



E-BUS LIVRET DE SOLUTIONS

Smart Cities Marketplace 2023

The Smart Cities Marketplace is managed by the European Commission Directorate-General for Energy



ENERGY

Éditeur :	Smart Cities Marketplace © Union européenne, 2023
Achevé en :	janvier 2023
Auteur :	Smart Cities Marketplace géré par la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne smart-cities-marketplace.ec.europa.eu European Commission DG ENER
La version 2023 est écrite par :	Rafael Afonso et Lluís Puerto (EIT Urban Mobility) Leen Peeters (ThInk E) avec un contribution de Stephen Lambert (Cambridge Econometrics)
La version 2019 est écrite par :	Koldo Urrutia Azcona (TECNALIA)
Conception graphique :	Agata Smok (ThInk E)
Image de couverture	Chargement des bus électriques © Siemens Mobility
Police de caractères :	EC Square Sans Pro
Avis de non-responsabilité :	© European Union, 2021 The Commission's reuse policy is implemented by Commission Decision 2011/833/EU of 12 December 2011 on the reuse of Commission documents (OJ L 330, 14.12.2011, p. 39). Unless otherwise noted, the reuse of this document is authorised under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) licence. This means that reuse is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated. For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders. This document has been prepared for the European Commission however it reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Quoi et pourquoi	5
La nécessité des e-bus	
E-bus contexte urbain	7
Marché de l'e-bus	
Aspects sociétaux et utilisateurs	9
Avantages pour les parties prenantes	
Soutien des parties prenantes :	
Les leçons apprises	
Technique Spécifications	13
Aperçu des technologies	
KPIs	
Les leçons apprises	
Modèles d'entreprise et finances	20
Paramètres de coût des e-bus	
Possible funding models	
KPIs	
Systèmes de financement des autobus électriques	
Les leçons apprises	
Gouvernance et réglementation	27
Les défis auxquels sont confrontés les gouvernements	
Recommandations politiques	
Gestion des risques	
Les leçons apprises	
Leçons générales apprises	32
Documents utiles et exemples pertinents (En anglais)	35

La Smart Cities Marketplace est une initiative soutenue par la Commission européenne qui rassemble **des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des banques, des chercheurs et d'autres acteurs actifs dans le secteur climatique, et des villes intelligentes.** Le réseau d'investisseurs de Smart Cities Marketplace est un groupe croissant d'investisseurs et de fournisseurs de services financiers qui recherchent activement des projets climatiquement neutre et des projets de villes intelligentes.

Le Smart Cities Marketplace compte des milliers d'adeptes dans toute l'Europe et au-delà, dont beaucoup se sont inscrits en tant que membres. Leurs objectifs communs sont les suivants **d'améliorer la qualité de vie des citoyens, d'accroître la compétitivité des villes et de l'industrie européennes ainsi que d'atteindre les objectifs de l'Union européenne les objectifs en matière d'énergie et de climat.**

Découvrez les possibilités, donnez forme à vos idées de projet et concluez un accord pour lancer votre solution Smart City ! Si vous souhaitez nous contacter, veuillez utiliser

info@smartcitiesmarketplace.eu

**QU'EST-CE QUE
LE SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**QUELS SONT LES
OBJECTIFS DU
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**À QUOI PEUT
VOUS SERVIR LE
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**



QUOI ET POURQUOI

La nécessité des e-bus

Les émissions du transport sont en hausse. Entre 1990 et 2020, les émissions mondiales de CO₂ dues au transport ont augmenté de 58 %.^{**}

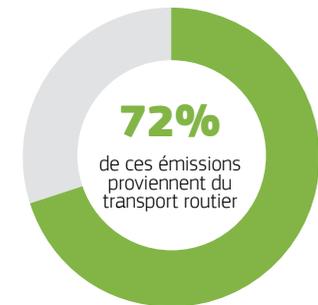
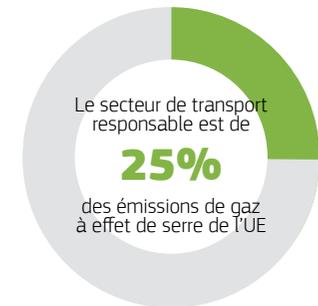
Actuellement, le transport est responsable de 25 % des émissions de gaz à effet de serre de l'UE, et 72 % de ces émissions proviennent du transport routier.^{***}

La congestion du trafic pose un problème dans les zones urbaines, car les polluants tels que les PM2.5, PM10 et les oxydes nitriques émis par le transport routier ont de graves répercussions sur l'environnement et la santé humaine.

En outre, la pollution sonore des véhicules a également des effets négatifs ; la pollution sonore est associée à une dégradation de la santé, du bien-être général, et de la qualité de vie. Dans l'UE, 18 millions de personnes souffrent à long terme du bruit des transports.^{****}

Les villes européennes reconnaissent le problème que pose le transport routier dans les zones urbaines et cherchent des solutions. Les ventes d'autobus électriques en Europe [ont été multipliées par six entre 2016 et 2021](#).

Parallèlement, des initiatives telles que le Clean Bus Deployment Initiative^{*****} contribuent à promouvoir la vente des bus propres, utilisant des carburants alternatifs, et à évoluer vers un système de transport décarbonisé. Les solutions urbaines, comme les e-bus, réduisent les embouteillages et les accidents, contribuant ainsi à réduire les émissions, à améliorer la qualité de vie, et à renforcer l'économie en réduisant la vulnérabilité aux heures pleines des combustibles fossiles.



* Crippa, M., Guizzardi, D., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Monforti-Ferrario, F., Banja, M., Olivier, J.G.J., Grassi, G., Rossi, S., Vignati, E., GHG emissions of all world countries - 2021 Report, EUR 30831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-41547-3, doi:10.2760/173513, JRC126363

** Le transport comprend le transport routier, le transport non routier, l'aviation intérieure et les voies navigables intérieures pour chaque pays. Le transport maritime international et l'aviation font également partie de ce secteur.

*** Agence européenne pour l'environnement (2021): [Decarbonising road transport — the role of vehicles, fuels and transport demand](#)

**** Agence européenne pour l'environnement (2022): [Outlook to 2030 — Can the number of people affected by transport noise be cut by 30%?](#)

***** [European Clean Bus Deployment Initiative](#)



E-BUS CONTEXTE URBAIN

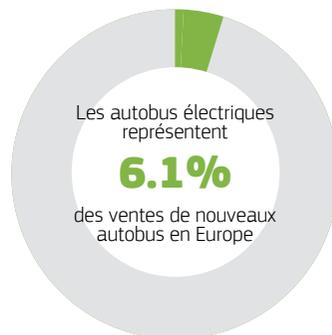
Marché de l'e-bus

Les autobus électriques représentent actuellement [6,1 % des ventes](#) de nouveaux autobus en Europe.

La décarbonisation des systèmes de transport en commun sera cruciale à mesure que les pays et les villes européennes s'orienteront vers les objectifs de zéro net et, à ce titre, le marché des e-bus continuera à se développer.

Les villes européennes dont la topographie, la démographie, le climat, les réseaux électriques et les différentes méthodes de planification urbaine diffèrent seront confrontées à des défis différents dans la mise en œuvre des bus électriques.

Les projets doivent être adaptés aux besoins des différentes villes.



Études de cas

Nom du projet, ville, pays	Solution
SmartEnCity Vitoria-Gasteiz, Espagne	13 bus électriques ont été introduits dans le système de mobilité publique, transformant la ligne de bus circulaire autour de la ville avec le plus grand nombre de passagers en une ligne de bus électrique propre.
mySMARTlife , Hambourg, Allemagne	La flotte d'e-bus, qui compte 105 véhicules, utilise 124 points de charge répartis sur trois sites. Les e-bus sont chargés pendant la nuit pour aider à relever le défi du stockage de l'énergie renouvelable .
mySMARTLife , Nantes, France	La recharge de l'E-bus s'effectue dans des stations de recharge rapide*, ce qui permet d'éviter les pointes de consommation d'électricité et d'éliminer l'impact sur l'exploitation de la ligne qui transporte jusqu'à 55 000 passagers par jour, puisque les e-bus sont rechargés en cours de route. La mise en place de 22 lignes d'e-bus à Nantes a permis de réduire la consommation d'énergie de 30% par rapport aux bus à énergie fossile.
REPLICATE , Saint-Sébastien, Espagne	Ce projet a permis d'acquérir trois bus électriques et trois bus hybrides pour une ligne de bus circulant entre un quartier et le centre ville. Deux stations de recharge ont également été installées.

* Les stations de recharge rapide chargent l'e-bus pendant que les passagers



**ASPECTS SOCIÉTAUX
ET UTILISATEURS**

ASPECTS SOCIÉTAUX ET UTILISATEURS

Avantages pour les parties prenantes

La mise en œuvre des bus électriques a des bénéfices pour plusieurs parties prenantes : les citoyens, les autorités de transport public, l'industrie, les chauffeurs de bus, et les utilisateurs des services de bus.

Cette ligne de bus a reçu des commentaires positifs pendant son trajet. Les gens étaient détendus et appréciaient leur voyage.

J'apprécie la réduction du bruit, ce qui me permet de profiter davantage de mes promenades.

J'aime beaucoup les nouveaux bus électriques et j'aimerais en voir d'autres à l'avenir.

Le nouveau bus électrique a des bancs si doux et si agréables. C'est bon pour mon mal de dos ! Il est aussi si silencieux ! Presque trop silencieux.

Pour les citoyens, les avantages sont les suivants :

- ☑ Moins de pollution sonore ;
- ☑ Une meilleure qualité de l'air ;
- ☑ Moins d'émissions de gaz à effet de serre.

Pour les autorités de transport public, les avantages sont les suivants :

- ☑ Atteindre des objectifs de faibles émissions ;
- ☑ Améliorer la qualité de l'air ;
- ☑ Réduire le coût sociétal sur la santé publique grâce à une meilleure qualité de l'air ;
- ☑ Améliorer la perception de la ville par le public ;
- ☑ Réduire les coûts des carburants en passant aux énergies renouvelables et en offrant une certaine souplesse dans la demande d'énergie.

Soutien des parties prenantes :

Pour les industries, ils :

- ☑ Stimuler l'industrie nationale des e-bus ;
- ☑ Avancer vers une économie circulaire en ouvrant des opportunités telles que les batteries de seconde vie ;
- ☑ Améliorer l'image publique de l'entreprise.

Pour les conducteurs et les utilisateurs de bus, il y a :

- ☑ Moins de vibrations ;
- ☑ Confortable et facile à conduire ;
- ☑ Moins de bruit ;
- ☑ Amélioration du confort des passagers et meilleure expérience client.

Le froid et la chaleur extrêmes diminuent l'efficacité des e-bus :

Une baisse d'une température entre 10 et 16°C à une température entre -6 et 0°C diminue le rendement énergétique de 32%*.



Défis de mise en œuvre

Malgré les avantages des e-bus, leur mise en œuvre pose aussi des problèmes.

- L'obtention de permis pour la construction de l'infrastructure de recharge peut prendre du temps, notamment dans les régions comptant de nombreux sites historiques,
- la durée de l'identification des emplacements pour les infrastructures de recharge, en tenant compte de l'impact sur les réseaux électriques, les autres usagers de la route et la planification urbaine globale. La topographie et le climat local peuvent avoir un impact sur l'autonomie des e-bus, notamment dans les environnements vallonnés et froids.**

* Henning, M., Thomas, A., & Smyth, A. (2019). An Analysis of the Association between Changes in Ambient Temperature, Fuel Economy, and Vehicle Range for Battery Electric and Fuel Cell Electric Buses. Urban Publications. 0 1 2 3 1630.

** Henning, M., Thomas, A., & Smyth, A. (2019). An Analysis of the Association between Changes in Ambient Temperature, Fuel Economy, and Vehicle Range for Battery Electric and Fuel Cell Electric Buses. Urban Publications. 0 1 2 3 1630

Les leçons apprises

Obstacles		Proposition d'actions
Angoisse/peur de l'autonomie	Les conducteurs de bus peuvent être psychologiquement préoccupés par la fiabilité de l'e-bus et de la batterie, principalement en raison des inquiétudes concernant l'autonomie (anxiété liée à l'autonomie). Ils doivent également adapter leurs habitudes de conduite.	Fournir des informations et des formations (éco-conduite, formation au contrôle de l'énergie). Des stations de recharge rapide (en cours de route, lorsque les passagers montent dans le bus ou en descendent) pourraient également contribuer à pallier ce problème.
Maintenance	Bien que les besoins d'entretien soient nettement inférieurs avec les autobus électriques par rapport aux autobus classiques, l'expérience pratique en matière d'entretien et de réparation des autobus électriques est limitée.	Proposer à la main-d'œuvre une formation sur l'équipement électrique, la technologie à haute tension, et les procédures d'entretien. L'expérience disponible et l'expertise existante des trams et des métros peuvent être bénéfiques.
Sécurité sur la route	Les bus circulent silencieusement, il est donc nécessaire de prendre certaines mesures de sécurité pour éviter que les autres conducteurs ou les piétons ne remarquent pas les bus.	Sensibilisation par des sonneries d'avertissement polies pour les piétons, semblables à celles des tramways, et par des designs colorés des bus.
Sécurité de la batterie	La sécurité des batteries reste un problème en cas d'incendie et d'accidents imprévus.	Informers à l'avance les différentes parties prenantes (conducteurs, personnel d'entretien, service de lutte contre les incendies) et éviter les idées fausses concernant la sécurité des batteries.
Modifier l'itinéraire et l'horaire	Les autorités et les opérateurs de transport public pourraient refuser de modifier l'itinéraire et les horaires des bus électriques, ce qui pourrait entraîner des changements dans tous les autres horaires de transport.	Être ouvert à l'adaptation des itinéraires ou des horaires pour mieux correspondre au profil d'utilisation de l'e-bus. Analyser et optimiser l'itinéraire et les horaires, ce qui permettra également de réaliser des économies.



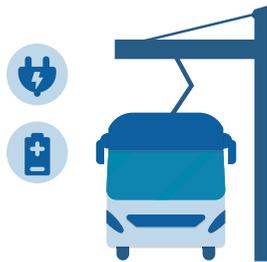
**SPÉCIFICATIONS
TECHNIQUE**

TECHNIQUE SPÉCIFICATIONS

Aperçu des technologies

Les différents types de bus électriques

Les autobus électriques sont des véhicules à émissions nulles, en service, propulsés par un groupe motopropulseur électrique et alimentés par un dispositif de stockage (par exemple, des batteries ou une pile à combustible). Les technologies actuellement disponibles sur le marché sont les suivantes :



Véhicules électriques à batterie (BEV)



Véhicules hybrides rechargeables (PHEV)



Trolleybus avec batteries



Bus à piles à combustible

Véhicules électriques à batterie (BEV)

Un bus électrique à batterie est un véhicule entièrement électrique doté d'un système de propulsion électrique alimenté par des batteries rechargeables embarquées, utilisant un moteur électrique et des contrôleurs de moteur pour la propulsion au lieu d'un moteur à combustion interne.

Véhicules hybrides rechargeables (PHEV)

Comme les BEV, les autobus hybrides rechargeables se déplacent grâce à un moteur électrique utilisant des batteries rechargeables, à la différence qu'ils sont équipés d'un moteur à combustion interne supplémentaire alimenté par un carburant conventionnel (par exemple, du diesel). Les batteries peuvent être rechargées en se branchant sur le réseau électrique.

Trolleybus avec batteries

Il s'agit de véhicules de type bus propulsés par un moteur électrique, alimentés par des câbles aériens via des poteaux de connexion appelés trolleys, par contact avec le sol ou par des batteries rechargeables embarquées. Les véhicules peuvent ainsi fonctionner à l'électricité en étant indépendants de l'infrastructure de recharge sur une partie de leur trajet tout en conservant leur pleine capacité opérationnelle.

Bus à piles à combustible

Les autobus à hydrogène à pile à combustible utilisent l'énergie électrique produite par une réaction électrochimique à la fois pour le groupe motopropulseur et pour le chargement des batteries d'appoint. L'énergie stockée dans les batteries ajoute une puissance supplémentaire dans les situations exigeantes comme les accélérations rapides ou les pentes. Seules de l'eau et de la chaleur sont émises du fait de l'utilisation de l'hydrogène comme carburant. Cependant, l'utilisation de l'hydrogène comme carburant pour les bus n'est ni efficace ni durable.

Ce guide de solutions se concentre principalement sur le bus électrique à batterie complète.

Options et infrastructures de recharge* **

Les options de recharge les plus courantes pour les autobus à batterie entièrement électriques sont la **recharge d'opportunité et la recharge de destination** (aussi : recharge de nuit).

La recharge de nuit a lieu lorsque le bus termine son service au dépôt et est liée à des temps de chargement plus longs, où l'infrastructure intelligente peut réduire les coûts grâce à des tarifs dynamiques, à l'autoconsommation ou à la réduction de la puissance de pointe.

La recharge d'opportunité a lieu aux arrêts de bus le long de la ligne de bus, avec la possibilité d'être combinée avec la recharge de destination.

Les deux options de recharge peuvent être combinées, permettant au bus de quitter le dépôt entièrement chargé et de recharger de petites quantités pendant son trajet afin de maximiser la longueur de son parcours.

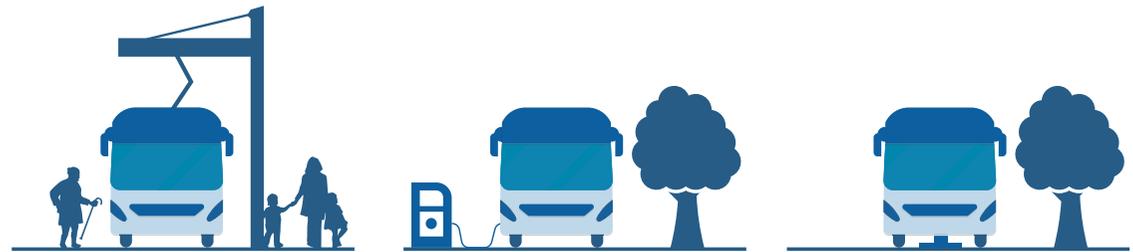
Il existe deux principaux types d'infrastructures pour la recharge des bus électriques : la recharge par pantographe et les systèmes de branchement.

Alors que le plug-in est surtout utilisé pour la recharge de nuit, la recharge par pantographe est utilisée pour la recharge d'opportunité et de destination.

* Transport& Environment, les bus électriques arrivent à l'heure

** CIVITAS, Smart choices for cities - Clean buses for your city

Les développements technologiques et commerciaux récents permettent de recharger en route grâce à l'installation d'éléments de recharges à bord du bus, et à la mise en œuvre d'une bande de route électrique intelligente. Le mécanisme de recharge persistante fait de cette batterie complète une solution pour les trolleybus, car la route électrique recharge les batteries rechargeables à bord du bus, ce qui prolonge l'autonomie du bus. Même si cette technologie n'est pas encore largement utilisée, une mise en œuvre plus large est attendue.



Pantographe aérien charge-ment (souvent combiné avec recharge sur prise)

Petite taille de la batterie
Faible rayon d'action : <100 km
Flexibilité opérationnelle limitée de l'itinéraire
Recharge nécessaire plusieurs fois par jour, et à la fin de chaque journée (nuit)
Temps de charge court : de quelques secondes à quelques minutes, avec des temps de recharge plus longue pendant la nuit.
Infrastructure de recharge en route et au terminal
Coûteux

Chargement rechargeable

Grande taille de la batterie
Moyenne portée libre : jusqu'à 550 km
Une plus grande flexibilité opérationnelle des routes
Recharge à la fin de chaque journée (nuit)
Longue durée de recharge : généralement mesurée en heures (de 2 à 10 heures).
Infrastructure de recharge uniquement au terminal de bus
Moins cher

Chargement routier (émergent)

Petite taille de la batterie
Faible rayon d'action : <100 km
Flexibilité opérationnelle limitée de l'itinéraire
Aucun arrêt nécessaire pour la recharge
Infrastructure de recharge en cours de route
Technologie peu utilisée
Coûteux

Ces technologies de recharge présentent des avantages et des inconvénients. Cela dépend en grande partie des itinéraires du bus :

- La recharge d'opportunité vise à minimiser le poids du pack de batteries embarqué en rechargeant l'e-bus le long du parcours aux points d'arrêt des passagers. Elle utilise un équipement de pantographe monté sur le toit pour brancher le bus et les systèmes d'alimentation électrique aériens, et la recharge commence après l'arrivée du bus sur le site de recharge, lorsque le pantographe est déployé et entre en contact avec le chargeur.
- La recharge d'opportunité ne nécessite qu'une courte période (moins de 1 min) ou le terminal (quelques minutes).
- La recharge d'opportunité devient de plus en plus populaire pour les nouvelles flottes d'e-bus dans les pays européens. Cependant, il faut tenir compte de problèmes tels que l'intrusion visuelle, l'impact sur le paysage urbain, les restrictions de connexion électrique locale des points de recharge, et leur planification opérationnelle complexe.
- La recharge de nuit nécessite que le bus électrique transporte une batterie plus importante (généralement supérieure à 600 kWh pour des autonomies de 500 km et plus). Cette méthode nécessite une puissance plus faible au niveau du dépôt (50-150 kW).
À l'heure actuelle, la recharge de nuit avec des systèmes de recharge par prises au dépôt est nettement moins chère et plus commun que la recharge d'opportunité avec un pantographe.
- La combinaison de la recharge de nuit et de la recharge d'opportunité permet de limiter les stations de recharge le long du parcours tout en étendant l'autonomie du bus.



Le temps de charge dépend largement de la puissance de la station de recharge et de la technologie des batteries. Les infrastructures de recharge à haute puissance et les options de recharge en cours de route peuvent réduire le nombre de bus électriques nécessaires pour une ligne.



Les villes et les municipalités doivent choisir les technologies de recharge les plus appropriées en tenant compte de leur contexte spécifique, notamment le type et le nombre de bus électriques, la capacité des batteries, les réseaux électriques, les itinéraires de bus (longueur, topographie), la capacité de transport de passagers, l'urbanisme et toute autre exigence en matière de service.



© Siemens Mobility

KPIs

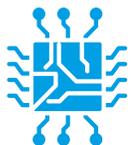
Maturité technologique

Les bus électriques sont des technologies éprouvées et prêtes à être commercialisées. D'un point de vue technique, il n'y a que peu ou pas d'obstacles à la mise en place d'autobus électriques à grande échelle.

Énergie

Le chargement des e-bus à l'électricité a un impact important sur la consommation d'énergie primaire et les émissions de CO₂.

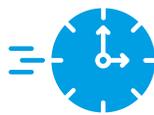
- Consommation moyenne d'énergie électrique en kWh par km
- Consommation annuelle d'électricité en MWh
- Puissance de pointe lors de la charge en kW
- Présence d'une technologie de freinage par récupération.



Une technologie innovante



Économie de tonnes d'émissions de CO₂



Réduction du temps de charge



Augmenter l'autonomie de conduite



Diminution du bruit

Les indicateurs clés de performance en matière d'émissions :

- Émissions de GES, de NO_x et de PM₁₀ économisées en g par km
- Émissions annuelles de GES, NO_x et PM₁₀ économisées en tonnes (par an).

Autres indicateurs clés de performance spécifiques à la solution :

- Réduction du bruit
- Autonomie en km
- Économie d'émissions d'autres polluants en g de polluant par km
- Autres polluants économisés annuellement en kg ou tonne de polluant par an.
- Nombre maximal de passagers
- Réutilisation des batteries dans d'autres applications, ce qu'on appelle la "seconde vie" (par exemple, le stockage d'énergie stationnaire).



Type	Bus diesel		CNGE-bus		(batterie complète) - E-bus – Charge d'opportunité	(batterie complète) Tarifi- cation à la destination (souvent combinée à la tar- ification d'opportunité)
Portée [km]	600-900		350 – 450		<200	(actuellement jusqu'à) 550
Temps de remplissage/ charge	5-10 min		5-10 min		Quelques secondes à quelques minutes	Plusieurs heures
Émissions - CO ₂ eq [g/km]	1000 (EURO V)	1000 (EURO VI)	1000 (CNG 2013)	800-850 (CNG 2020)		0
Émissions - NOx [g/km]	3.51 (EURO V)	1.1 (EURO VI)	1.4 - 4.5 (CNG 2013)	0.88 (CNG 2020)		0
Émissions - PM10 [g/km]*	0.1 (EURO V)	0.03 (EURO VI)	0.005 - 0.03 (CNG 2013)	0.024 (CNG 2020)		0
Consommation d'énergie 2012 [kWh/km]	4.13		5.21		1.8	1.91
Consommation d'énergie en 2030 [kWh/km]	3.89		5		1.15	1.68
Bruit [dB]	80		78			60

* Chiffres extraits du Clean Bus Report, de Sustainable-bus.com et du rapport CIVITAS [Smart choices for cities - Clean buses for your city](#)

La principale différence entre un bus diesel classique et un bus GNC réside dans les polluants locaux (NOx et PM10).

Les leçons apprises

Obstacles		Suggestions d'actions
Fiabilité et durée de vie de la batterie	La dégradation et la fiabilité des batteries restent un problème important. La durée de vie des batteries est influencée par divers facteurs : le type de batterie, le profil de conduite, la situation climatique, la stratégie de charge et l'utilisation opérationnelle de la batterie (profondeur de décharge, nombre de cycles de la batterie, état de charge moyen).	Prendre des dispositions contractuelles (maintenance, extension de garantie) pour couvrir les risques liés à l'espérance de vie des batteries. La garantie normale d'une batterie a normalement une durée de cinq à sept ans et peut être prolongée en option moyennant des frais de garantie supplémentaires. Mettre en œuvre des stratégies d'utilisation des piles de seconde vie ou veiller à ce qu'elles fassent partie du contrat d'achat ou de location.
Limitation du poids total	Le poids total maximal décrit un véhicule en service et est un paramètre utilisé pour spécifier les limitations et les restrictions de poids pour son utilisation. Cela peut entraîner une perte de capacité de transport de passagers et de capacité à répondre aux fluctuations inattendues de la demande de trajet. Cela influence également l'accélération, l'autonomie et la charge utile du bus électrique.	Comparer les différentes offres d'e-bus, car les progrès constants de la R&D conduisent à une plus grande densité énergétique des batteries. Évaluer l'utilisation de systèmes de trolleybus pour augmenter la capacité de transport de passagers et diminuer la taille des batteries, tout en considérant le coût des infrastructures qui y sont liées.
Consommation d'énergie due au chauffage, au refroidissement et à la ventilation	Le chauffage, le refroidissement et la ventilation pourraient influencer de manière significative la consommation d'énergie et l'autonomie des bus électriques.	Opter pour des technologies de chauffage, de refroidissement et de ventilation efficaces. Inclure l'efficacité de ces technologies de confort dans les critères de sélection lors de la phase d'appel d'offres.
Interopérabilité	Les infrastructures de recharge et les autobus électriques de différents fabricants peuvent ne pas être compatibles entre eux.	Inclure la conformité aux normes (entre autres ISO 15118, prEN50696, et ISO 61851) dans l'appel d'offres et la sélection.
Impact sur les réseaux	Les bus électriques (en particulier avec la recharge d'opportunité) pourraient avoir un impact sur les réseaux électriques. Les infrastructures actuelles des réseaux électriques pourraient être sous-dimensionnées. Il pourrait être difficile pour les zones suburbaines de se connecter aux réseaux électriques.	Impliquer les exploitants de réseaux à un stade précoce, et planifier les systèmes de charge avec différents scénarios d'analyse de l'impact de la charge sur les réseaux. Mettre en place des parcs solaires sur les dépôts de bus afin de réduire l'impact sur le réseau local. Utiliser des technologies de recharge intelligentes.
Gestion des processus	Le manque de données opérationnelles sur le bus (par exemple, la consommation d'énergie, l'état de la batterie) et le fonctionnement du back-office peuvent entraîner un manque de clarté pendant le fonctionnement.	Mise en œuvre d'un logiciel de gestion de la recharge et de l'exploitation pour contrôler les données relatives aux autobus électriques, les émissions de CO2 et les coûts de recharge. S'assurer que ces informations sont communiquées aux parties prenantes concernées, afin d'optimiser le processus opérationnel.



MODÈLES D'ENTREPRISE ET FINANCES

Paramètres de coût des e-bus

Les autobus électriques ont des coûts d'exploitation bien inférieurs à ceux de leurs équivalents diesel ; d'après des recherches couvrant plusieurs projets avec des flottes de plus de 100 autobus électriques, les économies sur les coûts d'exploitation étaient supérieures à 50 %, tandis que les économies sur la maintenance varient davantage avec des valeurs allant [d'aucune économie à près de 40 %](#).

Bien que les coûts d'exploitation soient plus faibles, les coûts initiaux élevés* sont une caractéristique des e-bus qui peut les rendre peu attrayants.

Actuellement, les coûts d'investissement pour les autobus électriques et l'infrastructure sont presque le double de ceux des autobus traditionnels.

Les différents coûts associés aux e-bus sont :

- Acquisition d'un e-bus ;
- Acquisition de la batterie;**
- Infrastructure de charge ;
- Coûts opérationnels (consommation d'énergie) ;
- Frais d'entretien du bus ;
- Recyclage des chauffeurs de bus.

* Une grande partie du coût initial des E-bus est constituée par le coût des batteries.

** Les batteries des bus électriques ont actuellement une durée de vie estimée à 5-8 ans, alors que la durée de vie d'un bus peut aller jusqu'à 20 ans. Cela signifie que les batteries doivent être remplacées et que, par conséquent, elles peuvent représenter jusqu'à 50 % des coûts de la durée de vie.



© Phuoc Anh Dang, Unsplash

Le coût d'investissement est principalement défini par le coût de la batterie. Toutefois, grâce à la recherche et au développement, le prix des batteries pour les autobus électriques devrait diminuer de 9 à 12 % par an en moyenne entre 2016 et 2030, selon le niveau de développement du marché européen.***

*** Les autobus électriques sont beaucoup plus lourds que leurs équivalents diesel ou hybrides, et le poids est réparti différemment. Une formation est donc nécessaire pour aider les conducteurs à s'habituer aux autobus électriques. Une formation est également nécessaire pour apprendre aux conducteurs à conduire efficacement.

Les autorités locales pourraient estimer le coût de la mise en œuvre à l'aide **d'outils d'aide à la décision**, conçus pour aider les villes et les agences de bus à déployer la technologie de flotte de bus électriques la plus adaptée, sur la base des données issues des essais pilotes..

Les projets pilotes montrent qu'une estimation efficace des coûts doit être **adaptée au contexte local**, et comprennent l'évaluation et les modifications des itinéraires, l'évaluation des réductions des coûts énergétiques grâce aux énergies renouvelables, et à la flexibilité, et les coûts liés aux adaptations potentielles du réseau de distribution.

Si l'on tient compte de l'ensemble de la situation en quantifiant les coûts et les avantages socio-économiques et environnementaux pour la société dans l'analyse, y compris **les avantages pour la santé publique** (bruit, pollution atmosphérique) et les impacts environnementaux (changement climatique) qui contribuent à **la réalisation des objectifs en matière d'énergie et d'émissions**, le coût des e-bus pour la société est bien inférieur au coût total de possession pour le propriétaire.

Ces avantages expliquent en partie pourquoi les autobus électriques ont été choisis, même si, du point de vue du coût direct, ils peuvent sembler plus chers que leurs équivalents diesel.

La réduction du coût total de possession due à la diminution du prix des actifs (principalement la batterie et l'infrastructure de chargement) et l'exploitation de la flexibilité énergétique des autobus encourageront les villes européennes à adopter les autobus électriques à l'instar de villes comme Bergen (Norvège), Eindhoven (Pays-Bas) et Groningen (Pays-Bas).



© Semitan

Possible funding models

1. **Le paiement anticipé pour tous** : actuellement l'option la plus courante, qui peut être financée de plusieurs manières, notamment par des subventions, des prêts concessionnels et des aides.
2. **Achat/approvisionnement conjoint** : les coûts sont partagés par plusieurs parties afin d'augmenter le volume garanti et de réduire les coûts initiaux.
3. **Crédit-bail** : un outil de financement (généralement) peu coûteux pour les autorités locales. L'autorité locale peut louer le bus avec l'option d'acheter le véhicule à la fin du terme.
4. **Location opérationnelle** : payer pour l'utilisation d'un bus au fil du temps, avec l'option de devenir propriétaire du bus.
5. **Contrat d'approvisionnement en batterie** : il s'agit de posséder le bus mais de réduire les coûts initiaux en louant la batterie, qui peut être payée par kWh d'utilisation ou sur une période fixe.
6. **La seconde vie des batteries** : les batteries des e-bus peuvent être réutilisées pour des services de stockage d'énergie stationnaire adaptés à leurs capacités réduites après une utilisation intensive dans l'industrie des e-bus, et après cette seconde vie, elles peuvent être recyclées pour leurs [précieux matériaux de terres rares](#). Cette utilisation peut réduire les coûts du cycle de vie des e-bus grâce à la valeur de revente des batteries.

7. **La location** : une solution à court terme pour les autorités ou les exploitants de bus qui cherchent à "tester" avant de prendre une décision d'achat à long terme.
8. **Autre point** : le fabricant reste propriétaire de l'e-bus, tandis que dans certains projets pilotes, les villes peuvent utiliser le bus gratuitement, afin d'aider le fabricant à tester les performances du bus dans des conditions réelles.

Il existe également différents modèles commerciaux pour l'achat d'électricité pour les flottes d'e-bus..

		Vente d'électricité	
		Direct	Indirect
Propriété de la flotte d'e-bus	Public	L'autorité locale achète de l'électricité au réseau et l'utilise pour sa flotte de bus publics et ne facture pas l'électricité.	L'autorité locale achète de l'électricité au réseau, la flotte publique paie l'autorité locale pour la recharge de l'e-bus.
	Privé	L'opérateur privé de la flotte d'e-bus paie l'électricité, les autorités locales ne facturent que l'occupation d'un parking.	L'autorité locale achète de l'électricité au réseau et l'opérateur privé de la flotte d'e-bus paie l'autorité locale.

KPIs

Investissement par rapport au coût total de possession

Les bus électriques ont des coûts d'exploitation plus faibles, ce qui les rend moins chers que les bus diesel classiques. Cependant, le coût initial élevé de l'e-bus reste l'un des principaux obstacles qui rend les e-bus moins intéressants et moins compétitifs financièrement par rapport aux autobus conventionnels.

Les paramètres de coût les plus influents du bus électrique sont les suivants :

- Coût d'acquisition du bus ;
- Coût d'acquisition du pack de batteries ;
- Coût de l'infrastructure de tarification ;
- Coût opérationnel - consommation d'énergie ;
- Coût d'entretien du bus ;

Le coût total de possession dépend de nombreux facteurs différents, tels que le coût de la batterie, les prix du carburant et de l'électricité, la distance de conduite, l'infrastructure de recharge, l'entretien, l'échelle de mise en œuvre et les subventions. Il peut varier considérablement en fonction du contexte spécifique du pays ou de la ville et des facteurs qui sont pris en compte dans le calcul du coût total de possession.



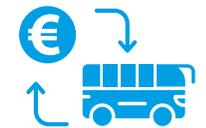
Certains calculs exemplaires ont conclu que les e-bus pourraient potentiellement offrir un meilleur coût total de possession que les autobus classiques, si l'on tient compte de la situation générale en quantifiant les coûts et les avantages socio-économiques et environnementaux pour la société, y compris la santé publique (bruit, pollution atmosphérique) et les impacts environnementaux (changement climatique). Toutefois, il convient de noter qu'il n'existe pas de méthode de calcul généralement acceptée pour la prise en compte des coûts et des avantages pour ces bénéfices secondaires.

Retour sur investissement

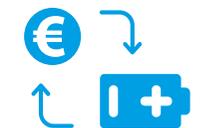
Aux Pays-Bas, il existe des cas d'entreprises dont le temps de retour sur investissement calculé est inférieur à 10 ans pour une mise en œuvre à grande échelle dans certaines villes. Dans la région flamande de Belgique, selon une étude de faisabilité, le temps de retour sur investissement est de moins de 10 ans.

Selon une étude de faisabilité sur les bus à zéro émission, sans tenir compte de la question de la flexibilité, l'analyse de rentabilité des e-bus à grande échelle pourrait être amortie entre 10 et 15 ans*.

Les revenus proviennent principalement des économies réalisées sur les coûts d'exploitation des bus électriques. En général, les e-bus sont relativement plus rentables lorsque la distance totale de conduite est plus longue. Une meilleure rentabilité est ainsi aperçue dans les villes/régions où le prix de l'électricité est plus bas et celui des combustibles fossiles est plus élevé. Un rapport optimisé entre l'infrastructure de chargement et les e-bus augmentera aussi largement la rentabilité, mais une analyse technique et économique détaillée est indispensable.



Coût d'acquisition du bus



Coût d'acquisition du pack de batteries



Coût d'entretien du bus



Infrastructure de charge

Systèmes de financement des autobus électriques

Les coûts initiaux élevés peuvent rendre les autobus électriques peu attrayants pour les collectivités locales. Pour contrer ce phénomène, les gouvernements proposent des programmes de financement pour encourager l'acquisition d'autobus électriques. Actuellement, la plupart des villes utilisent une forme de subvention pour couvrir le coût initial d'un bus électrique. Les subventions proviennent généralement du secteur public et sont accordées aux opérateurs de bus publics. Les subventions prennent l'une des deux formes suivantes :

→ Subventions pour couvrir **les coûts initiaux** des bus électriques, et l'infrastructure qui les accompagne ;

→ Subventions pour couvrir **les coûts opérationnels**, car de nombreux exploitants de bus peuvent se sentir incertains quant à l'exploitation de nouvelles technologies.

Ces subventions peuvent prendre la forme de liquidités, d'allègements fiscaux ou de subventions pour les tarifs d'utilisation. Par ailleurs, les obligations vertes (comparables à une obligation ordinaire, mais dont le capital levé est utilisé pour financer des projets liés au climat ou à l'environnement) ont déjà été utilisées pour financer des bus électriques.

Les subventions et les obligations vertes sont pertinentes pour les opérateurs de bus publics. Cependant, les opérateurs de bus privés sont susceptibles de financer leurs e-bus différemment. Dans les cas où les opérateurs privés se procurent les e-bus eux-mêmes, des prêts concessionnels ont été accordés par divers organismes (par exemple, des banques et des fonds internationaux) pour financer à la fois l'achat et l'exploitation des e-bus*.

* Thorne, R., Hovi, I., Figenbaum, E., Pinchasik, D., Amundsen, A., Hagman, R. (2021). Facilitating adoption of electric buses through policy: Learnings from a trial in Norway. Energy Policy, Volume 155, 112310.

En juin 2020, le ministère polonais du changement climatique a annoncé qu'afin de promouvoir l'achat de bus électriques, il proposerait deux programmes permettant de financer jusqu'à 95 % des coûts d'achat des bus électriques.

En fonction du nombre d'habitants et du revenu par citoyen, une ville aura accès soit à un prêt, soit à une subvention. Le reste du nombre d'habitants de la municipalité et la structure des revenus par habitant détermineront quel régime est éligible pour chaque municipalité. Le programme se concentrera sur les municipalités dont les infrastructures sont insuffisantes. On estime que le financement permettra d'acquérir jusqu'à 300 e-bus et 75 stations de recharge.

Pour en savoir plus : Le ministère polonais du climat lance des programmes de soutien aux autobus électriques - [electrive.com \(Polish Ministry of Climate launches e-bus support schemes - electrive.com\)](https://www.electrive.com/fr/polish-ministry-of-climate-launches-e-bus-support-schemes).



Bus électrique à Nantes, France. © mySMARTlife project

Les leçons apprises

Barriers		Suggested actions
Coût initial élevé	Le coût d'un e-bus et d'une infrastructure dédiée est habituellement 1,5 à 2 fois plus élevé que le coût d'un bus conventionnel. Le coût de la batterie représente environ la moitié du coût total du bus.	Financement et mesures de soutien à l'achat de bus électriques. Les mesures incitatives pour la mise en place de bus électriques pourraient être : <ul style="list-style-type: none"> → Subventions (locales, nationales, européennes) → Incitations fiscales (baisse des taxes sur l'électricité) → Subventions → Obligations vertes Le coût des batteries automobiles par kWh diminue de 9 à 12 % par an, ce qui réduira également les coûts initiaux. 
Risques liés à l'utilisation de la batterie	La durée de vie des batteries est l'une des principales préoccupations des financiers.	Réduire les risques en tenant compte de la garantie étendue sur la batterie et de la seconde vie de la batterie. À l'avenir, les batteries d'occasion pourraient être utilisées conjointement avec le photovoltaïque pour le stockage de l'énergie dans les bâtiments ou les services de réseau. 
Dépréciation de la valeur et TCO	Les modèles d'amortissement de la valeur et des coûts totaux de possession sont basés sur le contexte local spécifique.	Augmenter la durée du contrat de location des bus pour qu'elle corresponde à la durée de vie du bus afin de répartir la dépréciation sur toute la durée de vie du bus. L'augmentation de l'offre aura pour effet secondaire de réduire le prix des e-bus et les autres coûts associés. 
Coût et installation de l'infrastructure de charge	L'investissement dans l'infrastructure de recharge est coûteux, tout comme les éventuels coûts associés à l'infrastructure supplémentaire des réseaux électriques..	Adapter et exploiter les infrastructures de recharge pour d'autres types de transport afin de partager les coûts, comme indiqué dans le document d'orientation ELIPTIC* : camions électriques, camionnettes privés électriques, voitures électriques, etc. Impliquer les opérateurs de réseau à un stade précoce pour intégrer ces coûts. Appliquer la tarification intelligente pour bénéficier de prix dynamiques et participer aux services du réseau.

* ELIPTIC. [Recommandations politiques : électrification des transports publics dans les villes.](#)



GOVERNANCE ET REGLEMENTATION

Les défis auxquels sont confrontés les gouvernements

L'UE a pour objectif de réduire progressivement ses émissions et ainsi parvenir à la neutralité climatique en Europe d'ici 2050. L'objectif d'émission zéro-net vise à la stabilité des prix et la sécurité de l'énergie. La décarbonisation du transport public sera une contribution importante pour ces objectifs, ainsi que la sensibilisation des villes envers la décarbonisation et la manière d'atteindre les objectifs européens.

Les autorités locales ont la meilleure connaissance de leur région et sont ainsi bien placées pour fournir les meilleures pratiques en ce qui concerne leurs projets d'e-bus.

Diverses parties prenantes sont impliquées dans les e-bus :

- Autorités de transport public (APT) ;
- Opérateurs de transport public (OTP) ;
- Constructeurs (à la fois bus et infrastructures de recharge) ;
- Gestionnaires de réseaux électriques (GRD, GRT) ;
- Fournisseurs de services pour la maintenance et l'exploitation ;
- Les autorités responsables de la planification urbaine/de la ville.

En raison de la complexité des e-bus, toutes les parties prenantes doivent avoir une idée claire de leur rôle. Les documents d'orientation fournissent un bon cadre sur lequel les collectivités locales peuvent s'appuyer..



Bus électrique en charge. © Getty images

Recommandations politiques



La procédure technique et administrative de la planification des infrastructures de tarification peut être complexe en raison de l'implication de diverses parties prenantes.

Un cadre réglementaire clair et de haute qualité ainsi qu'un soutien politique sont nécessaires pour faire passer les solutions de bus électriques à grande échelle.

Les recommandations de la politique Eliptic* constituent un cadre de travail qui rassemble les différentes parties prenantes d'une ville.

En évaluant différentes approches pour électrifier les transports publics dans les villes européennes, le cadre soutient une infrastructure de recharge polyvalente pour les transports publics qui sera plus rentable et encouragera donc l'achat de véhicules de transport public électriques.

Un exemple de mise en œuvre de la **stratégie Eliptic** est celui de **Barcelone**. La ville de Barcelone compte 1,6 million d'habitants, elle est connue pour son centre animé et le tourisme, et contient un système étendu de tram et bus.

Ceux-ci sont gérés par deux organisations : le TMB (opérateur de transport local), chargé de la connectivité opérationnelle et des tâches d'appel d'offres, et le CENIT (institut de recherche), qui coordonne et contrôle toutes les autres tâches et opérations.

Ensemble, ils ont mis en place **deux types d'infrastructures de recharge, concentrés sur la recharge d'e-bus en utilisant l'infrastructure du métro**.

Le premier modèle consiste d'une **recharge de nuit dans un dépôt** pendant que les lignes de métro ne sont pas utilisées, tandis que le second modèle consiste d'une **recharge rapide aux points de recharge d'opportunité** sur la ligne, avec une courte charge de nuit pour que les batteries commencent la journée complètement chargées.



© Semitan

* ELIPTIC. [Recommandations politiques : électrification des transports publics dans les villes.](#)

Gestion des risques

L'un des plus grands risques concernant les e-bus est l'incertitude concernant la durée de vie et les performances des batteries. Certains modèles commerciaux mentionnés dans ce livret pourraient potentiellement réduire ce risque.

Plusieurs parties devraient travailler ensemble pour répartir les risques et tirer des leçons du processus de mise en œuvre des bus électriques. En outre, il est également nécessaire **de réduire le risque dans le processus d'appel d'offres en définissant soigneusement la durée du contrat du fournisseur de services/exploitation et les extensions**, et il est important de couvrir tous les scénarios possibles (par exemple, l'augmentation des coûts de maintenance lorsque les bus vieillissent, les batteries vieillissent plus rapidement que prévu) afin de créer de la confiance et de la clarté.



© Getty image



© Smart Cities Marketplace

Les leçons apprises

Obstacles		Suggestions d'actions
Absence d'un cadre clair	Les villes et les municipalités ne disposent pas d'un cadre réglementaire clair ni de pouvoirs législatifs pour introduire un cadre pour un système de transport public propre.	Définir un cadre politique/légal clair, tant au niveau local que national. Envisager l'introduction d'objectifs de réduction des émissions et de zones à faibles émissions (avec une consultation publique et un préavis lointain), et donner un signal clair aux investisseurs potentiels.
Planification de l'infrastructure de tarification	La planification de l'infrastructure de recharge dans le contexte urbain comporte de nombreuses incertitudes et complexités. De nombreux facteurs doivent être pris en compte : lieux de chargement, temps de chargement, capacité des batteries et disponibilité des chargeurs.	Clarifier les responsabilités en matière d'électrification des transports publics entre les différents acteurs au niveau politique (transport, énergie, urbanisme, etc.).
Responsabilité des parties prenante	La mobilité (lignes de bus et horaires), l'énergie (recharge) et l'espace (emplacement de la recharge) interagissent, et il peut être compliqué de tenir en compte tous les différents aspects dans la planification, ainsi que prendre du temps pour sa mise en œuvre.	Travailler ensemble pour partager les risques et, en même temps, tirer des enseignements du processus de collaboration. Une approche systémique est important : faites participer les parties prenantes à un stade précoce, et identifier les rôles correspondants.
Ser- vice de charge	La qualité du service de tarification peut souffrir d'une mise en place trop compliquée en raison de l'implication d'un trop grand nombre de parties prenantes et de procédures complexes.	Utiliser la tarification comme un modèle de service, en particulier lors de l'organisation de la tarification d'opportunité. Mettre en place une interface claire entre la tarification et l'exploitation, et les fournisseurs de services se chargent de la tarification, tandis que l'opérateur de transport public doit fournir les données nécessaires.
Risque	Les coûts initiaux élevés créent un niveau de risque élevé pour les exploitants de bus.	Examiner les différentes options de financement disponibles, telles que les subventions, les obligations vertes et les prêts concessionnels.



**GÉNÉRALITÉS LES
LEÇONS APPRISSES**

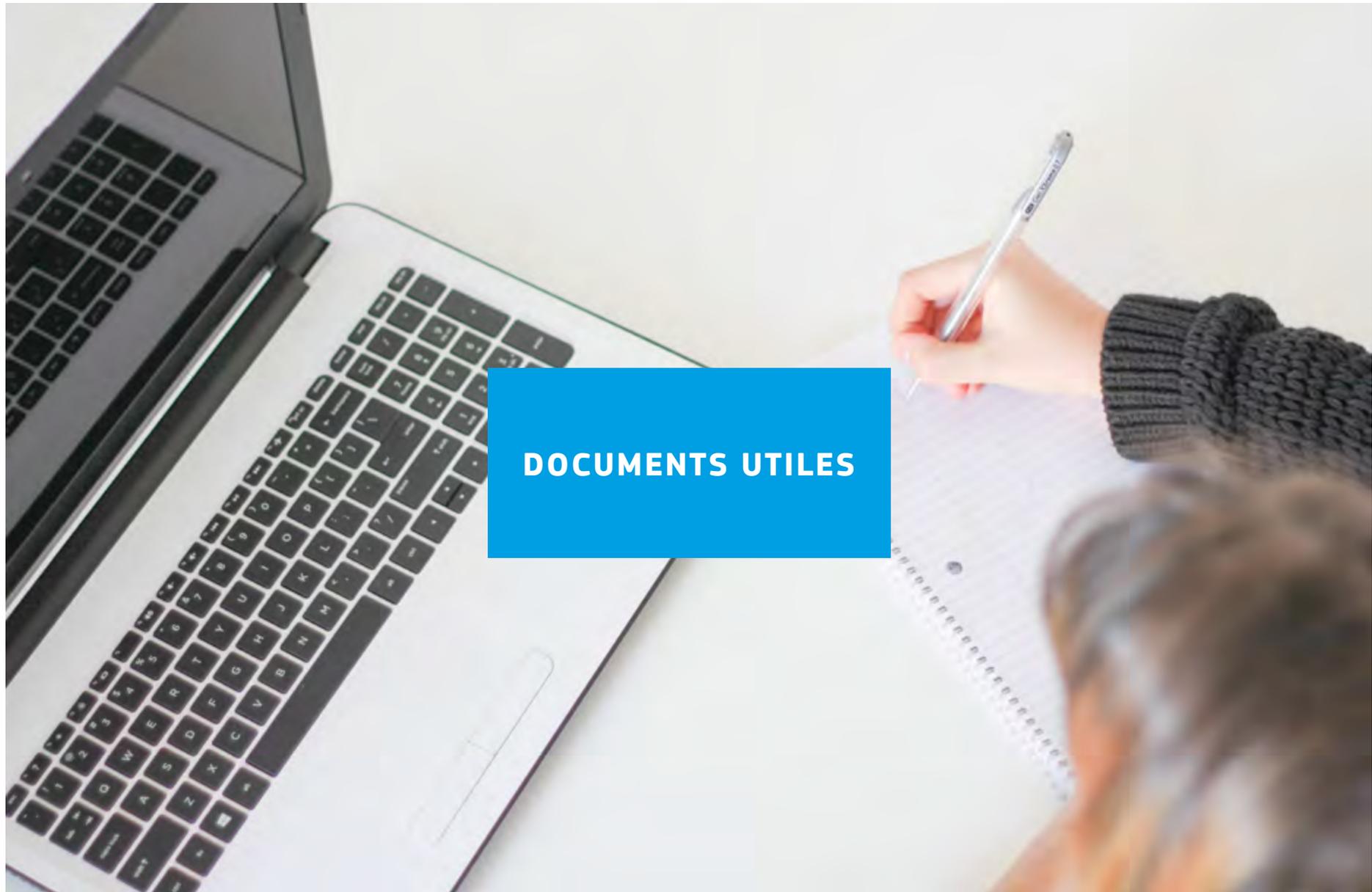
LEÇONS GÉNÉRALES APPRISSES

1. Les villes devraient essayer de commencer par des projets pilotes, tirer des enseignements des déploiements existants d'e-bus et de leur fonctionnement, **identifier les problèmes, trouver des solutions, et les mettre à l'échelle.**
2. Les villes et les municipalités devraient essayer **de s'inspirer de cas réels de mise en œuvre de l'e-bus.** De nombreuses villes ont introduit les e-bus dans leur système de transport public ; il sera utile d'identifier les villes présentant une typologie similaire et de tirer des enseignements de leurs succès et de leurs difficultés.
3. **La réduction des risques** est également important. Les risques associés à la durée de vie et à la fiabilité des batteries doivent être prévus et inclus dans le contrat pendant la procédure d'appel d'offres, et ces risques peuvent être gérés en prenant des dispositions contractuelles (par exemple, maintenance, garantie étendue sur les batteries). Un plan d'affaires sans risque (ou à risque limité) clair et détaillé aidera à convaincre les financiers de faire les investissements nécessaires. Différents calculs de coût total de possession ont montré que les e-bus peuvent être rentables.
4. **Un cadre politique régional clair** est nécessaire pour mettre en œuvre les autobus électriques dans une région. Une approche flexible mais systémique est essentielle pour décider du type d'e-bus (entièrement électrique, hybride), des infrastructures et des stratégies de charge (charge d'opportunité, charge de nuit) en tenant compte du contexte local et des exigences de service spécifiques. En même temps, un rapport optimisé entre l'infrastructure de recharge et les bus augmentera également la rentabilité du projet. L'infrastructure de recharge peut être utilisée plus fréquemment si elle est partagée entre différents types de transport, et les coûts peuvent donc être partagés. Les lieux de chargement doivent être bien planifiés avec la participation de nombreuses parties prenantes.
5. **L'exploration de diverses options pour le financement des autobus électriques** (coûts initiaux et opérationnels), comme l'utilisation de subventions, de prêts concessionnels et d'obligations vertes, est susceptible d'encourager les opérateurs de bus publics et privés à acquérir une flotte d'autobus électriques. L'augmentation de la demande du marché pour les autobus électriques réduira également les coûts futurs.
6. **Les différentes parties prenantes doivent avoir un accord clair et un consensus sur les rôles et les responsabilités.** La coordination des opérateurs de bus avec les opérateurs d'autres infrastructures électriques, les organismes de transport au niveau de la ville et d'autres organismes tels que les instituts de recherche. En permettant à ces parties prenantes de travailler ensemble dans un cadre clair, la mise en œuvre de l'e-bus sera plus efficace et moins risquée.

7. **Le regroupement et l'agrégation de la demande pourraient** avoir un impact important, tandis que la passation conjointe de marchés pourrait être importante pour réduire le coût initial élevé des autobus électriques et des infrastructures de recharge.
8. Il est très **important que l'opérateur de transport public et/ou les fournisseurs de services surveillent l'utilisation des bus électriques et acquièrent des données opérationnelles et de tarification**, et analysent les données pour obtenir des informations sur l'exploitation des bus. Ces informations doivent être communiquées aux différentes parties prenantes techniques d'une manière organisée et structurée afin de gérer correctement l'exploitation des bus et les processus de tarification. La diffusion de ces données pourrait également aider d'autres régions à mettre en place des e-bus.
9. Les autorités et les opérateurs de transport public doivent **faire preuve de souplesse en adaptant les itinéraires de bus actuels ou les horaires des transports publics pour mieux correspondre au profil de la flotte** d'e-bus afin de tenir compte du temps de recharge.
10. **Un cadre réglementaire clair et de haute qualité** ainsi qu'un soutien politique sont de la plus haute importance pour pousser la solution e-bus à plus grande échelle, ce qui stimulera davantage la demande et l'offre sur le marché européen de l'e-bus. Les meilleures pratiques peuvent être très utiles et guider les villes européennes dans le processus de transition vers l'électrification des transports publics.



© Semitan



DOCUMENTS UTILES ET EXEMPLES PERTINENTS (EN ANGLAIS)

Politique et information sur l'e-bus

- ↗ [European Urban Mobility Policy Context](#)
- ↗ [Smart choices for cities - Clean buses for your city](#)
- ↗ [Electric buses arrive on time - Marketplace, economic, technology, environmental and policy perspectives for fully electric buses in the EU](#)
- ↗ [Electric Buses in Cities - Driving Towards Cleaner Air and Lower CO₂](#)
- ↗ [ZeEUS eBus Report – An updated overview of electric buses in Europe](#)
- ↗ [Zero Emissie Busvervoer Vlaanderen](#)
- ↗ [ELIPTIC Policy Recommendations - electrification of public transport in cities](#)
- ↗ [UITP - The Impact of Electric Buses on Urban Life](#)
- ↗ [Going electric - a pathway to zero-emission buses](#)
- ↗ [Decarbonising road transport The role of vehicles, fuels and transport demand](#)
- ↗ [European Clean Bus Deployment Initiative](#)
- ↗ [OPTIMOB - Decision support tool for bus line electrification](#)
- ↗ [ELIPTIC - E-Bus Decision Support Tool](#)
- ↗ [Optimob decision support tool for bus line electrification](#)

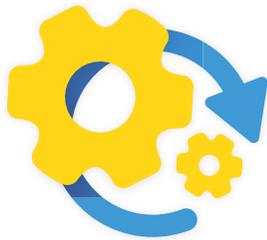
Sites web et produits livrables du projet “Smart Cities and Communities” sur les e-bus

- ↗ [IRIS](#)
- ↗ [mySmartLife](#)
- ↗ [SmartEnCity.eu](#)
- ↗ [Triangulum](#)
- ↗ [REPLICATE](#)
- ↗ [REMOURBAN](#)
- ↗ [MAtchUP](#)

Smart Cities Marketplace

Smart Cities Marketplace (SCM) est une initiative avec le soutien de la Commission européenne, qui rassemble des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des chercheurs et d'autres acteurs dans le domaine des villes intelligentes. La SCM offre un aperçu des bonnes pratiques européennes en matière de villes intelligentes, vous permettant de découvrir l'approche qui pourrait convenir à votre projet de ville intelligente.

[Découvrez notre brochure ici](#)



Matchmaking

La Smart Cities Marketplace offre des services et des événements aux villes et aux investisseurs pour créer et trouver des propositions de villes intelligentes bancables en utilisant notre réseau d'investisseurs et en publiant des appels à projets..

[Réseau d'investisseurs](#)

[Appel à projets](#)

[Cours de maître sur le financement de projets](#)

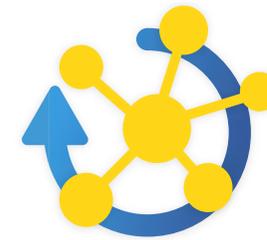


Groupes de réflexion et de discussion

Les groupes de réflexion sont des collaborations qui travaillent activement sur un défi commun lié à la transition vers des villes intelligentes. Les groupes de discussion sont des forums où les participants peuvent échanger leurs expériences, coopérer, se soutenir et discuter d'un thème spécifique.

[Groupes de discussion et de réflexion](#)

[Communauté](#)



Initiatives de l'UE

En dehors de la SCM, il existe ainsi des initiatives européennes visant à améliorer la qualité de vie et de travail dans les villes européennes.

[Autres initiatives de l'UE](#)



E-BUS

LIVRET DE SOLUTIONS

Smart Cities Marketplace 2023

Le Smart Cities Marketplace est géré par la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne.