



Transition vers la technologie à zéro émission

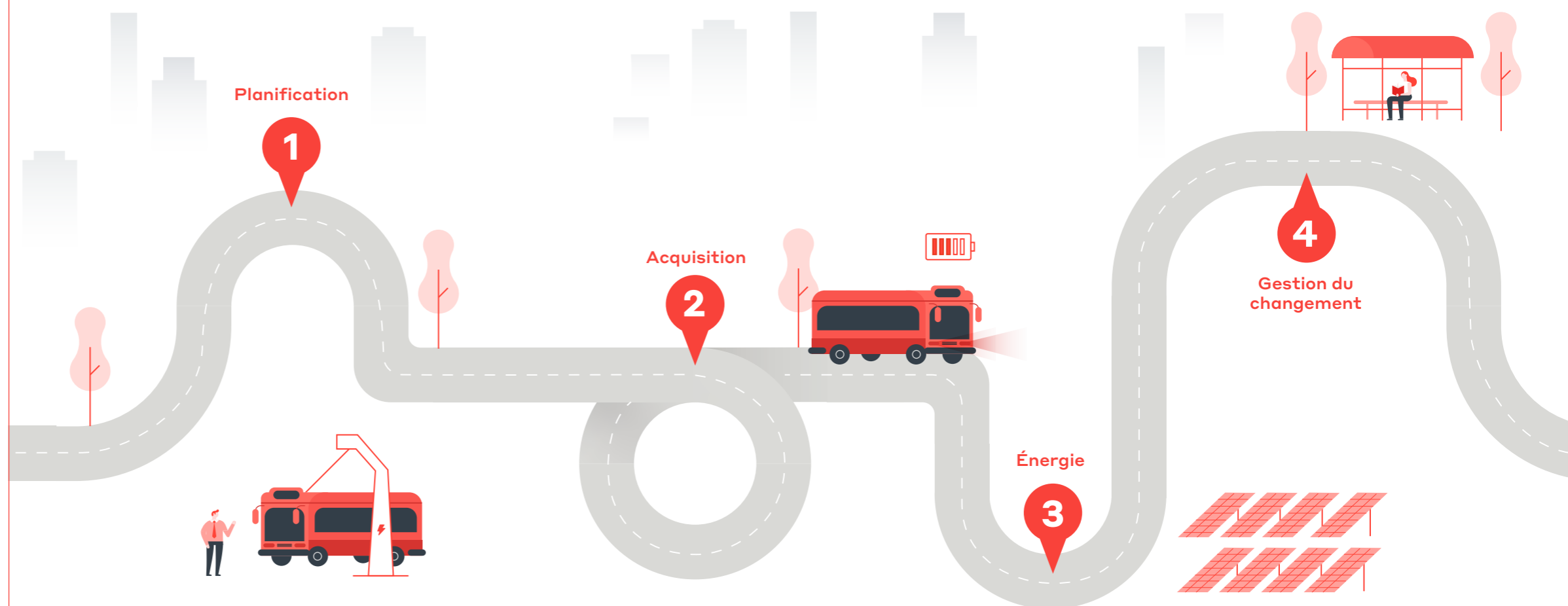
Guide pour assurer une transition harmonieuse vers
des transports en commun conçus pour l'avenir



Table des matières

04	Introduction
06	Planification <i>Point de départ d'une adoption réussie de la technologie de véhicules à zéro émission</i>
14	Acquisition <i>Transition vers une approche fondée sur des systèmes</i>
18	Énergie <i>Assurer le fonctionnement continu d'exploitations à zéro émission</i>
24	Gestion du changement <i>Suivre le rythme de l'évolution des technologies</i>
28	Conclusion <i>Transition vers les technologies à zéro émission : ouvrir la voie à un futur plus propre favorisant l'efficacité</i>
30	WSP en action
36	Contacts clés

Introduction



Les preuves scientifiques indiquant que les émissions de carbone sont en train de changer notre climat de façons qui vont porter atteinte à l'environnement et entraîner une détresse économique abondante. La demande du public pour une transition vers un monde à zéro émission impose un lourd fardeau aux gouvernements et aux entreprises privées qui devront modifier leurs activités.

Les agences de transport en commun et les transporteurs privés se retrouvent aux premières lignes de cette transition mondiale, principalement en raison de leur importance et de leur visibilité dans le quotidien des gens, du degré de contrôle gouvernemental dans de nombreux pays et de l'utilisation traditionnelle de combustibles fossiles dans ce secteur. Par conséquent, des gouvernements partout dans le monde se concentrent sur le secteur du transport et préconisent la transition vers des véhicules à zéro émission dans le cadre d'efforts concertés pour atteindre des objectifs d'atténuation des changements climatiques plus généraux. Cette approche requiert la coordination et la collaboration d'un grand nombre d'acteurs dont les organismes de transport, les gouvernements, les services publics, les fabricants, les prestataires de services et les militants en faveur de la lutte contre les changements climatiques. Chacun d'entre eux doit faire face à un large éventail de nouveaux défis dans le cadre des efforts de plus en plus coopératifs qui sont nécessaires pour planifier, gérer et financer la transition vers la technologie à zéro émission à grande échelle.

Des centaines de milliers de véhicules à zéro émission, tant des électriques à batterie qu'à pile à combustible, sont déjà en service dans des villes partout au monde et transportent des millions de passagers tous les jours. Les leçons tirées de l'expérience de ces premiers utilisateurs sont très utiles pour

favoriser l'avancement des technologies de pointe, qui continuent d'évoluer rapidement. L'émergence de nouvelles technologies plus abordables, de modèles d'affaires perfectionnés, de politiques et de législations clairement définies et d'options de financement flexibles contribue à la création d'un éventail d'options plus complètes et applicables qui permettront de relever les nombreux défis liés à une adoption de la technologie à zéro émission à grande échelle.

Changer les mécanismes de prestation et de soutien des transports publics peut être difficile compte tenu de leur modèle de fonctionnement en continu. Cependant, le passage à la technologie à zéro émission est possible en adoptant une approche de planification exhaustive et minutieuse et en sollicitant l'avis des experts. Bien que les premiers utilisateurs, dont plusieurs régions métropolitaines importantes, aient davantage de ressources et de capacités pour effectuer la transition par rapport aux petits marchés urbains et ruraux, ces derniers bénéficieront à la longue des économies d'échelle, de la stabilisation des prix et de la disponibilité d'infrastructures et de solutions énergétiques qui ont été mises à l'épreuve.

Tirant parti de l'expertise et de l'expérience collectives de ses professionnels répartis partout dans le monde, WSP a préparé ce document de présentation technique afin qu'il serve de schéma directeur pour

faciliter la préparation des prestataires de services de transport en vue des nombreux défis à venir et pour mettre en évidence les domaines où des services-conseils d'experts aideront à assurer une transition harmonieuse. Ce document saisit les complexités générales de la transition vers la technologie à zéro émission en se concentrant sur quatre éléments majeurs de cette adoption : la planification complète, une approche à l'acquisition fondée sur des systèmes, l'adaptation à de nouvelles formes d'approvisionnement énergétique et le défi organisationnel que représente la gestion du changement. ⊗

Planification

Point de départ d'une adoption réussie de la technologie de véhicules à zéro émission



En Asie et en Europe, plusieurs villes ont déployé des technologies de véhicule à zéro émission à grande échelle, mais d'autres villes, y compris en Amérique du Nord, commencent à peine l'étape cruciale de la planification initiale. L'adoption de telles technologies à grande échelle requiert une planification et une conception novatrice de l'avenir dans toutes les phases et pour tous les éléments de la transition. Si les défis liés à l'adoption répandue des véhicules à zéro émission peuvent sembler accablants au premier abord, des services-conseils d'experts et la mise à profit des leçons tirées des expériences de partout dans le monde peuvent favoriser la mise en place d'une approche globale de la transition. De plus, les aspects les plus complexes et difficiles de la transition vers les véhicules à zéro émission peuvent être la transition elle-même, c'est-à-dire l'intégration de nouveaux véhicules et de nouvelles technologies tout en continuant d'exploiter l'ancien parc de véhicules et son infrastructure de soutien. Une planification appropriée peut donc garantir que les étapes préliminaires seront raisonnables et évolutives, en plus de garantir que le déploiement de véhicules à zéro émission à plus grande échelle sera possible dans l'avenir tout en réduisant le plus possible la perturbation des activités et des installations.

Qu'il s'agisse de projets pilotes ou de déploiements à grande échelle, les prestataires de services de transport peuvent tirer parti du savoir-faire mis à l'épreuve sur

le terrain tout au long des phases de planification de leur transition afin d'assurer l'adaptabilité de tous les éléments du système. Dans ce parcours, il est également important d'anticiper et de surmonter les défis posés par les limitations opérationnelles de certains véhicules à zéro émission, les modifications à l'infrastructure connexe, les structures de coûts changeantes, la transition technologique et les facteurs liés au marché.

Défis opérationnels

La transition vers la technologie à zéro émission exige une planification approfondie de tous les changements opérationnels nécessaires pour s'assurer que l'adoption de cette technologie à grande échelle prendra en compte l'ensemble des activités de chaque organisme. Les **limites** ❶ actuelles en ce qui a trait à l'autonomie de nombreux véhicules à zéro émission à batterie électrique compliquent la prise de certaines décisions : où doit-on déployer ces véhicules, combien sont nécessaires et devrait-on prolonger l'autonomie au moyen de la recharge en cours de trajet? Et comment mettre en œuvre un tel système? Les **exigences en matière de recharge** ❷ de ces véhicules entraînent des défis opérationnels pour pouvoir exploiter harmonieusement les parcs de véhicules, tant sur les routes que dans les gares d'entreposage.

La modélisation du rendement des véhicules à zéro émission en fonction des services de l'organisme peut fournir de précieux renseignements nécessaires pour planifier où et comment les véhicules à zéro émission à batterie électrique seront déployés. ②

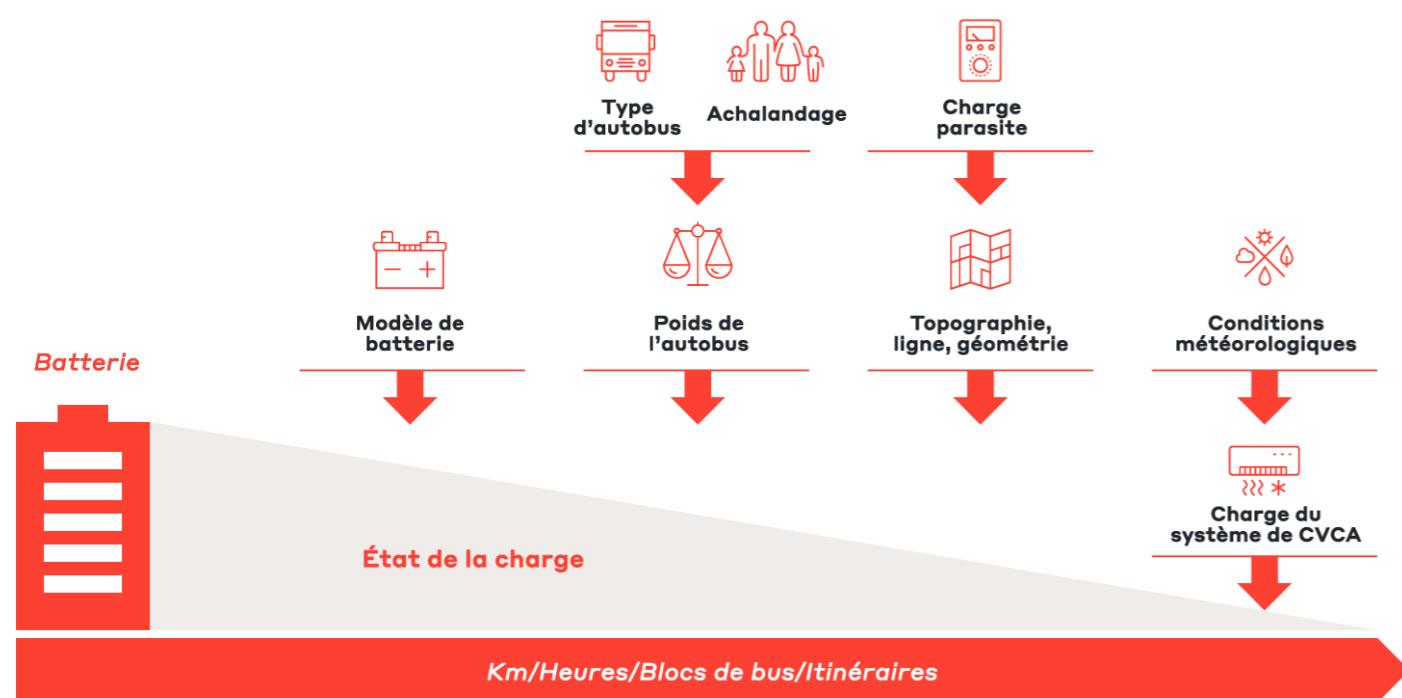
❶

L'autonomie des véhicules électriques à batterie est limitée par la capacité des batteries. Les batteries sont lourdes et moins denses en énergie que les sources de carburant traditionnelles. Aussi, le nombre de batteries par véhicule peut être limité par les restrictions relatives au poids du véhicule.

Pour surmonter les limitations liées à l'autonomie, les exploitants de services de transport pourraient envisager de remplacer les autobus traditionnels selon un ratio plus élevé que 1:1, en achetant de l'équipement supplémentaire pour diviser des trajets en segments plus courts.

❷

Les experts de WSP continueront de surveiller étroitement la progression de la normalisation mondiale des protocoles «plug-and-charge» (branchement et recharge) et sont d'avis que les normes SAE J1771 et J3105 continuent de se démarquer en tant que pratiques exemplaires.



Modifications apportées à l'infrastructure

Les technologies à zéro émission à batterie électrique ou à pile à combustible à hydrogène requièrent une nouvelle infrastructure de production énergétique pour permettre la recharge et le ravitaillement en combustible des véhicules. Il faut bien comprendre les besoins en matière d'infrastructure durant la phase de planification de mise en œuvre de technologies à zéro émission, car les systèmes de production énergétique nécessaires pour recharger les véhicules à batterie électrique sont peu courants dans les installations d'entreposage de véhicules, tout comme les infrastructures d'approvisionnement et de ravitaillement en hydrogène.

Pour que les systèmes de transport puissent passer à la technologie à zéro émission, il faut pouvoir disposer d'un accès fiable à des systèmes de production et de distribution énergétique sécuritaires, durables et rentables. L'inévitable électrification à grande échelle requiert la mise en place d'une nouvelle infrastructure de production d'énergie et parfois même d'une nouvelle infrastructure de stockage de l'énergie sur place. Les options de production et de stockage peuvent être évaluées en ayant recours à la modélisation des systèmes énergétiques. À court terme, les étapes clés comprennent le recensement des réseaux électriques existants ainsi que la planification des renforcements au réseau électrique et aux systèmes de production énergétique afin de répondre à la demande accrue en énergie. À long terme, une approche de planification durable permettra de s'assurer que l'infrastructure initiale pourra s'adapter aux déploiements à grande échelle.

Pour prendre en charge un éventail d'équipements de recharge, l'alimentation accrue en électricité doit être soutenue par des sous-stations ou des transformateurs sur place. Ce matériel supplémentaire, ainsi que tout système de production énergétique de secours ou de stockage d'énergie sur place, peut avoir une incidence significative sur les configurations des gares de services de transports en commun, où l'espace est déjà restreint. De plus, l'énergie doit ensuite être acheminée à chaque véhicule, ce qui nécessite la mise en place d'un réseau élaboré de conduits et de câbles électriques⁵ pour l'infrastructure de recharge qui doit être conçu soigneusement afin de limiter l'incidence négative sur les opérations de transport et de permettre au personnel d'effectuer efficacement des travaux de maintenance et de réparation. Ⓣ

5

Qu'ils soient installés dans des tranchées dans un stationnement extérieur pour autobus ou dans des dalles de plancher d'un garage, ou encore suspendus aux voûtes ou structures de plafond, les conduits et câbles de l'infrastructure de recharge doivent être conçus de façon à limiter l'incidence sur les opérations, tout en permettant au personnel d'effectuer efficacement des travaux de maintenance, de réparation ou de mise à niveau.

La modélisation du service doit prendre en compte la topologie, les tendances en matière d'arrêts, l'achalandage, les conditions météorologiques (particulièrement pour les régions où le climat est froid), les charges du système de CVCA³ et de nombreux autres facteurs ont des conséquences sur la consommation énergétique et l'autonomie maximale des véhicules à zéro émission. Les horaires des véhicules pourraient également devoir être ajustés afin de s'adapter à l'autonomie réduite ou du temps supplémentaire pourrait être nécessaire pour effectuer des recharges en cours de route. De nouvelles procédures opérationnelles et de maintenance pourraient également être requises à la gare pour prendre en charge les nouveaux processus de recharge, et le personnel de maintenance aura besoin de suivre une formation avancée et d'utiliser de nouveaux outils spécialisés⁴ et équipements.

Les véhicules à zéro émission à pile à combustible à hydrogène, qui ont une plus grande autonomie, pourraient représenter une solution de rechange viable aux parcs de véhicules à zéro émission à batterie électrique ou être utilisés parallèlement à ces derniers. Comme c'est le cas pour les batteries, les technologies des piles à combustible à hydrogène continuent d'évoluer rapidement. Dans certains cas, des piles à combustible à hydrogène peuvent être installées sur des véhicules à batterie électrique afin d'en prolonger l'autonomie.

3

Les charges des systèmes CVCA ont une incidence particulièrement significative sur l'autonomie des véhicules, car les systèmes de chauffage et de climatisation représentent une part importante de la consommation énergétique et nuisent à l'autonomie

dans des régions où le climat est froid ou très chaud. La plupart des véhicules à zéro émission offerts aujourd'hui ne peuvent pas atteindre une autonomie comparable à celle des véhicules à carburant traditionnel.

4

La maintenance des véhicules électriques requiert l'utilisation d'outils spécialisés afin d'entretenir ou de réparer les systèmes électriques à haute tension plus complexes dont ne sont pas dotés les autobus à carburant traditionnel. Ces systèmes comprennent des blocs de batterie, des onduleurs, des moteurs électriques et d'autres éléments de la sorte.



La production et le ravitaillement en hydrogène, ainsi que son stockage pour des véhicules à zéro émission à pile à combustible à hydrogène, comportent leurs propres défis liés à l'infrastructure qui doivent faire l'objet d'une planification minutieuse. Lors de la planification de systèmes pour des véhicules à zéro émission à pile à combustible à hydrogène, les options de transport et de stockage du combustible, ou pour le reformage de l'hydrogène comme solution de recharge, doivent être évaluées en fonction des besoins en espace, des coûts, des exigences en matière d'énergie et des facteurs environnementaux. Certains emplacements pourraient naturellement convenir à un déploiement de la technologie à hydrogène en raison de la proximité d'autres sociétés publiques et privées du secteur des produits chimiques.

Le processus de planification de l'infrastructure peut inclure la réalisation d'études sur la demande accrue en énergie, des évaluations de l'état des actifs, l'élaboration d'un plan directeur pour la modernisation des installations et d'autres projets permettant de mieux cibler l'optimisation rentable de l'infrastructure. La planification de l'emplacement, 6 visant à intégrer l'infrastructure d'un réseau de véhicules à zéro émission avec les sources d'énergie externes déjà en place, est également essentielle pour réduire au maximum les coûts liés à l'amélioration du réseau électrique hors site que les prestataires de services publics pourraient devoir assumer. Des experts peuvent aider à effectuer l'évaluation 7 des installations existantes et des ressources opérationnelles, à documenter les conditions et les exigences d'exploitation uniques, et à déterminer les contraintes liées aux installations ou à l'immobilier.

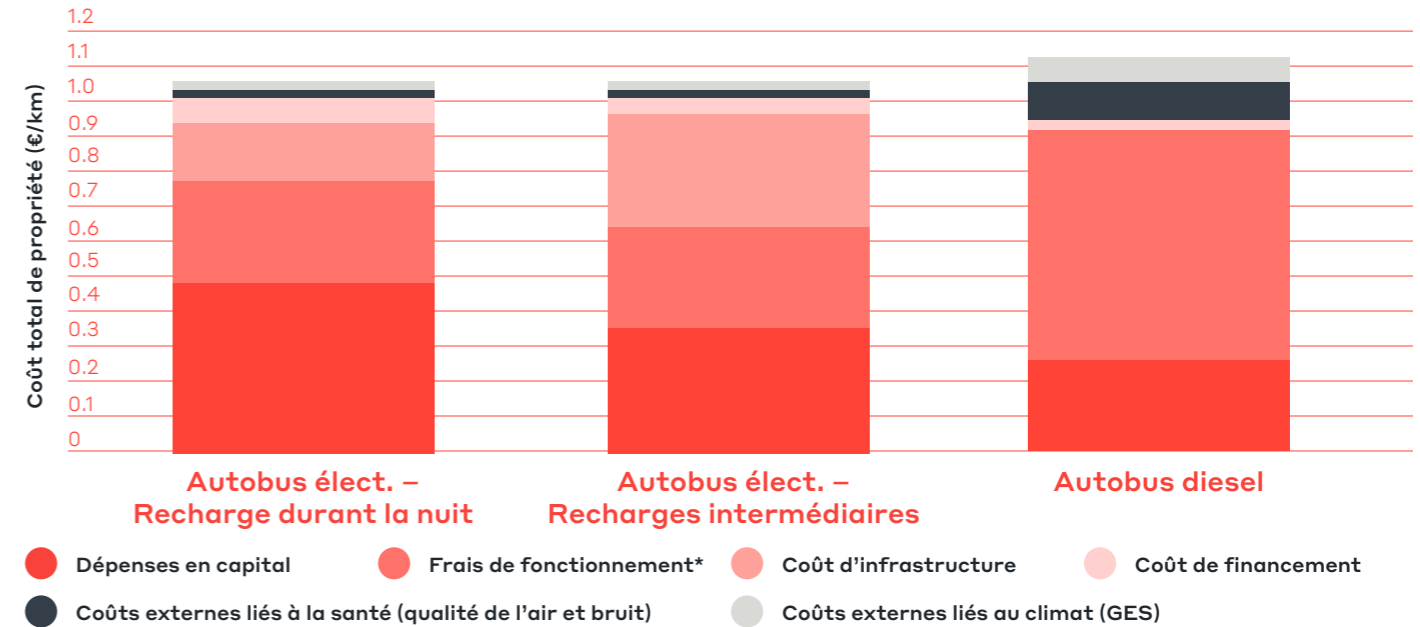
6

La mise en place d'un seul module de recharge pour véhicule à zéro émission dans une gare (dispositif de recharge, installation, infrastructure électrique) peut coûter aussi cher qu'un autobus diesel traditionnel, tandis que les améliorations apportées au réseau électrique hors site pour acheminer la puissance accrue à un site distant peuvent coûter des millions de dollars.

7

Des outils de modélisation de pointe sont disponibles pour aider les exploitants de services de transport à évaluer les types de véhicules, les configurations et les systèmes de recharge qui conviennent le mieux à leurs activités.

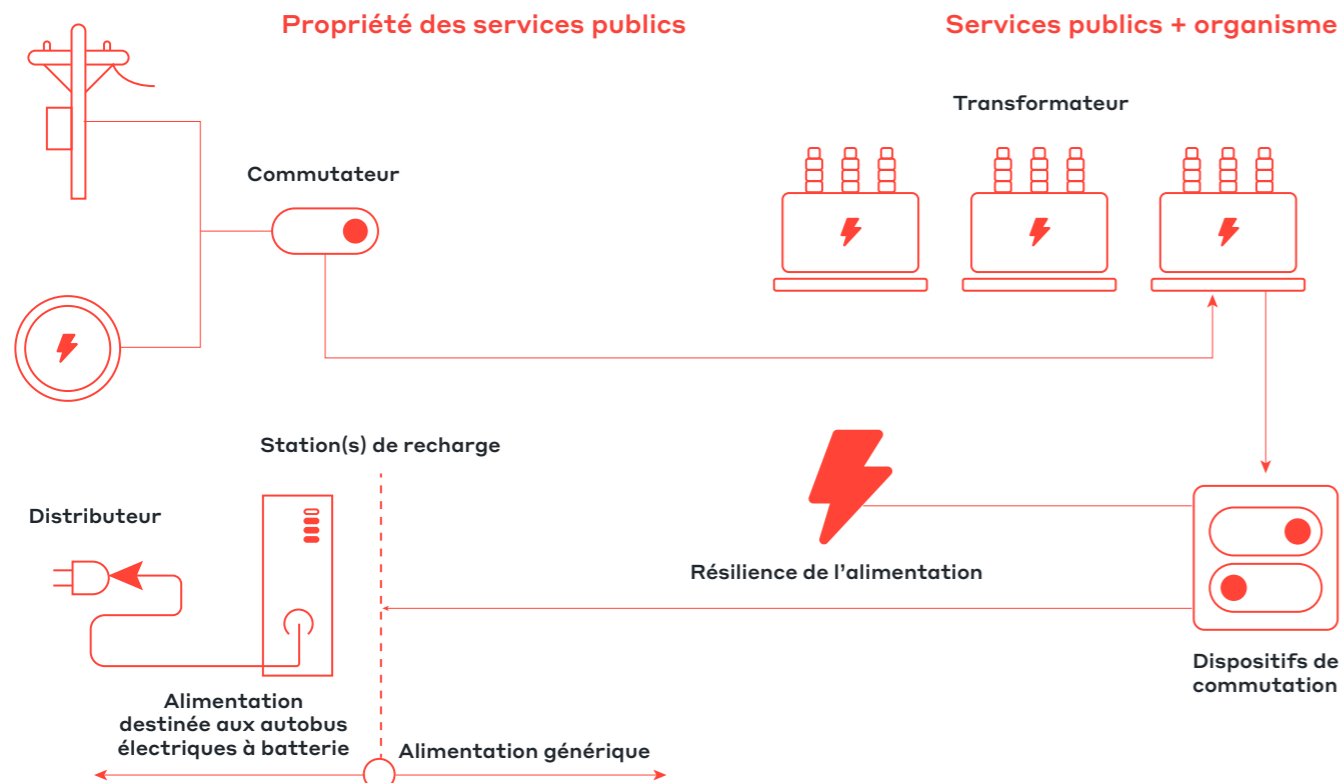
Calcul du coût total de propriété étalé sur 8 ans, pour une distance parcourue quotidiennement de 250 km, excluant les coûts liés au conducteur, en 2018, en Europe (€/km)



*Les dépenses d'exploitation liées à l'infrastructure de recharge sont incluses dans le coût en infrastructure.

Source: Calcul de Transport et Environnement (T&E) étayé par des données de CE Delft

Infrastructure électrique



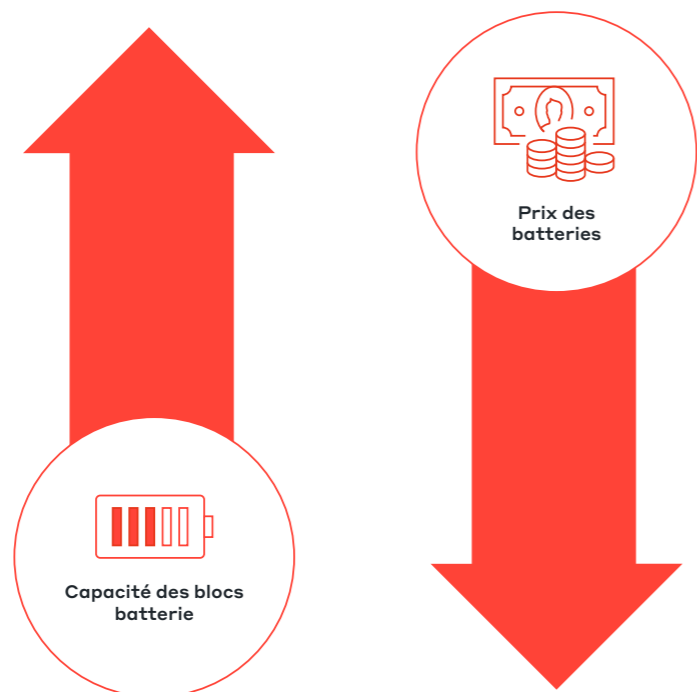
Analyse du coût du cycle de vie

La planification qui comprend l'analyse complète du coût du cycle de vie peut tenir compte des structures de coûts changeantes découlant de la transition vers des véhicules à zéro émission et aider les organismes à se préparer en vue des exigences en matière de capitaux et de fonds de fonctionnement. Les dépenses en capital associées à la mise en œuvre d'un système de transport utilisant des véhicules à zéro émission sont beaucoup plus élevées que les dépenses liées à des systèmes à carburant traditionnel et requièrent d'importants investissements dans des véhicules, des batteries, des systèmes de recharge, des infrastructures électriques, la production énergétique et le stockage de l'énergie. L'acquisition de nouveaux outils et équipements requis pour entretenir et réparer les véhicules à zéro émission fait également augmenter considérablement les dépenses en capital initiales.

Dans certains cas, il peut être possible de compenser les dépenses en capital plus élevées par des réductions des frais de fonctionnement découlant d'une réduction des coûts d'entretien. Cependant, comme cette technologie est encore récente et qu'elle évolue rapidement, les organismes n'ont pas encore eu à dépenser des frais d'entretien pour un cycle de vie complet de véhicules à zéro émission. De plus, les coûts énergétiques liés à l'exploitation de véhicules à zéro émission varient largement selon la région et peuvent avoir une incidence considérable sur la réduction ou l'augmentation des frais de fonctionnement. Grâce à une planification rigoureuse, il est possible de tirer parti des structures tarifaires des services publics pour la consommation électrique de masse 8 à prix réduit. ①

8

Compte tenu de la demande énergétique importante liée à un parc de véhicules électriques, recharger des batteries durant les périodes de charge de pointe pourrait ne pas être possible. L'électricité provenant des énergies éolienne et solaire pourrait jouer un rôle grâce à la mise en place d'infrastructures de stockage adéquates.



9

Des exigences réglementaires comme les dispositions « Buy America » de la Federal Transit Administration (FTA) obligent les organismes de transport américains à se procurer des véhicules qui sont composés d'un pourcentage minimal de produits et matériaux provenant des États-Unis et dont l'assemblage final est effectué aux États-Unis.

L'application pratique à grande échelle de technologies à hydrogène continue également de poser des défis et de créer des occasions selon la région géographique, la topographie et les cycles de fonctionnement associés à un emplacement donné.

Une surveillance diligente des tendances du marché mondial et des prix en ce qui a trait aux technologies actuelles et émergentes, combinée à des services-conseils d'experts, peut aider à s'assurer que les prestataires de services de transport profitent des tendances de marché favorables. Des études et des analyses de marché peuvent aider à guider les organismes de transport dans le processus de sélection de la technologie afin d'acquérir les technologies qui répondent le mieux aux exigences en matière d'exploitation, de maintenance et d'environnement de chaque fournisseur. ☒

Les exploitants de parc de véhicules à zéro émission pourraient également envisager d'autres structures de coûts, comme un programme de location de batteries, dont le coût moindre est comptabilisé dans les frais de fonctionnement et qui permet ainsi de réduire les dépenses d'investissement initiales.

L'achat de garanties longue durée pour les batteries pourrait également être envisagé pour atténuer les coûts non négligeables de remplacement et d'élimination des batteries au milieu de leur vie utile. Au fur et à mesure que le marché gagne en maturité, les options de location pourraient évoluer (comme c'est le cas dans le secteur des véhicules utilitaires légers). Le marché pour les batteries en fin de vie utile (pour le stockage d'énergie résidentiel, par exemple) continuera pareillement de se développer.

Transition technologique

Après des décennies d'utilisation de véhicules de transport à moteur à combustion interne alimentés par des carburants traditionnels, une réorientation spectaculaire vers l'utilisation à grande échelle des véhicules à zéro émission comporte également des aspects sur le plan humain qu'il faut considérer. À mesure que les nouvelles technologies supplantent les anciennes, une variété d'intervenants, dont des dirigeants, des conducteurs et des mécaniciens, pourraient manifester une réticence à effectuer ce changement radical.

La tenue de discussions portant sur la transition et l'élaboration de stratégies d'exécution par phase sont essentielles à la planification initiale afin de s'assurer que tous les intervenants des organismes de transport sont pris en compte dans le processus. Mettre en œuvre

le changement en plusieurs phases est la meilleure façon d'assurer la participation des parties concernées, réticentes et sceptiques, au processus en leur permettant de faire l'essai des nouvelles technologies, de constater par elles-mêmes leur fiabilité, de commenter et de se plonger dans le processus de changement.

Cette approche devrait inclure la planification, le développement et la mise en œuvre de projets pilotes et d'essais qui traitent non seulement des options technologiques, mais également des limitations et des défis propres aux conditions organisationnelles et opérationnelles de chaque organisme. Une planification initiale adéquate permettra de s'assurer que les projets pilotes seront inclus dans une vision à long terme offrant une évolutivité harmonieuse et échelonnée par phases pour mettre en place une exploitation de réseaux à grande échelle.

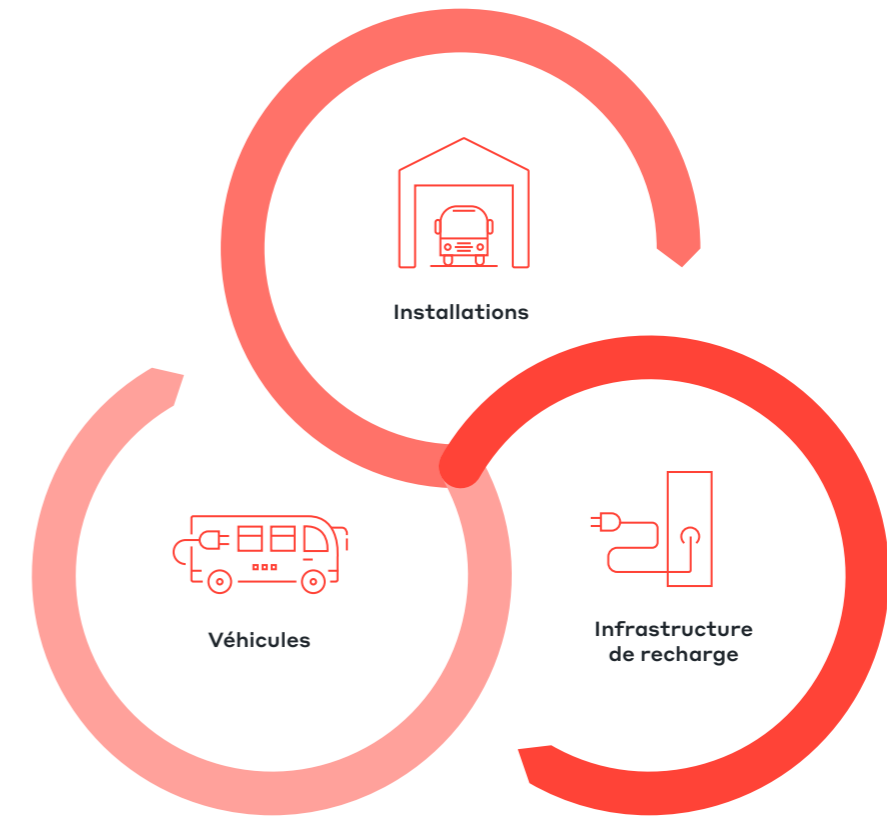
Facteurs relatifs aux marchés

Un engagement à réaliser d'importants investissements dans des systèmes de transport utilisant des véhicules à zéro émission requiert une étude minutieuse des tendances des marchés actuelles, émergentes et projetées. Au fur et à mesure que le marché des véhicules à zéro émission continue de s'accroître à l'échelle planétaire, les prix des produits de qualité sont de plus en plus concurrentiels dans le secteur des transports. **Les prix courants** 9 des véhicules et des blocs batterie continuent de baisser, tandis que la densité et la capacité énergétique des batteries continuent d'augmenter, ce qui commence à peine à repousser les limites actuelles de l'autonomie des batteries de véhicule électrique.



Approvisionnement

Transition vers une approche fondée sur des systèmes



Un des aspects les plus fondamentaux de l'adoption de la technologie de véhicule à zéro émission réside dans le processus d'acquisition ¹ des véhicules, du matériel de recharge et de l'infrastructure électrique.

L'obtention et l'intégration simultanée de chacun de ces éléments nécessitent le recours à une approche envers le processus d'acquisition générale qui est fondée sur des systèmes, afin d'assurer l'interopérabilité entre les véhicules, les systèmes de recharge et les sources d'alimentation.

Les analyses d'experts des choix effectués par les premiers utilisateurs de la technologie de véhicule à zéro émission peuvent aider d'autres organismes à surmonter les défis uniques qui sont liés à l'acquisition de systèmes pour les véhicules à zéro émission. Avant de lancer le processus d'acquisition réel, le processus de planification devrait aborder la compatibilité entre les technologies à zéro émission les plus récentes et les exigences opérationnelles de l'organisme. De telles évaluations peuvent être peaufinées en tenant compte des résultats sur le plan de l'acquisition et de l'exploitation de projets pilotes à zéro émission déjà en cours autour du monde, en tirant parti des leçons apprises par les fabricants et les organismes de transport homologues.

Défis liés à l'approvisionnement

Si les véhicules à zéro émission offrent la possibilité de réduire les coûts de carburant et les frais de fonctionnement par rapport aux véhicules traditionnels, la transition vers cette technologie requiert d'importants investissements initiaux pour déployer les véhicules et l'infrastructure.

¹

L'évolution des méthodes d'acquisition et de la prestation de programmes a ouvert la voie à plusieurs options pour les gouvernements et les exploitants qui se lancent dans une transition vers la technologie à zéro émission.

Contrairement aux véhicules à carburant traditionnels, les véhicules à zéro émission font partie d'un système intégré qui peut poser des défis uniques aux exploitants de services de transport. Les systèmes de recharge et de ravitaillement de véhicules doivent être entièrement intégrés, compatibles et en mesure de communiquer. De plus, les véhicules à zéro émission fonctionnent parfois avec plusieurs systèmes de propulsion, types de batteries et systèmes de ravitaillement et ont une autonomie variable. Par conséquent, l'acquisition d'une toute nouvelle infrastructure pourrait être nécessaire pour accueillir les nouveaux systèmes de recharge de batterie et de ravitaillement.

Comme les batteries et les systèmes de recharge évoluent rapidement par nature, les stratégies d'acquisition de véhicules à zéro émission comportent intrinsèquement plus de risques techniques et opérationnels que les acquisitions de technologies traditionnelles. Comme plusieurs méthodes de recharge de véhicules à batterie électrique, types de dispositif de recharge et normes de recharge se font concurrence, les fabricants ne peuvent pas prendre en charge tous les types de dispositifs de recharge et, inversement, les divers types de dispositifs de recharge ne sont pas compatibles avec les véhicules à zéro émission de tous les fabricants. Dans le cas des projets pilotes initiaux et les acquisitions de parc de véhicules à zéro émission, les projets d'acquisition de véhicules et d'infrastructure de recharge doivent être coordonnés avec soin pour s'assurer que les véhicules commandés seront entièrement compatibles avec l'équipement de recharge installé ². Les dispositifs de recharge doivent être compatibles avec la configuration du véhicule et les systèmes intégrés de ports de branchement, les barres de recharge installées sur le toit du véhicule et les récepteurs d'alimentation installés sur le châssis. ↻

²

En identifiant et en adoptant plusieurs normes de recharge, comme les normes SAE J1772 ou OppCharge, et en installant des technologies de recharge et des systèmes de gestion aux installations d'exploitation et de maintenance non exclusives, les propriétaires de parc pourront avoir recours à un plus grand nombre de fabricants de véhicules et d'équipements à zéro émission.



l'infrastructure peut être plus complexe et prendre plus de temps que le processus d'acquisition des véhicules, mais des professionnels d'expérience sont disponibles pour aider les parties concernées à étudier plusieurs contrats de véhicules, de dispositifs de recharge, de mise à niveau d'installations et de mise en place d'équipement. De plus, les experts peuvent aider à déterminer les éléments qui devraient être combinés en une seule acquisition et les éléments qui devraient être achetés séparément.

Tirer parti de l'expertise sur le plan des **partenariats public-privé (PPP)** ⁴ peut également aider les intervenants d'un projet à considérer les risques et les bénéfices d'intégrer ces questions dans leurs stratégies d'acquisition.

Cette façon de faire offre de nombreux avantages potentiels aux exploitants de services de transport, y compris une accélération de la mise en œuvre, une diminution des risques liés à la technologie et à l'exploitation et une réduction des frais de fonctionnement. Dans sa forme la plus complète, le partenariat public-privé peut inclure des contrats qui intègrent la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien selon lequel un consortium de conseillers en gestion et en financement, des concepteurs, des fournisseurs de véhicules et de systèmes et des entrepreneurs en construction se chargent de la conception, du développement et de la prestation du programme au complet dont la prise en charge de certains des risques commerciaux. [⊗]

4

Les partenariats public-privé sont courants partout sur la planète, mais sont encore relativement nouveaux aux États-Unis. Toutefois, plusieurs entreprises américaines sont en train de développer et de commercialiser de tels partenariats pour construire, exploiter et maintenir l'infrastructure de systèmes de recharge.

Afin de diminuer les risques d'entrave technologique et de garantir une stabilité à long terme pour les investissements, la compatibilité des divers systèmes est une priorité absolue. Malgré tout, la diversité des normes d'acquisition et des technologies à zéro émission d'un pays, d'un État et même d'une ville à l'autre pourrait compliquer davantage le processus d'acquisition.

Stratégies d'acquisition et modèles d'affaires

Un plan de conversion à un parc de véhicules à zéro émission peut offrir une feuille de route de référence pour gérer la transition. Des services-conseils d'experts peuvent fournir plusieurs stratégies d'acquisition et modèles d'affaires que les intervenants pourront prendre en considération afin d'aider à diminuer les risques identifiés relativement à la mise en œuvre et à répondre aux exigences opérationnelles à long terme qui sont propres au système. Avec l'arrivée de nouveaux modèles d'affaires, incluant des options de location pour les véhicules, les batteries et les dispositifs de recharge, qui offrent une plus grande souplesse, des coûts initiaux moins élevés et la possibilité d'optimiser les flux de trésorerie, la situation de chaque organisme doit être analysée de façon indépendante pour appuyer la transition vers la technologie à zéro émission de la meilleure façon et de la manière la plus durable.

Compte tenu de l'évolution rapide des technologies à zéro émission, des services-conseils d'experts peuvent également aider les intervenants à négocier **les modalités de contrat** ³ afin d'aider à réduire les risques opérationnels et technologiques, ce qui comprend les options de remplacement de systèmes de batteries en milieu de vie utile et les programmes de rafraîchissement rapide de l'équipement afin d'obtenir des mises à niveau éventuelles de la technologie à zéro émission. Apporter des modifications à

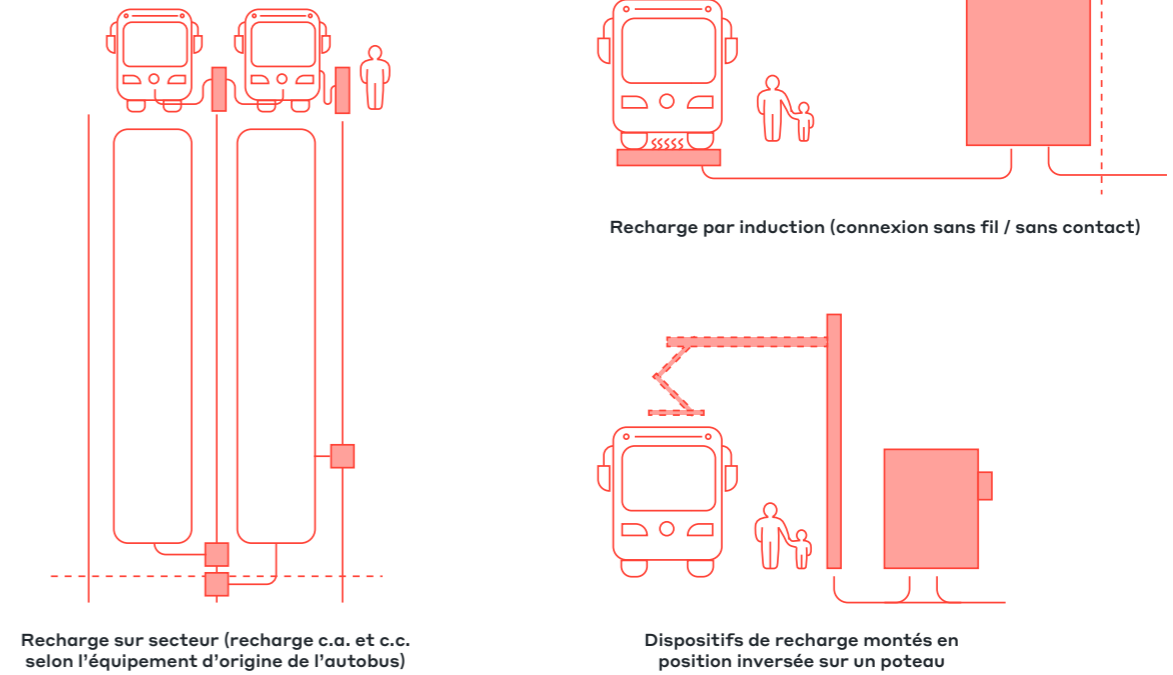
3

Élaborer une méthode contractuelle commune permet aux participants de se concentrer uniquement, si besoin est, sur la négociation des éléments pour lesquels une déviation de la norme acceptée est nécessaire ou souhaitable. Cette approche permet d'économiser beaucoup de temps et d'efforts, et peut être appliquée aux cas où il faut acquérir des technologies émergentes. On peut citer en exemple la tendance actuelle aux États-Unis, alors que plusieurs fabricants d'autobus offrent maintenant des garanties prolongées pour leurs systèmes de batteries et de propulsion dont la durée peut aller jusqu'à 12 ans.



Énergie

Assurer le fonctionnement continu d'exploitations à zéro émission



Un des aspects les plus essentiels de l'adoption de la technologie à zéro émission à grande échelle réside dans la capacité de se procurer une énergie suffisante, rentable et ininterrompue pour ravitailler les parcs de véhicules à zéro émission. Avant de se lancer dans un processus de déploiement de véhicules à zéro émission, de nombreuses options en matière de production, de transmission et de stockage de l'énergie doivent être prises en considération afin de trouver le bon équilibre pour limiter les coûts et garantir la stabilité et la fiabilité du réseau.

Une expertise provenant des succès et des difficultés documentés de déploiements de technologies à zéro émission autour du monde peut aider à arrêter son choix concernant les diverses possibilités d'approvisionnement énergétique (des options de ravitaillement à la production sur place), la structuration des tarifs, le développement de miniréseaux et la préparation en vue d'interruptions de courant.

Types de propulsions

Tous les véhicules à zéro émission doivent être ravitaillés, qu'ils soient alimentés par de l'énergie électrique stockée dans des batteries ou de l'hydrogène comprimé stocké dans des réservoirs. Les véhicules à batterie électrique requièrent l'utilisation de dispositifs de recharge branchés sur une source d'énergie électrique alimentée directement par le réseau électrique ou par des générateurs et des systèmes de stockage sur place. Outre les recharges stationnaires à la gare, les recharges en cours de route peuvent fournir de l'alimentation aux véhicules effectuant des trajets qui excèdent l'autonomie des batteries. Dans de tels cas, la recharge en cours de route peut fournir la capacité supplémentaire qui permettra à l'autobus de

terminer un plus long trajet et éviter ainsi d'augmenter la quantité de véhicules par rapport à ce qui est nécessaire lorsqu'on exploite des véhicules à carburant traditionnel.

Les trois types de technologies de recharge de batterie électrique actuellement offertes sont par branchement sur secteur, conductif et inductif. La recharge par branchement sur secteur peut être effectuée avec une alimentation c.a. ou c.c., selon le type de véhicule, et requiert le branchement d'un câble sur le véhicule. La technologie de recharge conductive à c.c. est effectuée en utilisant un pantographe suspendu qui se connecte automatiquement aux lignes de contact aériennes du véhicule.

La technologie de recharge inductive à c.c. utilise des plaques de recharge souterraines, ne requiert pas de contact et ne comprend aucune pièce mobile. Cependant, l'équipement utilisé occupe plus d'espace que les autres options et ce système est le plus coûteux. De façon générale, les recharges en cours de route ne sont effectuées qu'avec des systèmes à induction, tandis que les recharges à la gare sont effectuées par branchement, mais de nombreux organismes envisagent des options de recharge conductive en raison des temps de recharge plus courts et de l'absence de câbles qui doivent être branchés manuellement.

La technologie à hydrogène ouvre la voie à de nouvelles façons d'intégrer l'énergie renouvelable dans un système énergétique et peut jouer un rôle important dans la transition des combustibles fossiles aux **combustibles renouvelables**.¹ L'hydrogène, utilisé conjointement avec des piles à combustible, peut réduire l'incidence sur l'environnement et permettre une consommation énergétique plus efficace.

De plus, l'hydrogène peut être acquis en tant que produit dérivé d'autres secteurs industriels. La production d'hydrogène, cependant, comporte des défis.

1

L'hydrogène peut être produit à partir de plusieurs types de sources d'énergie, mais, à long terme, on espère que des sources d'énergie renouvelables comme l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie de biomasse seront utilisées pour la production d'hydrogène.

Il est possible de produire de l'hydrogène à partir de plusieurs types de sources énergétiques, mais on s'attend à ce que de l'énergie renouvelable soit utilisée comme source principale pour sa production. La production d'hydrogène par reformation et électrolyse requiert l'utilisation d'électricité. La fourniture en hydrogène peut être centralisée (hydrogène livrée par camion ou pipeline) ou décentralisée (matériaux bruts livrés à des installations de ravitaillement). La production centralisée d'hydrogène permet d'utiliser les ressources très efficacement dans la phase de production, mais comporte des coûts de distribution plus élevés et requiert plus d'énergie. Inversement, une production décentralisée, quoique moins efficace, permet de réduire les coûts de distribution. ↻

Structures tarifaires de l'électricité

Exploiter un système de transport à véhicules à zéro émission est une activité gourmande en énergie et, par conséquent, les tarifs énergétiques jouent un rôle clé dans la rentabilité du système. Les structures tarifaires de l'énergie visent à répartir la consommation au cours de la journée ou de l'année afin d'équilibrer la consommation et la production et de favoriser la stabilité du système énergétique. Cependant, établir un tarif peut s'avérer une tâche compliquée, car de nombreux facteurs influent sur sa structure, comme les réglementations, les aspects politiques, le comportement des consommateurs et les prochaines avancées.

Les structures tarifaires imposées par les services publics pour la consommation énergétique jouent un rôle crucial dans la gestion des coûts des réseaux de transport à véhicules à zéro émission, alors que les structures de prix sous-jacentes peuvent comporter des **frais**, ² calculés en fonction de l'utilisation, de la capacité et de la nature de l'énergie. Afin d'assurer un contexte d'utilisation durable pour les services publics et les organismes de transport, des structures tarifaires efficaces et adaptées pourraient être nécessaires. Des tarifs fondés sur le type d'énergie pourraient être négociés en incorporant, par exemple, des mesures incitatives pour la consommation **hors des heures de pointe**, ³ qui réduiraient les coûts. Les défis actuels et éventuels, comme l'interaction entre les véhicules et le réseau ou le manque de maturité du transport par véhicule à zéro émission, doivent également être pris en compte dans l'établissement de nouveaux tarifs.

2

Les montants facturés aux consommateurs privés sont établis en fonction d'une combinaison de l'utilisation et du type d'énergie, tandis que les tarifs payés par les secteurs à consommation élevée sont fondés sur la capacité.

3

Pour maintenir la stabilité du réseau, les entreprises de distribution électrique doivent fournir l'énergie demandée tout en essayant de faire diminuer la consommation de pointe.



Production centralisée d'hydrogène

Production d'hydrogène

Distribution d'hydrogène par camion ou gazoduc (par exemple)

Livraison à une station de ravitaillement

Production décentralisée d'hydrogène

Production des matériaux bruts

Distribution des matériaux bruts par camion ou pipeline (par exemple)

Livraison à une station de ravitaillement où l'hydrogène est produit

Une expertise sur le plan des questions réglementaires et de l'expérience en décomposition des structures tarifaires peut aider les intervenants de réseaux de transport à établir des tarifs et à gérer plus efficacement la consommation énergétique et les comportements.

Gestion des recharges

Les organismes exploitant un important parc de véhicules à batterie électrique déploient habituellement un **système de gestion de l'énergie** ⁴ pour surveiller et contrôler le processus de recharge. Des systèmes intelligents de gestion des recharges peuvent être appliqués à tous les types de dispositifs de recharge et permettre d'établir des limites maximales d'utilisation de l'énergie tout en fournissant des statistiques en temps réel sur l'état de l'équipement de recharge et son utilisation. Des services-conseils d'experts à l'égard de la planification et du déploiement de systèmes de gestion des recharges peuvent permettre de mettre en place un système flexible et évolutif dont l'échelle pourra être adaptée aux diverses phases de croissance du parc de véhicules à zéro émission.

Production d'énergie sur place

Dépendre complètement de l'énergie du réseau expose les exploitations de transport au risque d'interruption du service. Si l'utilisation de sous-stations à double circuit sur place peut augmenter la redondance et la résilience en obtenant des alimentations de deux circuits de services publics différents, une production énergétique sur place permet de se protéger contre les pannes généralisées. ⁵

4

Les systèmes de gestion de l'énergie peuvent relier plusieurs systèmes d'exploitation de services de transport, y compris des systèmes de gestion du carburant, des systèmes de gestion de parc, des logiciels de suivi de la maintenance des véhicules, des systèmes de maintenance des installations, et plus encore.



La production énergétique sur place peut également réduire le besoin d'effectuer des mises à niveau énergétiques d'envergure et des dépenses en capital nécessaires pour acheminer une alimentation supplémentaire au site de la gare. De plus, toute énergie produite en excès peut être revendue aux services publics et permettre ainsi aux organismes de générer des revenus supplémentaires.

Miniréseaux

La combinaison d'une production énergétique et du stockage d'énergie sur place peut créer un miniréseau capable de recharger des véhicules à zéro émission. Une variété de conceptions perfectionnées de miniréseaux commence à voir le jour. Elles permettent à des sources énergétiques, comme l'énergie solaire, d'être utilisées pour recharger des véhicules sans connexion au réseau existant.

Des experts menant des recherches dans le domaine des solutions de production énergétique et des nouvelles technologies peuvent aider les prestataires de services de transport à déterminer la meilleure façon de procéder pour tirer parti des possibilités offertes par les miniréseaux. Des projets pilotes au Danemark, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et aux États-Unis sont surveillés de près. Les exploitants de réseau réalisent des investissements dans des projets de stockage énergétique utilisant des batteries qui pourraient offrir une valeur supplémentaire sur le plan des capacités d'équilibrage de leur réseau.

Plans d'urgence énergétiques

La possibilité de pannes de courant causées par des intempéries, des désastres naturels ou des défaillances techniques doit également être prise en compte et des plans d'urgence robustes et rigoureux élaborés pour limiter les interruptions de service et assurer la continuité des opérations sont nécessaires. Les organismes et les villes doivent également réviser leur planification des catastrophes et leurs plans d'évacuation en tenant compte des caractéristiques des technologies des véhicules à zéro émission sur les plans de l'autonomie, de l'infrastructure et du temps de ravitaillement et de recharge.

Des professionnels d'expérience peuvent aider les intervenants à concevoir et à mettre en œuvre des **stratégies d'urgence** 5 et de sécurité adaptées à la région pour se préparer en vue de situations de la sorte. Ces stratégies peuvent inclure la redondance offerte par des miniréseaux et d'autres sources de production d'énergie sur place qui peuvent prévenir les risques inhérents de pannes de courant et aider à réduire les interruptions de service du réseau. ⊗

5

L'installation stratégique d'une infrastructure distribuée et redondante pour soutenir les opérations durant des pannes de courant locales est l'une des stratégies d'urgence les plus efficaces pour permettre les recharges d'autobus à zéro émission.



Processus de gestion du changement

Suivre le rythme de l'évolution technologique



Partout dans le monde, des entreprises privées et des organismes publics intègrent la réduction des émissions dans leurs **stratégies d'affaires**, ¹ et d'investissement, jetant ainsi les bases d'un ciblage éventuel de nouvelles d'occasions d'amélioration de l'efficacité, de la mise en place d'une nouvelle infrastructure résiliente et de la mise à profit de possibilités de développement économique durable. La transition vers un monde à zéro émission aura une incidence sur tous les aspects du secteur des transports. La volonté des prestataires de services de transport de définir des mesures proactives et de mettre en œuvre des solutions novatrices est essentielle s'ils veulent suivre le rythme des attentes changeantes des intervenants. Dans le cadre de ce processus, les fournisseurs doivent reconnaître que la gestion du **changement organisationnel** ² est un des éléments clés de toute stratégie pour favoriser l'adoption de la technologie à zéro émission.

La transition des combustibles fossiles à la technologie à zéro émission entraînera inévitablement la venue de nouveaux acteurs sur le marché dans une variété de secteurs et de capacités, mais les organisations de transport doivent s'assurer elles-mêmes d'acquérir les connaissances et les compétences techniques pertinentes pour comprendre, exploiter, maintenir et dépanner leurs parcs de véhicules à zéro émission. Pour ce faire, le personnel de tous les échelons de l'organisation devra suivre une formation appropriée, y compris les membres de la direction, les planificateurs et programmeurs de service, les superviseurs et répartiteurs opérationnels, les conducteurs et mécaniciens, ainsi que le personnel d'exploitation et de maintenance des installations.

¹

De nombreuses entreprises dont les stratégies d'affaires comprennent des objectifs de réduction des émissions et la conversion à des énergies renouvelables exigent des changements partout dans les chaînes d'approvisionnement.

²

Au fur et à mesure que les organisations mettent en œuvre ces changements, elles indiquent aux intervenants, y compris les investisseurs, les consommateurs et les législateurs, qu'un futur alimenté par des énergies renouvelables est possible.

Planification et programmation du service

Jusqu'à présent, les planificateurs et programmeurs de service se sont concentrés sur l'optimisation de l'utilisation des véhicules et des conducteurs, sans se préoccuper beaucoup des limitations sur le plan de l'autonomie des véhicules et des exigences en matière de ravitaillement. Cependant, avec la plupart des technologies à zéro émission offertes actuellement, les limitations sur le plan de l'autonomie doivent être prises en compte, ainsi que la programmation des temps de recharge des batteries, que la recharge soit effectuée en cours de route, entre des trajets ou à la gare durant la nuit ou au milieu de la journée lorsque la fréquence de service est réduite. Lorsque les véhicules à zéro émission représenteront une plus grande proportion du parc d'un organisme, les limitations sur le plan de l'autonomie pourraient obliger les fournisseurs à augmenter la taille de leur parc pour répondre aux besoins existants des usagers. Une modélisation des capacités des plus récents véhicules à zéro émission en fonction du réseau de lignes d'un organisme pourrait être nécessaire pour éclairer les décisions relatives à l'acquisition de véhicules, et des innovations en matière de logiciel de planification pourraient aider à établir des horaires qui tiennent compte des limitations sur le plan de l'autonomie et des exigences relatives aux recharges.

Les superviseurs et les répartiteurs devront également être au courant des limitations sur le plan de l'autonomie et des exigences relatives aux recharges en affectant des véhicules à zéro émission aux services de l'organisme. ☺



Formation sur l'exploitation et la maintenance

L'étendue du programme de formation nécessaire pour effectuer la transition vers un parc de véhicules à zéro émission dépend des connaissances actuelles du personnel à l'égard de cette technologie. Les conducteurs doivent suivre une formation sur le freinage par récupération et les caractéristiques d'accélération des véhicules à zéro émission pour obtenir le rendement opérationnel attendu ainsi qu'une formation sur les protocoles de recharge en cours de route. De plus, la formation du personnel des installations doit être axée sur les exigences en matière de recharge et de ravitaillement, sur l'amélioration de la compréhension des protocoles de recharge à la gare et sur les procédures et configurations de stationnement appropriées durant la nuit. Si le niveau de formation en maintenance requis dépend des technologies précises qui sont adoptées, le personnel doit au moins acquérir des connaissances et des compétences liées aux moteurs à traction électrique, aux onduleurs, aux batteries et aux tensions élevées, ainsi qu'une formation sur la sécurité électrique. Une formation adéquate permet de s'assurer que toutes les procédures de sécurité relativement à la haute tension, de l'équipement de protection individuelle (EPI) et des outils spécialisés sont en place.

Des services-conseils d'experts peuvent faciliter le développement de nouvelles procédures de maintenance normalisées ainsi que de procédures d'exploitation et de formations normalisées pour les recharges de batteries ou les ravitaillements en hydrogène.

De plus, une formation pour les intervenants d'urgence et les ouvriers des services publics devrait être offerte afin que, advenant un accident, les facteurs liés aux tensions élevées et dangers chimiques soient pris en compte.

L'expertise d'experts-conseils peut être mise à profit durant les processus de demande de propositions et de négociation de contrats pour l'acquisition de véhicules et aider les organismes à établir des exigences relatives aux formations fournies par les fabricants d'équipement d'origine. Des services-conseils supplémentaires peuvent être dispensés durant le développement de programmes de formation complets, y compris des programmes de formation auxiliaires qui tirent parti des connaissances et des compétences nouvellement acquises par le personnel clé afin d'offrir des **formations complémentaires** ³ aux mécaniciens et aux autres ressources de main-d'œuvre internes.

Conventions collectives et niveaux de dotation du personnel

Les compétences requises pour gérer et maintenir un parc de véhicules à zéro émission pourraient être très différentes de celles qui sont requises pour des véhicules à combustible traditionnel. Gérer la transition vers des véhicules à zéro émission fera intervenir des négociations sur le plan des relations de travail, car les changements associés à l'adoption de cette technologie modifieront inévitablement le cadre de travail des conducteurs, des mécaniciens et du personnel des installations. Travailler avec de l'équipement à haute tension, participer à de nouveaux **programmes de formation**, ⁴ obtenir de nouvelles certifications et définir de nouvelles classifications de la main-d'œuvre entraîneront tous la nécessité d'apporter des modifications aux conventions collectives existantes. De plus, au fur et à mesure que le parc de véhicules à zéro émission grandit, les niveaux de dotation en personnel de l'organisme doivent être évalués conjointement avec les exigences changeantes relatives à la main-d'œuvre, afin de s'assurer de bénéficier des niveaux de couverture appropriés.

3

Les fabricants d'équipement d'origine fournissent des manuels d'exploitation et de maintenance. Des formations supplémentaires sont offertes par des tiers.

4

La formation requise devrait être axée sur les systèmes électriques propres aux technologies à zéro émission, car les autres caractéristiques et fonctionnalités des systèmes électriques standard sont semblables à celles des systèmes de parc de véhicules diesel actuels.

Une expertise en négociations patronales-syndicales peut aider les dirigeants à réaliser des évaluations rigoureuses des conventions collectives afin de déterminer clairement les incidences de l'adoption de la technologie à zéro émission. De l'assistance supplémentaire peut être fournie pour élaborer de nouvelles classifications de main-d'œuvre internes et restructurer les exigences liées aux ressources de main-d'œuvre en fonction de l'expansion du parc et des stratégies d'adoption des futures technologies à zéro émission.

Planification en vue du changement

L'obtention de services-conseils d'experts du secteur des technologies à zéro émission peut aider les prestataires de services de transport à élaborer des processus de gestion du changement. Des conseils stratégiques et des évaluations rigoureuses des lacunes organisationnelles peuvent aider les prestataires de services de transport à garantir l'efficacité et l'efficience de leur transition. Une expertise en négociations avec des intervenants externes peut également faciliter la transition, particulièrement en ce qui a trait aux services publics, qui doivent prendre part à la conversation. Des experts-conseils peuvent aider les organisations à orchestrer et à mettre en œuvre les remaniements internes sur les plans de la culture, des politiques et des pratiques de l'entreprise, ce qui est une étape essentielle d'une transition sans heurts pour les membres de la direction et le personnel. Se doter d'un plan de gestion du changement qui incorpore toutes les facettes de la transition vers les véhicules à zéro émission permet d'uniformiser les processus et de surmonter plusieurs des obstacles potentiels au changement. ⊗



Conclusion

Transition vers la technologie à zéro émission : ouvrir la voie vers un futur plus propre favorisant l'efficacité

Le rythme auquel les changements s'opèrent dans le secteur des transports laisse peu de place à la procrastination. Pour suivre le pas, des mesures proactives doivent être prises à l'échelle du secteur, ce qui requiert de nouveaux degrés de coopération, la refonte des modèles d'affaires, des innovations sectorielles, une recherche ciblée, de l'expérimentation et une planification à court et à long terme.

En adoptant une approche à la planification axée sur l'avenir, les organismes de transport peuvent tenir compte des préoccupations environnementales et progresser vers un futur plus positif grâce à l'efficacité opérationnelle accrue et la prestation continue de services pour les usagers et les collectivités dont la mobilité dépend entièrement des transports en commun. Le lancement du processus de transition vers la technologie à zéro émission à grande échelle effectué aujourd'hui aidera également les organismes à se préparer à l'interne en vue de la mise en œuvre d'éventuelles innovations qui continueront de propulser le secteur des transports à l'avant-garde.

Alors que les années consacrées à la recherche et au perfectionnement des véhicules à zéro émission et de l'infrastructure de soutien continuent de produire des résultats, des technologies plus abordables et accessibles sont mises en marché de plus en plus fréquemment. Par exemple, l'augmentation de la durée de vie des batteries associée à la diminution de la taille et du poids des batteries permet aux organismes de transport de tirer parti d'options de plus en plus rentables qui peuvent couvrir l'envergure et la portée du réseau qu'ils exploitent. Une transition harmonieuse vers une exploitation à zéro émission dépend également largement des avancées technologiques d'acteurs externes. Ce processus requiert une étroite collaboration afin de garantir l'avancement de toutes les facettes d'une exploitation à zéro émission.

En plus d'être un mode de transport, les transports en commun sont un outil de renforcement social qui influe sur les décisions d'investissement et qui favorise le développement et la dynamisation de l'économie.



La justification économique de l'adoption de la technologie à zéro émission continue de devenir de plus en plus évidente à chaque avancement technologique. De plus, cette technologie ouvre la voie à des avantages opérationnels considérables à long terme alors que les coûts liés à l'achat, à l'exploitation et à maintenance de véhicules à zéro émission devraient diminuer. Les systèmes de transport à zéro émission offrent des solutions durables, dont l'augmentation de l'efficacité énergétique, des avantages économiques à long terme et la réduction des émissions de carbone qui permettent à la planète de mieux respirer.

WSP est un chef de file dans le domaine des véhicules à faible et à zéro émission et a aidé des organismes de transport (petits et grands) sur tous les continents à optimiser leurs opérations et à adopter de nouvelles technologies. Notre expertise, développée au fil des années, a favorisé la création d'une approche de planification, de conception et de gestion globale fondée sur une vaste expérience et combinée aux capacités d'adaptation et de réactivité requises pour aider le secteur public ou privé à mettre en œuvre des programmes exigeants.

Les experts de WSP peuvent aider les organismes de transport à naviguer dans le cycle de vie complet de la transition vers la technologie à zéro émission: élaboration de projets pilotes à court terme et de plans de transition à long terme, conception de stratégies d'acquisition et recommandation d'une marche à suivre pour effectuer une mise en œuvre à grande échelle. Notre expertise s'étend au secteur de l'énergie, alors que nos professionnels autour du monde participent à la recherche et au développement de solutions novatrices pour nos clients.

Nous possédons également l'expérience et le savoir-faire nécessaires pour établir des relations avec les intervenants et faciliter les changements de culture organisationnelle requis pour assurer une transition harmonieuse à tous les échelons.

L'avenir se prépare dès aujourd'hui et WSP possède l'expérience et l'expertise requises pour vous accompagner tout au long du parcours. ☒

WSP
en action



Californie, États-Unis

Plan directeur pour le parc d'autobus à zéro émission du réseau de transport du comté de Los Angeles

Œuvrant au nom de la Los Angeles Metropolitan Transportation Authority (Metro) dans le cadre d'un projet conjoint avec STV, WSP réalise actuellement l'analyse du réseau de Metro qui comprend 165 lignes d'autobus et de service rapide par autobus et 11 installations de maintenance. Cela a pour but de faire des recommandations relatives à l'acquisition d'un nouveau parc d'autobus et à la création de plans conceptuels des modifications qu'il faut apporter aux installations pour prendre en charge le parc. Le plan directeur fournit un programme de mise en œuvre avec phases annuelles qui aidera Metro à se doter d'un parc entièrement composé d'autobus à zéro émission d'ici son objectif de 2030 (dix ans avant le mandat imposé par l'État). Il comprend également des recommandations relativement à la formation, à la planification de la sécurité, à la planification d'urgence et à la cybersécurité pour son parc d'autobus.

L'organisme s'est engagé à acquérir le plus gros parc d'autobus à zéro émission aux États-Unis, qui sera aussi l'un des plus gros au monde.

Si le plan directeur crée un échéancier pour la transition vers un parc entièrement électrique, les planificateurs sont également en train d'évaluer les trajets actuels pour déterminer s'ils doivent être modifiés en fonction de ces véhicules. Un des principaux défis liés au plan directeur concerne les capacités de recharge des batteries de chaque autobus à zéro émission. Pour répondre aux besoins actuels et éventuels, le plan directeur évalue également la possibilité d'utiliser des installations de transfert de passagers et des points d'escale comme emplacements de recharge intermédiaire.

Des avancées dans le domaine de la technologie intelligente peuvent également aider des réseaux comme celui de Metro à évoluer et à se transformer en un système plus efficace et adaptable pour les usagers. Par exemple, les autobus actuels sont de plus en plus dotés de fonctions de surveillance des véhicules pour obtenir de l'information sur les usagers, de systèmes de surveillance dynamique en temps réel et de technologies de communication entre les véhicules. Ces systèmes ainsi que d'autres seront mieux intégrés pour gérer la consommation d'énergie dans l'avenir.

Comté de King, Seattle, Washington, États-Unis

Analyse de mise en œuvre d'autobus à zéro émission

Le secteur du transport est responsable de la moitié des émissions de carbone dans le comté de King. L'organisme King County Metro s'attaque à ce défi de nombreuses façons. Une première étape importante de l'atteinte des objectifs relatifs au climat de l'organisme consiste à consacrer des ressources et à tirer parti de fonds fédéraux pour acquérir un parc d'autobus électriques. En avril 2016, le conseil du comté de King a adopté la motion 14633, qui va au-delà de ces premières mesures, en chargeant King County Metro de préparer et de transmettre un rapport de faisabilité qui présente et analyse des stratégies de mise en place d'un parc de véhicules à zéro émission ou carboneutres d'ici 2040 et qui présente les obstacles à l'atteinte de cet objectif. Metro a reçu la subvention « Low or No Emission Vehicle Deployment Program (LoNo) » d'un montant de 3,3 millions de dollars américains de la Federal Transit Administration (FTA), qui a contribué à l'acquisition de huit véhicules à batterie électrique supplémentaires et de l'infrastructure de recharge connexe.

À titre de sous-consultant de l'équipe d'experts-conseils de Metro, WSP a fourni une assistance technique afin d'élaborer des plans à court et à long terme pour la transition vers un parc à zéro émission. L'analyse a également guidé la révision suivante du plan de transport à long terme.

Dans une optique de préparation en vue de l'avenir, l'analyse a abordé comment des améliorations technologiques actuelles et à venir auront probablement une incidence sur les coûts, l'autonomie, la durée des batteries et les types de véhicules disponibles. Elle a également couvert tous les aspects de la technologie de recharge et l'incidence sur les caractéristiques de service, les coûts de cycle de vie et les problèmes d'acquisition, y compris une analyse des technologies de recharge en cours de route et en gare. Enfin, elle a aidé à déterminer et à évaluer l'importance des obstacles technologiques, politiques, propres au marché et commerciaux qui freinent le développement de véhicules évolués, y compris la technologie de propulsion.



Lima, Pérou

Étude de faisabilité et projet pilote pour le service d'autobus électriques de Lima

En 2017, WSP a été mandatée par la Global Sustainable Electricity Partnership (GSEP) afin de mener une étude de faisabilité relative à l'introduction de transports en commun électrifiés en milieu urbain à Lima, au Pérou, avec un parc d'autobus à batterie électrique. L'objectif du projet consistait à étudier la faisabilité d'intégrer complètement des autobus électriques à batterie dans une ligne de transports en commun. WSP a analysé et évalué les possibilités d'un projet pilote relativement aux autobus électriques en utilisant son outil de simulation de l'optimisation du cycle de vie des batteries (BOLT) exclusif. WSP a calculé un coût de cycle de vie total pour les autobus électriques qui tient compte des économies sur les coûts de maintenance et les dépenses en capital durant le cycle de vie complet des véhicules ainsi que les avantages socio-économiques et environnementaux, comme une réduction des émissions et du bruit.

De plus, WSP a élaboré des spécifications techniques relatives aux autobus électriques à batterie qui sont fondées sur les performances et qui se conforment aux exigences en matière de véhicules de l'organisme Instituto Metropolitano Protransporte de Lima (Protransporte). WSP a également fourni du soutien à l'égard du déploiement d'un inspecteur d'assurance qualité à l'usine de fabrication des autobus en Chine.

Pour coïncider avec le lancement des autobus à batterie électrique de la ligne 201 sur le couloir Javier Pardo, WSP a élaboré une stratégie pilote pour recueillir des données sur une période de deux ans et intégrer ces données dans un rapport de reproductibilité afin de déterminer les possibilités d'adopter les autobus électriques à batterie à plus grande échelle. Les données recueillies proviennent des dossiers de maintenance des véhicules, de la consommation en énergie en temps réel, de la surveillance des performances ainsi que des rétroactions des conducteurs et des usagers.

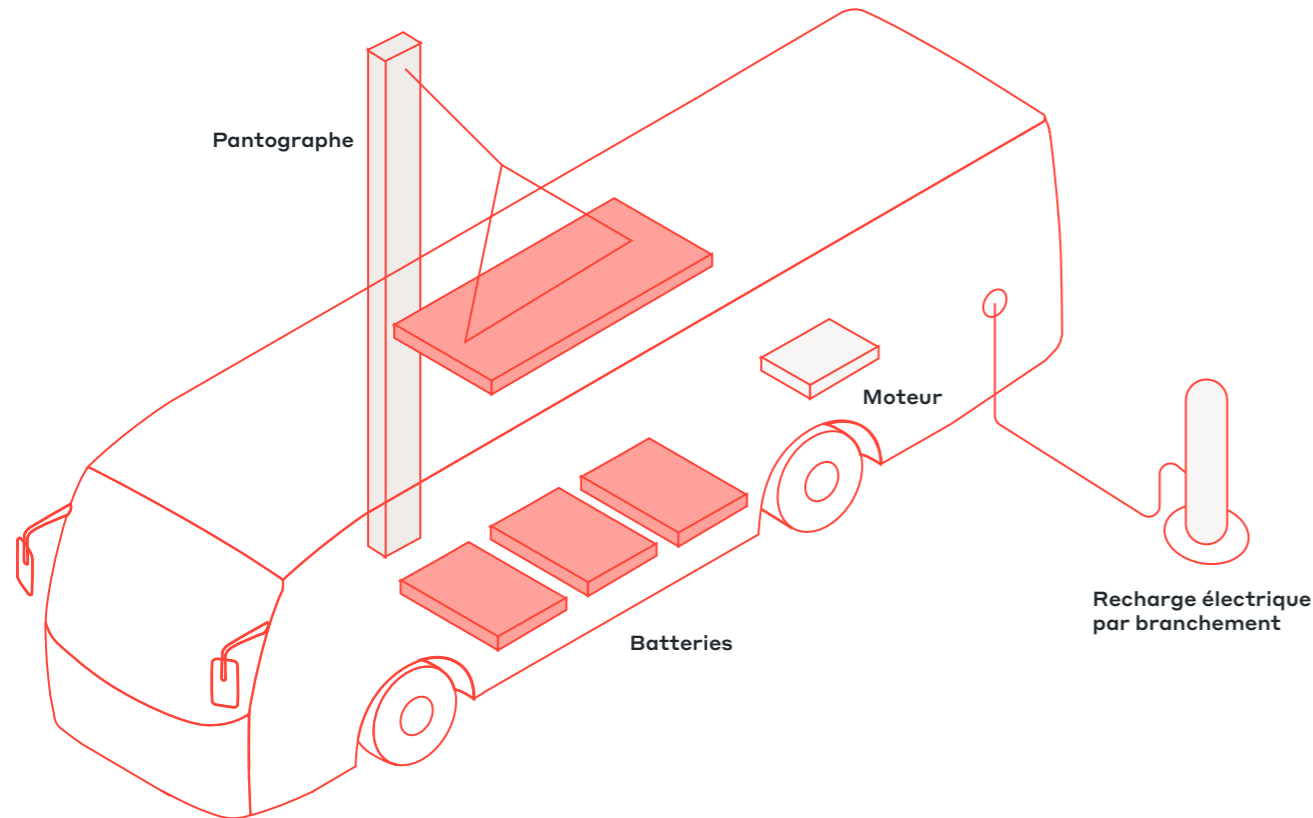
WSP a également effectué l'évaluation de site de l'emplacement (Patio) où les autobus à batterie électrique seront garés et rechargés afin de faire des recommandations pour améliorer la sécurité et les aspects opérationnels du projet pilote. En prévision du lancement, WSP a offert un volet formation de trois jours sur place à Lima aux exploitants locaux et aux intervenants liés au projet. Cette formation couvrirait les leçons apprises dans le cadre de déploiements d'autobus électriques à batterie autour du monde ainsi qu'une analyse des implications liées à la maintenance d'autobus électriques à batterie, à la sécurité, à l'infrastructure de recharge et à l'incidence sur les opérations.

Linköping, Suède

Électrification du transport par autobus

En 2018, WSP a été mandatée par Östgötatrafiken, l'organisme de transports en commun de la province d'Östergötland, en Suède, pour mener une étude de faisabilité de l'électrification du système d'autobus de la ville de Linköping. Cette étude devrait servir de base de connaissances pour éclairer les décisions prises par l'organisme à l'avenir. WSP s'est attaquée à la tâche en trois phases en commençant par une étude détaillée de plusieurs scénarios visant l'introduction d'autobus électriques. La deuxième phase était axée sur les possibilités d'une intensification de l'électrification en fonction des scénarios susmentionnés, tandis que la phase finale portait sur les problèmes en matière d'acquisition qui devraient être réglés avant d'introduire des autobus électriques durant la prochaine période contractuelle. WSP a ainsi mené des analyses documentaires et des entrevues avec des intervenants clés et des participants du marché, en plus d'organiser des ateliers et des réunions avec des représentants d'Östgötatrafiken.

L'étude de WSP a permis de conclure que l'électrification dans la ville de Linköping était possible sans engendrer de coûts considérablement plus élevés, en plus de déterminer les risques potentiels d'une telle transition. WSP a également déterminé que le réseau électrique de la ville sera en mesure de répondre à la demande supplémentaire en énergie découlant d'une exploitation d'autobus électriques. En résumé, le rapport de WSP a fourni une analyse des répercussions des coûts liés à l'introduction de ces véhicules, de l'impact environnemental, de la consommation énergétique et de l'incidence sur le réseau électrique.



Stockholm, Suède

Électrification du transport à Stockholm en 2030

Dans le cadre d'un projet pour accélérer la transition vers un transport à zéro émission, WSP a été retenue par plusieurs acteurs du secteur, y compris Vattenfall, Ellevio, Volkswagen et Scania, afin d'élaborer un plan d'action pour l'électrification de tout le transport à Stockholm, la capitale de la Suède. Ce plan audacieux couvre tous les types de moyens de transport, y compris les voitures privées, le transport commercial et l'équipement lourd.

En collaboration avec divers intervenants, l'équipe de WSP a déterminé les défis et les possibilités à venir relativement à la transition vers un système de transport entièrement électrique, en utilisant des facteurs de durabilité économique, environnementale et sociale pour jeter les bases des activités et les jalons du plan.

Plusieurs solutions novatrices ont été proposées pour s'attaquer au défi révolutionnaire que représente l'électrification de tout le transport dans une ville aussi grande que Stockholm, y compris des évaluations de la façon dont les centres de logistique pourraient être utilisés pour transférer des biens de véhicules traditionnels à des véhicules électriques. Le plan d'action a déterminé les changements législatifs et réglementaires nécessaires, a proposé des innovations et a tracé les grandes lignes du type d'infrastructure qui serait requis pour une telle entreprise. De plus, WSP a mis en évidence les conséquences de la mise en œuvre des mesures recommandées dans le plan d'action sur les divers secteurs et la société au complet.

Tirant parti d'une expertise globale liée aux villes intelligentes, aux questions de durabilité et plus encore, les professionnels de WSP Suède et d'ailleurs dans le monde ont contribué à ce projet afin de fournir une compréhension claire de la complexité des défis à venir et de proposer de nouvelles idées évolutives pour tirer profit des possibilités infinies que la technologie actuelle et celle de demain peuvent offrir.

Personnes-ressources clés



Anaïssia Franca
anaissia.franca@wsp.com
1 Canada



Jim Wensley
jim.wensley@wsp.com
2 États-Unis



Are Kristiansen
are.kristiansen@wsp.com
4 Norvège



Joseph Wong
joseph.wong@wsp.com
7 Asie



Nick Roberts
nicholas.roberts@wsp.com
1 Canada



Giles Perkins
giles.perkins@wsp.com
3 Royaume-Uni



Oier Lopez de Brinäs
oier.lopez@wsp.com
5 Suède



Brian Smith
Brian.Smith@wsp.com
8 Australie



Frank Banko
frank.banko@wsp.com
2 États-Unis



Matt Croucher
matt.croucher@wsp.com
3 Royaume-Uni



Noor Hajir
noor.hajir@wsp.com
6 Moyen-Orient



Kristian Jensen
kristian.jensen@wsp.com
9 Nouvelle-Zélande

© WSP Canada inc., 2020. Tous droits réservés.
Le contenu de cette publication ne peut pas être reproduit, en tout ou en partie, sans autorisation préalable de l'éditeur.

GL-MK-WP-RT-001-EN-202010



WSP est l'une des plus grandes entreprises de services professionnels au monde. Nous sommes engagés envers nos communautés locales et nous nous distinguons par notre savoir collectif international. Nous sommes des experts techniques et des conseillers stratégiques regroupant des ingénieurs, techniciens, scientifiques, architectes, planificateurs, arpenteurs-géomètres et spécialistes de l'environnement, ainsi que des spécialistes du design et de la gestion de programmes et de la construction. Nous concevons des solutions durables pour de nombreux secteurs : transport et infrastructures, bâtiments, environnement, énergie, ressources, ainsi qu'industrie. Nous offrons, en outre, des services-conseils stratégiques. Avec environ 49 000 employés de talent travaillant dans des bureaux situés à travers le monde, nous concevons des projets qui accompagneront la croissance des sociétés pour les générations à venir.



WSP Global Inc.
1600 boul. René-Lévesque Ouest
11^e étage, Montréal (Québec)
H3H 1P9

wsp.com