

Livre blanc : Le rôle des trottinettes électriques
et des véhicules électriques légers
dans la réduction des émissions de CO₂ en ville

Rapport de l'étude de Carbone 4 pour Bird
Septembre 2019



Aurélien Schuller
aurelien.schuller@carbone4.com

Maxime Aboukrat
maxime.aboukrat@carbone4.com

Table des matières

Résumé	3
Décarboner les transports urbains	5
À long terme, quel est le potentiel des LEV pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre en ville ?	9
Conditions préalables à la durabilité pour des solutions de mobilité partagée.....	16
Conclusion.....	23

Résumé

Ce livre blanc examine le **rôle que les véhicules électriques légers (VEL) partagés, tels que les trottinettes électriques, peuvent jouer dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les villes**. Il présente un **cadre définissant les rôles et responsabilités des opérateurs et des villes dans la mise en place d'une mobilité urbaine bas carbone**. Voici ses conclusions :

1. **On constate un engouement pour les trottinettes électriques partagées, allant de pair avec les vélos comme mode de transport léger et efficient en énergie pour les trajets rapides en ville.** L'usage des vélos a augmenté dans les villes européennes récemment, mais les trottinettes électriques partagées sont adoptées à un rythme sans précédent : après moins d'un an de fonctionnement, les trottinettes électriques ont atteint une part modale comprise entre 0,8 et 2,2 % à Paris selon une récente étude du bureau d'études et de recherche 6t, soit une croissance deux fois plus rapide que celle du système Velib' au cours de la première année d'exploitation.
2. **Les véhicules électriques légers peuvent aider les villes à atteindre leurs objectifs de décarbonation.** Sur la base de la répartition actuelle des modes de transport à Paris, Carbone 4 a examiné trois scénarios exploratoires afin de déterminer le potentiel des VEL, et des trottinettes en particulier, pour répondre aux futurs besoins de mobilité et réduire les émissions de gaz à effet de serre en ville à l'horizon 2030. À long terme, il y aura des gains d'efficacité énergétique importants pour tous les modes de transport, ce qui conduirait à une réduction des émissions liées à consommation d'énergie des transports de 40 %, toutes choses égales par ailleurs. Un potentiel plus important de réduction peut être atteint avec des changements structurels dans le système de mobilité pour réduire l'usage de la voiture, tout en développant les solutions alternatives de mobilité. L'analyse a révélé que le vélo et les VEL pourraient représenter environ 21 % de tous les déplacements à Paris, contribuant à un scénario avec une réduction de 68 % des émissions issues de la consommation d'énergie.
3. **Une longue durée de vie des véhicules est cruciale pour garantir la durabilité des VEL dans une logique de cycle de vie.** La durabilité, l'entretien et la rétention des véhicules dans la flotte sont les facteurs les plus importants pour une longue durée de vie. D'après les données de la flotte que Bird, l'opérateur a évalué que les modèles grand public duraient de 3 à 4 mois, tandis que les actuelles trottinettes conçues pour Bird devraient durer 18 mois.

4. **Le report modal de la voiture vers les VEL est une autre condition essentielle pour la durabilité.** Les trottinettes électriques attirent aujourd'hui des usagers de la voiture, du transport en commun, de la marche à pied et du vélo, et génèrent également des déplacements qui n'auraient pas été faits autrement. Pour être compatibles avec les objectifs climatiques, les VEL doivent aider à réduire les trajets en voiture dans un changement général de la mobilité urbaine. Pour que cela soit significatif, le véhicule doit être attractif pour des usagers qui étaient précédemment automobilistes, et les rues dans lesquelles il est utilisé doivent comporter des pistes cyclables offrant des zones de circulation sûres et pratiques.

5. **En accord avec leur politique de développement durable, les villes devraient sélectionner des entreprises dont les véhicules durent au moins un an et qui proposent un service de qualité pour les usagers.** Nous proposons plusieurs recommandations aux opérateurs et aux villes afin de garantir une longévité des véhicules d'au moins un an et une maximisation du report modal depuis la voiture. Par exemple, en ce qui concerne la longévité, les entreprises devraient suivre les émissions de CO₂ tout au long du cycle de vie d'un véhicule et adopter des plans d'action pour en réduire les impacts, et les villes devraient mettre en œuvre des politiques pour lutter contre les actes de vandalisme. Pour optimiser le report modal, les entreprises doivent continuer à améliorer le confort et l'expérience utilisateur, et les prix doivent être compétitifs par rapport aux autres modes.

6. **Les villes devraient également investir dans les infrastructures et adopter des politiques favorisant le report modal de la voiture à la mobilité légère.** Les villes et les entreprises doivent travailler main dans la main pour organiser et optimiser les nouvelles formes de micro-mobilité, par exemple en collaborant pour permettre la connexion aux transports en commun. Les villes doivent également investir dans les pistes cyclables, qui favorisent une plus grande transition vers les différentes formes de micro-mobilité, et donc une réduction des émissions de CO₂.

Décarboner les transports urbains

1. Face aux défis du changement climatique, de la qualité de l'air et de la congestion urbaine, la mobilité urbaine doit évoluer vers des formes de transport plus efficaces

Le changement climatique, la qualité de l'air et la congestion urbaine poussent les villes et les États du monde entier à lancer des initiatives pour réduire l'utilisation de la voiture. Cette ambition peut se traduire par une année cible pour l'interdiction des véhicules à carburant fossile. En Europe, plusieurs interdictions nationales ont été annoncées, notamment en Norvège (d'ici 2025), en Irlande, au Danemark, aux Pays-Bas et en Suède (d'ici 2030), et en France (d'ici 2040). En outre, des Métropoles comme Amsterdam, Londres, Milan et Paris ont adopté des projets visant à interdire ou à limiter l'utilisation des voitures à énergie fossile dans certaines parties de leurs villes. Londres met par exemple en œuvre son programme ULEZ (*Ultra Low Emission Zone* – Zone à émissions très faibles), qui oblige les automobilistes à payer un supplément pour circuler dans certains quartiers de la ville, si la voiture ne respecte pas les normes d'émissions de ce programme.

Paris a pris plusieurs mesures pour réduire la prédominance de la voiture et amener les usagers vers des modes de transport plus durables. Le Plan Climat de Paris prévoit d'interdire l'utilisation des voitures à moteur diesel et essence dans l'enceinte de la ville d'ici 2024 et 2030, respectivement. Pour compenser et soutenir cette réduction du trafic automobile, Paris entend promouvoir la mobilité active à faibles émissions de CO₂ en élargissant le réseau de pistes cyclables pour rendre Paris 100 % cyclable d'ici 2020 et en limitant la vitesse de circulation à 30 km/h sur toutes les routes (à l'exception des artères principales). En outre, la ville prend des mesures pour soutenir les déplacements multimodaux, notamment en mettant en place une carte de mobilité tout-en-un fusionnant bus, métros, tramways, RER, Velib' et Autolib'. Par ailleurs, la ville met en œuvre « Paris Respire », pour instaurer des zones sans voitures dans tous les quartiers, tous les dimanches et jours fériés.

L'espace public accordé aux voitures peut être mieux utilisé. L'espace au sol est très précieux dans les villes denses. Cependant, environ 3/4 de la voie publique sont consacrés au déplacement et au stationnement des voitures, alors que les déplacements en voiture ne représentent que 14 % des trajets. Cela revient à donner la priorité aux besoins du mode de transport le moins efficace et à laisser les autres solutions de mobilité se disputer l'espace public restant. Ce problème est particulièrement aigu à Paris, la capitale européenne la plus dense, avec environ 20 000 habitants au kilomètre carré.

Masse et espace par personne pour les voitures, bus, trottinettes électriques et vélos¹

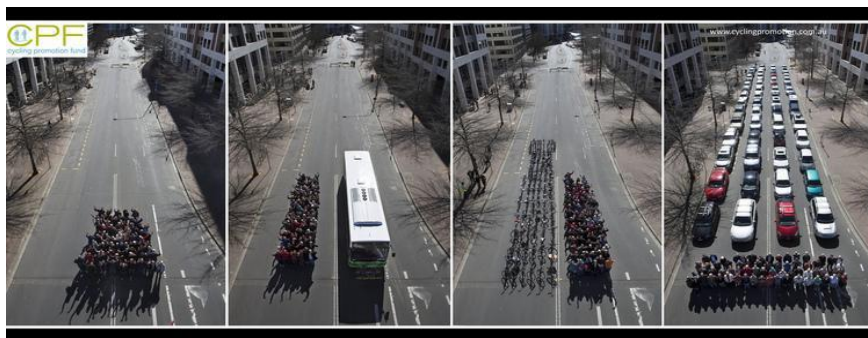


En effet, les voitures sont très inefficaces et inutiles pour la plupart des déplacements urbains. Les voitures sont mieux conçues pour les trajets longue distance, à grande vitesse ou lorsqu'il est nécessaire de transporter de lourdes charges ou plusieurs personnes. Les voitures ont un rendement énergétique optimal de 70 à 90 km/heure et ne sont pas correctement dimensionnées pour la plupart des besoins de mobilité urbaine : la capacité de moteur nécessaire pour propulser un véhicule de 2 tonnes transportant un seul passager de 80 kg et se déplaçant à une vitesse de moins de 30 km/heure est un gaspillage extrême.

¹ Source, pour la voiture, le bus et le vélo : d'après les données recueillies et analysées par Nicolas Meilhan, expert énergie et transport.

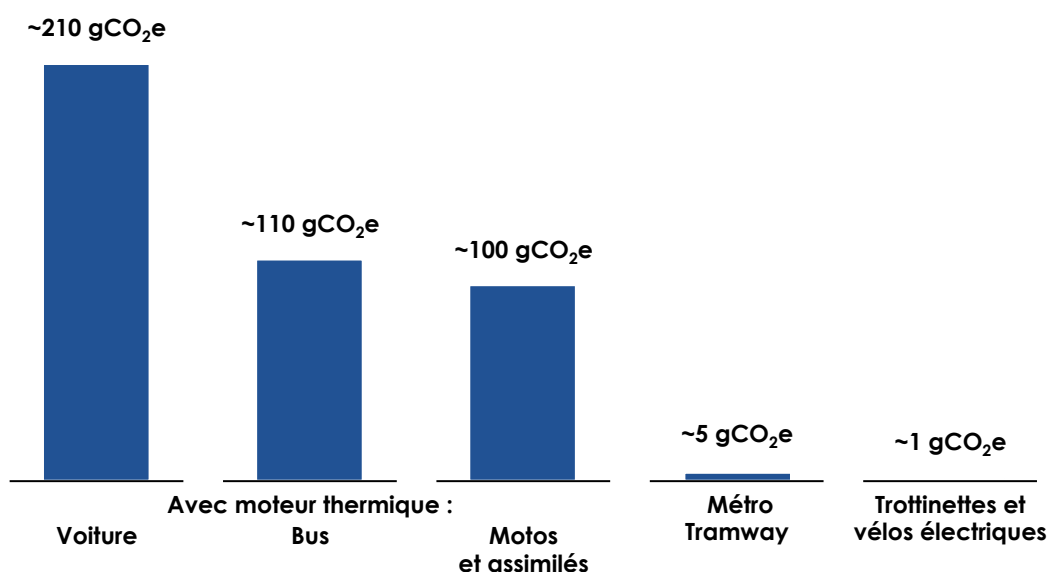
² Source : <https://www.cyclingpromotion.org/>

Espace nécessaire pour déplacer 69 personnes en utilisant les transports en commun,
les vélos et les voitures²



Comme le montre la figure ci-dessous, les voitures en ville émettent deux fois plus de gaz à effet de serre que les bus ou les motos, sur le périmètre des émissions liées à la consommation d'énergie, rapportées au déplacement d'une personne sur 1 km. À Paris, le trafic routier (comprenant les voitures, les fourgonnettes et les poids lourds) est responsable de 60 % des émissions de NOx, de 50 % des particules et de 30 % des émissions de gaz à effet de serre. En outre, le trafic routier, en particulier les moteurs à combustion interne, est une source majeure de pollution sonore.

**Émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie
pour différents modes de transport dans les villes françaises**
gCO₂e par passager et par km



Sources : Analyse de Carbone 4 sur la base des données ADEME, IFPEN et des estimations de consommation d'énergie pour les trottinettes et vélos électriques.

Les véhicules électriques légers permettent de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre provenant de la consommation d'énergie par passager.

Avertissement : seules les émissions résultant de la consommation d'énergie sont présentées dans ce graphique. Les émissions liées au cycle de vie différent, par exemple en raison de la fabrication du véhicule et de celle de sa batterie dans le cas des véhicules électriques.

² Source : <https://www.cyclingpromotion.org/>

Les véhicules électriques légers, tels que les trottinettes et les vélos électriques, sont tout à fait alignés sur l'ambition politique de fournir une mobilité sans émissions nocives. Ces modes de transport sont extrêmement légers, nécessitent moins d'énergie pour se déplacer et sont très efficaces, car les rendements des moteurs électriques sont bien meilleurs que ceux des moteurs à combustion interne. Il n'y a pas d'émissions à l'échappement et l'électricité française a une faible teneur en carbone. Comme pour tout véhicule électrique, les pneus, les frottements sur la route et les freins peuvent générer des émissions, mais elles sont également minimales. Ainsi, **les véhicules électriques légers partagés offrent une solution idéale pour aider les villes à réduire les émissions sur leur territoire.**

2. Les investissements dans les infrastructures cyclables ont permis d'accroître l'usage du vélo dans les villes européennes et de préparer le terrain pour les VEL

Au cours des dix dernières années, le vélo est devenu une option de mobilité plus populaire en Europe, stimulé par des politiques efficaces et des investissements dans les infrastructures. Amsterdam et Copenhague, en particulier, ont vu régulièrement augmenter les taux de cyclisme pour tous les âges et toutes les catégories démographiques et en toutes saisons. Copenhague a atteint une part modale du vélo de 29 % grâce à des investissements dans des réseaux de pistes cyclables de haute qualité, pilier du développement de toute politique de transport durable. Dans le cas d'Amsterdam, dont la part modale du vélo est de 27 %, les investissements dans la modération du trafic et les infrastructures cyclables ont été générés suite à des protestations politiques sur la sécurité routière dès le début des années 1970, portant notamment sur la sécurité des enfants.

Plus récemment, les villes ont montré comment accroître rapidement la part du cyclisme en investissant dans des réseaux cyclables connectés et protégés. Le cas de Séville, en Espagne, est particulièrement impressionnant : 80 km de pistes cyclables ont été construits en seulement 18 mois, ce qui a permis à la part modale du vélo de passer de 5 % en 2007 à 9 % en 2011³. En France, le nombre de trajets en vélo a doublé entre 2001 et 2010 selon l'Enquête globale transport et les villes françaises comptent parmi les plus favorables au vélo en Europe, avec Strasbourg, Bordeaux et Paris se classant aux 5^e, 6^e et 8^e rangs dans le « Copenhagenize Index 2019 »⁴.

En raison de leur popularité, les vélos jouent un rôle important dans les stratégies européennes de décarbonation. L'ambition de Copenhague est par exemple d'augmenter la part modale du vélo à 38 % d'ici 2025 et le Plan Climat de Paris vise à tripler cette part modale pour atteindre 15 % d'ici 2030. **Les trottinettes électriques et les vélos électriques sont parfaitement intégrés dans ce mouvement, tout en diversifiant les options de mobilité.** La vitesse et le poids des trottinettes électriques leur permettent de rouler sur les mêmes voies que les vélos, et l'expérience de conduite est assez similaire à celle du cyclisme.

3. Les VEL partagés élargissent les options de mobilité et attirent encore plus d'usagers vers les deux-roues

La mobilité urbaine s'est diversifiée ces dernières années avec l'arrivée de nouveaux services de mobilité partagée, tels que les trottinettes électriques. Apparus pour la première fois aux États-Unis, ces modes en libre-service sans points d'attache (aussi appelés « free-floating ») se sont multipliés en France depuis l'arrivée des premiers opérateurs à Paris à l'été 2018.

Les trottinettes électriques et autres solutions de transport électrique léger partagé sont populaires et appréciées pour leur caractère pratique. Les utilisateurs de services de trottinettes électriques partagées et de vélos non électriques en France sont décrits dans deux études récentes du bureau d'études et de

³ Disponible sur <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SC14/SC14065FU1.pdf>.

⁴ « L'indice Copenhagenize » est, selon la société qui le publie, « le classement le plus complet et le plus holistique des villes favorables à la circulation en vélo sur la planète ». Il est produit par Copenhagenize Design Co., une agence de conseil en design urbain basée à Copenhague, Bruxelles et Montréal.

recherche 6t⁵. Les études ont montré que l'âge moyen des usagers était de 36 ans et que ceux-ci avaient choisi les trottinettes en raison de la convivialité de ce mode, des gains de temps qu'elles permettent et de leur commodité offerte par un voyage porte-à-porte. Le côté pratique est décuplé grâce à l'omniprésence du smartphone et à la familiarisation accrue de l'accès aux services par ce biais. En outre, la flexibilité offerte par le principe « sans points d'attache » semble contribuer à leur utilisation : les vélos partagés garés aux bornes ont été largement remplacés par des formes sans bornes dans les villes nord-américaines par exemple.

Les trottinettes électriques partagées et autres VEL pourraient jouer un rôle important dans le futur paysage de la mobilité à faibles émissions de carbone en Europe. Les trottinettes électriques ont été rapidement adoptées dans l'écosystème de la mobilité : selon des estimations prudentes, 6t a constaté que **les trottinettes électriques avaient atteint une part modale de 0,8 à 2,2 % à Paris après moins d'un an d'activité, croissance deux fois plus rapide que le système Velib' ⁶.**

Après 9 mois de service, les déplacements hebdomadaires des trottinettes électriques sont 1,3 à 3 fois plus importants que pour les véhicules Velib' après la même période, d'après les estimations et les données issues de l'étude de 6t. Les raisons possibles de cette croissance rapide pourraient notamment être la préférence des usagers pour ce mode (préférence pour le moteur électrique et/ou le confort d'une trottinette), un confort accru avec des solutions de mobilité sous forme de service, des améliorations dans l'expérience utilisateur et une préférence pour la flexibilité sans points d'attache puisque les usagers peuvent utiliser un smartphone pour localiser les trottinettes disponibles et les laisser dans un emplacement pratique après utilisation, sans avoir à chercher une borne Velib' vide.

L'utilisation des trottinettes électriques et des véhicules électriques légers devrait perdurer, grâce à plusieurs facteurs :

- **Améliorations apportées au service :** les avancées technologiques, notamment le GPS et les fonctionnalités intégrées à l'application, continueront à améliorer l'expérience de l'utilisateur.
- **Améliorations apportées aux véhicules :** à mesure que la conception du véhicule s'améliore, la conduite devient plus confortable et plus agréable. L'introduction de nouveaux types de véhicules est également attendue ; cela les rendra accessibles à une plus grande palette d'âges et de familiarités avec ce mode de déplacement.
- **Investissements dans des infrastructures sûres :** comme l'a montré le cas du changement modal avec le vélo, les investissements dans des infrastructures cyclables connectées et protégées augmenteront l'usage.
- **Augmentation de l'intermodalité :** les trottinettes électriques peuvent être davantage intégrées dans le système de la mobilité, car de petits transports électriques pourraient permettre de concevoir un trafic de desserte extrêmement efficace pour se connecter aux transports en commun. À noter qu'à l'heure actuelle, à Paris, 23 % des trajets en trottinettes électriques sont déjà intermodaux (66 % d'entre eux sont liés aux transports en commun et 19 % sont liés à des déplacements à pied).
- **Changements météorologiques causés par le changement climatique :** sur une note quelque peu différente, on peut observer que les vagues de chaleur, qui devraient être de plus en plus fréquentes à Paris, peuvent également contribuer au développement de ces nouvelles formes de mobilité, car elles sont plus adaptées que les transports en commun. Voyager en plein air directement d'un point à un autre peut offrir une expérience plus confortable pour les usagers que d'autres modes dans de telles circonstances.

⁵ Disponible sur <https://6-t.co/trottinettes-freefloating/> et <https://6-t.co/etude-ademe-vff/>

⁶ Il est à noter que pour cette part modale seuls les résidents sont pris en compte. Les véhicules électriques légers partagés sont également couramment utilisés par les touristes qui visitent la ville : on compte 58 % de résidents et 42 % de touristes, dont 33 % de l'étranger et 9 % de France.

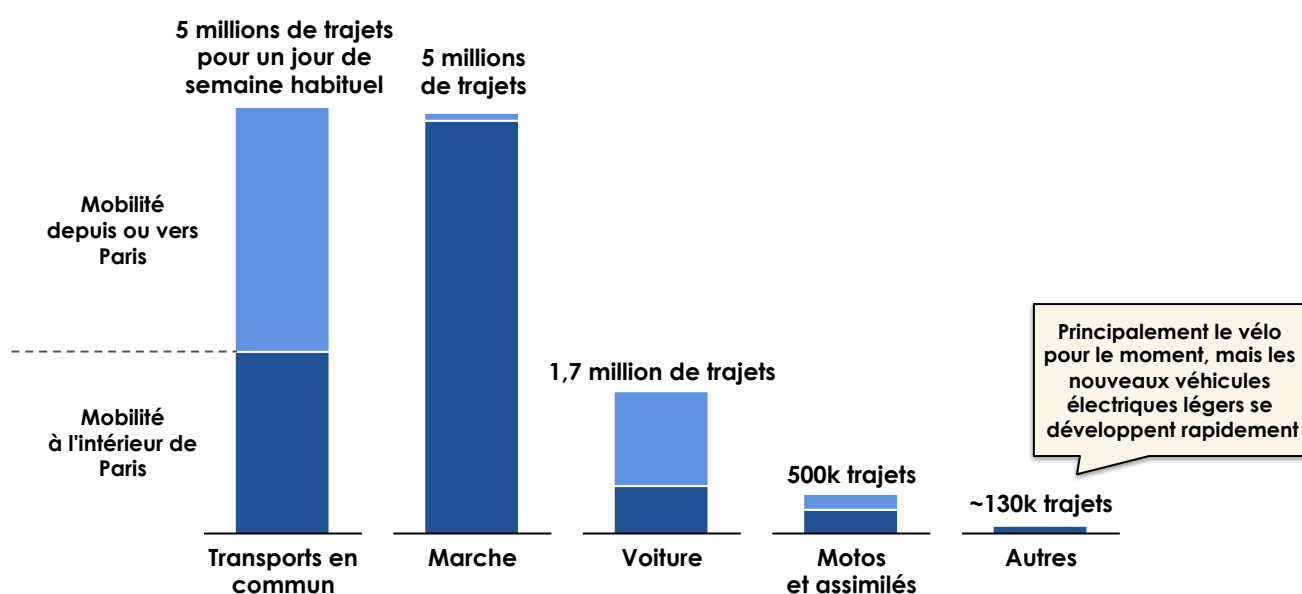
À long terme, quel est le potentiel des LEV pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre en ville ?

Il est probable que de plus en plus de déplacements en voiture seront remplacés par la mobilité en VEL, car ils constituent une option pratique pour les usagers et s'alignent sur les réglementations environnementales émergentes en matière de qualité de l'air, de gaz à effet de serre, de pollution sonore et de congestion. Mais quelle proportion de voitures et d'autres modes est susceptible d'être remplacée par la mobilité VEL, et quel en sera l'impact sur l'environnement ?

Examinons d'abord **la mobilité actuelle à Paris**. Pour cette analyse de scénario, le champ d'application est limité aux déplacements effectués à l'intérieur de la ville (c'est-à-dire aller d'un lieu parisien à un autre lieu dans Paris) et aux trajets connectés à Paris (trajets débutant ou finissant à Paris). Les trajets qui traversent ne sont pas pris en compte dans le cadre de cette étude : les solutions de mobilité légère ne sont en effet pas susceptibles de remplacer des trajets pour se rendre d'une banlieue à une autre en voiture, en RER ou en métro. De plus, pour des raisons de disponibilité des données, le périmètre des scénarios porte sur les trajets quotidiens pour les résidents de la région Île-de-France.

Répartition actuelle des modes de transport à Paris

Pour un jour de semaine habituel, et uniquement pour la mobilité des résidents de la région parisienne



Sources : Analyse de Carbone 4 sur la base des données du Plan Climat 2018 de Paris, de l'Observatoire des déplacements à Paris 2016 et 2017 et de l'Enquête globale sur le transport en Île-de-France, 2010.





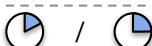




Il y a **~8 millions de trajets quotidiens à Paris** et **4,3 au départ ou à destination de Paris**, principalement effectués **en transports en commun et à pied, qui représentent près de 80 % de tous les trajets**. La voiture représente **~14 %** de tous les trajets.

À l'heure actuelle, la part modale de la marche représente 40 % de tous les déplacements dans le périmètre de cette étude. Cette part modale est similaire à celle des transports en commun, en tenant compte de la mobilité connectée à Paris et de la mobilité interne à la ville. La part modale des voitures est d'environ 14 %, mais si l'on tenait compte des déplacements en transit, il faudrait ajouter au moins deux fois plus de déplacements : pour chaque trajet effectué dans le périmètre de cette étude, on compte deux autres déplacements en voiture dans Paris, mais ces trajets traversent Paris pour aller de banlieue en banlieue. La proportion des modes de micro-mobilité, vélos traditionnels ou LEV, est actuellement très faible, représentant environ 1 % des trajets quotidiens, ou quelques 130 000 trajets par jour. Mais cette proportion augmente rapidement et a des perspectives prometteuses.

Pour définir le potentiel climatique de la mobilité des LEV, et plus particulièrement des trottinettes électriques, il est utile d'**examiner les besoins de mobilité auxquels elle fait actuellement face**. Dans l'étude de 6t, nous avons constaté que les principaux types de déplacement étaient le trajet aller-retour pour le travail, les autres déplacements professionnels et les trajets liés aux loisirs. Les trajets durent en moyenne 19 minutes et couvrent 4,6 km. Cette moyenne cache une grande hétérogénéité puisque la durée médiane est de 11 min pour une distance de 2,75 km. À ce jour, les trottinettes électriques remplacent les trajets en transports en commun, à pied et en voiture, mais comprennent également des déplacements qui n'auraient pas été faits autrement.

Étant donnée l'accélération de leur utilisation à mesure que le service et la disponibilité s'améliorent, que le recours à la voiture est restreint et que des investissements sont réalisés dans l'infrastructure des pistes cyclables, nous devrions nous attendre à long terme à ce que les trottinettes électriques soient de plus en plus liées aux transports en commun, et à ce qu'elle se substituent à des déplacements supplémentaires en voiture. Les études actuelles ne peuvent être considérées comme une indication de ce qui se passerait à long terme, car le secteur évolue rapidement. Les décisions de transport individuel sont prises en fonction de la commodité et du prix, et les modifications décrites ci-dessus créeront un environnement de plus en plus favorable aux VEL partagés.

Le tableau ci-dessous résume la perspective et les facteurs influents de la mobilité existante à Paris, et envisage le potentiel de report modal vers les VEL (trottinettes ou vélos électriques), sur la base de la demande à laquelle ils peuvent répondre.

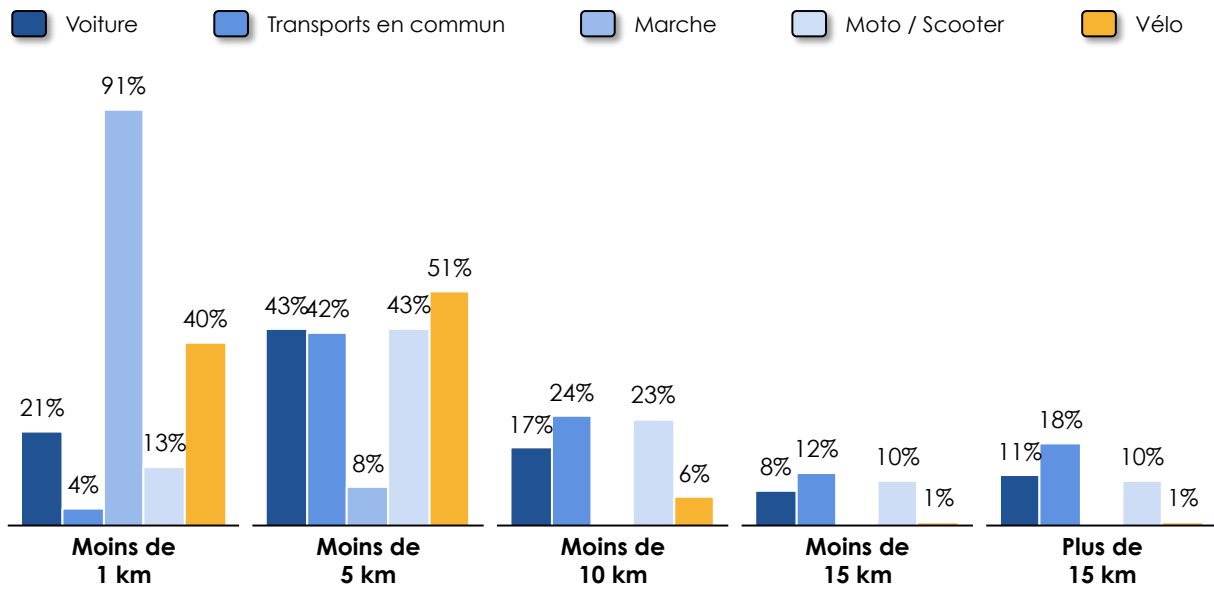
	Part modale actuelle	Portée moyenne du trajet	Perspective de croissance	Facteurs influents pour la croissance	Potentiels de report modal vers les nouveaux véhicules électriques légers
 Voiture	14 %	6 km		Mesures restrictives alignées sur l'ambition politique de réduire la part modale de l'automobile	 Report modal important : vers les véhicules électriques légers pour les trajets courts, vers les transports en commun pour les trajets plus longs
 Transports en commun	41 %	9 km	~	D'autres modes peuvent remplacer certains transports en commun pour les trajets courts	 Report modal moyen : les transports en commun, en particulier le métro, resteront un mode de transport efficace et économique pour se déplacer rapidement
 Marche	40 %	400 m	~	Incitations et environnement urbain plus favorable à la marche	 Report modal réduit : les trottinettes et vélos électriques peuvent surtout remplacer les longs trajets à pied
 Trottinettes et vélos électriques	< 1 %	2 à 5 km		Demande croissante et cadre réglementaire favorable	N/A

Sources : Analyse de Carbone 4 sur la base des données du Plan Climat 2018 de Paris, de l'Observatoire des déplacements à Paris 2016 et 2017 et de l'Enquête globale sur le transport en Île-de-France, 2010.

Pour évaluer le potentiel de changement de mode de transport, cette analyse a pris en compte les portées des trajets actuels que les trottinettes et vélos électriques sont susceptibles de couvrir, en établissant une fourchette réaliste de trajets supérieurs à 1 km mais inférieurs à 15 km. Pour chaque mode de transport, la distribution des portées des trajets est décomposée en cinq intervalles de distance différents, comme cela est représenté dans le graphique ci-dessous. Chacun de ces intervalles correspond à un potentiel technique maximal de VEL en termes de report modal. Le potentiel technique de report modal global est calculé en combinant la distribution des portées par intervalle et les potentiels techniques maximaux par intervalle.

Répartition des distances par modes de transport pour la mobilité actuelle en région parisienne

Pour un jour de semaine habituel, et uniquement pour la mobilité des résidents de la région parisienne



Sources : Analyse de Carbone 4 sur la base des données de l'Enquête globale sur le transport en Île-de-France, 2010.

Correspondance avec le potentiel technique maximal pour les véhicules électriques légers :



Sources : hypothèses de Carbone 4.

Les véhicules électriques légers sont susceptibles d'attirer les trajets plus courts, jusqu'à 15 km. **Le potentiel technique maximal de report modal est défini pour chaque intervalle de distance.** Par exemple, le potentiel technique de changement de mode est de 75 % pour les trajets de 1 à 5 km. **Le potentiel global de report modal est déduit des potentiels par intervalle de distance et de la répartition des distances par mode.**

La méthodologie prend en compte le fait que tous les trajets d'un mode donné ne peuvent pas être convertis en trottinettes ou vélos électriques en raison d'autres facteurs influant sur le choix modal. Ces facteurs comprennent le coût du mode de transport, le motif de déplacement, la nécessité de transporter des charges ou de d'accompagner des enfants à l'école ou à d'autres activités, ainsi que la préférence personnelle pour un mode donné. Pour toutes ces raisons, le potentiel de report modal indiqué dans le tableau ci-dessus est dérivé du potentiel technique maximal après application d'un facteur de réduction traduisant de manière simplifiée les effets socio-économiques : réduction de 20 % lorsque le potentiel technique est susceptible d'être atteint (par exemple pour le report modal depuis la voiture), une réduction de 50 % pour un effet moyen (pour les transports publics) et une réduction de 80 % lorsqu'il existe d'importants obstacles socio-économiques (par exemple la marche lorsque le temps gagné ne justifie pas de payer du point de vue de la personne à pied).

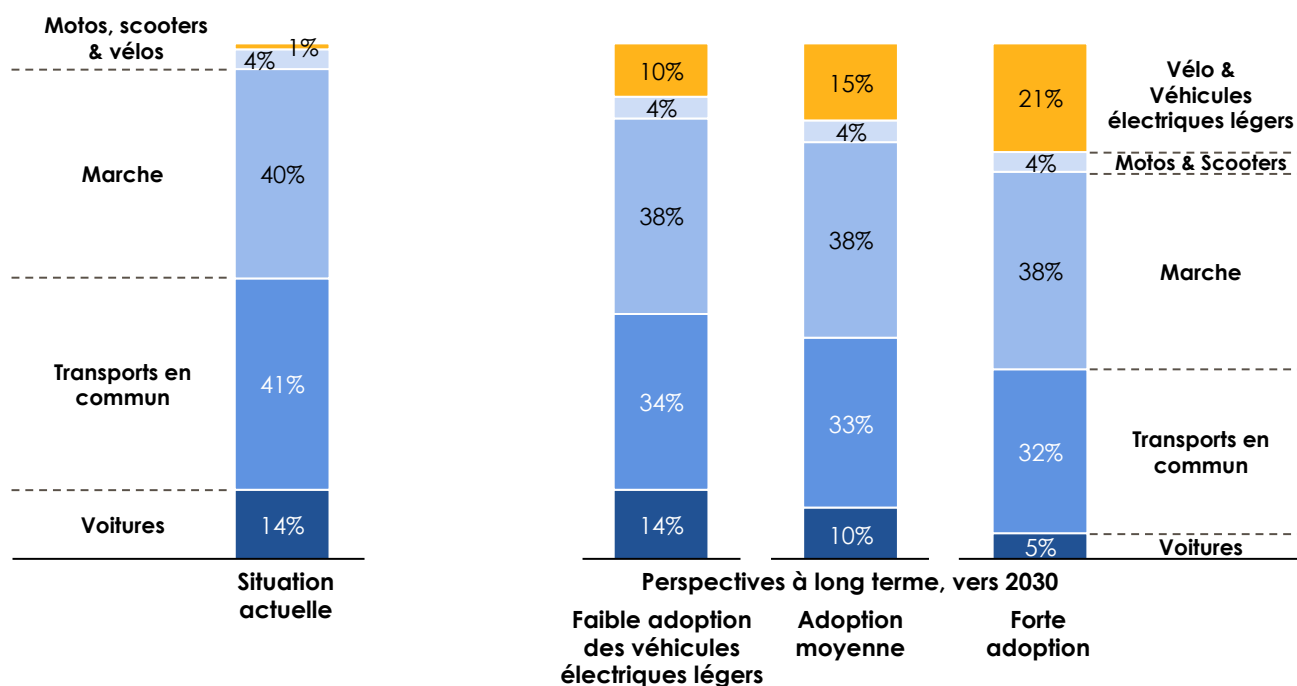
Sans surprise, **la marche se concentre sur des trajets très courts**, avec environ 70 % des trajets de moins de 500 m et 90 % de moins de 1 km. Sur des trajets de moins de 500 m, les trottinettes ou vélos électriques ont un faible potentiel technique, car les trajets pourraient être plus pratiques et plus rapides à pied. Mais pour les trajets plus longs qui sont parcourus à pied à l'heure actuelle, le potentiel est plus important, en particulier pour les trajets de 1 km environ. Par conséquent, le potentiel technique maximum du report modal est d'environ 50 % du total des déplacements à pied. Mais comme le consentement à payer risque de ne pas suffire au regard des faibles économies de temps, le **potentiel réel pris en compte est un changement de mode de 7 à 10 % du nombre total de trajets à pied.**

Les trajets en transports en commun ont une longueur moyenne plus élevée, et par conséquent, le potentiel de report modal est moyen. Mais il est limité car le tarif pour les bus et les métros est peu coûteux (pour l'utilisateur final puisque les transports en commun sont subventionnés par les autorités locales et les employeurs), et beaucoup de personnes bénéficient déjà d'un abonnement annuel ou mensuel. Le report modal réel pris en compte varie de **20 % à 25 %**.

Les trajets en voiture sont étonnamment courts et le potentiel de report modal est donc plus élevé, de **30 % à 40 % à long terme**. Cela correspond à une grande partie des trajets en voiture de moins de 5 km.

Ces éléments ont permis de modéliser trois scénarios à long terme pour explorer les situations futures plausibles en matière de mobilité à Paris en 2030.

Parts modales de la mobilité à Paris ou connectée à Paris : situation actuelle et scénarios 2030



Sources : Analyse et hypothèses de Carbone 4 sur la base des données du Plan Climat 2018 de Paris, de l'Observatoire des déplacements à Paris 2016 et 2017 et de l'Enquête globale sur le transport en Île-de-France, 2010.

Les scénarios avec une adoption faible, moyenne et importante des VEL varient en fonction de la qualité du service des VEL, de la mise en œuvre réussie de politiques restreignant la circulation automobile et de la qualité de l'infrastructure des pistes cyclables.

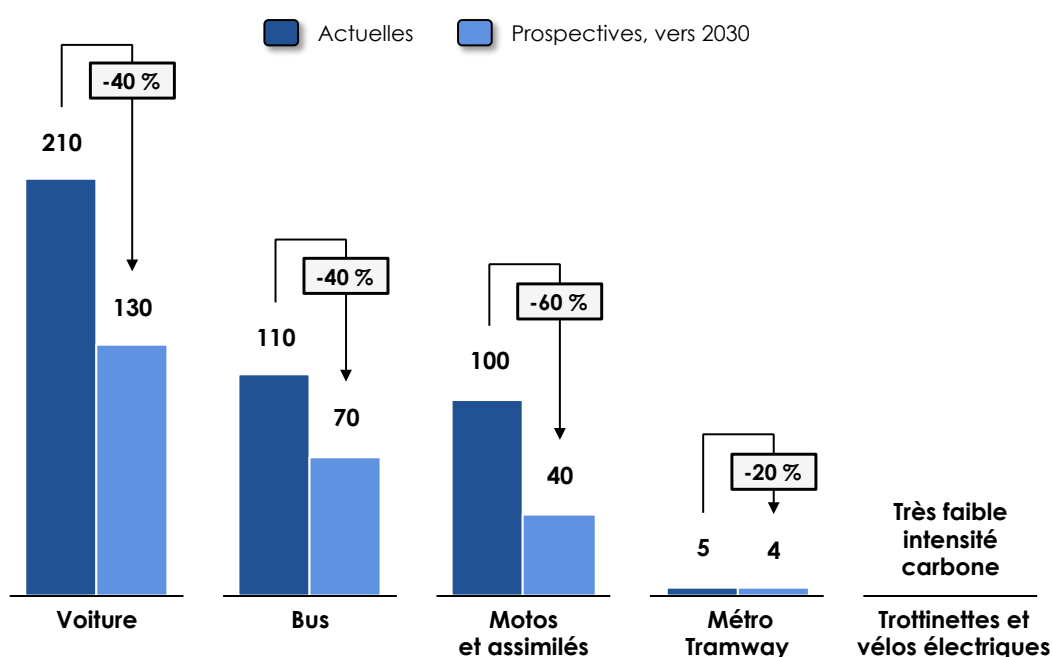
- **Une faible adoption des VEL** suppose une part relativement constante de voitures, sans **aucun effort supplémentaire pour limiter les impacts environnementaux du trafic routier**. Dans ce scénario, **le recours aux véhicules électriques légers est motivé par la demande croissante** pour ces solutions de mobilité émergentes qui se substituent partiellement aux transports en commun et à la marche, tout en restant dans la partie inférieure du potentiel de changement de mode : près de 20 % pour les transports publics, et 5 % pour la marche.
- **Une adoption moyenne des VEL** suppose **une haute qualité de service et des politiques et investissements en matière d'infrastructures pour promouvoir les formes de mobilité légères et électriques tout en restreignant l'utilisation de la voiture**. Dans ce scénario, les trajets en voiture sont principalement remplacés par des VEL.
- **Une forte adoption des VEL** suppose **une haute qualité de service et une ambition maximale**, parmi les trois scénarios, de limitation du trafic automobile, avec **des politiques et des investissements coordonnés visant à modifier radicalement le paysage de la mobilité dans la ville**. C'est la borne

supérieure du potentiel de report modal qui est utilisée, combinée aux effets « en cascade » résultant de la réduction de la part modale de la voiture. Par exemple, les transports en commun remplacent les longs trajets en voiture, mais la connectivité est améliorée avec les VEL et le changement de mode vers les véhicules légers est plus fort. Dans l'ensemble, la part modale des transports publics diminue de 41 % actuellement à 32 % dans le scénario avec recours important aux VEL.

Pour évaluer les émissions de gaz à effet de serre potentielles dans chaque scénario, Carbone 4 a évalué **l'intensité carbone de la consommation d'énergie pour la mobilité dans les situations actuelles et pour la mobilité future selon les scénarios**. Comme indiqué ci-dessus dans le présent rapport, les émissions de gaz à effet de serre couvertes sont celles dues à la production et à la consommation d'énergie (et non les émissions de gaz à effet de serre en logique de cycle de vie), et la notion de mobilité ne couvre que les trajets quotidiens des résidents de l'Île-de-France, pour la mobilité à l'intérieur de Paris ou les trajets vers et en provenance de Paris. Les trajets qui traversent Paris, les trajets des week-ends et les déplacements des touristes ne sont pas pris en compte dans cette analyse. Il est toutefois fort probable que les résultats relatifs (proportion de réduction des émissions de gaz à effet de serre par km) seraient similaires si le champ d'application en termes de mobilité était plus large.

Émissions de gaz à effet de serre actuelles et prospectives liées à la consommation d'énergie pour différents modes de transport dans les villes françaises

gCO₂e par passager et par km



Sources, pour les valeurs prospectives : Analyse et hypothèses de Carbone 4 d'après la Stratégie Nationale Bas Carbone.

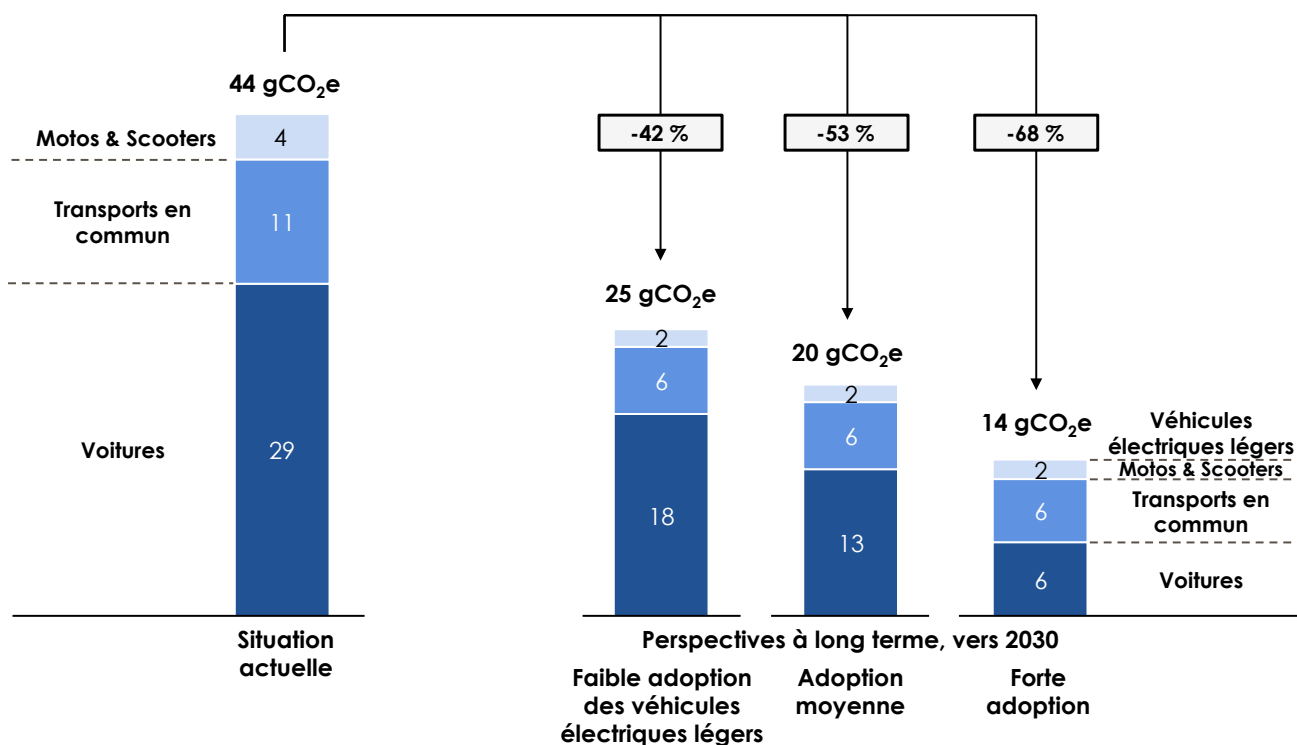
Sur le long terme, **l'intensité carbone de tous les modes va vraisemblablement diminuer de manière significative** dans les scénarios à forte ambition climatique, **notamment pour les véhicules qui ne sont pas encore électrifiés** et qui vont ainsi **bénéficier de l'électricité à faible intensité carbone en France**.

Les facteurs d'émission prospectifs pour chaque mode de transport ont été estimés sur la base d'objectifs politiques pour le secteur des transports et le secteur de l'électricité en France. En raison d'exigences de plus en plus strictes, l'intensité carbone liée à la consommation d'énergie devrait diminuer pour tous les types de véhicules en raison des améliorations de l'efficacité énergétique, de la réduction de la teneur en carbone par vecteur énergétique et de la conversion des véhicules routiers aux énergies alternatives telles que l'électricité, le biogaz ou l'hydrogène.

En combinant les facteurs d'émission pour les modes de transport et la composition modale de la mobilité, et en supposant un volume de déplacements stable, Carbone 4 a estimé l'intensité carbone de la consommation d'énergie pour la mobilité dans le cas d'un *statu quo* et selon les scénarios prospectifs, comme indiqué ci-dessous.

Émissions de gaz à effet de serre actuelles et prospectives liées à la consommation d'énergie pour la mobilité, selon les scénarios d'adoption des véhicules électriques légers à l'avenir

gCO₂e par passager et par km | Pour la mobilité à Paris ou connectée à Paris



Sources : Analyse et hypothèses de Carbone 4.

Dans tous les scénarios, les émissions résultant de la consommation d'énergie de la mobilité sont nettement inférieures à celles d'aujourd'hui, avec une diminution de l'ordre de 40 % à 70 %. Le scénario avec la faible adoption des VEL reflète le potentiel de réduction des gains d'efficacité énergétique des modes de transport, avec peu de changements dans les parts modales. Les effets structurels sur les parts modales permettent d'atteindre de plus fortes réductions d'émissions. Plus la part modale des voitures est faible, plus les émissions de gaz à effet de serre du scénario sont faibles. Même si elle n'a pas été évaluée quantitativement, **la qualité de l'air dans les scénarios à long terme serait également bien meilleure, en particulier dans le cas d'une forte proportion de véhicules électriques légers** : la réduction des émissions de polluants locaux est susceptible d'être plus importante que la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Il est également possible que les véhicules électriques légers remplacent les deux-roues thermiques, bien que cela n'ait pas été explicitement modélisé.

Le message clef ici est valable pour les projections de mobilité durable dans toutes les villes à forte densité : une gamme de modes à faible intensité carbone peut remplacer collectivement les voitures tout en maintenant l'accès à la mobilité. Les déplacements en voiture dans les villes et connectés aux villes doivent être transférés vers des formes de mobilité plus légères. Le cas du trajet traversant en voiture doit quant à lui être traité avec prudence, car les potentiels de changement de mode de transport sont beaucoup moins importants en raison des trajets plus longs et de la grande vitesse nécessaire pour ce type de mobilité.

Les résultats des scénarios sont bien alignés sur l'ambition politique de Paris en termes d'émissions de CO₂, en particulier les scénarios avec une adoption moyenne ou importante des VEL. La ville de Paris s'est engagée à diviser ses émissions intramuros par deux pour tous les secteurs de 2004 à 2030 dans sa feuille de

route pour la neutralité climatique⁷. Les transports représentant un quart des émissions intramuros à Paris, il est essentiel de réduire de plus de 50 % les émissions de ce secteur. En particulier, dans l'étude initiale⁸ qui a servi de base à la feuille de route de Paris pour la neutralité climatique, les émissions de gaz à effet de serre provenant de la mobilité de courte distance sont réduites de 2/3 entre 2015 et 2030. Cette réduction est en accord avec le niveau de réduction obtenu dans le scénario d'adoption importante des VEL modélisé ici.

⁷ « Plan climat de Paris », Mairie de Paris, mai 2018.

⁸ « Paris change d'ère | Vers la neutralité carbone en 2050 », étude réalisée par Elioth, Egis Conseil Bâtiments, Quattrolibri et Mana, Nov. 2016.

Conditions préalables à la durabilité pour des solutions de mobilité partagée

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, une adoption importante des VEL partagés qui détournerait les automobilistes de la voiture contribuerait à l'objectif de neutralité climatique de Paris, permettant aussi d'améliorer la qualité de l'air, de réduire les nuisances sonores et les embouteillages. Au-delà des émissions pour la consommation d'énergie des véhicules, des questions connexes ont été soulevées concernant l'impact en cycle de vie, la durabilité des véhicules et l'importance de l'aménagement des rues pour améliorer le confort et la sécurité, et ainsi faciliter le remplacement des trajets en voiture. Afin d'optimiser le report modal et d'assurer la durabilité des VEL, certaines conditions sont nécessaires :

1. **Les solutions de mobilité partagée doivent avoir une faible empreinte carbone.**
2. **La mobilité partagée doit remplacer les trajets en voiture.**

Les villes et les entreprises de mobilité ont un rôle à jouer dans la mise en place des transports d'avenir à faible intensité carbone. Cette section décrit les caractéristiques, les rôles et les responsabilités à prendre en compte pour y parvenir.



Quelles conditions pour que les solutions de mobilité partagée soient durables ?

Elles doivent avoir **une faible empreinte carbone** en logique de cycle de vie donc les véhicules doivent durer

Elles doivent être pratiques, sûres et agréables pour les consommateurs afin de **remplacer les trajets en voiture**

Les entreprises sont responsables de **la rétention** des véhicules dans la flotte et de **la durabilité** des véhicules et de leurs pièces détachées

Les villes et les entreprises sont responsables d'une meilleure **intégration dans le paysage de la mobilité**, à travers une meilleure multimodalité par exemple

Les villes sont principalement responsables de la **disponibilité** : permettre le bon usage des trottinettes en ville, grâce à une réglementation et des investissements en infrastructure appropriés

1. Les solutions de mobilité partagée doivent avoir une faible empreinte carbone, dans une logique de cycle de vie

Afin de décarboner le secteur des transports, les VEL partagés doivent avoir un cycle de vie peu émetteur de gaz à effet de serre. Une évaluation complète de durabilité nécessite de comparer les modes de transport en fonction de leur impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie du véhicule, y compris la fabrication, l'expédition, l'utilisation et la fin de vie. Dans le secteur des transports, les émissions associées à la fabrication et à l'utilisation d'un véhicule sont les facteurs de comparaison les plus importants. La fin de vie du véhicule est moins importante pour évaluer l'empreinte carbone, mais doit être prise en compte en matière d'autres impacts environnementaux.

Selon les premières analyses, pour les trottinettes et les vélos électriques partagés, les émissions les plus importantes se situent au stade de la fabrication. En phase d'utilisation, les émissions proviennent des processus de consommation d'énergie, de charge et de maintenance. L'empreinte carbone de la phase d'utilisation est faible compte tenu de l'efficacité énergétique des véhicules et de la faible teneur en carbone de l'électricité en France. La charge et le redéploiement de la flotte sont susceptibles d'avoir des effets significatifs, mais ceux-ci peuvent être atténués par l'utilisation de véhicules à émissions faibles ou nulles, et par d'autres améliorations de leur efficacité opérationnelle.

Cela signifie que le facteur le plus important pour garantir un véhicule à faibles émissions consiste à prolonger sa durée de vie. L'importance de la durée de vie a récemment été soulignée dans les médias, qui ont relayé des études des premiers modèles de véhicules, dont la durée de vie variait, selon les estimations, d'un à trois mois, chiffre contesté par les fournisseurs de trottinettes électriques.

« L'étude des 28 jours »

Un article sur les trottinettes électriques en free-floating publié dans Quartz en février 2019 faisait état d'une durée de vie moyenne des véhicules de 28 jours, ce qui poserait des problèmes de rentabilité et aurait un impact élevé sur l'environnement. Selon Bird, cette information est incorrecte : l'analyse était basée sur des données indiquant le nombre moyen de jours de service des trottinettes dans un lieu donné, et non sur le nombre de jours de fonctionnement d'une trottinette. L'analyse n'a pas pris en compte les trottinettes pouvant être déplacées vers différents marchés, pouvant être mises en veille hivernale afin de respecter les exigences de plafonnement de la flotte définies par les villes, ou retirées de la route en raison des conditions météorologiques, de la demande de trajets et des besoins d'entretien des véhicules. L'analyse de Bird montre que la durée de vie des modèles grand public sur le terrain était plus proche de 3 à 4 mois, et que la durée de vie des modèles propriétaires tels que la Bird Zero est nettement supérieure.

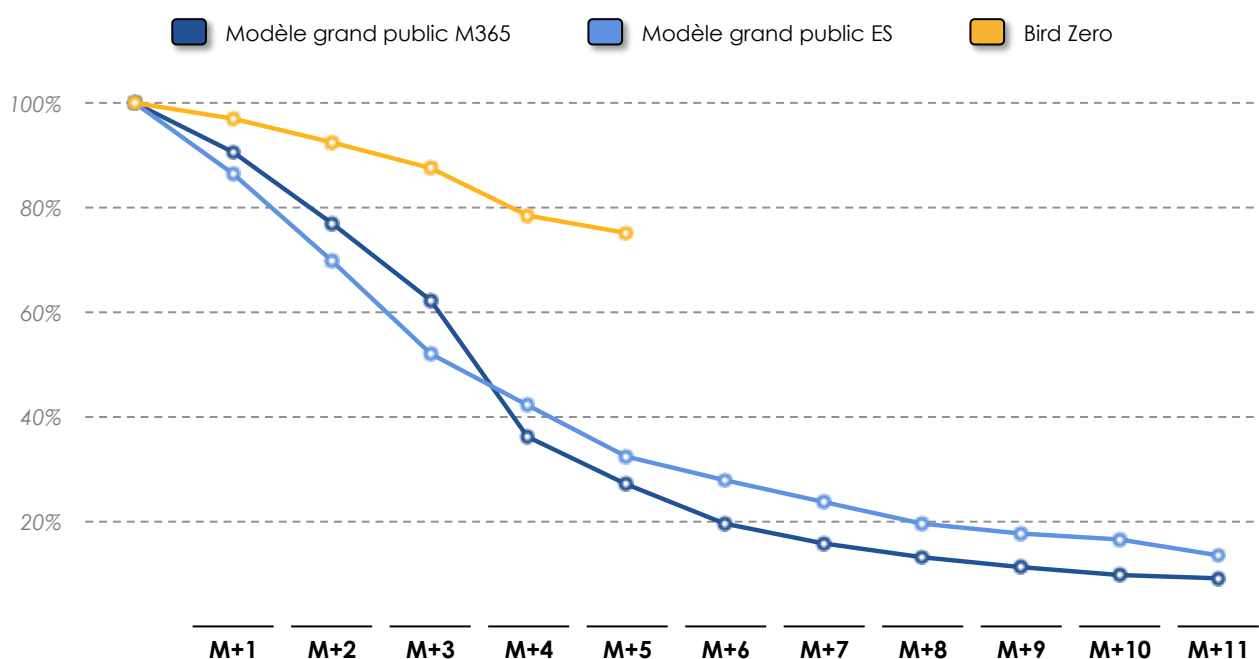
Les impacts environnementaux liés à la production d'un véhicule sont amortis sur la durée de vie de son utilisation. La longévité d'une solution de mobilité partagée est donc particulièrement importante, car la mise en commun des utilisations, nécessitant moins de véhicules pour un niveau d'utilisation donné, permet un amortissement important de la production. Toutefois, les conditions d'exploitation difficiles peuvent accélérer l'usure des véhicules et donc le renouvellement de la flotte. Les modes de micro-mobilité partagée font face à des contraintes d'usage fréquent, à l'exposition aux éléments extérieurs, au vol et à des altérations occasionnelles. **Pour assurer une longue durée de vie, les opérateurs de trottinettes électriques doivent être suffisamment organisés pour parvenir à deux choses :**

- **Conserver les véhicules** de la flotte et les protéger contre le vol, la falsification et toute autre forme de perte.
- **Assurer la durabilité et l'entretien** du véhicule, et veiller à ce qu'il soit conçu pour résister à un usage fréquent.

Nous estimons que les véhicules doivent durer au moins 12 mois pour atteindre une intensité carbone suffisamment faible pour la phase de fabrication. En effet, l'empreinte carbone de la fabrication est susceptible d'être de l'ordre de la centaine de kilogrammes d'équivalent CO₂, et le kilométrage annuel devrait être de 3 000 à 5 000 km par exemple. Selon l'appréciation de Carbone 4, les émissions provenant de la fabrication de trottinettes doivent être d'un ordre de grandeur inférieur à l'empreinte carbone d'une voiture typique (environ 200 g d'équivalent CO₂ par km pour la phase d'utilisation uniquement) afin de témoigner d'une faible intensité carbone pour la phase de fabrication. Ainsi, les trottinettes doivent durer au moins 12 mois pour avoir des émissions de fabrication avoisinant les 20 à 30 g d'équivalent CO₂ par km.

Les modèles conçus par Bird sont bien meilleurs que les modèles grand public en termes de rétention et de durabilité. Les modèles grand public sont impropres à une utilisation fréquente et les entreprises qui ont investi dans la R&D et la conception de modèles dédiés observent une durée de vie nettement plus longue que celle de ces premiers modèles. Par exemple, les tout premiers véhicules mis en service par Bird, des modèles grand public tels que le M365, étaient la cible de vols, car ils pouvaient être piratés ou vendus en pièces détachées : 50 % de la flotte se perdait en moins de 4 mois, comme le montre la figure ci-dessous. Les véhicules développés en interne, tels que le Bird Zero, ont été conçus pour empêcher le vol et ont un taux de rétention beaucoup plus élevé : au bout de 5 mois, plus de 75 % du parc est conservé. **Cette rétention, si les tendances perdurent, conduirait à une durée de vie moyenne d'environ un an et demi d'après Bird, ce qui serait suffisant en termes de longévité pour les trottinettes électriques, afin de fournir une faible intensité carbone de la phase de fabrication.**

Rétention de la flotte : véhicules développés en interne par rapport aux modèles grand public
 % de la flotte restante après le déploiement | Cohorte 2019



Source : données de Bird.

La rétention de la flotte **Bird Zero est nettement supérieure à celle des modèles grand public** : au bout de 5 mois par exemple, environ 75 % de la flotte de Bird Zero est conservée, contre environ 30 % pour les modèles grand public.

Les nouveaux modèles, tels que la Bird One, devraient durer encore plus longtemps.

Ainsi, l'innovation liée aux conceptions sur mesure et à l'entretien régulier, associée à des processus de rétention appropriés, augmente la durée de vie et réduit considérablement l'impact de cette solution de mobilité sur le climat. Dans cette optique, le modèle Bird Two vient d'être dévoilé en août 2019 et présente des innovations matérielles pour améliorer la durabilité et la rétention des véhicules, telles qu'une batterie

plus durable, des capteurs de dommages en auto-vérification, une béquille anti-basculement, un cryptage antivol, des pneus increvables, aucune vis apparente. Des exemples pratiques de ces bonnes pratiques sont détaillés dans l'étude de cas Bird ci-dessous.

Modèle grand public M365 (à gauche) par rapport au modèle Bird Two (à droite)



Les villes ont également un rôle à jouer pour participer à la longévité et à la durabilité des VÉL partagés. Les villes devraient demander aux opérateurs de disposer de véhicules durables et d'une stratégie pour réduire les émissions en cycle de vie. Les villes devraient également prévoir des zones appropriées sur la voie publique, notamment des places de stationnement et des pistes cyclables, et mettre en œuvre des politiques de lutte contre le vandalisme.

En résumé, les actions suivantes peuvent être entreprises pour améliorer la durabilité dans une logique de cycle de vie :

Partie prenante	Recommandations de durabilité
Entreprises	<p>Mesurer l'empreinte carbone en logique de cycle de vie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> À la fabrication des véhicules <input type="checkbox"/> À la fabrication des pièces détachées <input type="checkbox"/> Pour les processus de maintenance et de logistique opérationnelle (déploiements, retraits pour charge ou maintenance, entretien sur site) <p>Améliorer les produits et processus :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Continuer les progrès de conception en matière de longévité des véhicules et des composants <input type="checkbox"/> Continuer à optimiser les processus pour une durée de vie encore plus longue et une rétention plus élevée <input type="checkbox"/> Optimiser les programmes de réutilisation et de recyclage
Villes	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Exiger des plans d'actions de durabilité des opérateurs <input type="checkbox"/> Coordonner les déploiements avec les opérateurs pour éviter le vandalisme dû à des événements particuliers (mouvements sociaux, événements sportifs) <input type="checkbox"/> Créer des zones de stationnement dédié pour éviter les conflits avec les piétons et les autres solutions de mobilité <input type="checkbox"/> Mettre en œuvre des politiques de lutte contre le vandalisme <input type="checkbox"/> Exiger une durée de vie moyenne de la flotte d'un an

Prolongation de la durée de vie des véhicules et de la flotte : Étude de cas Bird

Les trottinettes doivent résister à une utilisation fréquente, parfois aux intempéries, et à toute falsification. Bird, première entreprise à proposer des trottinettes électriques partagées, a pris plusieurs mesures pour améliorer la durabilité et la rétention de sa flotte.

DURABILITÉ : CONCEPTION ADAPTÉE SUR MESURE ET ENTRETIEN RÉGULIER

Bird a investi dans la R&D pour concevoir en interne ses propres trottinettes électriques (Bird Zero, Bird One et Bird Two) afin d'améliorer les modèles grand public utilisés lors des exploitations antérieures. Ces améliorations comprennent :

- Une batterie adaptée avec système de gestion de la batterie ;
- Un cadre plus adapté à un usage partagé, avec des pièces renforcées ;
- Des pneus durables avec protection anti-crevaisson ;
- Des composants inviolables (c'est-à-dire aucun câble exposé) ;
- Un frein avant à récupération d'énergie et un frein à tambour arrière sans vulnérabilité de défaillance électronique.

Un entretien régulier contribue également à une durée de vie plus longue. Les investissements dans les centres de services locaux et la rationalisation des processus d'entretien ont permis de réduire de 40 % à 12 % la proportion de la flotte de Bird Zero endommagée. Les principaux éléments ayant permis ces améliorations sont les suivants :

- La présence d'équipes dans les rues, des rapports intégrés à l'application et des capteurs qui avertissent sur les besoins d'entretien ;
- Un entretien régulier effectué par nos mécaniciens en interne ;
- Une réserve de pièces de rechange dans nos centres de services, avec réutilisation des pièces prélevées sur les véhicules retirés ;
- Une analyse météorologique pour retirer les trottinettes en cas de conditions météorologiques extrêmes.

RÉTENTION DES VÉHICULES DANS LA FLOTTE

Le modèle conçu en propre empêche en soi les risques de piratage et de revente pour pièces détachées. En outre, des éléments spécifiques lors de la conception permettent d'augmenter la rétention : par exemple, la mise en place d'un système GPS avancé, de sondes et d'algorithmes qui détectent les mouvements suspects ont amélioré la rétention de la flotte de Bird à près de 90 % de conservation après 6 mois.

À l'avenir, on s'attend à ce que la conservation augmente encore, car les modèles conçus par Bird se multiplient dans la flotte : entre septembre 2018 et juillet 2019, la proportion de modèles grand public est passée de 98 % à 25 % de la flotte mondiale, celle-ci se composant désormais de 57 % de Bird Zero, de 19 % de Bird One, et de Bird Two en cours de déploiement depuis l'été 2019.

Il existe une grande disparité parmi les opérateurs. Pour créer une entreprise de trottinettes électriques durables, il faut investir dans la recherche et le développement des véhicules, la technologie et le personnel. On peut supposer que les entreprises qui n'ont pas réalisé ces investissements ont un impact environnemental modérément voire significativement supérieur à celui des entreprises qui l'ont fait.

2. Les solutions de mobilité partagée doivent remplacer les trajets en voiture

Afin d'atteindre leur potentiel environnemental positif, les VEL doivent remplacer les modes de transport à fortes émissions. Ceci nécessite une action de la part des entreprises, ainsi que des collectivités locales. Certaines recommandations à différents niveaux sont présentées ici. Combinées aux actions sur la durabilité des véhicules et la rétention de la flotte, elles permettraient de tirer pleinement parti des avantages des VEL en termes de durabilité, dans la perspective des feuilles de route pour la neutralité carbone de la mobilité.

Pour les entreprises de micro-mobilité, le principal défi consiste à poursuivre la croissance de leur part modale : augmenter l'utilisation des trottinettes tout en favorisant le remplacement des trajets en voiture. Cet objectif peut être atteint en attirant de nouveaux clients pour le service actuel, en conduisant les clients à utiliser plus souvent ces services et en proposant de nouvelles solutions qui répondent à une autre demande, telle que les transports avec charge. Les avancées qui garantissent une expérience de mobilité fluide, notamment la localisation précise et la facilité de déverrouillage, sont également importantes. Il est donc recommandé d'améliorer en permanence le matériel (confort) ainsi que l'intelligence opérationnelle afin de garantir une commodité optimale du service, tout en veillant à ce que le prix soit compétitif par rapport aux autres modes de transport.

Mais les efforts des opérateurs de trottinettes ne suffisent pas. Ils doivent être associés à un soutien approprié des villes afin de développer une meilleure intégration des VEL dans le paysage de la mobilité. Des politiques de soutien visant à encourager le report modal sont essentielles, avec tout d'abord un investissement dans l'infrastructure appropriée : un réseau de pistes cyclables connecté et protégé. Cela profiterait à tous les modes de transport léger, et c'est le facteur le plus souvent mentionné dans les études sur la mobilité urbaine comme influençant l'utilisation de véhicules légers. Cependant, ces politiques de soutien doivent être combinées avec une réglementation pour les usagers et les opérateurs, afin de garantir la sécurité de tous les utilisateurs de véhicules légers et des piétons, ainsi que le maintien de l'ordre des espaces publics. En parallèle du cadre réglementaire qui décourage l'utilisation de la voiture (par exemple, limitations de vitesse, zones zéro émission), les autorités locales devraient veiller à développer de multiples options alternatives à la voiture, afin que les habitants ne soient pas restreints à un mode de transport.

Une rue du 12^{ème} arrondissement de Paris initialement réservée aux voitures (à gauche), puis modernisée avec des voies vertes (à droite). Les investissements des villes dans les infrastructures participent au report modal vers des options plus durables.



Les villes et les entreprises doivent travailler main dans la main pour organiser et optimiser les nouvelles formes de micro-mobilité. Tout d'abord, pour permettre une multimodalité améliorée (bonne connectivité avec d'autres modes) et pour résoudre les problèmes de nuisances liées aux incivilités (mauvais stationnement sur le trottoir, accidents avec des piétons, etc.), mais aussi pour planifier un déploiement intelligent des véhicules (notamment pour de grands événements et des lieux touristiques) grâce à la limitation du nombre d'entreprises autorisées à opérer.

Enfin, à long terme, il est essentiel de réaménager les espaces publics en fonction de la hiérarchie d'efficacité environnementale entre les modes. L'infrastructure publique est actuellement organisée autour de l'utilisation de voitures personnelles. Pour atteindre les objectifs de neutralité climatique, il est nécessaire de passer de conceptions actuellement centrées autour de la voiture à des rues organisées autour des voies vertes connectées et protégées, qui seraient mieux adaptées aux VEL, aux piétons, aux vélos et aux transports publics.

En résumé, les actions suivantes peuvent être entreprises pour assurer un report modal depuis la voiture :

Partie prenante	Principales recommandations
Entreprises	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Améliorer le confort de conduite : véhicules sûrs / fiables / solides <input type="checkbox"/> Assurer la compétitivité : explorer le modèle d'abonnement et l'accessibilité financière <input type="checkbox"/> Élargir le périmètre des véhicules : disponibilité, expérience multimodale sans couture, couverture géographique <input type="checkbox"/> Étendre les services à d'autres besoins de mobilité, tels que le port de charges (vélos cargo)
Villes	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Investir dans les infrastructures : réseau maillé de voies vertes protégées, parkings dédiés <input type="checkbox"/> Adopter des politiques de soutien : zones zéro émission, zones avec vitesse limitée à 30 km/h pour tous les modes de transport
Entreprises & Villes ensemble	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Associer l'offre et la demande pour améliorer la multimodalité : veiller à ce que les véhicules soient disponibles de manière fiable dans les principaux hubs du réseau de transport, afin de favoriser des connexions efficaces avec les transport en commun <input type="checkbox"/> Maximiser les économies d'échelle : limiter le nombre d'opérateurs

Conclusion

Des changements radicaux en matière de politique et de conception urbaine sont nécessaires pour passer du système de mobilité actuel – dans lequel la voie publique est majoritairement réservée aux voitures – à une organisation plus durable dans laquelle les modes plus efficaces tels que le transport en commun, les vélos et les véhicules électriques légers (VEL) sont prioritaires.

Au cours des dix dernières années, l'usage du vélo a augmenté de façon spectaculaire grâce aux changements de modes de vie, aux politiques de soutien et aux investissements dans les infrastructures. De nombreuses villes ont développé des pistes cyclables et les vélos sont intégrés dans leur stratégie de mobilité, ce qui a contribué à ouvrir la voie à la croissance de nouvelles formes de micro-mobilité, en particulier les VEL, partagés et en free-floating, et notamment les trottinettes et vélos électriques.

Ces formes de mobilité plus légères sont populaires et prometteuses pour aider les villes à atteindre la neutralité carbone, pourvu qu'elles soient pleinement intégrées dans un paysage de mobilité durable. Pour le moment, les trottinettes électriques attirent des usagers depuis tous les types de modes, y compris ceux qui auraient marché ou utilisé les transports en commun. Elles remplacent également des trajets en voiture et, pour être compatible avec les objectifs climatiques, ce report modal là doit être suffisamment élevé. Dans les scénarios modélisés pour ce rapport, les VEL jouent un rôle dans le paysage de la mobilité nécessaire pour parvenir à une réduction des émissions de gaz à effet de serre en ville : dans un scénario exploratoire avec une réduction significative de l'usage de la voiture, qui correspond à l'ambition politique de la feuille de route pour la neutralité climatique de Paris, les VEL sont partie intégrante de la solution pour aider Paris à réduire de près de 70 % les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie des transports.

Afin que les VEL aient un avantage en matière de durabilité, il y a deux conditions à remplir, et elles requièrent de la collaboration entre les entreprises de mobilité et les autorités locales: garantir une faible empreinte écologique en cycle de vie des véhicules à travers la durabilité à la conception et lors des opérations, et une approche coordonnée pour encourager le report modal depuis la voiture. La longévité des véhicules (grâce à leur conception et à leur entretien) est primordiale pour la durabilité du cycle de vie, et la présence d'une infrastructure sûre et pratique est essentielle pour soutenir le report modal.

Cependant, tous les opérateurs ne sont pas organisés pour fournir des véhicules avec une bonne durée de vie et pour opérer de manière durable, et les villes devraient tenir compte de leurs antécédents et de leur capacité à cet égard. C'est une question clef pour Bird, comme le montre l'étude de cas présentée. Une conception sur mesure et un entretien régulier des véhicules, ainsi que des processus de rétention dans la flotte appropriés, font partie des meilleures pratiques pour prolonger la durée de vie des véhicules.

Plus généralement, les villes et les entreprises doivent travailler main dans la main pour organiser et optimiser les nouvelles formes de micro-mobilité. Nous notons qu'il peut y avoir des coûts de transition lorsque les opérateurs apprennent par les retours d'expérience, mais ces nouvelles formes de mobilité montrent déjà qu'elles sont largement adoptées par les habitants et les touristes, tendance qui devrait se poursuivre et qui devrait être prise en considération par quiconque est engagé dans une politique tournée vers un avenir urbain à faibles émissions de CO₂.