



HAL
open science

Optimiser le transport de marchandises en milieu urbain : Mythe ou réalité ?

Emmanuel Cohen, Patrick Nierat

► **To cite this version:**

Emmanuel Cohen, Patrick Nierat. Optimiser le transport de marchandises en milieu urbain : Mythe ou réalité?. ATEC ITS France 2020, Jan 2020, Montrouge, France. 11p. hal-02503867

HAL Id: hal-02503867

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02503867>

Submitted on 10 Mar 2020

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

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

OPTIMISER LE TRANSPORT DE MARCHANDISES EN MILIEU URBAIN : MYTHE OU RÉALITÉ?

Emmanuel Cohen et Patrick Niérat (IFSTTAR/Splott)



1/ Enjeux et objectifs

Le transport de marchandises en ville forme aujourd'hui un volet central de la logistique urbaine. 40% des véhicules*km (UVP - Unité Véhicule Particulier) du transport de marchandises en ville sont effectués par les établissements économiques (DREAL, 2018). Quelle est l'organisation des transporteurs qui effectuent les livraisons urbaines dont le nombre a très fortement augmenté au cours de la dernière décennie avec l'explosion du e-commerce. Peut-on parler d'optimisation du transport, principalement pour le dernier kilomètre? Est-il réellement possible de réduire la distance totale parcourue et la durée des tournées urbaines de façon significative? La présentation s'appuie sur un travail effectué chez DB Schenker, une des principales entreprises de messagerie opérant en Ile-de-France.

2/ Descriptif de la situation, données existantes

La messagerie désigne l'activité de transport qui consiste à acheminer et à distribuer des envois de faible poids (autour de 100 kg, exceptionnellement plus). En moyenne, le poids des livraisons en Ile-de-France est inférieur à 120 kg. Ici, nous nous intéresserons uniquement à la messagerie routière. Le transporteur récupère la marchandise par camion chez l'expéditeur (étape dite de l'enlèvement). Elle est ensuite déposée dans une agence où elle est triée avec d'autres envois pour un transport de longue distance jusqu'à une agence proche de la destination, puis groupée avec d'autres marchandises avec lesquelles elle sera distribuée chez le destinataire dans une tournée de livraison par camion.

Chez DB Schenker, le groupage des marchandises s'opère à l'échelle de l'arrondissement pour les livraisons à destination de Paris intramuros et à l'échelle de la commune pour le reste de l'Ile-de-France (petite et grande couronnes). Parmi les agences qui desservent la région, on peut compter celles de Stains, Bonneuil, Gennevilliers et Massy.

DB Schenker nous a fourni un fichier de données qui recense la totalité des marchandises livrées par camion en Ile-de-France pour les mois de janvier et février 2018. C'est une extraction de son infrastructure d'exploitation.

L'unité d'observation est l'envoi. Il s'agit, au sens commercial, d'une marchandise acheminée depuis un expéditeur vers un destinataire. Les principales informations relatives aux livraisons sont :

- l'agence de distribution ;
- la commune et l'adresse du destinataire ;
- la date et l'heure de la livraison (l'heure de scannage) ;
- le poids de l'envoi en kg.

Les adresses de livraison ont été géocodées à l'aide des bases de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN).

Malheureusement, seulement 46% des adresses du fichier ont été codées car pour le reste, le format n'était pas conforme à la nomenclature de l'IGN (Figure 1).

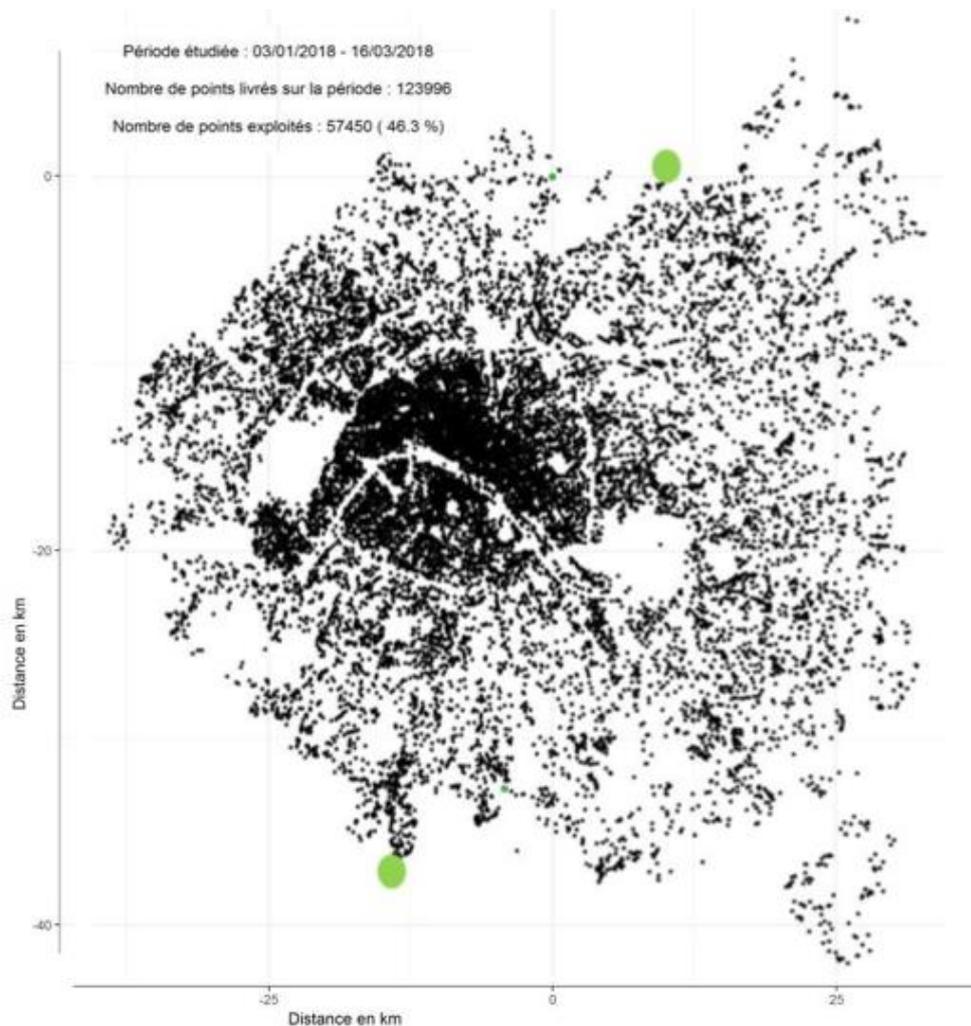


Figure 1 : représentation cartographiée de 46% des points livrés en petite couronne pour la période du 3 janvier au 16 mars 2018. Les points verts représentent les agences DB Schenker d'où sont partis les envois; Source : Rezeau, 2018.

On peut voir que le nuage est très condensé pour Paris et sa périphérie, ce qui illustre des zones de très forte densité où les livraisons sont nombreuses (commerces, services, restaurants, bureaux...). En revanche, plus on s'éloigne de Paris, plus les points sont dispersés, ce qui correspond à des zones où les livraisons sont moins abondantes. Pour la petite couronne (départements 75, 92, 93 et 94), un envoi pèse en moyenne 110 kg et le poids médian est de 55 kg.

Pour identifier les tournées, la date de livraison de l'envoi et le numéro de la tournée sont utilisés. Pour Paris, un camion transporte en moyenne 15 envois pour une charge moyenne de 1,2 tonne (période du 2 janvier au 28 février 2018). Selon les jours de la semaine, le nombre d'envois par tournée varie beaucoup, par exemple, entre 11 et 30 pour la tournée du 9^{ème} arrondissement. De la même manière, le nombre d'envois par tournée change d'un arrondissement à l'autre.

En théorie, l'heure de scannage de l'envoi coïncide avec le moment où le chauffeur remet en main propre la marchandise au destinataire. Il suffit donc d'ordonner les envois en fonction de l'heure de livraison pour obtenir la durée et la distance à vol d'oiseau d'une tournée (annexe 1).

En pratique, l'information n'est pas exploitable pour reconstruire complètement les tournées car :

- Pour au moins un envoi, l'adresse du destinataire n'a pu être géocodée¹.
- Plusieurs points successifs ont été livrés à moins de dix minutes d'intervalle, ce qui peut relever d'une erreur de scannage.

Seulement 10% des tournées parisiennes ne présentent pas de difficulté.

Par ailleurs, entre deux livraisons, on ne dispose ni de la distance réellement parcourue par le véhicule ni de la durée du trajet. La durée d'une livraison n'apparaît pas non plus.

Ainsi, on se retrouve avec une photographie tronquée des tournées de DB Schenker. Pour comprendre comment ces dernières sont organisées, une autre approche a été privilégiée.

3/ Méthodologies, idées techniques, méthodes innovantes

Pour observer correctement le fonctionnement d'une tournée depuis le chargement de la marchandise jusqu'à la livraison finale, nous avons décidé de confronter les interrogations précédentes à des expériences de terrain. Avec l'aval de DB Schenker, nous avons eu la possibilité d'effectuer trois tournées simultanées le lundi 8 juillet 2019 au départ de Stains.

Les secteurs desservis étaient les suivants : Paris 9^{ème}, Bagnole et Colombes. Les trois zones ont des spécificités géographiques. Bagnole est une commune limitrophe de Paris située dans le département de la Seine-Saint-Denis (93) et accessible par l'autoroute A3. Colombes se situe au nord-ouest de Paris dans le département des Hauts-de-Seine (92) à une distance barycentrique d'environ 11 km à vol d'oiseau (Figure 2).

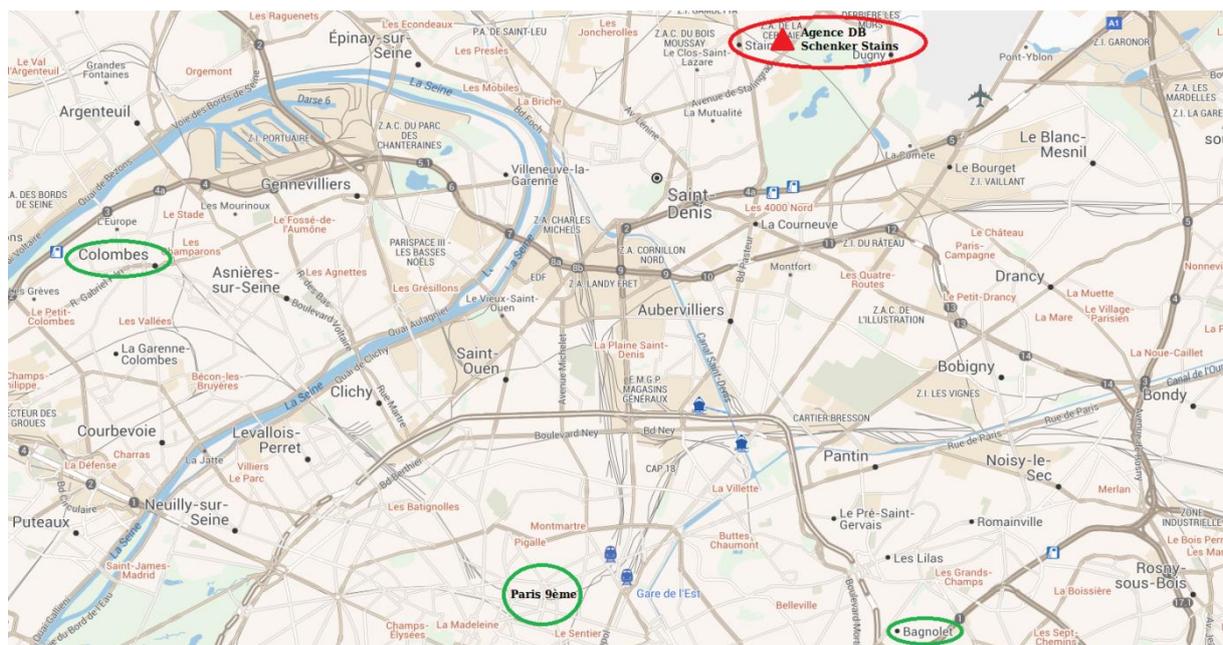


Figure 2 : cartographie ViaMichelin de l'agence de Stains et des trois communes desservies.

¹ Un nouveau traitement des données a permis d'améliorer le géocodage (Robichet et Niérat, 2019).

Les tournées de Bagnolet et Colombes avaient une particularité par rapport à celle de Paris : en plus des livraisons, le chauffeur devait procéder à des enlèvements, opération qui consiste à se rendre chez un client pour « ramasser » la marchandise qu’il expédie. Ces deux tournées répondaient donc à une chronologie bien établie : les livraisons d’abord, les enlèvements ensuite.

Un carnet de route a permis de noter les événements de la tournée (annexe 2). Une application mobile de traçage GPS en temps réel (MyCarTracks) a été utilisée afin de vérifier la cohérence des informations retranscrites sur le carnet et de les compléter par une géolocalisation précise.

Pour la tournée parisienne, l’ordre défini par le chauffeur dépend de deux facteurs :

- les adresses des destinataires ;
- les heures à ne pas dépasser pour certaines livraisons (renseigné sur le bon). Par exemple, le contrat de certains clients stipule que la marchandise doit être remise avant 13h au destinataire, clause que DB Schenker s’engage à respecter moyennant un supplément tarifaire.

Le chauffeur charge le camion selon une certaine logique en mettant au fond de la remorque les envois censés être distribués à la fin, et à proximité de l’ouverture (donc faciles d’accès) ceux qui sont supposés être les premiers livrés (annexe 3).

En raison d’une panne informatique, les tournées ont été retardées ce jour-là.

Le camion est parti de Stains à 11h09. Le premier destinataire a été livré à 12h05 et le dernier à 16h17. Le chauffeur a passé plus de quatre heures dans Paris pour 13 km parcourus intramuros. Il était de retour à l’agence à 17h35. Au total, la tournée a duré 6h26 pour un relevé kilométrique de 45 km.

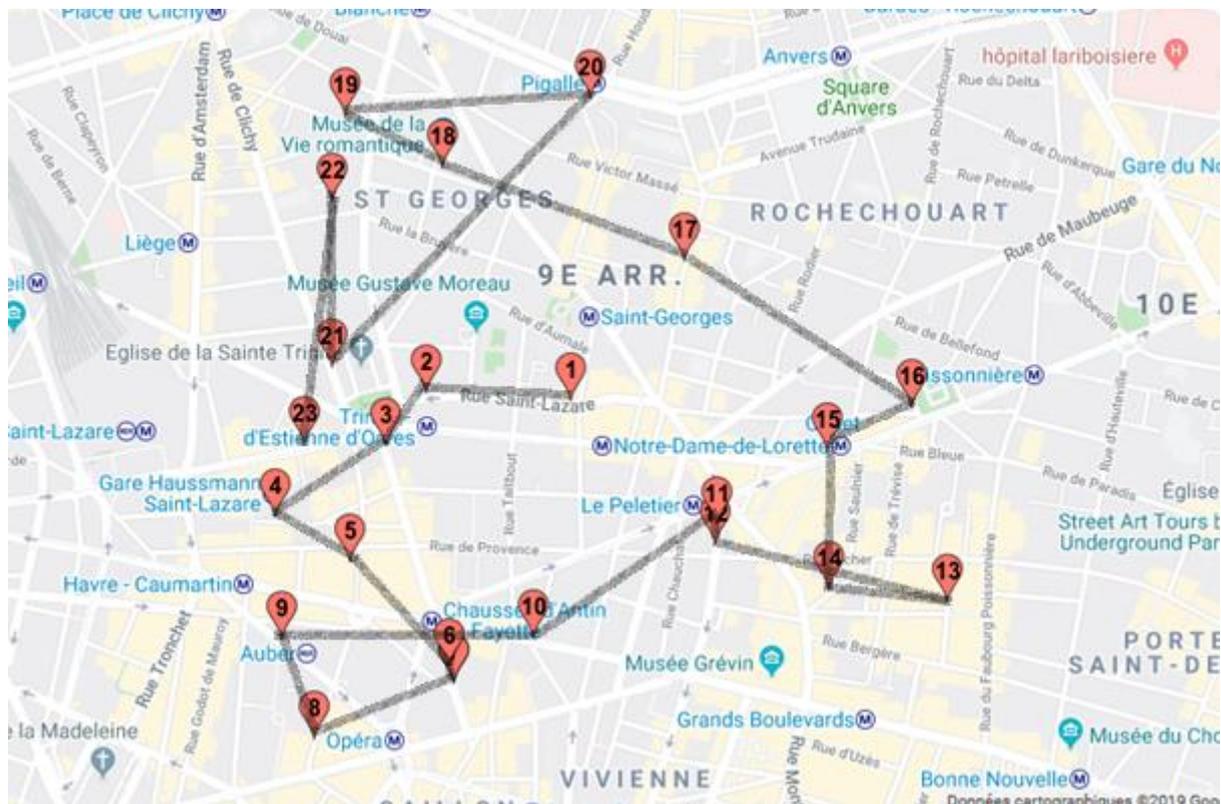


Figure 3 : cartographie Google Maps des 23 points de livraison de la tournée de Paris 9^{ème} - lundi 8 juillet 2019.

La tournée optimisée a ensuite été simulée sous Mappy pour estimer la distance et le temps de trajet entre chaque point, en précisant le type de véhicule et l'heure de départ de l'agence (11h09). Pour ajuster les estimations, une simulation préliminaire avec la tournée réelle a été opérée.

La même méthode a été appliquée pour les tournées de Bagnolet et Colombes.

4/ Résultats expérimentaux et interprétations

Le tableau 1 synthétise les résultats :

	Distance réelle	Distance optimisée	Delta distance	Durée réelle	Durée optimisée	Delta durée
Paris 9 ^{ème}	45 km	43 km	-4%	6h26	6h13	-3%
Bagnolet	54 km	50 km	-7%	4h35	4h18	-6%
Colombes	58 km	55 km	-5%	6h19	6h03	-4%

La pause déjeuner est intégrée comme étape « non active » de la tournée. Elle n'est donc pas comptabilisée dans les calculs ci-dessus.

Tableau 1 : distances et durées constatées et optimisées.

Que ce soit pour Paris, Bagnolet ou Colombes, la distance et la durée ont été réduites en optimisant la tournée. Néanmoins, il est difficile de qualifier ces gains de significatifs.

La première composante permettant de mieux comprendre ces résultats est la morphologie des terrains d'étude. Pour Colombes par exemple, près de la moitié des destinataires étaient situés au sein d'une même zone industrielle, les uns à la suite des autres, et le chauffeur n'a eu qu'à emprunter l'allée principale (Figure 5). Une telle configuration est donc en quelque sorte déjà optimale.



Figure 5 : Zone Industrielle De La Prairie, 92700 Colombes.

La seconde composante est l'omniprésence de l'aléa pour ce type d'activité. A ce titre, plusieurs éléments importants sont à mettre en avant :

1. Comme mentionné plus haut, en ce 8 juillet 2019, une panne informatique a affecté différentes agences dont celle de Stains. Cela a eu pour conséquence directe l'immobilisation des chauffeurs jusqu'à 9h45. Ensuite, ces derniers ont pu récupérer les bons comportant les informations sur les tournées. Les marchandises ont ensuite été chargées (entre 40 min et 1h), et les camions ont finalement quitté le site à un horaire inhabituel (après 11h). En cas de départ retardé comme ce jour-là, l'heure limite de livraison de certains envois devient la problématique principale. Bien que relativement rare, un imprévu de cette nature bouleverse l'organisation de la tournée.
2. Le trafic est particulièrement sensible en milieu urbain : un débit élevé, un véhicule mal stationné qui bloque le passage, un accident ou encore un chantier sont autant de raisons qui incitent à nuancer le concept de « trajet optimal » à l'intérieur de la ville. Pour Paris, la circulation en sens unique concerne un grand nombre de voies et limite les possibilités du chauffeur. Bien connaître le terrain est donc essentiel : « *On essaye d'anticiper même si ce n'est pas toujours évident* », « *D'habitude, on commence par l'endroit le plus facile d'accès de là où on arrive, on évite les petites rues et on privilégie les grandes artères où on a toujours la possibilité de bifurquer.* », « *Le GPS ? Je ne m'en sers pas. Si j'ai un doute, je consulte mon plan.* »³.
3. Pour un segment donné, le temps de trajet dépend de l'état du trafic. De ce fait, l'heure à laquelle le camion quitte le point d'origine du segment est déterminante. Or, cette heure est également fonction de la durée des livraisons précédemment effectuées, ce qu'aucun algorithme ne peut prédire de façon précise, aussi puissant soit-il. Un envoi volumineux, une personne peu disponible pour réceptionner la marchandise, ou encore un bon de commande mal renseigné ou incomplet qui nécessite une bonne connaissance du destinataire⁴ sont des facteurs d'allongement de la durée de la livraison⁵.

5/ Déploiement, voies de progrès et conclusion

Cette étude repose sur une approche opérationnelle des tournées de livraison de l'entreprise de transport DB Schenker, le but étant de comprendre leur fonctionnement, un aspect que les données d'exploitation n'ont pu nous révéler. Les expériences de terrain ont ainsi constitué une base de travail fiable pour apporter des pistes de réponse à la problématique de l'optimisation du transport de marchandises en ville. Elles ont mis en évidence le fait qu'il existe un certain nombre de critères rendant le concept de « tournée optimale » très relatif, comme l'état du trafic, la durée d'une livraison et d'autres impondérables tels qu'un incident informatique.

De plus, la morphologie de la zone desservie constitue un élément très important qui montre qu'en milieu urbain, une telle démarche n'est pas forcément cohérente. En revanche, la flexibilité du chauffeur et sa connaissance du secteur jouent un rôle crucial dans le bon déroulement des opérations.

Pour améliorer les performances des livraisons, d'autres pistes que l'optimisation peuvent être recherchées : mutualisation avec d'autres transporteurs, planification par la ville des livraisons, densification des livraisons, utilisation de cargocycles pour certaines parties de la ville...

³ Propos du chauffeur de la tournée de Paris 9^{ème} - lundi 8 juillet 2019.

⁴ Ex : Paris 9^{ème} - parking à hauteur limitée ou accès par une cour située à deux intersections de l'adresse indiquée.

⁵ Ce constat est également vrai pour les enlèvements.

Annexes

1.

ID	AGENCE	TOURNEE	DATE_EVT	DES_VILLE	HEURE_EVT	DES_ADRESSE	Distance VO	POIDS_REEL
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	09:38:00			318
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	09:54:00		348,566946	90
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	10:04:00		485,627316	147
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	10:15:00		265,497792	168
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	10:26:00		269,712015	165
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	10:38:00		441,434469	236
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	10:54:00		92,7282406	223
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	11:07:00		102,707628	89
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	11:19:00		58,1722356	180
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	11:38:00		304,917375	115
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	14:32:00		68,0852069	75
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	14:32:00		0	200
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	14:40:00		244,717523	78
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	14:59:00		1003,71914	70
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	15:02:00		32,2464541	64
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	15:21:00		109,203136	325
T1820	PARIS CENTRE	02P	01/02/2018	PARIS 02	15:45:00		716,593838	522

La tournée 02P du jeudi 1^{er} février 2018 (les adresses sont masquées par souci de confidentialité). Les marchandises ont été chargées à Gennevilliers dans l'agence nommée « Paris Centre ». Le secteur livré est le 2^{ème} arrondissement de Paris (l'agence est géographiquement la plus proche de la zone cible). Le premier envoi pesait 318 kg et a été remis par le chauffeur à 9h38. Le second destinataire a été livré seize minutes plus tard et se situait à environ 350 mètres à vol d'oiseau du précédent. Un peu plus de six heures séparent la première livraison de la dernière. La distance totale à vol d'oiseau était de 4,5 km et le camion a transporté 3,07 tonnes.

2.

Nombre de la tournée: 33
Nom du chauffeur:

Si livraison chez un particulier, noter l'adresse

0	Nom du destinataire	Nature de l'entreprise	Bon	Kilométrage	Heure d'arrivée	Heure de départ	Gare sur une place	Commentaires
1				20,832	11h13	11h05		De part l'entrepot
2								
3								
4					12h02	12h04	DLR	
5					12h07			
6					12h10	12h04	DLR	
7					12h17	12h36	DLR	
8					12h41	12h44	DLR	
9					12h47	13h02	Suites	
10					13h15			
11					13h16	13h20		
12					13h24	13h20		
13					13h32			
14					13h35	13h42	DLR	
15					13h45	13h5	DLR	
16					14h03			
17					14h45	15h00	DLR	
18					14h54	15h13	DLR	
19					15h11			
20					15h21			
21					15h25	16h32		
22					15h32	16h02	DLR	
23					16h08	16h13		
24					Auvergne	16h48		
25					16h57	17h13		
26								
27								
28								
29								

Le carnet de route manuscrit de la tournée de Bagnolet du lundi 8 juillet 2019. Les destinataires sont masqués.

3.



A l'arrière-plan, les camions vides le long des quais, dans l'attente du chargement par les chauffeurs.



Le camion de la tournée du 9^{ème} arrondissement chargé de l'ensemble des marchandises. On voit des colis à l'unité mais également des palettes. Un diable ainsi qu'un transpalette permettront au chauffeur de décharger la marchandise une fois sur place.

Références

DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), 2018 ; *Optimisation de la logistique urbaine dans les villes de tailles moyenne à petite*. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewjp97-mtlXmAhWmyoUKHYOcAzlQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.observatoire-transport-hauts-de-france.fr%2FIMG%2Fpdf%2Frapport_logistique_urbaine.pdf&usg=AOvVaw0T-QZPYeXN9-QCRI8dgG7n

Etienne Rezeau, 2018 ; *Livrer la ville à vélo? Contraintes opérationnelles et comparaisons économiques de livraison urbaine de messagerie*, Master 2 Urbanisme et Aménagement, Parcours Transport & Mobilité, Mémoire de fin d'études, 65 pages.

Antoine Robichet, Patrick Niérat, 2019 ; *Desserrement logistique, ordre ou chaos? - Le cas d'une entreprise de messagerie en Ile-de-France*, Journées Atec 2019.

Brève biographie des auteurs

Emmanuel COHEN
IFSTTAR/Splott

Ingénieur d'études dans l'unité Splott de l'IFSTTAR, son travail consiste à élaborer, traiter et analyser des bases de données. Ces bases peuvent être issues d'enquêtes auprès d'établissements expédiant des marchandises afin d'avoir une meilleure compréhension de leurs stratégies logistiques et de transport. Il apporte une aide à la décision aux membres de l'équipe au sujet de problèmes de nature statistique dans le cadre d'une thèse, d'un rapport, d'une publication ou d'un projet divers. Parallèlement, il enseigne à l'Ecole des Ponts ParisTech dans un module de statistique et d'analyse des données.

Patrick NIÉRAT
IFSTTAR/Splott



Chercheur dans l'unité transport de marchandises au sein de l'IFSTTAR, ses recherches portent sur l'offre de transport des modes routier, ferroviaire, fluvial et maritime. Le transport intermodal est tout particulièrement examiné, car il s'agit d'une solution particulière placée entre les techniques routière et ferroviaire (ou fluviale) et l'analyse montre quelles en sont les forces et les faiblesses. L'objectif est de comprendre ce qui fait la performance de chaque solution pour analyser la concurrence et la complémentarité entre les modes.

Par ailleurs, il enseigne l'économie du fret à l'Ecole des Ponts ParisTech et à l'Ecole des Travaux Publics à Lyon.