



# Belgisch **Wegen**congres Congrès belge de la **Route**

LEUVEN · 4-7.04.2022

## Navette autonome & sécurité routière : l'expérience NAVAJO à Louvain-la-Neuve



# Le projet NAVAJO

**Plan Communal de Mobilité 2017-2020 (Ottignies-Louvain-la-Neuve)**

**Autonom-e**  
Testons ensemble le futur



**À LA DEMANDE**  
Vous réservez, on vient vous chercher



**Workshop « navette autonome » (janvier 2019)**

**NAVAJO**  
smart mobility lab

[www.projetNAVAJO.BE](http://www.projetNAVAJO.BE)

**Appel à projet « Territoire intelligent » de Digital Wallonia (Agence wallonne du numérique)**



# Objectifs du projet

**Le projet NAVAJO consistait en un projet expérimental visant à tester de nouvelles formes de mobilité sur le territoire de Louvain-la-Neuve et d'innover avec de nouveaux types de véhicules (minibus à la demande, navette autonome).**

### Innovation technologique

- Test d'une navette autonome en milieu urbain sur route ouverte;
- Analyse des interactions avec d'autres types d'usagers de la route;
- Traversée du Boulevard Baudouin 1<sup>er</sup> (niveau de trafic élevé) et protocoles de communication avec les feux tricolores;
- Mise en place d'un service de transport à la demande dynamique piloté par des algorithmes de gestion des demandes en temps réel sur le territoire de Louvain-la-Neuve.

### Innovation sociétale

- Effets de ces nouveaux services de mobilité sur les pratiques de déplacement;
- Impacts environnementaux de ces nouveaux modes de déplacement;
- Opportunités de déployer ce type de services ailleurs en Wallonie.

### Innovation sociale

- Communication et éducation aux nouvelles manières de se déplacer;
- Appréhension et respect de la navette autonome par les autres usagers (piétons, cyclistes, véhicules motorisés);
- Evaluation des avis avant et après le recours à ce type de services.

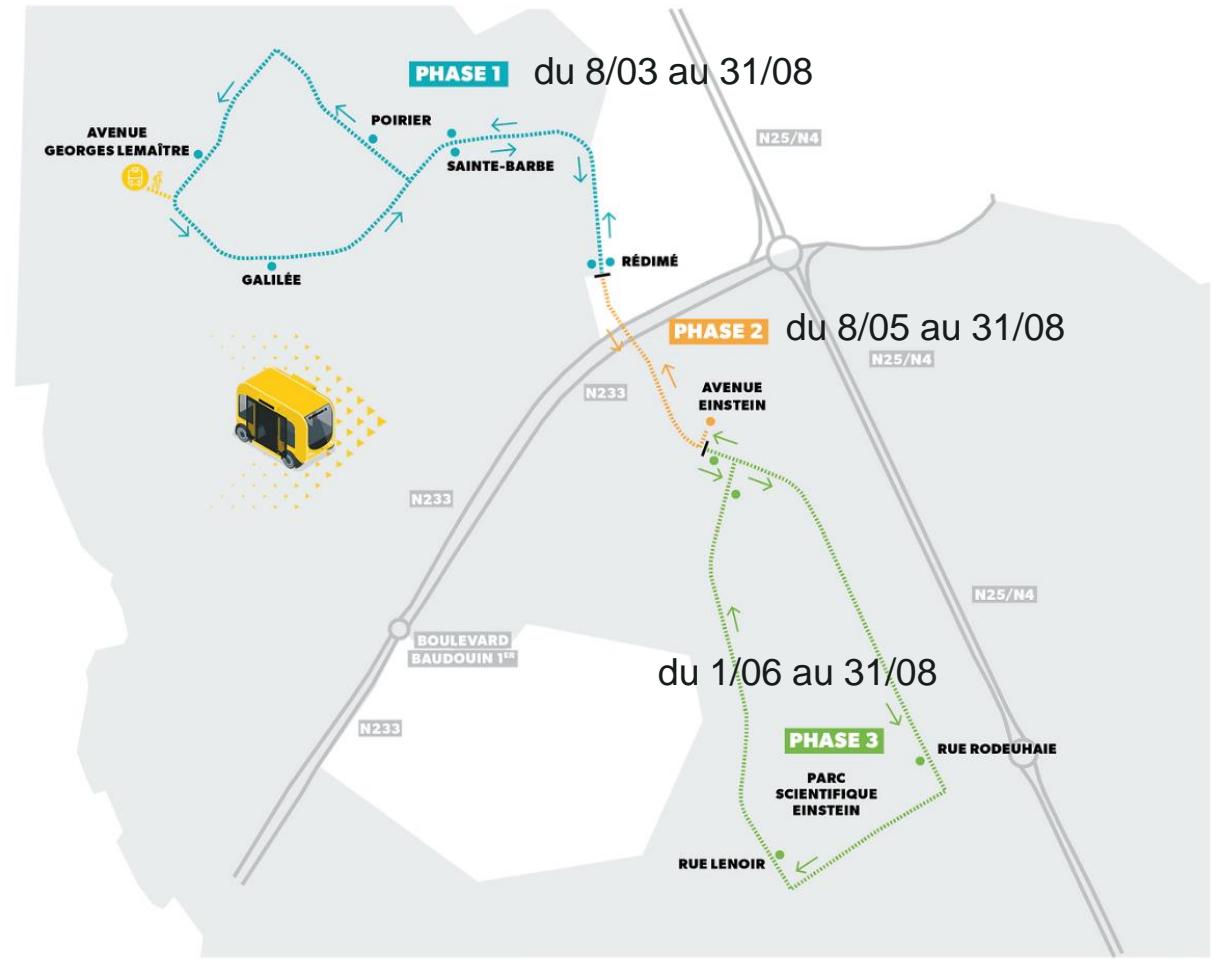
### Autonom-e Testons ensemble le futur



**La navette Autonom-e était exploitée sur une liaison entre la gare SNCB de Louvain-la-Neuve (arrêt Porte Lemaître devant l'Antenne de Louvain-la-Neuve - Forum) et le parc scientifique Einstein.**

- Son itinéraire jusqu'au parc scientifique Einstein a été déployé en trois phases entre février 2021 et juin 2021 (mais opéré jusque fin août 2021).
- La navette circulait du lundi au vendredi entre 7h30 et 19h30 et le samedi entre 10h30 et 18h30.
- Le trajet était gratuit notamment car la législation belge ne permet pas de faire payer les usagers d'un service opéré avec des véhicules de type prototype.
- L'itinéraire était assuré par une seule navette EZ10 GEN3 de la société EasyMile.

## Itinéraire & phasage



# Véhicule : quelques chiffres

Le système de gestion des véhicules d'Easymile permet de monitorer une série de paramètres de la navette et d'analyser la manière dont la navette s'est comportée. Les données opérationnelles sont strictement confidentielles mais certaines informations peuvent néanmoins être communiquées :

- Modèle : EZ10-GEN3, propriété de USH (« intégrateur »)
- La vitesse commerciale moyenne : +/- 8,5 km/h
- La vitesse maximale : +/- 16km/h
- Le taux d'utilisation en mode automatisé : supérieur à 95%  
(fournisseurs : challengés sur niveau d'automatisation dans les carrefours)
- Consommation électrique journalière : 14kWh (batterie de 38kWh)
- Distance moyenne parcourue par mois : +/- 1.000 km
- Nombre d'heures d'exploitation par mois : +/- 250h
- Nombre de kilomètres / jour d'exploitation : jusqu'à 52 km
- Nombre d'heures de service / jour : 12 heures (6h en circulation)



# Analyse et gestion des risques

Afin d'anticiper les différents risques qui pourraient se produire pendant l'exécution du projet, les groupes de travail ont été amenés à compléter une analyse de risques.

- Cette démarche s'est avérée particulièrement utile pour identifier les principaux risques et les mesures correctrices à apporter en cas d'apparition d'un risque.
- Cette analyse se présentait sous la forme d'une matrice reprenant le domaine concerné (exploitation, clientèle, environnement, etc.), la probabilité du risque et son impact.
- Son suivi a été réalisé tout au long du projet.
- Voir annexe

## NB : 2 autres analyse de risques préalables

- Fournisseur (avec son offre)
- VIAS

Risque résiduel moyen	Risque résiduel faible	Risque résiduel significatif	1=très faible   2=fâble (voir onglet "impact")	2=fâble   3=modéré	3=moyen   4=majeur	4=certaine	correction ultime analyse initiale en rouge	1=très faible   2=fâble (voir onglet "impact")	2=fâble   3=modéré	3=moyen   4=majeur	4=certaine	Corrigés
Risque	Domaine principal	Prob.	Impact	Valeur risque	Mesures correctrices (à considérer globalement par domaine)	via anticipation	via correction	Probabilité	Impact	Valeur risque	via anticipation	via correction
Manque de personnel d'exploitation -> service non débuté	Exploitation	C	3	2	6 Procédure signalement absence et remplacement (pool agents formés)			1,3	2,3	2,8		
Exposition du conducteur au COVID	Exploitation		3	2	6 Planifier formations assez tôt			1,8	2,3	3,9		
Dubli recharge -> service non débuté	Exploitation		1	1	1 Système/procedure détection absence/retard prise de service			1,0	1,8	1,8		
Retard inauguration service par manque de disponibilité conducteurs pour formations	Exploitation		3	2	6 Modalités coaching et suivi des opérateurs tout au long du projet			1,5	1,5	2,3		
Perte motivation des opérateurs	Exploitation		3	1	3 Sensibiliser opérateurs à rester vigilants au freinage d'urgence/à activer le freinage (sur la durée) cf. homéostasie du risque +mesures anti-COVID TEC à appliquer ici			2,0	1,0	2,0		
Clé garage oubliée -> service non débuté	Exploitation		1	2	2) cf. homéostasie du risque +mesures anti-COVID TEC à appliquer ici			1,3	1,3	1,6		
Présence d'objets/animaux non souhaitables à bord	Client	A	2	1	2 Ne pas interdire les voyageurs debout mais sensibiliser et gérer via opérateurs +réévalutat			1,3	0,8	0,9		
Surcharge navette	Client		3	1	3 Faire un mini-règlement pour interdiction animaux ou objets (...)			1,8	1,0	1,8		
Manque de visibilité des P.O.I. sur le trajet navette par rapport à la cible	Client		2	1	2 Eviter risque de chute : signalétique à l'intérieur du véhicule + formation chauffeur			1,3	1,0	1,3		
Faible fréquentation & com' négative liée à l'anxiété COVID	Client		3	1	3 Surcharge navette : prévoir une signalétique quand navette complète (+ renvoyer vers TaD)			2,5	0,8	1,9		
Expérience client négative	Client		3	2	6 Faible fréquentation : relance du projet via RS par exemple ? Ou concours			2,3	1,0	2,3		
Frustration relative à l'arrêt du projet pilote	Client		2	1	2 Expérience client négative : rappel expérience pilote + possibilité donner son avis			1,8	0,8	1,3		
Client debout à bord, ne se tient pas en permanence et chute	Client		3	3	9 Info sur POI : carte sur écran + infos didactiques + tenez-vous bien			2,3	2,3	5,1		
					Mettre un QR code à l'intérieur pour donner son feed-back (+ adresse mail autonom-e@letec.be ?)							
					Nettoyage quotidien sol navette (expériences VIAS)							

Non-franchissement du feu dans les délais prévus par mode auto / mise en sécurité	Technique	S	2	2	4) Quitteance pour les feux est suffisamment longue pour la traversée du carrefour			1,4	1,0	1,4		
Carrefour feux : feux et/ou infra pas prêt à temps (1er mars)	Technique		3	2	6 Restriction à circuler dans les bonnes conditions- indiqués dans le PV d'acceptation			1,8	1,6	2,9		
Feux : panne	Technique		1	2	2 Suivre les migrations mentionnés dans le SAR			1,2	1,4	1,7		
Feux : avarie de détection	Technique		2	1	2 Réparer la voie			1,4	1,0	1,4		
Feux : non détection de la navette mais franchissement	Technique		1	1	1 Choisir les horaires et fréquence du service en prenant en compte la consommation de la b			1,2	0,8	1,0		
Perturbation de la navette liée à conditions météo	Technique		4	3	12 Limiter l'usage de la climatisation et de la chauffage			3,4	1,6	5,6		
Perturbation de la navette liée à des événements ponctuels voiries (chantier, accident, ...)	Technique		3	1	3 Déterminer des procédures opérateurs selon les uses cases pour maximiser continuité serv			2,4	1,0	2,4		
Perturbation de la navette liée à l'état de la voirie	Technique		3	1	3 Feux : planning 3 mai ok (travaux faits d'une seule traite) - attention, set-up EasyMile 2e m			1,8	1,0	1,8		
Avarie immobilisante en ligne (hors batterie vide)	Technique		3	3	9 Feux : procédure validation/règlement : bypass Ministre par arrêté communal au besoin			2,4	2,6	6,2		
Avarie immobilisante en ligne (batterie vide)	Technique		3	2	6 Feux : plans carrefour par SPW début décembre (génie civil & plan de régulation)			1,8	2,4	4,3		
					Feux : bilatérale VIAS - SPW pour optimisation/sécurité franchissement (jeGu - DaKs - GeMa)							

Niveau d'impact	Exploitation	Client	Technique	Environnement	Juridique/Fin	Gouvernance
3. Majeur	Les voyages sont supprimés pour au moins une demi-journée.	Certains clients ne comprennent pas (...) et peuvent avoir un comportement dangereux (accident potentiel)	Les voyages sont supprimés pour au moins une demi-journée ou la ViCom réelle est <50%. La NA demande une action manuelle non prévue de manière systématique	L'environnement requiert des actions manuelles systématiques et/ou le service est supprimé pour au moins 1/2 journée	Les partenaires prennent un risque supérieur à 10 % du coût du projet (~60 k€), soit >60 k€ ou prennent un risque pénal	Les décisions relatives au projet prennent quelques semaines de retard par rapport au planning établi OU ont un impact majeur sur le déroulé prévu
2. Modéré	Un voyage débute/accumule un retard supérieur à 10 minutes, voire est supprimé.	Certains clients ne comprennent pas (...) et peuvent avoir un comportement inadapté (retard, frustré, ...)	Un voyage débute/accumule un retard supérieur à 10 minutes, voire est supprimé. Ou ViCom entre 50 et 75% du prévu. La NA demande une action manuelle non prévue de manière systématique	L'environnement requiert plusieurs actions manuelles non-prévues et/ou le service est rendu avec un retard >10'	Les partenaires prennent un risque entre 2% et 10 % du coût du projet (~60 k€), soit max 60 k€	Les décisions relatives au projet prennent quelques jours de retard par rapport au planning établi, avec un impact significatif sur le déroulé prévu
1. Faible	Le service prévu ou le voyage débute/accumule un retard <10 minutes.	Certains clients ne comprennent pas et ont un comportement inadapté mais sans incidence sur le projet	Le service prévu ou le voyage débute/accumule un retard <10 minutes; ou la ViCom réelle est entre 75 et 100% du prévu ; la NA demande une action manuelle non-prévue	L'environnement requiert une action manuelle non-prévue et/ou le service est rendu avec un léger retard	Les partenaires prennent un risque inférieur à 2 % du coût du projet (~60 k€), soit max 12 k€	Les décisions relatives au projet prennent quelques jours de retard par rapport au planning établi, sans impact significatif sur le déroulé prévu
0. Nul	Le service prévu est rendu tous les jours. Tous les parcours débutent à l'heure.	Les clients (potentiels et réels) comprennent parfaitement les particularités d'un V.A. et les limites du service, et se comportent en adéquation	Le service prévu est rendu tous les jours. Tous les parcours débutent à l'heure et sont assurés jusqu'au bout selon la ViCom prévue	L'environnement de la NA permet à tout moment de délivrer le service prévu	Aucun risque juridique ou financier n'est pris par les partenaires	La gouvernance du projet est assurée dans les temps et dans la continuité entre les acteurs ; les décisions sont appliquées dans les temps

# Autonom-e : infrastructures



**3**  
+/-30m<sup>2</sup>

Enlever les feuilles du chemin et éviter d'opérer pendant les jours de vents forts combinés aux feuilles sur place.

**4**  
+/-5m<sup>2</sup>

Aménagements nécessaires :

Cette section est caractérisée par une voie à sens unique, d'une voie cyclable proche de la trajectoire du VA ainsi que d'arbres surplombant la route. Afin d'assurer une qualité de localisation optimale, EasyMile recommande de couper si nécessaire les branches qui surplombent la route empruntée par le VA.

Enlever les feuilles du chemin et éviter d'opérer pendant les jours de vents forts combinés aux feuilles sur place.

Enfin, la route n'est pas en bon état ce qui pourrait impacter la qualité du service. Afin d'augmenter les performances du service, il est conseillé de réparer la route si nécessaire.

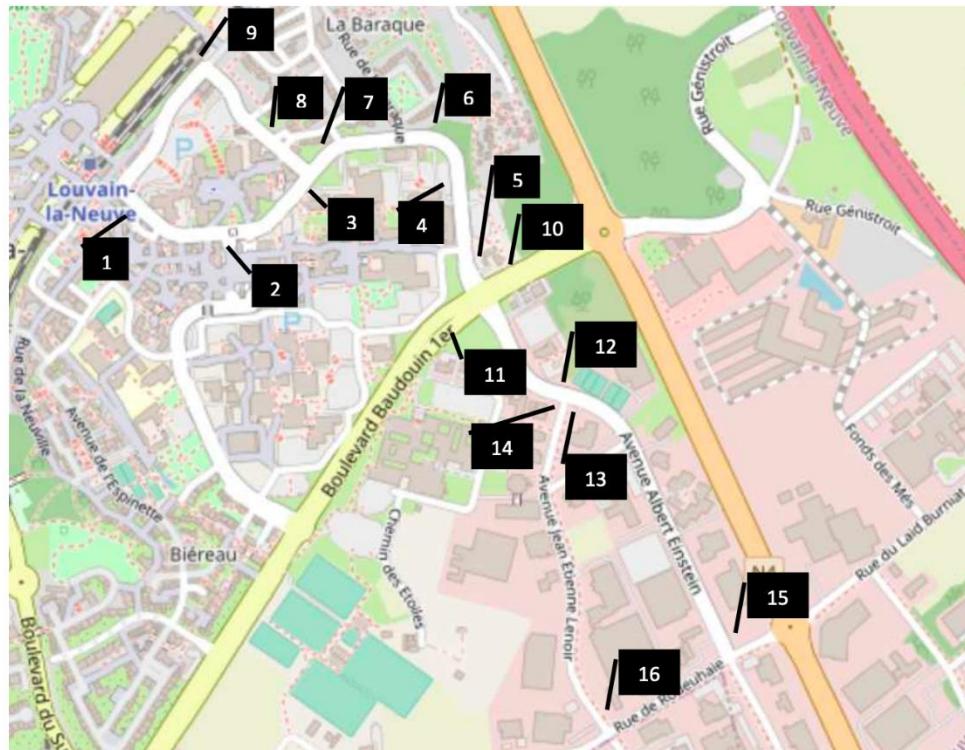
A

# Autonom-e : signalétique

## Ottignies Louvain-la-Neuve - Projet NAVAJO - pose de signalisations

### 1- Signalisation de localisation → localisation

La pose des poteaux et panneaux doit respecter les règles d'usages, il y a lieu de prendre toutes les dispositions nécessaires afin d'éviter les dégradations aux installations sous-terraines éventuellement présentes. Les poteaux sont situés à minimum 0.6cm du bord de l'élément linéaire présent, la hauteur libre laissée entre le niveau de l'accotement et le panneau est de 2.1m. Cette signalisation ne peut en aucun cas être installée sur un accotement de type trottoir ou entraver le cheminement des piétons



**Sensibilisation**  
+  
**Carte 3D**

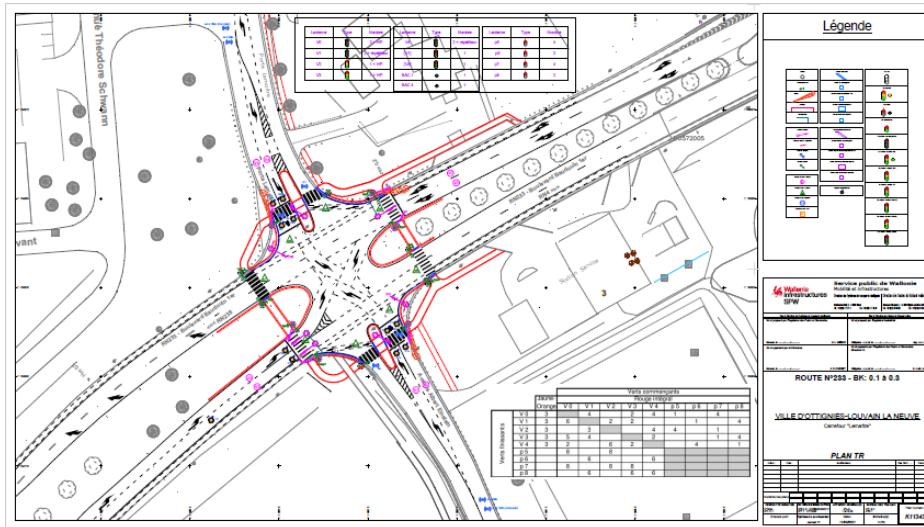
## Sensibilisation



**Autonom-e**

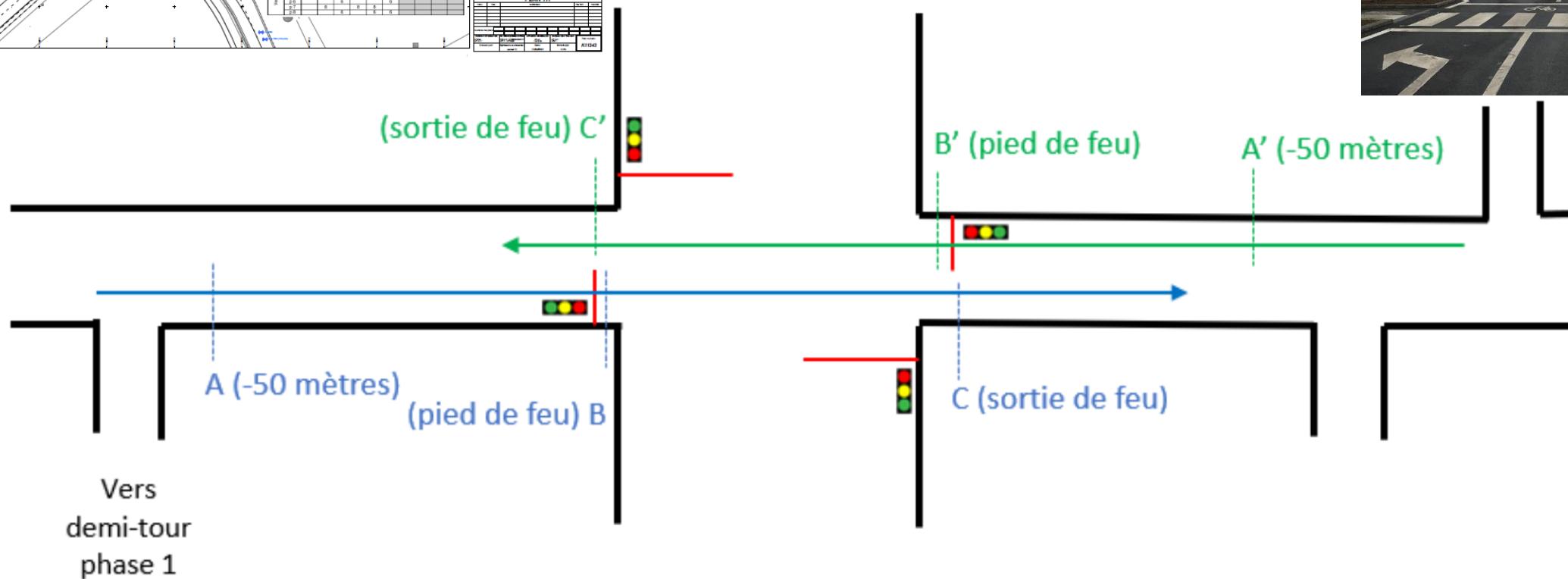


**TEC**



# Carrefour à feux

Détection : via GPS

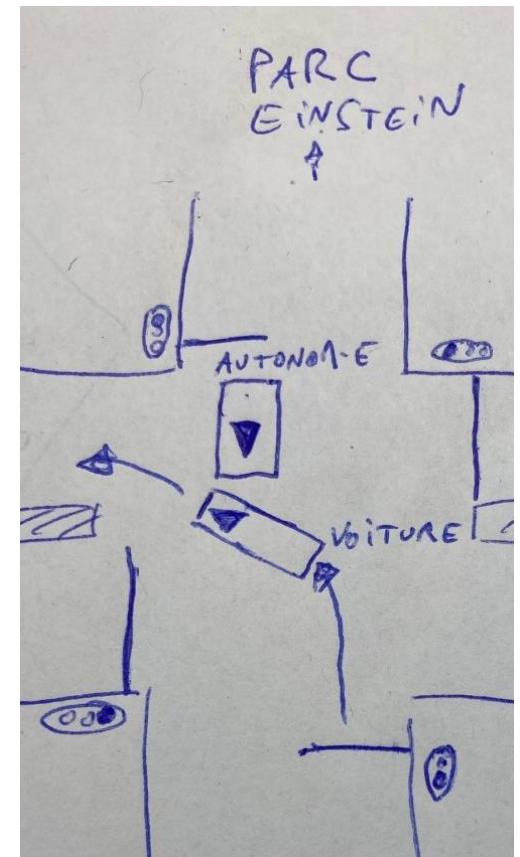


# Autonom-e: analyse de l'accident

**Le samedi 15 mai, la navette autonome a eu un accrochage avec une voiture au milieu du carrefour à feu. Voici l'analyse des données de cet accident, par le constructeur EasyMile.**

- La navette attendait avant la ligne de feu
- Lorsque le feu est passé au vert, la navette a démarré comme attendu : le mouvement est initié 1 seconde après que le feu vert ait été détecté et l'accélération est constante pour atteindre 4 m/s en 8 secondes;
- Un obstacle est détecté (voiture venant du côté avant de la navette) et entre dans la zone de ralentissement (+ 7,2 mètres de la navette), amenant la navette à ralentir, comme attendu
- La voiture croise le chemin prévu de la navette et est détecté dans la zone de sécurité. Un arrêt d'urgence est déclenché en raison de la détection de l'obstacle (6 mètres de la navette). La vitesse de la navette au moment de ce déclenchement est de 4,08 m/s et la navette freine comme attendu
- La voiture continue à tourner vers l'avant de la navette, amenant à une collision environ 0,5 seconde après que le déclenchement de l'arrêt d'urgence. La vitesse de la navette au moment de l'impact est estimée à 2,3 m/s
- La navette s'arrête +- 1,3 secondes après l'impact avec la voiture

Il n'y a aucune preuve ni suspicion d'un dysfonctionnement de la navette. Les assureurs eux-mêmes ont conclu à la pleine responsabilité de la partie adverse (non-respect des priorités).



# Sécurité routière : key points

- PHD UCLouvain : communication de la navette est peu claire envers les autres usagers (ex : appels de phare)
- En général, le regard entre usagers de la route est fondamental pour communiquer. Toutefois, dans la navette, l'opérateur de bord ne regarde pas nécessairement vers l'avant ou n'est pas positionné devant ce qui perturbe les autres usagers de la route, en particulier les automobilistes qui ne savent pas toujours quel comportement adopter.
- Beaucoup d'énerver des automobilistes « bloqués » derrière la navette (différence de vitesse même en Z30). Dépassemens de ligne blanche. Tolérance police « il faut les comprendre ». Rabattements trop proches → ralentissement ou freinage d'urgence
- Bonne cohabitation avec les piétons (étudiants !) mais pas en zone piétonne (pas testé : avis défavorable)
- Bonne cohabitation avec les cyclistes sauf distance de sécurité (différentes des usages avec les voitures)
- Les arrêts d'urgence de la navette (95 % pas nécessaires !) : blessures légères / inconfort à l'intérieur. Trop de prudence ?

## EN ROUTE VERS LE FUTUR AVEC AUTONOM-E

DEMAIN / 27/04/2021



Ce vendredi 19 mars, on a testé la navette autonome de Louvain-la-Neuve. Il s'agit d'un véhicule automatisé sans conducteur qui effectue la liaison de la gare SNCF de Louvain-la-Neuve au parc scientifique Einstein. Un opérateur TEC est toutefois présent dans le véhicule, pour accompagner et informer les voyageurs mais aussi



Belgisch **Wegen**congres  
Congrès belge de la **Route**  
LEUVEN • 4-7.04.2022



## UNE ORGANISATION



Association  
Belge de la Route



AGENTSCHAP  
**WEGEN & VERKEER**

## AVEC LE SOUTIEN DE



Centre de  
recherches routières



**BRUXELLES MOBILITÉ**  
SERVICE PUBLIC RÉGIONAL DE BRUXELLES

 **Wallonie**  
mobilité infrastructures  
**SPW**



**FBEV**

Fédération Belge des Entrepreneurs de Travaux de Voirie asbl



## Contact

-  Sandra Mertens (Ville d'Ottignies-LLN) & Simon Collet (TEC)
- 
-  [Sandra.mertens@olln.be](mailto:Sandra.mertens@olln.be) & [simon.collet@letec.be](mailto:simon.collet@letec.be) + d'infos sur [www.projetnavajo.be](http://www.projetnavajo.be)

