

Projet présenté par le Conseil d'Etat

Date de dépôt : 9 septembre 2015

Projet de loi

ouvrant un crédit d'investissement de 15 000 000 F pour le déploiement de la technologie TOSA sur une ligne pilote des Transports publics genevois

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève,
vu l'article 15 de la loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat, du 4 octobre 2013,
décrète ce qui suit :

Art. 1 Crédit d'investissement

¹ Un crédit de 15 000 000 F (y compris TVA et renchérissement) est ouvert au Conseil d'Etat pour la construction de stations de recharge et d'équipements s'inscrivant dans le cadre du projet pilote à technologie TOSA.

² Il se décompose de la manière suivante :

– Travaux de génie civil	1 600 000 F
– Equipements électriques	10 130 000 F
– Taxes de raccordement	900 000 F
– Honoraires, analyses	600 000 F
– Divers et imprévus	660 000 F
– TVA	1 110 000 F
Total	15 000 000 F

Art. 2 Planification financière

¹ Ce crédit d'investissement est ouvert dès 2016. Il est inscrit sous la politique publique J – Mobilité.

² Il se décompose de la manière suivante :

– Construction (rubrique 06110604.5030)	1 728 000 F
– Equipement (rubrique 06110604.5060)	13 272 000 F
Total	15 000 000 F

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

Art. 3 Subvention fédérale

Une subvention fédérale a été accordée par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Elle est comptabilisée sous la politique publique J – Mobilité (rubrique 06035000.6300) et se décompose comme suit :

– Montant retenu pour la subvention	27 633 138 F
– Subvention (12,3%)	3 400 000 F
– Financement à la charge de l'Etat	11 600 000 F

Art. 4 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. 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.

Art. 6 Modifications à une autre loi

La loi accordant une indemnité de 845 000 000 F aux Transports publics genevois (TPG) pour les années 2015 à 2018 (L 11531), du 4 décembre 2014, est modifiée comme suit :

Art. 4, al. 2 (nouveau)

² En sus des montants mentionnés à l'alinéa 1, l'entreprise des TPG prévoit d'assumer le financement des montants d'investissement suivants spécifiques à l'acquisition des véhicules TOSA, répartis de la manière suivante :

4 339 500 F	en 2015
8 679 000 F	en 2016
1 446 500 F	en 2018.

Art. 5, al. 2 (nouveau, l'al. 2 ancien devenant l'al. 3) et al. 3 (nouvelle teneur)

² Le Conseil d'Etat est autorisé par une caution simple à garantir le remboursement d'un ou des prêts à hauteur de 14 465 000 F en faveur de l'entreprise des TPG pour l'acquisition des véhicules TOSA, mentionnés à l'article 4, alinéa 2.

³ Le montant résiduel de ces cautions est mentionné en pied de bilan de l'Etat de Genève.

Certifié conforme

La chancelière d'Etat : Anja WYDEN GUELPA

EXPOSÉ DES MOTIFS

Mesdames et
Messieurs les députés,

Le tissu industriel de notre canton se caractérise par sa capacité d'innovation et sa faculté à répondre aux défis contemporains, dans l'intérêt commun. La mobilité et plus particulièrement le monde des transports collectifs a très souvent été l'incubateur des nouvelles technologies, notamment en matière de nouvelle motorisation. C'est ainsi dans notre canton qu'une nouvelle étape en matière de mobilité plus respectueuse de l'environnement et de la qualité de vie est en train de s'ouvrir. Cette étape en est réellement une puisqu'il s'agit de garder le meilleur des technologies actuelles, c'est-à-dire l'autonomie et la souplesse d'exploitation du bus diesel ainsi que les performances de la motorisation électrique sans émission de gaz à effet de serre des trolleybus. Cela se concrétise dans la technologie TOSA (Trolleybus Optimisation Système Alimentation), produit de la recherche et de l'industrie genevoise dans le domaine des Cleantech.

La technologie TOSA est une technologie de bus 100% électriques à biberonnage. Cela signifie que les bus n'évoluent pas en autonomie complète durant toute une journée de service mais qu'ils rechargent leurs batteries en cours de route, lors de l'arrêt à certaines stations spécifiquement équipées. Les multiples avantages procurés par ce système sont développés plus loin.

Cette innovation est le fruit d'un partenariat entre plusieurs acteurs genevois : les Transports publics genevois (TPG), ABB Sécheron, les Services industriels genevois (SIG) et l'Office de Promotion des Industries et des Technologies (OPI).

Le Conseil d'Etat souhaite porter le développement de cette technologie au sein de notre canton et l'a ainsi inscrite dans son programme de législature 2014-2018. Pour ce faire, il a été décidé de procéder par étapes en commençant par l'équipement d'une première ligne pilote, en vue d'un déploiement à plus long terme de cette technologie.

Le présent projet de loi concerne le crédit permettant l'acquisition et la construction de l'infrastructure aux arrêts de la ligne pilote, basée sur le tracé de la ligne 23, qui reliera le P+R P47 aux Tours de Carouge en passant par l'Aéroport, le pont Butin, les Palettes et le Bachet et dont la mise en service est prévue à l'horaire 2017.

Présentation de la technologie TOSA

Le bus TOSA est un bus articulé 100% électrique qui se recharge au cours de son trajet grâce à la technique dite du biberonnage : le véhicule est équipé d'un bras de recharge sur le toit qui se déploie quelques dizaines de mètres avant d'arriver à un arrêt équipé d'un portique de recharge, permettant de recharger les batteries du véhicule en 20 secondes lorsque celui-ci s'arrête en station et en 4 à 5 minutes lorsqu'il est à son terminus.

Cette technologie totalement innovante confère au bus TOSA plusieurs avantages par rapport à un bus diesel classique (plus écologique, plus silencieux) tout en offrant davantage de flexibilité en matière d'exploitation et d'aménagement qu'un trolleybus. En effet, le bus TOSA n'est pas contraint par une ligne de contact électrique. Cette technologie permet de s'affranchir des lignes de contact et des mâts, ce qui génère des économies sur les investissements, par rapport au trolleybus par exemple. De plus, les lignes aériennes sont un des principaux points faibles des trolleybus et des tramways, surtout lorsque ces deux modes se croisent dans un même lieu, comme à la place des Vingt-Deux-Cantons, ou que les trolleybus doivent se déporter de leur voie avec un risque subséquent de déperchage. Enfin, et surtout, la technologie TOSA signifie la fin de l'encombrement de l'espace public et du paysage par les toiles d'araignées des lignes aériennes, ce qui participe à l'amélioration de la qualité de vie.

Le bus TOSA fait partie des précurseurs de la transition énergétique, déjà en cours dans les grandes villes européennes, dans le domaine des bus à grande capacité. L'utilisation efficace de l'énergie électrique est l'essence même de TOSA. La conception tout entière du bus a été pensée dans cet esprit et les innovations qui y sont relatives ne se limitent pas au biberonnage. Par exemple, le bus TOSA récupère l'énergie de freinage, qui est directement stockée et consommée à l'intérieur des véhicules. Grâce à une combinaison de batteries et de super-condensateurs, l'électricité générée sert aux phases de démarrage et de roulement au lieu d'être renvoyée dans les lignes aériennes comme cela est le cas avec un trolleybus.

De surcroît, le projet permet la valorisation des énergies renouvelables dans le secteur des transports en commun. En effet, SIG, qui fournit l'électricité aux TPG, n'achète que de l'électricité d'origine certifiée et propose aux TPG du courant électrique d'origine 100% renouvelable.

Ainsi, la technologie TOSA offre un réel gain environnemental dont profiteront les riverains et tous les habitants du canton. Actuellement à Genève, comme dans d'autres villes très actives, préserver un air sain est un enjeu important, qui a un effet direct sur la santé de la population. Or, le

trafic routier est à l'origine de 40% des émissions d'oxyde d'azote et de plus d'un tiers des émissions de particules fines. En matière de transports publics, plus de la moitié des 400 véhicules de la flotte des TPG est composée de moteurs diesel. Un véhicule électrique, pour sa part, ne produit pas d'oxyde d'azote et aucune particule fine liée à la combustion. La mobilité électrique est donc une contribution directe à l'amélioration de la qualité de l'air dans les zones très urbaines.

La diminution des émissions de gaz à effet de serre représente aussi un enjeu mondial, auquel Genève et la Suisse ont à cœur de contribuer. Ainsi, sur une année d'exploitation de la ligne 23, avec la technologie TOSA, ce sont quelques 410 000 litres de diesel économisés par rapport à une flotte de bus diesel, soit plus de 1'000 tonnes de CO² non émises dans l'atmosphère.

La technologie TOSA améliore également le confort sonore des usagers du bus comme celui des riverains : au démarrage, ou lors d'une accélération de 20 à 30 km/h, le bruit mesuré est de 70 dbA pour un bus articulé diesel et de 60 dbA pour TOSA. A l'oreille, cela représente une diminution de moitié du bruit.

En définitive, la technologie TOSA offre un haut niveau de sécurité et de respect de la santé publique. Les technologies de transfert d'énergie par contact ont été développées dans le souci de préserver la santé de l'ensemble des passagers. Il n'existe aucun rayonnement électrique magnétique, à l'inverse d'autres technologies concurrentes basées sur le transfert d'énergie par induction et les dispositifs de recharge ne fonctionnent que lorsque le bras du véhicule est connecté dans le portique.

Maturité de la technologie TOSA

Le bus TOSA a été développé en tenant notamment compte des contraintes élevées propres à un véhicule de transports publics : opérabilité continue (7/7 – 365 jours/an), pas de diminution de la vitesse commerciale, grande capacité de transport, efficacité énergétique, facilité d'entretien du véhicule et des installations pour ne citer que les plus importantes. C'est ici que l'on retrouve l'apport des TPG dans la technologie TOSA. Les TPG, en tant qu'exploitant de transports publics, ont posé ces exigences très élevées pour le développement du premier démonstrateur.

SIG a amené ses compétences dans le domaine de l'approvisionnement énergétique et de la gestion des réseaux électriques. En effet, recharger rapidement un bus électrique génère une consommation électrique ponctuelle importante sur le réseau qui entraîne des effets de pics. La technologie TOSA

intègre un stockage d'énergie aux arrêts de recharge flash permettant de supprimer ces pics de consommation.

La technologie TOSA a été conçue à partir de 2011 et un véhicule de démonstration (démonstrateur), basé sur une caisse de trolleybus du fabricant argovien Hess, a été mis en service en mai 2013 sur un parcours test de trois kilomètres, entre l'aéroport de Genève et Palexpo. Il s'en est suivi une année de tests sur ce parcours, le véhicule servant notamment de navette pour les visiteurs de Palexpo. Cette phase a permis de démontrer avec succès le fonctionnement du démonstrateur dans un environnement ouvert et soumis à l'ensemble des conditions climatiques et des contraintes opérationnelles courantes dans l'exploitation quotidienne d'un bus. La technologie est désormais prête pour un déploiement opérationnel.

Perspectives économiques et industrielles futures de la technologie TOSA

Le marché mondial des bus tous types confondus à l'horizon 2020 est de 600'000 unités par an (source : IDTechEx, Freedonia et Frost & Sullivan). Une première segmentation de ce marché fait apparaître que les bus urbains d'une longueur supérieure à 10 mètres représentent environ 280 000 unités par an. Le taux de croissance annuel moyen sur la période 2012-2020 du mode de propulsion électrique sur ce segment est estimé à 25%. En unités, cela représente 2 500 unités en 2012 et 15 000 unités en 2020, soit respectivement 1,5% et 5,4% du marché de ce segment.

Au niveau mondial, la part des véhicules articulés progresse mais reste faible comparée à l'Europe et la Suisse où cette dernière peut atteindre plus de 50% chez certains opérateurs. Ainsi, le marché mondial des bus électriques articulés est estimé à 2 800 unités en 2020, soit 19% des 15 000 bus électriques urbains. Les dernières tendances du marché laissent à penser que ces estimations sont très conservatrices.

En considérant les besoins en capacité des applications type BHNS (bus à haut niveau de service), la taille du marché des solutions à « biberonnage » serait, pour 2020, à 20% des bus électriques articulés, soit 550 bus articulés par an ou 50 projets de ligne de bus par an avec en moyenne 11 bus articulés par ligne. C'est le marché cible pour la solution TOSA.

Grâce au trolleybus, le marché suisse a une longue expérience de la traction électrique. A ce jour, 500 trolleybus sont exploités sur un réseau de 50 lignes réparties dans 12 villes. Pour les réseaux urbains (hors CarPostal), ils représentent environ 16% de la flotte de bus (3 180) en service en Suisse. A partir de cette base fortement ancrée, ainsi que de l'expérience et des compétences techniques des exploitants, les conditions sont réunies et

favorables à une transition énergétique d'une grande partie de la flotte des bus suisses.

En conséquence, la taille du marché suisse pour la solution TOSA pour 2020 est estimée à 30-40 bus articulés par année, soit 3 projets/an. Ce volume est basé sur le taux de renouvellement de la flotte de trolleybus (20-30 unités/an) et d'une mutation de lignes existantes opérées à ce jour avec une flotte de bus diesel articulés (taux de renouvellement : 80-110 unités/an).

Soutien de la Confédération à la technologie TOSA

L'intérêt pour un déploiement pilote de la technologie TOSA est marqué et le rayonnement du projet se manifeste d'ores et déjà bien au-delà des frontières cantonale et nationale.

Il s'agit ainsi d'une opportunité pour Genève de participer à l'élaboration d'une technologie au rayonnement international et dont le marché à l'export générera très certainement de nouvelles richesses pour le canton (cf. ci-dessus).

Dans ce cadre, la Confédération a affirmé son soutien à ce projet, par la voix de Walter Steinmann, Directeur de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

Le déploiement de la technologie TOSA sur la ligne 23 s'inscrit en effet parfaitement dans la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, visant notamment la promotion de nouvelles technologies permettant un usage efficient des ressources énergétiques. D'ailleurs, l'OFEN fait déjà largement référence à la technologie TOSA dans sa promotion de la stratégie énergétique. M. Steinmann a annoncé, lors de son discours du 10 mars 2015 à l'occasion de la présentation du bus TOSA aux parlementaires fédéraux, que le soutien de la Confédération devrait notamment se formaliser par une aide financière.

Pour ce faire, une requête d'aide financière dans le cadre des projets phares de l'OFEN a été déposée par le DETA, requête qui a été approuvée en juin 2015 et dont le montant a été arrêté à 3,4 millions de F, venant diminuer d'autant le montant effectif du financement cantonal qui s'élève en définitive à 11,6 millions de F (au lieu des 15 millions de F prévus initialement). En outre, l'OFEN propose aussi de financer le suivi du projet par un expert indépendant, venant du milieu académique.

Déploiement de la technologie TOSA sur la ligne pilote 23

L'objectif du déploiement de la technologie TOSA sur la ligne pilote 23 est de valider l'exploitation de cette technologie sur une ligne de transport public principale, particulièrement dans sa composante économique, la

maturité technologique du démonstrateur étant déjà atteinte. En effet, les coûts d'exploitation théoriques évalués jusqu'à présent (voir plus bas la comparaison des coûts des différentes technologies) nécessitent une validation pratique en exploitation commerciale afin de démontrer la viabilité économique de la technologie et l'intérêt concurrentiel de celle-ci vis-à-vis des coûts du trolleybus. Cela passe notamment par un monitoring de la consommation énergétique d'une série complète de véhicules ainsi que des coûts de connexion et de consommation au réseau électrique.

Cette démarche s'inscrit dans les réflexions à venir dès 2020 sur la planification cantonale à long terme des transports publics, avec en perspective le besoin de renouvellement d'une partie du parc de trolleybus notamment. Le déploiement de la technologie TOSA sur la ligne pilote permettra ainsi d'évaluer sur une période de deux ans la performance énergétique et économique du projet. Le canton et l'exploitant auront ainsi les éléments de décision pour définir les futures orientations en termes de mode de propulsion préférentiel.

Plusieurs raisons ont mené au choix d'équiper la ligne 23 du réseau genevois :

- cette ligne reliera, à l'horizon de sa mise en service, des pôles importants de l'économie genevoise tels que le futur quartier urbain mixte Praille-Acacias-Vernets (11 000 logements et 11 000 emplois), l'Aéroport et le centre d'exposition Palexpo;
- la ligne 23 est une ligne tangentielle historique de la 1ère couronne genevoise et bénéficiera grandement d'une nouvelle image valorisée et dynamisée par le déploiement de la technologie TOSA. L'impact de cette technologie sur le public lors de la phase de test a été très important et laisse présager un nouveau souffle pour la ligne 23;
- le couloir du pont Butin qui est traversé par cette ligne est identifié dans la planification cantonale des transports publics (Mobilités 2030) comme un axe fort à haut niveau de service. L'opportunité future de déployer des véhicules TOSA bi-articulés de plus de 180 personnes est ainsi envisageable s'il est décidé de déployer la technologie TOSA à plus large échelle dans le canton;
- cette ligne de ceinture a une fréquentation forte (~10 000 voyageurs/jour) et une cadence élevée avec un véhicule toutes les 10 minutes en heure de pointe. Ce contexte permettra de soumettre la technologie TOSA à des conditions d'exploitation élevées.

Le plan ci-après représente le parcours prévu pour la ligne pilote à l'horizon de sa mise en service. Celui-ci représente une distance de 11,8 km en direction des Tours-de-Carouge et de 12,6 km en direction du P+R P47.



Source : DTC, 2015

Des modifications ont été apportées à l'itinéraire actuel de la ligne 23 en divers points et, en conséquence, à celui de la ligne 22. Dans leur partie sud, ces 2 lignes seront inversées entre leurs terminus respectifs (Tours-de-Carouge, respectivement ZIPLO) et les Palettes, en raison des travaux du tram en direction du futur quartier des Cherpines qui doivent commencer fin 2017 sur les axes actuellement empruntés par la ligne 23. Ceci permettra d'éviter de retirer des installations qui auraient été mises en service une année auparavant. Ainsi, depuis les Palettes, la ligne 22 ira à la ZIPLO et la ligne 23 aux Tours-de-Carouge.

L'itinéraire de la ligne va également évoluer sur le territoire de la commune de Vernier, principalement dans le secteur du Lignon. Actuellement, la ligne 23 dessert finement le quartier du Lignon, descendant jusqu'à l'arrêt Tours Lignon en direction de l'aéroport alors qu'elle ne le fait pas en direction de la ZIPLO. Ce type de desserte ne correspond pas à la fonction de la ligne qui, comme présenté précédemment, doit être une tangentielle principale connectant les différents pôles urbains de la première couronne et dont l'attractivité doit être renforcée.

Il a ainsi été décidé, conjointement avec les services de la commune de Vernier et avec l'approbation de sa commission municipale de la mobilité, que la nouvelle ligne 23 empruntera l'avenue de l'Ain et la route de Vernier. Cela permettra ainsi de renforcer l'attractivité de la ligne avec un gain de temps de près de 8 minutes, engendrant ainsi l'économie d'un véhicule. Cette économie dans les coûts d'exploitation permettra, en gardant l'enveloppe financière du contrat de prestations 2015-2018 des TPG constante, de mettre en place, en remplacement de la desserte actuelle du Lignon par la ligne 23, une ligne interquartiers reliant les trois pôles principaux de la commune de Vernier : Village, Avanchets-Balexert et Lignon. Ceux-ci ne sont actuellement pas reliés directement en transports collectifs. Cette ligne répond ainsi à une demande de longue date de la commune et offre une desserte cohérente et hiérarchisée du territoire verniolan.

Finalement, la ligne sera prolongée au-delà de l'Aéroport, en direction du P+R P47. L'objectif de ce prolongement est triple :

- relier le P+R P47 dont la desserte n'est actuellement pas suffisante, ni très lisible, expliquant ainsi en bonne partie sa faible fréquentation, à une ligne principale à cadence urbaine. Le terminus se trouvera directement à côté des places de stationnement, permettant ainsi de redynamiser ce P+R, en lien avec de futurs projets de réaménagement du P47 prévus à plus long terme, notamment suite à la réorganisation de la bretelle autoroutière du Grand-Saconnex;

- Genève Aéroport souhaite déplacer le stationnement des véhicules des collaborateurs à cet emplacement, afin de libérer des places plus proches de l'Aéroport. Ainsi, la demande à ce terminus sera largement plus importante qu'elle ne l'est actuellement;
- renforcer la desserte de la façade sud de l'Aéroport et des différents pôles d'activité de la plate-forme aéroportuaire.

Les stations de recharge composant l'infrastructure de la ligne ont été dimensionnées par ABB. Un outil de simulation nommé myTOSA et développé en partenariat avec l'EPFL et l'HE-Arc permet de calculer et d'optimiser le nombre de stations de recharges nécessaires par sens pour exploiter la ligne. Cette application tient notamment compte de paramètres d'entrée tels que la topographie, le taux d'occupation du véhicule, l'usure des batteries, etc. Ainsi, en plus des deux stations de recharge « terminus » en bout de ligne, le dimensionnement optimal est de quatorze stations intermédiaires :

- 9 stations de recharge Flash en direction du P+R P47;
- 4 stations Flash en direction des Tours-de-Carouge;
- 1 station de recharge de type « terminus » utilisable comme terminus partiel si, pour des raisons externes à l'exploitation de la ligne, la progression des véhicules ne peut être assurée, comme cela pourrait par exemple être le cas entre l'Aéroport et le P+R P47 lors de quelques grands évènements, tel que le Salon de l'automobile.

Le design des stations de recharge a fait l'objet d'un concours d'idée à la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA) dans le cadre d'un atelier interdisciplinaire. Les étudiants des filières génie civil, architecture et architecture du paysage ont collaboré sur le design d'un concept type de station de recharge plus épuré et fin que les stations du démonstrateur actuellement installées à l'Aéroport et Palexpo, afin de mieux s'intégrer dans l'espace public des arrêts de la ligne concernée.

Les travaux d'aménagement à réaliser aux arrêts seront minimales et n'impacteront pas de manière significative la circulation routière et piétonne.

Comparaison des coûts des différentes technologies

Les tableaux ci-après permettent de comparer les coûts d'investissement et de fonctionnement entre les deux technologies que sont le trolleybus et TOSA. Ces valeurs sont basées sur le tracé prévu de la ligne 23 tel que présenté précédemment.

TOSA Ligne pilote 23 : coûts d'investissement comparatifs en F

Matériel roulant	Trolleybus	TOSA
Nombre de véhicules	12	12
Prix unitaire du véhicule (équipements inclus)	1'000'000	1'300'000
Sous-total véhicules	12'000'000	15'600'000
Infrastructures propres	Trolleybus	TOSA
Infrastructures de charge		
Flash: Nombre des arrêts avec stockage	-	13
Flash: Infrastructure et stockage d'énergie par arrêt	-	650'000
Terminal: Nombre de sous-stations	-	3
Terminal: Infrastructure par arrêt (hors abri)	-	410'000
Dépôt: Nombre de cabinets de charge	-	3
Dépôt: Infrastructure par cabinet de charge	-	150'000
Voies et lignes aériennes		
Voies et lignes aériennes (1,3 MCHF/Km)	15'860'000	-
Sous-stations (2 x 1,5 MVA)	3'000'000	-
Sous-total Infrastructures	18'860'000	10'130'000
Taxe et frais de raccordements	Trolleybus	TOSA
Fouilles (1000 CHF/m, 100 m par arrêt)	-	1'600'000
Taxe de raccordement (300 CHF/kVA)	870'000	900'000
Sous-total Raccordements et Taxes	870'000	2'500'000
TOTAL	Trolleybus	TOSA
Total des coûts d'investissement	31'730'000	28'230'000
Comparaison des coûts d'investissement	Réf.	-11%

Le tableau comparant les coûts d'investissement totaux théoriques pour une électrification de la ligne 23 en trolleybus ou en TOSA met en exergue

un investissement plus faible pour le déploiement de la technologie TOSA. La différence de coûts se situe principalement dans les investissements en matière de voies et de lignes aériennes. Outre leur investissement, les lignes aériennes génèrent en sus un coût d'exploitation, sans compter les coûts induits par les incidents imputables à des problèmes techniques sur ces éléments d'infrastructure plus fragiles.

Le tableau ci-après compare les coûts de fonctionnement théoriques annuels entre les différentes technologies pour la ligne pilote 23. Concernant spécifiquement l'amortissement du système de stockage d'énergie, les packs de stockage ayant une durée de vie de 10 ans, il faut ainsi deux packs sur la durée de vie du véhicule qui est de 20 ans. Ainsi, le premier pack acquis avec le véhicule est amorti sur la durée de vie de ce dernier, le coût du deuxième pack étant inclus dans les coûts de maintenance.

Le mode diesel est pris comme référence de coût, s'agissant du mode actuellement utilisé. Ainsi, les coûts plus faibles du mode diesel impliquent d'ores et déjà qu'une stratégie future qui viserait un remplacement complet de la flotte diesel par des véhicules TOSA n'est pas réaliste. Mais les avantages du TOSA, en termes d'impacts sur l'environnement notamment, font que ce mode pourra être pertinent pour effectuer une transition énergétique sur certaines lignes principales exploitées aujourd'hui en diesel. L'objectif premier de cette ligne pilote est d'affiner les valeurs de coûts du mode TOSA, permettant ensuite d'élaborer une stratégie de développement de l'offre par mode et de renouvellement du parc des véhicules à long terme, tel qu'évoqué précédemment.

Le principal surcoût du trolleybus par rapport au TOSA est imputable à l'entretien des lignes aériennes de contact, beaucoup plus important que celui des stations de recharge.

TOSA Ligne pilote 23 : coûts d'exploitation annuels comparatifs en F

Coûts propres	Diesel	Trolleybus	TOSA
Amortissement véhicules	450'000	600'000	660'000
Amort. infrastructures électriques	-	754'400	618'200
Amort. taxes et raccordements	-	34'800	99'300
Amort. gestion de projet	-	4'900	7'600
Sous-total amort. (hors intérêts)	450'000	1'394'100	1'385'100
Energie	355'100	362'700	445'500
Maintenance	485'600	1'509'200	953'200
Sous-total énergie et maintenance	840'700	1'871'900	1'398'700
Coûts propres totaux	1'290'700	3'266'000	2'783'800
Comparaison	Réf.	+ 153%	+ 116%

Coûts identiques	Diesel	Trolleybus	TOSA
Conduite (salaires chauffeurs)	3'642'000	3'642'000	3'642'000
Logistique roulement (centre de conduite)	728'400	728'400	728'400
Infrastructure client (distributeurs billets)	546'300	546'300	546'300
Administratifs	546'300	546'300	546'300
Coûts identiques totaux	5'463'000	5'463'000	5'463'000

TOTAL	6'753'700	8'729'000	8'246'800
Comparaison	Réf.	+ 29%	+ 22%

Aucune valorisation du CO₂ économisé n'est utilisée dans ce tableau. Sachant que les modes électriques permettraient l'économie annuelle de 1 000 tonnes de CO₂ par an sur la ligne 23, il faudrait déduire un montant de 112 000 F (112 F par tonne de CO₂ pour un bus articulé selon l'association à but non lucratif myclimate) des coûts propres des trolleybus et de la technologie TOSA.

Coût du déploiement de la technologie TOSA sur la ligne 23

Le crédit de construction porte sur un montant de 15 000 000 F, qui se décompose de la manière suivante :

- Travaux de génie civil	1 600 000 F
- Equipements électriques	10 130 000 F
- Taxes de raccordement	900 000 F
- Honoraires, analyses	600 000 F
- Divers et imprévus	660 000 F
- TVA	1 110 000 F
Total	15 000 000 F

Les travaux de génie civil se rapportent aux travaux qui doivent être réalisés aux 14 arrêts intermédiaires ainsi qu'aux terminus pour permettre l'installation des équipements électriques, le passage des fourreaux pour les câbles, le socle des bras de recharge, etc.

Les équipements électriques sont implantés aux arrêts équipés et permettent la recharge du véhicule. Ils se composent notamment d'un chargeur et d'une unité de stockage pour les stations de recharge Flash ainsi que du bras supportant le rail de contact.

Les taxes de raccordement sont dues au gestionnaire de réseau pour les nouveaux raccordements au réseau électrique. Elles ne peuvent faire l'objet d'aucune exemption.

Les honoraires couvrent les frais des études réalisées pour le développement du projet spécifique de la ligne 23 : étude d'avant-projet pour l'implantation des équipements électriques, étude de projet pour la constitution du dossier d'autorisation de construire notamment. Aucun crédit d'étude n'est requis, s'agissant principalement d'acquisition et d'installation d'équipements électriques. Les analyses seront réalisées une fois la ligne mise en service afin d'évaluer la consommation énergétique réelle de la ligne pilote, son rôle effectif sur le réseau électrique mais aussi de l'acceptabilité de cette technologie auprès des riverains et des usagers notamment.

La communication est un volet clé du projet puisqu'il s'agira d'accompagner le déploiement de cette technologie innovante et de la faire connaître auprès des riverains et des futurs usagers notamment. L'octroi par l'OFEN de sa subvention a d'ailleurs été conditionné à l'élaboration d'un plan en la matière, mettant en exergue le caractère de « projet vitrine » de TOSA.

Il est également inclus un montant pour les imprévus, comme cela est d'usage pour ce type de projet.

Financement du projet

Le projet de déploiement de la technologie TOSA sur la ligne 23 est inscrit au Plan décennal des investissements (PDI) à hauteur de 15 000 000 F, ventilé comme suit dans le budget des investissements de l'Etat de Genève :

2016	7 200 000 F
2017	<u>7 800 000 F</u>
Total	15 000 000 F

Comme pour tout projet de trolleybus ou de tramway, l'Etat investit dans les infrastructures (en l'occurrence les équipements électriques ainsi que les bras de recharge) et en devient propriétaire. La part effective de l'Etat sur cet investissement sera réduite par la subvention financière octroyée par la Confédération. D'un montant de 3 400 000 F, celle-ci correspond à 12,3% des surcoûts non amortissables du projet de déploiement de la ligne TOSA sur la ligne 23 (27 633 138 F au total). Ces surcoûts non amortissables sont calculés, dans la requête d'aide financière à l'OFEN, par rapport aux coûts d'installation d'un système ou d'une solution conventionnelle, en l'occurrence les bus diesel.

Les TPG, en tant qu'exploitant du réseau, procéderont à l'acquisition des 11 véhicules articulés électriques adaptés à la technologie TOSA, munis du système de recharge par biberonnage et du dispositif de stockage d'énergie nécessaires à l'exploitation de la ligne 23 et en seront propriétaires. Les coûts complémentaires liés à l'exploitation de la technologie TOSA (exploitation et amortissement) sont estimés à + 1 000 000 F par an. Ils prennent en compte le nouvel itinéraire de la ligne 23 qui gagne en efficacité, permettant ainsi l'économie d'un véhicule, soit une diminution de plus de 500 000 F des coûts d'exploitation par rapport au tracé actuel passant par le quartier du Lignon. Ces coûts complémentaires sont déjà inscrits au budget de fonctionnement des TPG dans le contrat de prestations 2015-2018 pour les années 2017 et 2018.

Quant à ABB, l'entreprise s'est engagée dans un véritable partenariat public-privé avec les TPG et le canton. Ainsi, ABB prendra à sa charge la mise à niveau du bus TOSA d'ores et déjà existant pour un montant de près de 600 000 F afin que celui-ci puisse intégrer la future flotte TOSA. En outre,

ABB assumera aussi ses coûts propres d'ingénierie dans le cadre de l'exécution de ce projet phare de l'OFEN, à hauteur de 600 000 F. Ces contributions financières s'ajoutent aux 6 000 000 F déjà investis dans le développement du démonstrateur, c'est-à-dire du véhicule et des infrastructures présentés lors de la première phase test entre mai 2013 et mars 2014.

De plus, le Conseil d'Etat a conclu avec ABB une convention permettant un retour sur investissement significatif pour l'Etat, du fait que la ligne 23 va servir de vitrine pour la promotion de cette technologie au-delà des frontières cantonales.

Il est enfin important de relever que l'Etat n'est nullement lié dans le futur à ABB, cette dernière s'étant préalablement engagée à renoncer dès 2020 et après la réalisation de la ligne 23 à toute exclusivité sur son dispositif au bénéfice de l'Etat et des TPG. Ce droit d'usage des spécifications techniques de l'interface véhicule/infrastructure permet l'établissement d'appels d'offre publics pour développer, réaliser et recevoir des équipements d'infrastructure complets, compatibles avec le système TOSA, pour une utilisation sur le réseau des TPG.

Modification de la L 11531

Si les coûts liés à la mise en exploitation des véhicules TOSA sont intégrés dans le contrat de prestations 2015-2018 évoqué ci-avant, l'investissement y relatif à la charge des TPG nécessite une adaptation complémentaire de l'enveloppe d'investissement dudit contrat de prestations, ratifié par la L 11531 (art. 4 et 5). Afin que les TPG puissent obtenir une garantie de l'Etat leur permettant de bénéficier d'un emprunt à un taux concurrentiel, il est en effet nécessaire que le présent projet de loi inclue également une modification des articles 4 et 5 de la L 11531 (nouveaux alinéas 2), afin d'intégrer le montant d'acquisition des 11 bus prévus à cet effet, soit 14 465 000 F.

Commentaire article par article

Article 1

Cet article présente l'investissement couvert par la présente loi, à savoir la construction de 13 stations de recharge « Flash », de 3 stations de recharge « Terminaux » et de 3 alimentations au dépôt. Son montant se décompose en divers postes cités à l'alinéa 2.

Article 2

Cet article traite de l'inscription du crédit d'investissement au budget d'investissement à compter de 2016.

Article 3

Cette disposition traite de la subvention fédérale octroyée pour ce projet.

Article 4

Cette disposition traite du calcul de l'amortissement.

Article 5

Cet article prévoit que la LGAF est applicable.

Article 6

Cette disposition prévoit les modifications à apporter à la loi L 11531, pour ajouter les montants d'investissement que doivent prendre en charge les TPG en vue de l'achat des véhicules TOSA, à savoir 14 465 000 F (article 4, alinéa 2), et, par voie de conséquence, pour adapter le montant à hauteur duquel la garantie de l'Etat intervient (article 5, alinéas 2 et 3).

Conclusion

La technologie TOSA répond aux enjeux environnementaux auxquels sont confrontées les agglomérations : pollution, particules fines, bruit routier, atteinte au paysage pour ne citer que les principaux d'entre eux. La réalisation de la ligne pilote 23 permettra de confirmer que la technologie TOSA est une alternative économiquement avantageuse aux trolleybus lors d'un déploiement à plus large échelle à Genève.

Au-delà des atouts techniques, environnementaux et financiers, cette technologie inédite participera aussi au développement économique du canton, en stimulant l'innovation et en ouvrant de nouvelles opportunités en matière de création de richesse et d'emplois pour Genève. La diminution des émissions de gaz à effet de serre représente un enjeu mondial et donc un nouveau marché d'avenir à l'exportation pour la technologie TOSA.

Elle est le reflet de l'innovation genevoise que l'Etat doit encourager.

Au bénéfice de ces explications, nous vous remercions, Mesdames et Messieurs les députés, de réserver un bon accueil au présent projet de loi.

Annexes :

- 1) *Préavis financier*
- 2) *Planification des dépenses et recettes d'investissement du projet*
- 3) *Planification des charges et revenus de fonctionnement du projet*



REPUBLIQUE ET
CANTON DE GENEVE

PREAVIS FINANCIER

Ce préavis financier ne préjuge en rien des décisions qui seront prises en matière de politique budgétaire.

1. Attestation de contrôle par le département présentant le projet de loi

- ♦ Projet de loi présenté par le département de l'environnement, des transports et de l'agriculture (DETA)
- ♦ Objet : Projet de loi ouvrant un crédit d'investissement de 15 000 000 F pour le déploiement de la technologie TOSA sur une ligne pilote des Transports publics genevois
- ♦ Rubrique(s) budgétaire(s) concernée(s) : 06110604.5030 ; 06110604.5060 ; 06035000.6300
- ♦ Politique(s) publique(s) concernée(s) : J Mobilité
- ♦ Coût total du projet d'investissement :

Dépenses d'investissement	15'000'000
- Recettes d'investissement	3'400'000
= Investissements nets	11'600'000

- ♦ Coût total du fonctionnement lié :

Charges liées de fonctionnement	0
- Revenus liés de fonctionnement	0
= Impacts nets sur les résultats annuels	0

- ♦ Planification pluriannuelle de l'investissement :

(en millions de F)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Dépense brute	0.0	7.2	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
Recette brute	0.1	2.0	0.9	0.2	0.1	0.1	0.0	3.4
Invest. net	-0.1	5.2	6.9	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	11.6

- ♦ Planification des charges et revenus de fonctionnement liés et induits :

oui non Les tableaux financiers annexés au projet de loi intègrent la totalité des impacts financiers découlant du projet.

EW, 1/2

(en mios de F)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Dès 2022
NET LIE et INDUIT	0.00	-0.15	-0.85	-1.35	-1.34	-1.32	-1.32	-1.32

♦ Planification financière (modifier et cocher ce qui convient) :

- oui non Le crédit d'investissement est ouvert dès 2016, conformément aux données des tableaux financiers.
- oui non Les charges et revenus de fonctionnement liés et induits de ce projet sont inscrits au projet de budget de fonctionnement 2016.
- oui non Le crédit d'investissement et les charges et revenus de fonctionnement liés et induits de ce projet sont inscrits au plan financier quadriennal 2016-2019, sous réserve de l'arbitrage du Conseil d'Etat.
- oui non Ce projet génère des charges de fonctionnement liées nécessaires à sa réalisation (ces charges n'étant pas comprises dans la demande de crédit du présent projet de loi, elles doivent faire l'objet d'une inscription annuelle au budget de fonctionnement).
- oui non Autre(s) remarque(s) : ce crédit d'investissement est inscrit au plan décennal des investissements 2016-2025, sous réserve de l'arbitrage du Conseil d'Etat.

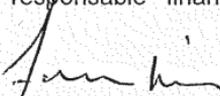
Le département atteste que le présent projet de loi est conforme à la loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat (LGAF), à la loi sur les indemnités et les aides financières (LIAF), au modèle comptable harmonisé pour les cantons et les communes (MCH2) et aux procédures internes adoptées par le Conseil d'Etat.

Genève, le :

Signature du responsable financier du département :

10.08.2015

P.O.



2. Approbation / Avis du département des finances Alain FOURNIER

- oui non Remarque(s) complémentaire(s) du département des finances : _____

Genève, le :

Visa du département des finances :

7 août 2015

B. W. Nade Kachis
Eve Veinvalde Kachis

N.B. : Le présent préavis financier est basé sur le PL et son exposé des motifs du 06.08.2015, ainsi que sur les tableaux financiers du 29.07.2015.

1. PLANIFICATION DES DEPENSES ET RECETTES D'INVESTISSEMENT DU PROJET

Construction ligne pilote TOSA L23

Projet présenté par le département de l'environnement, des transports et de l'agriculture
(montants annuels, en millions de €)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOTAL
Dépenses d'investissement	0.0	7.2	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
Recettes d'investissement	0.1	2.0	0.9	0.2	0.1	0.1	0.0	3.4
Investissement net	-0.1	5.2	6.9	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	11.6
Route - Revêtement	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Recettes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Matériel tech. - Eqpmts entretien	0.0	5.5	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3
Recettes	0.1	2.0	0.9	0.2	0.1	0.1	0.0	3.4
Aucun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recettes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aucun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Recettes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Remarques :								

Date et signature direction financière (investisseur) :

10.08.2015 p.o.

Date et signature direction financière (utilisateur) :

Alain Fournier
(Alain Fournier)

2. PLANIFICATION DES CHARGES ET REVENUS DE FONCTIONNEMENT DU PROJET
Construction ligne pilote TOSA L23

Projet présenté par le département de l'environnement, des transports et de l'agriculture (montants annuels, en millions de F)									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	dès 2022	
TOTAL charges liées et induites	0.00	0.15	0.85	1.35	1.34	1.32	1.32	1.32	1.32
Charges en personnel [30]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Biens et services et autres charges [31]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Charges financières	0.00	0.15	0.85	1.35	1.34	1.32	1.32	1.32	1.32
Intérêts [34]	0.00	0.11	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Amortissements [33 + 366 - 463]	0.00	0.04	0.60	1.10	1.09	1.08	1.08	1.08	1.08
Subventions [363 + 369]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Autres charges [30 à 36]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL revenus liés et induits	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Revenus [40 à 46]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RESULTAT NET LIE ET INDUIT	0.00	-0.15	-0.85	-1.35	-1.34	-1.32	-1.32	-1.32	-1.32
RESULTAT NET LIE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RESULTAT NET INDUIT	0.00	-0.15	-0.85	-1.35	-1.34	-1.32	-1.32	-1.32	-1.32

Remarques :

Date et signature direction financière (investisseur) :

10.08.2015

P.O.

A. Fournier (Alain Fournier)

Date et signature direction financière (utilisateur) :