



HAL
open science

Approche socio-économique des enjeux relatifs aux trottinettes électriques en libre-service en France

Antoine Pestour

► **To cite this version:**

Antoine Pestour. Approche socio-économique des enjeux relatifs aux trottinettes électriques en libre-service en France. Economies et finances. 2019. dumas-02296773

HAL Id: dumas-02296773

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02296773>

Submitted on 25 Sep 2019

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.



Mémoire du Master économie de l'environnement, de l'énergie et des transports (3et)

Parcours transports réseaux territoires (trt) et Travail de fin d'études

pour le diplôme d'ingénieur de l'École nationale des travaux publics de l'État

Année 2018-2019

Voie d'approfondissement :
Transports

Soutenu le 11 septembre 2019

Devant le jury composé de :

- Président du Jury : Jean-Pierre Nicolas
- Maître de TFE : Florent Laroche
- Expert : Mathilde Le Loup

Par

Antoine Pestour

**Approche socio-économique des enjeux relatifs aux
trottinettes électriques en libre-service en France**

Laboratoire Aménagement, Économie, Transports (LAET)



Notice analytique

AUTEUR			
Nom	Pestour		
Prénom	Antoine		
ORGANISME D'ACCUEIL			
Nom de l'organisme et Localité	Laboratoire Aménagement Économie Transports (LAET), Lyon		
Nom du Tuteur	Florent Laroche		
ANALYSE DU TFE			
Titre (français)	Approche socio-économique des enjeux relatifs aux trottinettes électriques en libre-service en France		
Titre (anglais)	Socio-economic approach of the issues at stakes with the development of free-floating e-scooter in France		
Résumé (français)	Ce document s'intéresse à la récente venue des trottinettes électriques en libre-service en France, et des enjeux mis en avant par leur apparition, qu'ils soient économiques, environnementaux, ou encore sociaux. L'étude va alors exploiter les résultats d'une enquête menée sur le sujet afin de mieux caractériser les utilisateurs et la perception de ce nouveau mode de déplacement. De plus, il y est mené une analyse socio-économique à l'échelle de la société afin de comprendre l'impact de cette nouvelle mobilité, mais également à l'échelle de l'utilisateur pour mettre en lumière la logique socio-économique derrière ce comportement de mobilité.		
Résumé (anglais)	This document is dealing with the recent apparition of free-floating e-scooters in France and with the numerous consequences of these. The study will base the results on a survey realized for this work, with the aim to characterize the users of this new service. A socio-economic calculation will also be conducted, in order to understand which actors will be the winner, and which will be the losers because of this market, and to see the socio-economic logic behind the behavior of the users		
Mots-clés (français, 5 maxi)	Trottinettes électriques, free-floating, ACA, questionnaire		
Mots-clés (anglais, 5 maxi)	E-scooters, free-floating, CBA, survey		
Termes géographique (français)	France, Lyon		
COLLATION			
	Nb de pages	Nb d'annexes (nb de pages)	Nb de réf. biblio.
	91	5	33

Sommaire

Notice analytique	1
Sommaire	2
Table des illustrations.....	3
Liste des tableaux	5
Table des formules	5
Introduction.....	6
1 Enjeux sociaux, économiques et environnementaux autour des trottinettes électriques en libre-service.....	8
1.1 Présentation du système, réglementation et acceptation sociétale	8
1.2 Une accidentalité qui pose question	16
1.3 L'impact environnemental, de la création à la fin de vie de l'engin	20
1.4 Des business modèles à l'épreuve	24
2 Mise en place d'une enquête et premiers résultats	32
2.1 Méthode de mise en place du questionnaire	32
2.2 Présentation des résultats généraux.....	36
2.3 Non-utilisation, perception, et caractéristiques des trajets.....	46
3 Intermodalité, substituabilité et calcul socio-économique.....	56
3.1 Chaînes de déplacement	56
3.2 La Valeur Actuelle Nette pour les acteurs des trottinettes électriques.....	60
3.3 Bilan coût-avantage pour l'utilisateur	74
Conclusion	79
Bibliographie.....	81
Table des matières	84
Annexes	87

Table des illustrations

FIGURE 1 NOMBRE DE VOYAGE EN MOBILITE PARTAGEE AUX ÉTATS-UNIS. SOURCE : NACTO	9
FIGURE 2 DE MANIERE ACCIDENTELLE OU VOLONTAIRE, DES TROTTINETTES SE RETROUVENT A TERRE ET GENENT LA CIRCULATION DES PIETONS. SOURCE : AUTEUR.....	12
FIGURE 3 TROTTINETTE "BOMBEE" AFIN DE LA RENDRE INUTILISABLE, LYON. SOURCE : AUTEUR.....	13
FIGURE 4 AFFICHE D'UNE CAMPAGNE PUBLICITAIRE DE LIME. SOURCE LIME.....	15
FIGURE 5 AFFICHES D'UNE CAMPAGNE PUBLICITAIRE DE CIRC. SOURCE CIRC.....	15
FIGURE 6 STANDS DE L'EVENEMENT "RIDE THE LIME" ORGANISE A LYON LE 04 MAI 2019.....	17
FIGURE 7 ÉVOLUTION DU DEVELOPPEMENT D'OPERATEURS DE TROTTINETTE ELECTRIQUES EN LIBRE-SERVICE EN EUROPE. SOURCE DONNEES : NATURAL EARTH DATA ET SITES INTERNET DES OPERATEURS. REALISATION AUTEUR LES 05/04/2019, 16/05/2019 ET 14/08/2019	25
FIGURE 9 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 FLASH SOURCE AUTEUR.....	27
FIGURE 10 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 WIND SOURCE AUTEUR.....	27
FIGURE 11 MODELE ES4 DE SEGWAY-NINEBOT, GLISSEURBAINE.COM	27
FIGURE 12 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 TIER SOURCE AUTEUR	27
FIGURE 8 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 VOI SOURCE AUTEUR	28
FIGURE 13 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES2 BOLT, HTTPS://WWW.NUMERAMA.COM/CONTENT/UPLOADS/2019/03/TROTTINETTE-BOLT.JPG	28
FIGURE 14 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 JUMP, HTTPS://IMG.BFMTV.COM/C/0/708/576/EFABE5352162BF49401D29BE80254.JPEG	28
FIGURE 15 MODELE SEGWAY-NINEBOT ES4 HIVE, HTTPS://WWW.NUMERAMA.COM/CONTENT/UPLOADS/2019/03/TROTTINETTE-HIVE.JPG	28
FIGURE 16 MODELE DOTT SOURCE AUTEUR.....	28
FIGURE 17 MODELE LIME-S SOURCE AUTEUR.....	28
FIGURE 18 MODELE VOIAGER 1 DE VOI, VOISCOOTERS.COM	28
FIGURE 19 MODELE VOIAGER 2 DE VOI, VOISCOOTERS.COM	28
FIGURE 20 MODELE CIRC	28
FIGURE 21 MODELES B MOBILITY, CNEWS.FR	28
FIGURE 22 BIRD ZERO, HTTPS://WWW.NUMERAMA.COM/CONTENT/UPLOADS/2019/03/BIRD.JPG	29
FIGURE 23 BIRD TWO, TWO.BIRD.CO.....	29
FIGURE 24 BIRD ONE, BIRD	29
FIGURE 25 ÉVOLUTION DU NOMBRE D'OPERATEURS DE TROTTINETTES ELECTRIQUES DANS TROIS VILLES FRANÇAISES	31
FIGURE 26 CYCLE DE VIE DES ACTIVITES, IMAGE RECUPEREE SUR HTTPS://KUNITA.WORDPRESS.COM	31
FIGURE 27 REPARTITION DES REpondANTS PAR GENRE ET ENTRE UTILISATEURS ET NON-UTILISATEURS.....	36
FIGURE 28 REPARTITION DES REpondANTS PAR AGE ET ENTRE UTILISATEURS ET NON-UTILISATEURS	37
FIGURE 29 REPARTITION DES REpondANTS PAR STATUT ET ENTRE UTILISATEURS ET NON-UTILISATEURS.....	37
FIGURE 30 REPARTITION DES REpondANTS PAR REVENU ET ENTRE UTILISATEURS ET NON-UTILISATEURS.....	38
FIGURE 31 NOMBRE DE PREMIERES UTILISATIONS D'UNE TROTTINETTE PAR MOIS	38
FIGURE 32 VITESSE MOYENNE DECLAREE	39
FIGURE 33 FREQUENCE D'UTILISATION ET VITESSE ESTIMEE	39
FIGURE 34 FREQUENCE D'UTILISATION	39
FIGURE 35 NOMBRE DE TRAJETS SELON LE JOUR DE LA SEMAINE ET L'HEURE. SOURCE : DONNEES EN LIBRE-ACCES LOUISVILLE. REALISATION AUTEUR.....	40
FIGURE 36 INFLUENCE DES REVENUS SUR LE BUDGET MENSUEL	41
FIGURE 37 BUDGET MENSUEL EN €	41
FIGURE 38 LES DIFFERENTES APPLICATIONS POSSEDEES PAR LES UTILISATEURS.....	42
FIGURE 39 NOMBRE D'APPLICATIONS POSSEDEES PAR LES UTILISATEURS	42

FIGURE 40 VOLONTE D'ACHETER UNE TROTTINETTE ELECTRIQUES PERSONNELLE	43
FIGURE 41 LES MOTIFS INFLUENÇANT LE CHOIX D'UTILISER UNE TROTTINETTE EN LIBRE-SERVICE.....	43
FIGURE 42 LE STATIONNEMENT	44
FIGURE 43 ÉTAT DE CONNAISSANCE SUR LA REGLEMENTATION.....	44
FIGURE 44 INFLUENCE DU RETARD SUR LE COMPORTEMENT DE MOBILITE	45
FIGURE 45 MOTIFS DE LA NON-UTILISATION DES TROTTINETTES	46
FIGURE 46 LES MOTIFS DE LA NON UTILISATION POUR LES ANCIENS UTILISATEURS	47
FIGURE 47 LA PERCEPTION DES TROTTINETTES ELECTRIQUES	48
FIGURE 48 LA PERCEPTION DU RISQUE PAR RAPPORT A D'AUTRES MODES DE TRANSPORT	49
FIGURE 49 PROPORTION DU PORT DU CASQUE POUR LES UTILISATEURS	50
FIGURE 50 SENTIMENT DE SECURITE SUR UNE TROTTINETTE ELECTRIQUES	50
FIGURE 51 PROPORTION D'UTILISATEURS AYANT DEJA SUBI UNE PANNE	50
FIGURE 52 PROPORTION D'UTILISATEURS AYANT SUBI UN ACCIDENT.....	50
FIGURE 53 LE MOTIF DU DEPLACEMENT.....	51
FIGURE 54 LE TEMPS DE MARCHE JUSQU'A LA TROTTINETTE.....	51
FIGURE 55 LA PROPORTION DE DEPLACEMENTS CREES PAR LES TROTTINETTES ELECTRIQUES	52
FIGURE 56 MOMENT DE LA DECISION D'UTILISER CE MODE DE TRANSPORT	52
FIGURE 57 LE TEMPS DE DEPLACEMENT DECLARE PAR LES UTILISATEURS.....	53
FIGURE 58 CAPTURE D'ECRAN DE LA DETERMINATION DE LA DISTANCE D'UN TRAJET SUR GOOGLE MAPS.....	54
FIGURE 59 ZONE DE PERTINENCE DE L'UTILISATION D'UNE TROTTINETTE ELECTRIQUE COMPAREE A CELLE D'AUTRES MODES DE TRANSPORTS. SOURCE : BCG	55
FIGURE 60 SUBSTITUALITE DES MODES DE TRANSPORTS AVEC LA TROTTINETTE EN LIBRE-SERVICE	57
FIGURE 61 MODE DE TRANSPORT UTILISE AVANT D'EMPRUNTER LA TROTTINETTE EN LIBRE-SERVICE	58
FIGURE 62 MODE DE TRANSPORT UTILISE AVANT D'EMPRUNTER LA TROTTINETTE EN LIBRE-SERVICE	58
FIGURE 63 SURPLUS DES OPERATEURS EN FONCTION DU BENEFICE PAR TRAJET	66
FIGURE 64 SURPLUS DES OPERATEURS EN FONCTION DE LA DUREE DE VIE	66
FIGURE 65 SURPLUS DES UTILISATEURS EN FONCTION DE LA VALEUR DU TEMPS	69

Liste des tableaux

TABLEAU 1 NOMBRE DE TUES SUR LES ROUTES FRANÇAISE EN 2018 SELON LE MODE DE DEPLACEMENT. SOURCE ONISR.....	17
TABLEAU 2 ÉMISSIONS DE CO ₂ E SELON DIFFERENTES SOURCES POUR LA CONSTRUCTION D'UNE TROTTINETTE ELECTRIQUE	21
TABLEAU 3 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES DIFFERENTS OPERATEURS PRESENTS EN FRANCE. SOURCE NUMERAMA ET CRAFT ...	25
TABLEAU 4 MODELES DE TROTTINETTES ELECTRIQUES UTILISEES PAR LES DIFFERENTS OPERATEURS	27
TABLEAU 5 ENQUETES ET SOURCES DE DONNEES CONCERNANT LES TROTTINETTES ELECTRIQUES	34
TABLEAU 6 LA POTENTIALITE DE NOUVEAUX UTILISATEURS	46
TABLEAU 7 LES MOTIFS LES PLUS FREINANT QUANT A L'UTILISATION DES TROTTINETTES.....	47
TABLEAU 8 SENTIMENT DE SECURITE POUR PLUSIEURS MODES DE TRANSPORTS. SOURCE : ODOXA	50
TABLEAU 9 INTERMODALITE DES TROTTINETTES AVEC LA MARCHÉ ET LES TRANSPORTS EN COMMUN	59
TABLEAU 10 RECETTES ET COÛTS ASSOCIEES A UN TRAJET DE TROTTINETTE ELECTRIQUES	63
TABLEAU 11 SURPLUS DE L'OPERATEUR SELON DEUX COÛTS DE TROTTINETTES	64
TABLEAU 12 HYPOTHESES SELON LES TROIS SCENARIOS ETUDIES.....	65
TABLEAU 13 SURPLUS FINANCIER POUR L'OPERATEUR	65
TABLEAU 14 VALEUR DU TEMPS DE REFERENCE, RAPPORT QUINET, 2013	68
TABLEAU 15 SURPLUS TEMPOREL MONETARISE POUR LES UTILISATEURS.....	68
TABLEAU 16 SURPLUS MONETAIRE POUR LES UTILISATEURS	68
TABLEAU 17 HYPOTHESES RETENUES POUR LE CALCUL ENVIRONNEMENTAL	70
TABLEAU 18 RESULTATS OBTENUS EN EMISSION DE GCO ₂ E/KM	70
TABLEAU 19 SUBSTITUTION DES MODES DE TRANSPORT ET EMISSIONS DE CO ₂ E. SOURCE DONNEES ADEME, 2016.....	70
TABLEAU 20 SURPLUS ENVIRONNEMENTAUX POUR 9 SCENARIOS DIFFERENTS	71
TABLEAU 21 ESTIMATION DES ACCIDENTS EN RELATION AVEC L'UTILISATION DES TROTTINETTES EN LIBRE-SERVICE	72
TABLEAU 22 SURPLUS DES DIFFERENTS AGENTS.....	73
TABLEAU 23 VITESSES ET COÛT TEMPORELS POUR DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT	75
TABLEAU 24 COÛT MONETAIRE D'UTILISATION D'UNE TROTTINETTE ELECTRIQUE SELON DEUX CAS DE TARIFS.....	75
TABLEAU 25 COÛT MONETAIRE POUR DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT	76
TABLEAU 26 COÛTS RELATIFS A LA SANTE POUR DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT	76
TABLEAU 27 COÛTS RELATIFS AU SENTIMENT D'INSECURITE POUR DIFFERENTS MODES DE TRANSPORT	77
TABLEAU 28 COMPARAISON DU COÛT COMPLET PRIVE POUR PLUSIEURS MODES DE TRANSPORT EN VILLE EN €/KM	78

Table des formules

ÉQUATION 1 FORMULE DE LA VALEUR ACTUELLE NETTE	60
ÉQUATION 2 FORMULE DU BENEFICE NET ACTUALISE	61
ÉQUATION 3 FORMULE DU COÛT GENERALISE	67

Introduction

Depuis quelques années, se développe en France le marché des engins de déplacements personnels (EDP) auxquels appartiennent notamment les trottinettes, gyropodes, monoroues ou encore hoverboards. C'est principalement les déclinaisons électriques des EDP qui sont en plein essor. Par rapport à 2016, l'année 2017 a été témoin d'hausse de 232% des ventes de ces engins. Les trottinettes électriques remplissent un rôle importante dans cette hausse. Cependant, durant l'été 2018, ces dernières sont apparues dans l'espace public en libre-service, et ce de manière assez soudaine et abrupte.

Se plaçant dans le contexte plutôt décevant de l'expérience des vélos en free-floating, elles semblent cependant mieux résister que ces derniers. En effet, on observe des flottes de tailles importantes, qui seraient de l'ordre de 5000 à Lyon et 20 000 à Paris (juin 2019), ainsi que de très nombreux opérateurs. Ce choc assez violent a créé des avis contrastés au sein de la société, le système ayant des défenseurs et de farouches opposants. Lorsque l'on vit dans une ville où elles sont présentes, difficile de les rater. Elles se présentent comme écologiques fonctionnant à l'électricité, mais également comme des objets ludiques, synonymes de liberté rappelant les souvenirs d'enfance des trottinettes mécaniques. Enfin, pouvant atteindre les 25 km/h, elles veulent remplacer la voiture en milieu urbain. Les opérateurs ont pour ambition de révolutionner notre manière de se déplacer en ville, en nous faisant sortir du modèle habituel de villes à l'air sur-pollué et aux allées congestionnées.

Colorées et attirant la curiosité, elles ont su se placer au centre de l'attention au commencement comme des sortes d'objets roulant non-identifié, mais peu à peu des aspects négatifs ont commencé à ressortir. Finalement, elles ne seraient peut-être pas si écologiques que cela à cause des matériaux utilisés lors de leur fabrication. De plus, elles paraissent dangereuses, à la fois pour les piétons quand elles roulent sur les trottoirs, mais aussi pour les conducteurs quand elles circulent sur la route. Aux blessés plus ou moins graves est même venu en 2019 s'ajouter des morts.

Comme on a déjà eu l'occasion de le dire, les trottinettes électriques privées se développent également de manière impressionnante en parallèle. Même si sa déclinaison en free-floating est au centre de l'agitation médiatique, avec des positionnements pas toujours objectifs, elle ne doit pas pour autant faire oublier le développement simultané des deux systèmes. Dans ce document, nous nous attarderons cependant seulement sur le cas du free-floating.

L'aspect récent du phénomène le rend assez opaque aux analyses, dans la mesure où l'on ne dispose pas de beaucoup de recul pour l'observer. La première conséquence est le manque de données relatives à ces engins. Ainsi, presque aucun article scientifique n'est encore paru sur ce sujet.

Ce thème des trottinettes en free-floating, peut paraître de prime abord assez anecdotique pour les problématiques de mobilité urbaine. Le fait qu'elles soient facilement visibles n'implique pas pour autant qu'elles occupent une part modale significative. Cependant, il soulève également des questionnements de fonds, comme la gestion d'une flotte, le rechargement et remplacement des véhicules, l'occupation de l'espace public, les business modèles à adopter. Tous pourront s'appliquer dans le futur aux cas des voitures autonomes et partagées. On peut donc voir ces trottinettes comme une répétition générale de ce qui se passera si le marché des véhicules autonomes partagés se

développe un jour dans nos villes. Mais avec des voitures à la place des trottinettes, il est facile d'imaginer que les problèmes seront encore plus importants.

Ce secteur aura en tout cas réussi à ébranler le domaine du transport d'une manière quasi inédite en matière de soudaineté et d'ampleur. En moins de 2 ans, plus d'une vingtaine d'entreprises proposant ce genre de service se sont créées à travers le monde, offrant une concurrence comme on en voit rarement. Le questionnement sur le modèle économique de ces opérateurs n'a donc lui aussi pas tardé à arriver. Comment, là où les vélos électriques en free-floating ont échoué, avec une telle concurrence et un tel vandalisme sur leurs engins les opérateurs espèrent-ils rentabiliser leur service ?

De manière plus générale, on peut se demander si le concept de la trottinette électrique en libre-service a de quoi devenir un mode de transport à part entière. S'il a de quoi entrer de manière durable dans le panel de mobilité mis à disposition du citoyen. Et enfin, s'il aura à terme de quoi jouer dans la cour des principaux modes de déplacement urbains, à savoir la marche, la voiture, les transports en commun et le vélo.

Pour répondre à cette question, nous verrons dans un premier temps quels sont les enjeux aussi bien sociaux et environnementaux qu'économiques soulevés par l'apparition de ces trottinettes électriques. Ensuite, nous aborderons les résultats d'une étude que nous avons menée afin de pallier le manque de données, et dont nous nous servirons pour mieux caractériser les utilisateurs et leurs déplacements. Enfin, dans une dernière partie, nous exploiterons tout ce que nous aurons vu pour répondre à la question des chaînes de déplacements dans lesquelles se placent les trottinettes, et également afin de mener un calcul socio-économique du coût d'utilisation d'une trottinette électrique, à la fois pour la société et l'utilisateur.

1 Enjeux sociaux, économiques et environnementaux autour des trottinettes électriques en libre-service

1.1 Présentation du système, réglementation et acceptation sociétale

Le principe de trottinette électrique est assez ancien, les premiers modèles apparaissant vers les années 1910/1920. Reléguée depuis en grande partie à sa version non motorisée en tant que jouet pour les enfants dans les années 50, elle ne recommença à être utilisée dans les mobilités quotidiennes que vers les années 90, même si cela resta de manière anecdotique au vu du nombre d'utilisateurs. Il fallut attendre les années 2015 pour que sa version motorisée réapparaisse, et avec elle l'essor de ce mode de déplacement. Ce principe de solution ancienne revisitée est assez courant dans le secteur des mobilités, et on le retrouve pour les cas du vélo et de la voiture électrique, le premier étant le moyen de déplacement roi en France pendant la deuxième guerre mondiale, et la seconde ayant été créée et utilisée dès le 19^{ème} siècle. Que ce soit à la faveur d'avancées technologiques, ou bien à cause de l'apparition de nouvelles problématiques, ces moyens de déplacements reviennent au goût du jour, comme c'est le cas pour la trottinette électrique.

1.1.1 La question du free-floating

Ainsi, la trottinette électrique est revenue sur le devant de la scène, mais elle fait surtout du bruit lorsqu'elle se marie au principe du free-floating.

1.1.1.1 Qu'est-ce que le free-floating ?

Avant de définir le free-floating, il est important de présenter la notion de mobilité partagée. Ce système propose à la location des véhicules avec couramment un tarif à la minute. La personne utilise donc le moyen de déplacement, et une fois la location finie, quelqu'un d'autre peut louer l'engin. C'est dans cette mesure qu'elle est appelée partagée. Les services de mobilité partagée peuvent alors être dits en boucle (le véhicule est pris et restitué dans la même station), en trace directe (prise et restitution du véhicule dans deux stations différentes), et en free-floating. Ainsi, ce dernier cas permet à l'utilisateur de pouvoir redéposer le véhicule en question où il le souhaite une fois son déplacement fini, tant qu'il reste dans une zone opérationnelle définie par l'opérateur. Cela lui offre ainsi une grande

liberté de mouvement, lui permettant de réaliser presque littéralement des trajets porte-à-porte avec un véhicule loué. On voit ainsi s'opposer les mobilités partagées avec et sans station.

Le principe du free-floating est un phénomène assez récent. Il a été pensé au départ pour les voitures, les premiers tests datant du début des années 2000. La première entreprise à se lancer dans ce domaine fut Daimler Inc., qui par le biais de sa filiale Car2Go, a développé à Ulm en Allemagne la première flotte de voiture en free-floating (Kortum, 2016). Cependant, c'est avec d'autres types de véhicules que le free-floating est venu en force dans le paysage urbain des villes occidentales. Ce fut d'abord le vélo en free-floating qui fit brusquement irruption dans la capitale française avec pour opérateurs notamment les deux géants chinois Ofo et Mobike, respectivement créés en 2014 et 2015. Le succès ne fut pas vraiment au rendez-vous, si bien que bon nombre des acteurs se sont retirés du marché. Cependant, le domaine du free-floating est encore bien implanté en France, comme le montre l'observatoire des mobilités du groupe Echos Etudes, avec des flottes de 4500 véhicules pour Cityscoot (des scooters en free-floating) ou 2500 pour Mobike. Pour les services d'auto-partage, 26% ont un modèle de free-floating sur les 34 existants en France.

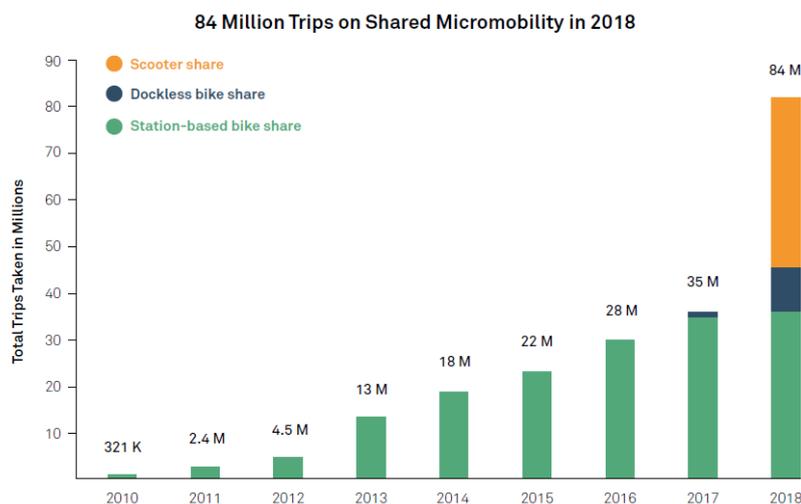


Figure 1 Nombre de voyage en mobilité partagée aux États-Unis. Source : NACTO

La National Association of City Transportation Officials (NACTO) nous donne un ordre d'idée de ce que peut représenter la mobilité partagée dans un pays comme les États-Unis, ainsi que la répartition entre le avec-station et le free-floating. Elle souligne également le caractère très abrupt de l'arrivée des trottinettes, et l'énorme impact sur les mobilités qu'elles ont pu avoir en seulement un an.

1.1.1.2 Les enseignements à tirer des vélos et voitures en free-floating

La littérature scientifique abordant le phénomène du free-floating se concentre principalement sur le cas des voitures partagées, sûrement du fait de la plus grande ancienneté de ces dernières par rapports aux vélos ou scooters, mais aussi possiblement car elles représentent un plus gros marché dans le futur.

On peut citer par exemple l'étude de Kopp (2015) sur les caractéristiques des utilisateurs de voitures partagées. Les utilisateurs de free-floating carsharing (FFCS) disposeraient ainsi d'un plus haut niveau

d'éducation que les autres, feraient des déplacements plus centrés sur l'intermodalité, tout en en faisant plus, mais moins longs en moyenne. Firnkorn (2011) s'intéresse lui à l'impact environnemental du FFCS dans le cas de la ville d'Ulm avec Car2Go. Il obtient entre autres pour résultat que le service pousse à une réduction du parc automobile des habitants de la ville.

Dans un article de février 2018¹, Frédéric Héran aborde la question des vélos en free-floating. Tout d'abord, il présente les trois « coûts cachés » du free-floating. Le premier concerne l'utilisation de l'espace public : il est aujourd'hui rare et cher dans de nombreuses villes, il est donc logique de faire payer une taxe pour son utilisation, d'autant plus qu'il est entretenu par la ville. Ce système de taxe des flottes en free-floating est d'ailleurs maintenant souvent mis en place en France : il est donc finalement pris en compte. Le deuxième coût est celui du vandalisme. Un rapport de l'APUR (2015) nous apprend que l'équivalent de la totalité du parc de Vélib' est volé chaque année, dont 90% sont retrouvés et 75% d'entre eux remis en circulation. Ces chiffres déjà très importants, sont très probablement pires pour le sans-station. Enfin, le dernier coût concerne le désordre occasionné par le stationnement sauvage, coût très difficilement quantifiable.

Héran s'interroge enfin sur le meilleur système économique : est-il préférable de laisser jouer la concurrence effrénée des différents opérateurs de vélos sans station, occasionnant d'énormes pertes financières pour les futurs perdants, ou serait-il préférable de réaliser une délégation de service public pour mieux cadrer le phénomène. Ce type de questionnement commence à se poser pour les trottinettes.

Encore sur la question des vélos en free-floating, le bureau d'étude 6t a réalisé pour le compte de l'ADEME une enquête sur les services parisiens. Les VFF attirent ainsi plutôt un public jeune et socialement favorisé, faisant des trajets souvent court et intermodaux, tournés vers les loisirs, et influençant marginalement leur pratique des autres modes.

1.1.2 La réglementation

La question de la réglementation est au centre du débat sur les trottinettes électriques, non pas dans la mesure où elle serait floue, mais parce qu'elle est inadaptée². Tout d'abord, cela se voit pour la question du lieu de circulation. En théorie, la route ne leur est pas autorisée, les pistes cyclables non plus dans la mesure où elles sont réservées aux cycles (Art R110-2 du code de la route), et il ne faut pas dépasser 6km/h sur les trottoirs. De plus, toujours de manière théorique les engins comme les trottinettes électriques et autres NVEI (Nouveaux véhicules électriques individuels) ne sont pas autorisés sur les voies publiques, mais seulement pour un usage sur voies privées et fermées. En pratique, elles sont le plus souvent tolérées. Le flou se situe donc plutôt entre ce que dit la loi, et ce qui est toléré dans les faits.

Les autorités ont été prises de court et se retrouvent à devoir légiférer ex post. Pour l'instant, la réglementation s'effectue au cas par cas, ville par ville. Chacune prend les mesures qui lui semblent

¹ <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/velib-ou-free-floating-velos-responsables-ou-velos-predateurs-769534.html>

² <http://e-fpmm.fr/wp/blog/edp-une-reglementation-existante-non-adaptee-mais-pas-de-flou-point-reglementaire-et-propostion/>

s'imposer pour réguler au mieux les trottinettes électriques, dans la mesure de leurs possibilités juridiques. Ainsi, les villes peuvent mettre en place des amendes en cas de circulation sur le trottoir, de stationnement gênant, ou encore des chartes de bonne conduite à faire signer par les opérateurs, même si ces dernières ne les engagent pas juridiquement. La situation se clarifiera au niveau national à partir de septembre 2019, avec la promulgation d'un décret visant à encadrer les trottinettes électriques en free-floating. L'objectif est de donner aux villes plus de moyens juridiques et légaux pour gérer comme elles l'entendent ce phénomène. Dans les faits, l'article 18 de la LOM prévoit que les autorités organisatrices des transports pourront mettre en place des prescriptions minimales en ce qui concernent les conditions d'usages, le nombre d'engin, la gestion des épaves... La transmission des données sur les déplacements par les opérateurs sera également obligatoire. L'article en question est présent en annexe 1.

De manière plus générale, la tactique des opérateurs consistait initialement à déployer leur flotte de trottinettes dans une ville sans demander la permission aux autorités locales, et de voir si on les laissait opérer. Cette technique pouvant montrer ses limites dans certaines situations (ce fut le cas pour Wind qui fut « expulsé » à Nantes début avril 2019 par exemple), les compagnies essaient dorénavant de mieux de se concerter avec les autorités locales avant de s'installer. D'autant plus que les villes et les pays concernés commencent à développer des contextes réglementaires autour de leurs implantations. Si certaines villes les interdisent complètement (Barcelone) on remarque cependant que dans plusieurs cas, après avoir été initialement interdites, les trottinettes commencent à être autorisées. C'est le cas en Allemagne : le pays a eu le temps de légiférer à ce propos et de créer une catégorie propre pour ce véhicule dans le code de la route. D'autres imposent aux opérateurs d'obtenir un permis avant de pouvoir opérer dans la ville. Enfin, on remarque de plus en plus l'apparition de taxes, tout d'abord pour avoir le droit d'opérer dans la ville, mais également proportionnelles au nombre de trottinettes déployées par l'opérateur.

Pour l'instant, en France, quand une ville interdit à un opérateur de déployer ses trottinettes, elle s'expose à une contre-attaque sur le plan juridique de cet opérateur. Cependant, si ce dernier choisit de riposter par cette voie, il pourra avoir gain de cause, mais la situation sera alors très tendue avec les autorités locales, et lui sera sûrement préjudiciable sur le long terme.

1.1.3 Acceptation sociale

La question de l'acceptation sociale est primordiale pour les opérateurs. La vente d'un service ou d'un bien ne peut que difficilement survivre s'il n'est pas accepté par une partie de la population, et donc par la société dans laquelle il se place.

1.1.3.1 Points de de débats

Il existe donc la question de l'acceptation sociale de ce nouveau phénomène émergent. Et à ce niveau-là, la bataille est loin d'être gagnée pour les opérateurs. En effet, s'il existe des fervents défenseurs des trottinettes électriques en libre-service, on peut également facilement trouver des personnes ne partageant pas du tout le même point de vue. L'un des points de contestation les plus

marqués est la question de l'occupation de l'espace public. Les trottinettes, une fois utilisées sont très souvent stationnées sur les trottoirs.

Or, du fait d'un trottoir étroit, d'une trottinette tombée au sol ou même seulement mal placée, la circulation des piétons s'en trouve compliquée. Quand ce genre de situation se produit de manière assez courante, il peut monter une certaine colère chez les piétons. Le problème s'en trouve décuplé pour les personnes à mobilité réduite. S'il peut être facile d'éviter une trottinette, cela peut devenir presque impossible dès lors qu'on se déplace en béquilles, fauteuil roulant, ou juste avec une poussette. Il en est de même pour les personnes déficientes visuelles : les trottinettes viennent rajouter des obstacles supplémentaires à des rues déjà souvent très mal adaptées à leur handicap. A Lyon, le comité Louis Braille réunissant des associations de mal voyants et d'aveugles de la région avait en février réclamé aux collectivités la création d'un arrêté municipal pour interdire le stationnement sur les trottoirs. Depuis le 30 juillet à Paris, il est désormais interdit de garer les trottinettes sur les trottoirs.

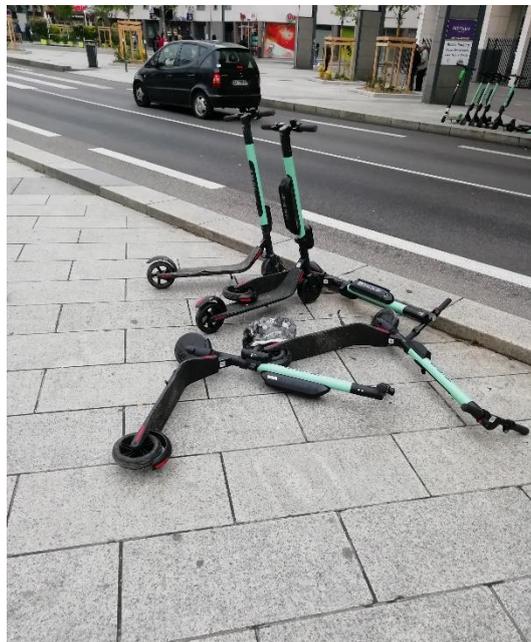


Figure 2 De manière accidentelle ou volontaire, des trottinettes se retrouvent à terre et gênent la circulation des piétons. Source : auteur

L'autre point majeur de mécontentement par rapport aux trottinettes est la circulation de ces dernières sur le trottoir. Cela a été interdit à Marseille le 02 août, le 03 avril à Paris, ou encore début mai à Lyon. Malgré la possibilité d'amendes, la règle n'est pas toujours respectée et les conflits entre utilisateurs de trottinettes et piétons ne sont pas terminés.

Le débat entre les antis et les pros concernant les trottinettes électriques en libre-service peut être résumé avec les interventions de Philippe Labro et de Gaspard Koenig, respectivement avec « les tueurs sont dans la rue » publié dans le point³, et avec la chronique « ne tirez plus sur les trottinettes » dans Les Echos⁴.

³ Philippe Labro - Trottinettes électriques : « Les tueurs sont dans la rue ! », Le Point, 24/05/2019

⁴ « Ne tirez plus sur les trottinettes ! » Chronique de Gaspard Koenig dans Les Echos du 15/05/2019

L'écrivain Philippe Labro, appelle ainsi usagers des trottinettes électriques « les tueurs ». S'il reconnaît exagérer un peu avec l'utilisation d'un tel mot, il n'en reste pas moins farouchement opposé à l'arrivée de ces nouveaux engins sur les trottoirs. Son angle d'attaque est la sécurité : ils sont trop dangereux pour être autorisés. De plus, il craint fortement que les législations concernant ces trottinettes ne soient inapplicables dans les faits car les utilisateurs font preuve de trop d'incivilités.

A l'inverse, dans sa chronique, Gaspard Koenig défend ce qu'il appelle « un petit miracle », et fait le rapprochement avec ce qui est arrivé à New-York à la fin du XIX^e siècle. A cette époque, les mobilités sont dominées par le cheval et la calèche et la ville était littéralement ensevelie sous des tonnes de crottins. L'arrivée de la voiture fut alors une révolution et vint solutionner de nombreux problèmes. L'arrivée des trottinettes de nos jours serait analogue à celle de la voiture plus de 100 ans auparavant. Le chroniqueur reproche ainsi aux pouvoirs publics français de trop régler autour des trottinettes à coup de taxes, contravention et obligations, au risque de tuer dans l'œuf cette mobilité émergente.

Ces deux positionnements, aux antipodes l'un de l'autre, laissent imaginer l'étendue des avis possibles sur ce sujet des trottinettes électriques en libre-service, qui ne laisse pas grand monde indifférent.

1.1.3.2 La question du vandalisme

Ce mécontentement conduit alors à des réactions de citoyens qui veulent en quelque sorte combattre ces nouveaux arrivants. Et pour cela, plusieurs méthodes sont utilisées. Certains vont par exemple aller directement à l'affrontement avec les opérateurs en conservant certaines trottinettes qu'ils trouvent dans la rue, pour ensuite leur revendre. C'est le cas de la société Scooter Removal, née à San Diego, et qui enlève les trottinettes lorsqu'elle les juge encombrantes. La société aurait récupéré près de 4 000 trottinettes au total et Bird aurait déboursé 40 000\$ pour récupérer les siennes. Lime et Bird ont par ailleurs intenté une action en justice contre cette société, qui se dit agir pour la bonne cause.

La dégradation de trottinette est également quelque chose de très courant, et peut se classer en deux catégories. Celle pratiquée comme un jeu, et qui n'a pas vraiment de lien avec ceux qui veulent lutter



Figure 3 Trottinette "bombée" afin de la rendre inutilisable, Lyon. Source : auteur

contre les trottinettes. C'est par exemple le cas pour ce qui se passe à Marseille, avec le jet de ces engins directement à la mer, la plupart du temps par des groupes de jeunes. Pour essayer de contrer ce phénomène, Lime a interdit le stationnement aux abords de la mer à Marseille. Mais c'est également le cas à Lyon et Paris, où l'on retrouve très souvent des trottinettes dans la Seine, Le Rhône et la Saône. Tout ce qui est du câblage extérieur, notamment les fils pour les freins sont très exposés au vandalisme. Un mécanicien travaillant pour Lime confiait que la découpe des câbles de frein était l'un des actes de vandalisme les plus courants, tout en étant à la fois très dangereux pour le futur utilisateur.

Ensuite, on remarque une forme de vandalisme directement orienté contre les trottinettes, par des personnes souhaitant combattre ce phénomène. On peut ainsi citer le cas de Lyon où, pendant quelques semaines, un ou plusieurs individus mettaient un coup de bombe de peinture sur le QR code des trottinettes pour les rendre inutilisables.

De manière générale, le vandalisme est l'un des grands défis que doit affronter la trottinette électrique en libre-service.

Sur son site, l'enseignant chercheur en sciences de l'information et de la communication Olivier Ertzscheid s'est intéressé à cette question du vandalisme dans son article « Plaisir d'offrir, joie de détruire. La trottinette et la vitre cassée ». Pour bien comprendre l'idée avancée, il est nécessaire de redéfinir un terme clé : les notions de bien rival et non-rival. Un bien est dit rival quand la même unité de ce bien ne peut pas être consommée par plus d'une personne à la fois. Au contraire, il y a non rivalité d'un bien si plus d'une personne peuvent consommer la même unité de ce bien en même temps. Plus précisément, le bien est non rival s'il peut être consommé simultanément par plusieurs personnes sans que la quantité consommée par l'une diminue les quantités disponibles pour les autres. Cela suppose qu'un consommateur additionnel n'entraîne pas de phénomène d'encombrement susceptible de nuire aux autres consommateurs⁵. Le problème est que la distinction entre les deux tend à s'amenuiser pour les trottinettes électriques. Si dans les faits c'est un bien rival, la grande quantité d'engins donne un sentiment de non rivalité. Or, Ertzscheid rappelle qu'un bien non rival est plus susceptible d'être la cible d'incivilité, car « l'irréversibilité perçue de la dégradation ou de la sur-utilisation n'est pas la même » que pour un bien rival.

Pour comprendre la source des dégradations, il s'intéresse également à la théorie de la vitre brisée apparue aux Etats-Unis dans les années 1980 et développée par J.Q. Wilson et G. Kelling. Grossièrement, elle indique que si un objet est dégradé, il est plus susceptible d'attirer de nouvelles dégradations sur lui. Elle est présentée par les auteurs comme tel : « dans le cas où une vitre brisée n'est pas remplacée, toutes les autres vitres connaîtront bientôt le même sort. Dès que se multiplient des signes d'abandon, le vandalisme se manifeste, suivi de comportements de vols et d'agressions. » Les dégradations pourraient ainsi venir d'une interprétation de certains : la prolifération des trottinettes serait vue comme un signe d'abandon de la part de la collectivité. L'auteur finit en concluant que voir ces nouvelles micro-mobilités comme des biens communs, c'est-à-dire des biens « gérés et maintenus collectivement » serait un grand pas en avant pour nos sociétés.

⁵ Cours Économie des Transports, ENTPE, 2^{ème} année, Gérard Santi.

Ras le c** des trottinettes.



** non valable pour une trottinette bien garée.



Figure 4 Affiche d'une campagne publicitaire de Lime. Source Lime

Afin de redorer leur image mise à mal par les nombreuses contestations soulevées, les opérateurs se lancent dans des campagnes de publicité, notamment avec la campagne assez humoristique de Lime à Paris. Ainsi, début juin, l'opérateur a diffusé des affiches reprenant des phrases pouvant sortir de la bouche de parisiens mécontents à l'encontre des trottinettes comme « Ils me font c** avec leurs trottinettes » ou « Trottinette de m** », en précisant à chaque fois que ce type de remarque ne s'applique que si quelqu'un utilise mal la trottinette. L'objectif est d'essayer de responsabiliser les utilisateurs et de rappeler des règles de bonne conduite. La réponse

d'un autre opérateur à cette campagne ne s'est pas faite attendre. Ainsi, fin juin, à la fois en réponse à Lime, et pour mettre en avant son changement de nom, Circ (anciennement Flash) a déployé sa propre campagne, graphiquement très inspirée de celle de Lime. Dans ses affiches, Circ s'en prend ouvertement à certains autres opérateurs, sans toutefois les nommer, en leur reprochant par exemple leur politique pour la recharge des trottinettes, ou encore le fait d'inonder la ville de trottinettes.



Nous, on en a ras le c** de la précarité*.

*Chez Circ, 0 auto-entrepreneur. Une maintenance responsable assurée par 250 employés en CDI.

flash devient
CIRC



Si nos trottinettes vous font moins c****, c'est parce qu'on en déploie juste assez*.

*Chez Circ, nous limitons volontairement le nombre de trottinettes déployées. Juste ce qu'il faut pour une mobilité apaisée.

flash devient
CIRC

Figure 5 Affiches d'une campagne publicitaire de Circ. Source Circ

1.2 Une accidentalité qui pose question

Le problème de l'insécurité routière semble apparaître prépondérant pour ce sujet. C'est une critique qui revient couramment pour caractériser les trottinettes. Chaque accident grave fait l'objet d'un article dans la plupart des journaux. Cela vient renforcer un climat de méfiance par rapport à ce mode de déplacement. D'autant plus qu'il ne faut pas confondre l'insécurité ressentie par l'utilisateur de la trottinette ou même par les usagers circulant autour avec l'insécurité réelle mesurée par des indicateurs précis (par exemple le nombre d'accident / nombre de morts par km parcourus). Ces deux aspects ne coïncident ainsi par forcément. Instinctivement, ces engins de déplacements semblent plus dangereux que d'autres modes de déplacement. Ils ont des roues relativement petites, ne sont pas facilement visibles dans la circulation, sont silencieux... Pourtant, cela ne peut être affirmé de manière objective car du fait du caractère récent du phénomène, il n'existe pas de données statistiques officielles du nombre de blessés légers, graves et de tués pour ce mode de déplacement. En l'état, il faut donc se contenter d'études empiriques réalisées grâce à des hôpitaux recueillant des données sur des périodes déterminées. Cela rend alors compliquée la comparaison de la dangerosité avec les autres modes.

L'étude publiée en avril par l'APH (Austin Public Health) sur les blessures provoquées par les accidents de trottinettes électriques dans la ville d'Austin au Texas vient apporter des éléments intéressants concernant la sécurité pour ce mode de transport. L'étude retient une période allant du 5 septembre au 30 novembre 2018 et se concentre sur 190 accidents survenus pendant cette période et pouvant être liés à la conduite d'une trottinette électrique en libre-service. Parmi ce panel, 125 accidentés ont été interviewés.

Tout d'abord, en ce qui concerne la distribution des âges, une grande majorité des victimes se concentre dans la tranche des 18-29 ans : elle représente 47% des cas. De plus, près d'un tiers se sont blessés pendant leur première utilisation de la trottinette, alors que pour un autre tiers, cela s'est déroulé durant l'une de leurs 10 premières utilisations. Pour ce qui est des typologies des blessures, elles concernent dans 48% des cas des blessures à la tête, 70% les membres supérieurs et 55% les membres inférieurs.

Les résultats de cette étude viennent rappeler deux faits primordiaux. Tout d'abord, la proportion d'accidents ayant eu lieu lors des premières utilisations montre que, comme pour tous les véhicules servant aux déplacements, la conduite de trottinettes électriques doit s'apprendre, et requiert un certain temps d'adaptation. Le deuxième point concerne l'importance de porter des équipements de protection, et surtout un casque lors de l'utilisation de ce type d'engin pour éviter de potentielles graves blessures. Cependant, le principe même du free-floating est gênant dans le fait de porter un casque. Une étude réalisée aux États-Unis (*Stephen J. Mooney (2018)*) sur les vélos indiquait que si 91% des utilisateurs de vélos privés portait un casque, cela était le cas pour seulement 20% des utilisateurs de vélos en libre-service. De plus, il semblerait que rendre le port du casque obligatoire lors de l'utilisation d'une trottinette électrique réduirait grandement l'utilisation. Une enquête menée par le bureau d'études 6t et publiée en juin 2019 indiquait que près 70% des usagers utiliseraient moins souvent voire plus du tout de trottinettes électriques en libre-service si le port du casque devenait obligatoire.

Ces deux faits sont connus par les opérateurs, puisqu'ils essaient de travailler dessus. Ainsi, Lime organise parfois des événements appelés « Respect The Ride » dans lesquels ils invitent leurs

utilisateurs afin de faire passer des messages de prévention à Paris, Madrid, ou encore Bruxelles. Ils en ont mis un en place à Lyon le samedi 4 mai notamment en distribuant gratuitement des casques, en

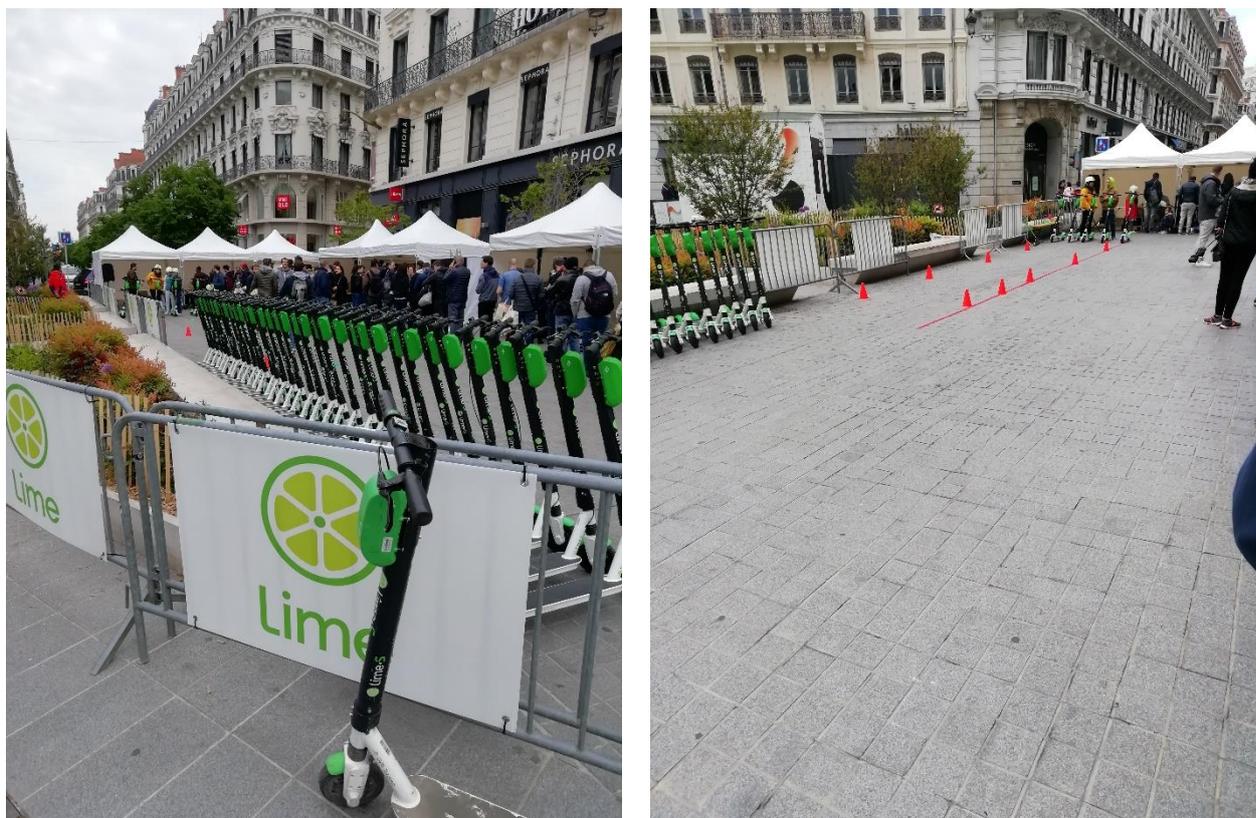


Figure 6 Stands de l'évènement "Ride the Lime" organisé à Lyon le 04 Mai 2019. Source auteur

faisant signer la charte de Lime concernant les règles de bonne conduite à respecter ou encore en proposant des ateliers de de prise en main de l'engin.

Afin de remettre en perspective l'importance des accidents en trottinette électrique, il peut être intéressant de faire un rappel sur l'état de l'accidentalité en France en 2018. Durant cette année, selon les chiffres définitifs de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR), 3248 personnes sont mortes en France métropolitaine, pour 55 766 accidents corporels et 69 887 blessés. Selon les modes de transport, les tués sont répartis comme suit :

Tableau 1 Nombre de tués sur les routes française en 2018 selon le mode de déplacement. Source ONISR

	Piétons	Vélos	Cyclos	Motos	VT (véhicule de tourisme)	VU (véhicule utilitaire)	PL (poids lourd)	TC (transports en commun)	Autres	Total
2018	471	175	133	627	1637	92	44	3	66	3248
	15%	5%	4%	19%	50%	3%	1%	0%	2%	100%

De plus, on peut noter qu'au moins 88% des piétons et 70% des cyclistes sont tués par une collision avec un véhicule à moteur (VT, VU, PL, 2 roues motorisées et TC). Pour ces modes vulnérables, le principal danger vient des voitures. Pour l'instant, les chiffres ne permettent pas de dire si c'est

également le cas pour les trottinettes, mais les utilisateurs de ces dernières présentent cependant toutes les caractéristiques des usagers vulnérables (pas de carrosserie pour les protéger, des différentiels de vitesses pouvant être importants avec les autres véhicules...).

La particularité des trottinettes électriques est qu'elles endossent à la fois le rôle de victime lorsqu'elles circulent sur les routes, et celle de danger lorsqu'elles circulent sur les trottoirs. Ce danger généré sur les trottoirs est très compréhensible : elles ont un trop fort différentiel de vitesse avec les piétons qui circulent au pas (autour de 4 km/h), la trottinette pouvant souvent monter à 25km/h. Une fois sur la route, elles sont alors assez identifiables aux vélos, à la nuance qu'elles possèdent des roues bien plus petites, et sont peut-être également moins visibles du fait de leur taille.

Dans un billet d'humeur publié sur le site Caradisiac⁶ le 01 juillet 2019, Jean Savary parle d'une « hécatombe annoncée » en parlant de l'utilisation des trottinettes électriques, qu'elles soient en libre-service ou non. Ses reproches se portent sur la nature même des engins, qu'il juge inadaptée à des vitesses pouvant dépasser les 20 km/h, et donc à la motorisation. Il met ainsi en avant le fait que le centre de gravité est très haut, et 20 à 30 fois plus élevé que l'axe des roues : le freinage abrupt ne peut donc pas être efficace et aboutira sur un basculement de l'engin. De plus, des roues de 5 pouces ne sont pas aussi efficaces que des roues de vélos (entre 26 et 28 pouces) pour franchir obstacles et aspérités de la route. Il préconise ainsi l'interdiction de ces véhicules pour arrêter ce « carnage ».

Comme on a déjà pu le mentionner, les données sont rares sur les accidents et on peut difficilement mesurer la réelle ampleur de cette question. Un article de Libération⁷ de fin mai 2019 rapporte des chiffres sur le sujet. Un docteur des urgences de l'hôpital Georges Pompidou à Paris déclare 60 cas entre janvier et mai, là où le Service de Médecine d'Urgence du Centre Hospitalier Saint Joseph Saint Luc à Lyon parle de 110 accidents entre janvier et avril. L'ANUME nous apprend en juin 2019⁸ que l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR) a mis en place une nouvelle catégorie effective depuis le 1^{er} janvier 2018. Il y aurait ainsi eu 384 blessés et 1 mort par suite d'accidents en trottinette électrique durant l'année 2018.

Une source assez fiable de ce qui se passe aux États-Unis est le Consumer Reports, un équivalent américain de l'UFC-Que Choisir français. Il leur a en effet été possible d'estimer un nombre de blessés depuis l'installation des opérateurs proposant ce service. Grâce à une enquête auprès de 110 hôpitaux et 5 agences dans 47 villes où au moins l'un des deux opérateurs principaux (Lime et Bird) exerce, ils ont pu déduire que près de 1500 personnes avaient été blessées depuis fin 2017 dans un accident de trottinette électrique en libre-service. Ils précisent également que ce chiffre est très probablement sous-estimé, car les accidents de trottinettes ne sont pas enregistrés comme tels dans de nombreux hôpitaux américains.

Cet organisme est également moteur en ce qui concerne la création, ou du moins la diffusion de données sur ce mode de déplacement. Ainsi, suite à une requête publique concernant une plus grande connaissance des effets liés à l'utilisation des trottinettes électriques, Bird et Lime ont dû publier des données d'accidentologie sur le mois de juillet 2018 : 411 cas furent déclarés par Bird et 59 par Lime.

⁶ <https://www.caradisiac.com/trottinette-electrique-l-hecatombe-annoncee-177258.htm>

⁷ https://www.liberation.fr/checknews/2019/05/28/connait-on-le-nombre-de-blesses-a-cause-des-trottinettes-electriques_1729847

⁸ <http://www.anume.fr/2019/06/20/dangerosite-mythe-et-realite/>

Quoi qu'il adienne des trottinettes en libre-service, les ventes des trottinettes personnelles électriques ne se sont jamais aussi bien portées. Cela fait que le problème de la sécurité pour ce mode de transport est plus large que le seul secteur que l'on étudie dans ce document. Les ventes en France sont passées de 102 000 en 2017 à 233 000 en 2018 selon la Fédération des Professionnels de la Micro-Mobilité (FPMM), soit une augmentation de 128% en une année. Même si les problématiques entre les deux catégories ne sont pas forcément identiques, par exemple ceux utilisant leur propre engin sont plus susceptibles de porter des équipements de protection, le sujet est plus large que la seule question de free-floating.

1.3 L'impact environnemental, de la création à la fin de vie de l'engin

La trottinette électrique se positionne d'un point de vue marketing comme une solution écologique aux nombreux problèmes que peuvent engendrer les déplacements urbains, notamment au niveau de la pollution atmosphérique des véhicules à moteur thermique. En effet, les opérateurs se présentent comme une alternative à la voiture. Il faut donc impérativement que cet aspect « éco-friendly » soit vérifié pour confirmer l'un des principaux arguments des opérateurs. Cependant, de nombreuses personnes et articles journalistiques remettent en cause les soi-disant bénéfices environnementaux des trottinettes électriques en libre-service.

Deux questions viennent alors naturellement se poser pour valider ou non la thèse défendue par les opérateurs : les trottinettes remplacent-elles réellement des véhicules thermiques, ou remplacent-elles des piétons, cyclistes et usagers de transports en communs ? Ensuite, la deuxième question concerne le caractère écologique de la trottinette elle-même avancé par les opérateurs : une fois pris en compte la totalité des émissions et pollutions engendrées par les matériaux utilisés, la construction, le transport, et la durée de vie du véhicule, les trottinettes sont-elles toujours vraiment « verte » ?

Si nous nous attarderons sur la première question dans la troisième partie du mémoire en nous appuyant sur des résultats d'enquêtes, nous allons nous intéresser à la seconde ici.

Tout d'abord, la trottinette en libre-service fonctionne avec un moteur électrique. Il n'y a donc pas d'émission de CO₂ lors de l'utilisation du véhicule contrairement aux engins à moteur thermique. Cependant, il faut prendre en compte toute la vie des trottinettes pour connaître leur véritable impact environnemental. Cette question du coût total en carbone de la création à la fin de vie de la trottinette est compliquée. Il faut prendre en compte le transport de la trottinette depuis le lieu de fabrication en Chine, le recyclage de la batterie au lithium utilisée, la façon dont on produit l'électricité nécessaire à la recharge... Pour ce faire, il existe une méthode bien connue dans le domaine scientifique, qui s'appelle l'analyse du cycle de vie (ACV) ou Life Cycle Assessment (LCA) en anglais. Cette technique, développée à partir des années 1970, n'a commencé à être utilisée sur des cas concrets que dans les années 1990. Aujourd'hui, elle est très cadrée, et définie notamment grâce à la norme iso 14040 qui la définit comme la « compilation et évaluation des entrants, des sortants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie ».

Un article publié récemment par des scientifiques de l'université de Caroline du Nord et intitulé « Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters » (Hollingsworth et al. 2019) s'est intéressé à cette question. C'est le premier article scientifique « peer-reviewed » qui s'intéresse à la question de l'impact écologique des trottinettes électriques en libre-service, en utilisant une ACV. En additionnant les coûts en carbone relatifs aux grandes étapes de la vie des trottinettes (composants et matériaux, assemblage, transport, utilisation (recharge et remplacement) et la fin de vie), ils trouvent que ces dernières ont un coût en carbone relativement élevé : 202g de CO₂ par passager et par mile (1,6 km) contre 82g pour le bus par exemple. Ce coût est dominé par les impacts en CO₂ des matériaux utilisés et du remplacement des trottinettes. Cette étude, qui montre les limites de l'aspect écologique des trottinettes a aussi le mérite de montrer les points d'améliorations du système. Nous allons donc développer tout ça dans la suite. Avec l'aide de deux autres études, à savoir

une de Chester, publiée sur son site chesterenergyandpolicy.com⁹, et une autre de l'ANUMME (l'Association Nationale des Utilisateurs de Micro-Mobilité Électrique¹⁰) nous allons reprendre les étapes de l'ACL telles qu'elles ont été menées. Il est nécessaire aussi de préciser que l'étude de l'ANUMME s'appuie en partie sur celle de Hollingsworth. Au niveau de la méthode, ce dernier a utilisé le TRACI (Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other Environmental Impacts) version 2.1, et a utilisé la méthode de Monte Carlo en utilisant des intervalles pour les principaux paramètres, là où Chester a utilisé le GREET Model (The Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation Model). Les deux sont originaires des États-Unis, le premier étant développé par l'agence de protection de l'environnement américaine (United States Environmental Protection Agency) et le second par le laboratoire national Argonne, près de Chicago. Les trois études se sont penchées sur le cas d'une trottinette produite par Xiaomi, la M365.

1.3.1 La construction, assemblage, matériaux

La méthode utilisée pour connaître les émissions équivalentes en CO2 relatives à la construction et aux matériaux consiste à connaître la masse des différents matériaux rentrant dans la composition de la trottinette, et grâce à des guides, on peut obtenir un équivalent en CO2. Par exemple, le document Base Carbone produit par l'ADEME donne les valeurs à utiliser pour les ACV : la production d'une tonne d'aluminium primaire est ainsi équivalente 9.83 tonnes de CO2 (valeur moyenne pour l'Europe et retenue par le document). Cependant, ces valeurs peuvent fortement varier d'un pays à l'autre : toujours pour le cas de l'aluminium, les valeurs peuvent aller de 1.7 à 23 tonnes de CO2 par tonne produite selon le procédé utilisé. Ainsi, les trois études obtiennent des résultats différents pour la production de la batterie et des autres pièces :

Tableau 2 Émissions de CO2e selon différentes sources pour la construction d'une trottinette électrique

Études	Batterie (kg CO2-éq)	Autres pièces (kg CO2-éq)	Assemblage (kg CO2-éq)	Total (kg CO2-éq)
Chester	19,8	184,2	5,4	209
Hollingsworth	45	125,2	8,8	179
ANUMME	37	91,55	8,8	137

Afin de faire peser le moins possible les matériaux et l'assemblage, il est nécessaire que la durée de vie de la trottinette soit la plus longue possible. En effet, ce type de résultats est couramment ramené en kg CO2-éq par kilomètre parcouru par l'engin.

1.3.2 Le transport

⁹ « It's a Bird...It's a Lime...It's Dockless Scooters! But Can These Electric-Powered Mobility Options Be Considered Sustainable Using Life-Cycle Analysis? » Matt Chester, January 28, 2019

¹⁰ « Les-edpm-sont-ils-écologique ? » François Deslandes et Philip Roche, 21/06/2019

Les trottinettes étant principalement fabriquées en Chine, les trois études se sont accordées pour faire partir le transport de la région de Shenzhen en bateau, jusqu'aux États-Unis pour Chester et Hollingsworth, et jusqu'en France pour l'ANUMME. Ils obtiennent ainsi respectivement 2,8 kg CO₂-éq, 9,54 kg CO₂-éq et 4,08 kg CO₂-éq. Les résultats sont bien moins impactants que dans la partie précédente.

1.3.3 La collecte et la recharge

L'étude de l'ANUMME s'intéressant aux trottinettes privées, et non à celles en libre-service, elle ne s'est pas penchée sur ce sujet. La question du coût associé à la collecte, la recharge et la redistribution des trottinettes est certainement la plus compliquée, car elle est fortement dépendante de la manière d'effectuer cette étape. Et il existe beaucoup de façons de la faire. D'où la nécessité de faire des scénarios différents pour avoir une fourchette satisfaisante.

Pour rappel, la recharge est effectuée différemment selon les opérateurs : utilisation de « juicers », c'est à dire des autoentrepreneurs payés à la trottinette rechargée, des employés en CDI, ou encore des entreprises spécialisées. Ainsi, dans le cas de la recharge par des autoentrepreneurs, l'opérateur n'a aucun moyen de savoir avec quel type de véhicules les trottinettes sont récupérées, ou encore le type d'électricité utilisé pour la recharge. Les journaux ont d'ailleurs relayé abondamment l'épisode de la recharge de trottinettes à l'aide de générateurs à essence à Paris fin avril 2019.

Chester travaille avec les hypothèses suivantes : 500 trajets, 100 recharges pour 100 nuits et 750 miles (1 200 km) parcourus par trottinette. De plus, il va mettre en place trois principaux scénarios de collecte : le premier stipule que les véhicules de collectent récupèrent et redistribuent 20 trottinettes en parcourant 3 miles (4,8 km), le deuxième 10 trottinettes pour 5 miles (8 km), et le dernier 5 trottinettes pour 10 miles (16 km). Il obtient ainsi des valeurs de 4 kg CO₂-éq, 20 kg CO₂-éq et 81 kg CO₂-éq. Pour la recharge, il suppose que toutes les trottinettes sont rechargées tous les soirs.

Hollingsworth développe également plusieurs scénarios : le scénario de base comprend des valeurs pour le nombre de miles parcourus pour récupérer et redéployer une trottinette comprises dans l'intervalle [0,6 ; 2,5] avec une loi uniforme. De même, il suppose que toutes les trottinettes sont récupérées tous les soirs, peu importe leur état de charge. En parallèle à ce scénario, il en développe un avec une valeur de 0,6 miles par trottinette, un autre pour lequel les trottinettes ne sont récupérées que si leur batterie est inférieure à 50%, et un dernier où les véhicules de collectes ont un faible impact environnemental. Dans le scénario de base, la collecte et la redistribution compte pour 43% du CO₂ équivalent, contre 50% pour les matériaux.

Globalement, Hollingsworth a des hypothèses plus pessimistes concernant la collecte et la redistribution. Cependant, les deux soulignent le même point : il y a un fort enjeu sur cette collecte et redistribution des trottinettes. Pour certains opérateurs, elles sont effectuées par des autoentrepreneurs, et donc il existe peu de moyen d'action pour leur faire utiliser un véhicule plus propre, faire moins de kilomètres, voir même utiliser des modes actifs. D'autres cependant font des efforts dans ce sens comme par exemple Dott, qui met en avant le fait d'utiliser des vélo-cargo pour cette étape. De plus, la non-gestion par l'opérateur de la collecte et redistribution fait perdre un autre levier d'action : l'optimisation.

L'optimisation des trajets est un sujet étudié pour ce qui est des vélos en libre-service avec station. Cette situation a beau être une version simplifiée de ce qui se passe avec les trottinettes sans station, elle n'en est pas pour autant simple. Il existe deux grandes catégories de redistribution des vélos avec station : La redistribution statique et la redistribution dynamique. La première a lieu lorsque les interventions des utilisateurs sont négligeables (par exemple la nuit), la seconde a lieu au contraire alors que les usagers continuent d'utiliser le service. Chacune de ces deux redistributions peut être complète ou partielle, par exemple si l'on dispose d'un nombre limité de véhicule sur une plage horaire elle aussi limitée¹¹. Ce genre de questionnement de l'optimisation est relativement récent (apparu vers les années 2012) et est venu avec le développement des services de vélos en libre-service avec station. Il est loin d'être résolu pour toutes les situations (peu d'études sur le cas dynamique par exemple¹²).

La question du sans-station complique alors grandement la situation. Si l'on peut approximer les lieux de dépôt comme des stations prédéfinies, les lieux de collectes eux seront forcément aléatoires. Il semble alors assez logique que la question de l'optimisation de la collecte et la redistribution d'une flotte de trottinettes électriques sans station soit difficilement soluble. Des études commencent cependant à s'intéresser à ce sujet comme par exemple Caggiani (2018) ou Pal (2017).

Une solution semble cependant pouvoir réduire en grande partie le coût en CO2 pour la collecte et la redistribution des trottinettes. Le fait d'avoir des batteries amovibles sur les trottinettes permettrait de ne pas avoir à déplacer la totalité de l'engin, et donc cela faciliterait grandement la tâche, demandant moins de véhicules, et plus d'utilitaires.

1.3.4 Le recyclage

Le recyclage est une partie importante à prendre en compte pour connaître le véritable impact environnemental de ces engins de déplacements. En effet, la forte probabilité d'une durée de vie plutôt courte, il est importants que es engins soient en grande partie recyclables, pour contrebalancer ce point négatif.

De ce côté-là, les opérateurs semblent faire des efforts. Lime indiquait ainsi fin mai 2015 que les modèles étaient en grande partie recyclés : à 78% pour la batterie et à 95% pour le reste.

¹¹ « Free-floating bike sharing: Solving real-life large-scale static rebalancing problems »

¹² « Optimizing the level of service quality of a bike-sharing system »

1.4 Des business modèles à l'épreuve

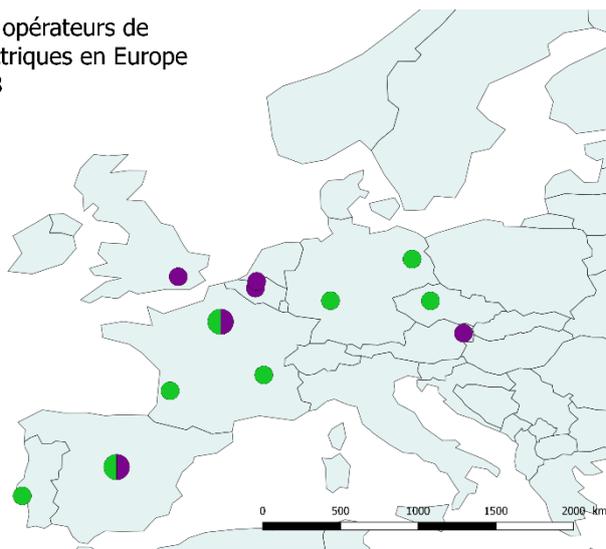
1.4.1 Présentation des opérateurs

En France, on décompte plus d'une douzaine d'opérateurs différents proposant des trottinettes électriques en libre-service. Ce sont toutes des entreprises privées. Bird est le premier opérateur à s'être lancé dans le marché des trottinettes électriques en libre-service, rapidement suivi par Lime, historiquement un opérateur de vélos en free-floating. Ces deux opérateurs sont les plus importants du marché et sont installés en Californie. Ils ont débuté leur expansion dès 2017 aux États-Unis. Lime, le plus important des opérateurs, dispose d'investisseurs comme GV (Google Ventures) ou Uber. En mai 2019, Toby Sun, l'un des deux fondateurs a même laissé sa place à la direction à Joe Kraus, un ancien de GV. Elle a été valorisée à 2.4 Milliard de dollars en Février 2019. Bird, le deuxième plus gros opérateur est lui valorisé à 2 milliards (03/2019). Autres opérateurs présents sur le marché Bolt et Jump ont un autre profil : ils dépendent d'une entreprise de VTC (respectivement Txfy et Uber). Ainsi, ces deux derniers n'ont pas forcément le même objectif de rentabilité sur les trottinettes. Voulant proposer des plateformes offrant aux utilisateurs des choix multimodaux de déplacements, il n'est pas grave de perdre de l'argent sur le secteur des trottinettes, si cela permet d'apporter des clients pour le secteur des VTC. Il est ainsi intéressant de voir comment Uber a changé sa stratégie : il est passé d'investisseur chez Lime à créateur de son propre service Jump. Enfin, Hive est né d'un partenariat entre les géants de l'automobile BMW et Daimler.

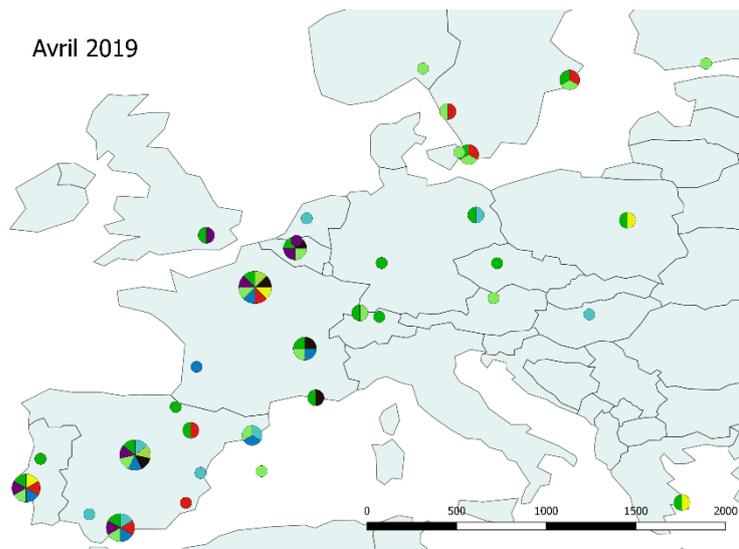
1.4.1.1 *Le développement de ces services*

Les trois cartes suivantes, présentes également en grand format en annexe 2, résument ce développement. Elles ont été constituées à partir des données présentes sur les sites internet des opérateurs quand ces derniers précisent les villes où ils opèrent. Ainsi, les cartes ne se veulent pas exhaustives, car premièrement tous les sites ne le précisent pas, et d'autres parts sur certains sites les informations ne sont pas réactualisées régulièrement. On peut prendre l'exemple de Paris en août 2019, où il y a moins de 10 opérateurs marqués. Il faut donc voir dans les cartes une certaine tendance, et non forcément une vérité absolue. Une fois ces précisions faites, on peut s'y intéresser de plus près. Et la première chose qu'on remarque est que leur développement en Europe a été assez fulgurant. Avec un début relativement lent en 2018, la fièvre des trottinettes n'a réellement commencé qu'au début 2019 en France. C'est à partir de cette période que le nombre d'opérateurs a explosé jusqu'à atteindre son pic maximal vers le mois de juin dans notre pays. D'abord cantonnées aux plus grandes villes et capitales, les trottinettes sont progressivement arrivées dans de nouvelles villes plus petites. Au même titre que la France, l'Espagne est également très touchée par ces engins, le pays compte d'assez nombreux opérateurs nationaux, qui s'exportent très peu en dehors des frontières ibériques. On remarque également un fort développement en Allemagne à partir du mois de juin, mois de la légalisation des trottinettes électriques comme moyen de locomotion sur les voiries publiques dans le pays. De plus, de façon prévisible, les opérateurs sont souvent bien ancrés dans leur pays d'origine. On a ainsi une forte représentation de Tier en Allemagne, de VOI en Suède et dans les pays scandinaves, en encore de Ufo en Espagne pour ne citer qu'eux.

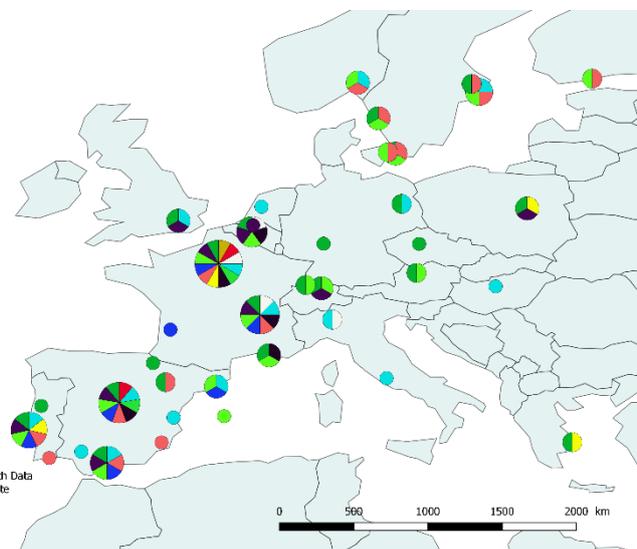
Répartition des opérateurs de trottinettes électriques en Europe
Novembre 2018



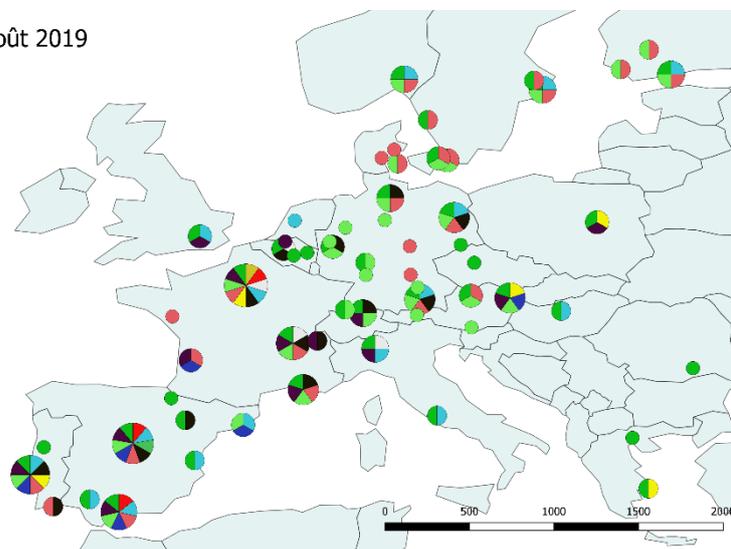
Avril 2019



Mai 2019



Août 2019



- Légende
- Pays
 - Opérateurs
 - Lime
 - Bird
 - Tier
 - Wind
 - VOI
 - Hive
 - Circ
 - Bolt (Txfy)
 - Ufo
 - Dott
 - Jump
 - Bolt Mobility

Sources :
Fond de carte : Natural Earth Data
Présence de trottinettes : site internet des opérateurs
Réalisation : Antoine Pestour

Figure 7 Évolution du développement d'opérateurs de trottinette électriques en libre-service en Europe. Source données : Natural Earth Data et sites internet des opérateurs. Réalisation Auteur les 05/04/2019, 16/05/2019 et 14/08/2019

Tableau 3 Caractéristiques principales des différents opérateurs présents en France. Source Numerama et Craft

Opérateur	Pays et origines	Tarifs (à Paris ¹³)	Nombre de salariés (août 2019)	Levées de fonds totales	Évaluation
Lime (2017)	Opérateur californien, disposant d'investisseurs comme GV ou Uber	1€ + 20cts / minute	1296	765M\$	2,4 milliards \$ (02/06/2019)
Bird (2017)	Opérateur californien, pionnier du secteur de la trottinette en libre-service	1€ + 25cts / minute	1067	415M\$	2,5 milliards \$ (22/07/2019)

¹³ <https://www.numerama.com/vroom/476553-trottinettes-electriques-libre-service-comparatif-lime-bird-voi.html>

VOI (2018)	Opérateur suédois	1€ + 20cts / minute	329	82,9M\$	-
Tier (2018)	Opérateur allemand	1€ + 15cts / minute	224	31,4M\$	-
Wind (2017)	Opérateur allemand	1€ + 15cts / minute	67	72M\$	-
Circ (Ancien Flash, 2018)	Opérateur allemand	1€ + 20cts / minute	850+ (source : Site Circ)	62,5M\$	-
Bolt (Txfy, 2013)	Opérateur appartenant à la plateforme de VTC estonienne Txfy	1€ + 15cts / minute	717	245,2M\$	1 milliard (30/05/2018)
Bolt Mobility	Opérateur américain, possédant comme investisseur Usain Bolt	1€ + 15cts / minute	-	-	-
Ufo	Opérateur espagnol	1€ + 20cts / minute	-	-	-
Hive	Opérateur allemand né d'un partenariat entre BMW et Daimler	1€ + 15cts / minute	-	-	-
Dott (2018)	Groupe néerlandais, présidé par deux français, anciens du vélo en free-floating.	1€ + 15cts / minute	73	56,7M\$	-
Jump	Opérateur américain appartenant à Uber (VTC)	1€ + 15cts / minute	-	11,6M\$	-

Au niveau tarifaire, tous les services sans exception ont commencé avec le tarif de 1€ pour le déblocage, et ensuite 15 centimes par minute. Le tableau indique les tarifs en juillet 2019 à Paris. En effet, ils peuvent varier selon les pays et les villes. Dans le tableau, le cas de Bolt est assez singulier, dans la mesure où l'entreprise ne fait pas que des trottinettes : elles sont venues se rajouter à l'offre déjà existante de VTC que proposait Bolt. De plus, le nombre de salarié de Circ ne provient pas de la même source que pour les autres opérateurs, le chiffre est donc plus difficilement comparable avec les autres. Il est intéressant de voir également que, Lime et Wind se sont créées en 2017, et faisaient à l'origine du vélo en free-floating, avant de diversifier leur offre avec les trottinettes.

Le business model de Bird est sûrement l'un des plus diversifiés, tout en restant autour de la trottinette électrique. En effet, si une entreprise veut développer des trottinettes électriques en libre-service dans sa ville, elle peut demander à Bird de mettre à sa disposition une flotte de trottinettes : l'entreprise gère alors les véhicules, leur remplacement et leur rechargement, et doit également reverser une partie des recettes à Bird. C'est ainsi une manière pour Bird de prendre moins de risques, tout en continuant son expansion dans des endroits où elle ne serait pas forcément allée. De plus, Bird créant ses propres modèles de trottinettes électriques, ils les proposent également à la vente. Ainsi, en mai 2019, la Bird One venait renouveler les rangs des trottinettes Bird disponibles en free-floating, mais elles étaient également directement achetables pour 1299\$. Le prix très élevé par rapport à la concurrence (les prix des modèles de bases peuvent commencer dès 200€) la rendait cependant peu attractive.

1.4.1.2 Modèles de trottinettes utilisés

Cette question soulève celle des modèles utilisés par les opérateurs. Initialement, la plupart utilisait des modèles basiques proposés par les fabricants chinois Segway-Ninebot et Xiaomi (principalement le modèle ES2 et ES4 de Segway-Ninebot, et le Mi365 de Xiaomi). Il est intéressant de constater que le monde des grands constructeurs de trottinette est assez petit et entremêlé. En effet, l'entreprise américaine Segway a été rachetée en 2015 par le chinois Ninebot, dont Xiaomi possède lui-même près de 20%. Maintenant Lime, Bird, Circ (Ancien Flash), Dott, VOI possèdent tous leur propre modèle, mieux adaptés au free-floating, et donc plus à même de dégager des bénéficiaires. Le tableau ci-dessous récapitule les différents modèles ayant été utilisés par les opérateurs. Certains parmi ceux-ci ne sont possiblement plus en activité. C'est notamment le cas pour ceux qui ont été remplacés par des modèles originaux propres à un opérateur.

Tableau 4 Modèles de trottinettes électriques utilisées par les différents opérateurs

Opérateur	Modèle
Lime	Unique
Bird	Générique (M365 Xiaomi) et Unique (Bird Zero, Bird One et Bird Two)
VOI	Générique (Segway Ninebot ES4) et Unique (Voiaeger 1 et 2)
Tier	Générique (Ninebot Segway ES4)
Wind	Générique (Ninebot Segway ES4)
Circ (Anciennement Flash)	Générique (Ninebot Segway ES4) et Unique
Bolt (Txfy)	Générique (Ninebot Segway ES2)
Bolt Mobility	Unique (Original, One et Chariot)
Ufo	Générique (modèle Xiaomi)
Hive	Générique (Ninebot Segway ES4)
Dott	Unique
Jump	Générique (Ninebot Segway ES4)

Voici en image les modèles des différents opérateurs, avec pour commencer les modèles génériques, basés sur les modèles ES2 ou ES4 de Segway-Ninebot :



Figure 8 Modèle ES4 de Segway-Ninebot, glisseurbaine.com



Figure 9 Modèle Segway-Ninebot ES4 Wind Source auteur



Figure 11 Modèle Segway-Ninebot ES4 Flash Source auteur



Figure 10 Modèle Segway-Ninebot ES4 Tier Source auteur



Figure 12 Modèle Segway-Ninebot ES4 Hive, <https://www.numerama.com/content/uploads/2019/03/trottinette-hive.jpg>



Figure 13 Modèle Segway-Ninebot ES4 Jump, <https://img.bfmtv.com/c/0/708/576/efabe5352162bf49401d29be80254.jpeg>



Figure 15 Modèle Segway-Ninebot ES2 Bolt, <https://www.numerama.com/content/uploads/2019/03/trottinette-bolt.jpg>



Figure 14 Modèle Segway-Ninebot ES4 VOI Source auteur

Viennent ensuite les modèles uniques propres aux opérateurs :



Figure 18 Modèle Voager 1 de VOI, voiscooters.com



Figure 19 Modèle Voager 2 de VOI, voiscooters.com



Figure 17 Modèle Lime-S Source auteur



Figure 16 Modèle Dott Source auteur



Figure 21 Modèles B Mobility, cnews.fr



Figure 20 Modèle Circ



Figure 22 Bird Zero,
<https://www.numerama.com/content/uploads/2019/03/bird.jpg>



Figure 24 Bird One, Bird



Figure 23 Bird Two, two.bird.co

Ainsi, partant d'une grande homogénéité entre les modèles des différents opérateurs, on trouve maintenant une certaine diversité, notamment démontrée par les modèles des 7 opérateurs ci-dessus. De plus, cette diversité va encore en s'accroissant, les autres essayant de développer leur propre modèle également, comme Wind ou Tier par exemple. Cette course semble avoir deux raisons principales. Tout d'abord l'importance de se distinguer de ses concurrents, chose qui peut être compliquée lorsque l'on propose le même modèle de trottinette. Ensuite, la deuxième raison est la volonté de s'éloigner des modèles vendus directement dans le commerce pour un usage privé, et qui ne sont donc pas adaptés à un usage collectif sur du free-floating. Les modèles se succèdent dans l'espoir d'améliorer la résistance aux intempéries et aux actes de vandalismes, augmenter leur durée de vie, garantir une meilleure sécurité, un plus grand confort et un plus grand plaisir de conduite.

Pour donner un ordre de grandeur, Antoine Bluy, un responsable du développement de Lime à Lyon, m'a confié dans un entretien réalisé courant mai que plus de 12 changements avaient été effectués sur l'engin qu'ils proposent en location, concernant tout aussi bien le logiciel que la conception ou la structure. Ainsi, les trottinettes des opérateurs sont en évolution permanente, que ce soit de manière visible avec un nouveau modèle, ou de manière plus courante avec des mises à jour d'éléments qui composent l'engin.

1.4.2 Les services sont-ils rentables ?

Le modèle économique de ces opérateurs paraît de prime abord difficilement rentable. Fin 2018, lors d'une interview au Financial Times, le vice-président du développement commercial mondial de Segway-Ninebot, l'un des principaux fabricants et fournisseurs en trottinettes électriques pour les opérateurs, confiait qu'il considérait le modèle économique des opérateurs comme non viable¹⁴.

¹⁴ <https://www.lesechos.fr/industrie-services/tourisme-transport/lequipementier-de-lime-et-bird-juge-leur-modele-economique-condamne-267811>

Plusieurs paramètres sont à considérer : le prix d'achat des trottinettes électriques, leur durée de vie, les revenus et coûts d'exploitations moyens par jour (ou par trajet). Cependant, ces données, de manière assez compréhensible, ne sont pas diffusées par les opérateurs. Du fait de cette rareté, les études sur le sujet ne sont qu'au nombre de deux. La première, se basant sur des données en open data sur la ville américaine de Louisville table sur une durée de vie de 28 jours (sur Aout-Décembre 2018). La seconde, beaucoup plus récente (mai 2019) et réalisée par le Boston Consulting Group avance le chiffre de trois mois, pour un seuil de rentabilité à 4. Cependant, ils ne précisent pas comment ils obtiennent ces résultats. Ces derniers sont à prendre avec précaution : la durée de vie dépend d'énormément de facteurs (l'opérateur, le modèle de trottinette utilisé, la saison, la ville...), le calcul d'une moyenne ne pouvant rendre compte des disparités entre les différentes situations. Les résultats sont d'ailleurs démentis notamment par Bird et Lime. Nous développerons ce point encore plus en troisième partie du mémoire.

Cependant une nouvelle stratégie a commencé à apparaître chez certains opérateurs au mois de juin : jouer sur les prix. Ainsi, Lime et Bird ont augmenté leurs tarifs à la minute. VOI s'est lui aussi différencié de l'anciennement consensuel 1€ de déblocage puis 15 centimes par minutes en mettant en place une tarification dynamique, passant à un coût à la minute pouvant varier entre 10 et 20 centimes selon les conditions météorologiques, ou encore la demande. Cela laisse penser que la rentabilité était difficilement atteinte. Pourtant, Travis VanderZanden, le fondateur de Bird déclarait sur Twitter le 12 juillet 2019 que l'opérateur gagnait dorénavant 1.27\$ sur chaque trajet se faisant sur une Bird Zero, en prenant en compte tous les coûts. La question de la rentabilité des opérateurs est donc elle aussi loin d'être résolue.

Si atteindre la rentabilité est bien évidemment un objectif majeur pour tous ces opérateurs sur le long moyen et long terme, cela est moins important sur le court terme. En effet, dans un nouveau marché où se trouve une très forte concurrence, le phénomène du « winner takes all » se produit couramment : il y a trop de « vendeurs » et pas assez d'acheteurs pour assurer la rentabilité à tous les « vendeurs ». Tous les concurrents proposant le même bien ou service vont s'aligner sur un prix ne leur permettant pas la rentabilité, mais dont ils ne peuvent pas s'écarter pour ne pas perdre de part de marché. Cependant, avec le temps, les vendeurs vont jeter l'éponge pour ne plus perdre d'argent, ne laissant à la fin que le vendeur ayant réussi à perdre le mois d'argent, ou bénéficiant des meilleurs investisseurs. Ainsi, seul survivant, il bénéficie alors d'une situation de monopole, et peut commencer à devenir rentable en jouant plus facilement sur les prix : « the winner takes all ». C'est par exemple exactement le cas des compagnies de car routiers depuis la loi Macron de 2015 : Ils opèrent à perte afin d'essayer de faire jeter l'éponge à leur concurrents.

Enfin, la recharge est effectuée différemment selon les opérateurs : utilisation de « juicers », c'est à dire des autoentrepreneurs payés à la trottinette rechargée, des employés en CDI, ou encore des entreprises spécialisées. Les endroits de remplacement sont en tout cas définis par l'opérateur. Pour Lime, le processus de détermination des meilleurs emplacements s'est fait de manière itérative, par machine Learning. Enfin, toujours pour Lime, la maintenance est réalisée dans des ateliers en France, à proximité des villes où ils opèrent avec des employés en CDI.

Le resserrement du marché, entamé en juin à Paris et fortement relayé par la presse n'est pas isolé. En effet, après une hausse continue du nombre d'opérateurs par ville, la tendance s'inverse depuis le début de l'été. Seuls les services disposant des plus grandes trésoreries et des meilleurs taux de rentabilité restent encore sur le terrain. C'est le phénomène du « winner takes all » comme décrit plus haut. Ainsi, avec en plus l'arrivée du décret en septembre, il y a de grandes chances que les nombreux questionnements sur le sujet s'éclaircissent. Il est d'ailleurs intéressant de superposer le graphique ci-contre du nombre d'opérateurs par ville, avec du cycle de vie des activités. Ainsi, on voit clairement les phases d'introduction et de croissance de ce nouveau marché avec d'abord l'arrivée de quelques opérateurs en 2018, puis de plus en plus courant 2019, jusqu'à atteindre une stagnation à partir du mois de juin. Cependant, il est encore un peu tôt pour parler des phases de maturité et de déclin pour les trottinettes électriques.

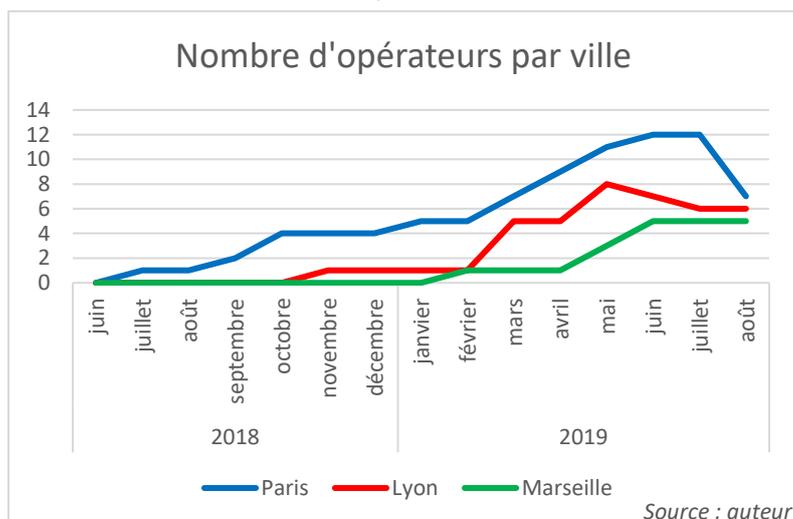
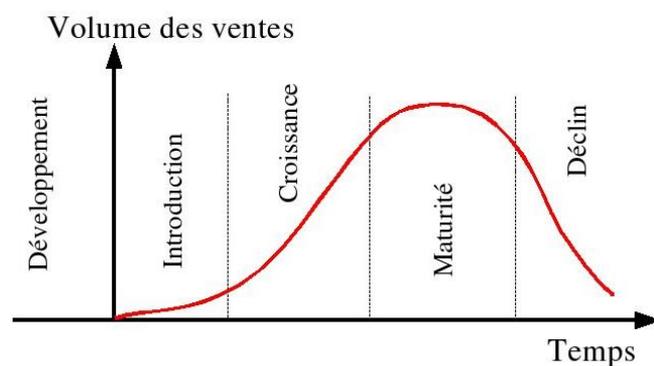


Figure 25 Évolution du nombre d'opérateurs de trottinettes électriques dans trois villes françaises. Source : auteur



2 Mise en place d'une enquête et premiers résultats

2.1 Méthode de mise en place du questionnaire

Comme l'explique la méthodologie de l'enquête par questionnaire de Jean-Christophe Vilatte (2007), le questionnaire est l'une des trois grandes méthodes de pour l'étude des faits psychologiques avec l'entretien et l'observation. Il rappelle que la validité du questionnaire dépend grandement du nombre d'éléments qui y répondent. Le but est alors de produire des chiffres, analysables mathématiquement, et ayant pour but de donner un point de vue objectif.

2.1.1 Objet et objectifs du questionnaire

Le phénomène que représentent les trottinettes électriques est très récent. Ainsi, les données sont assez rares ce qui rend l'analyse compliquée. Les avis sur ce thème se basent donc souvent sur des ressentis et font une grande place à la subjectivité. Afin d'essayer d'y remédier, au moins en partie, une enquête par questionnaire a été mise en place. Son but est donc d'avoir une base de données permettant à la fois de mieux connaître la perception des trottinettes électriques par la population, ainsi que les usages qui en sont fait.

Nous avons donc d'abord dû déterminer de quel type de données nous avons besoin, afin de déterminer les questions à poser dans l'enquête.

Nous avons alors séparé l'enquête en trois parties. Tout d'abord, nous avons mis les classiques questions sur la caractérisation des répondants (âge, statut, revenu, possession d'une voiture et d'un permis...). Ensuite, il y avait des questions spécialement pour les utilisateurs à propos de leur dernier voyage en trottinette électrique (points d'origine et de destination, temps du déplacement, chaîne de déplacement...). L'objectif de cette partie était de mieux connaître le type de déplacement que l'on a tendance à faire en trottinette. Enfin, il y avait des questions plus générales et variant selon si le répondant était utilisateur ou pas concernant, les raisons de l'utilisation du mode (ou de sa non utilisation), sa perception, l'aspect sécurité... Ainsi, on dénombre au total 40 questions pour les utilisateurs, et seulement 14 pour les autres. On retrouve ici l'idée que le questionnaire a d'abord été construit pour les utilisateurs.

2.1.2 Détermination de la population enquêtée et de l'échantillon et diffusion

Au début de l'enquête, nous étions principalement intéressés par les utilisateurs de trottinettes. Cependant, nous sommes finalement arrivés à la conclusion que nous avons également beaucoup de chose à apprendre de la part des non utilisateurs. C'est ainsi que nous avons décidé de ne pas restreindre la population enquêtée aux seuls utilisateurs.

Avant la diffusion de l'enquête, une phase de prétest a été menée afin de s'assurer que les questions étaient compréhensibles.

La diffusion de l'enquête s'est effectuée selon deux axes principaux : en face à face et par Internet. Notre objectif premier était d'avoir un grand nombre de réponses, afin de pouvoir avoir des résultats significatifs. Cependant, nous avons choisi de ne pas utiliser la méthode des quotas, qui consiste à maîtriser la constitution de son échantillon selon le respect de quotas prédéfinis (répartition entre genre, âge, catégorie professionnelle, composition du ménage...). Ainsi, les résultats que nous obtiendrons ne seront pas forcément applicables dans l'absolu à la totalité de la population française.

Le moyen privilégié dans un premier temps pour avoir des réponses des utilisateurs de trottinettes électriques en free-floating a été de réaliser une enquête terrain en face à face avec les utilisateurs. Nous avons ainsi mis en place une liste de questions pouvant tenir sur une feuille recto-verso, et administrable en approximativement 5 minutes (le document est présent en annexe 3). Le défi consistait alors à arriver à interroger un utilisateur. L'aborder pendant son trajet est impensable car il faudrait tout d'abord le stopper dans sa course, et ensuite poser les questions alors que sa trottinette est encore déverrouillée, est donc continue de lui coûter de l'argent. L'interroger avant sa course est également compliqué, car un futur utilisateur du service n'est pas forcément très facilement repérable et le déverrouillage de l'appareil est très rapide. Le plus efficace a été de l'approcher une fois son trajet fini. Cependant, cette dernière méthode a également un inconvénient majeur : il faut pouvoir se placer à des endroits où beaucoup de personnes se rendent en trottinette. La gare Part-Dieu s'est trouvée être un bon point pour effectuer cette tâche. De même, l'évènement Respect the Ride organisé par Lime à Lyon en mai (cf. première partie) a aussi permis de remplir un bon nombre de questionnaires facilement.

Cependant, le nombre de réponses obtenues en face en face progressant lentement, il a également été décidé de réaliser un questionnaire par internet, par la création d'un Google Forms, l'outil en libre-accès de Google pour réaliser enquêtes et questionnaires. Si le questionnaire papier s'intéressait seulement aux utilisateurs, celui-ci comportait également des questions destinées aux non utilisateurs.

Ce questionnaire en ligne a été ouvert du 30 avril au 14 juin, mais la plus grande partie des réponses (plus de 90%) a été obtenue entre le 30 avril et le 20 mai. Il a été diffusé par les réseaux sociaux comme Facebook (groupes des étudiants de Lyon 2, ENTPE) et LinkedIn, ainsi que par des listes de diffusion professionnelles. Les listes de diffusions utilisées vont alors influencer les résultats observés. En effet, les listes de diffusions professionnelles étaient géotamtam (qui regroupe des géographes), transrech (qui regroupe des économistes des transports) et le réseau francophone de socio-économie des transports. Ainsi, il s'agit des professionnels susceptibles de s'être déjà intéressé à la problématique.

Les résultats de l'enquête sont les suivants : on a obtenu 1058 réponses en lignes et 28 questionnaires papiers, se répartissant entre 251 réponses d'utilisateurs et 835 non utilisateurs. L'objectif était d'avoir un maximum de réponse, sans forcément chercher à avoir un panel représentatif de la population française.

2.1.3 Existence d'autres enquêtes

Comme il a déjà été souligné, le phénomène des trottinettes électriques en libre-service est récent et les données les concernant sont assez rares. Les opérateurs collaborent avec les villes en leur fournissant certaines données sur les flottes, mais l'exploitation de ces données souffrent de deux limites. D'une part, n'étant pas contraints juridiquement, les opérateurs ne fournissent des données exhaustives, préférant ne pas divulguer les données sensibles. Il est en effet important pour eux que certaines informations ne tombent pas dans les mains d'un de leurs nombreux concurrents. Ainsi, pour la ville de *Paris*, Lime ne transmet la position de ces trottinettes que toutes les trois heures, et non de façon dynamique sur la journée. La deuxième limite est que certaines données transmises aux villes ne sont pas ensuite transmissibles à des organismes de recherche, comme a pu le confirmer la ville de Lyon.

Diverses enquêtes ont d'ores et déjà pu être menées par d'autres organisations, et obtiennent des résultats intéressants. Nous allons donc voir celles qui existent, ainsi que leurs principales caractéristiques et conclusions.

Tableau 5 Enquêtes et sources de données concernant les trottinettes électriques

Enquête / source de données	Réalisation	Date de la parution du document	Date des données
Données en libre accès de Louisville	-	-	De août à décembre 2018
Enquête Portland	Données fournies par les opérateurs et questionnaire aux habitants. Réalisée par la ville.	Fin 2018	120 jours entre le 23/07/2018 et le 20/11/2018)
Enquête Bird	Données internes et issues d'un sondage réalisé par l'IFOP	Décembre 2018	1er août - 1er décembre 2018 pour les données fin novembre 2018 pour le sondage
Enquête Lime ¹⁵	Questionnaire réalisé et interprété par ODOXA	01/04/2019	Questionnaire allant du 11 au 25 février 2019 auprès d'utilisateurs et non utilisateurs

¹⁵ <http://www.odoxa.fr/sondage/nouveaux-modes-de-deplacement-bouleversent-transport-ile-de-france/>

Enquête 6t	Questionnaire et entretiens pour le compte de L'ADEME	Juin 2019	Questionnaire du 5 au 15 avril 2019 Entretiens fin février
------------	---	-----------	--

La ville de Louisville aux États-Unis a vu arriver en août 2018 des trottinettes électriques en libre-service dans ses rues. Avec la politique de transparence menée par les autorités de la ville, une partie des données des opérateurs a été mise à disposition de tout le monde. Ainsi, on dispose par exemple des heures de début et de fin pour plus de 80 000 voyages ayant eu lieu entre août 2018 et janvier 2019 dans cette ville de 600 000 habitants.

L'enquête réalisée par la ville de Portland a créé l'une des premières sources de données sur la thématique des trottinettes électriques en libre-service. Même si elle s'intéresse au cas de la ville de Portland aux États-Unis, nous verrons dans quelles mesures certaines de ces conclusions peuvent éventuellement s'appliquer au cas français.

En décembre 2018, Bird a publié un rapport sur ses activités à Paris. Dans ce document, l'opérateur donne des données internes sur certains aspects, mais donne également les résultats d'une enquête menée par l'IFOP. Elle a été réalisée avec un échantillon de 994 personnes représentatives par la méthode des quotas de la population de Paris. L'enquête a eu lieu entre le 15 et le 20 novembre. Les résultats présentés sont en faveur de l'opérateur.

De la même manière que Bird, Lime a commandé à l'institut de sondage Odoxa une enquête du 11 au 25 février auprès de 1511 utilisateurs de trottinettes électriques à Paris et entre le 12 et le 15 février auprès d'un échantillon représentatif de la population parisienne et francilienne. Ce document compile seulement les résultats aux questions, et n'a pas été rédigé par Lime, contrairement à l'enquête de Bird, qui a été rédigée par ce dernier.

L'enquête menée par 6t est pour l'instant l'étude la plus complète réalisée sur les trottinettes électriques en libre-service en France. Nous nous baserons donc fortement sur celle-ci afin de comparer nos résultats, les mettre en perspective, ou encore les nuancer.

Tout au long de la partie qui va suivre, les résultats obtenus par notre enquête seront mis autant que possible en parallèle des résultats des enquêtes présentées ci-dessus. Il sera alors intéressant de montrer les cas où les résultats sont semblables afin de les conforter, mais également ceux qui divergent, afin de trouver des explications.

2.2 Présentation des résultats généraux

Dans cette partie, nous allons reprendre question par question les réponses reçues pour l'enquête, afin d'avoir un premier aperçu de ce qu'elle peut nous apprendre.

2.2.1 Description de la population

On va tout d'abord présenter les personnes qui ont répondu à l'enquête. Les résultats obtenus aux questions concernent les questions de l'âge, du genre, du statut et des revenus. Pour chacun de ces quatre paramètres, la répartition entre ceux qui ont déjà utilisé une fois une trottinette électrique en libre-service et ceux qui n'en ont jamais utilisé sera précisée. Ils seront appelés par la suite « utilisateurs » et « non utilisateurs ». Pour rappel, il y a 251 réponses de non-utilisateurs, et 835 de non-utilisateurs, soit un pourcentage de 76,9% de non utilisateurs.

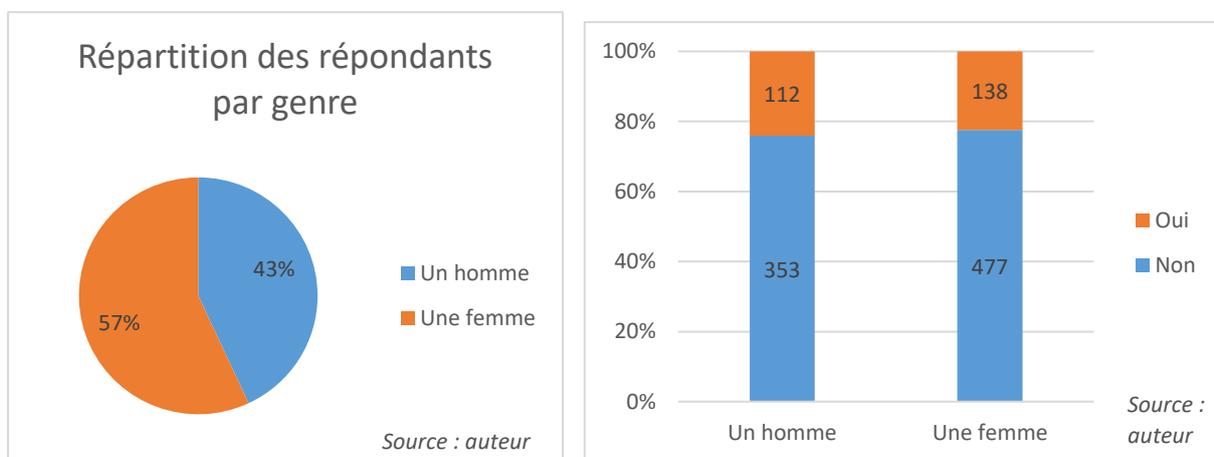


Figure 27 Répartition des répondants par genre et entre utilisateurs et non-utilisateurs

Pour la question du genre, 57% de femmes ont répondu au questionnaire et elles représentent 55% des utilisateurs. Cette prédominance féminine est probablement due à la composition de notre panel de répondants. A titre de comparaison, l'étude de 6t trouve que 66% des utilisateurs sont des hommes.

Au niveau de l'âge, comme on pouvait s'y attendre du fait de la diffusion massive auprès d'étudiants, les répondants sont assez jeunes, avec 50% de moins de 24 ans et 19% de 25-34. Ces deux classes représentent 72% et 15% des utilisateurs. Toujours afin de comparer, pour ces deux classes d'âge, l'étude de 6t les retrouve avec pour proportions respectivement 24 et 28%.

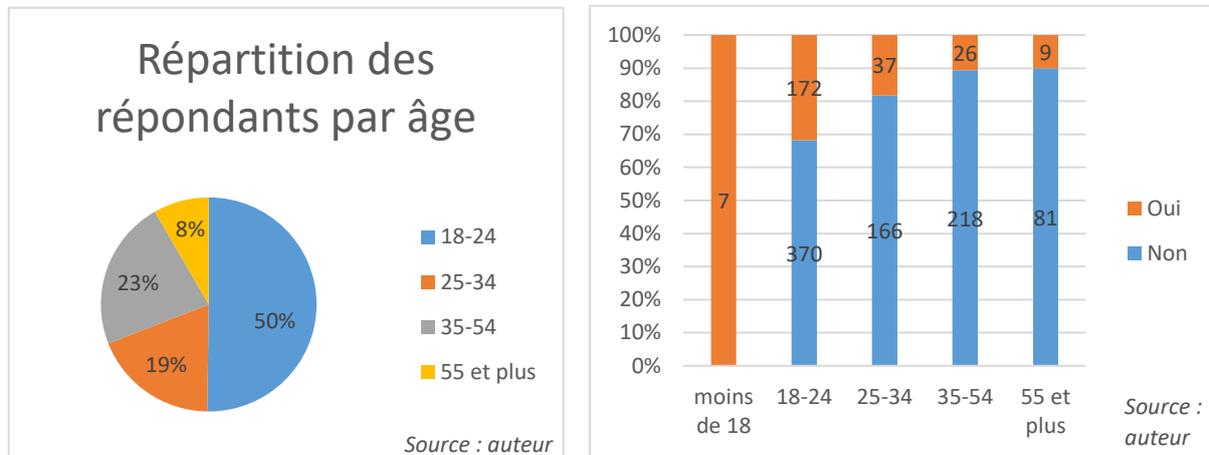


Figure 28 Répartition des répondants par âge et entre utilisateurs et non-utilisateurs

De même, cela se retrouve dans le statut des répondants, avec une très forte représentation des étudiants (53%), mais également 42% d'actifs. Ils représentent respectivement 71% et 17% des utilisateurs. L'étude de 6t prend en compte 66% d'actifs pour 19% d'étudiants. Les rapports entre actifs et étudiants sont donc totalement inversés entre nos répondants et les résultats de 6t.

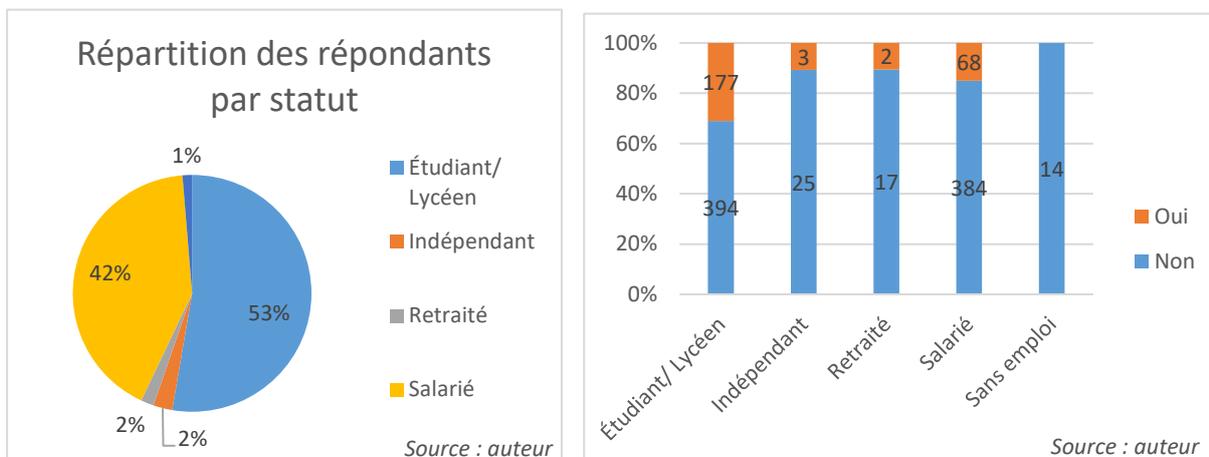


Figure 29 Répartition des répondants par statut et entre utilisateurs et non-utilisateurs

Sur la question du revenu, on a 55% des répondants qui touchent moins de 1500€ par mois et représentent 68% des utilisateurs. Cela est assez logique du fait du nombre important d'étudiants et de jeunes. Également, 25% des répondants touchent plus de 2500€ par mois. Ils représentent 13% des utilisateurs. Pour 6t, on se trouve à 30% à moins de 1500€, et 22% à plus de 3000€.

Pour ce qui est de la localisation des répondants, il est plus compliqué de répondre. En effet, la question n'était pas abordée dans le questionnaire. La diffusion aux étudiants s'est faite avec des étudiants lyonnais, mais les listes de diffusion professionnelles n'étaient pas cantonnées à Lyon, certaines étant même internationales. Cependant, on peut souvent retrouver la localisation des

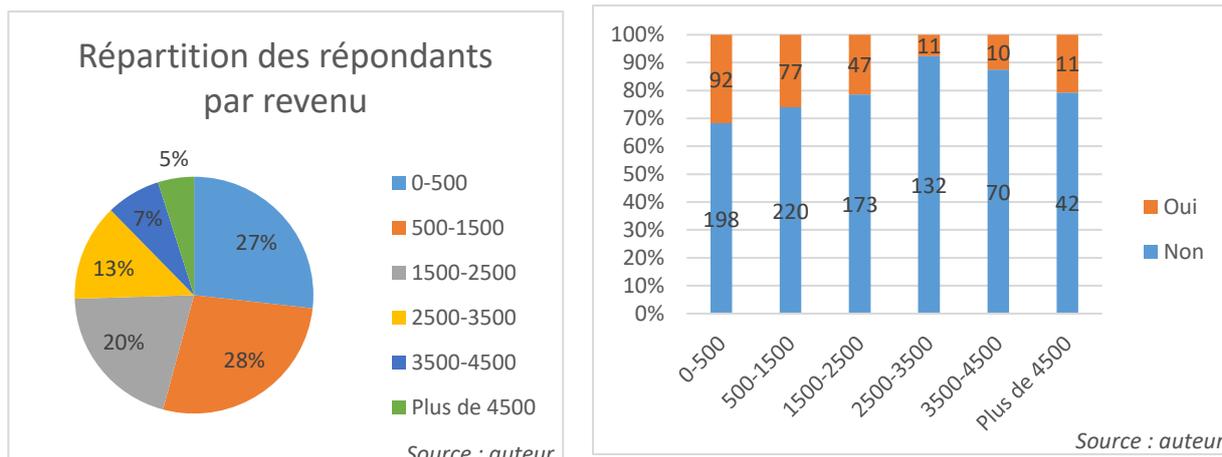


Figure 30 Répartition des répondants par revenu et entre utilisateurs et non-utilisateurs

utilisateurs de trottinettes électriques car ils devaient indiquer leur dernier trajet. On peut donc couramment retrouver la ville. Lorsque l'on a réussi à déterminer la ville, on retrouve donc de manière anecdotique des trajets à Bruxelles, Los Angeles, Malaga, Marseille, Mexico, et principalement à Lyon et Paris avec respectivement 192 et 26 trajets.

2.2.2 Caractéristiques générales des utilisateurs

2.2.2.1 Des nouveaux utilisateurs de plus en plus nombreux

La date de la première utilisation peut nous donner des informations importantes. Ici, on remarque que les réponses sont assez intéressantes, et viennent confirmer que beaucoup ont été faites par des personnes habitant à Lyon. En effet, Lime, le premier opérateur de trottinettes à s'être implanté à Lyon est arrivé en Octobre. On remarque donc un pic de « premières utilisations » pendant ce mois-ci. Puis, après une baisse en novembre, il y a une progression constante du nombre de personnes essayant pour la première fois ce mode de déplacement, sans prendre en compte le mois de mai durant lequel l'enquête s'est déroulée. Ainsi, on comprend que de plus en plus de personnes sont tentées par l'idée de tester une trottinette électrique, et donc que l'on se trouve dans une période où le nombre d'utilisateurs a des chances d'augmenter.

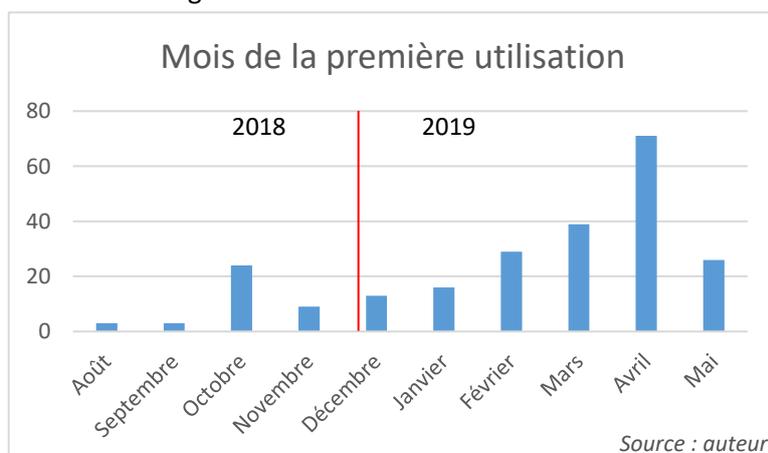


Figure 31 Nombre de premières utilisations d'une trottinette par mois

2.2.2.2 Une vitesse moyenne déclarée proche d'un vélo

La question demandait au répondant de donner une fourchette de sa vitesse moyenne estimée en trottinette électrique. Voilà ce que donnent les résultats.

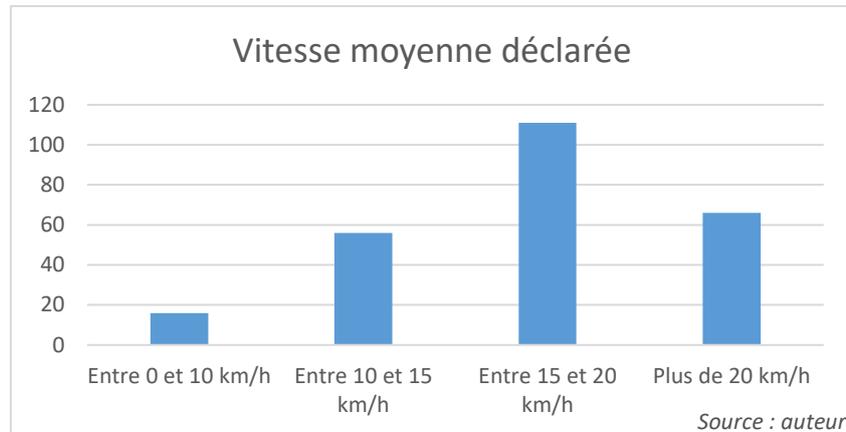


Figure 32 Vitesse moyenne déclarée

On peut donc remarquer que les répondants estiment leur vitesse en moyenne entre 15 et 20 km/h. Il sera après intéressant de comparer ces vitesses déclarées avec la vitesse moyenne que nous calculerons dans un deuxième temps. On obtient ainsi une valeur qui se rapproche de celle que l'on peut observer pour le vélo.

2.2.2.3 Une utilisation plutôt occasionnelle

Lorsque l'on s'intéresse à la fréquence d'utilisation, on se rend compte tout d'abord que notre échantillon comporte de nombreux usagers uniques, c'est-à-dire de personnes n'ayant utilisé de trottinette électrique en libre-service qu'une seule fois, probablement dans une optique de test. Ils représentent près de 30% des répondants. Le second point intéressant est que la majorité sont des usagers occasionnels, qui utilisent ce mode de transport seulement de temps en temps. Cependant, il

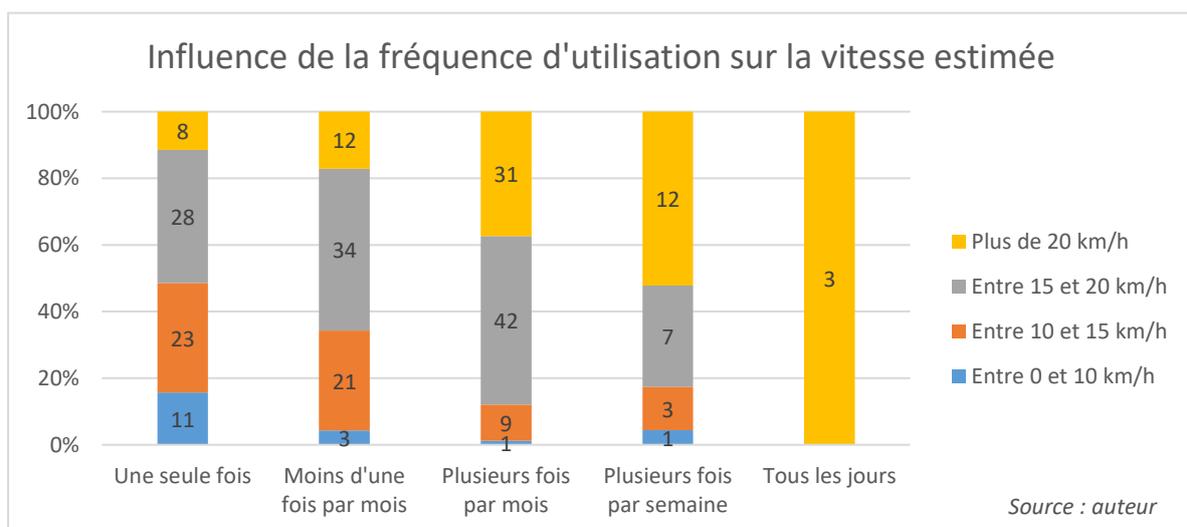


Figure 33 Fréquence d'utilisation et vitesse estimée

existe quand même également une partie qui l'utilise de manière courante, c'est-à-dire plusieurs fois par semaine, voir tous les jours.

Lorsque l'on met en corrélation les réponses à propos de la vitesse estimée et la fréquence d'utilisation, on remarque immédiatement un lien entre les deux. En effet, plus les répondants utilisent souvent une trottinette électrique, plus ils ont tendance à aller vite en moyenne. Avec l'habitude, on peut imaginer grâce à ce graphique que les utilisateurs augmentent leur maîtrise de l'engin et se sentent plus à l'aise, au point d'augmenter leur vitesse. Ceci est alors intéressant à mettre en relation avec l'étude d'accidentalité d'Austin, qui mettait en avant le fait que la majorité des accidents arrivaient lors des premières utilisations. Ceci ne vient pas en contradiction, car on voit que même lors de leurs premières utilisations, ou d'une utilisation assez rare, certains individus que l'on peut imaginer peu expérimentés dans la conduite de trottinettes électriques déclarent quand même circuler à plus de 20 km/h.

Pour ce qui est de la fréquence d'utilisation sur une semaine, notre questionnaire ne permet pas de répondre à cette question. Cependant, les données en libre-accès de Louisville nous permettent de nous faire une idée.

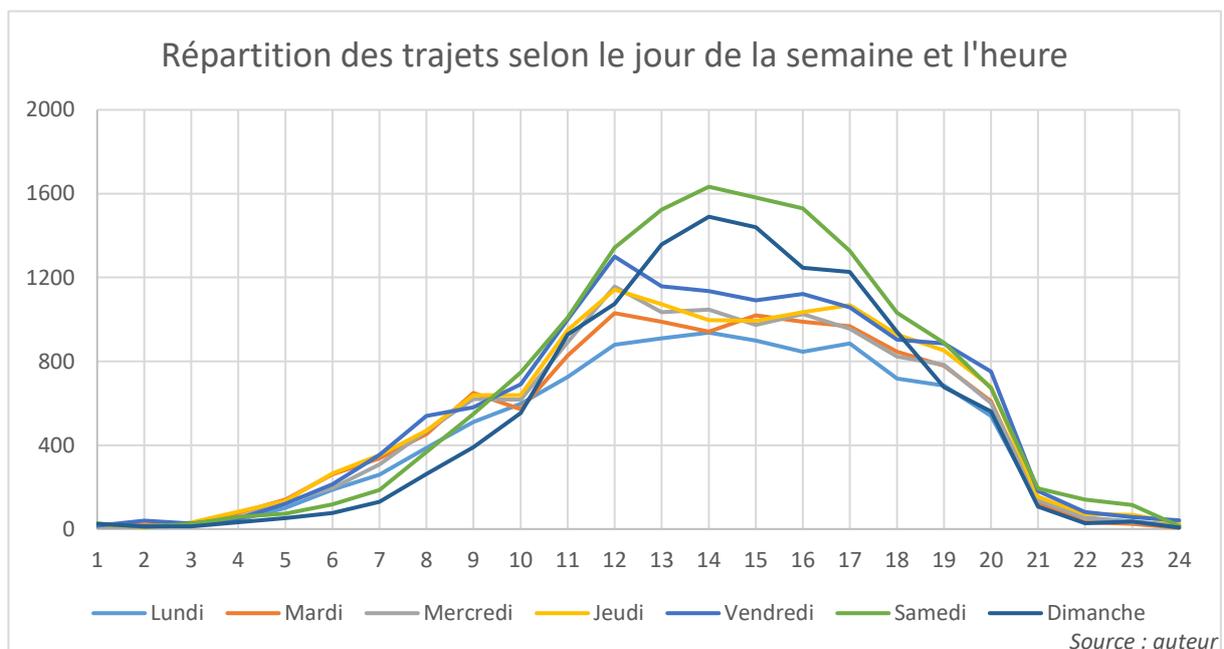


Figure 35 Nombre de trajets selon le jour de la semaine et l'heure. Source : Données en libre-accès Louisville. Réalisation auteur

On remarque grâce aux données de Louisville que le samedi est le jour où l'on utilise le plus les trottinettes en libre-service dans cette ville. De même, le dimanche est assez plébiscité. On peut alors imaginer une pratique associée aux loisirs, mais nous développerons cela plus tard.

2.2.2.4 Des budgets assez faibles

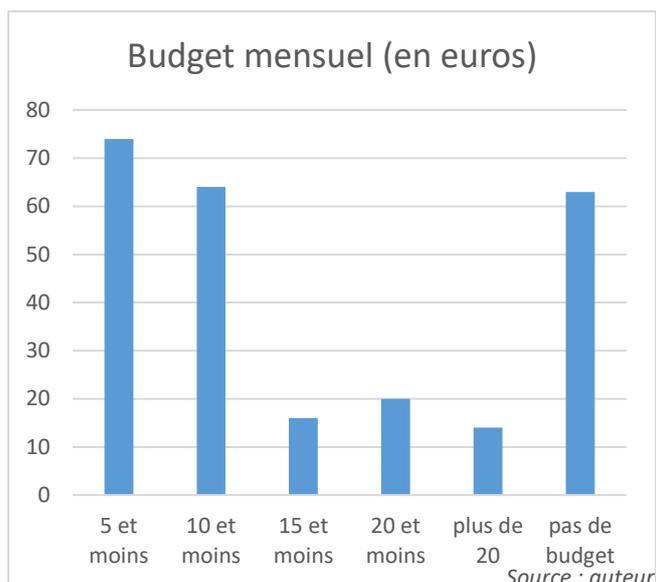


Figure 37 Budget mensuel en €

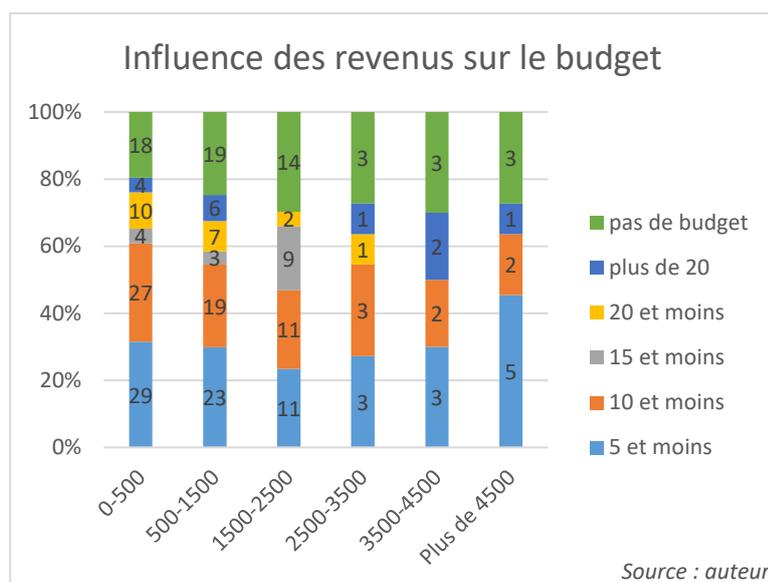


Figure 36 Influence des revenus sur le budget mensuel

Dans le graphique de gauche sont compilées les réponses à la question du budget mensuel accordé par les usagers pour utiliser le service. Une possibilité de réponse était « pas de budget », destinée aux personnes ne sachant pas combien ils dépensent dans le service. Le graphique de droite fait le parallèle entre le budget accordé et les revenus des répondants. Du fait des faibles tailles des groupes de revenus de plus de 2500€, les résultats envers eux sont moins significatifs.

On remarque ainsi qu'une grande proportion des utilisateurs dépensent moins de 10€, tandis qu'une autre grande part n'a pas vraiment de budget pour ce service. Si une partie de ceux ayant répondu « pas de budget » concerne des usagers qui n'ont utilisé le service qu'une seule fois, cela montre aussi qu'une partie ne se pose pas vraiment cette question des dépenses, sûrement car elles sont moins visibles que pour d'autres modes de transport, comme l'achat d'un abonnement TC par exemple. Même s'ils restent marginaux, certains utilisateurs dépensent plus de 15 € par mois dans le service.

2.2.3 Informations en relation avec l'usage des trottinettes en libre-service

2.2.3.1 La présence de nombreux opérateurs non mise à profit par les utilisateurs

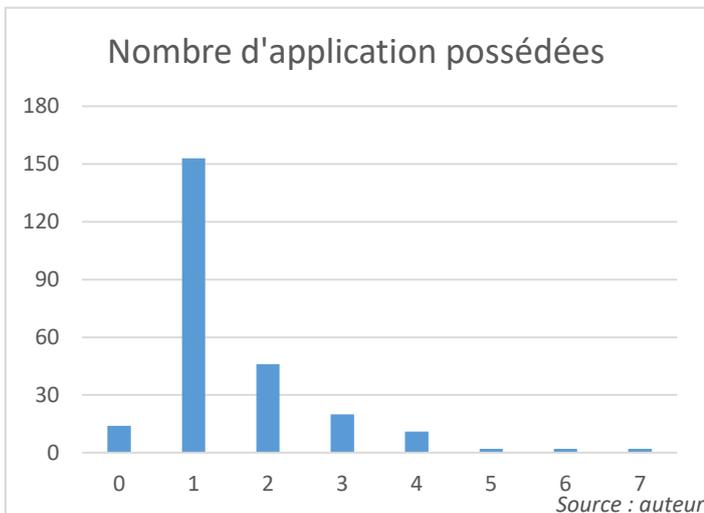


Figure 39 Nombre d'applications possédées par les utilisateurs

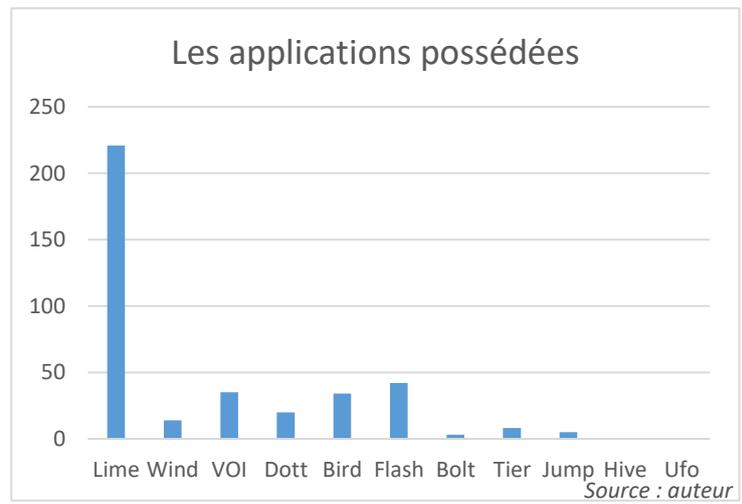


Figure 38 Les différentes applications possédées par les utilisateurs

Ces graphiques nous apprennent tout d'abord que beaucoup d'utilisateurs ne possèdent qu'une seule application d'opérateur de trottinettes électriques. Cela indique que malgré la forte concurrence, et le grand nombre d'opérateurs différents, beaucoup utilisent à chaque fois le même. Ceci a plusieurs conséquences. Tout d'abord, la marque lors de la première utilisation de la personne est primordiale, parce qu'elle a de grandes chances d'être la seule que la personne utilisera. Ensuite, cela montre aussi que beaucoup ne profitent pas du grand nombre de trottinettes disponibles, car se cantonnent à un seul opérateur. Ils ne font ainsi pas vraiment jouer la concurrence. On remarque aussi la présence de personnes ne possédant pas d'application, possiblement car ils les ont supprimées après utilisation.

Le second graphique montre quelles sont les applications possédées par les utilisateurs. Il est important de rappeler qu'une grande partie des répondants habitent à Lyon, et donc cela explique que certains opérateurs ne se trouvant qu'à Paris soient sous-représentés, comme Jump et Hive par exemple. Ce graphique nous montre en tout cas sans équivoque que Lime domine très largement le marché, son application ayant été téléchargée par près de 87% des utilisateurs.

2.2.3.2 L'influence sur la possession d'une trottinette électrique personnelle

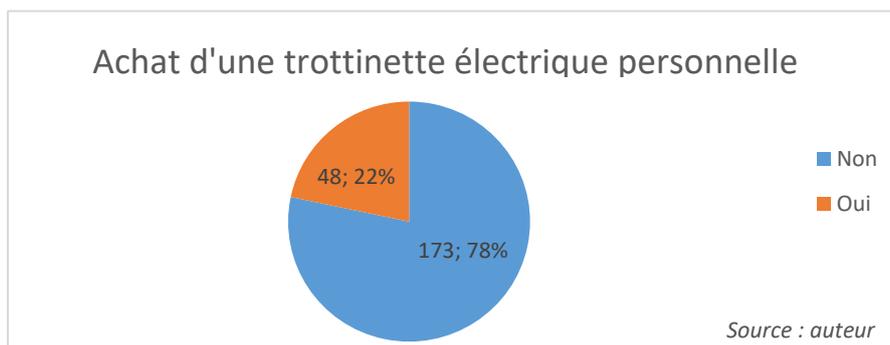


Figure 40 Volonté d'acheter une trottinette électriques personnelle

Près de 22% des utilisateurs disent envisager d'acheter dans le futur leur propre trottinette électrique. L'enquête de 6t laissait plus de liberté dans les réponses avec la possibilité de répondre « oui tout à fait » (7%), « oui pourquoi pas » (32%), « non pas vraiment » (24%) et « non pas du tout » (31%).

2.2.3.3 Des motifs d'utilisation divers et centrés autour du plaisir

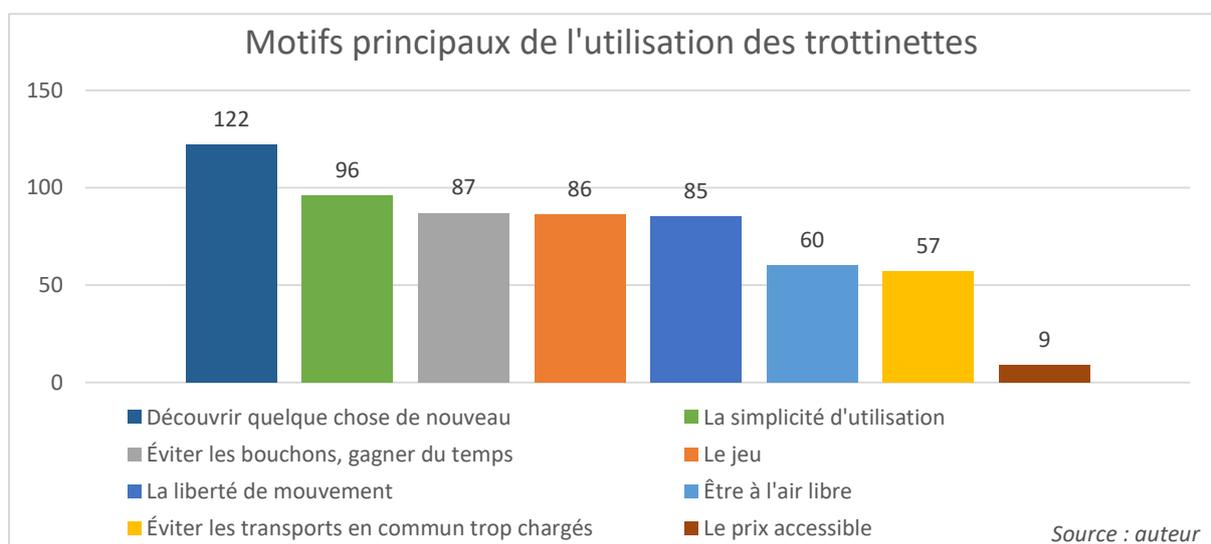


Figure 41 Les motifs influençant le choix d'utiliser une trottinette en libre-service

Le graphique ci-dessus résume les raisons qui ont poussé les utilisateurs à se servir des trottinettes électriques en libre-service. Les répondants pouvaient choisir au maximum trois possibilité lors de leur remplissage du questionnaire. La raison la plus souvent évoquée est l'envie de découvrir quelque chose de nouveau. Cela peut être problématique pour les opérateurs, car c'est une raison qui est vouée à disparaître dans le futur, l'aspect nouveauté n'étant logiquement pas éternel. Cependant, les autres raisons sont intrinsèques aux trottinettes et vont durer dans le temps. Du plus ou moins impactant, on retrouve ainsi la simplicité d'utilisation du système, la volonté de gagner du temps, l'aspect ludique de ces engins, ou encore la liberté de mouvement. On a aussi l'idée de confort qui revient, avec le fait d'être à l'air libre, ou encore d'éviter les transports en commun qui peuvent être saturés. Enfin, assez logiquement, on voit que le prix revient très peu souvent comme un aspect positif, le service étant assez cher comparativement à un ticket de bus ou un vélo en libre-service avec station.

Pour conclure, on peut facilement rapprocher les motifs avancés à la notion de plaisir, comme par exemple avec le jeu, le fait d'être à l'air libre et libre de ses mouvements, ou encore satisfaire sa curiosité.

2.2.3.4 Les questions de la réglementation et du stationnement diversement prisent à cœur.

On va maintenant aborder deux points qui sont au centre des contestations citoyennes contre les trottinettes électriques. Tout d'abord, on voit que plus d'un tiers déclare ne s'être pas du tout renseigné sur la législation comme par exemple les vitesses autorisées ou encore les lieux de circulation permis et interdits. Avec le temps, on peut imaginer que plus de monde sera au courant des législations en vigueur, comme par exemple l'interdiction de circuler sur les trottoirs. Cependant, la question se déplace alors sur le respect plutôt que sur la connaissance de la législation. Ensuite, pour le stationnement, 94% dit faire attention où il dépose sa trottinette à la fin de son déplacement. Il y a quand même des limites à ce résultat plutôt bon. Tout d'abord, 6% des 20 000 trottinettes estimées à Paris représente quand même potentiellement 1 200 trottinettes stationnées n'importe comment dans la ville. De plus, le principe de « bien garer une trottinette peut être assez subjectif, sans oublier les trottinettes renversées intentionnellement ou de manière accidentelle.

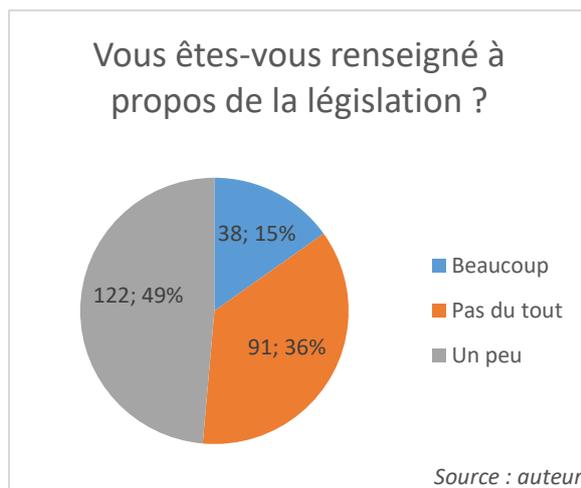


Figure 43 État de connaissance sur la réglementation

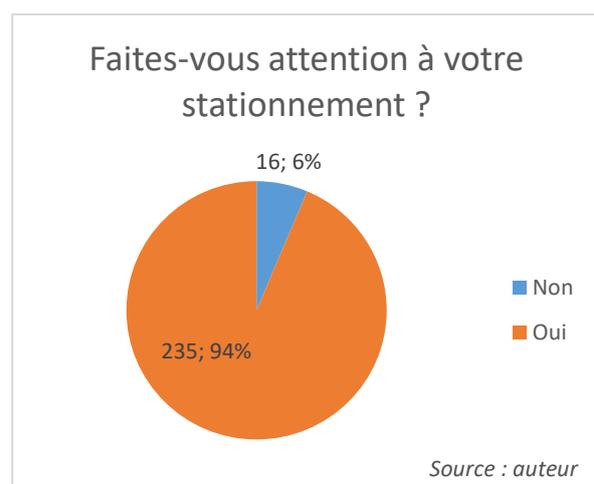


Figure 42 Le stationnement

2.2.3.5 Le retard à prendre en compte

En économie, il existe un principe qui s'appelle la valeur du temps. Grossièrement, elle indique le prix que l'on serait prêt à payer pour gagner une heure de temps et s'exprime donc en €/h. Cette valeur du temps occupe une grande place dans les questions de transport. Si nous reviendrons plus en détail dans la troisième partie sur ce concept, on peut quand même préciser que lorsque l'on est en retard, notre valeur du temps a tendance à augmenter : on est prêt à payer plus cher pour perdre moins de temps. La trottinette électrique représente globalement un mode plus rapide, mais également plus cher que beaucoup de ses alternatives. Donc, on peut imaginer qu'elle peut s'adresser à des personnes qui ont une valeur de temps élevée de manière générale, ou occasionnellement, comme c'est le cas

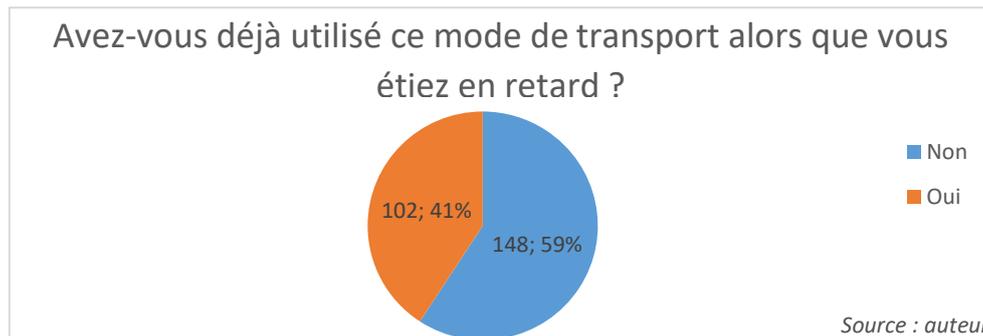


Figure 44 Influence du retard sur le comportement de mobilité

lorsque l'on est en retard. Ici, on voit que 41% des répondants ont déjà utilisé ce mode alors qu'ils étaient en retard, ce qui vient conforter cette idée.

2.3 Non-utilisation, perception, et caractéristiques des trajets

2.3.1 Des motifs de non utilisation forts

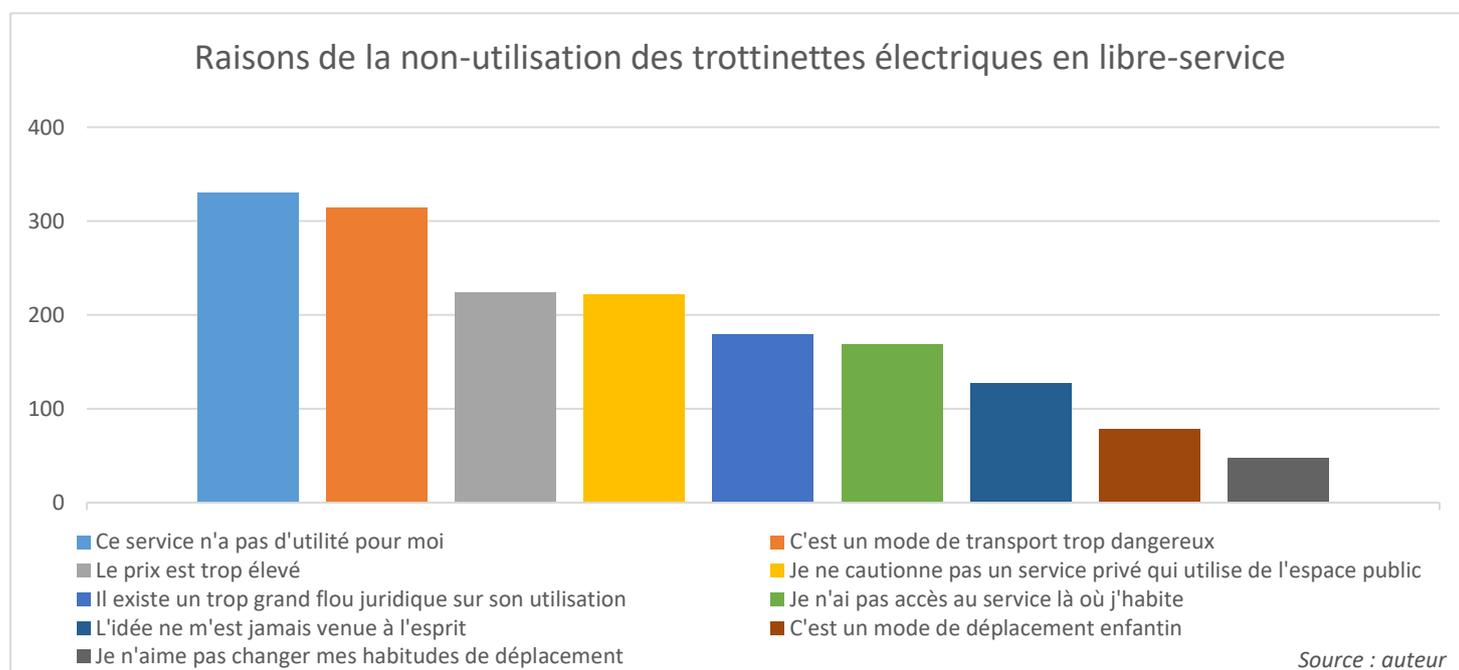


Figure 45 Motifs de la non-utilisation des trottinettes

Les trois raisons principales de la non-utilisation sont des raisons intrinsèques aux trottinettes, à savoir un service n'ayant pas d'utilité pour la personne, trop dangereux et comportant un prix trop élevé. Ces trois barrières de l'utilité, du danger et du prix sont assez conséquentes, et peuvent décourager de nombreuses personnes à essayer ce mode de déplacement. Les facteurs qui suivent concernent le flou juridique autour de ces engins, et le fait qu'un service privé utilise de l'espace public. Cependant, ils sont en train de disparaître, avec à la fois une législation qui se développe et des taxes dont doivent commencer à s'acquitter les opérateurs pour pouvoir déployer leur flotte dans les villes. Enfin, on peut souligner le fait qu'assez peu de gens le voit comme un objet enfantin.

Une autre question demandait aux répondants s'ils envisageaient un jour d'essayer une trottinette électrique en libre-service s'ils étaient en retard pour un rendez-vous important, ou de manière plus générale, sans mise en situation particulière. Les résultats sont les suivants :

Tableau 6 La potentialité de nouveaux utilisateurs. Source : auteur

Envisagez-vous d'essayer...	Oui	Non
Si vous étiez en retard	291 ; 35%	543 ; 65%
De manière générale	439 ; 53%	395 ; 47%

Maintenant, que nous savons que 47% de notre panel n'envisage pas dans le futur de pouvoir essayer une trottinette électrique en libre-service, nous allons mettre en parallèle ce résultat avec les raisons du refus d'essayer

Tableau 7 Les motifs les plus freinant quant à l'utilisation des trottinettes. Source : auteur

	N'y voit pas d'utilité	Danger	Prix	Opérateur privé / Espace public	Flou juridique
Pourcentage de refus d'essayer après avoir cité cette raison	50.3%	62.7%	38.4%	69.2%	53.6%
	Pas accès au service	Idée jamais venue à l'esprit	Mode Infantin	Habitudes de déplacement	Total
Pourcentage de refus d'essayer après avoir cité cette raison	25,0%	44.9%	79.5%	42.6%	47,4%

Ainsi, nous voyons que la raison la plus rédhibitoire quant à la volonté de ne pas utiliser de trottinette électrique en libre-service est le fait de les trouver enfantine. Près de 80% des personnes ayant cité cette raison n'envisage pas de les essayer dans le futur. On peut donc voir que la perception que l'on se fait d'un moyen de transport est fondamentale. La deuxième raison est le fait de ne pas vouloir cautionner un service privé utilisant de l'espace public. Ici, ce n'est plus la question d'une image, d'un a priori négatif, mais plus une volonté de boycotter un service qui nous déplaît. A l'inverse, on voit qu'une grande partie de ceux n'ayant pas accès au service ont envie d'essayer, tout comme ceux étant rebuté par la question du prix. Ainsi, même s'il y a de grandes chances qu'ils ne deviennent pas des utilisateurs assidus du fait du prix, ils ont quand même une certaine envie d'essayer.

Une question destinée aux utilisateurs leur demandait s'ils comptaient continuer d'utiliser ce service dans le futur : 52 personnes ont répondu de manière négative. Pour chacun d'eux, il était demandé pourquoi. (Les réponses des non-utilisateurs sont les mêmes que pour le graphique numéro 45, elles

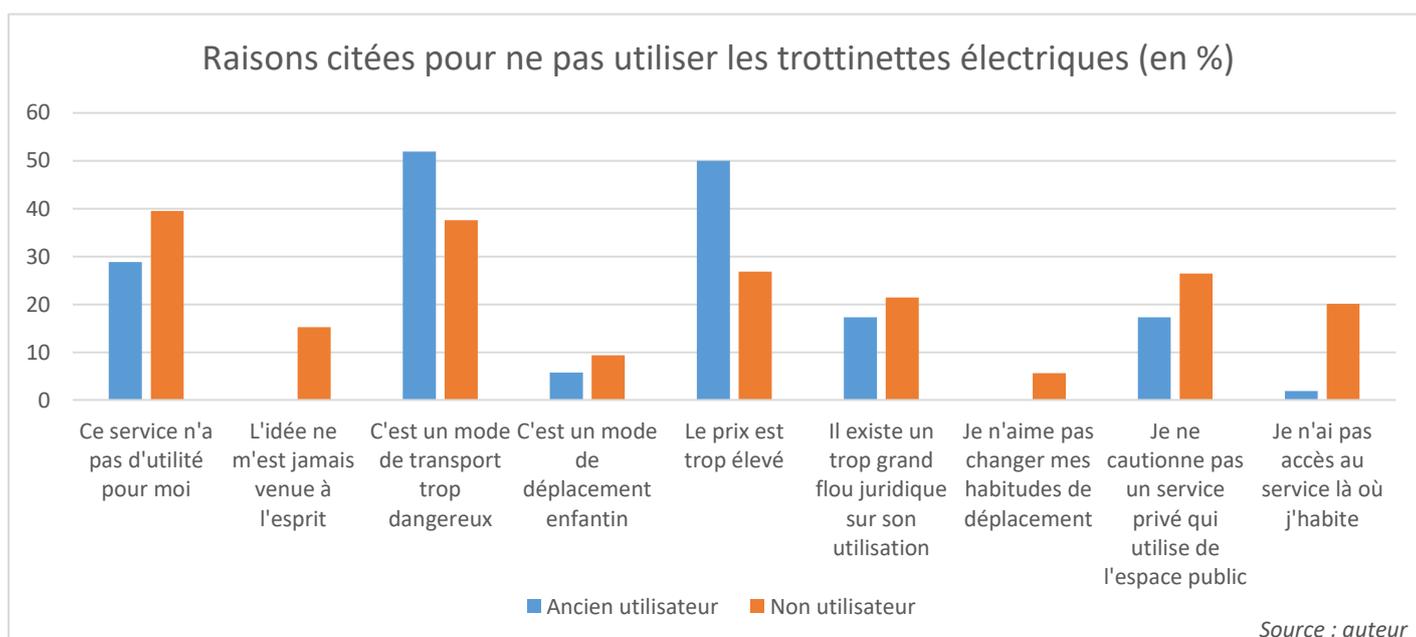


Figure 46 Les motifs de la non utilisation pour les anciens utilisateurs

sont présentes ici à titre de comparaison). Le graphique suivant montre le pourcentage de personne ayant cité la raison.

On voit que les deux principales raisons qui peuvent pousser les utilisateurs à arrêter leur pratique des trottinettes électriques en libre-service sont les questions du risque et du coût monétaire.

2.3.2 La perception

2.3.2.1 Des perceptions différentes entre utilisateurs et non utilisateurs

Comme on a déjà pu le voir précédemment, la question de la perception des modes de transports est très importante. Nous avons donc demandé à notre panel comment ils perçoivent ces engins, en leur

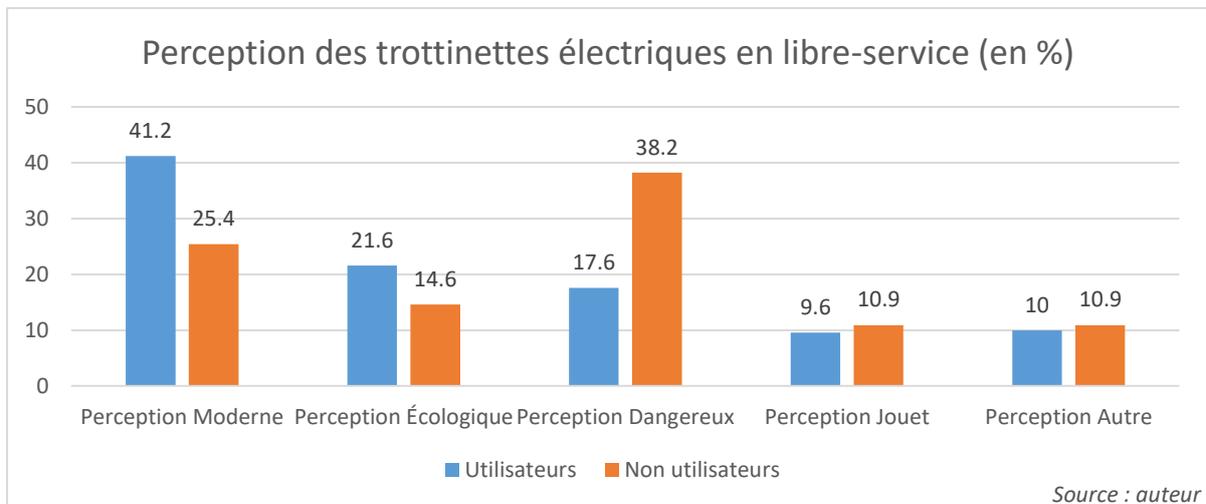


Figure 47 La perception des trottinettes électriques

demandant de choisir une seule possibilité parmi plusieurs proposées. Le premier résultat est qu'il existe une différence non négligeable entre les utilisateurs et les non-utilisateurs quant à cette perception.

Ainsi, on voit que les utilisateurs ont globalement une perception plus positive des trottinettes que les autres. En effet, ils choisissent à plus de 60% un terme positif pour les décrire (moderne ou écologique), alors que les autres choisissent à presque 50% un terme connoté négativement (dangereux ou jouet). La distinction la plus intéressante se trouve sur l'adjectif dangereux, utilisé par 40% des non-utilisateurs et seulement 18% des autres. Ainsi, globalement, ceux n'ayant jamais utilisé de trottinettes électriques en libre-service les trouvent plus dangereuses que ceux qui les utilisent.

2.3.2.2 Un mode de déplacement globalement vu comme dangereux

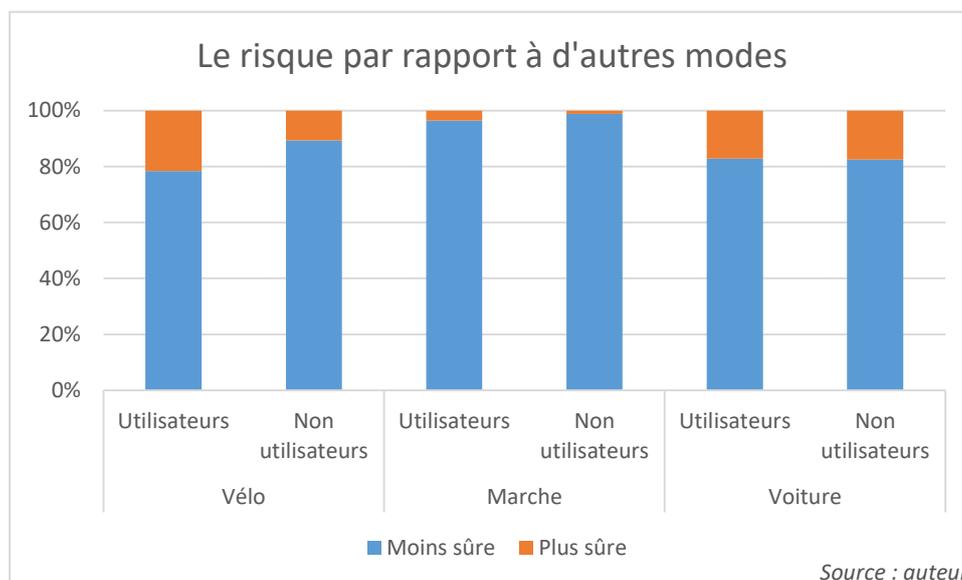


Figure 48 La perception du risque par rapport à d'autres modes de transport

Afin de mieux appréhender cette question du danger associé aux trottinettes, il a été demandé aux répondants de comparer le risque lié à la trottinette à trois autres modes de transports, à savoir le vélo, la marche et la voiture.

Les résultats sont alors très majoritairement en défaveur des trottinettes. Nous allons cependant détailler pour chacun des modes les résultats. Pour la marche, une écrasante majorité l'estime plus sûre que les trottinettes, ce qui est un résultat assez logique.

Le cas du vélo est assez intéressant, car on retrouve le clivage utilisateurs / non-utilisateurs déjà aperçu dans la sous-partie précédente. Ainsi, 10% des non-utilisateurs trouvent la trottinette plus sûre que le vélo, contre 20% des autres. Même si les deux résultats vont globalement dans le même sens, il y a quand même une différence qu'il semble important de souligner.

Enfin, les avis sont les mêmes pour les voitures, vues dans 20% des cas moins sûres qu'une trottinette électrique. Ce résultat peut sembler étrange, dans la mesure où, par transitivité, on peut en déduire que les voitures sont considérées un peu moins sûres que les vélos. La transitivité ici est loin d'être évidente et donc la conclusion peut être erronée. Mais ce résultat peut aussi montrer la mauvaise opinion de certains vis-à-vis des voitures, appelées à l'occasion de l'administration d'un questionnaire « cercueil roulant » par un répondant.

Pour se recentrer sur les trottinettes elles-mêmes, on peut préciser que seulement 47% des utilisateurs se sentent en sécurité sur une trottinette électrique. C'est la même valeur qu'avait trouvée l'enquête menée pour Lime par Odoxa pour les parisiens. Le chiffre diminuait jusqu'à 27 % pour les franciliens hors Paris. Ceci est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 Sentiment de sécurité pour plusieurs modes de transports. Source : Odoxa

	Source : Odoxa	Taxis VTC	Voiture	Trottinette électrique	Vélo
Je me sens en sécurité quand j'utilise ce mode de transport	Parisiens	86%	81%	46%	35%
	Franciliens hors Paris	87%	81%	27%	37%

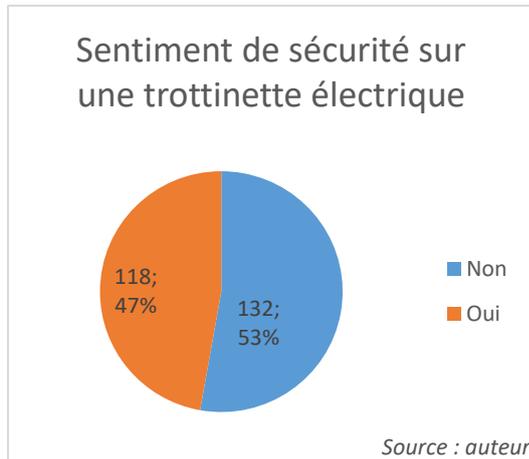


Figure 50 Sentiment de sécurité sur une trottinette électriques

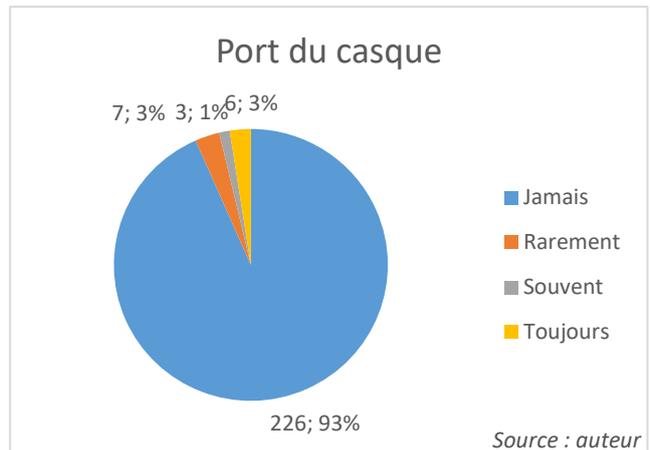


Figure 49 Proportion du port du casque pour les utilisateurs

Un autre aspect à souligner concernant la sécurité est le fait de porter des équipements de protection, dont le plus important le casque. Comme on pouvait s'y attendre, ceux qui en utilisent sont largement minoritaires. Plus de 90% des répondants confient ainsi ne jamais porter de casque lors de leur utilisation du service.

On peut également remarquer que 30% des utilisateurs disent avoir déjà subi une panne lors de l'utilisation du service, ce qui est loin d'être négligeable. De plus, 4% disent avoir été impliqués lors d'un accident avec une trottinette électrique (alors qu'ils conduisaient ou non), et 13% disent avoir été témoin d'un accident.



Figure 51 Proportion d'utilisateurs ayant déjà subi une panne

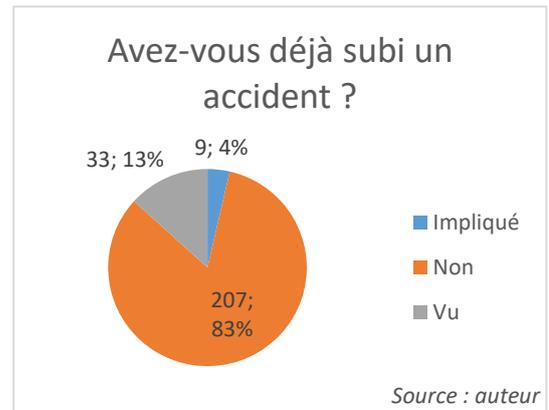


Figure 52 Proportion d'utilisateurs ayant subi un accident

2.3.3 Le dernier déplacement effectué

2.3.3.1 Des motifs de déplacements tournés vers les loisirs

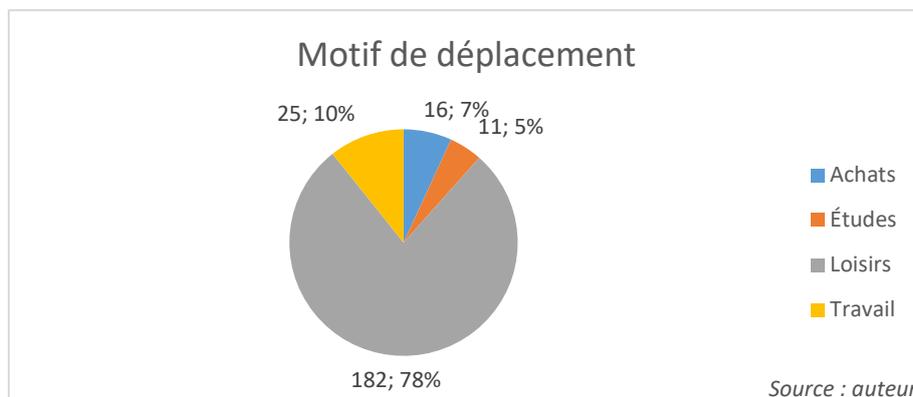


Figure 53 Le motif du déplacement

Le motif de déplacement est la raison pour laquelle l'individu a décidé de se déplacer. Les résultats de l'enquête sont unanimes à ce propos : une grande majorité ont un motif de déplacement associé à un loisir, et peu se sont déplacés pour se rendre au travail ou à leur école. Ces résultats diffèrent quelque peu de ceux qu'on pût obtenir les autres enquêtes. Dans celle réalisée pour Lime, la question était différente : elle demandait pour quels motifs l'utilisateur pouvait se servir d'une trottinette. Les résultats donnaient le loisir dans 56% des cas, la promenade ou l'essai dans 44%, et le trajet domicile travail pour 43%.

2.3.3.2 Un temps d'accès à la trottinette assez court

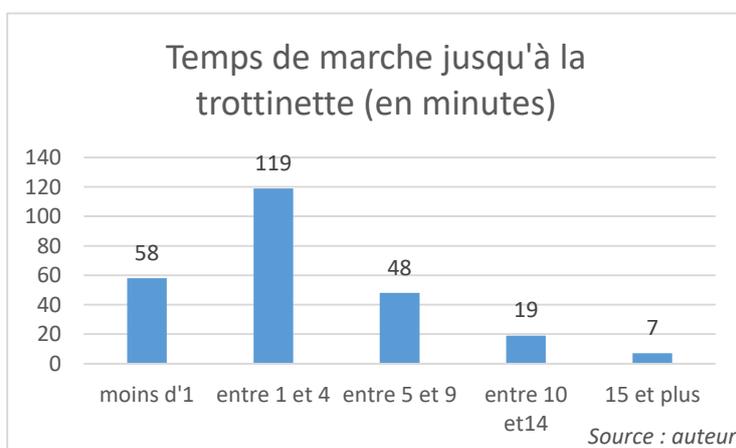


Figure 54 Le temps de marche jusqu'à la trottinette

Ce graphique nous montre que les temps de marche pour atteindre une trottinette sont globalement courts. Le temps moyen est ainsi de 3'13". Les données sont approximativement les mêmes pour 6t, même s'ils obtiennent des résultats un peu plus élevés dans l'ensemble, avec par exemple une moyenne de 4 minutes. Ce type de résultat peut ensuite être utilisé pour réaliser des calculs de durée de trajets porte-à-porte, en prenant en compte à la fois le temps passé sur la trottinette, mais également le temps passé à la chercher sur l'application, et ensuite à marcher jusqu'à elle. Pour certains modes de déplacements, on parle temps de préparation et de temps de choix d'itinéraire.

2.3.3.3 Un service ne créant pas beaucoup de déplacement

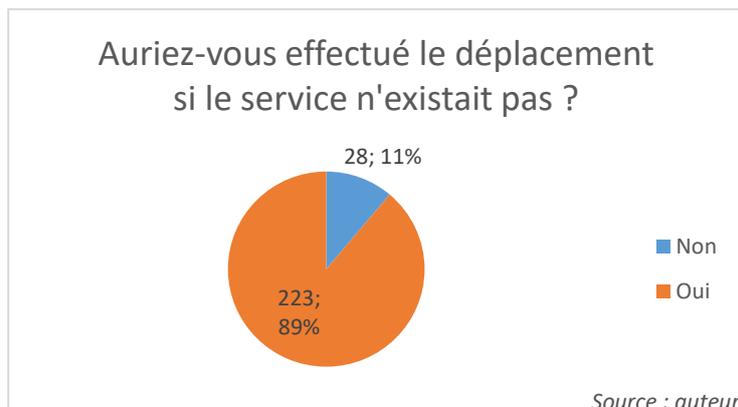


Figure 55 La proportion de déplacements créés par les trottinettes électriques

Ce graphique nous montre que 11% des déplacements n'aurait pas été effectués si le service de trottinettes électriques n'existait pas. Pour ces déplacements-là, les trottinettes participent soit à la création de besoin en déplacement, soit qu'elles viennent répondre à un besoin déjà existant, mais que les autres modes de transports n'arrivaient pas à satisfaire.

2.3.3.4 Un mode de déplacement tape à l'œil

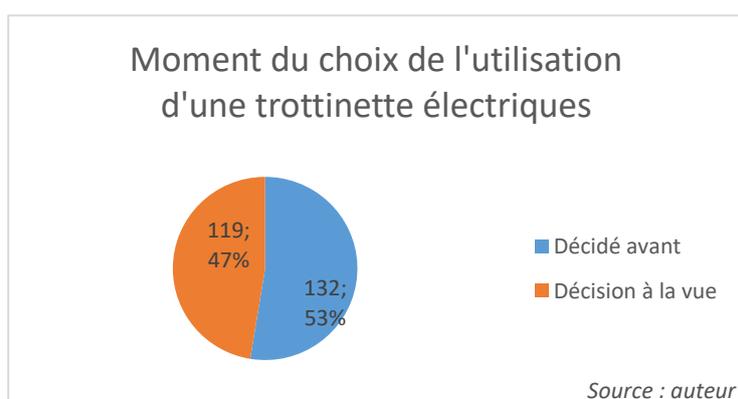


Figure 56 Moment de la décision d'utiliser ce mode de transport

Le moment de la décision du mode de transport se situe la plupart du temps avant le déplacement. Dans certains cas, lors de situation exceptionnelle (panne de voiture, grève des transports surprise, plus de vélos en libre-service disponible), il arrive alors de changer. Pourtant dans le cas de la trottinette électrique, on se rend compte que presque la moitié des personnes se décide à l'utiliser seulement après en avoir vu une dans la rue. C'est un pourcentage important. Ce résultat vient en quelque sorte conforter la stratégie de certains opérateurs, qui viennent littéralement inonder les rues de trottinettes. Ainsi, plus il y a de trottinettes dans la ville, plus elles ont de chance d'être vues, donc de susciter l'envie, et donc d'être utilisées. Ce pourcentage peut cependant être expliqué, au moins en partie par le caractère récent du phénomène : la trottinette électrique n'est pas encore perçue par tout le monde comme un mode de transport possible lorsqu'ils réfléchissent à leurs déplacements.

Pour l'instant, elle n'est pas vraiment considérée comme une alternative possible au même titre que la voiture personnelle, la marche, les transports en commun, ou encore dans une moindre mesure les vélos en libre-service avec station.

2.3.3.5 Les caractéristiques générales des déplacements en trottinette électrique en libre-service

Dans le questionnaire, il était demandé aux utilisateurs de donner le point de départ et d'arrivée de leur déplacement en trottinette électrique, ainsi que le temps qu'ils avaient mis pour le faire. Cette donnée devait nous permettre de calculer une vitesse réelle moyenne de déplacement en trottinette, que nous pourrions après comparer avec les vitesses moyennes déclarées. Les temps déclarés nous permettent de voir que les locations extrêmes, à savoir de moins de 5 minutes ou de plus de trente sont relativement rares. En effet, dans les deux cas, le facteur coût est dissuasif. Les petites locations sont en effet rares du fait du coût de déverrouillage relativement élevé : on paie plus que le véritable usage de l'engin. Pour les cas de longue location, les prix augmentent vite. Pour donner un ordre d'idée, 30 minutes coûtent 5,50€ au tarif de 1€ de déblocage puis 15 centimes la minute. Cela peut même monter à plus de 7,5€ dans le cas où le coût par minute est de 22 centimes.

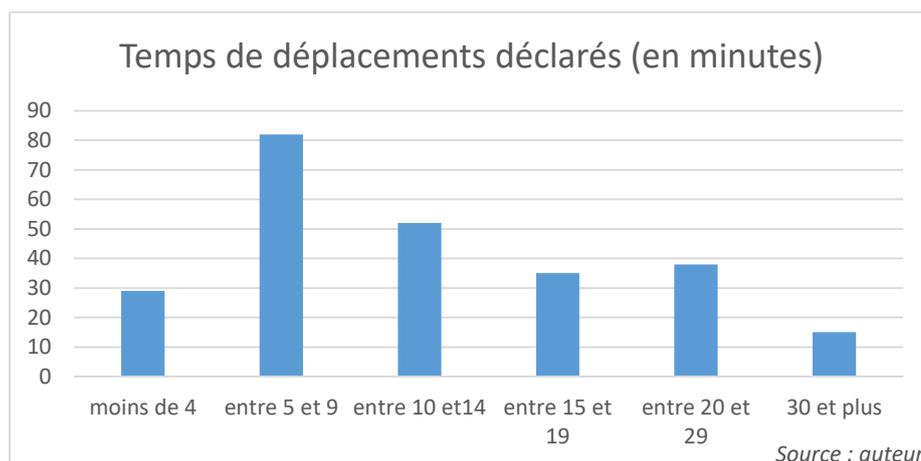


Figure 57 Le temps de déplacement déclaré par les utilisateurs

Dans les enquêtes orientées transport, il n'est pas rare de devoir recalculer des distances à partir d'origines et de destinations. Cependant, pour ce faire, le territoire étudié est découpé en zones, par exemple en utilisant un découpage communal comme pour les Enquêtes Nationales Transports, ou encore en créant des carroyages réguliers, de 300m de côté par exemple pour l'Enquête Globale Transport Ile-de-France. Dans ce dernier cas, on utilise alors la distance à vol d'oiseau entre le carroyage de départ et celui de destination, que l'on multiplie avec un facteur (de l'ordre de 1,3) pour prendre en compte la sinuosité du réseau¹⁶. Cependant, dans notre cas, la connaissance des origines et destinations précises, couplé avec un nombre relativement restreint d'occurrences, nous a permis d'estimer une par une les distances. Ainsi, lorsque cela était possible, il suffisait alors de trouver la distance séparant l'arrivée de la destination pour obtenir la vitesse. Cela a été réalisé avec Google

¹⁶ Marie-Odile Gascon, Bernard Quetelard, Christian Patiès, Jean-Louis Valgalier. Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 2009, 44 p. ffhal-02150414v2f

Maps, en rentrant les deux points, et en choisissant le chemin le plus court, c'est-à-dire celui donner pour la marche à pied sur le site. Cette méthode a des biais, dans la mesure où elle considère que la personne connaît parfaitement le chemin pour son trajet, et qu'elle utilise le plus court. Les résultats auront donc tendance à minimiser les vitesses réelles pratiquées lors du déplacement.

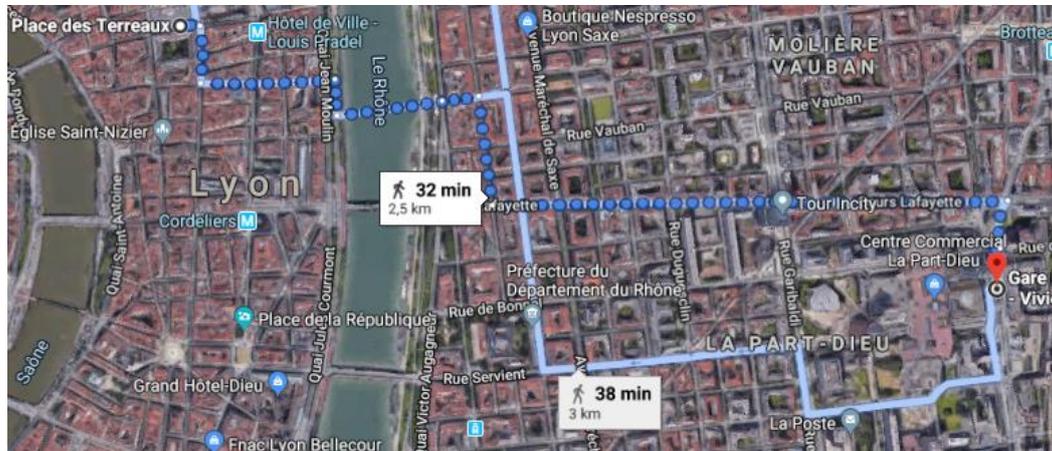


Figure 58 Capture d'écran de la détermination de la distance d'un trajet sur Google Maps

Dans l'exemple utilisé ci-dessus, on relie la gare Part-Dieu à la place des Terreaux par le chemin le plus court, soit 2,5 km.

Pour chaque cas, grâce à la distance (estimée) et au temps passé (déclaré), on peut retrouver une vitesse. Dans la mesure où les résultats pour certaines personnes étaient trop extrêmes pour être pris en compte, les seules vitesses utilisées seront celles comprises entre 5 et 30 km/h.

Avec cette méthode, on obtient des trajets moyens de 2,2 km (estimé), pour un temps moyen de 12 min 16 s (déclaré), et une vitesse moyenne de 13,4km/h. Nous pouvons alors comparer ces résultats avec ce que l'on peut trouver ailleurs.

L'enquête de 6t a elle aussi tenté de retrouver ces 3 caractéristiques essentielles de chaque déplacement. Elle a cependant utilisé une méthode différente. Elle part également des durées déclarées de la location de la trottinette et obtient une moyenne à 19 minutes pour une médiane à 11. On peut déjà remarquer l'écart significatif entre les durées moyennes déclarées dans les deux cas, même si dans notre cas, la médiane est à 10 minutes, soit sensiblement identique. Cette différence peut potentiellement s'expliquer, au moins en partie par la localisation des répondants, majoritairement à Lyon dans notre cas, alors qu'ils sont parisiens dans l'enquête de 6t. La plus grande taille de la ville pourrait alors influencer sur le temps des locations. Les déplacements domicile-travail étant par exemple les plus longs à Paris que partout ailleurs en France, avec 68 minutes en moyenne aller-retour¹⁷. C'est cependant dans la suite que la méthode va différer avec la nôtre : ils vont choisir une vitesse de 15 km/h, c'est-à-dire la vitesse des vélos en libre-service, vitesse donnée par l'ADEME¹⁸. Ce parti pris discutable, leur permet alors de calculer une distance moyenne de déplacement de

¹⁷ Dares Analyses, Novembre 2015, N°081

¹⁸ <https://www.ademe.fr/expertises/mobilite-transport/passa-laction/dossier/alternatives-a-voiture-individuelle/report-modal>

4,66km, pour une médiane à 2,75km. Assez logiquement, ils obtiennent une moyenne supérieure à la nôtre, car poussée vers le haut par des déplacements très long (6% durent plus d'heure).

Ainsi, grâce à ces résultats, on peut mieux replacer les trottinettes en free-floating avec l'offre de mobilité urbaine qui existe déjà. Le BCG a eu l'occasion de réaliser une estimation d'une certaine distance pour laquelle l'offre de ces trottinettes est la plus pertinente. On se rend compte que la trottinette semble avoir une place à prendre pour les trajets entre 2 et 3 km, c'est-à-dire à la fois trop longs pour les faire à pied, mais potentiellement pas assez longs pour d'autres modes de transport



Figure 59 Zone de pertinence de l'utilisation d'une trottinette électrique comparée à celle d'autres modes de transports.
Source : BCG

3 Intermodalité, substituabilité et calcul socio-économique

Dans cette dernière partie, nous allons essayer d'aller plus loin grâce aux résultats du questionnaire, et aux connaissances acquises en première partie.

3.1 Chaînes de déplacement

Pour commencer cette dernière partie, nous allons nous intéresser à la question des chaînes de déplacements dans lesquelles s'inscrivent les trottinettes électriques en libre-service.

3.1.1 Que remplacent les trottinettes ?

En première partie, lorsque nous avons abordé le thème de l'environnement, nous avons remis à plus tard la question du type de mode de transport que remplaçaient les trottinettes électriques. A la lumière de notre enquête et de celles déjà existantes, nous allons essayer de répondre à cette question.

Bird et Lime ont chacun eu l'occasion de publier une enquête, abordant entre autres ce sujet. Pour celle de Lime, réalisée avec l'institut de sondage Odoxa en février 2019 à Paris, 34% des utilisateurs déclarent que la trottinette électrique en libre-service a remplacé totalement ou en partie leur utilisation de la voiture. Pour l'enquête de Bird réalisée par l'Ifop, 71% des personnes interrogées en novembre 2018 déclarait utiliser moins la voiture depuis l'arrivée des trottinettes électriques en libre-service. Une enquête réalisée par la ville de Portland indique quant à elle que 38% des personnes utilisent moins leur véhicule personnel. Cependant, lorsque l'on demande aux usagers, lors de leur dernière utilisation d'une trottinette, quel mode de déplacement ils auraient utilisé si le service n'existait pas, les résultats diffèrent. Pour l'enquête de Portland, cela a remplacé seulement dans 19% des cas un véhicule motorisé personnel, et 3 % pour l'enquête du bureau d'étude 6t (mais 8% en prenant en compte les VTC, taxis et autres). Selon cette dernière, les trottinettes remplacent en majeure partie des piétons et des usagers des transports en commun. La diversité des chiffres de ces enquêtes ne permet pas d'apprécier le nombre de déplacements en voiture économisés par l'apparition de ce service en free-floating.

Voici les résultats que fournit notre enquête. Si le service des trottinettes électriques en libre-service n'existait pas, 43% des répondants auraient effectué le déplacement à pied, 38% en transports en commun, et 15% en vélo. Pour le reste, on obtient des pourcentages très faibles, soit 1% pour la voiture ou la moto, et 2% pour le duo taxi / VTC. On est très loin des résultats annoncés par les opérateurs. Cette différence peut être expliquée par la forte présence de personnes jeunes et d'étudiants dans notre panel, qui se compose donc potentiellement de personnes n'ayant pas accès à la voiture. Bien qu'un peu plus prononcés, nos résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par 6t. Pour nuancer cela, notre résultat sur les voitures, du fait du faible pourcentage obtenu, est peu significatif.

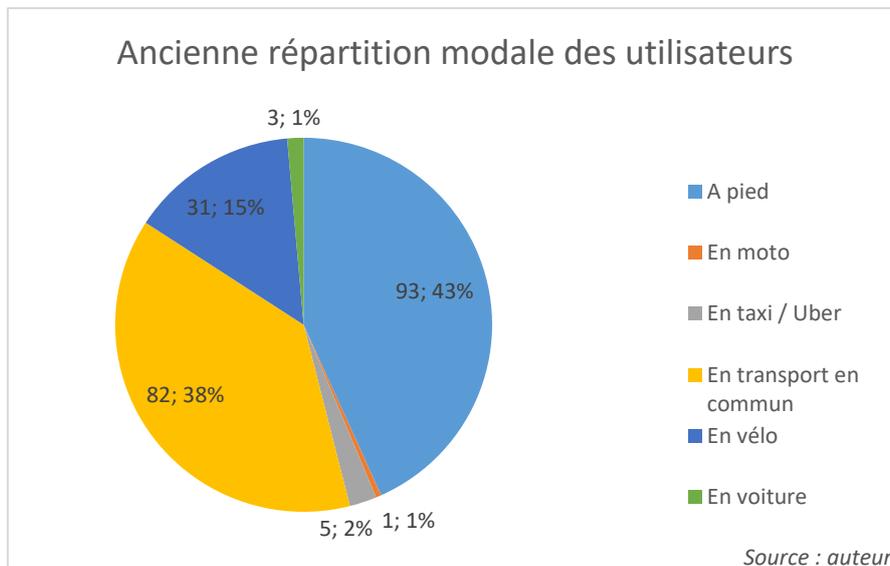


Figure 60 Substitution des modes de transports avec la trottinette en libre-service

Ces résultats ne doivent cependant faire oublier la réelle répartition modale en ville. Si la voiture y est prédominante lorsque l'on s'intéresse aux périmètres élargis (petites et grandes couronnes pour Paris, l'aire de la métropole pour Lyon), on se rend compte que les choses diffèrent sur le périmètre effectif des opérateurs de trottinettes. En effet, ces derniers se cantonnent bien souvent aux périmètres de Paris même (si ce n'est moins), ou encore de Lyon-Villeurbanne. Hors, sur ce type de zone, les voitures ne sont plus majoritaires dans les parts modales. A Paris même, la répartition modale est de 65% de déplacements en TC, 12% en voiture et 9,5% à pieds¹⁹. A Lyon-Villeurbanne, selon l'enquête déplacement de 2016, 45% des déplacements se font à pieds, contre 26% en voiture²⁰. La part captable d'anciens utilisateurs de voiture par les trottinettes électriques est donc par nature assez réduite.

3.1.2 Quelle intermodalité pour ces trottinettes ?

On va maintenant s'intéresser à l'intermodalité, c'est-à-dire à la propension des utilisateurs à alterner entre différents modes de transport durant un seul et même déplacement. Nous avons donc demandé aux répondants si pendant leur dernier voyage, ils avaient utilisé un autre moyen de transport, avant ou après leur utilisation de la trottinette, afin de réaliser leur trajet dans sa totalité. Voilà les résultats que nous avons obtenus :

¹⁹ <http://www.lefigaro.fr/economie/le-scan-eco/dessous-chiffres/2017/09/30/29006-20170930ARTFIG00011-quelle-est-la-place-de-la-voiture-en-le-de-france-aujourd-hui.php>

²⁰ <https://met.grandlyon.com/enquete-deplacements-recul-de-la-voiture/>

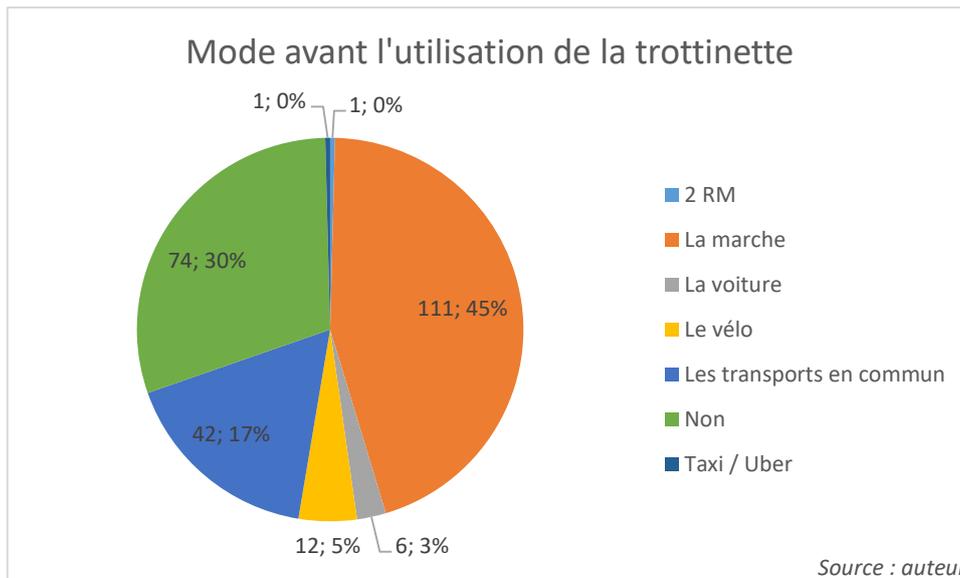


Figure 61 Mode de transport utilisé avant d'emprunter la trottinette en libre-service

Avant l'utilisation de la trottinette, on voit une prédominance forte de la marche : 45% des déplacements ont commencé avec ce mode. De plus, on remarque que le déplacement a commencé dans seulement 30% des cas directement avec la trottinette. Sinon, les transports en commune sont assez représentés, avec 17% d'occurrences.

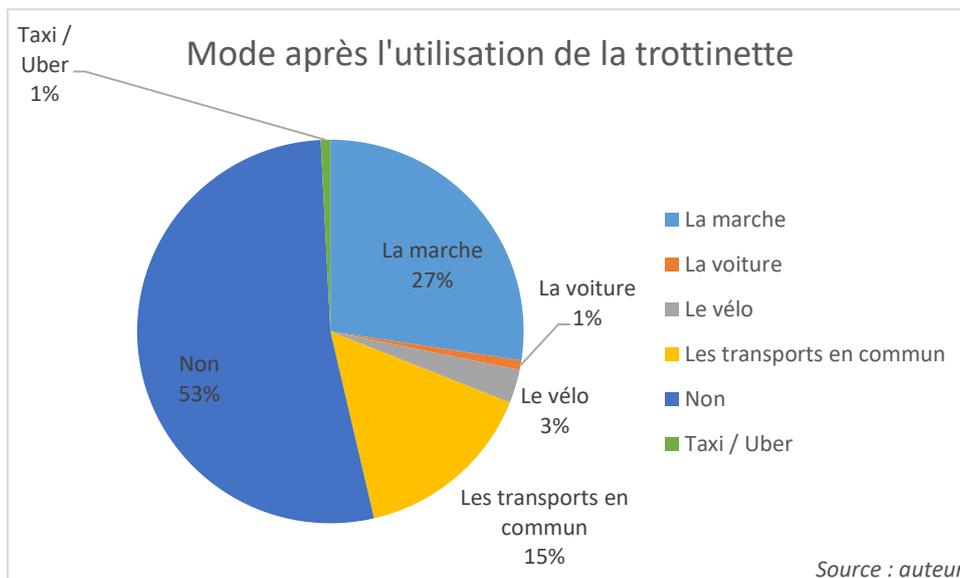


Figure 62 Mode de transport utilisé avant d'emprunter la trottinette en libre-service

Grâce au graphique ci-dessus, on voit que plus de 50% des utilisateurs ont fini leur déplacement une fois qu'ils abandonnent leur trottinette. Cela vient ici conforter une utilisation qui a souvent été attribuée à ce mode de déplacement, à avoir celle d'une mobilité pour le dernier kilomètre, pour finir le déplacement. La marche et les transports en commun sont choisis respectivement à 27% et 15% pour finir le déplacement.

De manière globale, la marche et les transports en commun sont souvent prisés par les utilisateurs des trottinettes en libre-service pour l'intermodalité de leurs déplacements. Cela est récapitulé dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 intermodalité des trottinettes avec la marche et les transports en commun

	Marche	TC
Avant utilisation	44%	17%
Après utilisation	27%	15%
Avant et après utilisation	18%	5%
Avant ou après utilisation	54%	27%

Sur les 251 trajets comptabilisés, seuls 57, soit 23% ont été effectués seulement en trottinette électrique, c'est-à-dire sans intermodalité. Cela souligne le fait que ce mode de déplacement arrive à évoluer avec, et non contre le panel de mobilité préalablement existant en ville. Cette notion de complémentarité et plus que de pure substituabilité est confortée par les résultats de 6t à propos de l'utilisation des autres modes de transports. Ainsi, à la question « Depuis que vous utilisez la trottinette électrique partagée, quels sont les modes dont votre utilisation a évolué ? », 40% répondent que cela n'a en rien impacté leur usage des autres modes. Si 34% et 26% déclarent que cela a modifié leur utilisation des transports en commun et de la marche respectivement, le bureau d'étude montre que cela a une influence marginale sur les parts modales de ces deux modes de transports. La modification serait entre -0.3 et -0.8 points pour la marche et entre -0.3 et -0.6 pour les TC.

3.2 La Valeur Actuelle Nette pour les acteurs des trottinettes électriques

Dans cette partie et celle qui suit, nous allons nous intéresser aux analyses coûts avantages, et utiliser cette méthode pour essayer de mieux caractériser le phénomène des trottinettes électriques en libre-service.

3.2.1 L'importance de l'évaluation économique

Tout projet doit se poser la question de sa rentabilité, afin de pouvoir assurer sa faisabilité. Pour un acteur privé, cette rentabilité se doit d'être purement économique : il est nécessaire que le fait de réaliser le projet lui coûte moins d'argent que ce qu'il va lui rapporter. On parle de rentabilité financière. Son objectif est de mesurer la faisabilité financière du projet.

Cette rentabilité peut être mesurée à l'aide de différents outils, que nous allons présenter ici.

L'évaluation économique des projets est effectuée par la puissance publique afin de guider les investissements vers les seuls projets qui ont un intérêt pour la société. La méthode couramment utilisée est l'analyse coût-avantages. Aujourd'hui très largement employée partout dans le monde, elle est apparue pour la première fois en France dans le début des années 60 pour des projets routiers (Quinet, 2000).

Pour un projet devant durer n années, dont p années sont nécessaires pour réaliser l'investissement, la rentabilité financière, appelée Valeur Actuelle Nette s'écrit comme suit :

$$VAN = \sum_{j=-p}^{j=+n} \frac{(-\Delta I_j + \Delta R_j - \Delta C_j - \Delta F_j)}{(1+a)^j} + \frac{K_j}{(1+a)^n}$$

Équation 1 Formule de la Valeur Actuelle Nette

Avec :

- ΔI_j : la variation du flux d'investissement à l'année j
- ΔR_j : la variation des flux de recettes à l'année j
- ΔC_j : la variation des flux de dépenses à l'année j
- ΔF_j : les frais financiers liés à l'emprunt
- K_n : la valeur résiduelle du capital à l'année n , c'est-à-dire la valeur que conserve l'investissement après la fin de vie du projet
- a : le taux d'actualisation

Une fois calculée, la VAN peut être positive ou négative. Si elle est positive, cela signifie que la rentabilité financière pour le projet est atteinte. Auquel cas, on peut calculer d'autres indicateurs, comme par exemple le retour sur investissement, qui donne le nombre d'années au bout duquel est récupérée la mise de fonds initiale. Si elle est négative, alors il n'y a aucun intérêt pour l'acteur privé de réaliser ce projet : cela lui ferait perdre de l'argent.

Cependant, lorsque c'est un acteur public qui réalise le projet, la rentabilité financière n'est pas son seul objectif, et donc le calcul d'une VAN financière n'est pas la méthode utilisée pour juger de la pertinence du projet. On utilise une VAN socio-économique, ou Bénéfice Net Actualisé (BNA), défini comme suit :

$$BNA = \sum_{j=-p}^{j=+n} \frac{(-\Delta I_j + \Delta R_j - \Delta C_j + \sum_i \Delta S_j^i)}{(1+a)^j} + \frac{K_j}{(1+a)^n}$$

Équation 2 Formule du Bénéfice Net Actualisé

On a cette fois-ci à la place des frais financiers, l'apparition du terme $\sum_i \Delta S_j^i$, qui est la somme des surplus des différents acteurs impactés par le projet.

La théorie des surplus, développée entre autres par des grands noms de l'économie comme Jules Dupuis dès le 19^{ème} siècle ou encore Maurice Allais, a pour but de mesurer l'avantage net que le projet va produire pour chaque agent impacté par ledit projet.

Le principe de l'analyse socio-économique est ainsi de faire rentrer dans le calcul économique les externalités. Ce terme est défini comme le fait qu'un agent économique crée, par le fait de produire un bien ou un service, un effet externe engendrant sans contrepartie financière une gêne ou un avantage pour un ou plusieurs autres agents économiques. Ces externalités peuvent ainsi être positives ou négatives. Théorisées dans *The Economics of Welfare* par A. C. Pigou en 1920, les externalités sont ainsi internalisées au calcul économique grâce à la socio-économie.

3.2.2 Le bilan financier des opérateurs

Comme on a pu le voir, le bilan financier des opérateurs est donné par le calcul de leur VAN. Pour en avoir une idée précise, il nous faut donc connaître quatre points majeurs : l'investissement de ces opérateurs, leurs recettes annuelles, leurs coûts annuels, ainsi que leurs frais financiers liés à l'emprunt. Le phénomène étant très récent, et étant extérieur au système, nous ne pouvons mener un calcul de VAN complet sur toute la durée de vie prévue du service car nous n'avons pas assez de données. Cependant, on va essayer, dans la mesure des données dont nous disposons de réaliser un calcul de VAN sur une période réduite, et sans prendre en compte les frais financiers, dont nous n'avons pas connaissance. Il faudra donc garder à l'esprit que ce terme est de manière forcée retiré du calcul, et tirer des conclusions à notre résultat à l'aune de cette hypothèse.

3.2.2.1 Investissement et durée de vie des trottinettes

Pour réaliser ce calcul, on va s'intéresser aux investissements. Rentrent dans cette catégorie des postes de coût comme l'achat des trottinettes, l'achat de locaux et d'entrepôts pour stocker les trottinettes et y effectuer la maintenance, la recherche et le développement pour créer de nouveaux modèles de trottinettes plus résistants... Cependant, comme pour la question des frais financiers, les données

manquent. Pour faire un calcul qui ait quand même du sens malgré le nombre important de termes que l'on ne peut pas prendre en compte, on va calculer des VAN pour plusieurs scénarios, avec comme investissement seulement l'achat des trottinettes, et pour durée du projet la durée de vie d'une trottinette.

On va donc faire plusieurs scénarios, avec des coûts d'achats et des durées de vie différentes. Comme décrit en première partie, deux études sont parvenues à une durée de vie des trottinettes. L'étude sur les données de Louisville aux États-Unis, donnant 28 jours, et celle du cabinet d'étude BCG, ne précisant pas sur quoi il se basait, et avançant une durée de vie de près de 3 mois. Elles ne sont cependant pas les seules, d'autres sources venant apporter d'autres chiffres. Un article publié dans le Los Angeles Times début mai avançait des durées de vies pour les modèles utilisés par Bird dans la ville. Leur raisonnement s'appuie sur des données recueillies par l'application de Bird. Ils obtiennent une moyenne de 124 jours pour les Xiaomi 365 (le premier modèle utilisé par Bird), et 116 pour la Bird Zero. Ce résultat est assez étrange, dans la mesure où le premier est un modèle générique vendu en magasin, alors que le second est un modèle créé pour le free-floating. Ces résultats sont contestés par Bird.

Une autre source pour ce type de questionnement est Travis VanderZanden, le fondateur de Bird, qui en mars confiait lors d'une interview au site internet The Verge, que le seuil de rentabilité était à 6 mois, seuil alors non atteint. Depuis, le 12 juillet sur Twitter, ce dernier a affirmé que la durée de vie moyenne des Bird Zero (78% de leurs flottes) est de 13 mois, avec un taux de trottinettes cassées (« churn rate ») de moins de 1% par semaine. Pourtant, le modèle ayant été mis en service pour la première fois en octobre 2018, une Bird Zero ne peut avoir au maximum que 9 à 10 mois. Cette durée de vie moyenne n'est donc pas constatée, mais calculée, sûrement grâce au taux de trottinette cassées par semaine. Ce chiffre est donc à prendre avec précaution, comme tous les autres d'ailleurs. On peut cependant affirmer que la durée de vie s'améliore au fil du temps parallèlement à l'amélioration des modèles.

Pour la durée de vie, on va prendre une valeur intermédiaire de 8 mois, entre les 4 mois du LA Times et les 13 du créateur de Bird. Ça sera la durée sur laquelle nous calculerons la VAN.

Concernant le coût d'achat des trottinettes, les informations sont assez rares. L'étude de Quartz sur les données de Louisville avançait au moment de l'étude un coût d'achat pour Bird de \$551 par trottinette, avec un objectif de réduire à \$360 en octobre 2018 (Oversharing²¹). Du fait de la période des données (elles commencent en août 2018), on sait que Bird utilisait un modèle générique à ce moment-là, la Mi365. Pour donner un ordre d'idée, on peut la trouver dans le commerce en août 2019 pour un prix oscillant entre 400 et 500€. Également, en mai 2019, The Information estimait que la Bird One, vendue dans le commerce à près de 1300\$, devait revenir à 400\$ pour Bird pour la produire²².

Pour le coût de la trottinette, nous allons donc prendre une fourchette entre 400 et 600\$, soit entre approximativement 350 et 540€.

Pour pouvoir coller au maximum aux résultats de notre enquête, nous allons nous placer dans la ville de Lyon.

²¹ <https://oversharing.substack.com/p/scooter-unit-economics-are-worse>

²² <https://www.theinformation.com/briefings/cbb888>

3.2.2.2 La différence recettes – coûts

Pour cette question de la différence entre les recettes et les coûts liés à l'utilisation, un résumé de quatre sources de données différentes a été réalisé et présenté dans le tableau ci-dessous. L'étude de Quartz est basée sur les données de Louisville, et sa première version est parue sur le site Oversharing. Sa dernière version date de mars 2019, et est présente sur le site Quartz²³. Le cabinet d'étude Mc Kinsey a également fourni une étude en janvier 2019 semblant se baser sur les données de Louisville, et les résultats de Quartz. L'étude du Boston Consulting Group (BCG) parue en mai 2019 ne précise pas sur quelles données ils se sont appuyés pour faire leurs estimations. Enfin, les informations diffusées par Travis VanderZanden sur Twitter en juillet 2019 sont également présentées.

Tableau 10 Recettes et coûts associées à un trajet de trottinette électriques

Étude		Quartz (octobre 2018, mars 2019)	Mc Kinsey (Janvier 2019)	BCG (Mai 2019)	Données Bird (juin / juillet 2019)
Recettes (par trajet)	Coût de déblocage	1\$	1\$	1\$	-
	Coût par minute	0,15\$	0,15\$	0,15\$	-
	Nombre moyen de minutes par trajet	18 minutes	17,7 minutes	16,7 minutes	-
	Nombre de trajet par jour	3,49	5	5	-
	Recettes par trajet	3,70\$	3,65\$	3,50\$	4,27\$ brut, 3,83\$ net
Coûts (par trajet)	Permis d'opérer dans la ville	-	0,21\$	0,25\$	-
	Assurance	0,05\$	0,05\$		0,25\$
	Frais de carte de crédit	0,41\$	0,41\$	0,40\$	
	Réparations	0,51\$	0,51\$	0,50\$	0,32\$
	Recharge	1,72\$	1,72\$		0,79 \$
	Support client et opérations	0,06\$	0,06\$	1,70\$	0,25\$
	Dépréciation du véhicule	-	-	-	0,94\$
	Total des coûts par trajet	2,75\$	2,95\$	2,85\$	2,56\$
Revenus net par trajet		0,95\$	0,70\$	0,65\$	1,27\$

²³ <https://qz.com/1561654/how-long-does-a-scooter-last-less-than-a-month-louisville-data-suggests/>

Les résultats obtenus sont intéressants. Tout d’abord, toutes les sources de données s’accordent pour dire que les trottinettes arrivent à générer une recette à chaque trajet. C’est déjà un point important, un sine qua non pour atteindre la rentabilité. De plus, le calcul des recettes s’est effectué avec le tarif à 0,15\$ par minute, un tarif qui a bien souvent changé depuis, pour augmenter ou baisser selon les opérateurs et les villes. Couramment, il est quand même plutôt à la hausse, avec par exemple 25 centimes pour Bird à Paris et Lyon. Les recettes sont donc susceptibles d’être plus élevées par trajet désormais. Pour le cas des données de Bird, elles traduisent une moyenne, mais ne donnent pas leur tarif moyen, ni quel est la durée moyenne de leurs trajets. De même, se plaçant dans le cas général, elles ne prennent pas en compte les éventuelles taxations des villes. Si les trois études sont relativement semblables dans leurs estimations, elles diffèrent toutes les 3 fortement avec les données fournies par Bird sur deux points. Tout d’abord, le coût de la recharge et support client / opérations varient entre 1,70\$ et 1,80\$ pour les études et 1,04\$ pour les données de Bird. Cette différence est très importante. Cela signifie que Bird arrive à dépenser moins d’argent que les estimations sur ce poste de dépense. Le deuxième point primordial est la prise en compte de la dépréciation dans le calcul de Bird, chose que ne faisaient pas les études. Ce coût est pourtant loin d’être négligeable : il pèse pour 37% du total.

Pour notre calcul, nous allons donc utiliser la valeur des coûts donnés par Bird 2,56\$ soit 2,30€, en y ajoutant une recette moyenne calculée grâce à nos résultats. Avec une moyenne de 12,27 minutes et au prix de 15 centimes par minute, on obtient une recette moyenne de 2,84€, soit une marge de **0,54€** par trajet. Si l’on prend le nouveau cas de 25 cts/ minute, on obtient une marge de 1,77€.

A cette différence recettes-coûts, on va également soustraire l’impact de la taxation de la ville. Elle est de 30€ par trottinette à Lyon.

La question du nombre de trajets par jour est également importante. Il va de 3,49 à 5 dans les études présentées dans le tableau. Un site allemand sur trottinettes électriques²⁴ utilisant des données venant des opérateurs eux-mêmes, a également des résultats sur le sujet. Les analystes du site donnent en moyenne entre 4 et 7 trajets par jour. Enfin, un article du progrès²⁵ faisait savoir qu’en 4 mois, avec une flotte de 750 engins, Lime avait réussi à faire 500 000 trajets, soit une moyenne de 5,6 trajets par jour.

Nous allons donc utiliser la valeur de 5 trajets par jour, qui semble assez probable. De même, nous allons considérer une flotte de 750 trottinettes, pour le calcul.

Ainsi, en récapitulant les résultats et hypothèses, on obtient :

Tableau 11 Surplus de l’opérateur selon deux coûts de trottinettes. Source : auteur

Prix par trottinette (€)	Taille de la flotte	Taxation totale	Durée de vie	Coûts - Recettes	Trajets par jour	Résultat
350	750	22 500€	240 jours	0,53€	5	194 k€
540						52 k€

²⁴ <http://scooters.civity.de/en>

²⁵ <https://www.leprogres.fr/rhone-69-edition-lyon-metropole/2019/01/30/les-trottinettes-electriques-voidebarquent-a-lyon>

Dans la situation décrite ici, les résultats seraient assez décevants pour les opérateurs, même s'ils arriveraient à gagner de l'argent. Ainsi, dans le cas du déploiement d'une flotte de 750 trottinettes à Lyon, avec des données économiques fournies par Bird, et une durée de vie plutôt généreuse, l'opérateur pourrait gagner entre 52 000 et 194 000€ en huit mois. Même si l'on s'est placé dans une situation plutôt favorable pour l'opérateur, on n'a pas non plus présenté le meilleur des cas pour lui. Il est intéressant de constater que les résultats sont bien meilleurs dans le scénario du prix à 25 cts/min : le bénéfice dépasse le million d'euro dans les deux cas de coût de trottinette.

Cependant, il est nécessaire de rappeler que tous les autres coûts d'investissement, comme la recherche et le développement, les locaux... ne sont pas pris en compte ici.

Pour la suite du calcul, nous allons développer trois scénarios en se basant sur les différentes sources de données dont nous disposons. Il y aura un scénario basé sur les données du BCG, un sur celles de Bird, et un dernier intermédiaire entre ces deux situations, pour lequel nous venons de faire le calcul. Voici les seuls paramètres qui changent entre les trois scénarios.

Tableau 12 Hypothèses selon les trois scénarios étudiés

Scénarios	Scénario 1 BCG	Scénario 2 Intermédiaire	Scénario 3 Bird
Durée de vie des trottinettes (jours)	120	240	390
Différence recettes-coûts (ΔRC)	0,50€	0,53€	1,145€
Coût trottinette	338€	540€	540€

Pour la différence entre les recettes et les coûts, pour le scénario 1, nous avons repris les coûts mis en avant par le BCG, en enlevant les coûts relatifs à la taxation de la ville. Cependant, le scénario 1 est le seul qui ne prend pas en compte la dépréciation. Avec cela en plus, l'opérateur perdrait de l'argent à chaque trajet, scénario peu probable. Pour ce qui est des recettes, pour une question d'homogénéité, nous avons gardé le même calcul fait pour le scénario 2 pour tous.

Tableau 13 Surplus financier pour l'opérateur. Source : auteur

	Prix par trottinette (€)	Taille de la flotte	Taxation totale	Durée de vie (jours)	Coûts - Recettes	Trajets par jour	Résultat sur la durée de vie	Résultat sur 390 jours
Scénario 1 BCG	338			90	0,50€		-108 k€	-470 k€
Scénario 2 Intermédiaire	540	750	22 500€	240	0,53€	5	52 k€	84 k€
Scénario 3 Bird	540			390	1,15€		1 247 k€	1 247 k€

Si on avait déjà vu le résultat du scénario intermédiaire précédemment, on se rend compte que les deux scénarios extrêmes sont très éloignés l'un de l'autre. Selon les hypothèses, on peut ainsi passer d'un fiasco retentissant à un franc succès. De plus, ces trois cas ne sont pas forcément foncièrement

opposés, dans le sens où ils représentent potentiellement le secteur à trois époques différentes de son développement.

Les graphiques suivants permettent de donner une meilleure idée de l'évolution du surplus des opérateurs en fonction des paramètres.

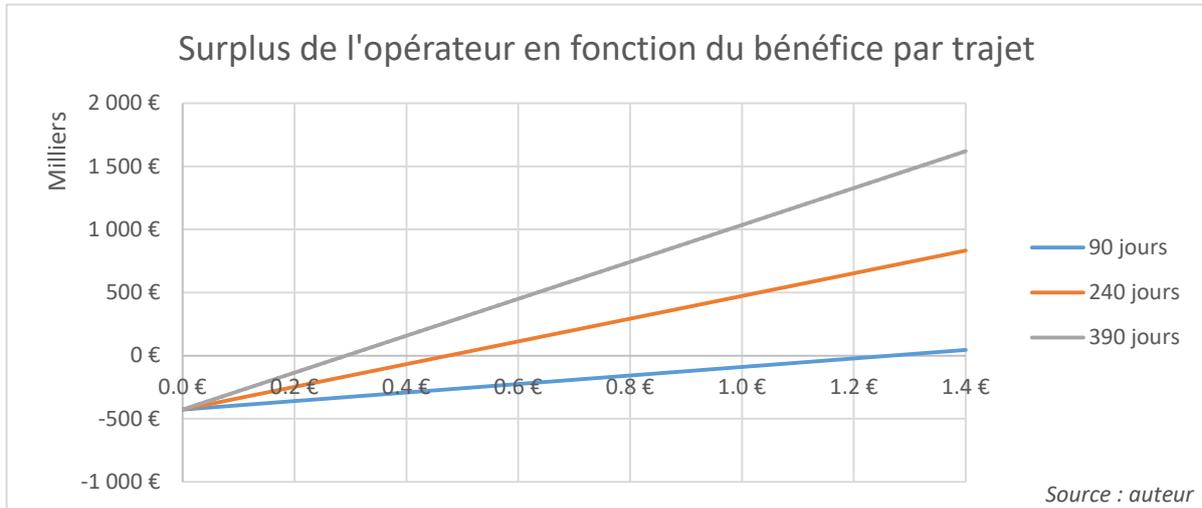


Figure 63 Surplus des opérateurs en fonction du bénéfice par trajet

Le graphique ci-dessus représente l'évolution du surplus de l'opérateur en fonction de ΔRC pour trois durées de vies différentes. L'opérateur ne perd plus d'argent dans chacun des trois cas à partir d'un ΔRC égale respectivement à 1,267€, 0,475€ et 0,292€.

On peut ensuite faire le même travail avec la durée de vie, mais cette fois ci dans seulement deux cas de ΔRC : 0,53€ et 1,15€. Cette fois ci, la rentabilité est atteinte après respectivement 214 et 100 jours.

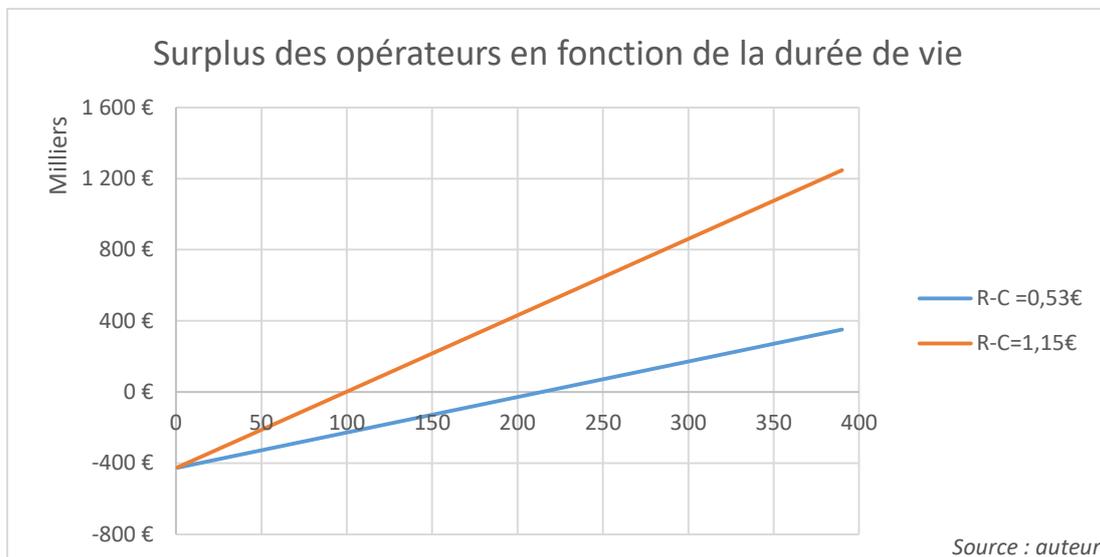


Figure 64 Surplus des opérateurs en fonction de la durée de vie

3.2.3 L'impact du calcul des surplus

Ainsi, pour aller au-delà du calcul purement financier, et afin d'obtenir une VAN socio-économique comme décrite par l'équation 2, il convient de calculer les surplus relatifs aux domaines rentrant en ligne de compte pour les trottinettes électriques.

Si l'on obtient une VAN socio-économique positive, cela signifie que le service apporte plus d'avantage à la société que d'inconvénient. Si un projet n'est pas rentable financièrement, mais est rentable socio-économiquement, cela peut justifier l'intervention d'une entité publique, pour aider à la viabilité du projet. Nous allons donc essayer de voir si la mise en service d'une flotte de trottinettes électriques en libre-service répond à un tel critère.

3.2.3.1 Les utilisateurs

Le calcul du surplus relatif aux utilisateurs concerne la notion de temps généralisé (ou coût généralisé) pour les utilisateurs du service. Cette notion de temps généralisé prend racine avec les travaux de Becker en 1965 avec la question de l'allocation du temps. Ce dernier étant une ressource rare, elle intervient alors sous forme monétaire pour la mettre en relation avec les autres composantes monétaires qui influent sur les choix des consommateurs. Cette question a été depuis largement reprise, notamment dans le domaine du transport. Comme le rappelle Crozet (2005), on peut alors donner aux biens et services, comme par exemple un déplacement, un coût généralisé, exprimé comme suit :

$$C_g = P + h * T_g$$

Équation 3 Formule du coût généralisé

Avec

- C_g le coût généralisé
- P le prix du déplacement
- T_g le temps du déplacement
- h la valeur du temps, exprimée en €/h

Ainsi, pour donner une dimension monétaire à la composante temporelle, il est nécessaire d'utiliser la notion de valeur du temps. Cette dernière peut être définie comme le prix que serait prêt à payer un individu pour gagner une heure de temps de trajet, ou l'argent que serait prêt à recevoir un individu en compensation d'une heure de temps perdue.

En France, le rapport Quinet fait référence en matière des valeurs socio-économiques à utiliser pour les analyses coûts-avantages. Pour la valeur du temps, il recommande d'utiliser celles définies dans le tableau ci-dessous (en €/2010/h). La règle d'évolution de ces valeurs est précisée par le rapport, qui recommande de leur faire suivre l'évolution de la croissance du PIB par habitant en France, avec une élasticité de 0.7. Ainsi, grâce aux données de la banque mondiale, on obtient une croissance de 4,75% de cette valeur entre 2010 et 2017, ramenée à 3,32% après application du facteur d'élasticité. De plus, on va convertir les valeurs en €/2017/h.

Tableau 14 Valeur du temps de référence, Rapport Quinet, 2013

Motif de déplacement	France entière		Île-de-France	
	€2010/h	€2017/h	€2010/h	€2017/h
Professionnel	17,5	19,3	22,3	24,6
Domicile-travail / études / garderie	10,0	11,0	12,6	13,9
Autre (achat, soin, visites, loisirs, etc.)	6,8	7,5	8,7	9,6
Sans détail du motif	7,9	8,7	10,7	11,8

Pour ce qui est du temps gagné sur le trajet grâce à l'utilisation d'une trottinette électrique en libre-service, l'enquête d'Odoxa pour Lime rapporte un gain de temps moyen de 11 minutes pour ceux qui l'utilisent sur un trajet domicile-travail. Pour rappel, cette enquête s'intéresse seulement au cas parisien. La durée moyenne d'un déplacement domicile travail est de 39 minutes à Paris, et 28 à Lyon²⁶. En supposant qu'une règle de proportionnalité s'applique, cela représente 7,9 minutes gagnées en moyenne sur le trajet domicile travail des lyonnais utilisateurs. En faisant l'hypothèse forte que tous utilisateurs, quel que soit leur motif de déplacement gagnent 7,9 minutes sur leur trajet, on va pouvoir calculer un total de temps gagné, et donc, grâce à la valeur du temps, un coût économisé par la société.

En reprenant la répartition des motifs de déplacement présentée en partie II, et en reprenant l'hypothèse d'une flotte de 750 trottinettes utilisées chacune 5 fois par jour pendant 390 jours (le résultat est identique dans les 3 scénarios sur cette période), on obtient les résultats suivants :

Tableau 15 Surplus temporel monétarisé pour les utilisateurs. Source : auteur

	Motif Travail/ Études	Motif Autre (loisirs, achats)	Temps gagné par trajet	Nombre de trajets	Total
Pourcentage	15%	85%			
Valeur du temps	11,0€/h	7,5€/h	0,13h	1 462 k	1 545 k€

Pour donner un ordre de grandeur, la valeur des gains de temps a été estimée par Raux (Raux et al., 2012) à plus d'un million de livres sterling par jour dans le cas de la mise en place du péage urbain à Londres.

Pour ce qui est du coût financier d'utilisation du service, si on l'avait compté positivement pour les opérateurs, on va ici le compter négativement.

Tableau 16 Surplus monétaire pour les utilisateurs. Source : auteur

	Temps de déplacement moyen	Tarif à la minute (€)	Coût monétaire (sur 390 jours)	Surplus total (sur 390 jours)
Scénario 1		0,15	-4,2 M€	-2,6 M€
Scénario 2	12,27 min	0,15	-6 M€	-4,4 M€
Scénario 3		0,25	-4,2 M€	-2,6 M€

²⁶ « La France et ses territoire », INSEE, 2015

Avec un temps moyen de déplacement à trottinette de 12min et 16s, on a un coût pour l'utilisateur de 2,84€ ou 4,1 € par trajet selon les cas. Ainsi, pour 1 462 000 trajets, on obtient des coûts monétaires très importants, et des surplus pour les utilisateurs très négatifs. Cela peut sembler étrange dans la mesure où le choix d'utiliser une trottinette ne leur est pas imposé. Cela vient alors peut être d'une sous-estimation de la valeur du temps de ces utilisateurs. En effet, avec notre répartition par les motifs, elle se situe en moyenne à 8€/h, ce qui est plutôt faible. Cela est d'autant plus sous-estimé qu'il est fort probable que les usagers des trottinettes électriques aient une valeur du temps plus forte que la moyenne, justement à cause du coût relativement élevé de l'utilisation de l'engin.

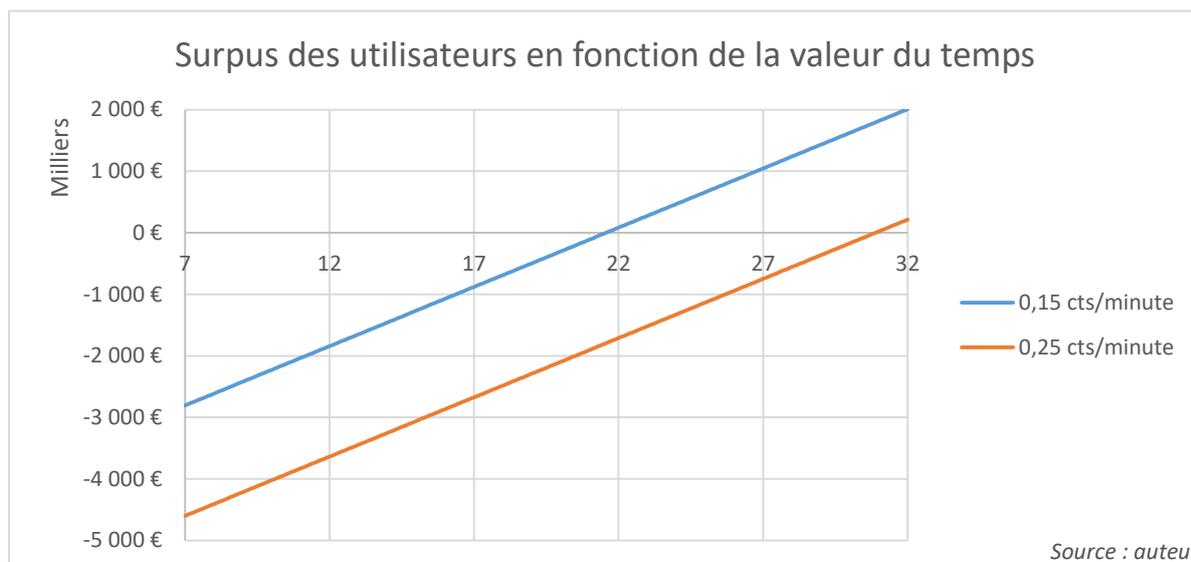


Figure 65 Surplus des utilisateurs en fonction de la valeur du temps. Source : auteur

Ce questionnement autour de la valeur est développé dans le graphique ci-dessus. Le surplus des utilisateurs (temporel + monétaire) y est calculé en fonction de la valeur du temps, et ce pour deux tarifs différents. Dans les deux cas présentés ci-dessus (comme dans les trois scénarios), on se base sur un gain de temps de 7,9 minutes par trajet, qui dure en moyenne 12,27 minutes. Ainsi, on voit que le surplus des utilisateurs devient positif avec des valeurs de temps élevées, c'est-à-dire 21,6€/h dans le cas du tarif à 15 centimes la minute, et 30,9€/h dans le cas de 25 centimes la minute.

3.2.3.2 L'environnement

On va maintenant s'intéresser à la question environnementale, et reprendre ce que l'on avait dit en partie I. sur la question. Ainsi, on avait abordé le cas de l'étude de Chester, qui avec trois scénarios différents avait établi trois valeurs d'émissions de CO2 par mile parcouru. Il a laissé son tableur en libre accès pour ceux qui n'auraient pas les mêmes hypothèses de travail que lui. Ainsi, on va réutiliser sa méthode de calcul, mais en changeant quelques variables, afin de voir ce que cela modifie dans notre cas.

Voici les hypothèses que nous avons modifiées :

Tableau 17 Hypothèses retenues pour le calcul environnemental

Hypothèses	Nombre total de trajets	Distance moyenne des trajets
Chester	500	2,41 km
Scénario 1	450	2,2 km (cf. questionnaire)
Scénario 2	1200 (=240j*5/j)	2,2 km
Scénario 3	1950	2,2 km

Voici les nouveaux résultats que nous obtenons, en reprenant les trois scénarios proposés par Chester :

Tableau 18 Résultats obtenus en émission de gCO2e/km

Résultats (gCO2e/km)	Scénario bas	Scénario médium	Scénario Haut
Chester	200	214	264
Scénario 1	240	255	309
Scénario 2	104	119	174
Scénario 3	73	88	143

Pour plus de simplicité, nous allons seulement garder le scénario médium de Chester. Mais pour voir le réel impact sur les émissions, nous allons mettre en relation ces résultats avec les véhicules remplacés par les trottinettes.

Tableau 19 Substitution des modes de transport et émissions de CO2e. Source données ADEME, 2016

Mode de déplacement	Marche	Transports en commun	voiture	Deux-roues motorisées	Vélos
Pourcentage remplacé (notre questionnaire) cas 1	43%	38%	3%	1%	15%
Pourcentage remplacé (6t) cas 2	49%	30%	8%	2%	9%
Pourcentage remplacé cas 3	40%	20%	40%	0%	0%
Émissions (gCO2e/km)	-	96	224	129	-

Dans le tableau ci-dessus, nous faisons figurer 3 cas du remplacement des véhicules, le premier venant de notre scénario, le deuxième des réponses à 6t, et le troisième est un cas très favorable aux trottinettes, créer voir l'influence de la répartition sur les résultats. Les cas 1 et 2 étant assez proches, ils vont fournir des résultats assez proches également.

Voici donc les résultats que nous obtenons pour chacun des trois scénarios avec à chaque fois les trois cas de répartition modale.

Tableau 20 Surplus environnementaux pour 9 scénarios différents. Source : auteur

Scénarios	Scénario de répartition	Surplus d'émissions sur la durée de vie de la flotte (tCO2e)	Surplus environnemental sur la durée de vie de la flotte	Surplus environnemental sur 390 jours
Scénario 1	Cas 1	156	-8,0 k€	-34 k€
	Cas 2	152	-7,7 k€	-33 k€
	Cas 3	109	-5,5 k€	-24 k€
Scénario 2	Cas 1	147	-7,5 k€	-12 k€
	Cas 2	136	-6,9 k€	-11 k€
	Cas 3	20	-1,0 k€	-1,7 k€
Scénario 3	Cas 1	140	-7,1 k€	-7,1 k€
	Cas 2	121	-6,2 k€	-6,2 k€
	Cas 3	-67	3,4 k€	3,4 k€

Ainsi, avec 750 trottinettes, effectuant chacune 5 trajets de 2,2 km en moyenne par jour, et ce durant toute sa durée de vie, on obtient des surplus d'émissions variant entre +160 et -70 selon le scénario et le cas pour la répartition de la circulation. Les résultats vont dans leur grande majorité dans le mauvais, avec un calcul de surplus négatif. Dans un seul des cas on obtient un surplus positif. Il s'agit du scénario 3 combiné avec le cas 3. Ainsi, avec le scénario le plus positif, on arrive à obtenir un résultat positif, même si ce dernier reste faible.

La monétisation du montant de CO2 obtenu a été faite grâce au rapport Quinet : une tonne de carbone en 2010 vaut 32 €2010. Avec une évolution de 5,8% par an, on obtient 47,5€2010/tCO2e en 2017, ce qui vaut 50,7 €2017/tCO2e.

Pour la poursuite du calcul, nous allons seulement conserver pour chaque scénario les résultats pour le cas 2, c'est-à-dire la répartition donnée par 6t.

On voit donc tout d'abord que pour des projets relativement petits, l'impact environnemental est faible. Deuxièmement, même avec des durées des vies assez longues (8 mois), l'impact environnemental global des trottinettes est négatif. Cependant, comme on l'a dit en première partie, les trottinettes on moins de deux ans, et pourront sûrement faire passer ce bilan dans le positif, en travaillant encore sur la durée de vie, et sur la collecte, deux leviers très importants.

3.2.3.3 Sécurité routière

Pour la prise en compte des accidents de la route dans les ACA, il existe un paramètre primordial, appelé la Valeur de la Vie Statistique (VVS). Cela correspond, comme le précise le rapport Quinet, non à une valeur de la vie humaine, mais à un effort que la collectivité est prête à consentir pour réduire un risque de décès. Ainsi, on peut monétariser l'augmentation ou la diminution de ce risque de décès provoquée par un projet. Meunier (Meunier, 2016) nous rappelle que cette valeur est passée en France de 200 000 en 1962 à près de 3 000 000 millions d'€2010 aujourd'hui. A cette VVS sont associés les coûts des blessés légers et graves représentant respectivement 2 et 15% de la VVS.

L'étude d'accidentologie réalisée à Austin nous apprend que 192 cas d'accidents ont été répertoriés pour un total de 891 121 miles parcourus (environ 1 434 000 km). Cela donne un accident tous les 7500 km.

A titre de comparaison, le bilan rapporte également que 458 milliards de kilomètres ont été parcourus durant l'année par des véhicules de tourisme pour 47 025 accidents. Cela donne une moyenne d'un accident tous les 9,8 millions de kilomètres, soit 1300 fois moins que pour la trottinette.

Une fois l'accident survenu, on va approximer la répartition entre les blessés et tués à celle qui existe pour les vélos. En 2017, en France, toujours selon le bilan 2017 de l'ONISR, il y a eu 4 551 accidents impliquant des cyclistes, pour 173 tués (probabilité de 4%) et 1 652 blessés hospitalisés (36%). Cependant, pour affiner cela, nous allons nous intéresser seulement au milieu urbain, domaine des trottinettes en free-floating. On obtient ainsi que les agglomérations concentrent 82 % des accidents impliquant un cycliste, pour 42 % de leur mortalité et 70 % des blessés hospitalisés. On obtient alors respectivement 2% et 31% de représentativité par accident.

Avec les hypothèses du scénario 2 (750 trottinettes qui font 5 fois par jour 2,2 km pendant 240 jours), on obtient les résultats suivants :

Tableau 21 Estimation des accidents en relation avec l'utilisation des trottinettes en libre-service

Distance parcourue	Nombre d'accidents (estimé)	Nombre de tués (estimé)	Nombre de BH (estimé)
1 980 000km	265	5	82

Cependant, le résultat obtenu n'est pas satisfaisant, car on obtient un nombre bien trop important de tués, qui on le sait ne reflète pas la réalité. Il n'est donc pas utilisable en l'état. Avec les données dont nous disposons, nous ne sommes pas en mesure de donner une valeur monétaire à cette externalité.

3.2.3.4 Résultat et discussion

Voici le récapitulatif des résultats obtenus pour le déploiement d'une flotte de 750 trottinettes électriques à Lyon pendant 8 mois avec nos hypothèses.

Tableau 22 Surplus des différents agents. Source : auteur

(Source : auteur)	Scénario 1 BCG	Scénario 2 intermédiaire	Scénario 3 Bird
VAN financière des opérateurs	-470 k€	84 k€	1,2 M€
Constructeur des trottinettes	1,1 M€	658 k€	405 k€
Surplus des utilisateurs (financier)	-4,2 M€	-4,2 M€	-5,9 M€
Surplus des utilisateurs (en temps)	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€
Mairie (Taxes)	98 k€	37 k€	23 k€
Environnement	-33 k€	-11 k€	-6 k€
Sécurité routière	?	?	?
BNA	-1,9 M€	-1,8 M€	-2,7 M€

Le résultat obtenu au final est très défavorable globalement pour la société. Comme on pouvait s'en douter, les manufactures de trottinettes sont les grandes gagnantes du calcul. Également, on peut regretter le faible poids que représente l'environnement, chose assez courante dans les ACA. On peut également se questionner sur la possibilité de rajouter d'autres effets pour les internaliser, comme par exemple la congestion. En effet, si les trottinettes en free-floating arrivent à modifier le parc automobile en ville, ou à baisser le nombre de voitures en circulation, et donc la congestion, cela aurait un impact positif. Cependant, l'influence de cette nouvelle mobilité sur ces problématiques semble faible actuellement au vu de notre enquête et de celle de 6t.

Pour conclure, on voit que le principal facteur est le coût monétaire supporté par les utilisateurs qui est très élevé, et non compensé par les gains de temps. On peut donc se demander pourquoi quelqu'un utiliserait-il un mode de déplacement trop cher par rapport au temps que ce dernier lui fait gagner ? Cette question peut avoir plusieurs réponses. Il est possible que nous ayons minimisé la valeur du temps pour ces utilisateurs. Une autre catégorie de scénarios intéressants à effectuer concernerait alors la réalisation d'hypothèses à propos du temps de trajet, du temps gagné par trajet et de la valeur du temps. D'un autre côté, toujours pour essayer de comprendre ce tel surplus négatif pour les utilisateurs, il est aussi possible que d'autres facteurs viennent influencer la décision de l'utilisateur. C'est ce que nous allons essayer de voir dans la partie qui suit.

3.3 Bilan coût-avantage pour l'utilisateur

Nous allons dans cette partie réaliser un bilan coût-avantage de l'utilisation d'une trottinette électrique en libre-service pour l'utilisateur français. La méthode est semblable au calcul des surplus réalisé à l'échelle de la société. Cependant, on se place cette fois-ci à l'échelle de l'individu, et on cherche à établir un coût total d'utilisation du service, et ainsi d'obtenir une valeur en €/km. On va donc prendre en compte le coût monétaire du service, mais également tous les aspects qui venaient se placer comme des surplus dans le calcul de la VAN socio-économique. Cependant, se plaçant à l'échelle de l'individu, on va chercher à calculer un coût privé, et non plus un coût social. On ne prend en compte que ce qui influe directement l'utilisateur, et non plus toute la société.

Afin d'avoir une idée de ce que représentera la valeur obtenue, nous la comparerons avec ce que l'on peut trouver pour d'autres modes de déplacement comme la marche, le vélo et la voiture.

3.3.1 Les variables utilisées

Le calcul que l'on s'appête à mener va être divisé en plusieurs parties, comme lors de notre calcul de BNA lors de la partie précédente. On va ainsi prendre en compte plusieurs variables, et pour chacune d'elle les monétariser afin de pouvoir les incorporer au calcul.

3.3.1.1 Temps de parcours

Comme vu à la partie précédente, pour monétariser un temps, on a besoin d'une valeur du temps. Nous allons donc reprendre celle utilisée dans le cas d'un déplacement domicile travail à Lyon, soit 11€/h.

Nous avons alors besoin de connaître la vitesse de déplacement des différents modes pour retrouver un coût par kilomètre. Pour la trottinette électrique, on reprend notre valeur calculée en partie II. de 13,4 km.

Après une revue de la littérature, Papon (2002) utilisait comme valeurs entre 3.6 et 4.1km/h pour les piétons et autour de 9.7km/h selon le motif et d'après l'enquête sur les transports et communications (1993-1994) pour les vélos. Cependant, nous n'utiliserons pas ces valeurs ici. Pour ce qui est des cycles, Allan et al (1998) ont montré que les valeurs pouvaient varier selon certains paramètres entre 12 et 24km/h voir encore plus, et Gosling (2015) utilise 16km/h. Nous utiliserons ici la valeur préconisée par l'ADEME²⁷ (2018) de 15km/h. Pour les déplacements à pied, Carré et Julien (2000) ont établi une vitesse moyenne de 4.4km/h en île de France sur la base de 51 sujets. Nous utiliserons cette valeur.

Pour la vitesse moyenne de la voiture, nous prendrons une valeur de 30km, donnée par un rapport du Gart de 2015 sur les vitesses moyennes en milieu urbain en France.

²⁷ <https://www.ademe.fr/expertises/mobilite-transport/passer-a-l'action/dossier/alternatives-a-voiture-individuelle/report-modal>

Il est assez surprenant que notre vitesse pour les trottinettes soit inférieure à celle des cycles. Cela est probablement dû à notre calcul de la vitesse des trottinettes, par nature assez minimisant.

Tableau 23 Vitesses et coût temporels pour différents modes de transport

Mode	Voiture	Vélo	Marche	Trottinette
Vitesse (km/h)	30	15	4,4	13,4
Coût (€/km)	0,367	0,733	2,5	0,82

Les résultats obtenus peuvent prêter à débat : la trottinette n'est pas le mode le plus rapide, alors que pour le calcul du surplus temporel des utilisateurs, on avait pris pour hypothèse un gain de temps systématique de la trottinette par rapport aux autres modes de transports. Cependant, on peut également imaginer que la trottinette arrive à gagner du temps sur les autres pour d'autres raisons que la vitesse. Le fait pour certains de se pouvoir se faufiler facilement de la route aux trottoirs, même si cela est interdit, peut leur permettre de gagner du temps. Cependant, cela ne peut pas être facilement pris en compte ici.

3.3.1.2 Coût d'utilisation du véhicule

Le coût d'utilisation d'une trottinette électrique est assez simple à calculer. Il est d'1€ pour le déblocage, puis 15 centimes par minute au moment de notre enquête. Le coût par minute est maintenant passé à 1,25€.

Tableau 24 Coût monétaire d'utilisation d'une trottinette électrique selon deux cas de tarifs

Vitesse (km/h)	Distance à parcourir (km)	Temps du trajet (min)	Coût par minute (€/min)	Coût de déblocage (€)	Coût total (€)	Coût par km (€/km)
13,4	2,2	9,85	0,15	1	2,48	1,13
			0,25		3,46	1,57

Pour la suite de l'étude, nous continuerons avec la valeur calculée pour la valeur de 15 centimes par minute.

Pour ce qui est des autres modes, on peut également calculer des coûts kilométriques d'utilisation du véhicule.

Pour la voiture, les études s'accordent pour une valeur autour de 0.3€/km (Gossling 2015 : 0.296€/km, Gossling 2019 : 0.25€/km, Kilani 2016 : 0.30€/km). Nous utiliserons donc cette valeur.

Pour Gossling, le coût du vélo est de 0.044€/km (2015) ou 0.047€/km (2019) et celui de la marche serait de 0.041€/km (2019). Selon, Papon (2002), ces valeurs (hors coût de l'alimentation) s'élève à 0.08€/km pour la marche et de 0.09€/km pour le vélo. Les coûts sont dans ce cas-ci plus élevé, du fait que Papon prend en compte un très grand nombre de paramètre dans son calcul, peut-être même

trop. Nous utiliserons donc une moyenne de ces différentes valeurs, soit 0.060€/km pour la marche et 0.067€/km pour le vélo.

Tableau 25 Coût monétaire pour différents modes de transport

Mode	Voiture	Vélo	Marche	Trottinette
Coût (€/km)	0.300	0.067	0.060	1,13

3.3.1.3 Santé

Nous allons maintenant nous intéresser aux effets que peuvent avoir l'utilisation des différents modes de déplacements sur la santé.

Pour ce qui est du vélo ou de la marche, les études essayant de quantifier leurs effets bénéfiques sur la santé sont nombreuses. De manière qualitative, on peut par exemple accorder à la pratique du vélo les bénéfices suivants (Papon, 2002) : le développement des muscles respiratoires, bénéfique pour l'asthme, la bronchite ; une protection contre la maladie coronarienne (changement du profil des graisses dans le sang, diminution de la tension artérielle) ; une diminution du risque d'obésité, associée aux risques de maladies cardio-vasculaires, hypertension, diabète (type 2), arthrose, bronchite, complications opératoires, traitement des obésités modérées ; une action favorable sur la dépression, effet bénéfique sur l'anxiété, diminution du stress mental...

Francis Papon s'est intéressé dans son article aux seuls risques cardio-vasculaires. D'après Morris et al (1990), le risque de maladies cardio-vasculaires diminue, mais seulement avec une activité suffisamment intense. Papon concluait alors sur des valeurs de -0.57€/km et -2.09€/km respectivement pour le vélo et pour la marche. Il basait ce calcul sur le nombre de calories utilisées pour parcourir un kilomètre à vélo ou à pied. En prenant en compte que la trottinette électrique est un mode motorisé, et que l'utilisateur n'a donc qu'à fournir un effort physique limité, on peut conclure que l'effet sur les risques cardio-vasculaires est minime. De même, pour les utilisateurs de la voiture, on peut considérer que le bénéfice pour la santé est nul (Gosling 2015, 2019).

Afin d'avoir une certaine cohérence entre elles, nous prendrons les valeurs données par Gosling 2019 ici.

Tableau 26 Coûts relatifs à la santé pour différents modes de transport

Mode	Voiture	Vélo	Marche	Trottinette
Coût (€/km)	0	-0,320	-0,640	0

3.3.1.4 Accidents

Pour cette question de la sécurité, on a déjà vu que les données manquaient. Couramment, pour monétariser cet aspect, il convient de monétariser pour l'individu le fait de pouvoir subir des dommages, le risque d'accident. Ici, nous allons cependant essayer une nouvelle méthode, que je n'ai jamais vu testée jusqu'à présent, et se centrant sur la perception du danger par l'individu. Pour ce faire, nous allons nous baser sur nos résultats d'enquêtes que nous rappelons ici :

- 47% des utilisateurs se sentent en sécurité en trottinette électrique
- Les utilisateurs trouvent les trottinettes plus dangereuses que le vélo, la voiture et la marche dans respectivement 78%, 83% et 96% des cas.

En se basant là-dessus, on va attribuer des coûts privés liés à la sécurité, et donc qui seront basés sur le ressenti.

Dans son estimation, Gossling (2019), les coûts privés se placent entre 0 et 0,066€/km pour le vélo et la marche. Pour Papon (2002), ils sont de 0.106€/km pour les piétons, et de 0.239€/km pour les cyclistes. Nous reprenons alors l'échelle d'amplitude pouvant exister pour l'aspect sécuritaire, sur lequel nous allons placer les modes de transports en fonction de l'insécurité ressentie. Nous allons ainsi placer à une extrémité la marche, et à l'autre les trottinettes, vues au regard de notre questionnaire comme les plus dangereuses.

De manière assez arbitraire, on va placer les trottinettes à 47% sur l'échelle [0 ; 0,239], et placer les autres modes en conséquence.

Tableau 27 Coûts relatifs au sentiment d'insécurité pour différents modes de transport

Mode	Voiture	Vélo	Marche	Trottinette
Coût (€/km)	0,019	0,025	0,004	0,112

3.3.1.5 Aspect récréatif

Comme on a pu le voir dans les déterminants de l'utilisation des trottinettes électriques en libre-service, l'aspect ludique de l'engin apparait dans les premières propositions, au même niveau que les gains de temps. Nous allons donc essayer de faire rentrer cet aspect dans le calcul. Cette question n'a que peu été étudiée dans la littérature scientifique. Si Papon (2002) parlait d'un poste de gain associé à la pratique du vélo ou de la marche, il ne s'intéressait qu'au cas où la pratique était seulement sportive, et non pour réaliser un déplacement.

Nous allons donc nous servir de cette même importance entre les gains de temps et l'aspect ludique pour estimer un gain relatif à l'aspect récréatif.

En estimant une nouvelle fois les gains de temps moyen à 7,9 minutes gagnées par trajet de 2,2 km, ce qui fait un gain de 0,658€/km.

3.3.2 Résultat et discussions

Voici les résultats finaux que nous obtenons :

Tableau 28 Comparaison du coût complet privé pour plusieurs modes de transport en ville en €/km. Source : auteur

Mode	Voiture	Vélo	Marche	Trottinette
Temps de parcours	0,367	0,733	2,5	0,82
Coût d'utilisation	0.300	0.067	0.060	1,13
Santé	0	-0,320	-0,640	0
Accident	0,019	0,025	0,004	0,112
Aspect récréatif	0	0	0	-0,658
Total	0.686	0.505	1.924	1.404

Dans notre calcul, la trottinette en free-floating se retrouve ainsi comme le deuxième mode le plus cher au niveau du coût complet privé. Cela est dû en partie à son coût monétaire élevé. On voit ainsi pourquoi le mode attire particulièrement les piétons : il dispose d'un coût moins élevé. On peut aussi remettre en cause son coût si élevé au niveau du temps de parcours alors que ce mode est supposé être un des plus rapide dans les faits. Ceci est causé par notre choix d'utiliser la vitesse moyenne calculée en partie II. Il pourra être intéressant de refaire ce calcul lorsque nous auront une meilleure connaissance des vitesses moyennes réelles des trottinettes. Enfin, les deux derniers postes de coûts ont été estimés de manière très empirique. Les résultats obtenus sont donc contestables, mais ont le mérite de tenter une approche là où les données ou la littérature scientifique manquent.

Conclusion

Arrivées en France il y a maintenant plus d'un an, l'apparition des trottinettes électriques n'est pas due au hasard. Elle est le fruit de l'arrivée du principe du free-floating, déjà appliqué avec des succès divers aux voitures et aux vélos, mais également du développement progressif depuis plusieurs années de la micro-mobilité électrique et personnelle. Les deux phénomènes viennent ainsi se renforcer mutuellement, l'un et l'autre augmentant le nombre de clients potentiels des deux secteurs.

Leur arrivée aura cependant réussi à soulever des problèmes divers et nombreux autour de leur utilisation. Tout d'abord la circulation sur les trottoirs et le stationnement parfois anarchique sont venus au centre du mécontentement d'une partie de la population. La législation inadaptée qui entoure son utilisation laisse cependant place petit à petit à des réglementations encadrant la pratique et limitant les désordres occasionnés. De plus, on a eu l'occasion de voir que le bilan écologique global de ces trottinettes était loin d'être aussi bon que les opérateurs pouvaient le laisser croire. Cela est dû majoritairement à la durée de vie relativement courte ainsi qu'aux processus de collecte et de redistribution des engins. Cependant, au vu de l'allongement des durées de vies, et aux actions des opérateurs (batterie détachable, utilisations de véhicules électriques ou de vélos cargo...), il y a de grande chance que ce bilan s'améliore dans le futur. La question de l'accidentalité reste elle relativement en suspens. En effet, malgré des études et déclarations de médecins alarmantes, on n'a toujours pas de chiffres officiels pour caractériser cette accidentalité, et pouvoir la comparer avec d'autres modes de déplacements.

De ce manque de données est venue la nécessité d'en créer soi-même, par la réalisation d'une enquête par questionnaire. Après la réponse de plus de 200 utilisateurs et 800 non-utilisateurs, des résultats intéressants ont émergé. Il a alors été possible de définir les grandes caractéristiques des déplacements en trottinette électrique, à savoir une vitesse de l'ordre de 13km/h, sur des déplacements de 2,2km pour des durées de 12 minutes environ.

Pour aller plus loin dans l'utilisation des données trouvées en première partie et créées en seconde, il a été décidé de faire un calcul socio-économique porté sur les différents acteurs impactés par le projet. Ainsi, le calcul a montré qu'il était possible pour les opérateurs de faire des bénéfices selon les hypothèses retenues. Cependant, le calcul du BNA s'est montré négatif principalement du fait du surplus des utilisateurs. Enfin, le calcul d'un coût au kilomètre de plusieurs modes de déplacement pour l'utilisateur a mis en avant le coût élevé des trottinettes, mais explique également pourquoi les piétons sont facilement tentés par elles.

Le travail réalisé présente toutefois certaines limites qu'il ne faut pas oublier. L'échantillon de répondants au questionnaire n'a pas été réalisé en suivant la méthode de quotas, ce qui fait que ses résultats ne sont pas forcément applicables à la totalité de la population française. De plus, les calculs socio-économiques présentent des manques, comme par exemple les coûts liés à l'accidentalité, ou encore certains coûts financiers liés aux opérateurs. Enfin, de manière plus globale, la rareté des données a compliqué la formulation des hypothèses des calculs.

A l'aide de toutes ces informations, on peut cependant plus facilement caractériser les mobilités associées aux trottinettes électriques. Au vu de son prix particulièrement élevé face à ses principaux

concurrents, ces engins s'adressent à une clientèle particulière. On peut ainsi tirer deux profils majeurs. Le premier concerne une personne plutôt jeune, cherchant le côté ludique et avec une utilisation ponctuelle. Le second, une personne avec une valeur du temps élevée, comme un actif aux revenus confortables, contrebalançant ainsi le coût du trajet. A la lumière de ce dernier fait, on peut ainsi caractériser la trottinette électrique comme une mobilité premium, au coût certes élevé, mais dont les gains de temps ne sont pas négligeables.

Pour conclure, on voit que les attentes de la société sont très fortes envers cette nouvelle mobilité, que ce soit sur le plan environnemental, de l'accidentalité ou encore de son utilisation. Il reste cependant bon de préciser que cette technologie est très récente, et en évolution constante et rapide. En témoignent les nouveaux modèles des opérateurs, les initiatives autour de la sécurité et de l'environnement... Aussi, il ne faut pas oublier que la mobilité dominante en ville, la voiture, baptisée automobile dès 1885, a bénéficié de plus de 130 années d'innovations et de villes encore pensées jusqu'à très récemment pour elle. En face, la trottinette en libre-service, qui se veut la concurrente des voitures n'a que deux années d'existence. Il serait donc peut être bon de laisser aux opérateurs le temps d'innover, chose qu'ils font déjà très bien, sous la pression de l'impressionnante concurrence du secteur et du regard souvent méfiant des autorités publiques et de la société. De cette manière, la trottinette en libre-service pourrait présenter une alternative durable et socialement acceptable à la voiture en ville pour une certaine catégorie de la population.

Bibliographie

- 6t-bureau de recherche. (2016). *Étude sur les impacts des services de vélos en free-floating sur les mobilités actives*. ADEME.
- 6t-bureau de recherche. (2019). *Usages et usagers des trottinettes électriques en free-floating en France*.
- APUR. (Décembre 2015). *Étude d'opportunité d'un Vélib' parisien*. Atelier parisien d'urbanisme.
- Becker, G. S. (1965, Septembre). A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*(No. 299), p. 493-517.
- Bird. (2018). *Paris s'envole avec Bird. Retour sur l'utilisation du service*.
- Caggiani, L., Camporeale, R., Ottomanelli, M., & Szeto, W. Y. (2018). A modeling framework for the dynamic management of free-floating bike-sharing systems. *Transportation Research Part C*, p. 159-182.
- Chester, M. (2019, Janvier 28). *It's a Bird...It's a Lime...It's Dockless Scooters! But Can These Electric-Powered Mobility Options Be Considered Sustainable Using Life-Cycle Analysis?* Récupéré sur Chester Energy and Policy: <https://chesterenergyandpolicy.com/2019/01/28/its-a-bird-its-a-lime-its-dockless-scooters-but-can-these-electric-powered-mobility-options-be-considered-sustainable-using-life-cycle-analysis/>
- Crozet, Y. (2005, Février). Time and passenger transport = Le temps et les transports. *ECMT (Ed.) = CEMT. Round Table 127 = Table ronde 127*, pp. 33-40.
- Deslandes, F., & Roche, P. (2019, 06 21). *Les edpm sont-ils écologiques ?* Récupéré sur ANUMME: <http://www.anumme.fr/2019/06/21/les-edpm-sont-ils-ecologique/>
- Ertzscheid, O. (2019, Juillet 10). *Plaisir d'offrir, joie de détruire. La trottinette et la vitre cassée*. Récupéré sur affordance.info: https://www.affordance.info/mon_weblog/2019/07/plaisir-offrir-joie-detruire.html
- Firnkorn, J., & Müller, M. (2011). What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm. *Ecological Economics*, 70, p. 1519-1528.
- Gascon, M.-O., Quetelard, B., Patiès, C., & Valgalier, J.-L. (2009). Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 44 p.
- Goria, C. (2016). *Etude d'évaluation sur les services vélos – Enquête sur les aides à l'achat de vélos à assistance électrique*. ADEME.
- Gossling, S., & Choi, A. (2015). Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars. *Ecological Economics* 113, 106-113.
- Gossling, S., Choi, A., Dekker, K., & Metzler, D. (2019). The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European. *Ecological Economics* 158, 65-74.

- Héran, F. (2018, Février 25). *Vélib' ou free floating : vélos responsables ou vélos prédateurs ?* Récupéré sur La Tribune: <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/velib-ou-free-floating-velos-responsables-ou-velos-predateurs-769534.html>
- Hollingsworth, J., Copeland, B., & Johnson, J. X. (2019, Août 2). Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. *Environmental Research Letters*.
- INSEE. (Avril 2015). *La France et ses territoires*.
- Kilani, M. (2016). Congestion, péage et localisation des ménages. *Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique, "Dynamiques régionales"*, 7-14.
- Kopp, J., Gerike, R., & Axhausen, K. W. (2015). Do sharing people behave differently? An empirical evaluation of the distinctive mobility patterns of free-floating car-sharing members. *Transportation, Volume 42*, p. 449-469.
- Kortum, K., Schönduwe, R., Stolte, B., & Bock, B. (2016). Free-Floating Carsharing: City-Specific Growth Rates and Success Factors. *Transportation Research Procedia*, p. 328 – 340 .
- Les Echos Études. (Mars 2019). *L'observatoire des nouvelles mobilités*.
- Meunier, D., Walther, C., Worsley, T., Dahl, A., & Le Maître, H. (2016). Evolutions of the reference values used in transport CBA national guidelines of 3 countries and what they reveal. *Transport Research Procedia*, p 100-113.
- National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2018). *Shared Micromobility in the U.S.*
- Pal, A., & Zhang, Y. (2017). Free-floating bike sharing: Solving real-life large-scale static rebalancing problems. *Transportation Research Part C 80*, p. 92-116.
- Papon, F. (2002). La marche et le vélo : quels bilan économiques pour l'individu et la collectivité ? Deuxième partie : la santé et la sécurité. *Economie générale*.
- Papon, F. (2002). La marche et le vélo : quels bilan économiques pour l'individu et la collectivité ? Première partie : le temps et l'argent. *Economie générale*.
- Papon, F. (2002). La marche et le vélo : quels bilan économiques pour l'individu et la collectivité ? Troisième partie : la collectivité. *Economie générale*.
- Portland Bureau of Transportation (PBOT). (2018). *E-Scooter Findings Report*.
- Quinet, É. (2000). Evaluation methodologies of transport in France. *Transport policy, Volume: 7*, p. 27-34.
- Quinet, É. (Septembre 2013). *Évaluation socio-économique des investissements publics*. Commissariat général à la stratégie et à la prospective .
- Raux, C., Souche, S., & Pons, D. (2012). *The efficiency of congestion charging: Some lessons from costbenefit analyses*. Laboratoire d'Économie des Transports, CNRS, Université de Lyon, LET, ISH,.

Vilatte, J.-C. (2007). *Méthodologie de l'enquête par questionnaire*. Université d'Avignon, Laboratoire Culture & Communication.

Table des matières

Notice analytique	1
Sommaire	2
Table des illustrations.....	3
Liste des tableaux	5
Table des formules	5
Introduction.....	6
1 Enjeux sociaux, économiques et environnementaux autour des trottinettes électriques en libre-service.....	8
1.1 Présentation du système, réglementation et acceptation sociétale	8
1.1.1 La question du free-floating	8
1.1.1.1 Qu'est-ce que le free-floating ?.....	8
1.1.1.2 Les enseignements à tirer des vélos et voitures en free-floating	9
1.1.2 La réglementation	10
1.1.3 Acceptation sociale.....	11
1.1.3.1 Points de de débats	11
1.1.3.2 La question du vandalisme	13
1.2 Une accidentalité qui pose question	16
1.3 L'impact environnemental, de la création à la fin de vie de l'engin	20
1.3.1 La construction, assemblage, matériaux	21
1.3.2 Le transport	21
1.3.3 La collecte et la recharge.....	22
1.3.4 Le recyclage	23
1.4 Des business modèles à l'épreuve	24
1.4.1 Présentation des opérateurs.....	24
1.4.1.1 Le développement de ces services	24
1.4.1.2 Modèles de trottinettes utilisés	27
1.4.2 Les services sont-ils rentables ?	29
2 Mise en place d'une enquête et premiers résultats	32
2.1 Méthode de mise en place du questionnaire	32
2.1.1 Objet et objectifs du questionnaire.....	32
2.1.2 Détermination de la population enquêtée et de l'échantillon et diffusion	33
2.1.3 Existence d'autres enquêtes	34
	84

2.2	Présentation des résultats généraux.....	36
2.2.1	Description de la population	36
2.2.2	Caractéristiques générales des utilisateurs.....	38
2.2.2.1	Des nouveaux utilisateurs de plus en plus nombreux.....	38
2.2.2.2	Une vitesse moyenne déclarée proche d'un vélo	39
2.2.2.3	Une utilisation plutôt occasionnelle.....	39
2.2.2.4	Des budgets assez faibles.....	41
2.2.3	Informations en relation avec l'usage des trottinettes en libre-service	42
2.2.3.1	La présence de nombreux opérateurs non mise à profit par les utilisateurs	42
2.2.3.2	L' influence sur la possession d'une trottinette électrique personnelle.....	43
2.2.3.3	Des motifs d'utilisation divers et centrés autour du plaisir	43
2.2.3.4	Les questions de la réglementation et du stationnement diversement prisent à cœur.	44
2.2.3.5	Le retard à prendre en compte	45
2.3	Non-utilisation, perception, et caractéristiques des trajets.....	46
2.3.1	Des motifs de non utilisation forts	46
2.3.2	La perception.....	48
2.3.2.1	Des perceptions différentes entre utilisateurs et non utilisateurs	48
2.3.2.2	Un mode de déplacement globalement vu comme dangereux.....	49
2.3.3	Le dernier déplacement effectué	51
2.3.3.1	Des motifs de déplacements tournés vers les loisirs	51
2.3.3.2	Un temps d'accès à la trottinette assez court.....	51
2.3.3.3	Un service ne créant pas beaucoup de déplacement	52
2.3.3.4	Un mode de déplacement tape à l'œil.....	52
2.3.3.5	Les caractéristiques générales des déplacements en trottinette électrique en libre-service	53
3	Intermodalité, substituabilité et calcul socio-économique.....	56
3.1	Chaînes de déplacement	56
3.1.1	Que remplacent les trottinettes ?.....	56
3.1.2	Quelle intermodalité pour ces trottinettes ?	57
3.2	La Valeur Actuelle Nette pour les acteurs des trottinettes électriques.....	60
3.2.1	L'importance de l'évaluation économique.....	60
3.2.2	Le bilan financier des opérateurs	61
3.2.2.1	Investissement et durée de vie des trottinettes	61

3.2.2.2	La différence recettes – coûts	63
3.2.3	L'impact du calcul des surplus.....	67
3.2.3.1	Les utilisateurs.....	67
3.2.3.2	L'environnement	69
3.2.3.3	Sécurité routière.....	71
3.2.3.4	Résultat et discussion	73
3.3	Bilan coût-avantage pour l'utilisateur	74
3.3.1	Les variables utilisées	74
3.3.1.1	Temps de parcours	74
3.3.1.2	Coût d'utilisation du véhicule.....	75
3.3.1.3	Santé.....	76
3.3.1.4	Accidents	76
3.3.1.5	Aspect récréatif	77
3.3.2	Résultat et discussions	78
Conclusion	79
Bibliographie.....		81
Table des matières		84
Annexes		87
Annexe 1 : Article 18 de la LOM		87
Annexe 2 : Cartes de l'évolution de la présence des opérateurs.....		88
Annexe 3.....		90

Annexes

Annexe 1 : Article 18 de la LOM

Article 18

Après l'article L. 1231-16 du code des transports, il est inséré un article L. 1231-17 ainsi rédigé :

« Art. L. 1231-17. - I. - L'autorité organisatrice de la mobilité mentionnée à l'article L. 1231-1 et, s'agissant de la région Ile-de-France, l'autorité organisatrice compétente prévue par l'article L. 1241-1, peuvent, après avis des communes concernées et des autorités compétentes en matière de police de circulation et de stationnement, prévoir de soumettre les services de partage de véhicules et d'engins, permettant le transport de passagers ou de marchandises, mis à disposition des utilisateurs sur la voie publique et accessibles en libre-service, sans station d'attache, et susceptibles à ce titre d'engendrer une gêne significative pour la circulation et pour les piétons, la sécurité ou la tranquillité publique ou des impacts significatifs en matière de congestion, à des prescriptions particulières, sur tout ou partie de son ressort territorial.

« II. - Les prescriptions particulières définies par l'autorité organisatrice et applicables à l'exercice, par un opérateur, d'un service mentionné au I peuvent exclusivement porter sur :

« 1° Les informations relatives à la flotte d'engins ou de véhicules mis à disposition des utilisateurs, que l'opérateur doit transmettre à l'autorité organisatrice, relatives au nombre et aux caractéristiques de ces engins ou véhicules et au déploiement de cette flotte ;

« 2° Les mesures que doit prendre l'opérateur afin d'assurer le respect, par lui-même ou ses préposés et par les utilisateurs des engins et véhicules, des règles de circulation et de stationnement édictées par les autorités compétentes ;

« 3° Les mesures que doit prendre l'opérateur pour assurer le retrait, le cas échéant, des engins et véhicules hors d'usage.

« III. - En cas de non-respect de ces prescriptions, l'autorité organisatrice peut, après avoir mis l'opérateur à même de présenter ses observations, lui infliger une sanction pécuniaire dont le montant est proportionné à la gravité du manquement et à la situation de l'intéressé et ne peut excéder 300 000 euros.

« IV. - Les modalités d'application du présent article sont précisées par décret en Conseil d'Etat. »

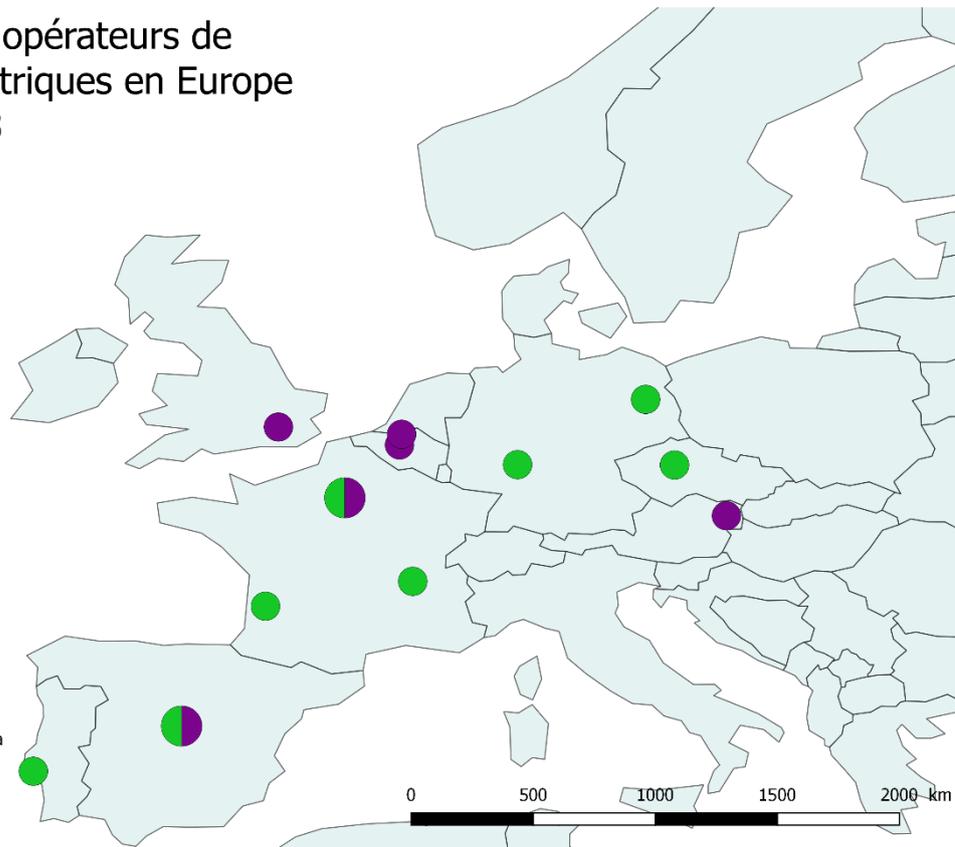
Répartition des opérateurs de trottinettes électriques en Europe Novembre 2018

Légende

- Opérateurs
- Lime
 - Bird

Sources :
Fond de carte : Natural Earth Data
Présence de trottinettes : site internet des opérateurs

Réalisation :
Antoine pestour le 05/04/2019



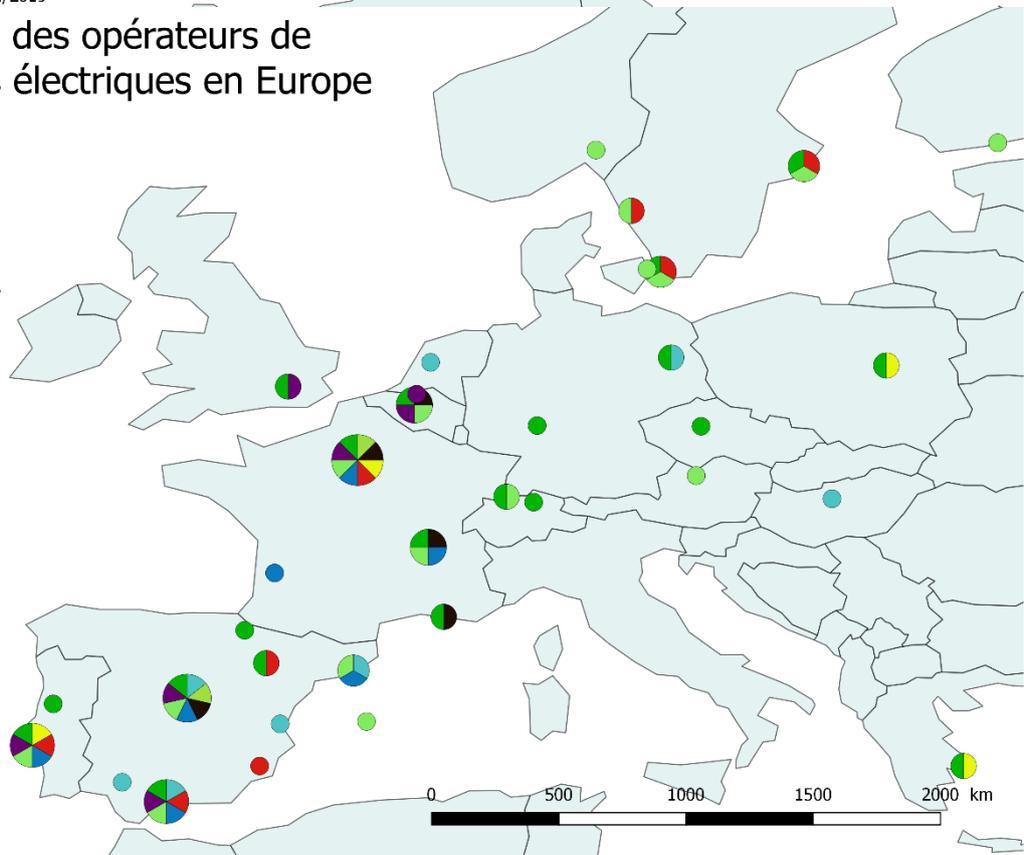
Répartition des opérateurs de trottinettes électriques en Europe Avril 2019

Légende

- Opérateurs
- Lime
 - Bird
 - Tier
 - Wind
 - VOI
 - Hive
 - Flash
 - Bolt
 - Ufo

Sources :
Fond de carte : Natural Earth Data
Présence de trottinettes : site internet des opérateurs

Réalisation :
Antoine pestour le 05/04/2019



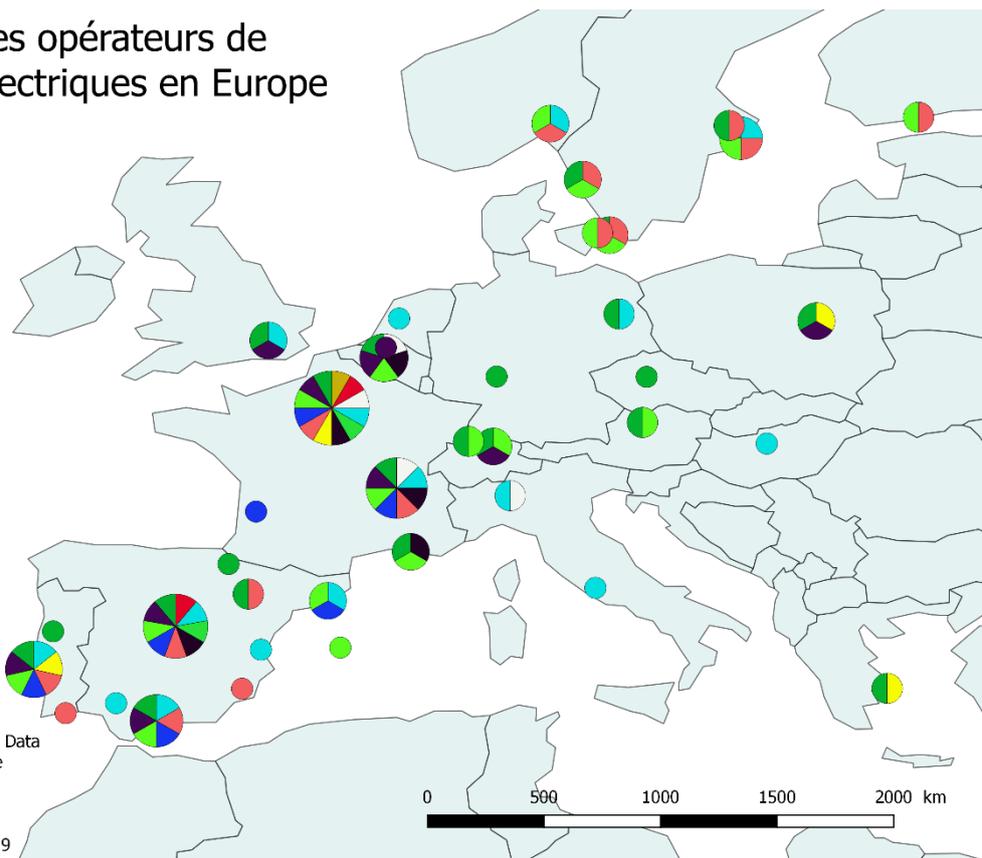
Répartition des opérateurs de trottinettes électriques en Europe Mai 2019

Légende

- Pays
- Opérateurs
- Lime
- Bird
- Tier
- Wind
- VOI
- Hive
- Circ
- Bolt (Txfy)
- Ufo
- Dott
- Jump
- Bolt Mobility

Sources :
Fond de carte : Natural Earth Data
Présence de trottinettes : site internet des opérateurs

Réalisation :
Antoine Pestour le 16/05/2019



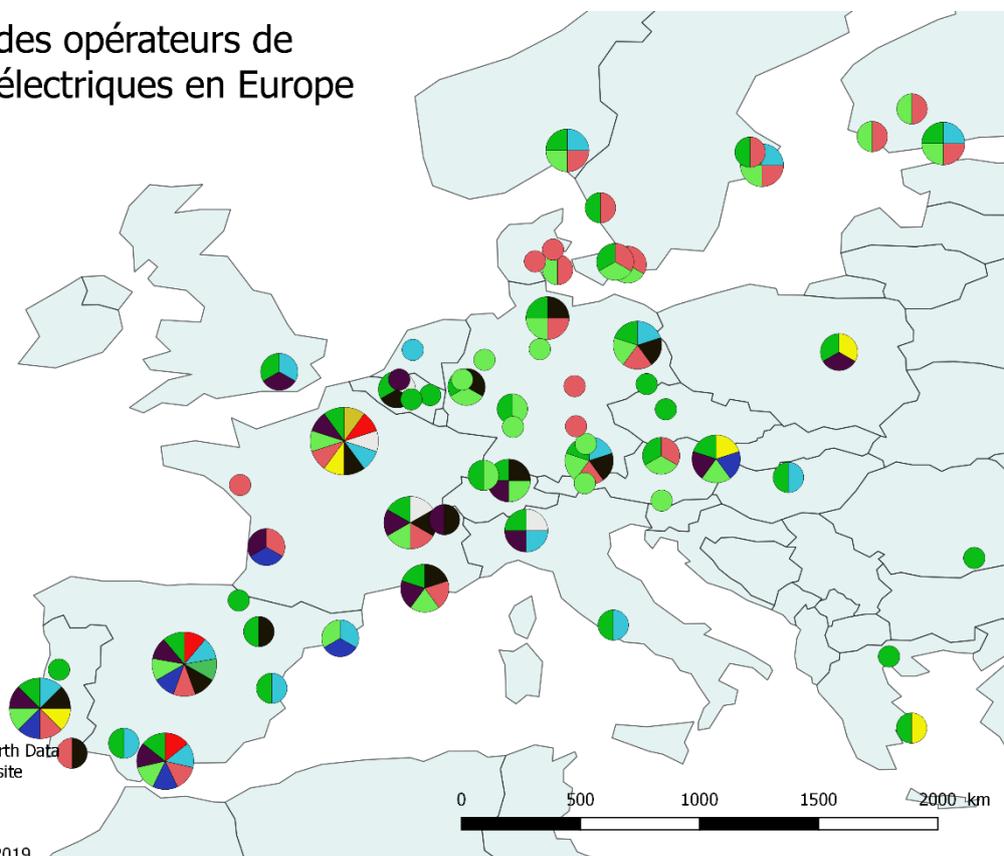
Répartition des opérateurs de trottinettes électriques en Europe Août 2019

Légende

- Opérateurs
- Lime
- Bird
- Tier
- Wind
- Voi
- Hive
- Circ
- Bolt
- Ufo
- Dott
- Jump
- B Mobility

Sources :
Fond de carte : Natural Earth Data
Présence de trottinettes : site internet des opérateurs

Réalisation :
Antoine Pestour le 16/05/2019



Annexe 3

Heure enquête :h.....

Moment du déplacement : début / fin

Date :

Questionnaire : Utilisation des
trottinettes électriques en libre-service

Lieu :

Opérateur du service :

Le déplacement :

Origine	Destination

1. Temps de trajet (estimé) ?

2. Si le service n'existait pas, auriez-vous fait ce déplacement ? Oui Non

3. Si oui, avec quel mode de déplacement

Voiture A pied En vélo Bus Tram Métro Taxi/Uber

Autre :

4. Utilisation d'autres modes pour effectuer le déplacement dans sa totalité

Avant :

Voiture A pied En vélo Bus Tram Métro Autre :

Après :

Voiture A pied En vélo Bus Tram Métro Autre :

5. Est-ce la vue d'une trottinette qui vous a donné l'idée d'utiliser ce service, ou vous étiez-vous décidé avant ?

Décidé avant Décision à la vue de la trottinette

6. Combien de temps avez-vous mis pour trouver la trottinette (en minutes) ?

7. Quel était le motif du déplacement ?

Travail Études Loisirs Achats Autres :

Habitudes d'utilisation :

8. Fréquence d'utilisation

Tous les jours Plusieurs fois par semaine Plusieurs fois par mois

Moins d'une fois par mois Première fois

9. Quand avez-vous utilisé ce service pour la première fois ? -> Réutilisation future? Oui Non

10. Comment percevez-vous les trottinettes ?

Un moyen de déplacement moderne Un moyen de déplacement écologique Un jouet

Un symbole de progrès Un moyen de déplacement dangereux Autre :

11. De combien d'opérateurs avez-vous l'application ?

Lime Flash VOI Tier Wind Ufo Bird Autre :

12. Vous êtes-vous renseigné sur la réglementation à propos de l'utilisation d'une trottinette électrique ? (Où circuler, vitesses de circulation, casque, où/comment se garer...).

Casque : Oui Non

Beaucoup Un peu Pas du tout

13. Essayez-vous de vous garer afin de gêner le moins possible ? Oui Non

14. Vous est-il arrivé d'utiliser ce service alors que vous étiez très pressé ? Oui Non
15. Vous sentez-vous en sécurité pendant l'utilisation d'une trottinette ? Oui Non
16. La sécurité par rapport à d'autres modes :
- Plus sûr que le vélo Moins sûr que le vélo
 - Plus sûr que la marche Moins sûr que la marche
 - Plus sûr que la voiture Moins sûr que la voiture

17. Avez-vous déjà vu / provoqué / subi un accident impliquant une trottinette électrique ? Oui Non

18. Si oui, pouvez-vous décrire en quelques mots (blessures potentielles, modes de transports impliqués...) ?

.....

19. Vitesse de circulation moyenne estimée ? km/h

- Entre 0 et 10 Entre 10 et 15 Entre 15 et 20 Plus de 20 Aucune idée

20. Raisons qui ont participé à la décision d'utiliser ce service (trois réponse max hiérarchisées) :

- Être à l'air libre
- Le jeu
- Éviter les bouchons / Gagner du temps
- Éviter les TC trop chargés
- Liberté du mouvement
- Simplicité d'utilisation
- Découvrir quelque chose de nouveau
- Prix accessible
- Autre :

21. Quel budget par mois pensez-vous consacrer à ce service ?

22. Avez-vous déjà subi une panne lors de l'utilisation de ce service ? Oui Non

Caractérisation de la personne :

23. Quel est votre âge ?

24. Vous êtes un(e) : Homme Femme

25. Avez-vous le permis de conduire ? Oui Non

26. Avez-vous une voiture à votre disposition ? Oui Non

27. Avez-vous un vélo à votre disposition ? Oui Non

28. Possédez-vous une trottinette ? Oui Jamais Avant oui

29. Quel est votre statut ?

- Étudiant Salarié Indépendant Sans emploi Retraité Autre

30. Quel est votre niveau de revenu mensuel ?

- 0-500 € 500-1500€ 1500-2500€ 2500-3500€ 3500-4500€ Plus de 4500€