An aerial photograph of a red autonomous shuttle driving on a paved road that curves through a lush green rural landscape. The shuttle is positioned in the lower-left quadrant of the frame. The surrounding area consists of rolling green hills, fields, and scattered trees. In the background, a small town or village is visible on a hillside under a clear sky.

## Paléobus

Guidage de navettes autonomes pour la desserte d'un site touristique en zone rurale

Alexis Wilhelm

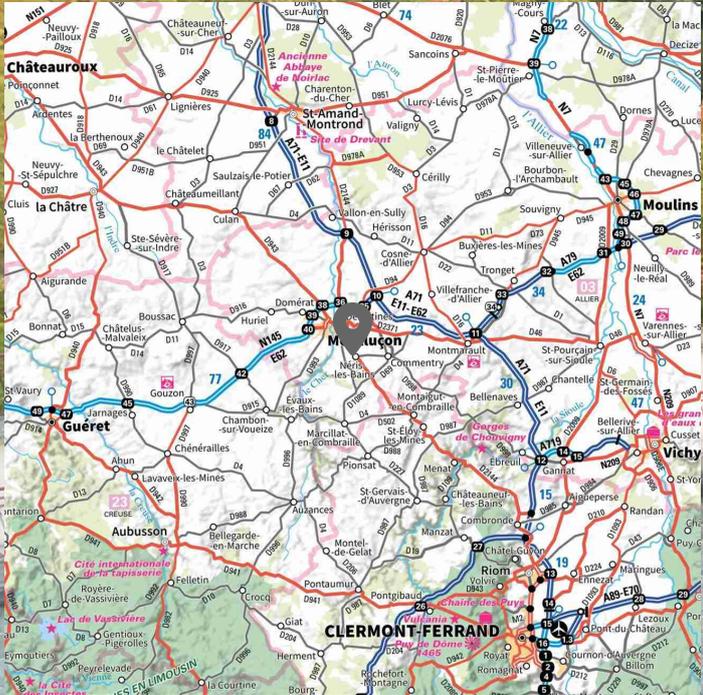
Institut Pascal

19 juin 2025

# Plateau de Gergovie (2020–2022)



# Néris-les-Bains – Montluçon (2021–2023)



# Gannat – Paléopolis (2025–2026)



# Projet Paléobus

## Objectif

Expérimenter un concept de transport par navette électrique à conduite autonome sur route ouverte, avec un système de guidage intelligent permettant de créer la desserte fine d'un site touristique en milieu rural.

## Durée

Du 1er janvier 2025 au 31 décembre 2026.

## Financement

200 k€ du FNADT Massif Central

208 k€ (temps des chercheurs UCA et des partenaires, équipements)

20 k€ (soutien de la communauté de communes Saint-Pourçain Sioule Limagne)

# Axes de travail

Axe 1 Développement d'une solution de guidage d'un véhicule autonome en milieu rural et sur route ouverte. Démontrer la maturité technique de la solution développée.



Axe 2 Passage de l'acceptabilité à l'acceptation. Comprendre les freins et les leviers d'intérêt portés au projet par les utilisateurs et par les acteurs visés.



Axe 3 Faisabilité économique. Chiffrer le projet d'un point de vue financier et réaliser une analyse qualitative et quantitative des impacts au niveau social, sociétal et environnemental.



Axe 4 Passage à l'échelle du projet pilote. Envisager l'essai sur d'autres sites et l'industrialisation.



# Expérimentations

1. du 27 mars au 4 avril 2025
2. du 27 juin au 5 juillet 2025
3. du 6 au 10 octobre 2025
4. avril 2026



# Navette EZ10

**Dimensions** 2 m × 4 m × 2.80 m

**Poids à vide** 1800 kg

**Capacité** 6 places assises + PMR

**Vitesse maximum** 40 km/h

25 km/h en automatique

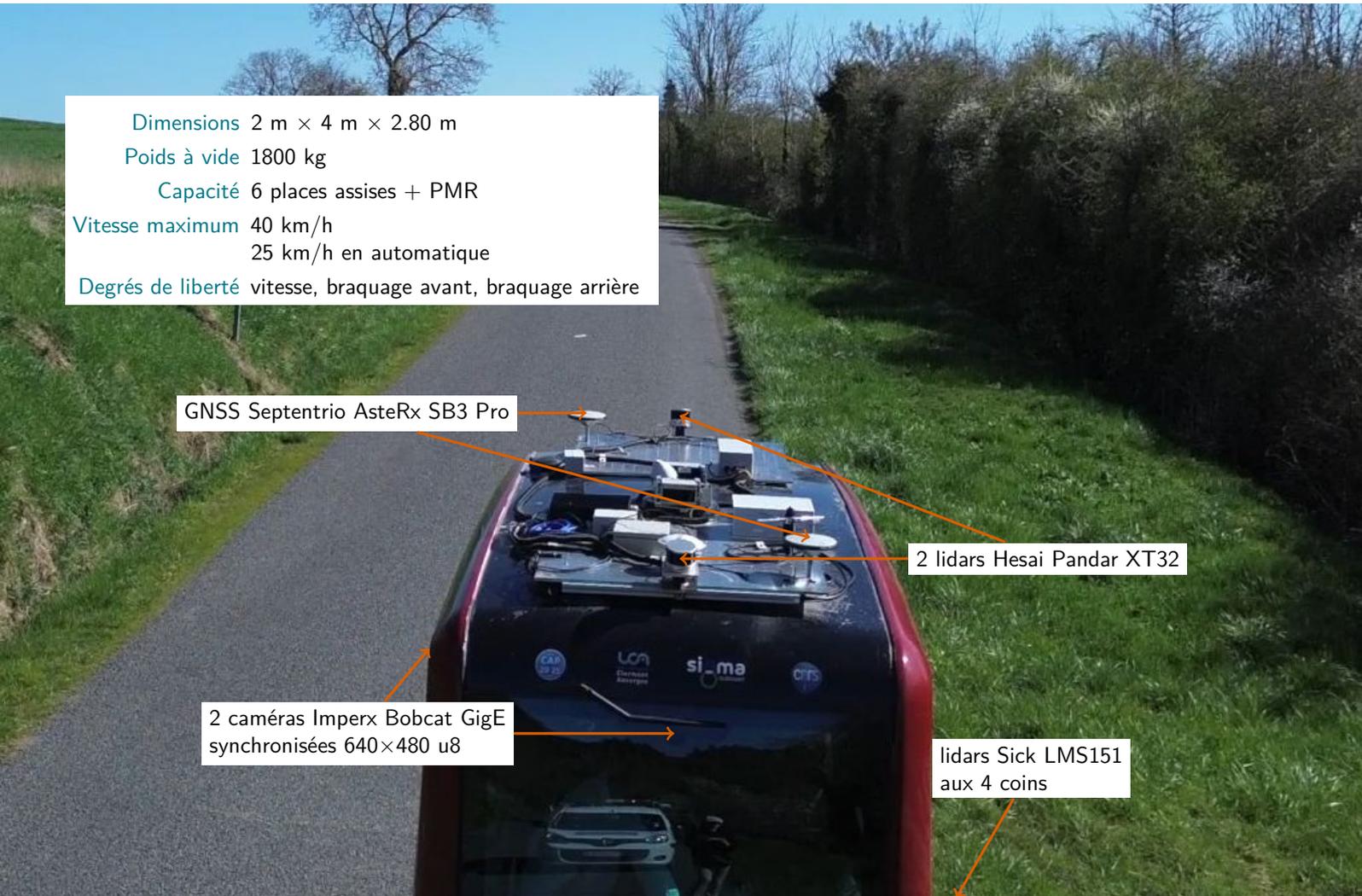
**Degrés de liberté** vitesse, braquage avant, braquage arrière

GNSS Septentrio AsteRx SB3 Pro

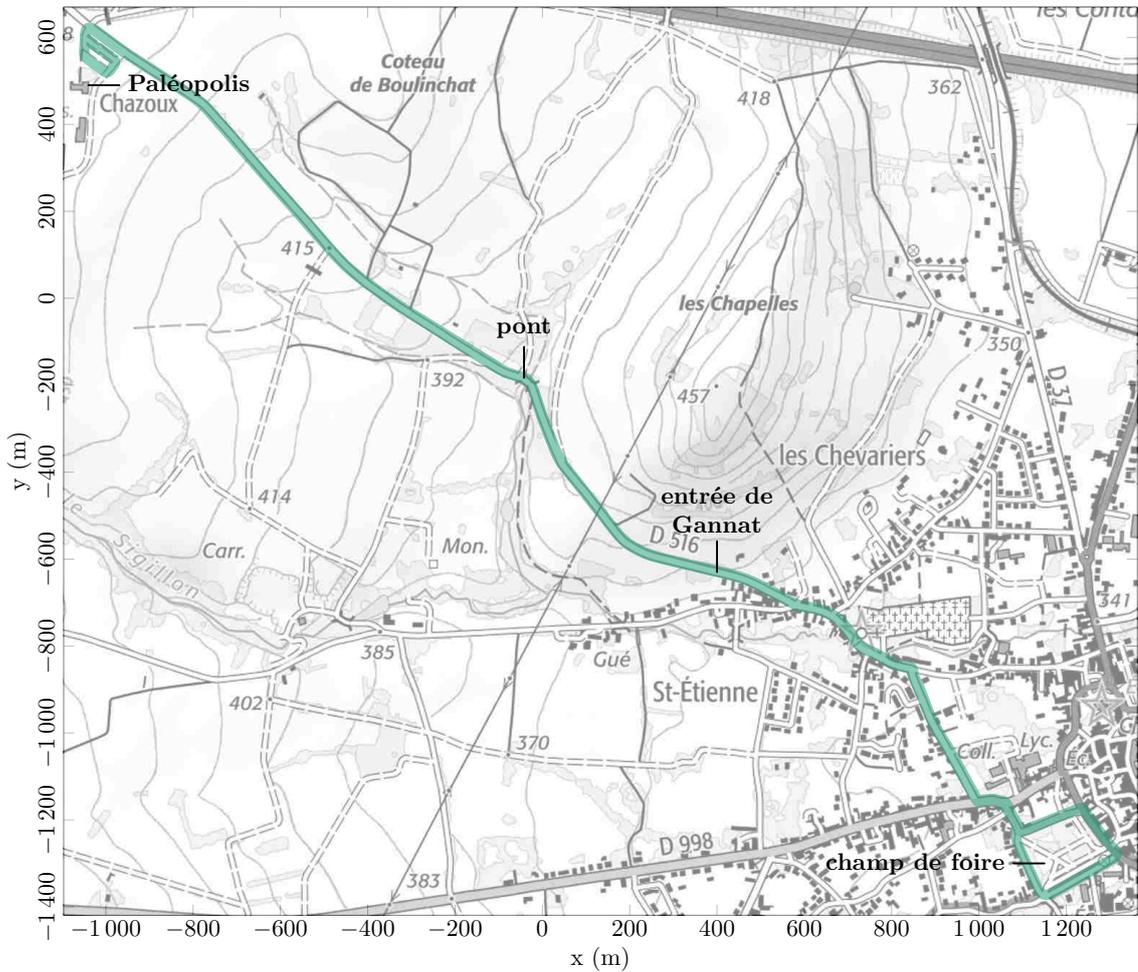
2 lidars Hesai Pandar XT32

2 caméras Imperx Bobcat GigE  
synchronisées 640×480 u8

lidars Sick LMS151  
aux 4 coins



# Chemin suivi



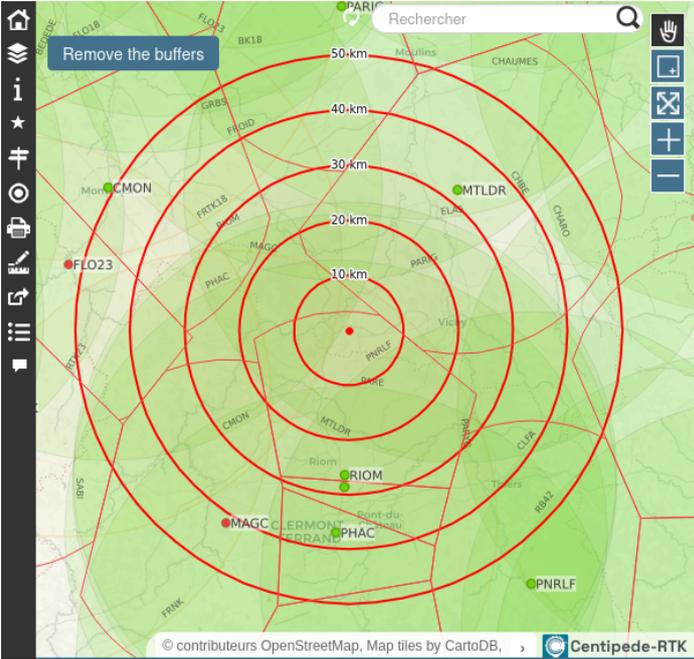
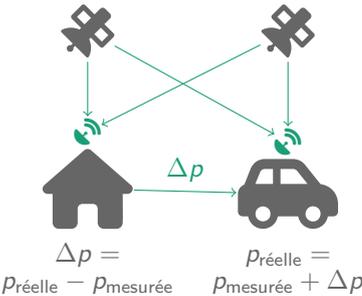
Presque 7 km aller-retour.

Nous roulons trop à gauche...

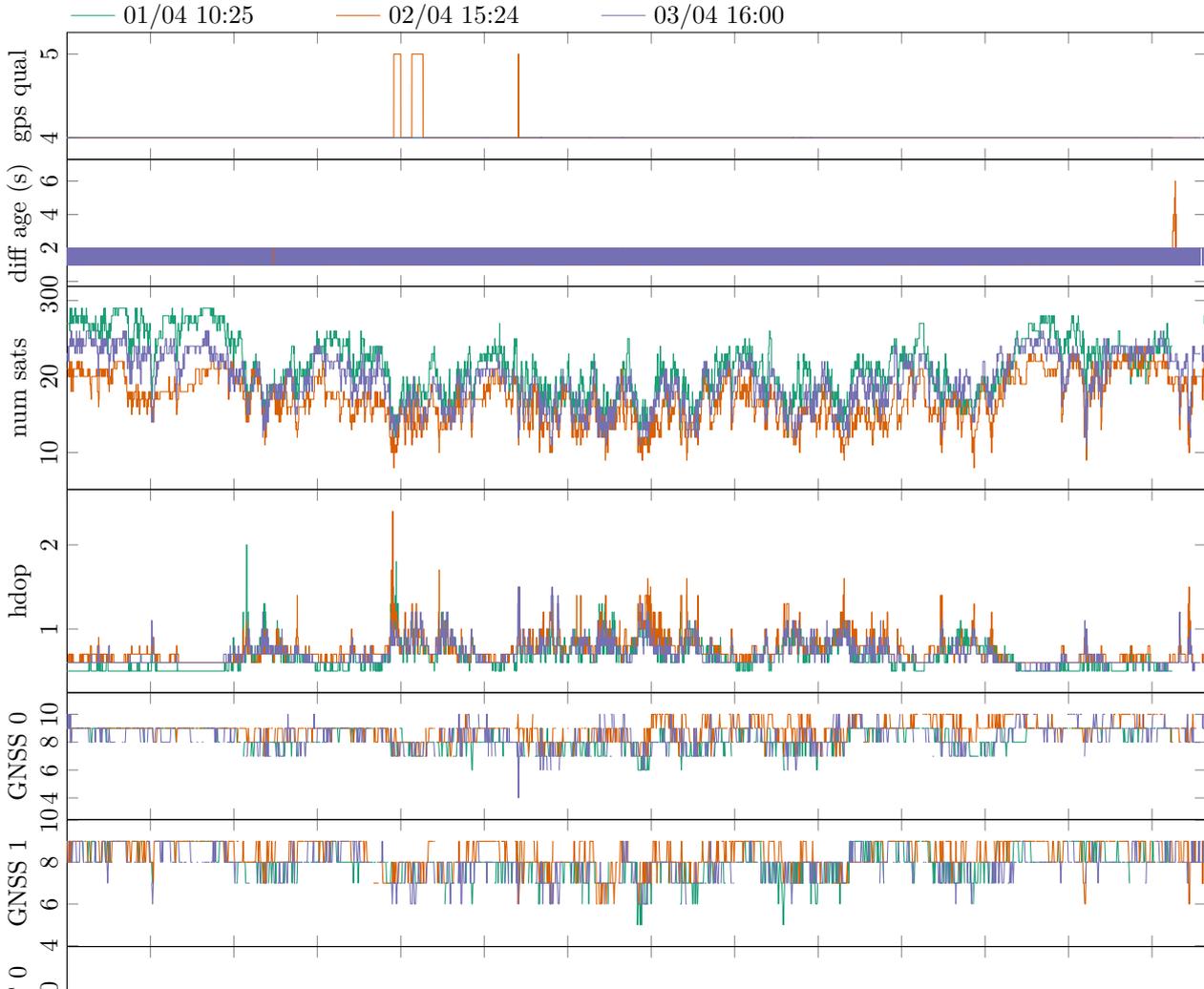
Un virage n'est pas modélisable par une clothoïde, mais sera probablement modélisable en ajoutant un arc de cercle.

# Localisation par GNSS différentiel double-antenne

Connexion via un lien 4G à la base de Riom du réseau Centipede pour obtenir des corrections différentielles distantes.



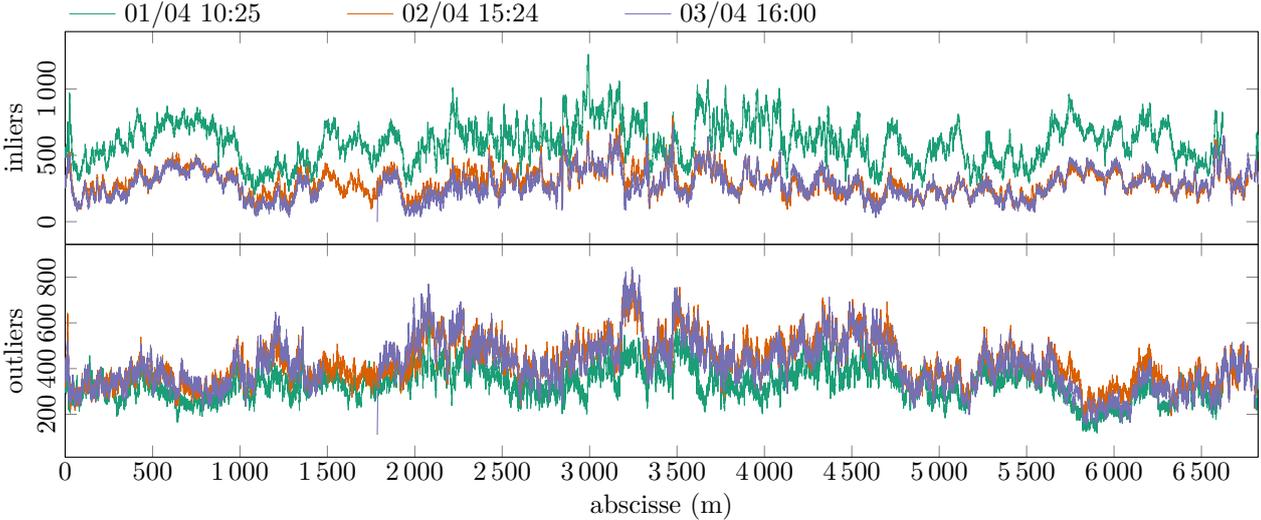
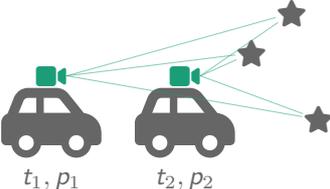
# Localisation par GNSS différentiel double-antenne



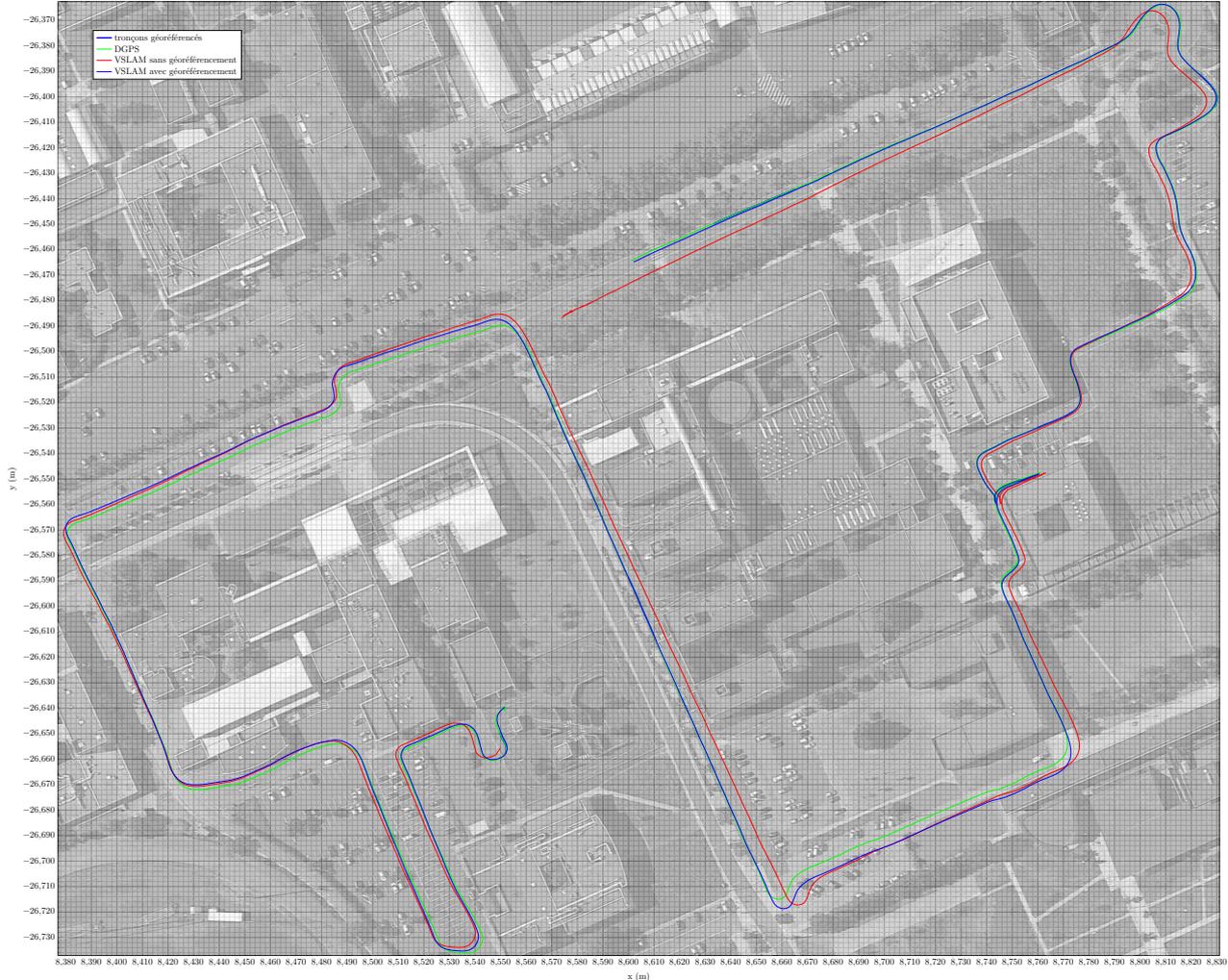
# Localisation par SLAM bi-caméra géoréférencé

Trois étapes :

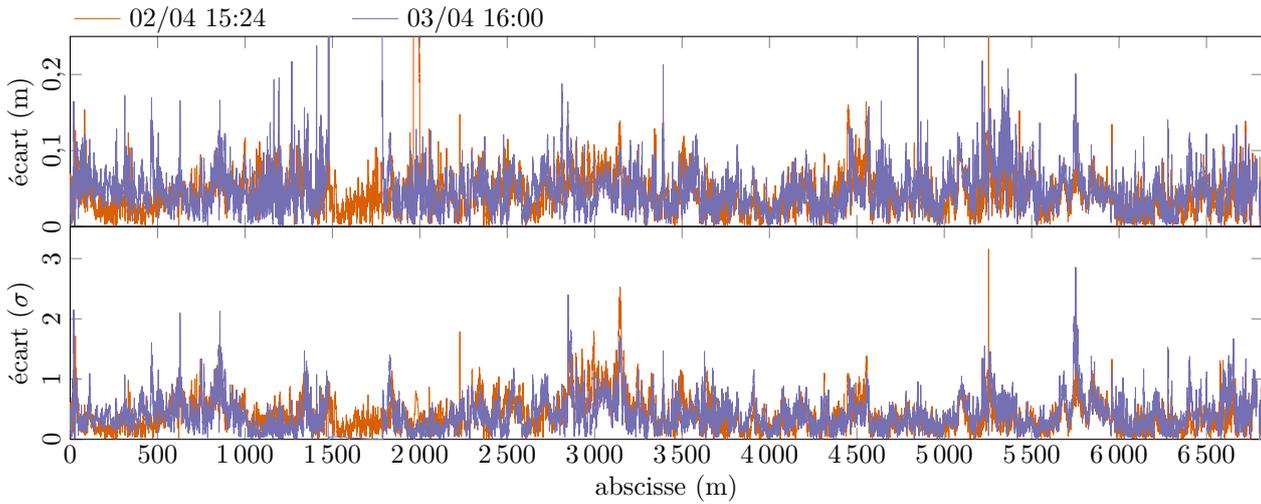
- 1. cartographie du site par SLAM bi-caméra.
- 2. géoréférencement de la carte obtenue (hors ligne).
- 3. relocalisation dans la carte géoréférencée.



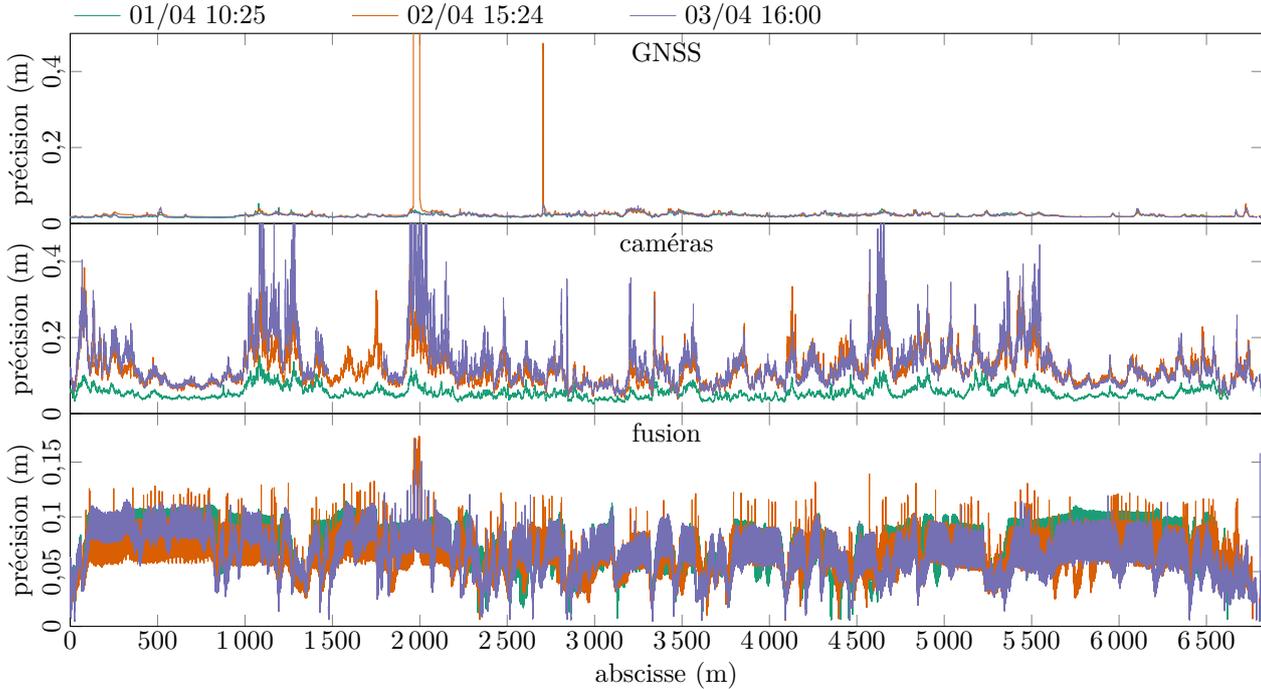
# Géoréférencement



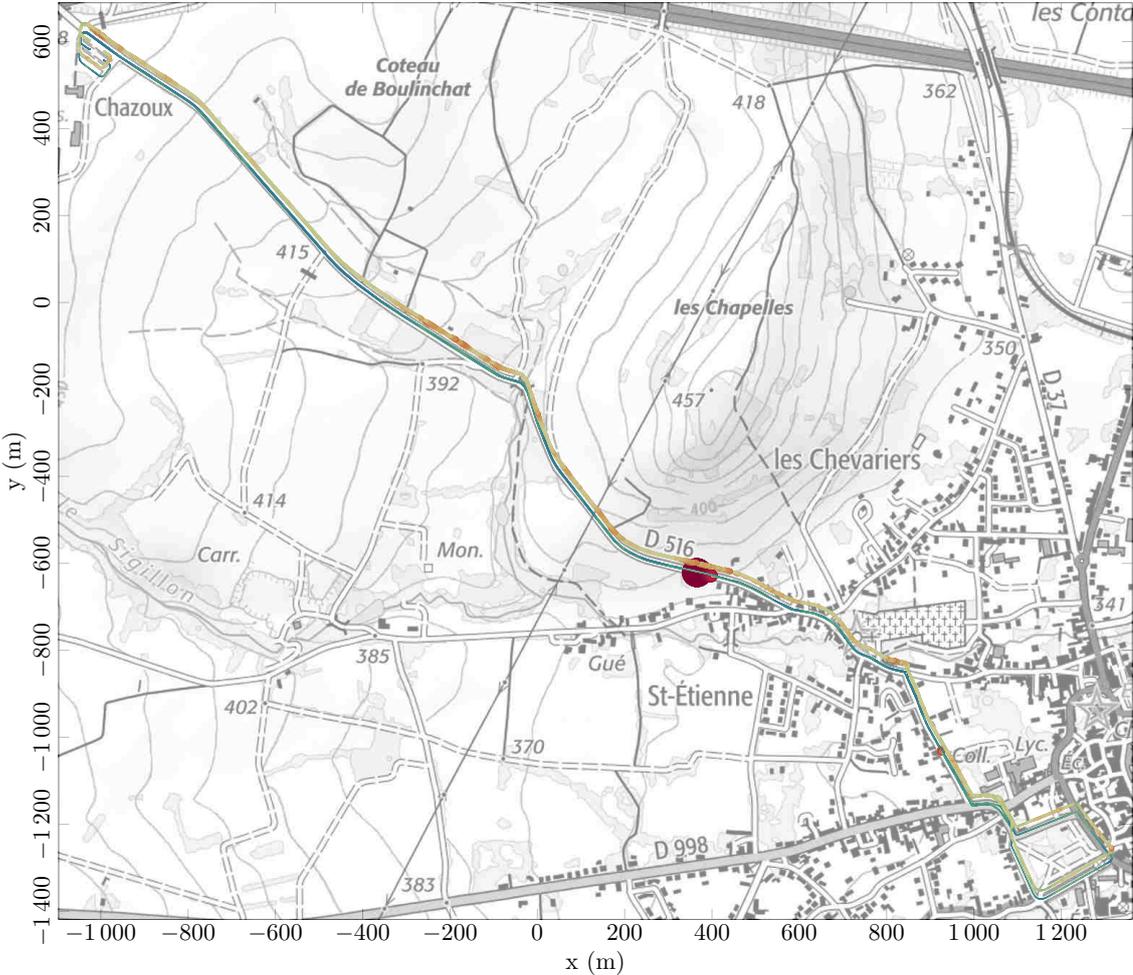
# Géoréférencement



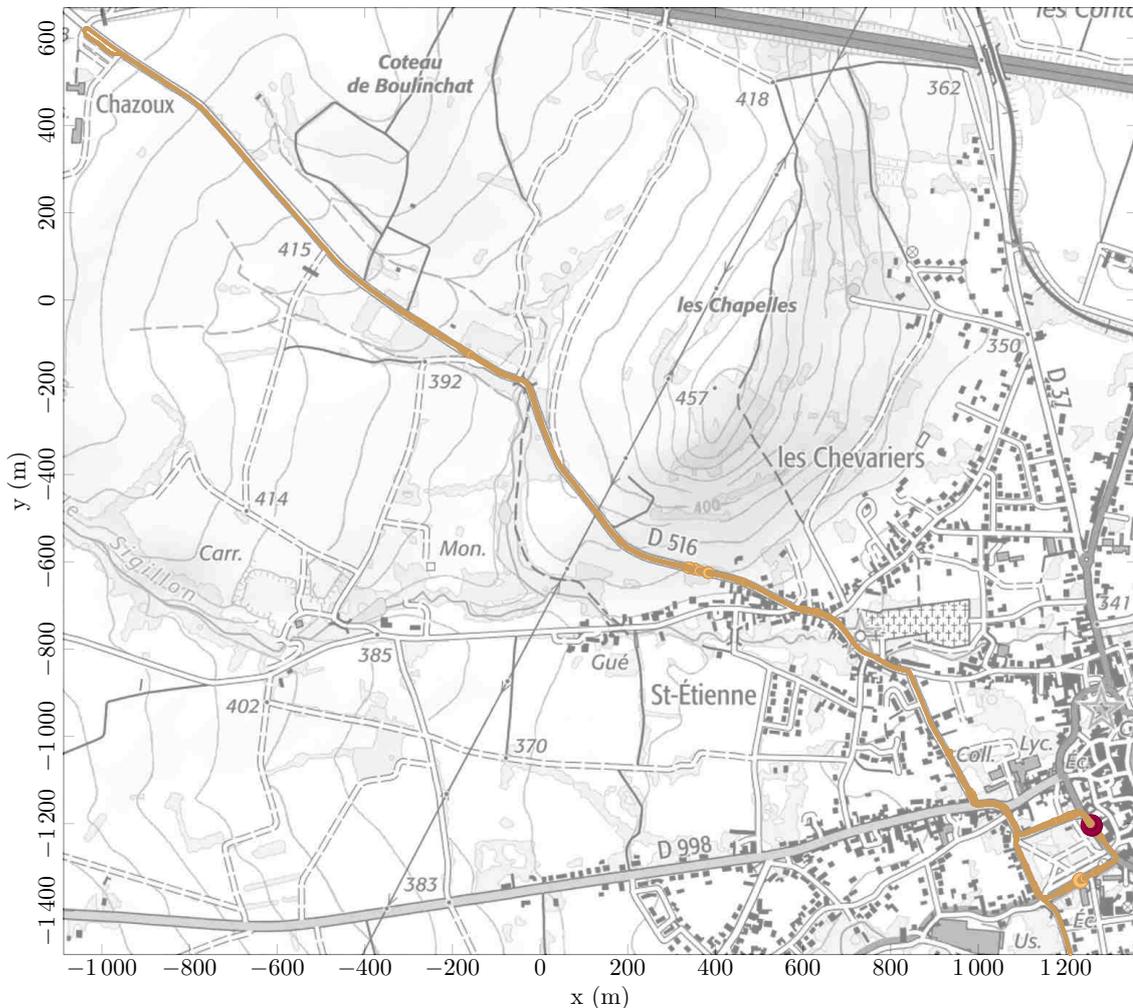
# Localisation par fusion



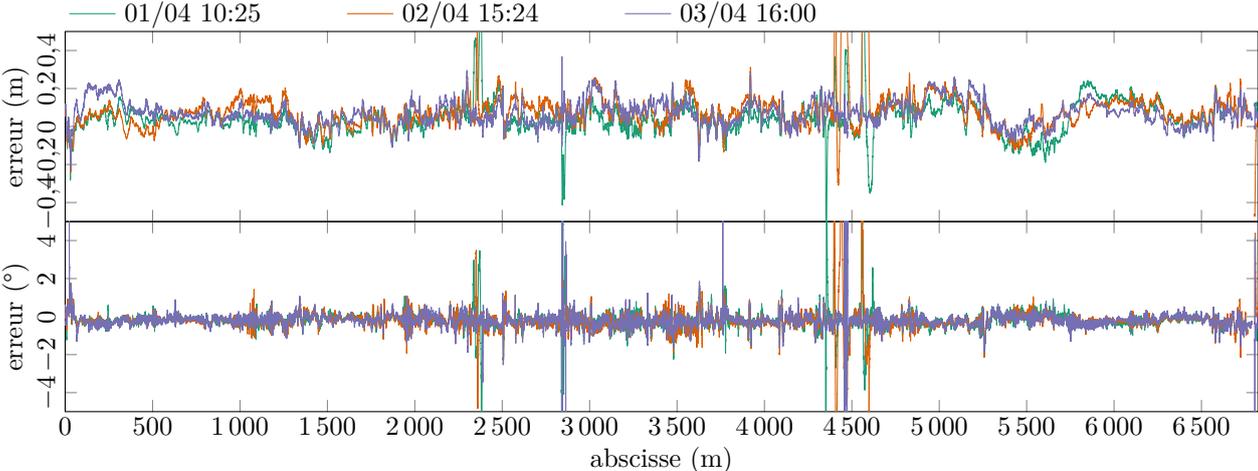
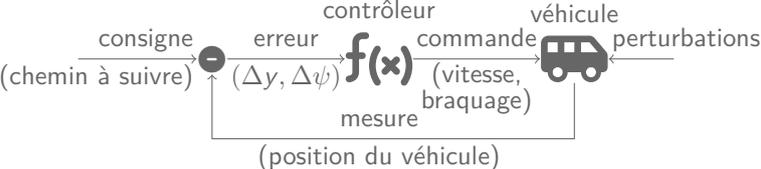
# Localisation par fusion



# Disponibilité du GNSS le 23 mai

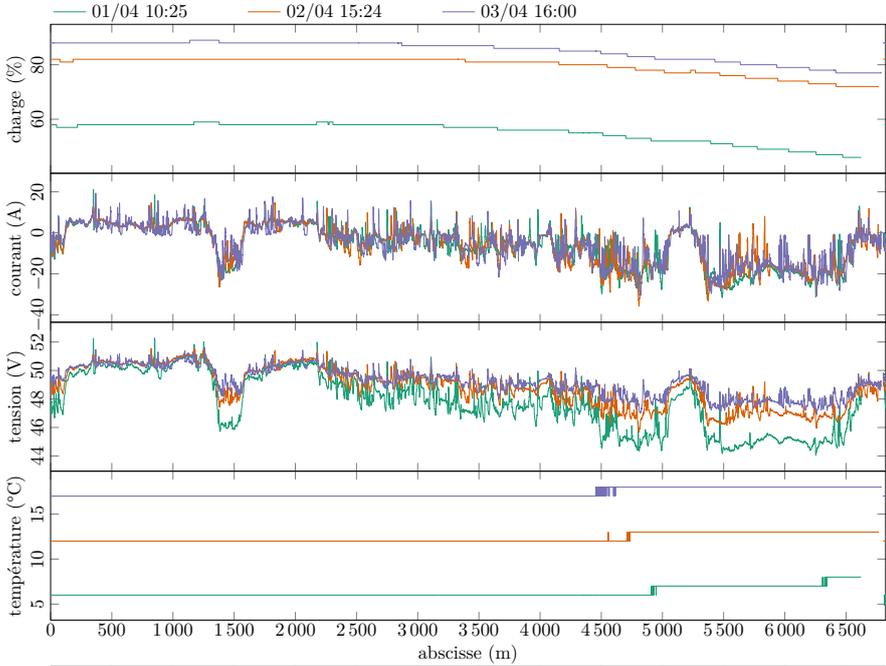


# Contrôle par suivi de chemin



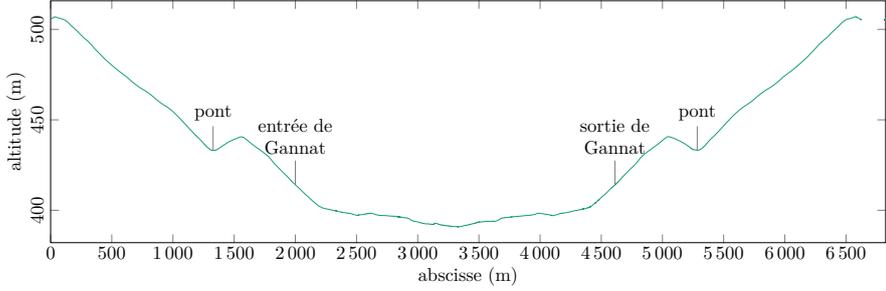
Les erreurs supérieures à 20 cm correspondent à des reprises en main manuelles.  
Notre loi de commande prédictive est instable quand on utilise le GNSS.

# Batterie



10 % de batterie par aller-retour !

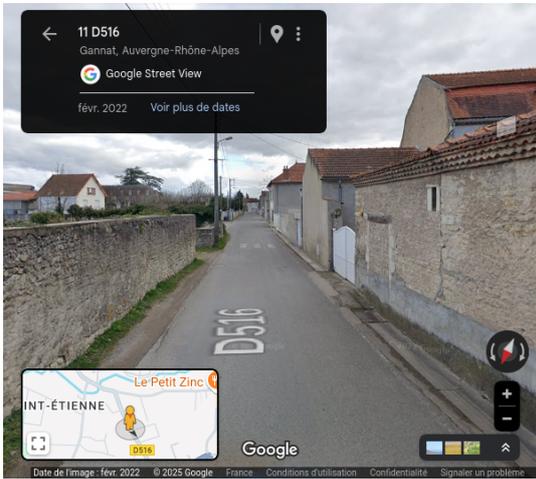
Chute de tension quand on tire du courant quand la charge est faible.



# Difficultés



routes de campagne  
(thèse Charifou)



rues étroites



arrêt et redémarrage  
aux stops



tourner à gauche en  
coupant la voie opposée  
(thèse Mohamed)

# Nouvelle version de notre éditeur de chemins

