



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'énergie OFEN

Section Cleantech

Rapport final du 23 mai 2016

Démonstration de minibus électriques et automatiques sur le campus de l'EPFL



©EPFL / Alain Herzog 2015



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Date : 23.05.2016

Lieu : Berne

Prestataire de subventions :

Confédération suisse, représentée par
L'Office fédéral de l'énergie OFEN
Programme pilote, de démonstration et Programme-phare
CH-3003 Berne
www.ofen.admin.ch

Bénéficiaires de la subvention :

EPFL
Campus durable
Station 7
1015 LAUSANNE
www.epfl.ch

Auteurs :

Philippe Vollichard, philippe.vollichard@epfl.ch

Direction du programme de l'OFEN : Yasmine Calisesi, yasmine.calisesi@bfe.admin.ch

Suivi du projet pour l'OFEN : Yasmine Calisesi, yasmine.calisesi@bfe.admin.ch

Numéro du contrat de l'OFEN : SI/501222-01

Les auteurs sont seuls responsables du contenu et des conclusions de ce rapport.

Office fédéral de l'énergie OFEN

Mühlestrasse 4, 3063 Ittigen, Adresse postale : 3003 Berne
Tél. +41 58 462 56 11 · fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.ofen.admin.ch



Résumé

Inaugurée en grande pompe le 17 avril 2015 en présence de la Présidente de la Confédération, Mme Simonetta Sommaruga, et du Président français François Hollande, en visite officielle en Suisse, la démonstration de minibus électriques et automatiques s'est déroulée sans incident jusqu'à fin août, avec plus de 7'000 passagers embarqués sur un parcours de 1,5 km ponctué des six arrêts fixes. Ce projet a permis en parallèle de mettre en œuvre avec succès un nouveau logiciel de gestion de flotte développé par une start up de l'EPFL nommée Bestmile. Grâce à un travail de communication soutenu, ces nouveaux modes de transport ont rencontré un bon écho dans les médias et les évaluations fouillées ont montré un état d'esprit général très positif pour ce genre de nouveauté.

Abstract

Inaugurated with great pomp April 17, 2015 in the presence of the President of the Confederation, Simonetta Sommaruga, and French President Francois Hollande, on official visit to Switzerland, the demonstration of electrical and automatic minibus went off without incident until end of August, with more than 7,000 passengers embarked on a course of 1.5 kilometers punctuated by six fixed stops. This project enabled in parallel to implement successfully a new fleet management software developed by a EPFL start-up named Bestmile. With a large communication, these new modes have met a good media coverage and depth evaluations have shown a general mood very positive for this kind of novelty.



Sommaire

Sommaire	3
Résumé.....	3
Abstract	3
Sommaire	4
But du projet	6
Fondements – conditions-cadres	6
Concept – description de l’installation	7
Procédure / méthodologie	8
Résultats	10
Discussion / évaluation des résultats / enseignements.....	13
Perspectives, étapes ultérieures	15



Annexe.....	15
--------------------	-----------



Contexte de départ

L'EPFL est active depuis de nombreuses années dans le domaine de la recherche et de l'expérimentation sur le thème du transport public électrique et automatique de proximité (first and last mile). Une première expérience importante a été menée à la fin des années 1990 avec le projet nommé « La Serpentine » qui fut mené jusqu'à la réalisation sur les quais d'Ouchy à Lsuanne, mais ne reçut pas l'autorisation d'exploiter par l'Office fédéral des transports. Un autre projet de Swissmetro, plus ambitieux, a également passionné des dizaines de chercheurs pendant plusieurs années à la même époque.



Les programmes de recherche européens ayant ouvert des appels à proposition sur ce sujet fin des années 2000, l'EPFL a rejoint le consortium CityMobil 1 (2008-2012), puis CityMobil2 (2012-2016), afin de relancer cet axe de recherche et de démonstration,

But du projet

Le projet vise à réaliser des démonstrations de navettes sans chauffeur en vraie grandeur dans des conditions d'exploitation réelles. Il s'agit d'insérer une flotte de **minibus électriques et automatiques** dans un environnement urbain existant et d'en vérifier tous les paramètres de faisabilité : légaux, technologiques, environnementaux et sociétaux. Ce mode de transport vise à augmenter l'attractivité et le performance des transports publics dans les centres urbains ou les campagnes, afin de favoriser le **transfert modal de la voiture individuelle vers la mobilité douce et partagée**. L'objectif supérieur consiste donc bien à participer activement à la **transition énergétique** soutenue par la Suisse et l'Union européenne.

Fondements – conditions-cadres

Dans un premier temps, onze villes européennes participant au **projet CityMobil2** ont présenté des « City Studies » et les responsables du projet ont retenu cinq propositions dont celle de l'EPFL. Les quatre autres villes retenues ont été : La Rochelle (F), Vantaa (FI), Trikala (GR) et San Sebastian (SP). Le projet CityMObil2 s'est déployé de **2012 à 2016** et se terminera en juin 2016. Un nouvel appel d'offre de la Commission européenne pourrait être lancé en 2017 pour focaliser les points qui nécessitent encore des efforts de recherche et de démonstration.



Concept – description de l'installation

D'avril à juillet 2015, du lundi au vendredi, une flotte de six minibus électriques et automatiques, produits par le consortium Easymile (Ligier-Robsoft) ont desservi gratuitement le campus EPFL, de la station du M1 à l'Innovation Park, via le Rolex Learning Center. Le tracé empruntait des plateaux piétonniers et des routes à 30 km/h. A bord, pas de chauffeur, mais plus de 50 étudiants qui se sont relayés pour veiller à la sécurité et l'information des passagers (grooms). Derrière les écrans de contrôle, Bestmile, start-up de l'EPFL, chargée de superviser pratiquement et virtuellement les opérations. De juillet à août 2015, une seconde phase de démonstration a eu lieu sur le même parcours, avec deux minibus capable fonctionnant par appel sur demande.

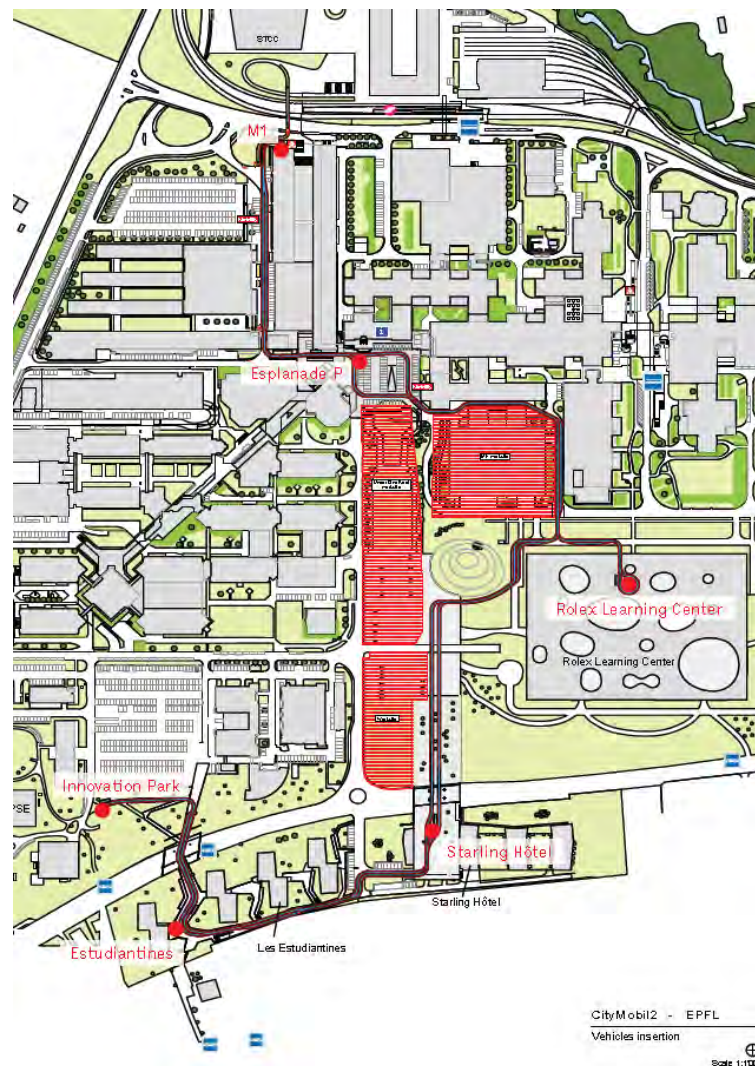


Fig. 1 Carte de la ligne CityMobil2 et ses 6 arrêts sur le campus EPFL



Procédure / méthodologie

Le projet de démonstration des navettes sans conducteur sur le Campus de l'EPFL a reçu **l'autorisation officielle** d'exploiter le système le 14 avril 2015 de la part du service des automobiles et de la navigation du canton de Vaud. Comme convenu, l'autorisation comportait les contraintes suivantes :

- Groom à bord
- De jour et de nuit
- 9 personnes maximum
- Max 15 km/h
- Assurances RC pour le manufacturier (Easymile), l'exploitant (Bestmile) et le propriétaire du fond (EPFL)

L'exploitation a débuté le 16 avril, soit 9 jours après la date annoncée dans la requête OFEN. En effet, le dispositif était bien prêt à la date annoncée, mais la visite officielle du **Président François Hollande à l'EPFL** et l'intégration de l'inauguration du système dans la visite officielle emmenée par Simonetta Sommaruga a nécessité une intense préparation, ainsi qu'un embargo d'information. Ce lancement très officiel a reçu une bonne couverture médiatique (presse, web, réseaux sociaux).



Une navette juste avant l'inauguration, aux couleurs des sponsors, dont l'OFEN



La délégation officielle juste après le coupé du ruban et le démarrage de la navette sans personne à bord (les services de sécurité français n'ont pas autorisé l'embarquement du Président et de sa suite)

Les tâches principales du projet, définies dans le projet européen CityMobil2, étaient :

- Implantation du système de transport avec les ajustements nécessaires d'infrastructure
- Intégration du nouveau système dans le système de transport public local
- Mise en œuvre de toutes les mesures d'accompagnement opportunes en matière de sécurité et d'information
- Mise en exploitation du système et maintenance
- Evaluation complète de la démonstration (opérateurs, usagers des véhicules et du campus)



De juillet à août, une nouvelle phase a débuté avec deux navettes et la mise en place d'une **application smartphone** destinée à commander les minibus **à la demande**. En effet, trop souvent dans les transports publics, des véhicules roulent à vide pour respecter l'horaire, en consommant inutilement. Il s'agissait ici de vérifier la faisabilité, la pertinence et l'acceptance de ce mode d'exploitation.



L'ensemble du projet a été soumis à plusieurs enquêtes des parties prenantes et des usagers, Le travail d'**évaluation** a été conduit sur le terrain et avec des enquêtes par mail selon le programme suivant :

- Juin : 150 enquêtes auprès des piétons et cyclistes réalisées sur le terrain
- Juin : enquête auprès de parties prenantes du projet
- Juillet : enquête mail@all auprès de la communauté EPFL (15'000 personnes)





Résultats

4-5 navettes (toujours un ou deux véhicules en maintenance) ont arpenté le campus sur la ligne M1-Esplanade-Rolax Learning Center-Starling-Etudiantines-Quartier de l'innovation (1,5 km), du lundi au vendredi, de 7h30 à 20h00. Jusqu'à fin juin, près de **6'000 passagers** ont pu découvrir ces minibus gratuitement. 1000 passagers supplémentaires ont embarqué pendant la phase 2 « On demand », soit un total de 7'000 passagers pour l'ensemble de la démonstration.

Pendant cette période, le bilan intermédiaire suivant a pu être tiré :

- Exploitation **sans interruption** du lundi au vendredi, de 7h45 à 20h00 avec 2-4 navettes (pannes, recharges)
- Parfaite collaboration entre Easymile et Bestmile (hard and soft) pour améliorer progressivement la fiabilité du système
- Une collision entre deux navettes (léger dégât au parechoc)
- Une collision avec un cycliste (pas de dommage physique ni matériel)

Les principales difficultés d'exploitation ont été les suivantes :

- Grande **indiscipline** parkings, véhicules de livraison, engins de chantier (ME), avec des centaines d'interventions (logbook)
- **Météo**: poussière, pluie, herbe, climatisation

Quelques modifications dans le programme d'exploitation des navettes ont dû être prises en fonction des événements non prévisibles :

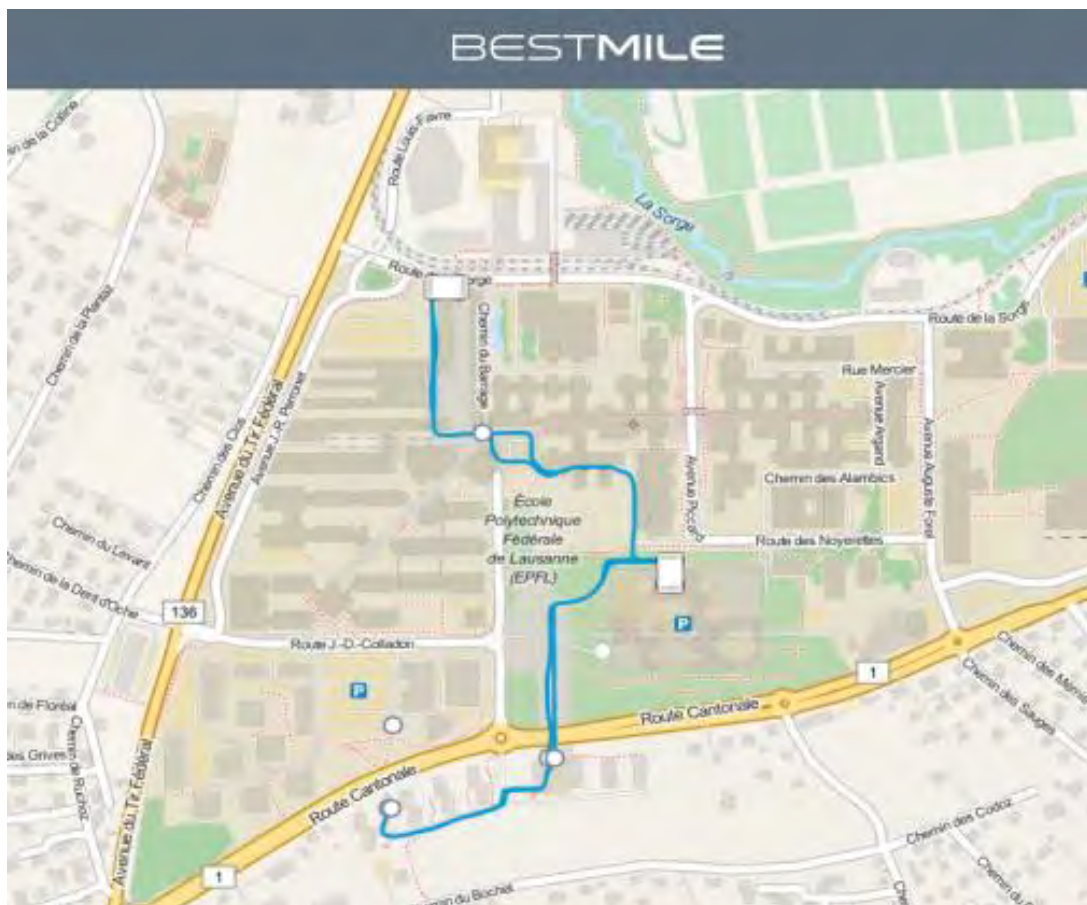
- Réduction ou interruption du service pour événements spéciaux (BALELEC, VIVAPOLY)
- **Fermeture définitive** du segment Esplanade-RLC en raison des aménagements extérieurs sur le chantier ME (décalage des plannings dus au retard de démarrage de la démo)
- **Fermeture définitive** du segment Etudiante-Innovation (environnement trop complexe et localisation trop instable)

Ces événements n'ont pas modifié fondamentalement le dispositif mis en place (matériel et exploitation). Seul le nombre de grooms a pu être légèrement diminué.

Durant cette période de test, il a été possible de mettre en place la **supervision informatique** de la flotte de navettes, de les visualiser et de les piloter à distance en leur communiquant des informations nombreuses sur les parcours, les vitesses, les croisements, leur taux de charge etc. C'est un résultat additionnel essentiel au projet de base qui consistait à maîtriser chaque véhicule individuellement. Il est désormais possible de les gérer en flotte et en synchronisation avec d'autres systèmes d'information, tels que feux de circulation et autres véhicules collectifs ou privés.



Le Poste de commandement de Bestmile, véritable tour de contrôle du système de transport



Vue en temps réel sur desktop et smartphone de la position des navettes durant la phase « On demand »



Discussion / évaluation des résultats / enseignements

Longuement préparée et attendue, cette démonstration sur le campus de l'EPFL a parfaitement rempli ses objectifs, en démontrant que des véhicules sans conducteur, exploités professionnellement sur plateau pitéonier et routes 30km/h pendant près de 5 mois, peuvent circuler sans risque supplémentaires à ceux inhérents à la circulation en général, en exploitation continue ou sur demande.

Les autorités fédérales et cantonales ont autorisé cette démonstration, ce qui constitue un premier résultat très important du projet compte tenu de l'expérience malheureuse de la fin des années 90. Cela devrait ouvrir en Suisse de nouvelles possibilités de déploiement progressif de ces systèmes et permettre un évolution positive des prescriptions légales en matière de transport automatique.

Près de 7000 personnes ont utilisé les véhicules, ce qui est excellent vu les deux mois de vacances d'été comprises dans le projet.. Certains incidents techniques ont été observés qui lié à des défaillances des fonctions de capteurs, mais aucun accident ayant des conséquences sur la santé des usagers ou sur l'intégrité des véhicules ne sont à déplorer. Pendant la démonstration, la consommation moyenne d'énergie a été mesurée à 10,72 kWh par jour, avec un rendement énergétique de 0,34 kWh / pkm. La démonstration a été accompagnée par de nombreuses campagnes de communication, y compris une page Web dédiée, la distribution de brochures et de panneaux d'information, qui ont tous contribué à accroître la sensibilisation à ces technologies et à leurs applications potentielles. Au cours de la démonstration, des progrès considérables ont été accomplis en termes de suivi, lorsque BestMile a par exemple mis en œuvre avec succès un système de gestion de flotte à distance. Grâce à ce système, il est possible de surveiller l'ensemble de la flotte à partir d'une poste centralisé de contrôle et de donner des instructions claires à chaque navette de la flotte, à propos de leur vitesse, leur itinéraire, etc. Ce logiciel de gestion de flotte a permis de mettre en œuvre une application Smartphone «ON - demand ». Ces réalisations placent BestMile dans une position concurrentielle sur le marché émergent de la gestion de flotte de véhicules sans conducteur.

Ex-post enquête auprès des utilisateurs

Les véhicules présentés à Lausanne étaient nouveaux et la plupart des gens les ont expérimentés pour la première fois. En général, les passagers ont été satisfaits du service et ont considérés le confort et l'utilité du service comme bons à très bons. La durée du trajet a été moins bien notée, en raison de la trop faible vitesse des véhicules. Pourtant, l'ensemble des personnes consultées émettent des avis très positifs quant à l'éventuel déploiement de ce type de transport public, et seraient prêts à participer à de nouvelles démonstrations ou même à devenir clients si cela devait s'officialiser.

Ex-post du questionnaire de préférences déclarées

Les utilisateurs semblent faire confiance aux capacités d'automatisation des navettes et se sentir en sécurité à bord. 20% des utilisateurs étaient prêts à payer plus pour ce type de véhicules que le tarif des TP actuels, mais 80% d'entre eux seraient prêts à payer plus si le service faisait du porte-à-porte (25% d'entre eux prêts à payer plus de 1,00 EUR en dessus du tarif de PT actuel). Une très grande proportion (80%) des utilisateurs a pensé qu'il serait utile de mettre en œuvre ce service en exploitation permanente, mais la majorité d'entre eux pensaient que ce serait mieux mis en œuvre sur un itinéraire alternatif. Les enquêtes de préférences déclarées ont montré que les utilisateurs ont une nette préférence pour les navettes automatiques en comparaison avec les bus classiques.

Une enquête plus large public



Dans l'ensemble, le grand public a eu une attitude positive quant à la mise en œuvre de véhicules automatisés dans les zones urbaines. Plus de deux tiers des répondants choisiraient des bus automatisés s'ils avaient le choix. En ce qui concerne les voitures particulières, les deux tiers des répondants ont déclaré qu'ils seraient intéressés aux voitures automatiques lorsqu'elles seront disponibles., mais sous la forme de l'auto-partage (48% pour l'auto partage et 18% pour la possession). Il a été très surprenant de voir à quel point ces véhicules automatisés sont acceptés par le public, notamment sur le point de la sécurité. Le lieu de démonstration à l'EPFL, université technologique par excellence, influence certainement les réponses.

Résultats de sondage auprès des parties prenantes

Les parties prenantes ont également exprimé une avis très positif envers ces navettes. Les aspects de sécurité, d'environnement et d'efficacité ont été mis en avant. Tous s'accordent à penser que ces systèmes automatiques pourraient jouer un rôle important dans le réseau de transport collectif, en apportant le chaînon manquant en début et en fin de trajet. (last mile). L'enquête a également soulevé la nécessité d'une interaction entre les acteurs privés et publics, au travers d'une planification coordonnée, une transition des parts modales du véhicules personnel polluant vers le transport public propre, automatique ou non. De nouveaux modèles d'affaire doivent être inventés dans cette direction.

Les technologies étant maîtrisées, il reste d'une part à fiabiliser ces prototypes en industrialisant les processus manufacturiers et d'autre part à prévoir des aménagements urbains capables d'améliorer l'insertion de ces véhicules dans la circulation, un peu à la mesure de ce qui est entrepris pour les transports publics en général (trams et bus). Il n'est pas encore raisonnable de tenter une intégration complète des minibus dans la circulation normale (> 50km/h).

L'absence de chauffeur ne rime pas avec l'absence de personnel, puisque la supervision et l'exploitation de ces véhicules nécessitent encore un accompagnement intensif, tant du point de vue de la supervision que de la maintenance quotidienne ou périodique. La présence de grooms à bord reste importante à ce stade, tant pour informer les usagers que pour fiabiliser l'exploitation. Le recours à plus de 50 assistants-étudiants de l'EPFL, rémunérés pour cette tâche importante, a permis de donner un caractère prospectif et festif au projet.





Perspectives, étapes ultérieures

Un résultat supplémentaire a été enregistré en marge de la démonstration technologique. En effet, le projet a généré la création d'une start up, nommée Bestmile, fondée par deux anciens étudiants de génie civil de l'EPFL, et engagés au démarrage du projet CityMobil2. Fondée en 2014, cette start up a rapidement prospéré, engrangeant de nombreux prix nationaux et internationaux (PERL ; Strategis, Global Urban Innovators etc), et levant progressivement des fonds assez importants pour la poursuite de ses activités.

Ce projet a également permis de motiver l'entreprise Carpostal de démarrer un projet ambitieux dans le centre-ville de Sion, dans le cadre du MobilityLab Sion Valais. Dès cet été et pendant deux ans, deux navettes automatiques circuleront dans la zone de rencontre de Sion afin de d'engranger de nombreuses expériences supplémentaires pour l'exploitation réelle de ces systèmes de transport. Plusieurs démonstrations se multiplient aussi en Europe et dans le monde sur la base des navettes proposées par quelques manufacturiers leaders : Easymile, Navia et 2Getthere.

A terme, ce projet a mis en mouvement de nombreuses réflexions sur les aspects légaux, économiques, environnementaux et sociaux des minibus sans conducteur, discussion qui ne devrait plus tarir ces prochaines années et apporter des résultats concrets à un plus large débat sur la transition énergétique appliquée aux questions de mobilité.



Annexe

Le livrable „Evaluation de la démonstration de Lausanne“ est annexé au rapport.