



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Couverture Page: 1/8

Un pas de plus vers l'avènement des véhicules autonomes

La toute jeune entreprise LOXO a récemment lancé son projet pilote de véhicule autonome pour la livraison de biens. Une route qui semble simple, mais qui est pourtant parsemée d'embûches. Eric Silva, Chief Operating Officer chez LOXO, nous en dit plus.

Propos recueillis par Marina Hofstetter

Comment est née LOXO ?

En 2018, les membres de l'équipe co-fondatrice de LOXO et moi-même travaillions à ROSAS (Robust and Safe Systems), qui est l'un des centres de compétences de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg spécialisé dans les domaines de la sécurité fonctionnelle, de la fiabilité et de la cybersécurité des systèmes techniques. Nous étions impliqués dans un projet de recherche concernant la mise en pratique d'un « proof-of-concept » de télé-opération de véhicules et nous évaluions les risques en termes de cybersécurité de ce genre d'application. À la suite de ce projet, nous avons décidé de continuer à développer cette technologie pour le transport au dernier kilomètre. C'est ainsi que LOXO a été fondée en 2021, et compte aujourd'hui une dizaine d'employés.

Qu'est-ce que le transport au dernier kilomètre et pourquoi vous focalisez-vous sur ce segment ?

Le transport au dernier kilomètre se réfère à la dernière partie du transport de biens jusqu'à la livraison au client final. Lorsque quelqu'un passe une commande en ligne, les biens passent d'abord par les grands centres de distributions postaux avant

d'être dispatchés. Jusque-là, la logistique fonctionne très bien en Suisse. Les derniers kilomètres sont la principale source de coûts pour les livraisons. Cette étape de livraison est tout d'abord très demandeuse en termes de main d'œuvre. Il existe des études qui montrent que si les commandes en ligne augmentent, au détriment des commerces physiques, y compris ceux de proximité, le besoin en chauffeurs exploserait. Or le secteur fait déjà face à un manque de main d'œuvre. De plus, pour de nombreuses industries, la livraison est disponible pour le bien-être du client, mais n'est pas rentable pour l'entreprise. Prenez un supermarché par exemple : la livraison à domicile engendre des frais supplémentaires pour l'entreprise. Si elle veut couvrir ces frais, elle peut soit augmenter le prix des denrées alimentaires, soit faire payer la livraison, ce qui dans tous les cas aura pour effet de faire fuir ses clients. Le but de notre solution est donc de permettre aux entreprises de réduire leurs frais liés à la livraison à domicile. Par ailleurs, d'un point de vue technologique, le fait de se concentrer sur les derniers kilomètres simplifie le développement, en ce qui concerne la batterie par exemple, car notre véhicule roule à 30 km/h seulement et effectue de petits trajets.



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Couverture Page: 2/8

Pourquoi vous êtes orientés vers le transport de biens et pas de personnes ?

Les risques extérieurs à gérer sont les mêmes mais le transport de marchandises est bien moins risqué que le transport de personnes. Il faut pouvoir gérer les handicaps, les éventuels accrochages entre personnes dans le moyen de transport, etc. En nous concentrant sur le transport de biens, nous nous affranchissons de nombreuses problématiques.

Un véhicule est actuellement en service dans le cadre d'un projet pilote, pouvez-vous nous en parler ?

Nous avons travaillé pour Migros à l'adaptation de notre véhicule pour la livraison de sacs de commissions jusqu'aux locaux de l'entreprise Schindler à Ebikon (LU). Ce véhicule sans chauffeur dispose de 8 boîtes de 4 places chacune, permettant de transporter jusqu'à 32 commandes simultanément. Les employés de Schindler passent leur commande en ligne sur le site de Migros, aux environs de 15h30, le véhicule LOXO part de son garage pour se diriger vers Migros, où une personne charge le véhicule LOXO avec les commandes passées en ligne par les employés de Schindler sur le site de Migros. Une fois chargé, le véhicule roule jusqu'aux locaux de Schindler où il reste stationné de 16h à 18h, période pendant laquelle les employés peuvent venir récupérer leurs courses grâce à un code qui leur ouvre leur compartiment dédié. À 18h, le véhicule se referme et repart au garage.

Quelles sont les différentes étapes de développement de ce projet pilote ?

Le véhicule LOXO circule sur la route depuis le 8 février 2023. Or développer un véhicule autonome est une chose, le mettre en circulation sur le réseau routier en est une autre. Après avoir longuement discutée avec l'Office fédéral des routes, nous avons obtenu une autorisation de

mise en circulation de notre véhicule suivant un processus en étapes progressives afin de limiter au maximum les risques. Chaque étape devant se passer durant un temps défini, sans incident afin d'être validée. Le but étant à la fin du projet d'avoir un véhicule qui effectue son trajet de manière totalement autonome, avec un superviseur en stand-by disponible en cas de besoin. Ce projet pilote nous permet de développer et de valider de manière sécurisée notre technologie de conduite autonome. Une fois la technologie validée, un superviseur pourra gérer en stand-by une flotte de plusieurs véhicules, ce qui est économiquement très intéressant.

Quelles sont les étapes pour rendre le véhicule autonome sur un trajet précis ?

Le processus de développement nécessite la simulation de tout l'environnement dans lequel le véhicule doit se déplacer, ainsi que le véhicule lui-même, incluant tous ses capteurs. Le véhicule aura de ce fait avec la simulation exactement les mêmes configurations et retours que pendant l'opération réelle. Les algorithmes sont ainsi dans un premier lieu testés dans cet environnement virtuel avant d'être implémentés sur le véhicule. Au niveau du projet pilote, notre véhicule se déplace sur un parcours défini. Son chemin est donc connu et le véhicule apprend son parcours et les risques liés aux différents tronçons. Il se base ensuite sur trois piliers essentiels de son système que sont la perception, la localisation ainsi que la planification de trajectoire afin de garantir un transport sécurisé.

Quels sont les défis liés à l'automatisation d'un trajet ?

Il est particulièrement difficile de lister exhaustivement toutes les situations qui peuvent se passer au quotidien sur les



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Coupage Page: 3/8

routes. Il faut pouvoir prendre en compte le trajet en soi, mais aussi les divers éléments qui se trouvent sur ce trajet, comme les autres véhicules et les piétons. Certaines configurations routières sont de ce fait plus difficiles à appréhender que d'autres. C'est le cas du rond-point par exemple. Entre ceux qui s'engagent alors qu'ils ne devraient pas, ceux qui changent de voie au milieu du rond-point, les gens qui veulent traverser, le rond-point est une situation qui pour un être humain n'est pas toujours évidente à analyser, alors imaginez pour un véhicule autonome.

Y a-t-il également des défis inhérents à la téléopération ?

Le principal problème est lié à une perte de signal, et donc à une perte de connexion entre le véhicule et le système de supervision de flotte. Actuellement si cela arrive, le véhicule allume les feux de détresse, se parque sur le côté de la route et s'arrête. Implémenter des fonctions de sécurité telle que celle-ci directement dans le véhicule est extrêmement important. Un autre point à ne pas négliger est aussi l'expérience utilisateur du téléopérateur. Au départ, la télé-opération se faisait au moyen d'un clavier, puis d'un volant, et désormais un volant avec feedback résistif permettant au téléopérateur d'avoir des sensations similaires à une conduite sur véhicule. De plus, le

téléopérateur dispose de quatre écrans, reliés aux caméras placées sur le véhicule : une vers l'avant, deux à l'avant sur les côtés et une à l'arrière, ce qui fait beaucoup de données. Il a donc fallu optimiser les flux vidéo. En cas de problèmes du côté de l'opérateur, nous avons aussi implémenté des fonctions de sécurité sur le véhicule, tels que des réductions de vitesse à une certaine distance d'obstacle par exemple, fonctions qui sont également nécessaires pour la conduite autonome.

Comment gérez-vous les personnes et objets se déplaçant dans l'environnement du véhicule ?

La règle existante en Europe stipule que la conduite d'un véhicule automatisée doit être plus sûre que la conduite par une personne. De ce fait, les véhicules automatisés doivent être capables de détecter les objets et personnes dans leur environnement et réagir en conséquence pour éviter tout accident. Néanmoins, il ne suffit pas de détecter ces corps potentiellement en mouvement, mais il faut aussi pouvoir calculer aussi précisément que possible leur trajectoire pour éviter toute éventualité de collision. Trois points sont importants pour cela. La première chose à prendre en compte est la localisation du véhicule. Pour cela on utilise plusieurs technologies : le GNSS bien évidemment, mais aussi des accéléromètres pour connaître le déplacement du véhicule, et le V-Slam (Visual Simultaneous Localization and Mapping, ndlr) qui permet de construire et améliorer en temps réel une carte de l'environnement afin de valider le positionnement du véhicule dans l'espace. Le deuxième point concerne la perception de l'environnement, c'est-à-dire la détection de autres objets, fixes ou en mouvement, que ce soient des véhicules, des personnes ou autres. Pour cela, on utilise principalement des caméras, des radars, des LiDAR's (télé-détection par laser, ndlr) et des capteurs à ultrason. Pour terminer, il faut reconnaître ces objets, les classer par catégorie, et définir leurs éventuelles trajectoires : c'est le travail des algorithmes. La combinaison de ces trois points va permettre au véhicule de décider s'il doit s'arrêter ou pas.

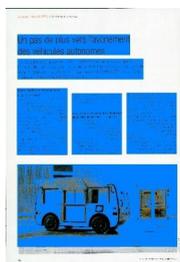
Planifiez-vous d'implémenter d'autres manœuvres d'urgence en plus de l'arrêt ?

À l'heure actuelle, comme nous ne roulons pas très vite, nous pouvons nous satisfaire de l'arrêt d'urgence. Dès que l'obstacle qui



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·so

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009

Référence: 88285292
Coupage Page: 4/8

l'a déclenché s'est éloigné, le véhicule redémarre et continue sa trajectoire. En cas de situation très particulière, le véhicule autonome supervisé pourrait se mettre en stand-by et transmettre une alerte au téléopérateur qui pourra vérifier si la situation nécessite qu'il reprenne le contrôle de celui-ci. Nous travaillons aussi sur différentes technologies permettant de détecter et donner la priorité aux véhicules d'urgence tels que les pompiers ou ambulances par exemple.

Comment est géré un changement de trajet non anticipé ?

Dans la plupart des cas en Suisse, les travaux sont planifiés et l'impact sur la circulation connu à l'avance, ce qui permet de prévoir le nouveau trajet à l'avance. C'est en l'occurrence le cas pour notre projet pilote, car une des routes sur le trajet va être fermée pour travaux. Dans l'éventualité où les voies ne seraient pas praticables de manière inattendue, le véhicule peut simplement recalculer un nouveau trajet comme sur les GPS classiques, et soit le téléopérateur le valide, soit il reprend le contrôle.

Vous parliez également en début d'interview des risques liés à la cybersécurité : les véhicules autonomes sont-ils plus à risque que les autres ?

Le seul véhicule avec un risque zéro est le véhicule entièrement mécanique, car personne d'autre que le conducteur ne peut prendre le contrôle du véhicule. Les défis liés à la cybersécurité ne sont donc pas particuliers aux véhicules autonomes mais aux véhicules qui peuvent être conduits électroniquement, ce qui est le cas de beaucoup de véhicules aujourd'hui. Dès le moment où un véhicule a une direction électronique, d'autant plus si le véhicule est connecté, un hacker peut en prendre le contrôle en entrant dans le bus de communication interne. Les problèmes liés à la prise de contrôle externe d'un véhicule

autonome avec transport de personnes sont évidents, mais les véhicules de transport de biens pourraient également être visés dans le cadre d'un vol ou bien de blocage d'axes routiers par exemple. Le fait que personne ne se trouve dans ce véhicule implique qu'il faut être sûr de pouvoir détecter la perte de contrôle du véhicule et récupérer le contrôle à distance. Quoi qu'il en soit, depuis 2022, l'industrie automobile est désormais obligée de se conformer à des règles et normes européennes en termes de cybersécurité au niveau de l'entreprise. Dès 2024, ce sont également les véhicules qui devront être certifiés, en accord avec le règlement européen.

Les cyberattaques sont-elles les seules craintes liées à l'automatisation ou la télé-opération de véhicules ?

L'automatisation entière d'un véhicule est un sujet assez controversé en général auprès de la population. Actuellement, notre vision est d'opérer un véhicule autonome qui garanti lui-même la sécurité, mais dont un superviseur pourrait reprendre le contrôle à tout moment en cas de problème. L'objectif de ce genre de projets pilotes, est de lever les craintes que les autorités et le public pourraient avoir en prouvant que ce genre de technologie fonctionne et répond à un besoin réel.

Le projet pilote concerne l'industrie agro-alimentaire : votre produit est-il adaptable à d'autres industries ?

Un des points importants pour pouvoir s'adapter à différents marchés est d'avoir un produit flexible, ce qui est notre cas. En étant à la fois flexible sur la charge et sur la forme des biens à transporter, on peut très bien imaginer modifier le véhicule pour pouvoir transporter des tubes de 3 mètres de long par exemple. Je pense que, de manière générale, on sous-estime le potentiel d'une telle technologie. De nombreuses entreprises de toutes tailles, éloi-



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009

Référence: 88285292
Coupage Page: 5/8

gnées de seulement quelques kilomètres, se transfèrent des biens quotidiennement et réduiraient leurs coûts logistiques avec notre solution. Une entreprise de grande taille, dont les différents bâtiments se trouvent de part et d'autre d'une ou plusieurs routes sont aussi une clientèle cible, car les AGV (Automated Guided Vehicle, ndlr) industriels ne sont pas autorisés à rouler sur une route ou à la traverser.

Votre solution est-elle financièrement intéressante pour une PME ?

Définir à partir de quel volume de biens il devient intéressant de passer d'un transport classique à un transport autonome est typiquement le type de discussion qui se tient entre les membres de l'association SAAM (Swiss Association for Autonomous Mobility), créée en 2020, et dont font partie de nombreux acteurs de transports public suisses et autres acteurs dans le domaine de la mobilité. Il faut en effet disposer d'un certain volume de biens à livrer pour que la solution soit rentable. On retrouve ce type de questionnement pour tout type d'automatisation, comme l'introduction de robots dans un atelier de production pour remplacer certaines tâches effectuées par un être humain.

Peut-on imaginer un système de partage de véhicule autonome de transport de biens ?

Oui tout à fait. Comme mentionné précédemment, notre solution est flexible. Nous pouvons répondre aux besoins d'une entreprise de taille suffisamment importante pour qu'elle ait son ou ses propres véhicules, comme c'est le cas avec Migros, mais en se concentrant sur le dernier kilomètre, le besoin que nous recherchons à combler concerne aussi les entreprises et petits commerces locaux. On peut donc tout à fait imaginer un groupement d'entreprises ou un groupement de commerçants qui se partage l'utilisation d'un véhicule de livraison autonome au travers

d'une interface commune de réservation avec logins individuels, et même pour aller plus loin un système de magasin en ligne attiré pour les petits commerces qui n'en auraient pas. Notre projet pilote avec Migros représente le cas simple pour lequel le magasin en ligne était déjà disponible et nous n'avions plus qu'à développer une interface pour nous y connecter.

Existe-t-il un cadre légal concernant les véhicules autonomes ?

Pour pouvoir entrer en circulation, notre véhicule a dû passer les mêmes test qu'un véhicule classique : test de freinage, d'accélération, de conduite en pente, de bruit, etc. Nous avons une plaque officielle du canton de Lucerne sur notre véhicule. Du côté législation, la nouvelle loi sur la circulation routière suisse a été acceptée en mars 2023, et les véhicules autonomes y sont intégrés. Néanmoins, une ordonnance doit encore être écrite et on s'attend à une entrée en vigueur seulement d'ici 2025, ce qui signifie qu'à l'heure actuelle, le cadre légal existant n'est pas adapté aux véhicules autonomes pour conduite sur le réseau routier. Dans le cadre de notre projet pilote, l'Office fédéral des routes nous donne des autorisations ponctuelles en tant que projet innovant dans domaine opérationnel précis. Nous n'avons pas l'autorisation de rouler n'importe où, nous sommes limités en termes de trajet. Le domaine pourrait également être limité en termes de conditions météorologiques par exemple. Donc tant que l'ordonnance n'est pas terminée, nous sommes contraints de travailler sur des projets pilotes qui sont limités à une zone géographique.

N'entrez-vous pas alors en concurrence avec les AVG et AMR industriels ?

Notre focus et notre avantage reste la circulation sur le réseau routier. Donc dès lors que le site d'une entreprise est tra-



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Coupage Page: 6/8

versé par une route, les AGV et AMR ne sont pas utilisables pour transporter les biens d'un côté à l'autre de la route. On peut donc dire que l'on vise un marché différent de ces systèmes.

Comment s'assurer que l'ordonnance corresponde aux réels besoins liés aux véhicules autonomes ?

Il est important que les acteurs de la mobilité autonome et les autorités dialoguent. Dans le cadre du projet pilote, nous avons longuement discuté avec l'Office fédéral des routes afin que les raisons de notre innovation et nos besoins soient correctement compris. De nouveau, l'association SAAM joue un rôle prépondérant, grâce à un groupe de travail qui se concentrent sur les aspects légaux, et fait des propositions à l'Office fédéral des routes qui peut ensuite pousser ces demandes jusqu'aux responsables de l'écriture de l'ordonnance.

Pour revenir à votre solution, quels sont vos prochains axes d'amélioration ?

Nous travaillons constamment à l'amélioration de nos composants hardware, comme sur les capteurs, les processeurs, etc. en cherchant les solutions les plus adaptées et les plus adaptables à une production à grande échelle. Au niveau mécanique, nous avons récemment terminé un projet d'amélioration du châssis du véhicule. Nous développons également la partie logicielle : nous aimerions par exemple automatiser un bout de notre chaîne de test, tâche que LOXO a deman-

dé à ROSAS d'effectuer, en tant que partenaire R&D. L'avantage pour une entreprise de travailler en partenariat avec les institutions académiques est de disposer facilement d'experts dans différents domaines.

Comment vous positionnez-vous par rapport à la concurrence ?

Nous avons pu échanger avec des entreprises américaines et chinoises, ce qui nous a permis de nous rendre compte que, bien que ces entreprises soient actives dans le même domaine que nous, elles ne sont pas directement concurrentes pour le moment. Nous avons l'exemple d'une entreprise ayant des véhicules en circulation dans la région de San Francisco, et qui nous a expliqué que leur technologie n'était pas faite pour la complexité des routes européennes. En ce qui concerne la Chine, la différence se joue plutôt au niveau du suivi des régulations et des normes. Notre plus grand concurrent serait donc une entreprise qui ferait la même chose que nous en Europe. Or, les autres systèmes actuellement développés en Europe n'ont pas les mêmes objectifs que nous. En effet, beaucoup sont axés sur la mobilité interne aux entreprises, alors que nous nous focalisons sur la circulation routière.

MSM

LOXO AG
Freiburgstrasse 251, 3018 Berne
Tél. 076 387 96 78, relations@loxo.ch
loxo.ch



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

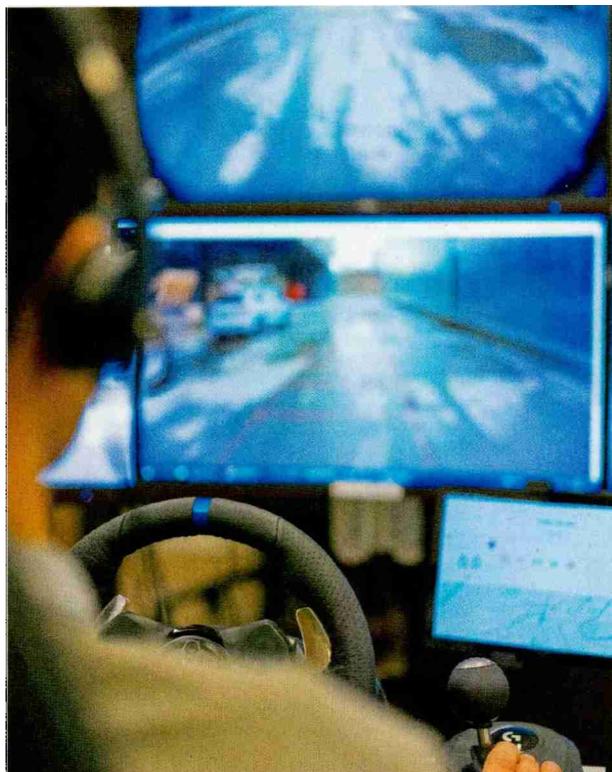
Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Coupure Page: 7/8



Source : LOXO

L'équipe co-fondatrice de LOXO, de g. à d. : Claudio Panizza, CTO, Lara Amini, Business Lead, et Amin Amini, CEO.



La télé-opération se fait au moyen d'un volant avec feedback résistif permettant au téléopérateur d'avoir des sensations similaires à une conduite sur véhicule.



MSM / Le mensuel de l'industrie
8800 Thalwil
044 722 77 00
<https://www.msm.ch/medias/>

Genre de média: Médias imprimés
Type de média: Presse spécialisée
Tirage: 3'616
Parution: 8x/année



Page: 66
Surface: 217'088 mm²

Hes·SO

Ordre: 1073023
N° de thème: 375.009
Référence: 88285292
Coupage Page: 8/8



>> Une fois la technologie validée, un superviseur pourra gérer en stand-by une flotte de plusieurs véhicules, ce qui est économiquement très intéressant. <<

Eric Silva, Chief Operating Officer chez LOXO



La configuration actuelle du véhicule de LOXO se compose de 8 boîtes de 4 places chacune, permettant de transporter jusqu'à 32 commandes simultanément.