



Date de dépôt : 24 mars 2025

Rapport

de la commission des travaux chargée d'étudier le projet de loi du Conseil d'Etat ouvrant un crédit d'investissement de 16 900 000 francs pour la réalisation des infrastructures pour les nouvelles lignes de bus électriques à recharge rapide

Rapport de Grégoire Carasso (page 4)

Projet de loi (13586-A)

ouvrant un crédit d'investissement de 16 900 000 francs pour la réalisation des infrastructures pour les nouvelles lignes de bus électriques à recharge rapide

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève décrète ce qui suit :

Art. 1 Crédit d'investissement

¹ Un crédit de 16 900 000 francs (y compris le renchérissement) est ouvert au Conseil d'Etat pour la construction de stations de recharge électrique permettant le déploiement de nouvelles lignes de bus électriques à recharge rapide.

² Il se décompose de la manière suivante :

– Travaux de génie civil	2 400 000 francs
– Equipements électriques	10 530 000 francs
– Taxe de raccordement Services industriels de Genève (SIG)	1 800 000 francs
– Honoraires	650 000 francs
– Activation interne	620 000 francs
– Renchérissement	900 000 francs
Total	16 900 000 francs

Art. 2 Planification financière

¹ Ce crédit d'investissement est ouvert dès 2025. Il est inscrit sous la politique publique M – Mobilité.

² Il se décompose de la manière suivante :

– Construction (rubrique 0611 5030)	3 200 000 francs
– Equipement (rubrique 0611 5060)	13 700 000 francs
Total	16 900 000 francs

³ L'exécution de ce crédit est suivie au travers de numéros de projet correspondant au numéro de la présente loi.

Art. 3 Amortissement

L'amortissement de l'investissement est calculé chaque année sur la valeur d'acquisition (ou initiale) selon la méthode linéaire et est porté au compte de fonctionnement.

Art. 4 Utilité publique

L'ensemble des travaux pour les mesures prévues dans la présente loi est déclaré d'utilité publique au sens de l'article 3, alinéa 1, lettre a, de la loi sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, du 10 juin 1933.

Art. 5 Loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat

La présente loi est soumise aux dispositions de la loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat, du 4 octobre 2013.

Rapport de Grégoire Carasso

Le Grand Conseil, lors de sa session du 13 février 2025, a renvoyé sans débat le projet de loi 13586 à la commission des travaux (ci-après la commission). Celle-ci l'a étudié lors de ses séances des 18 février et 4 mars 2025 sous la présidence de M^{me} Angèle-Marie Habiyakare. La commission a été assistée par M. Stefano Gorgone, secrétaire scientifique au SGGC, et M. Matthias Bapst, responsable du budget des investissements au DF. Les procès-verbaux de ces séances ont été rédigés avec précision par M. Arnaud Rosset. Que ces personnes soient remerciées du soutien apporté aux travaux de la commission.

Auditions de MM. Pierre Maudet, conseiller d'Etat, et Benoît Pavageau, directeur des transports collectifs, professionnels et du développement multimodal (DSM)

M. Maudet rappelle que ce crédit fait écho à l'électrification du parc des véhicules des TPG voté en fin de législature précédente (700 millions de francs pour une électrification totale du parc à l'horizon 2030). Le corollaire de cette électrification ce sont les adaptations de l'infrastructure. Il est ici question du projet TOSA, de biberonnage, de pompage électrique aux stations et aux arrêts. Ce projet a joué un rôle important aussi bien sur le plan économique que sur le plan de l'innovation. C'est la même technologique, mais avec un nombre de biberonnages plus restreints. En 2016-2017, ils ont lancé des tests sur la ligne 23 et ils n'ont, aujourd'hui, plus besoin de biberonner l'électricité quasiment à chaque arrêt. Il s'agit d'offrir, dans la perspective de 2030 sur le réseau des bus, ces bornes de recharges rapides.

M. Pavageau (voir annexe 1) rappelle les règles qui régissent les infrastructures et le matériel roulant conformément à la loi sur les TPG. Le canton est propriétaire des infrastructures. Quand il y a une ligne aérienne de contact pour un trolley, un point de biberonnage pour un TOSA ou des rails, c'est la propriété et c'est dans le patrimoine du canton. C'est le canton qui l'amortit et c'est donc le Grand Conseil qui décide directement, via les projets de lois d'investissement, des travaux correspondants. Pour le matériel roulant, c'est l'opérateur qui en est propriétaire et c'est à travers des contrats de prestations que le canton accorde les moyens financiers pour financer l'amortissement de ce matériel roulant qui est exploité pour les transports publics. Cela ouvre droit à des subventions que le Grand Conseil a votées 3 ans auparavant une subvention à hauteur de 350 millions de francs. Il ne s'agit pas d'une subvention inutile puisque cette subvention a permis de diminuer au

prorata la facturation des amortissements. Voilà pourquoi c'est le canton qui vient solliciter un crédit d'investissement pour les équipements électriques liés aux TOSA.

Dans le cadre du PATC approuvé par le Grand Conseil l'année passée, il y a un plan de basculement progressif de bus diesel en bus électrique. Ce sont soit des bus de 18 mètres pour les lignes 1, 5 et 11, soit des bus de 24 mètres pour les lignes 6, 10 et 19. Pour permettre l'exploitation, il y a une mutualisation. Quand ils ont fait la ligne TOSA en 2017, pour la seule ligne 23, donc entre les Tours de Carouge et l'aéroport, il y a eu besoin de déployer 14 points de recharge, donc 1 à chaque terminus et 12 en ligne. Il y en avait 8 dans le sens de la montée, car les bus consomment plus d'électricité quand ils doivent monter de Lancy au plateau d'Onex. Dans l'autre sens, il n'y en avait que 5. Pour une seule ligne, il y avait 14 points de recharge. Pour les 6 nouvelles lignes, il y a 15 points de recharge. Il y a 3 corridors, chaque corridor a un point de recharge intermédiaire par ligne et il y a un point de recharge à chaque terminus. Pour 2 lignes de e-bus, il y a 2 points de recharge en ligne et 2 points de recharge en terminus, ce qui permet de limiter drastiquement les investissements. Pour arriver à ce constat, ils ont fait un benchmark sur la vraie consommation et sur le vrai niveau des batteries. Il a été démontré que, sur la ligne 23 en particulier, les batteries restaient remplies beaucoup plus que ce qu'ils avaient modélisé. Ils ont donc beaucoup moins besoin de les recharger.

Concernant le montage financier, M. Pavageau explique qu'il est complexe en raison de la progressivité de ces opérations. Le Grand Conseil a voté la loi H 1 50, qui intégrait des lignes électriques : la ligne Genève-Vernier-ZIMEYSA et le BHNS axe Frontenex. Il y avait là des postes identifiés avec équipements électriques. Il y avait donc déjà 2 lignes budgétaires, à peu près 6 millions pour GVZ et 4,1 millions pour Frontenex. En 2018, le Grand Conseil a voté la loi 12254 sur la continuité de la ligne 23. Cette loi incluait 3 opérations pour 53 millions. La partie bus électriques représentait 15,2 millions. Il s'agissait de la transformation de la ligne 4 entre Rive et Aéroport et de la ligne 22. Depuis 2018, il y a eu 2 PATC : le PATC 1823 et le PATC qu'ils ont approuvé et qui amène jusqu'en 2029. Il y a eu des mises à jour. La ligne 4 s'appelle désormais la ligne 5. Il y a eu depuis la décision d'étudier la réalisation d'un tramway tangentiel sur le corridor de la ligne 22. Il a donc été préconisé de ne plus prioriser le passage en bus électrique de la ligne 22, qui serait un investissement inutile si, quelques années après, ça devenait un tramway. Il y a donc eu une réorientation sur ce projet. Il y a finalement eu le développement des 6 lignes décidées dans le cadre du PATC. Au total, pour équiper ces 6 lignes, il y a un besoin de 42,15 millions et, au

travers des 2 lois précédentes qu'il vient d'exposer, le Grand Conseil avait déjà adopté 25,25 millions. Le complément s'élève donc à 16,9 millions. Il présente le détail par ligne. Il est indiqué pour chaque arrêt le montant et les différentes utilisations des lois qui étaient déjà financées et qui aboutissent au différentiel. Le tableau est en valeur du projet de loi précédent, ce qui fait qu'il s'agit de 16 millions avec une actualisation de 900 000 francs, ce qui fait un montant de crédit total de 16,9 millions.

Un député S indique ne pas avoir eu le temps de retrouver le calendrier lié à l'investissement dans les e-bus (PL 13059), mais il croit se souvenir que le déploiement était assez rapide avec des véhicules qui arriveraient dès 2025 pour la partie e-bus. Le timing n'est-il pas très court avec ce crédit ? Est-ce qu'un retard a été pris ? M. Pavageau répond par la négative. Les premiers bus arriveront fin 2025, car ils sont liés au projet GVZ. La première ligne de déploiement est sur la route de Vernier en direction de la ZIMEYSA et vers le secteur de Canada, au sud de Vernier. C'est un projet complexe à déployer. Les premières autorisations ont été accordées l'année passée et les premiers travaux ont débuté. Ils espèrent avoir les dernières autorisations d'ici l'été sur la partie genevoise. Les travaux continueront et ils seront dans les temps.

Le député S interroge la différence de calendrier et de réalisation entre les BHNS qui quittent le trolley pour devenir des bus, et les petits bus. M. Pavageau précise que la subvention de 350 millions accordée par le Grand Conseil porte aussi sur des bus sur batterie charge lente. Il s'agit de plus petites batteries pour des plus petits bus, de 12 à 14 mètres, qui n'ont pas besoin d'avoir une recharge tout au long de la journée. Ces bus sont déjà en déploiement depuis l'année passée sur les lignes de campagne ou sur les lignes secondaires, supérieures à 25. En réponse au député qui demande si le projet de loi porte également sur les bornes de recharge de ces plus petits bus, M. Pavageau répond par la négative. Il s'agit exclusivement des bornes en ligne, des équipements nécessaires à l'exploitation sur le territoire des bus TOSA, ou e-bus.

Le député S relève que la ligne 11 est mentionnée. M. Pavageau explique que la ligne 11 circule entre le Jardin botanique et les Eaux-Vives. Elle bascule de diesel à e-bus avec recharge. En réponse au député qui s'interroge sur la ligne 23, M. Pavageau répond qu'il n'y a pas de modifications des structures de bornes prévues avec ce crédit. Ils n'ont pas encore prévu de déposer les bornes de la ligne 23, mais ils y réfléchissent, car cela pourrait constituer un stock de pièces de rechange. Il y a un peu trop de bornes de prévues et ils réfléchissent donc à créer du stock de pièces détachées, car, dans ces technologies, ce qui est le plus suranné, ce sont les pièces détachées. Pour

optimiser la durée de vie, les TPG vont sans doute proposer une dépose de 2 ou 3 points de recharge de la ligne 23.

Dans un autre registre, le député S rappelle que le Grand Conseil avait longuement discuté, dans le cadre du projet de loi 13059, de l'enjeu « trolley versus e-bus ». En effet, quelles que soient les avancées technologiques, une recharge aura toujours un moins bon ratio énergétique qu'un trolley. A cette époque, il avait été évoqué que seules les lignes 6 et 19 de trolley seraient déséquipées pour basculer en e-bus. Qu'en est-il de la ligne 10 indiquée dans le PL 13586 ?

M. Pavageau explique qu'il s'agit du corridor rive droite – avenue de Lyon. Il y avait 3 lignes proches de l'HEPIA. C'est pour cela que ce sont les lignes 10, 6 et 19. Le député S se demande ce que fait la ligne 10 quand elle bifurque pour l'aéroport. M. Pavageau explique que la ligne 10 arrive en fin de vie, car il s'agit de vieux bus de 24 mètres. Il y a donc aussi l'opportunité de racheter une nouvelle génération. C'est pour cela que les TPG ont inclus la ligne 10 dans les e-bus. M. Maudet ajoute qu'il n'y a plus de bornes entre les Franchises, là où il bifurque, et l'aéroport, puisqu'il rebiberonne à l'aéroport.

Enfin, le député S relève que certains milieux, dont il n'est pas étranger, font un suivi très attentif de ces enjeux, avec un vrai doute sur le bilan énergétique et l'aspect opérationnel. Pour les lignes 6 et 19, il y avait l'opportunité des travaux sur tout l'axe. Sauf erreur, la thématique du 10 n'avait pas été abordée, même s'il comprend que ce n'est que sur sa partie rue de Lyon – aéroport. Il y a donc de nouveaux équipements de trolleybus qui vont être supprimés.

M. Pavageau explique que cet équipement ne sera, pour l'instant, pas démonté. La Ville n'a pas de projet de refaire la rue des Franchises. L'équipement sera donc maintenu en état. C'est la position actuelle. C'est à l'occasion de réaménagements urbains qu'il y a une dépose. Cela ne crée pas de nouvelles lignes supplémentaires. Il y a un maintien du réseau trolley. A la différence des ratios énergétiques (favorable au trolley), les véhicules qui ont le plus de pannes techniques sont les trolleys (avec les déperchages et reperchages, croisements de lignes, etc.), puis les trams, puis les bus. Enfin, il y a aussi un contexte économique. L'année passée, une grosse société belge, Van Hool, qui est le premier fournisseur des TPG, a fait faillite. Il y a de moins en moins de fabricants, en Suisse et en Europe, qui sont capables de fournir des trolleys parce que les industriels ne proposent plus que des bus électriques ou des hybrides, et de moins en moins de bus diesel, dans leur catalogue. Le tissu industriel fait qu'ils ne sont pas capables de se fournir. S'ils avaient décidé de réélectrifier tout le temps, les délais de fabrication sont très longs. Lausanne a commandé un renouvellement et ils doivent attendre 5 ans pour

obtenir les véhicules. C'est plus long que pour une gamme tramway. Il y a donc des plus et des moins.

Un député UDC demande si Van Hool continue de fabriquer ou s'ils se sont axés uniquement sur l'électrique et ont arrêté les trolleys. M. Pavageau explique qu'ils ont été rachetés par une société néerlandaise qui s'appelle VHL qui s'est focalisée surtout sur les bus interurbains, plutôt en Amérique du Nord. Ils ont repris 250 salariés sur 4000. VHL fabrique des bus, mais pas de trolleys. De manière générale sur le plan de l'offre européenne, il y a Hess en Suisse, Heuliez en France et Solaris en Pologne. En réponse au député, M. Pavageau explique que Stadler ne fait que des trains et des trams.

Le député UDC relève que l'on se dirige vers la disparition partielle probable des trolleybus au profit de bus électriques. M. Pavageau explique que, quand il y a un réaménagement et qu'ils doivent déposer les poteaux, comme cela a été le cas sur les lignes du 6 et du 19, cela coûte plus cher de déposer les poteaux et de les remplacer et de tirer une nouvelle ligne, que de remplacer par la technologie TOSA. C'était le premier choix d'orientation technologique qu'avait donné le précédent Conseil d'Etat. Aujourd'hui, les riverains se demandent pourquoi ils mettent des lignes pour faire rouler des bus alors que les bus sont électriques. Cependant, ce n'est pas une cessation brutale puisqu'il y a des lignes qui existent et qui vont être renouvelées. Quand il n'y a pas d'opportunité de déposer la ligne, les TPG vont lancer un appel d'offres pour un renouvellement sur les lignes actuelles, mais pas sur de nouvelles lignes ou sur des lignes qui sont désinvesties dans le cadre d'aménagements publics. Aujourd'hui, il y a encore des trolleys pour les 18 prochaines années sur certaines lignes des TPG. En réponse au député UDC, M. Pavageau confirme que cela se planifie sur le long terme et il ajoute qu'une commande met 4 ans pour la livraison.

Le député UDC se demande s'ils vont également vers un développement hybride en parallèle. M. Pavageau indique que les hybrides sont en place à Genève depuis le milieu de la décennie précédente. Le député demande s'ils vont continuer dans cette voie. M. Pavageau répond par la négative. Le Conseil d'Etat et le Grand Conseil ont adopté une électrification à 100% de la flotte d'ici à l'horizon 2030. Ce seront donc des bus 100% électriques et il n'y aura pas de mixtes. Les premiers qui s'arrêtent complètement sont les bus diesel des années 2000. Il y a des bus qui roulent encore qui sont hybrides. L'hybridation est de 5 à 10%, pas comme pour un véhicule individuel. Progressivement, ces véhicules sont remplacés par du 100% électrique, soit des petits bus sur charge la nuit, soit des systèmes longs avec des charges dites TOSA.

Enfin, le député UDC relève que les lignes 1, 5 et 11 seront remplacées pour les 18 mètres et les lignes 6, 10 et 19 pour les 24 mètres. Y a-t-il une perte

de capacité? M. Pavageau indique que cela dépend des besoins de fréquentation. La ligne 10 est déjà aujourd'hui de 24 mètres et elle sera donc remplacée par des 24 mètres. Les lignes 6 et 19 étaient des bus de 18 mètres et ils seront remplacés par des 24 mètres. Pour les lignes 1, 5 et 11, ils étaient en 18 mètres et ils n'ont pas besoin de faire plus. Il s'agit d'une optimisation économique par rapport à l'investissement.

Un député UDC indique, concernant la technologie TOSA, que, lorsqu'ils avaient voté les premiers crédits, c'était une technologie qui commençait. On leur avait dit que cette technologie allait beaucoup se développer et qu'elle était prometteuse. Il lui semble qu'ils avaient participé à ce développement et il se demande où en est ce développement technologique et si ce qui avait été dit à l'époque s'est réalisé. Il se demande quelles sont les promesses du futur pour cette technologie. Il se rappelle qu'ils étaient allés les inaugurer vers Palexpo. Il lui semble que les TPG étaient partie prenante pour avoir un retour sur investissement. Il s'en souvient, car il avait représenté l'Etat en 2010 à Shanghai à l'exposition nationale, où il y avait, pour la première fois, des bus de ce type.

M. Pavageau relève que les TPG seraient plus à même de répondre à cette question que lui. Il y avait eu une réflexion sur les services d'accompagnement après les opérateurs. Il y a un changement relativement important depuis quelques années : la société ABB Sécheron a été rachetée par Hitachi. Hitachi est toujours à Genève, notamment pour cette technologie, donc il n'y a pas eu d'impact en termes d'emplois, mais la collaboration a changé. Une des spécificités du réseau genevois est qu'il s'agit d'un réseau qui a quasiment une flotte de véhicules modulaires. Ces dernières années, notamment avec les fabricants chinois, il y a eu un développement des bus totalement électriques charge lente, mais pour des véhicules de 12 mètres. A Gênes, il y a plusieurs lignes là où il y avait des lignes de bus très longues. Ce n'est pas une technologie de niche, mais plutôt un cas particulier avec une flotte plutôt longue. Les grandes villes européennes ont plutôt des bus de 12-14 mètres ou des trams. Le slogan à l'inauguration était « Je transporte des personnes, pas des batteries » et le véhicule qu'ils avaient emprunté avait une batterie de Renault Zoe. Aujourd'hui les bus de 24 mètres ont une batterie de Tesla, en termes de puissance. Il est d'avis qu'il faudra en reparler dans 10 ans puisque l'une des problématiques des batteries, notamment chinoises, est de savoir ce que l'on en fait une fois qu'elles sont usées. Leurs batteries sont moins sollicitées et moins volumineuses, il y a donc également un intérêt de ce point de vue là.

M. Maudet indique qu'il était à l'époque chargé de l'économie et que le deal consistait à conserver les emplois à Genève, nonobstant le rachat d'ABB

par Hitachi. Le secteur des transformateurs est resté et est toujours présent dans la ZIMEYSA. Il y avait eu à l'époque une aide de la Confédération. Il s'était rendu à Berne avec M^{me} Leuthard. Sur ces engagements, il peut dire qu'ils ont été tenus. Ils bénéficient avec un certain ordre de priorité du développement de cette technologie. ABB a maintenu la réalisation de ses transformateurs à Genève, Hitachi fait de même maintenant et le partenariat se poursuit. Ils ont eu de grosses sueurs froides avec Hess qui a frôlé la faillite il y a quelques années. Cela aurait été un élément très embêtant.

Un député Ve relève qu'il s'agit d'un crédit d'investissement qui va générer des économies sur le crédit de fonctionnement des TPG puisque des bus électriques ont besoin de moins d'entretien que des bus diesel. Il y a également une économie sur l'importation de diesel. Il s'étonne qu'il ne soit jamais fait publication de cela. C'est une très bonne chose d'aller vers l'électromobilité, mais ils ne comptabilisent pas ce que les TPG vont économiser en termes d'importation de carburants et de CO₂. Il se demande de quelle façon cela est comptabilisé à l'interne aux TPG et comment l'Etat valorise cela comme accomplissement, parce que, s'il n'y avait pas de problème de climat, ils ne parleraient pas de ce crédit, mais ils continueraient avec du diesel. Il se demande ce que vont devenir les bus diesel qu'ils n'auront plus à Genève, ainsi que s'il y a un plan de réutilisation des batteries, ou de valorisation, une fois que le taux de recharge de ces batteries est insatisfaisant pour le bus.

M. Maudet indique que, pour les 2 premières questions, la réponse doit venir des TPG. Ensuite, ils peuvent consolider cette réponse dans le bilan de l'Etat. Les TPG doivent produire chaque année leur bilan consolidé RSE, qui permet d'effectuer cette comptabilité qui est importante sur la valorisation du bilan environnemental, social et énergétique. Ils peuvent leur demander s'ils l'ont fait de façon prévisionnelle. En principe, ils le constatent après coup et le produisent. Concernant l'affectation des anciens véhicules, ils sont en train de revoir leur règlement là-dessus pour ré-établir des standards, définir ce qui doit être envoyé au recyclage, à la casse, au démantèlement ou ce qui peut être réutilisé.

M. Pavageau explique que, dans les contrats d'acquisition auprès des fournisseurs, il y a une clause de recyclage et de récupération en fin de vie. Les batteries ont un cycle de vie plus court que la caisse, donc cela fait partie de l'appel d'offres. Concernant les arguments pour justifier la subvention, il explique que le prix d'acquisition d'un véhicule électrique est encore bien plus élevé que celui d'un diesel. L'économie mise en avant par rapport au prix du diesel ne permet pas un gain final. Ils n'avaient pas promis un gain lors du vote de la subvention puisque le prix est encore très élevé. Et cela est vrai même sur les 15 ou 20 ans d'utilisation du véhicule, car les batteries durent moins

longtemps que la caisse. En réponse au député Ve, M. Pavageau confirme que le coût d'entretien est plus faible avec l'électrique, sur les freins en particulier ou la vidange, mais que, de mémoire, le coût final, le facteur est de 1,5.

Un député PLR demande si le temps de recharge est toujours de 20 secondes ou si cela s'est amélioré. M. Pavageau explique que ce n'est pas la batterie qui progresse, mais que c'est le débit d'alimentation électrique, donc ils sont toujours sur les mêmes 18-20 secondes. Il n'y a pas eu de gain technologique dans ce domaine-là.

Le député PLR relève qu'il y avait, dans le PL 11720, une subvention de la Confédération de 3,4 millions de francs. Il se demande s'il n'y a plus de subventions aujourd'hui. M. Pavageau indique que la loi CO₂ a été votée au niveau de la Confédération et est entrée en force au mois d'août 2024, mais avec de nombreux débats sur l'allocation budgétaire permettant le financement de cette loi. Ce n'est pas encore tout à fait clair. Les délibérations changent presque d'une semaine à l'autre. Les TPG vont déposer un dossier de candidature pour obtenir une subvention sur l'ensemble du pays. Il lui semble que cela se chiffre à 30 millions pour tout le pays. Cela ne va donc pas être des centaines de milliers de francs par véhicules. Les TPG vont déposer leur candidature en tant qu'éligibles pour ce domaine-là, comme les Mouettes qui ont aussi candidaté puisqu'elles passent à des Mouettes électriques. Il s'agira de quelques dizaines de milliers de francs et pas du tout du montant de la subvention de l'OFEV de l'époque auquel il est fait référence. Il y a également beaucoup de concurrence puisque tous les cantons suisses achètent des bus électriques.

Le député PLR relève que le budget de 2015 comptait 15 millions, pour 13 stations et 3 terminus. Il est maintenant mentionné 15 stations pour 16,9 millions. Il n'y a donc pas eu de diminutions du coût, malgré le fait que la technologie devait s'améliorer. M. Pavageau explique que le ratio est un peu plus bas et que cet effet est également dû à l'inflation. Le coût d'acquisition des tramways entre 2010 et aujourd'hui n'a plus rien à voir.

Un député S se demande s'il y a une réflexion sur l'hydrogène ou non. Il se demande quelle est la perspective puisque, par rapport aux piles en ce qui concerne la voiture, on voit qu'il y a de grands points d'interrogation en termes de production et de destruction. On lit parfois qu'à tel endroit ils ont fait un bus à hydrogène. Il se demande s'il y a une réflexion sur cela à Genève où s'ils prévoient de rester sur l'électrique. M. Pavageau indique que le contrat de prestations que le Grand Conseil a approuvé l'année précédente prévoit l'acquisition d'un véhicule-test à hydrogène par les TPG. Aujourd'hui, ils en sont à l'échelle du test pour 2 raisons. Il y a une question de rentabilité énergétique, puisqu'il faut consommer de l'électricité pour fabriquer de

l'hydrogène pour refabriquer de l'électricité qui alimente le moteur. Il y a une étude de l'EPFL qui est très intéressante à ce sujet en indiquant que c'est un taux de retour de 38 à 40% de mémoire. Il ajoute qu'en Suisse, aujourd'hui, 96% de l'hydrogène est produit à partir de pétrole, c'est l'hydrogène gris. L'hydrogène vert est fait par production directe avec un barrage dans le Valais, par exemple, qui fabrique directement de l'hydrogène. Cette proportion est très faible. A terme, ce carburant sera potentiellement celui de la génération d'après et les TPG vont le tester.

Une députée PLR se demande, concernant la carte des trolleybus, quelle est la ligne rouge qui a le numéro 9. M. Pavageau indique que c'est la ligne qui va desservir le quartier de la Pallanterie. C'est une ligne de trolley qui va jusqu'à Genève-Plage avec les lignes électriques et qui ensuite continue sans ligne électrique. Le but est de déployer cette ligne sur batterie jusqu'à la Pallanterie. C'est inscrit dans le PATC à l'horizon 2028-2029. C'est la même chose pour la ligne 7 qui a des câbles jusqu'à l'Aubépine avant de monter aux Grands Esserts sur batterie. Quand il roule au centre-ville, il est sur le câble et il charge sa batterie, ce qui lui permet d'aller aux extrémités. C'est déjà le cas à Onex, à Confignon et vers les Evaux.

Audition de MM. Lionel Brasier, directeur général (TPG), et Thierry Wagenknecht, directeur technique (TPG)

M. Wagenknecht rappelle que TOSA représente 6 ans d'expérience (voir annexe 2). Les TPG ont reçu 3,4 millions de francs de la part de l'OFEN sur le montant total d'investissement de 13 millions pour les infrastructures. Cela a ramené l'investissement à 10 millions. Ces subventions ont fait l'objet d'un rapport très détaillé, y compris sur les volets financiers et d'exploitation, à l'attention de l'OFEN (voir annexe 3). Ils ont obtenu avec ABB, mais aussi avec Hess, une couverture de 5 ans de garantie (pièces et main-d'œuvre) et spécifiquement 8 ans sur les batteries. Cela équivalait à un montant de 3% du contrat par an, soit environ 1 million. Avec le retour d'expérience, ils se rendent compte que le kilométrage des véhicules est d'environ 600 000 km par année. S'ils prennent un coût de maintenance de 50 centimes par année, ils sont dans la cible.

ABB avait acheté pour 120 000 francs de prestations. Lorsqu'ils sont allés au WEF pour présenter le véhicule, ils avaient fait un habillage publicitaire du véhicule qui avait coûté 80 000 francs. A chaque fois qu'ils avaient des prospectus, ils comptaient 20 000 francs pour la démonstration que les TPG faisaient. Ils facturaient cette contribution à ABB, ou à Hitachi Energy maintenant. Le gain le plus important de l'expérience est que, maintenant, pour les nouvelles lignes, ils passent à des stations de recharge intermédiaires, alors

qu'avant ils étaient à 13 sur la ligne 23. Ils ont donc divisé par 2 l'investissement qui est à faire, avec le total de 42 millions pour 6 lignes, par rapport à la première expérience. Cela montre, par l'adaptation des infrastructures, la montée de la puissance du transfert de charge au terminus et une augmentation au niveau des batteries embarquées, permises par l'amélioration de la technologie des batteries, qui permet de diviser par 2 cet investissement au niveau des infrastructures. Cela n'est pas le cas des bus qui coûtent toujours aussi cher, mais pas plus cher malgré des batteries de plus grande capacité. Ils ont également reçu 1 million en 7 ans de la part de MyClimate, qui est une fondation pour la réduction d'émission de CO₂, de retour sur les économies de CO₂, par rapport à la ligne quand elle était en diesel. Ils déclarent chaque année le nombre de kilomètres qu'ils font en pur électrique et ils les rétribuent sur cette base de kilomètres déclarés. Sur 7 ans, cela s'est chiffré à un peu plus d'un million.

Concernant l'opérationnel, M. Wagenknecht indique qu'ils ont, aujourd'hui, effectué un peu plus de 4 millions de kilomètres par les bus sur la ligne 23. Cela équivaut environ à 2,5 millions de litres de diesel économisés, soit 6500 tonnes de CO₂. Ce sont les éléments vraiment environnementaux, les biens qu'ils peuvent mettre en avant avec cette expérience. L'expérience du bus TOSA, par rapport à d'autres véhicules où il y a moins de recharges rapides sur la ligne, ce qui implique soit de rentrer les véhicules au dépôt pour les recharger, soit de rester plus longtemps au terminus, permet d'éviter un coût en termes de conduite. Il n'y a pas de perte de temps par rapport à la recharge. C'est l'avantage du système TOSA et c'était, au départ, ce que tout le monde visait comme objectif. Ils ont donc pu confirmer cette exploitation. Le système TOSA a été adopté par plusieurs villes. On voit que ce système par opportunité, ou par recharge, pour les véhicules de grande capacité, est une solution qui est adoptée. A contrario, les solutions pour de grands véhicules articulés avec beaucoup de batteries embarquées, jusqu'à 600 kW, par rapport au 72 kW du TOSA, qui sont rechargées la nuit, ne permettent pas de tenir une journée complète avec leurs véhicules. Le système TOSA, pour les grands véhicules, est la technologie qui est la meilleure.

M. Wagenknecht explique que le nouveau système TOSA, avec le véhicule double-articulé qui est en train d'être construit et qui va arriver cet été, comporte 56 bus double-articulés et 65 bus articulés pour les 6 lignes. On retrouve les mêmes caractéristiques. Il s'agit d'un système à l'exploitation 24/7, même s'ils vont revenir au dépôt de temps en temps, mais ces véhicules, puisqu'ils rechargent au terminus, n'ont pas besoin de venir faire le plein au dépôt, contrairement aux bus diesel. Les bus et leurs équipements ont une durée de vie élevée. Dans le nouveau contrat, ils ont pu, en termes de gains,

améliorer la garantie qu'ils ont sur les batteries. La garantie de 8 ans sur les premiers projets passe à 20 ans. Sur le premier projet, il s'agissait de nouvelles batteries Toshiba de technologie LTO. Ils n'avaient pas encore de recul. Ils en ont plus maintenant, ce qui fait qu'ils peuvent se permettre de leur donner 20 ans de garantie, ce qui équivaut à leur durée de vie. Ils n'ont plus besoin de changer de batterie et c'est un élément important du retour d'expérience qu'ils ont pu avoir. Le fait de ne pas embarquer autant de batteries que les véhicules qui rechargent la nuit implique qu'ils ont moins de poids embarqué. Ils font donc plus d'économies d'électricité. Ils ont choisi, pour ce modèle, une évolution vers des composants de sous-stations au terminus et intermédiaires qui sont compatibles avec leurs sous-stations de tram et trolleybus. En termes de maintenance, ils vont mutualiser les équipements, ce qui représente un avantage. Les bus double-articulés ont une capacité de 204 passagers et les bus articulés ont une capacité de 132 passagers. Ils ont également mené des améliorations par rapport aux points environnementaux. Sur leurs véhicules, plutôt que des climatisations, ils mettent des pompes à chaleur, que ce soit pour le rafraîchissement ou le chauffage. Il y a donc une évolution au niveau de cette technologie qui permet d'économiser de l'énergie. Ils ont également réduit le nombre d'infrastructures au minimum. Ils vont pouvoir rétrofiter la ligne 23 qui rentrera avec les 6 autres lignes. Il est important pour eux de ne pas conserver une ligne toute seule pour mutualiser les moyens et les véhicules.

Concernant le pays d'achat et la chaîne de production, M. Wagenknecht explique que Hess assure la production des véhicules. Cette entreprise compte environ 1000 employés. Le site principal est à Bellach et leur site secondaire, où ils font les châssis et les structures assemblées, est au Portugal, vers Porto. C'est un endroit qui a été choisi par Hess, car il y a, au sud de Porto, une entreprise qui fabrique tous les bus d'aéroport, qui sont faits sous licence Hess. Ils collaborent depuis des années et ils connaissent l'environnement. Ils ont donc également pu bénéficier de la connaissance du milieu pour embaucher du personnel et pour mettre sur pied cette capacité de production. Les véhicules sont finis à Bellach, où le montage final est effectué. Hitachi Energy, qui a repris la société ABB, a un site à Genève, où sont fabriqués tous les systèmes de captage d'énergie. Ce site gère aussi la mise en service et le service après-vente. Ils ont également un site en Italie qui fabrique toutes les armoires.

Un député UDC se demande comment marchent les pompes à chaleur techniquement ainsi que la relation avec Hitachi. M. Wagenknecht explique qu'il s'agit de pompes à chaleur classiques. Aujourd'hui, la seule difficulté de mise au point qu'il y avait est que cela ne fonctionnait pas à des températures très basses. Par rapport à cet élément, il y a maintenant des garanties qui permettent de descendre à des températures qu'il peut y avoir à Genève. Il

s'agit aussi d'une innovation. Quant à Hitachi, il souligne qu'il ne connaît pas le fonctionnement intérieur de Hitachi ; mais, en tant que client, il a toujours les mêmes interlocuteurs. Les équipes sont restées et le directeur actuel est le même. Ils arrivent donc à communiquer comme ils communiquaient à l'époque.

En réponse au député UDC, M. Wagenknecht explique que le constructeur fait le tour du monde. Le patron de Hess voit un avenir sur le double-articulé car il y a un vrai intérêt par rapport à la capacité, et car mettre des batteries à recharger la nuit sur un aussi grand véhicule n'est pas une solution. Plus c'est grand, plus il y a des solutions, plus il y aura d'intérêt de développement de ce système. Pour les bus articulés de moyenne capacité, les grands constructeurs améliorent les techno-batteries et se rapprochent. Il va y avoir une compétition aussi à ce niveau-là. L'évolution des batteries tend à stagner, sauf en cas de changement technologique. La solution TOSA est vraiment adaptée pour l'exploitation et pour des entreprises qui ont des coûts d'exploitation et des coûts de conduite élevés. Si le salaire du conducteur est beaucoup plus bas, il y a moins de pertes. En Europe principalement, le poids du salaire dans les coûts d'exploitation crée un intérêt à opter pour des solutions comme cela. Un autre système propose de recharger de telle manière qu'à la fin de la journée la batterie est vide. Ces technologies sont adoptées à Berne et à Fribourg notamment. C'est un peu différent, mais cela nécessite aussi des infrastructures en ligne.

Une députée PLR relève qu'ils ont commandé 58 bus double-articulés. Elle se demande quelle longueur font ces bus. Elle explique qu'en tant que cycliste, elle tremble un peu à l'idée de ces bus. Elle est en train de lire la biographie d'un célèbre maire de Londres, aussi cycliste, qui a dit que la première mesure qu'il a prise à Londres a été de faire supprimer ces bus double-articulés qui ne sont pas du tout adaptés à la largeur des voiries. Quand elle voit qu'ils en ont commandé 58, elle se demande sur quelles lignes ils comptent faire rouler ces bus. Elle se demande également comment M. Brasier a trouvé les TPG en arrivant et où il compte mettre ses priorités en termes d'investissement. M. Wagenknecht indique qu'il s'agit de la ligne 10 qui fait aujourd'hui Aéroport – Rive et qui fera Aéroport – Belle-Terre dans le futur. Ce sont déjà des trolleybus double-articulés qui y circulent. Les autres sont les lignes 6 et 19, où il y a la construction du BHNS, à partir de la route de Lyon et jusqu'à l'Hôpital de la Tour. Cela engendre la construction de voies réservées pour ces véhicules qui mesurent 24 mètres. De mémoire, il y avait déjà des bus double-articulés Van Hool qui faisaient la ligne E. Il n'a pas souvenir d'avoir de problématique spécifique. La séparation des chaussées est aussi une question importante. Les aménagements qui sont prévus prévoient aussi de séparer le

flux des vélos le plus possible avec des pistes cyclables. Il y a également des trolleybus double-articulés à Berne et à Zurich.

Un député Ve relève que le coût d'entretien pour les bus TOSA est de 50 centimes par kilomètre. Il demande s'ils ont une comparaison avec les autres bus. M. Wagenknecht répond par l'affirmative. Dans le projet de loi de départ sur TOSA, ils avaient une base 100% diesel. Ils avaient, pour le coût complet, 129% pour les trolleybus, soit environ 30% plus cher, et 122% pour le TOSA. En 2019, juste avant la publication de ce rapport, ils ont constaté qu'ils étaient, toujours avec une base 100% diesel, à 124% pour les trolleybus et à 114% avec le TOSA. Cela porte sur les coûts complets et les 2/3 des coûts sont les coûts fixes comme la conduite et les infrastructures. Sur la maintenance pure, c'est un petit peu moins cher avec les TOSA qu'avec les bus diesel.

Le député Ve s'étonne de ces chiffres, il s'attendait à ce que la différence soit beaucoup plus grande puisqu'avec la mécanique d'un moteur diesel, beaucoup de choses peuvent tomber en panne alors qu'avec l'électrique c'est simplissime. M. Wagenknecht explique que le niveau d'industrialisation historique des véhicules diesel est beaucoup plus élevé. Quant aux coûts de l'énergie, pour les bus diesel il est d'environ 513 000 francs. Pour les trolleybus, il est de 239 000 francs. Pour le TOSA, il est un peu supérieur, car, dans ce projet, c'était raccordé en basse tension alors qu'ils vont passer maintenant en moyenne tension. Il était de 328 000 francs. Pour le diesel, il y a 207 000 francs de rétrocession des droits de carburant, pour lequel le transport public est éligible, ce qui fait que cela revient finalement moins cher que le TOSA. Pour le TOSA, il y a MyClimate qui a permis de baisser aussi. Il peut y avoir un mouvement de ces compensations au niveau fédéral. Ils espèrent que cela va aller sur les bus électriques.

En réponse au député Ve, M. Wagenknecht explique que les TPG sont en train de mettre sur pied un processus qui va déterminer quelles sont les conditions des 3 principales destinations des véhicules en fin de vie. Ils peuvent être recyclés, ils peuvent être donnés, comme cela a été le cas récemment pour les trams de Berne ou de Zurich en Ukraine, où ils peuvent être vendus. A chaque fois, ils s'assurent, si les véhicules vont à la casse, qu'ils ont tous les certificats de recyclage correspondants et que c'est bien fait. S'ils les donnent, ils s'assurent qu'ils ne les donnent pas à n'importe qui n'importe comment. S'ils les vendent, ils s'assurent que le contrat de vente soit correct. Ils ont ces 3 strates principales et ils sont en train de finaliser ce processus, notamment pour les véhicules diesel.

Enfin, le député Ve demande, concernant les bus TOSA qui sont achetés maintenant, s'il y a dans le contrat avec Hess une clause concernant la fin de

vie, c'est-à-dire à la fin des 20 ans d'exploitation. M. Wagenknecht indique qu'il y a une garantie de recyclage. Le retraitement des batteries est obligatoire au niveau légal. Il y a plus de 80% du véhicule qui est composé de matériaux recyclables. Quant à MyClimate (en 7 ans, les TPG ont reçu 1,3 million), M. Wagenknecht rappelle que, tant que le fonds sera alimenté par la Confédération, ils seront éligibles. Aujourd'hui, ils ont déjà eu un renouvellement de contrat et il n'y a pas eu pour l'instant de cessation du crédit.

Une députée LJS relève que la vitesse moyenne des bus est d'environ 17 km/h. Elle se demande si les TPG ont pris des mesures pour augmenter cette vitesse ou non. M. Wagenknecht indique qu'ils essaient d'atteindre pour tout nouveau projet 18 km/h. Pour ces véhicules, ils parlent de BHNS et ils ont une progression sur la moitié de la ligne, à partir de la rue de Lyon, qui sera en grande partie en site propre. Cela permet d'améliorer la vitesse commerciale. Le nombre d'arrêts joue aussi un rôle. Ces éléments permettent d'améliorer la vitesse commerciale. C'est ce qui regarde les TPG. Au niveau de l'Etat, il y a tout ce qui peut regarder la régulation des carrefours, l'aménagement et la séparation de la chaussée. Ils essaient d'obtenir cela à chaque nouveau tracé. La vitesse commerciale est un enjeu majeur pour les TPG, car si les gens en voiture voient passer un bus à côté, au bout d'un moment ils prennent le bus. La vitesse commerciale est quelque chose de très important pour tout le monde et il est important d'au moins ne pas la dégrader.

Un député S demande quelle est la base de référence pour les données partagées. M. Wagenknecht indique que la base de référence est 2019 avec des résultats pour 2020.

Vote

1^{er} débat

La présidente met aux voix l'entrée en matière du PL 13586 :

Oui : 14 (3 S, 2 Ve, 1 LJS, 2 MCG, 1 LC, 3 PLR, 2 UDC)

Non : –

Abstentions : –

L'entrée en matière est acceptée.

2^e débat

La présidente procède au vote du 2^e débat :

Titre et préambule pas d'opposition, adopté

Art. 1 pas d'opposition, adopté

Art. 2 pas d'opposition, adopté

Art. 3	pas d'opposition, adopté
Art. 4	pas d'opposition, adopté
Art. 5	pas d'opposition, adopté

3^e débat

La présidente met aux voix l'ensemble du PL 13586 :

Oui :	14 (3 S, 2 Ve, 1 LJS, 2 MCG, 1 LC, 3 PLR, 2 UDC)
Non :	–
Abstentions :	–

Le PL 13586 est accepté.

Annexe 3 consultable sur internet :

Rapport final du 11 décembre 2020, TOSA ligne 23, Le bus électrique du futur à Genève, DETEC-OFEN :

<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=36951>

PROJET DE LOI 13586

**OUVRANT UN CRÉDIT D'INVESTISSEMENT DE 16 900 000 FRANCS
POUR LA RÉALISATION DES INFRASTRUCTURES POUR LES
NOUVELLES LIGNES DE BUS ÉLECTRIQUES À RECHARGE RAPIDE**

COMMISSION DES TRAVAUX

18.02.2025



OFFICE CANTONAL DES TRANSPORTS
DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ ET DES MOBILITÉS

19.02.2025 Page 1

PL E-BUS

RAPPEL RÉPARTITION CANTON / TPG

INFRASTRUCTURES

(rails, lignes aérienne tramway/trolley, points de recharge, transformateurs électriques)

Canton propriétaire

Financements assurés via
des lois d'investissements
(H1.50 puis PL dédiés)

MATÉRIEL ROULANT

(tramways, trolley, e-bus, bus)

TPG propriétaires

Financements assurés par les TPG (emprunt)
avec paiement des amortissements dans le
cadre du contrat de prestations

+subvention cantonale d'investissements
L13059 – 350 MCHF
(diminuant au prorata les amortissements
imputés sur le contrat de prestations)

DÉPLOIEMENT E-BUS INSCRIT AU PATC 2025-2029

Lignes concernées :

Bus 18 mètres

- Ligne 1 : Genève, Jardin Botanique – Thônex, Hôpital Trois-Chênes
- Ligne 5 : Genève, Aéroport – Thônex, Vallard
- Ligne 11 : Genève, Jardin Botanique – Genève, gare des Eaux-Vives

Bus 24 mètres

- Ligne 6 : Vernier, Village – Thônex, Vallard
- Ligne 10 : Genève, Aéroport – Belle-Terre, Place de l'Araire
- Ligne 19 : Meyrin, Hôpital de La Tour – Genève, gare des Eaux-Vives



DÉPLOIEMENT E-BUS

INFRASTRUCTURES NÉCESSAIRES

- 9 équipements en terminus (recharge en extrémité de lignes)
- 6 arrêts intermédiaires (1 par corridor par rive)



FINANCEMENT

- Déploiement E-Bus sur le BHNS GVZ et le BHNS axe frontenex – inscrit à la H1.50
 - BHNS GVZ: 5.95 MCHF
 - BHNS axe Frontenex: 4.10 MCHF
- Déploiement E-bus sur les lignes 4 et 22 intégré dans la loi 12254
 - loi portant sur de 53 MCHF dont 15,20 MCHF pour les équipements de recharge de l'électrification de 2 lignes de bus :
 - Ligne 4 entre Rive et Aéroport ;
 - Ligne 22 entre Nations et Plan-les-Ouates.
- Mise à jour et complément de financement en application avec les décisions du PATC (passage de 2 à 6 nouvelles lignes)

objet du présent PL

FINANCEMENT

- Le coût total estimé pour le déploiement de 6 lignes est de 42,15 MCHF
- Financements déjà adoptés: 25,25 MCHF
- Montant complémentaire inscrit dans le présent PL : 16,9 MCHF

PL E-BUS -RÉPARTITION

Ligne de bus	Arrêt	Crédits (en millions)				Prévent projet de loi
			Loi 12554	H 1 50 (Axe Frontières)	H 1 50 (BIENS GVZ)	
		Coût par arrêt	15,20	4,10	5,95	
5	Adesport	4,82	4,52			
	Viduellet	1,25	1,25			
	Wester-Bleus	1,22	1,22			
	Vallaur	3,53	3,53			
10	Adesport	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 5 (cf. ci-dessus)		
	Epiross	1,15		1,15		
	Belle-Terre	2,95		2,95		
	Jardin Botanique	5,48	4,68			0,80
1	Albis	1,19				1,19
	Epiross	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 10 (cf. ci-dessus)		
	Hôpital Fosse-Chêne	2,95				2,95
	Jardin Botanique	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 1 (cf. ci-dessus)		
6	Vermes, village	2,62				2,62
	Chicoisane	1,10				1,10
	Wester-Bleus	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 6 (cf. ci-dessus)		
	Vallaur	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 6 (cf. ci-dessus)		
19	Hospital de La Tour	2,23				2,23
	Chicoisane	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 6 (cf. ci-dessus)		
	Gov	3,42				3,42
	Jardin Botanique	0,00		Arrêt déjà équipé pour la ligne 1 (cf. ci-dessus)		
11	Vermes	1,62				1,62
	Fosse-Vives, gare	3,60				3,60
Taux de recouvrement Sita		1,00				1,00
Activation inféme		0,62				0,62
Total						16,00
Recouvrement						0,90
Total HT						16,90

Back up

RÉSEAU TROLLEY-BUS



Bilan TOSA Ligne 23

Avantages pour le futur

Développement du futur
réseau ebus

Thierry Wagenknecht Directeur Technique

Lionel Brasler Directeur Général

Commission des travaux du GC du 4 mars 2025

GED #736979

stpg

stpg

1

Bilan L23 TOSA

6 ans d'expérience depuis 2018

Bilan sur la ligne 23

Une expérience unique depuis 2018



Éléments financiers

Aide au projet de la confédération :

OFEN : Projet d'innovation et aide au financement des infrastructures : 3,4 mios de CHF

OFEN : Production du rapport sur le projet TOSA et le fonctionnement de la Ligne 23

Ligne 23 contrat avec Hess AG et ABB Sécheron SA retour sur investissement

Contrat avec 5 ans de garantie pièces et main d'œuvre sur les infrastructures, sur les bus et 8 ans sur les batteries et soutien des équipes ABB respectivement HITACHI Energy –montant équivalent à 3% du contrat /an soit sur 5 ans : 1 mios CHF

Achat de prestations tpg pour mise en valeur du projet TOSA : WEF, visites prospects – Nantes, Brisbane, ... , location bus pour WEF 2018, habillage publicitaire 1 bus : 120'000 CHF

Déploiement de la technologie TOSA : sur l'expérience de la ligne 23 un gain important est réalisé sur les futures infrastructures passage de BT à MT gain sur les consommations d'énergie, **2 stations intermédiaires en regard de 13 stations intermédiaires pour la ligne 23.**

My Climate : Fondation qui soutient la réduction des émissions CO2. le Projet TOSA en bénéficie en déclarant les tonnes CO2 évitées. **En 7 ans ce sont 1'036'047 CHF** rétrocédés à tpg



Bilan sur la ligne 23

Une expérience unique depuis 2018

Éléments opérationnels

- 70'000'000 passagers.km effectués
- 4'100'000 km parcourus par les 12 bus grandes capacités (132 pass.)
- 2'500'000 litres de diesel économisés → 6'500 tonnes CO2 économisées
- Exploitation, planification et coût de conduite identique aux bus diesel
- Fiabilité et performance de la technologie confirmée en exploitation
 - Disponibilité >98.7%, batterie d'origine (72 kWh)
- Adoption par de nombreuses villes européennes du système de recharge par opportunité avec pantographe pour les véhicules de grande capacité et leur ligne BHNS
 - Articulé et double articulés : Bâle, Fribourg, Lausanne, Zurich, Clermont-Ferrand/FR, Gênes/IT et Vicence/IT, Nantes/FR, Brisbane/AU, Paris, Eindhoven/NL, Oslo/S,



2

Avantages pour le développement du futur réseau ebus

De l'innovation à l'approche réseau

Futur réseau ebus

Avantages pour le développement du futur réseau

- Système éprouvé en vrai grandeur à Genève et Nantes et Brisbane sur lignes exigeantes
- Maîtrise des coûts de conduite
 - pas de haut-le-pied pour recharge aux dépôts contrairement aux bus à recharge nocturne
- Système prêt pour exploitation à des lignes à 6' et 24/7
 - autonomie infinie comme les trams et trolleybus
- Durée de vie élevée des véhicules et leurs équipements : 20 ans y.c. batteries
- Haute performance environnementale: Faible quantité de batterie et faible masse à vide des véhicules
- Concept d'infrastructures robustes avec des composants en commun avec les sous-stations trams et trolleybus
- Flotte grande capacité pour les 6 lignes:
 - 72 bus articulés (homologation OFT: 132 passagers)
 - 58 bus double-articulés (homologation OFT: 204 passagers)
- Améliorations basées sur la L23 et innovation technologiques
 - Efficacité énergétique: Pompe à chaleur sur les véhicules
 - Nombre d'infrastructures réduite au minimum pour l'exploitation
- Retrofit de la ligne 23 pour intégration au futur réseau des bus électriques



3

Nouveaux E-bus, le pays d'achat et la chaîne de production

Fabrication des E-bus et des infrastructures

Futur réseau ebus

Pays d'achat et chaîne de production



Hess AG env. 1000 employés
Site Suisse à Bellach
Site de Porto Portugal

Les châssis et structures assemblés
au Portugal – Finition en Suisse
Capacité de production de 200
véhicules par an

Hitachi Energy
Site de Genève pour système de
captage d'énergie et mise en
service, le service après vente

Site de Milan pour les armoires
électriques moyenne tension

Bus



Infrastructures



HITACHI
Inspire the Next



Hitachi Energy

σ tpg



Merci de votre
Attention