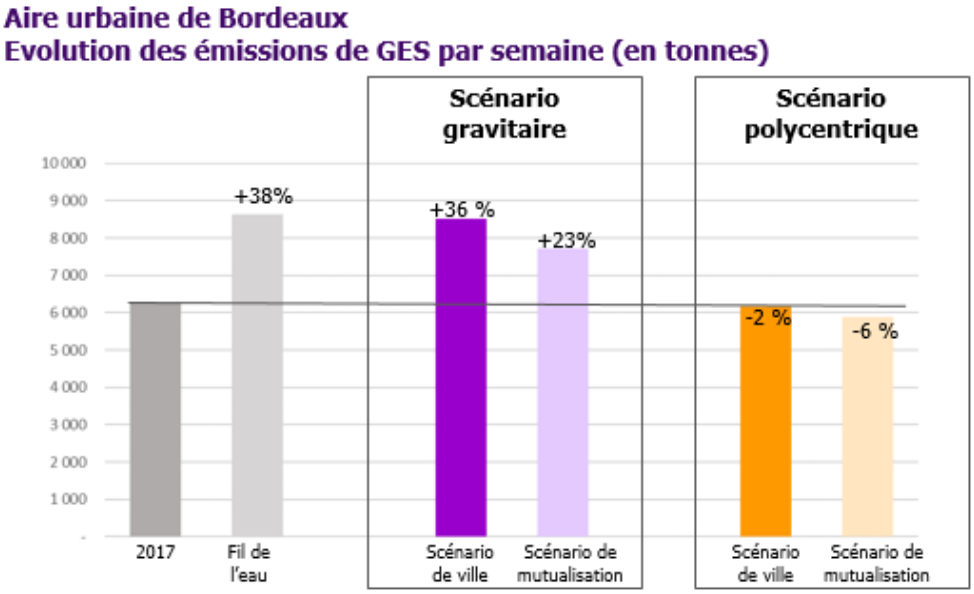
- la création d'espaces logistiques urbains réduit la marche d'approche en instaurant une rupture de charge,
- le développement du transport en compte d'autrui favorise le recours aux tournées, plus efficaces en termes de rapport distances parcourues / nombre de points touchés.

Figure 12 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 des émissions de polluants locaux selon le scénario



Les émissions de polluants locaux sont peu sensibles aux scénarios dans la mesure où le renouvellement du parc à horizon 2030 permettra à lui seul de réduire notablement ces émissions, en particulier pour les particules fines. Pour autant, ces résultats calculés à la commune, ne représentent pas les expositions des populations à ces polluants.

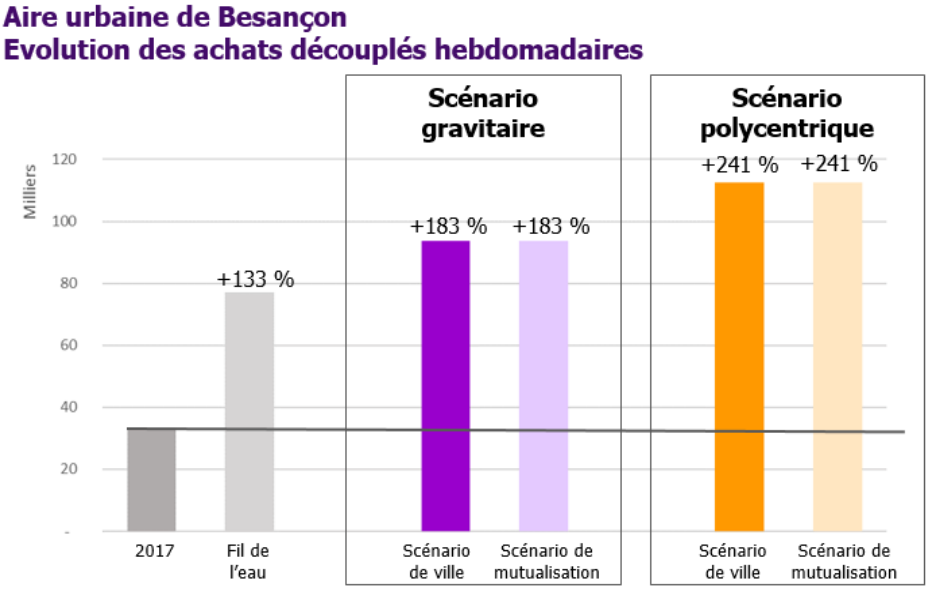
Figure 13 : Aire Urbaine de Bordeaux - Evolution 2017 - 2030 des émissions de GES selon le scénario



Les émissions de GES sont directement liées à l'évolution du nombre de kilomètres parcourus et au parc de véhicules utilisés. Aussi les scénarios d'étalement sont-ils moins vertueux que ceux qui permettent de restreindre la progression des kilomètres, et ce même s'ils s'accompagnent d'une régulation forte des pratiques logistiques. Les scénarios de mutualisation, qui favorisent l'usage de véhicules propres, permettent de réduire les émissions mais dans une moindre mesure que l'aménagement urbain.

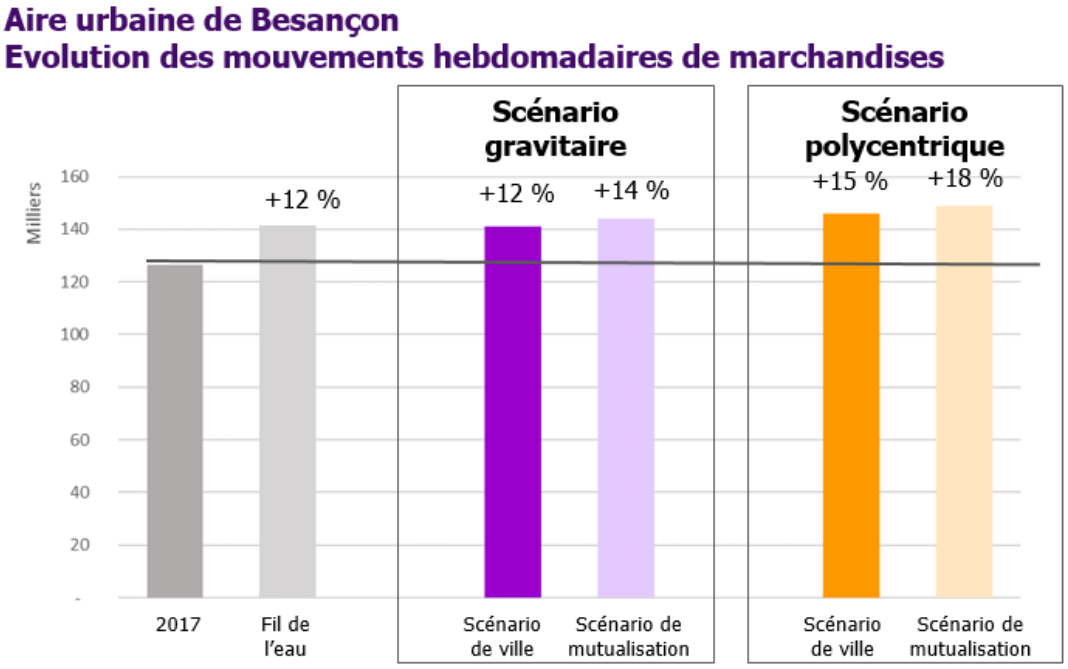
3.3. Comparaison des impacts des scénarios sur le transport de marchandises dans l'aire urbaine de Besançon

Figure 14 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre d'achats découplés selon le scénario



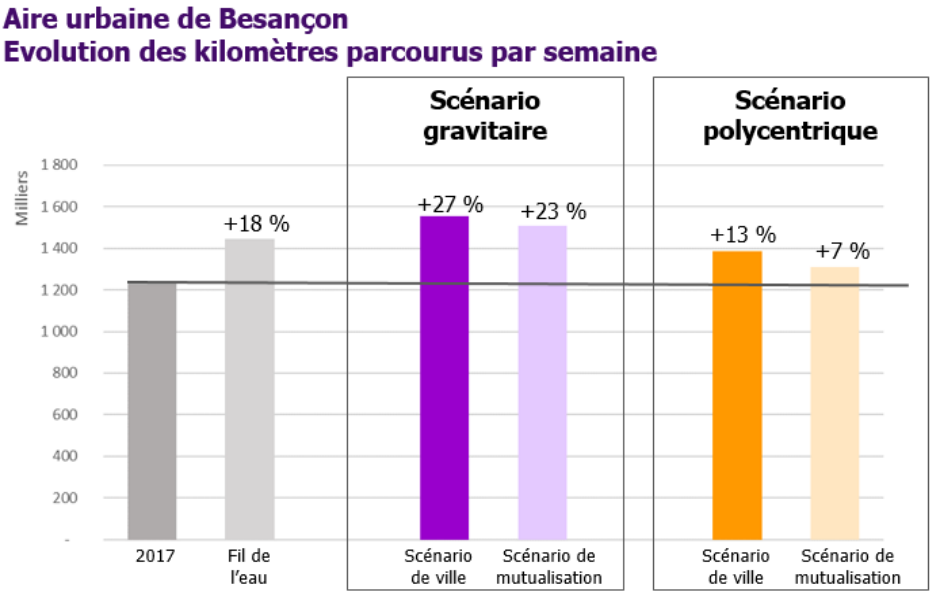
Tous les scénarios testés anticipent un développement des pratiques d'achats découplés des ménages. Compte tenu des évolutions socio-démographiques à l'horizon 2030 (baisse de la taille moyenne des ménages, croissance de la part de ménages dont le chef est cadre, retraité ou inactif), le doublement de cette fréquence (scénario de fil de l'eau, scénario gravitaire) ou son triplement (scénario polycentrique, et ville de Besançon uniquement dans le scénario gravitaire) à PCS et taille de ménage donnée, se traduit par une croissance comprise entre +133 et +241% d'un scénario à l'autre. Le scénario de mutualisation, s'il modifie les modes de réception de la marchandise (recours à des consignes plutôt qu'à la livraison à domicile ou hors domicile), n'impacte pas cette croissance.

Figure 15 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre de livraisons / enlèvements selon le scénario



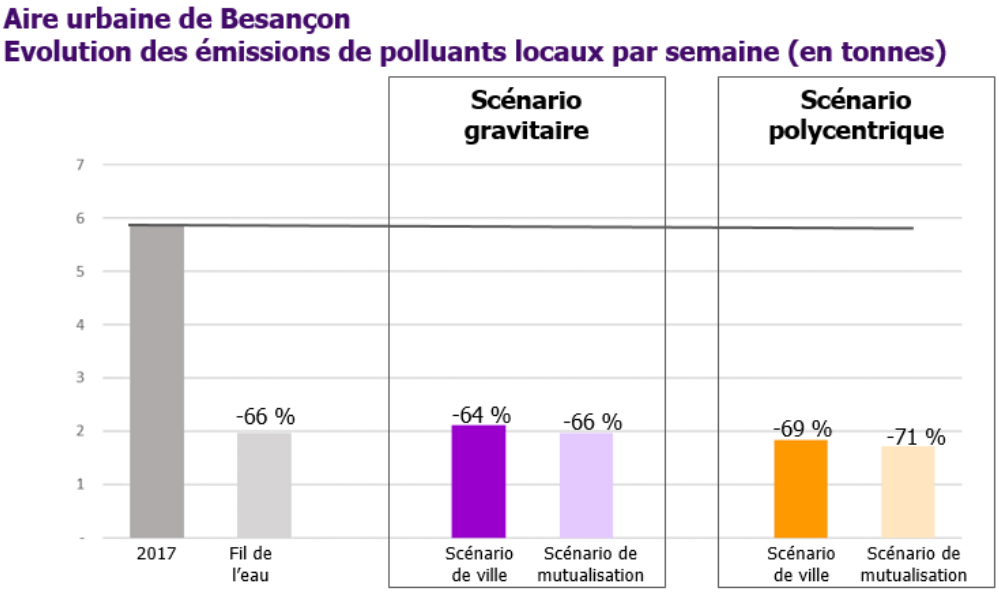
La croissance de l'emploi dans l'aire urbaine bisontine va automatiquement provoquer une croissance des livraisons et enlèvements de marchandises, quel que soit le scénario testé. En revanche, cette croissance est plus ou moins importante selon les modalités de répartition de ces emplois dans les différentes activités économiques et selon les classes de taille des établissements. Les scénarios avec développement des petits établissements (scénarios de ville polycentrique) provoquent une croissance du nombre mouvements supérieure de 3 points à ceux qui anticipent au contraire une augmentation de la taille moyenne des établissements (scénarios de ville gravitaire). La mise en place de ruptures de charge supplémentaires pour optimiser les livraisons / enlèvement via un espace logistique urbain ou pour permettre le transfert modal, accroissent le nombre de mouvements d'environ 2 points.

Figure 16 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 du nombre de km générés selon le scénario



Les scénarios d'étalement provoquent automatiquement une croissance des distances parcourues pour desservir les établissements économiques (+18% pour le fil de l'eau, + 27% pour le scénario gravitaire. A l'inverse le scénario polycentrique avec mixité des activités, en rapprochant lieux de production et de consommation, permet de limiter fortement la croissance des distances (+13% seulement) et ce, malgré une croissance du nombre de livraisons / enlèvements plus intense dans ce scénario que dans les autres. La mise en œuvre de pratiques de mutualisation est efficace pour limiter la progression des distances (de 5 points environ).

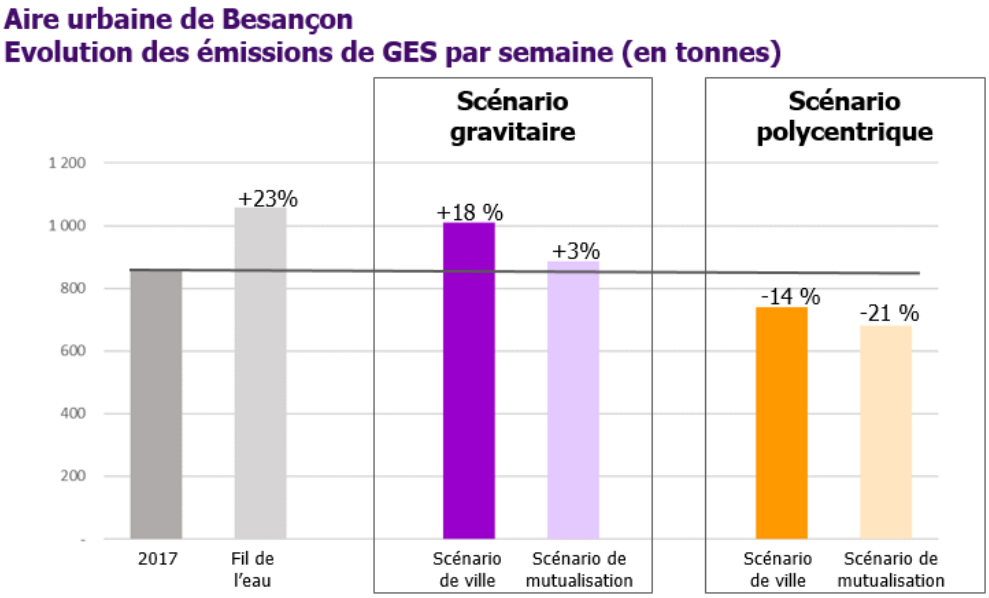
Figure 17 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 des émissions de polluants locaux selon le scénario



Les polluants locaux devraient fortement diminuer à horizon 2030 sous l'effet du renouvellement du parc de véhicules et ce quel que soit le scénario. D'une simulation à l'autre cette baisse oscille entre -64 et -71%. La mutualisation améliore de 2 points les émissions polluantes par rapport au scénario

de ville et la limitation des distances permise par la ville polycentrique permet également de réduire les émissions.

Figure 18 : Aire Urbaine de Besançon - Evolution 2017 - 2030 des émissions de GES selon le scénario



Seul le scénario de ville polycentrique permet de réduire les émissions de GES d'ici 2030, et au prix de conditions drastiques sur les types de véhicules autorisés à circuler. Indépendamment d'une action générale sur la motorisation du type de celle simulée dans ce scénario, la mise en place de pratiques de mutualisation permet d'améliorer notablement les émissions de GES (-15 points dans le scénario de ville gravitaire, -7 dans celui de ville polycentrique).

3.4. Comparaison des impacts des scénarios dans les deux aires urbaines

D'une aire urbaine à l'autre, les effets respectifs des différents scénarios testés sont similaires, ce qui change c'est l'intensité des fluctuations qui reflète essentiellement des différences de tissu socio-économique, de dynamisme économique ou de superficie de l'aire urbaine.

Le scénario de ville gravitaire ne modifie pratiquement pas le nombre de livraisons et enlèvements, en revanche il occasionne un allongement important des distances parcourues incompatible avec une réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 2017, même lorsqu'il s'accompagne de mesures en faveur d'un parc plus propre. A l'inverse, le rapprochement des activités productives et des activités tertiaires permis par la mise en œuvre d'une mixité globale des activités sur tout le territoire limite la progression des émissions polluantes. Si en outre, le parc est renouvelé en faveur de véhicules propres, on obtient une réduction des émissions, qui peut prendre des proportions importantes comme c'est le cas à Besançon.

Quel que soit le scénario, la mutualisation améliore le bilan environnemental du transport de marchandises en ville en réduisant les distances parcourues et en permettant la substitution de modes propres aux motorisations traditionnelles.

Partie 5. Comment favoriser à horizon 2030 une logistique urbaine plus vertueuse ?

L'étude a porté sur deux phases complémentaires : tout d'abord l'analyse des différents modèles de mutualisation du dernier kilomètre, puis la simulation de leurs impacts dans le cadre de plusieurs scénarios de développement des villes. Les résultats de ces simulations confortent le fait qu'**il n'existe pas de solution unique aux enjeux du transport de marchandises en ville**, la mutualisation n'est qu'une solution parmi toute une panoplie de leviers (nous en avons identifié 7), et c'est l'articulation de ces leviers qui permettra de développer et mettre en place une logistique urbaine durable.

1. Les 7 familles de leviers identifiés

Ces leviers concernent deux types de mesures :

- Celles **qui touchent directement à l'optimisation** du transport de marchandises en ville.
- Celles qui portent **sur l'environnement urbain et technologique** dans lequel s'inscrivent les mouvements de marchandises.

Les mesures portant sur l'environnement sont importantes car elles permettent d'accroître l'efficacité des mesures destinées à favoriser l'optimisation du transport de marchandises.

1.1 Les préconisations concernant l'optimisation du transport de marchandises en ville

La mutualisation

Aller au-delà des modèles établis, développer des organisations nouvelles

Dans le scénario de ville gravitaire, l'étude a intégré, pour la ville de Bordeaux, la création de 5 CDU, calqués sur le modèle de Padoue, qui reste une référence en matière de performance économique. Cependant, à la différence de ce qui se fait à Padoue, 3 de ces CDU sont exclusivement consacrés au traitement des colis à destination des particuliers, afin notamment de répondre à la croissance projetée des achats découplés et au développement de la livraison via des consignes en pied d'immeubles.

Les expériences de ces dernières années ont mis en évidence la complexité liée à la mise en place de CDU, le peu d'adhésion des professionnels et le coût pour la collectivité. Cette étude montre que la mise en place de ces CDU, couplée avec un fort développement des consignes de retrait de colis, ne permet que de limiter les émissions de GES d'une quinzaine de points dans le scénario gravitaire, et plus marginalement dans celui de ville polycentrique. Il s'agit donc d'un effort financier et opérationnel élevé, avec de nombreux aléas, pour un résultat environnemental qui reste modeste.

Ainsi, l'étude met en évidence la nécessité d'élargir le spectre des solutions de mutualisation des flux, bien au-delà du seul modèle du CDU. La première d'entre elles étant le ***développement de la professionnalisation du transport de marchandises*** pour accroître la part du compte d'autrui, plus performant que le compte propre (voir plus loin).

Au-delà de cette piste, la diversité des solutions proposées dans la première partie de l'étude permet d'aider à trouver des formes de mutualisation des flux adaptées au contexte local de chaque ville, qu'il s'agisse de métropoles, de villes moyennes ou de petites villes. Nous retiendrons notamment :

- **La création d'un réseau d'Espaces Logistiques de Proximité** en milieu urbain dense permettant un transfert modal vers des véhicules plus adaptés aux centres urbains et le développement de tournées mutualisées. La livraison terminale peut alors être effectuée en véhicules électriques, en vélocargos, ou même à pied pour le périmètre d'hyper-proximité.
  La complexité réside en particulier dans la disponibilité d'immobilier logistique urbain de proximité. La localisation au plus près de la zone de distribution est essentielle, comme la praticité afin d'y acheminer quotidiennement des marchandises et la qualité afin de transformer ces espaces en lieu de travail et d'accueil.
  La rareté de ces espaces peut justifier une implication publique sous la forme d'appel à manifestation d'intérêt ou d'appel à projets permettant de choisir l'opérateur et le projet.

  - ***Espaces urbains concernés*** *: grandes agglomérations, villes de taille intermédiaire, notamment celles marquées par une forte densité urbaine en cœur de ville.*
  - ***Acteurs à mobiliser*** *: collectivités locales pour la mise à disposition de surfaces logistiques en centre-ville et l'intégration de dispositions dans les documents d'urbanisme afin de réserver des espaces logistiques dans la ville. Transporteurs afin de susciter des initiatives vertueuses.*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - recenser les espaces potentiellement disponibles dans la ville (espaces publics et privés) et leur adéquation avec l'usage d'espace logistique ;

  - intégrer dans les PLU la préservation de certains espaces stratégiques pour la livraison urbaine ;

  - étudier de façon plus précise les modèles adaptés et, pour certains espaces publics rares,

  - imaginer un appel à manifestation d'intérêt afin de valider ces modèles et les acteurs ;

  - effectuer une étude de faisabilité.

- **Le développement de petits entrepôts urbains** permettant d'offrir un espace de stockage déporté pour approvisionner les établissements du centre-ville à la demande, au moyen de modes doux ou de véhicules propres.
  La rareté du foncier urbain et des espaces peut, en fonction des cas, justifier la mise en place de bâtiments sur plusieurs niveaux (hôtels logistiques) avec ou sans mixité d'activités. L'implication publique, notamment au travers de décisions d'urbanisme, est d'autant plus nécessaire que la ville est dense et les espaces rares pour ce type d'activités.

  - ***Espaces urbains concernés :*** *grandes agglomérations essentiellement ou villes avec une rareté commerciale justifiant la réserve extérieure.*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales pour la mise à disposition de surfaces logistiques en centre-ville et l'intégration de dispositions dans les documents d'urbanisme afin de réserver des espaces logistiques dans la ville. Transporteurs afin de susciter des initiatives vertueuses.*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - recenser les espaces potentiellement disponibles dans la ville, y compris en proche périphérie, permettant d'avoir des activités de stockage de proximité (espaces publics et privés) ;

  - identifier les besoins notamment auprès des commerçants ;

- *identifier les acteurs pouvant déployer cette activité sur le territoire, en particulier en complément d'activité de livraison propre du dernier kilomètre (véhicules décarbonés) ;*
- *en fonction des situations immobilière et de la rareté, entrer dans une phase de mise en concurrence d'acteurs et de développement immobilier.*

- Le développement des formes de mutualisation pour les colis du e-commerce, par exemple :

– consignes de retrait de colis dans les espaces communs des immeubles adaptés aux besoins ;

- ***Espaces urbains concernés :*** *immeubles notamment d'assez grande dimension, grands ensembles résidentiels*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, promoteurs (pour les constructions d'immeubles), syndics d'immeubles*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

- *recenser les expérimentations existantes en Europe et les acteurs ;*
- *privilégier des solutions multi-transporteurs ;*
- *dimensionner l'équipement et préserver l'espace nécessaire et les réseaux (selon les cas intérieur ou extérieur à la résidence) ;*
- *sensibiliser les acteurs (promoteurs, syndics, bailleurs de logements collectifs) ;*
- *effectuer des expérimentations ;*
- *mesurer ces expérimentations.*

– consignes multi-acteurs en milieu urbain dense ou dans les principaux espaces de transit (gares, stations de transports en commun, parcs de stationnement, etc.) ;

- ***Espaces urbains concernés :*** *principaux pôles de transit de personnes sur le territoire (transports en commun, parkings relais, parcs de stationnement, centres commerciaux, etc.)*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, acteurs-opérateurs de réseaux de consignes de colis, gestionnaires de transports publics ou de parcs de stationnement*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

- *recenser les opérateurs et leurs besoins ;*
- *recenser les données techniques, de sécurité et d'accessibilité (marchandises mais aussi réglementation PMR, etc.) ;*
- *dimensionner l'espace ;*
- *étudier selon les cas la forme de mise à disposition ;*
- *mise en œuvre opérationnelle ;*
- *mesure des impacts.*

– conciergeries à l'échelle d'un ensemble d'immeubles, permettant aux particuliers de récupérer sur des horaires larges, les colis qui auront été livrés en leur absence et de bénéficier d'un certain nombre de services : dépose des clés de son appartement pour permettre l'intervention de techniciens mandatés par l'immeuble, service de blanchisserie, services de proximité... ;

- ***Espaces urbains concernés :*** *grands ensembles d'habitation ou tertiaires*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, promoteurs (pour les constructions d'immeubles), syndics d'immeubles, grandes entreprises du territoire*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

- *recenser les besoins et les acteurs ;*
- *identifier les projets possibles et étudier leur modèle économique ;*
- *intégrer dans le modèle de conciergerie la fonction dépose et retrait de colis ;*
- *mise en œuvre opérationnelle*

- points relais, qui continueront à avoir une grande pertinence en lien avec le commerce de proximité sur de nombreux territoires, mais pourraient rencontrer des difficultés de recrutement dans les milieux urbains denses ou touristiques. Une diversification de ces points relais vers de nouveaux acteurs comme les parcs de stationnement, les établissements publics, pourrait apporter une solution. En milieu rural, l'activité de point relais pourrait être rapprochée d'autres activités, postales, commerciales voire publiques sous la forme d'espaces multi-services, afin de maintenir une présence de services publics (par exemple via les maisons de service au public développées ces dernières années) ;

  - ***Espaces urbains concernés :*** *espaces urbains de toute dimension (des grandes agglomérations aux bourgs ruraux)*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, opérateurs de points relais, La Poste, commerçants*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***
    - *connaissance locale de l'équipement du territoire en points relais (4 réseaux nationaux, mais aussi autres réseaux spécifiques, drives de distribution, drives fermiers, etc.) et de sa répartition centre-ville / périphérie ;*
    - *identification des problèmes et besoins ;*
    - *dans les bourgs ruraux, recherche de solutions multi-services locales en lien avec les acteurs publics du territoire (Poste, mairie, etc.)*

- modes de livraison alternative des colis (sur le lieu de travail, de vacances, chez un voisin, etc.).

  - ***Espaces urbains concernés :*** *Grands ensembles administratifs et tertiaires, grandes entreprises*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *Les acteurs économiques du territoire, les chambres de commerce, les collectivités locales, les transporteurs*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***
    - *Concertation avec les entreprises,*
    - *prise en compte dans les Plans de Mobilité, obligatoires dans les entreprises de plus de 100 salariés,*
    - *mise en place d'expérimentation (retrait en conciergerie ou consigne)*
    - *mesure des impacts*

- Le développement des formes de mutualisation des flux internes à une entreprise en agissant, soit sur une gestion « logistique » des achats, en réduisant les impacts, soit en mutualisant certains flux internes (regroupement des achats, concentration des lieux de production et mutualisation des procédures d'échanges entre entités).

  - ***Espaces urbains concernés :*** *toutes les agglomérations*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *principales entreprises ou administrations du territoire ; intégration possible dans les Plans de Mobilité, obligatoires pour les entreprises de plus de 100 salariés ; acteurs publics afin de susciter des expérimentations*

- ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - *mettre en place un groupe de travail avec direction RSE et achats de grandes entreprises ;*
  - *identification des axes de travail ;*
  - *mise en œuvre et mesure des impacts*

- Un partage de l'espace public (voirie, trottoirs, parkings…) dans le temps entre usagers de manière à fluidifier le trafic et mutualiser des espaces urbains (par exemple dans les parkings) pour le stationnement et la circulation.
- La prise en compte de la logistique urbaine nécessite de **penser autrement l'espace public** en tenant compte de la nécessité de rendre la livraison des marchandises plus efficace, plus rapide, moins perturbante pour son environnement.

- ***Espaces urbains concernés :*** *espace public urbain (voirie, trottoirs), parcs de stationnement*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, gestionnaires de parcs de stationnement*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - *recenser les bonnes pratiques (benchmark international) ;*
  - *recenser les « points noirs » ;*
  - *imaginer des expérimentations de partage,*
  - *mesure des impacts*

- La modification de certains modèles de distribution en **mutualisant les opérations de livraison et collecte** dans un quartier. Cette mutualisation sera d'autant plus aisée qu'il existera au sein d'un quartier une mixité des activités permettant de générer à la fois des flux de livraison et de collecte.

- ***Espaces urbains concernés :*** *Grandes agglomérations, espaces urbains denses*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *collectivités locales, transporteurs*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - *étudier la répartition des activités sur le territoire en fonction des flux de livraison et collecte ;*
  - *étudier le changement de certaines pratiques à partir de cas très précis et concrets en collaboration avec un transporteur*

- **L'utilisation des infrastructures de transport public de personnes** (infrastructures de tramway ou de métro par exemple), mais aussi les véhicules eux-mêmes (voitures de tramway ou de métro, autobus), afin de transporter, en particulier aux heures creuses, des marchandises à l'aide de micro-conteneurs ou chariots.
  Intégrer la mobilité des marchandises comme composante à part entière de la mobilité au sein d'un territoire constitue un enjeu significatif permettant de réduire l'impact environnemental des livraisons urbaines.

- ***Espaces urbains concernés :*** *grandes agglomérations, mais aussi certains secteurs plus ruraux pour ce qui concerne les transports publics régionaux (cars, TER, etc.).*
- ***Acteurs à mobiliser :*** *opérateurs de transport public de personnes, acteurs publics en charge de l'organisation des mobilités, transporteurs afin d'imaginer des solutions nouvelles de partage.*
- ***Préconisations de mise en œuvre :***

  - *prendre en compte la mobilité des marchandises dès la conception du réseau ;*

- *intégrer le volet marchandises dans l'ensemble des réflexions stratégiques en termes de mobilité et dans les documents réglementaires associés ;*
- *intégrer un volet marchandises dans les DSP de transports publics ;*
- *expérimenter des solutions en fonction des situations locales, en partenariat avec les opérateurs de transports publics et les transporteurs (colis, Poste notamment).*

- Des expérimentations de modèles permettant la **mutualisation de certains métiers** (donc déplacements) intégrant la livraison, sans remettre en cause la professionnalisation, avec comme objectif une meilleure valorisation du métier de livreur et la réduction du nombre de déplacements.

  - ***Espaces urbains concernés :*** *grandes agglomérations, territoires isolés nécessitant le déplacement de véhicules pas toujours bien optimisés.*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *transporteurs et distributeurs ; acteurs publics locaux afin d'imaginer des solutions nouvelles de mutualisation des fonctions.*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***
    - *identifier, avec les transporteurs, des solutions ou expérimentations ;*
    - *identifier des bonnes pratiques et initiatives ;*
    - *observer et mesurer les impacts*

- Des expérimentations de modèles permettant la **mutualisation de certains trajets de personnes privées** avec la livraison de marchandises (notamment dans le contexte de développement des flux C to C auxquels ne répondent que partiellement les offres de transports professionnels).

  - ***Espaces urbains concernés :*** *grandes agglomérations, trajets interurbains*
  - ***Acteurs à mobiliser :*** *initiatives privées de start-ups ; acteurs publics afin d'observer et mesurer les impacts de ces expérimentations ; organisations professionnelles du transport*
  - ***Préconisations de mise en œuvre :***
    - *Mieux connaître les flux C to C du territoire ;*
    - *étudier et analyser des pratiques, connaître les acteurs ;*
    - *travailler en partenariat avec les organisations professionnelles du transport*

La réglementation et la fiscalité

Orienter les comportements, favoriser des solutions locales aux problèmes de desserte urbaine

L'efficacité des formes de mutualisation tient beaucoup au cadre réglementaire en place et aux mesures contraignantes et incitatives qui l'accompagnent.

Trop d'expériences en matière de logistique urbaine échouent faute d'un cadre réglementaire contraignant. Ce cadre doit en particulier intégrer des règles ne limitant pas exclusivement la logistique urbaine à une typologie de véhicules et aux émissions polluantes de ces véhicules. Il est peut-être nécessaire d'élargir les réglementations aux usages des véhicules et pas seulement à leur motorisation ou énergie. Il est proposé de réfléchir à la définition, par les pratiques les plus consolidées et mutualisées possibles mais sans brider les initiatives, des véhicules et activités autorisés à intervenir dans un milieu urbain dense et les droits afférents. Cela peut passer par un statut d'opérateur de livraison urbaine, qui s'engage alors sur un certain nombre de pratiques vertueuses dont la mutualisation des flux.

Pour la livraison de colis aux particuliers, un volet réglementaire exigeant des e-marchands l'affichage de données environnementales sur les modes de livraison proposés peut être mis en place : Un label de couleur pourrait ainsi informer le consommateur de l'impact environnemental de la solution qu'il choisit. De fait, une livraison consolidée vers des points relais ou des consignes pourrait ainsi être affichée avec un label environnemental plus favorable qu'une solution de livraison à domicile, *a fortiori* si elle est instantanée.

La Loi relative à la transition énergétique pour une croissance verte prévoit (article 34) la possibilité de créer un service public de transports de marchandises et de logistique urbaine. Ceci concerne en particulier le Centre de Distribution Urbain (CDU) qui a fait l'objet de différentes expériences en France. Le CDU constitue une des solutions de mutualisation des flux, avec un rôle essentiel de la réglementation. La réussite de ce modèle, qui nécessite la conjonction de nombreux facteurs, donc celui de la réglementation, reste contrastée. Si le principe même de mutualisation des flux dans le cadre d'un CDU reste un axe central de travail, sa mise en œuvre, son modèle économique, l'adhésion des acteurs économiques et l'impact environnemental restent très liés à la volonté politique locale et au contexte. Il est ici recommandé, avant toute mise en œuvre de CDU, de **bien étudier la faisabilité et l'adhésion des acteurs économiques**. La réglementation et l'application quotidienne de cette réglementation est en tout état de cause un facteur essentiel de réussite du projet.

Une étape intermédiaire nécessaire est probablement la généralisation de chartes de logistique urbaine afin d'aller au-delà des obligations d'intégration des problématiques marchandises dans les PDU. La concertation avec les professionnels du transport mais aussi les destinataires (notamment les commerçants) et les générateurs de flux (distributeurs, grossistes, e-marchands) est souhaitable dans ce schéma.

Cette charte pourrait intégrer une étape intermédiaire à celle de la proposition de statut d'opérateur de livraison urbaine. Celle-ci peut par exemple être la **mise en place d'un label d'engagement volontaire de transporteurs** dans une démarche de mutualisation des flux.

La professionnalisation

Le transport de marchandises est un métier

La part la moins optimisée du transport de marchandises est le transport en compte propre « destinataire », composé d'une multitude de petites entreprises ou artisans utilisant, de façon sporadique ou plus régulière, des véhicules parfois anciens, souvent mal optimisés[16]. Bien que moins optimisé que le compte d'autrui, le compte propre « expéditeur » réalise 67% de ses parcours sous la forme de tournées (cf. LAET, ETMV Bordeaux).

A l'inverse, le transport professionnel en compte d'autrui est mieux optimisé que le transport en compte propre car il est soumis à un *impératif de compétitivité économique* qui le conduit à optimiser l'usage de son véhicule (taux de remplissage ou ratio entre nombre de points livrés et distances parcourues) en transportant des biens en provenance de divers chargeurs et à destination de divers clients, la mutualisation des flux se faisant sur les plates-formes de consolidation. La comparaison des deux vagues d'ETMV laisse apparaître que ce transport en compte d'autrui est en croissance dans les échanges de marchandises réalisés en ville, mais son poids pourrait être encore accru pour une plus grande efficacité.

Il est recommandé d'étudier **les solutions incitatives permettant d'aider les artisans à externaliser les activités de livraison auprès de transporteurs professionnels**. Cela peut passer par des aides à l'acquisition de véhicules propres exclusivement réservées aux professionnels du transport, à des horaires de livraisons/enlèvement élargis ou à un stationnement facilité pour les professionnels, voire par d'autres mesures réglementaires ou fiscales. Une autre solution est de **mettre en place de nouveaux systèmes d'approvisionnement pour les artisans et les activités d'interventions** (maintenance, réparations, chantiers…) avec livraison directement sur chantier ou dans des « réseaux de BLU » adaptées réduisant considérablement les trajets effectués entre les lieux d'intervention et les plates-formes d'approvisionnement. L'approvisionnement des différents sites étant mutualisé par un seul opérateur de transport.

La formation et la communication

Comprendre la logistique urbaine et faire connaître les bonnes pratiques

La logistique urbaine est un domaine complexe aux multiples facettes. Ses effets sur l'environnement, dont certains aspects ont été mesurés au travers de cette étude, méritent d'être expliqués, partagés, avec le plus grand nombre.

Une des difficultés est la transversalité des sujets. La logistique urbaine concerne les transports mais est intrinsèquement liée aux pratiques commerciales, comportement des consommateurs, à l'urbanisme, à l'environnement, aux filières industrielles.

Elle ne doit plus être limitée à des groupes restreints de spécialistes et de chercheurs mais élargie à des cercles décisionnaires dans les collectivités locales, dans les entreprises et même, dans une

[16] A titre d'illustration, les résultats de la dernière ETMV Bordelaise montrent que 84% des trajets réalisés par le compte propre « destinataire » sont des traces directes, alors que 80% des trajets du compte d'autrui sont des tournées.

moindre mesure, aux particuliers eux-mêmes. Responsabiliser tous les acteurs de la chaîne passe par un volet didactique et des actions pédagogiques.

La logistique urbaine, dans toutes ses composantes, doit être intégrée dans des volets formation, des fiches techniques, guides de bonnes pratiques, « serious games », des volets communication sur les réseaux sociaux ou site internet dédié.

Le partage des expériences réalisées sur les territoires constitue aussi un volet essentiel. Si les solutions sont nécessairement adaptées à un territoire, le retour d'expérience de pratiques similaires sur d'autres territoires urbains permet de progresser dans la connaissance et l'analyse des solutions.

Ce partage avant tout les plus petites agglomérations, qui sont souvent absentes des débats sur la logistique urbaine, et rencontrent des problématiques différentes et mettent en place des solutions particulières.

1.2. Les mesures sur l'environnement urbain et technologique de la logistique urbaine

L'aménagement et la localisation des ménages et des activités

Pour un aménagement des villes qui améliore l'efficacité de la logistique urbaine

L'étude montre que l'aménagement des villes a un impact direct sur l'efficacité de la livraison du dernier kilomètre. Une urbanisation distendue, qui s'amplifie sous l'effet de l'étalement urbain, comme cela peut être le cas dans le scénario tendanciel, mais aussi dans la ville gravitaire, impacte directement les distances parcourues par les véhicules de livraison et les émissions de Gaz à Effet de Serre associées. A contrario, le scénario de ville polycentrique, qui tend à constituer des quartiers mixant les activités productives et les activités tertiaires, a un impact positif tant sur les distances que sur les émissions liées aux flux de livraison modélisés.

Cette étude ne vise a priori pas à émettre des recommandations sur l'organisation du territoire. Cependant, la mise en évidence des conséquences des choix d'urbanisme sur l'efficacité de la livraison urbaine mérite toutefois d'être rappelée.

Une meilleure efficacité des livraisons, qui va de pair avec une réduction des polluants locaux et globaux, résulte de la conjugaison entre :

- la concentration des activités sur des pôles, d'une part,
- la mixité de ces activités d'autre part.

Cette organisation spatiale autorise une réduction considérable des distances parcourues depuis l'entrepôt jusqu'au grossiste, puis au détaillant, mais également entre deux arrêts de livraison lors d'une tournée, ce qui peut permettre de surcroît de livrer plusieurs points à partir d'un seul arrêt et ainsi de réduire la congestion et la pollution. Il faut insister sur le fait que cette efficacité n'est possible que si les pôles accueillent tous les différents types d'activités, en effet des pôles spécialisés auraient au contraire pour effet d'accroître les distances parcourues.

Voilà pourquoi nous recommandons de préserver des espaces pour l'accueil des activités émettrices de flux en milieu urbain, qu'il s'agisse d'entrepôts ou de plates-formes de distribution, ou encore

d'activités productives (petite industrie, agriculture locale) afin de lutter à la fois contre le processus de **desserrement logistique** (localisation de plus en plus excentrée des activités logistiques, cf. Andriankaja 2014) et contre celui de **distension logistique** (les activités qui reçoivent des marchandises se concentrent dans les centres tandis que celles qui émettent des marchandises se développent dans des périphéries de plus en plus lointaines, contribuant ainsi à un étirement des distances parcourues, cf. Gardrat, 2017).

Ralentir, et idéalement stopper l'étalement urbain, mieux densifier les espaces existants en privilégiant la diversité des activités présentes (commerce, stockage, production, services, habitat) est un objectif à afficher dans les divers documents de planification territoriale si l'on veut obtenir des effets sur la limitation des distances parcourues, et encourager l'usage de véhicules électriques ou de modes doux. Cette recommandation passe notamment par l'offre de foncier à prix compatible avec l'accueil de ces activités en ville, et suppose de mettre un frein à la consommation d'espaces agricoles et au développement des zones d'habitat ou commerciales périphériques.

Améliorer l'efficacité de la livraison urbaine par la maîtrise des localisations tient en grande partie au degré d'intégration de cette problématique dans les politiques publiques, en particulier à travers les moyens réglementaires disponibles pour permettre un changement des pratiques. Laisser l'étalement urbain se poursuivre conduit à augmenter les distances, et en l'absence de mesures drastiques en faveur d'un parc propre, cela contribue à augmenter la consommation énergétique globale et les émissions de GES dues au transport de marchandises. Sans action sur les localisations des activités, tout effort pour renouveler le parc de véhicules de livraison avec des modèles propres ou pour encourager des pratiques logistiques mutualisées ne suffira pas pour lutter contre la consommation énergétique, source principale du réchauffement climatique et de la destruction des écosystèmes, et contre la pollution.

Des moyens pour lutter contre l'étalement urbain existent, les pistes suivantes peuvent être explorées :

- **Renforcer la protection durable et non-réversible d'espaces agricoles périurbains** à toutes les échelles de la planification territoriale (SCOT, PLU) ;
- **Augmenter la surface de terres agricoles concernées par « la politique de protection des espaces naturels et agricoles périurbains »** (PENAP). Ces périmètres sont accompagnés de programmes d'actions visant à maintenir une agriculture viable en zone périurbaine, à améliorer les liens entre l'agriculture et la ville et participer à la qualité des espaces naturels et agricoles et à leurs ressources.
- **S'appuyer sur les Commissions d'Aménagement Commercial** (qu'elles soient départementales, CDAC, ou nationales, CNAC) en **durcissant les conditions de délivrance des autorisations de création ou d'extension des surfaces commerciales**[17]. Cela peut passer par un renforcement des critères d'évaluation

[17] Ces commissions sont consultées pour tout projet de création de surface commerciale supérieure à 1000 m² (CDAC) et 20 000 m² (CNAC) afin d'apprécier la conformité des projets aux objectifs prévus par l'article 1er de la loi du 27 décembre 1973 et à l'article L. 750-1 du code de commerce selon lequel *« les implantations, extensions, transferts d'activités existantes et changements de secteur d'activité d'entreprises commerciales et artisanales doivent répondre aux exigences d'aménagement du territoire, de la protection de l'environnement et de la qualité de l'urbanisme »*.

environnementale, en y intégrant par exemple des mesures sur la destruction des commerces de proximité et l'augmentation des émissions dues à l'approvisionnement des ménages. Autre piste possible, restituer aux associations environnementales leur droit de recours contre les autorisations de centres commerciaux (droit supprimé en 2014) afin de leur permettre de contrôler la prise en compte effective des critères d'évaluation environnementale dans les projets de création de zone commerciale.

- **Mettre en œuvre une fiscalité incitative à la préservation des commerces de centre-ville** afin de lutter contre la compétition communale pour attirer des équipements commerciaux et s'inscrire dans les principes de la loi SRU de préservation de la diversité des fonctions urbaines en garantissant une utilisation économe et équilibrée des espaces naturels. Dans cette logique, un moratoire sur l'installation de zones commerciales peut être relancé (sans nécessairement geler tous les projets en cours).

La transition énergétique

Il est indispensable et urgent d'avoir un parc de véhicules propres

L'étude porte sur les modèles de mutualisation du dernier kilomètre et non directement sur la transition énergétique. Les résultats des différents scénarios, qui peuvent, pour certains, être décevants, prennent pourtant en compte un préalable essentiel : le changement progressif des véhicules de livraison vers des véhicules électriques (VUL), au GNV (porteurs) ou Euro VI (véhicules articulés). Cette transformation du parc, qui serait progressivement imposée par les réglementations locales et encouragée au travers d'incitations fiscales, sera un levier important pour inciter indirectement au développement de la mutualisation et faire émerger de nouveaux services de mobilité.

Il est toutefois constaté que le prix d'achat du véhicule, notamment pour ce qui concerne les véhicules électriques, ne constitue qu'un des facteurs constituant un frein à la transition énergétique vers des énergies alternatives au diesel dans la mesure où il est en partie compensé par nombre d'aides[18] (de l'Etat et locales).

D'autres facteurs de frein au développement de véhicules propres peuvent être rappelés :

- offre de véhicules peu importante notamment pour le segment des gros VUL et poids lourds,
- modèle économique appliqué par les loueurs de véhicules sur le calcul de la valeur résiduelle,
- insuffisance des bornes de recharges rapides en milieu urbain et des stations GNV,
- nécessité pour les opérateurs de changer leur modèle opérationnel, notamment pour les véhicules électriques, afin que le véhicule retourne en fin de tournée vers un point fixe de charge.

Dans cette trajectoire vers la transition énergétique, il est recommandé que l'intervention publique favorise les flottes professionnelles (compte d'autrui et compte propre « expéditeur ») et ne soit pas

En dépit de ces commissions, la tendance actuelle est à l'extension des surfaces commerciales, la France étant très permissive par rapport à ses voisins européens. Ces quinze dernières années, alors que la consommation n'augmentait que de 36%, le parc des surfaces commerciales a progressé de 60% (https://www.youtube.com/watch?v=GLtHmOJfPkQ) , faisant apparaître des friches urbaines et progressivement aussi périphériques.

[18] Une meilleure lisibilité de ces aides, notamment sur le plan local, serait souhaitable.

orientée vers des incitations au développement du compte propre « destinataire », particulièrement mal optimisé. Les douze années qui nous séparent de l'horizon des scénarios (2030) permettent d'envisager cette transformation avec une offre nouvelle de véhicules de livraison, plus performants et moins chers, le développement de formes de véhicules autonomes ou de robots permettant d'effectuer des tâches unitaires.

Les résultats de l'étude montrent que la transition énergétique dans la livraison de marchandises est indispensable, même si elle n'est clairement pas suffisante pour obtenir une diminution significative des émissions de GES (Accords de Paris : -30% d'émissions entre 1990 et 2030) et polluants locaux. Pour atteindre ces objectifs, la seule véritable voie est d'œuvrer à la diminution de la consommation énergétique globale. En effet, le scénario le plus volontariste sur le plan des localisations, avec un parc propre (VUL 100% électriques, Porteurs 100% GNV, articulés Euro VI), ne permet que de réduire partiellement les émissions de GES par rapport à leur niveau de 2017 (-2% dans l'aire urbaine de Bordeaux qui connaît une croissance économique soutenue, -14% dans celle de Besançon où la croissance est bien plus faible). Par conséquent, si l'on souhaite réduire fortement ces émissions et satisfaire aux objectifs sur le climat [19], **il faut impérativement accompagner cette transformation des motorisations par des innovations dans les pratiques logistiques de manière à réduire la consommation énergétique globale (le nombre de livraisons/enlèvements, les distances parcourues, modifier les modes de transport**, etc.).

La recommandation porte toutefois sur la nécessité d'accélérer le déploiement de nouveaux modèles de véhicules de livraison urbaine, plus propres et moins impactants sur le plan environnemental. Cela passe par l'élaboration d'un véritable projet industriel des constructeurs de véhicules de manière à apporter les solutions techniques nécessaires à cette transition, par un volet fiscal pour en favoriser l'acquisition, et le déploiement des infrastructures de charge ou GNV.

L'innovation et l'expérimentation

Poursuivre le travail de recherche, aider le développement de technologies innovantes et définir des indicateurs permettant de comparer les expérimentations

La logistique urbaine se transforme au rythme de la consommation, mais aussi de la technologie.

Sur le plan de la consommation, les données restent imparfaites et parfois anciennes. Il est nécessaire **d'intensifier les études et recherches** afin de mieux comprendre les flux, les différences entre les territoires (petites et moyennes villes vs grandes agglomérations), les impacts des nouvelles pratiques de consommation. Cela concerne les formes de livraison à domicile, mais aussi les flux générés par les magasins.

Sur le plan technologique, les innovations sont nombreuses :Robots de livraison, véhicules autonomes, drones, impression 3D, outils d'optimisation des flux, plates-formes numériques,

[19] Le cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030 fixe trois grands objectifs pour 2030 : réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % (par rapport aux niveaux de 1990) ; porter la part des énergies renouvelables à au moins 27 % ; améliorer l'efficacité énergétique d'au moins 27 %.

conteneurisation urbaine, matériels de livraison innovants… Nombre de sujets nécessitent des expérimentations, des évolutions réglementaires et des recherches opérationnelles.

L'intégration des innovations en matière de logistique urbaine et de leur évaluation dans les programmes nationaux et européens de recherche et d'innovation est indispensable. Elle permettra de développer une filière économique et de mieux connaître les meilleures pratiques de livraison.

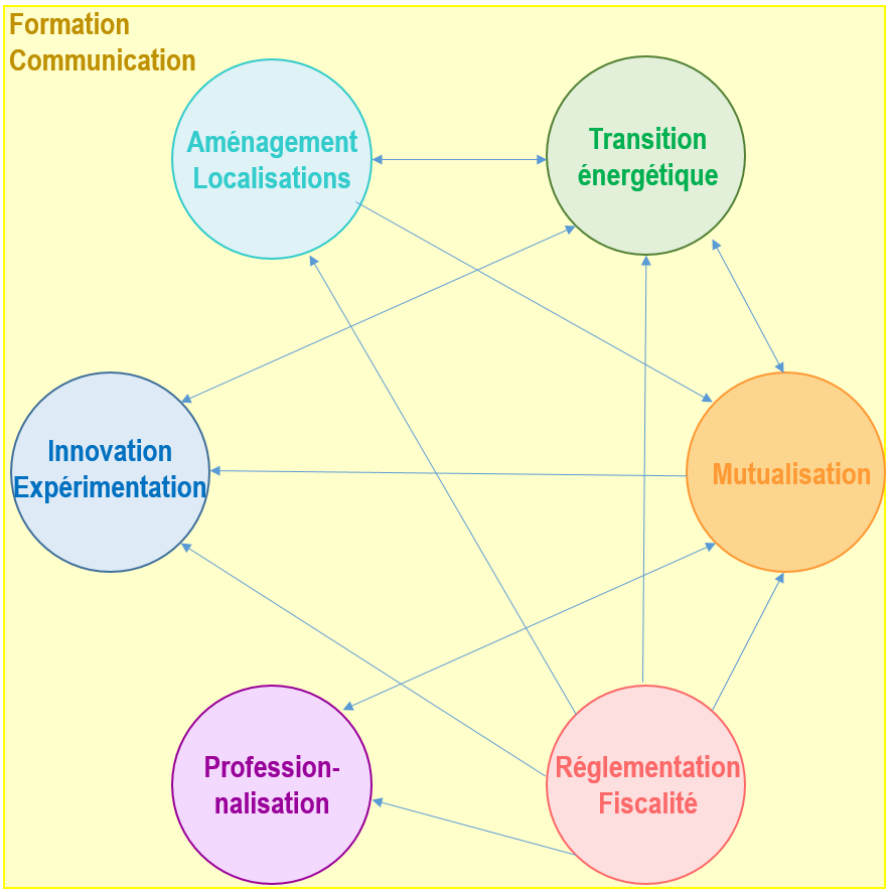
La loi de transition énergétique, encourage **la mise en œuvre d'expérimentations** en matière de logistique urbaine. Or l'impact des innovations technologiques, organisationnelles ou réglementaires sur l'efficacité de la logistique urbaine est assez mal connu pour plusieurs raisons :

- Une d'entre elles tient au fait qu'elles consistent **à lancer un test de « faisabilité » pour mettre à l'épreuve le concept lui-même** (nouvel outil, nouvelle organisation, nouvelles technologies, test de prototype…) pendant un laps de temps assez court, puis de **faire un bilan pour évaluer la pertinence du modèle et la concordance des résultats obtenus avec les objectifs visés**. On observe que bon nombre d'expérimentations cessent après ce premier bilan sans pour autant signifier à un échec. L'évaluation doit tenir compte, non seulement de ce qui s'est passé lors de l'expérimentation mais doit intégrer également une simulation des effets qui seraient obtenus avec des modifications dans les différents modules.
- Les autres raisons tiennent aux **méthodes d'évaluation** qui doivent être calées sur un **modèle unique avec une batterie d'indicateurs, quantitatifs et qualitatifs, standardisés et pertinents**. Sans cela, il est impossible de mesurer et comparer entre eux les effets de ces expérimentations. Cet ensemble d'indicateurs permettront de caractériser et apprécier l'expérimentation. Pour garantir leur production, le soutien financier ou réglementaire qui accompagnera ces expérimentations devra être conditionné à leur publication. Ces indicateurs devront au minimum être établis pour la situation de référence (avant la mise en œuvre de l'expérimentation), puis, une fois l'expérimentation en place, ces indicateurs devront être calculés régulièrement (par exemple tous les 6 mois) afin de mesurer la montée en puissance de l'expérimentation.

C'est à cette condition que les enseignements de ces expérimentations pourront bénéficier à tous en particulier en rendant possible la simulation d'une transposition de ces expérimentations à d'autres contextes ou à d'autres échelles.

2. Ces 7 familles font système

Nous les avons présentées séparément alors qu'en réalité ces 7 familles sont étroitement liées et dépendantes les unes des autres ainsi que le figure le schéma suivant :



Ce schéma est vraisemblablement partiel, la complexité est telle que nous n'avons sans doute pas identifié toutes les relations qui unissent ces différents leviers. Pour autant, explicitons-en quelques-unes :

- Aménagement/localisations ↔ transition énergétique : En favorisant la mixité des activités, en agissant sur les localisations, on permet de limiter les kilomètres parcourus ce qui rend possible l'usage de véhicules propres adaptés aux distances courtes (modes doux, véhicules électriques). Réciproquement, le développement d'un parc propre suppose la mise en œuvre d'aménagements urbains pour permettre à ces véhicules d'être aisément rechargés ou stationnés.
- Réglementation/fiscalité → transition énergétique : la mutation vers un parc totalement propre sera d'autant plus rapide que la loi, à travers la fiscalité ou la réglementation, favorisera le recours aux véhicules et aux modes les plus vertueux sur le plan environnemental.
- Innovation et expérimentation ↔ Transition énergétique : C'est grâce à l'innovation que l'offre de véhicules propres pourra s'adapter aux besoins des transporteurs et des chargeurs. En retour, l'usage de ces véhicules pourra nécessiter des innovations dans les organisations logistiques de manière à optimiser les trajets ou la journée de travail du chauffeur.
- Mutualisation → innovation : la mise en œuvre à grande échelle de la mutualisation ne pourra se faire qu'au moyen d'innovations dans les organisations logistiques.
- Réglementation/fiscalité → Mutualisation : la mutualisation ne pourra être mise en œuvre que si chacune des parties présentes y trouve un avantage. La réglementation peut susciter un intérêt pour la mutualisation en contraignant la desserte dans certains quartiers, ou en rendant possible le partage des véhicules ou des infrastructures par exemple.

- Réglementation/fiscalité → professionnalisation : la création d'un statut de l'opérateur de livraison urbaine avec octroi de droits afférent pourra encourager la professionnalisation.
- Aménagement/localisations → mutualisation : l'optimisation du chargement des véhicules dans le cadre de tournées faisant à la fois de la ramasse et de la distribution suppose que les activités qui reçoivent et celles qui expédient se situent à proximité les unes des autres. Pour cela il est nécessaire d'orienter les localisations au moyen des outils d'aménagement et de planification urbaine.

Dans ce système le levier Formation / Communication est un peu à part dans la mesure où il conditionne les autres. C'est par une meilleure compréhension du fonctionnement du transport de marchandises en ville, des contraintes auxquelles sont confrontés les multiples acteurs concernés par la logistique urbaine, que l'on pourra mobiliser efficacement les autres leviers. Ce levier est donc essentiel et doit faire l'objet d'un investissement particulier.

3. Les points de vigilance

La logistique est aujourd'hui perçue par la sphère privée comme un atout stratégique, marketing et compétitif qu'il est par conséquent difficile de partager [entretien]. Sans intervention pour coordonner les multiples initiatives privées, leur déploiement désordonné génère dans les centres-villes une multiplication des mouvements de marchandises. Pour pouvoir actionner de manière efficace les différents leviers identifiés, et choisir celui qui sera le plus pertinent pour inciter à une mutualisation durable des flux de marchandises, il est nécessaire d'éclaircir de nombreuses zones d'ombres :

- Avec qui mutualiser ? en interne (groupe, filiale) ? Parmi des organisations semblables ? Pour des produits avec le même type de conditionnement ?
- Avec quels types de concessions ? les acteurs sont-ils prêts à accepter une modification des horaires ? à installer des équipements spécifiques ?
- Quelles pratiques peuvent évoluer ? le partage en amont ? en aval ?

En outre, il faut garder à l'esprit que si la mutualisation peut sembler vertueuse en ce sens qu'elle a pour objectif d'optimiser une ressource en la mettant en commun, son déploiement est limité par nombre de freins :

- Certains sont liés aux marchandises elles-mêmes : toutes les marchandises ne sont pas éligibles à la mutualisation, ce modèle n'est donc pas transférable à 100%
- Les habitudes sont généralement assez longues à se modifier, on bute ici sur un frein sociologique
- La question des coûts est également un obstacle : qui les supporte ? comment est déterminée la fonction de coût (coût moyen - coût marginal) ?
- Freins juridiques : la législation du travail notamment
- Freins liés à l'organisation : comment est pris en compte le transfert de responsabilité des biens ? comment est gérée la confidentialité ?

Parce que la question de l'approvisionnement des villes est porteuse d'enjeux d'aménagement, économiques, sociaux et environnementaux, il est nécessaire d'objectiver les problèmes et de fixer le champ des possibles pour corriger les effets négatifs de la livraison du dernier kilomètre. Les experts rencontrés s'accordent à penser qu'il n'existe pas de solution "plug and play", c'est-à-dire que toutes les "solutions" ne sont pas transférables et qu'il faut s'attacher à la spécificité de chaque territoire (densité, localisation, économie) pour y proposer des mesures adaptées. Néanmoins, il est important d'aborder le dernier kilomètre dans une approche globale de la Supply Chain et d'avoir une réflexion approfondie sur la normalisation des réglementations afin de se fixer un socle commun et gagner en lisibilité. Cette standardisation des réglementations pourrait aller, selon nos interlocuteurs, jusqu'à son intégration dans le Code de la Route. En proposant une définition claire des organisations, ce socle commun permettrait d'initier la "réorganisation des organisations". Par ailleurs, bien que la plupart des experts interrogés pensent que le recours extrême à l'économie de plateforme ne se produira pas, ce scénario ne doit pas être totalement écarté.

Le besoin de différenciation des villes peut également être une source d'inspiration pour agir sur la logistique urbaine de même que la technologie peut avoir des effets positifs sur les méthodes d'approvisionnement des villes. Les applications sur la mutualisation sont si nombreuses qu'il faudra sans doute, aux dires de nos interlocuteurs, développer des outils permettant de "mettre en réseaux les réseaux" et trouver des moyens pour standardiser les conditionnements. Il s'agit donc de « transformer globalement la manière dont les objets physiques sont manipulés, déplacés, entreposés, réalisés, fournis et utilisés ». Une telle interconnexion de tous les systèmes permettrait une rationalisation de l'ensemble des livraisons, mais ce principe qui est celui de l'internet physique qui est bien maitrisé pour la logistique globale reste encore conceptuel pour la logistique urbaine. Nous en proposons une interprétation dans la conclusion générale de ce rapport.

Quel que soit le choix de ville vers lequel s'orienteront les collectivités pour satisfaire leurs objectifs, aucun ne se fera sans intégrer la logistique. *C'est d'ailleurs peut-être ça le plus grand défi des transports : partager la ville avec intelligence* [Montreuil, 2011]

Conclusions - Que pourrait-être la logistique urbaine de demain ?

Le jeu des 7 familles de leviers présentés dans la partie 5 laisse apparaître qu'il n'existe pas de solution unique, c'est aux acteurs locaux qu'il revient de travailler ensemble pour composer à partir de ces leviers et compte tenu des caractéristiques de leur territoire, l'assemblage pertinent pour répondre aux enjeux du transport de marchandises. Dans ce tableau, le rôle de l'Etat est de fixer un cadre législatif et des moyens qui favorisent l'expérimentation, qui permettent aux collectivités d'agir, qui stimulent la recherche et l'innovation.

Sur ce point précis des innovations dans les organisations, revenons ici sur les scénarios simulés. Nos hypothèses de ville gravitaire ou polycentrique, même si elles ont été poussées à la caricature, se déclinent néanmoins selon une vision traditionnelle de la logistique urbaine. C'est-à-dire que nous avons imaginé des situations extrêmes sans toutefois réinventer ce que pourrait être la logistique. Pourtant des ruptures profondes pourraient survenir, comme le suggèrent les travaux menés sur le concept de l'internet physique et dont nous nous sommes inspirés pour ébaucher le scénario de ville centrifuge. Ce scénario de rupture nous invite à changer de perspective sur la logistique urbaine. D'une vision traditionaliste fondée sur une logique de cheminement d'un produit de son fournisseur vers son destinataire il suggère de passer à une vision numérique fondée sur des algorithmes permettant aux chemins de s'adapter instantanément aux changements d'état de son environnement.

En effet, la technologie, l'open data, l'internet des objets, la ville mutualisée, introduisent **un changement de paradigme** concernant le cheminement même des produits à transporter et les façons d'emballer et de stocker qui sont aujourd'hui peu performantes en termes de durabilité. Ce changement, associé au développement de la fabrication additive, peut transformer totalement la façon d'approvisionner les villes et par ricochet peut également modifier la structure économique même de ces villes. D'une certaine façon, on peut imaginer que si aujourd'hui la logistique urbaine a dû s'adapter aux villes, une vision plus systémique peut être envisagée de telle sorte que ce soit la ville qui s'adapte à la logistique urbaine pour en maîtriser les externalités négatives.

Le concept de l'internet physique permet d'avoir une vision « évolutionnaire » de la logistique urbaine. En utilisant la métaphore du concept de l'internet qui, pour transmettre de l'information utilise des routeurs dans le but d'y stocker un grand nombre d'informations afin ensuite de les envoyer par paquets à destination, on peut imaginer ce qu'une transposition aux biens matériels pourrait donner. Sur internet, la codification et l'interfaçage de l'information lui permettent de circuler sur le réseau au moyen d'interconnexions rapides et efficaces. Cette circulation et mise en réseau de l'information dans le but de la distribuer efficacement s'applique aujourd'hui au monde virtuel sans que quiconque ne se soucie au final de qui transporte l'information ni où elle a été stockée

préalablement. Selon Eric Ballot, ce concept virtuel pourrait être transposé à un concept physique tel que la logistique.

Aujourd'hui la logique des fournisseurs qui livrent en compte propre implique que les trajets ne peuvent pas être efficients. Le cheminement d'un colis est déterminé par son expéditeur qui va de manière individuelle, intrinsèque, c'est-à-dire suivant une logique économique propre et indépendamment des autres, optimiser le trajet (les tournées) en fonction de ses destinataires et de ses engagements. Aussi, ses tournées (parcours) sont d'autant plus longues ou multiples que ses destinataires sont dispersés. Chaque expéditeur a donc son organisation, son réseau, ses entrepôts et ses clients. En outre, l'économie concurrentielle dans laquelle s'inscrivent les fournisseurs rend quasiment impensable la mise en œuvre d'ententes en faveur d'une optimisation des acheminements alors même que leur destination serait identique. Finalement, c'est presque l'identité même du produit qui pose des problèmes d'acheminement (deux produits identiques mais de marques concurrentes ne sont que rarement acheminés dans le même camion). Dans ces conditions, si l'on souhaite appliquer le concept de l'internet physique à la logistique, il est nécessaire de lever les barrières propres à l'organisation des livraisons en compte propre : de recourir à une professionnalisation quasi-totale des livraisons ou du moins de donner la possibilité au compte propre de fonctionner grâce une mutualisation (des véhicules et/ou des trajets) sans que les produits soient « identifiables » a priori. La conteneurisation, parce qu'elle rend anonyme le contenu, et la normalisation parce qu'elle optimise l'information, pourraient conduire à la neutralisation de l'identité des produits tout en permettant, via la standardisation des conteneurs, une optimisation des stockages. Ainsi, ces conteneurs codifiés dans une norme internationale pourraient alors être acheminés par le réseau le plus efficace.

Les mots clés pour penser la logistique urbaine en termes d'internet physique seraient donc :

- La **professionnalisation des livraisons** : le compte propre « destinataire » disparaît grâce à des solutions incitatives (pour les artisans notamment) et le compte propre « expéditeur » se professionnalise ou est remplacé par du compte d'autrui. Cette professionnalisation du métier pourrait nécessiter des prérogatives professionnelles normées (distinguant, pourquoi pas, la logistique de la logistique urbaine).
- La **conteneurisation** des produits transportés et leur standardisation garantissant l'optimisation physique des stockages, l'intégrité du colis, mais aussi la possibilité que ces conteneurs puissent être stockés n'importe où.
- Une **normalisation** de l'information sur le colis permettant son itinérance quelle que soit la façon dont il est transporté. Cette perspective laisse alors la possibilité à toutes les formes de mutualisation.

Ces caractéristiques pourraient même s'accompagner d'une logique **d'industrialisation** intégrée où la production du produit lui-même est intégrée à sa logistique. A l'image des ports maritimes qui se développent ou se sont développés avec une industrie accompagnatrice réduisant les coûts de transport de matières premières par exemple (qui sont extraites sur place), on peut imaginer que l'approvisionnement des centres-urbains dépasse les contraintes de stockage et de temps de trajet et que la production soit incluse dans le processus d'approvisionnement et parfois réalisée à destination (fabrication additive). C'est une extrapolation des circuits courts où les industries se rapprochent des unités de distribution.

Bien sûr, l'horizon 2030 fixé dans le cadre de cette étude est sans doute peu envisageable pour une restructuration aussi profonde de la logistique, même si les scénarios simulés ont pu tester certaines des dimensions indiquées ici (professionnalisation, mixité des activités). Le scénario de ville centrifuge ne peut dès lors qu'être ébauché, et non simulé, afin d'envisager quels seraient les impacts d'une telle transposition des concepts de l'internet à la logistique urbaine.

Les effets prévisibles de cette nouvelle organisation sur les indicateurs retenus pour comparer les scénarios sont :

- Un recours massif au compte d'autrui ;
- Une hausse des traces directes jusqu'aux HUB : ces traces directes sont parfaitement optimisées (taux de remplissage maximal des véhicules qui, par définition, s'adaptent). On peut ainsi imaginer des taux de remplissage de 100% en raison de la standardisation des conteneurs. On peut également envisager des retours chargés du fait du développement de la logistique inverse et/ou du rapatriement des conteneurs vers un autre HUB. Ainsi, aucun véhicule n'arrive ou ne repart à vide ;
- La mise en place de plusieurs HUB soit spécialisés, soit localisés à proximité immédiate. Le dernier kilomètre est optimisé, il y a alors une baisse des distances concernant l'approvisionnement. Ces hubs sont exploités à 100% sans perte d'efficacité ;
- La croissance des manutentions entre les espaces de stockage. Celle-ci peut entraîner une hausse des coûts de manutention à moins que la standardisation des colis ne la rende plus opérationnelle ;
- La création d'espaces de stockage (de type consignes) adaptés au standard des conteneurs pour les flux du e-commerce. Ces équipements permettent de s'affranchir du problème de remise du colis au destinataire. Comme il n'y a pas (ou peu) d'échecs de livraison, le client venant chercher le colis au moment de son choix, les distances parcourues par les transporteurs diminuent ;
- Une croissance de la mutualisation, dans toutes ses 6 dimensions identifiées lors de la phase 1 de cette étude, afin de réduire les interfaces : tout devient "prétexte" à la logistique.

Un certain nombre de **points de vigilance** sont cependant à souligner du fait de cette professionnalisation des livraisons :

- Ne pas risquer l'"ultra-professionnalisation" qui serait susceptible de léser les entreprises les plus petites qui avaient pour habitude de recourir au compte propre. Cette situation de professionnalisation peut se traduire paradoxalement par une hausse des coûts généralisés (coûts monétaires et temps). La livraison (re)devient un vrai service dont le coût n'est plus "transparent".
- Possibilité de générer à terme des situations de monopoles ou de renforcer des positions dominantes.
- Risque de déstructuration du marché du travail, notamment concernant les conditions de travail des livreurs (la nécessaire flexibilité imputable à l'arbitrage coût/temps). Ce point de vigilance est d'autant plus important que le manque de barrières à l'entrée de l'activité de transport peut entraîner la multiplication de la création d'entreprises sous-traitantes des grands groupes établis, mais très fragiles économiquement. La professionnalisation des livraisons, entendue comme telle, devrait sans doute alors s'accompagner de prérogatives professionnelles.

Bibliographie

Bonnafous, A. (2000), Les marchandises en Ville, le problème méthodologique de l'appréhension statistique, in Centre Jacques Cartier et Patier, D. Treizièmes entretiens Jacques Cartier, L'intégration des marchandises dans le système de déplacements urbains, 1-6 octobre, Montréal, Lyon, LET, pp. 85-92 (collection Etudes et Recherches, n°15).

CEREMA, (2015), La logistique urbaine - Connaître et agir

Dablanc, L., Morganti, E., Arvidsson, N., Woxenius, J., Browne, M., Saidie, N. (2017), The Rise of Instant Delivery Services in European Cities. 20p.

Dablanc, L., Patier, D., Gonzalez-Feliu, J., Augereau, V., Leonardi, J., Simmeoni, T., Cerdà, L. (2011), SUGAR. Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies. City Logistics Best Practices : a Handbook for Authorities, Regione Emilia Romagna, Bologna, Italy

ECR, (2013), Mutualisation Logistique, guide pratique, 32 pages.

Gardrat, M., Serouge, M., Toilier, F., Gonzalez-Feliu, J. (2014), Simulating the structure and localization of activities for decision making and freight modelling: The SIMETAB model, pp. 147-158. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 125.

Gardrat, M., Toilier, F., Patier, D., Routhier, J.-L. (2016), The impact of new practices for supplying households in urban goods movements: method and first results. An application for Lyon, France. *VREF Conference on Urban Freight 2016*, Gothenburg, Sweden, October 17-19.

Gerardin, B., Patier, D., Routhier, J. L., Ségalou, E. (2000), *Diagnostic du Transport de marchandises dans une agglomération*, Programme national Marchandises en ville, DRAST.

Gonzalez-Feliu, J., Raux, C. (2009), FIDES. Rapport de phase 2. Contrat PREDIT.

Gonzalez-Feliu, J., Morana, J. (2010), Are city logistics solutions sustainable? The Cityporto case, TEMA Journal of Land Use, Transport and Environment 3 (2).

Gonzalez-Feliu, J., Morana, J. (2011), Collaborative transportation sharing: from theory to practice via a case study from France. In Yearwood, J.L., Stranieri, A. (eds.), Technologies for Supporting Reasoning Communities and Collaborative Decision Making: Cooperative Approaches, Information Science Reference, pp. 252-271.

Gonzalez-Feliu, J. Morana, J. (2012), Performance, durabilité et robustesse de la mutualisation logistique, Rapport de Recherche LET 2012-001.

Gonzalez-Feliu, J. (2013), Multi-Stage LTL Transport Systems in Supply Chain Management. In Cheung, J., Song H. (eds.), Logistics: Perspectives, Approaches and Challenges, Nova Science Publishers

La Documentation française, (2014), L'Internet Physique, le réseau des réseaux des prestations logistiques , 219 pages.

Lambert, S., Riopel, D. (2003). Logistique inverse : revue de littérature. Les Cahiers du GERAD, 61 p.

Libeskind, J. (2015), La logistique urbaine, les nouveaux modes de consommation et de livraison, Éditions FYP.

Montreuil B. (2011), Manifeste pour un internet physique - Transformer globalement la manière dont les objets physiques sont manipulés, déplacés, entreposés, réalisés, fournis et utilisés, Université Laval, Traduction de Lounes M. et de Montreuil B., 88 pages.

Patier, D., Routhier, J.-L. (2009), La logistique urbaine, acquis et perspectives, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n. 55, pp. 5-10.

PIPAME, (2011), Pratiques de logistique collaborative : quelles opportunités pour les PME/ETI ?, 96 p.

PIPAME, (2013), Évolutions technologiques, mutations des services postaux et développement de services du futur, rapport pour le Pipame, 136 pages.

PIPAME, (2015), Enjeux et perspectives de la consommation collaborative, rapport pour le Pipame, 336 pages

PREDIT, (2012), *Simulation de l'Internet Physique: contribution à la mesure des enjeux et à sa définition*, 200 pages.

Rakotonarivo, D. Gonzalez-Feliu, J., Aoufi, A., Morana, J. (2009), *La mutualisation*. halshs-01056188. 33 pages.

Rizet C., Bouguerat H. (2013), Evolution des élasticités du transport routier de fret au prix du gazole, HAL id hal-00858166, 29p.

Rogers, Dale S., Tibben-Lembke, Ronald S. (1998). Going Backwards : Reverse Logistics Trends and Practices. Reverse Logistics Executive Council.

Routhier, J.-L. (2014) Paris urban freight survey - First results. Presented at Metrofreight Day, *Transport Research Arena*, Paris La Defense, France, April 17.

Saidi, N. (2017), Livrer Babel: la livraison "instantanée" dans le Grand Paris. Master's course report, School of Architecture for Cities and Territories of Marne la Vallée, University of Paris-East. 137p.

Simoni MD et al., (2015), *ducing Competition in Urban Consolidation Centre freight allocation modelling*, TRB 2015 annual meeting.

Simonot, Roure, (2007), Logistique collaborative, une question d'avenir, Economica

Sohrabi H et al., IPIC (2014), *Towards An Interconnected Distribution Planning Framework*, 15 p.

Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., van Duin, R. (2001), *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems.* Emerald.

Triantafyllou MK et al., (2014) *Urban Freight Consolidation Centers : a Case Study in the UK Retail*

Sector, TRB 2014 annual meeting

Rougès, Montreuil (2014) Crowd-sourcing delivery: New interconnected business models to reinvent delivery

Routhier, J.L., Toilier, F. (2007), FRETURB V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement, *11th WCTR*, Jun 2007, Berkeley, United States, 22 p.

Toilier, F., Patier, D., Gardrat, M., Routhier, J.-L. (2016), How can city logistic requirements be anticipated? Lessons from the Bordeaux UGM surveys (1994, 2013). *VREF Conference on Urban Freight 2016*, Gothenburg, Sweden, October 17-19.

Annexe

Annexe 1 : Les experts mobilisés pour cette étude

Dans le cadre de ce projet, nous avons été amenés à solliciter de nombreux experts pour recenser les diverses formes de collaboration ou de mutualisation existantes ou envisageables ainsi que leurs impacts sur le transport de marchandises. Qu'ils soient ici remerciés pour leur disponibilité et la qualité de nos échanges.

Les entretiens réalisés

Jesus Gonzalez Feliu	Maitre assistant à l'école nationale des Mines de Saint-Etienne
Stephen Robbins	Operation Manager, London Construction Consolidation Center
Jacqueline Short	Project Manager, Freight & Fleet Programme, Transport For London
Laetitia Dablanc	Directrice de Recherche à l'IFSTTAR
Hervé Street	Président du SNTL
Eric Ballot	Professeur à Mines Paristech
Diana Diziain	Directrice d'Afilog
Frédéric Delaval	Directeur du programme prioritaire Logistique Urbaine de La Poste
Sandrine Ressayre	Directrice de Blue Distrib
Nicolas Van Meerbeke	CEO de Colibou
Christophe Ripert	Directeur immobilier, DGA de Sogaris
Hervé Levifve	Conseiller technique de Christophe Nadjovski, adjoint à la Maire de Paris chargé des transports, voirie, déplacements et espace public
Laurence Morin	Responsable de la division Logistique Urbaine, Agence de la Mobilité, DVD, Ville de Paris
Benjamin Chemla	Président de Stuart
Stéphane Tomczak	Président de Deliver, Responsable de la commission transports, Fevad
Xavier Hua	Délégué Général de l'Institut du Commerce (ECR)

Les participants à l'atelier prospectif

Marina Lagune	DGITM
Lionel Kaniewski	DGITM
Xavier Hua	ECR
Aurélien Joly	Externe
Dominique Ory	FM Logistic (vision internationale et prospective)
Tom Dubois	Forum Vies Mobiles
Stéphane Tuot	Franprix
Florence Toilier	LAET
Jérôme Libeskind	Logicités
Laurence Morin	Mairie de Paris
Eric Ballot	Mines ParisTech
Caroline Ponal	PMP
Laura Papet	PMP
Hervé Moncel	SEDD du Doubs (Besançon)
Philippe de Clermont-Tonnerre	Star's Service
Vincent Talon	Twinwheel
Jean Damiens	Directeur de l'EST

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

PMP
BEYOND CONSULTING
LOGICITÉS

LAET
LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS
TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY
ELV Mobilités
Territoires & Déplacements
Etudes Conseils et Formation