

Projet ROBONAV Phase 2

Agathe DAUDENTHUN
Thed KAMGA



Référent :
Nicolas FERRY
Partenaire :
Jean FRUITET



SOMMAIRE



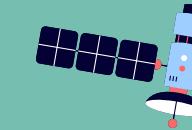
Rappel & Objectif du Projet



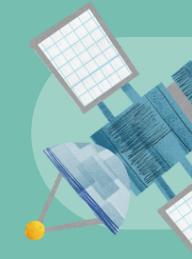
GPS RTK



Amélioration du système de pilotage

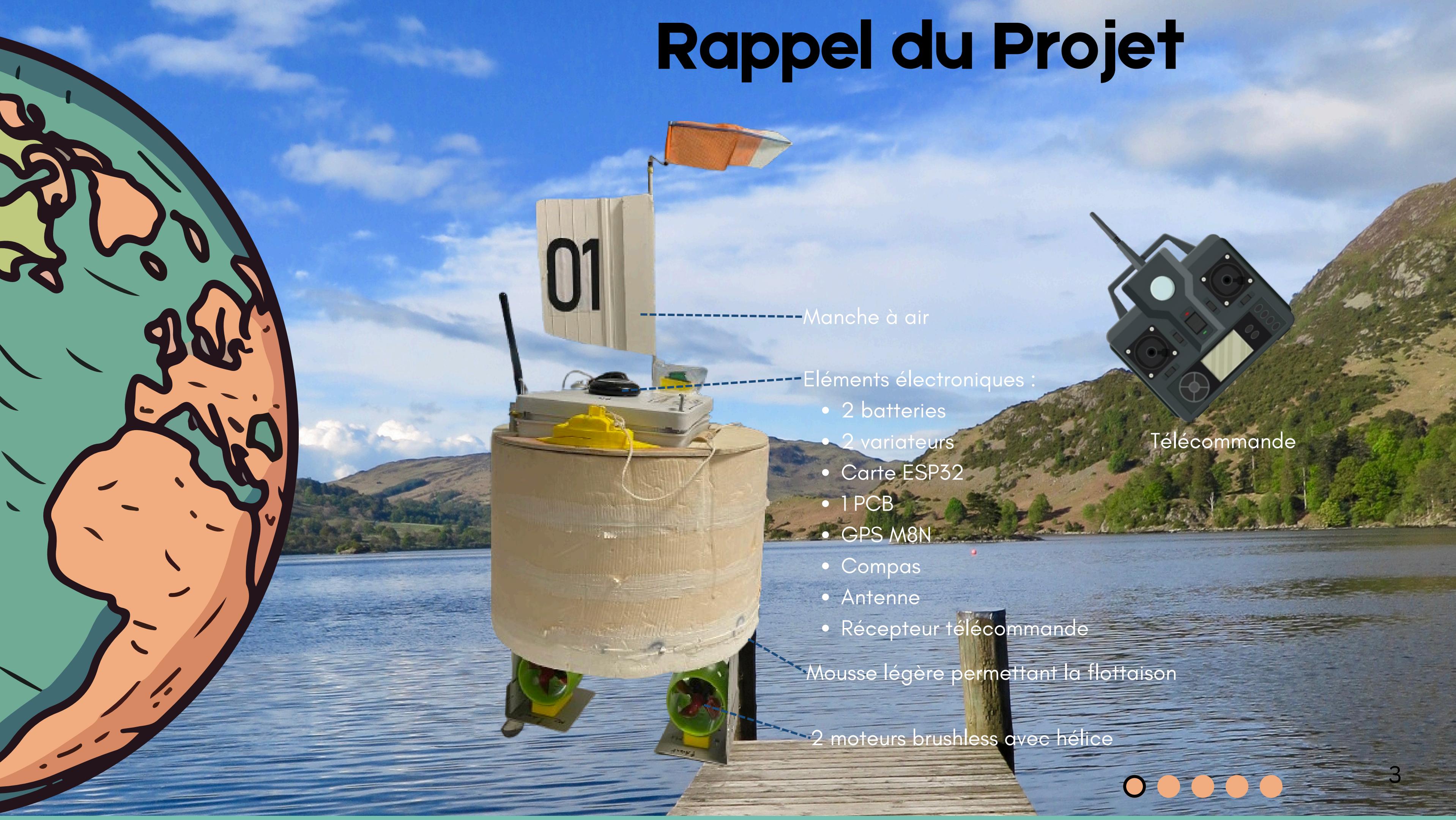


Problèmes rencontrés



Conclusion

Rappel du Projet



Manche à air

Eléments électroniques :

- 2 batteries
- 2 variateurs
- Carte ESP32
- 1 PCB
- GPS M8N
- Compas
- Antenne
- Récepteur télécommande

Mousse légère permettant la flottaison

2 moteurs brushless avec hélice

Objectif du Projet

- Bouée autonome
- Positionnement précis avec un GPS

Mode ancrage virtuel (**asservir sa position**) et de revenir au bord du plan d'eau (**en mode Return To Home**).

Précision de l'asservissement est dans un rayon de 2m-3m .

L'objectif est donc **d'améliorer l'ancrage virtuel**

- Améliorant le GPS / D'autres moyens

0.9m-0.5m

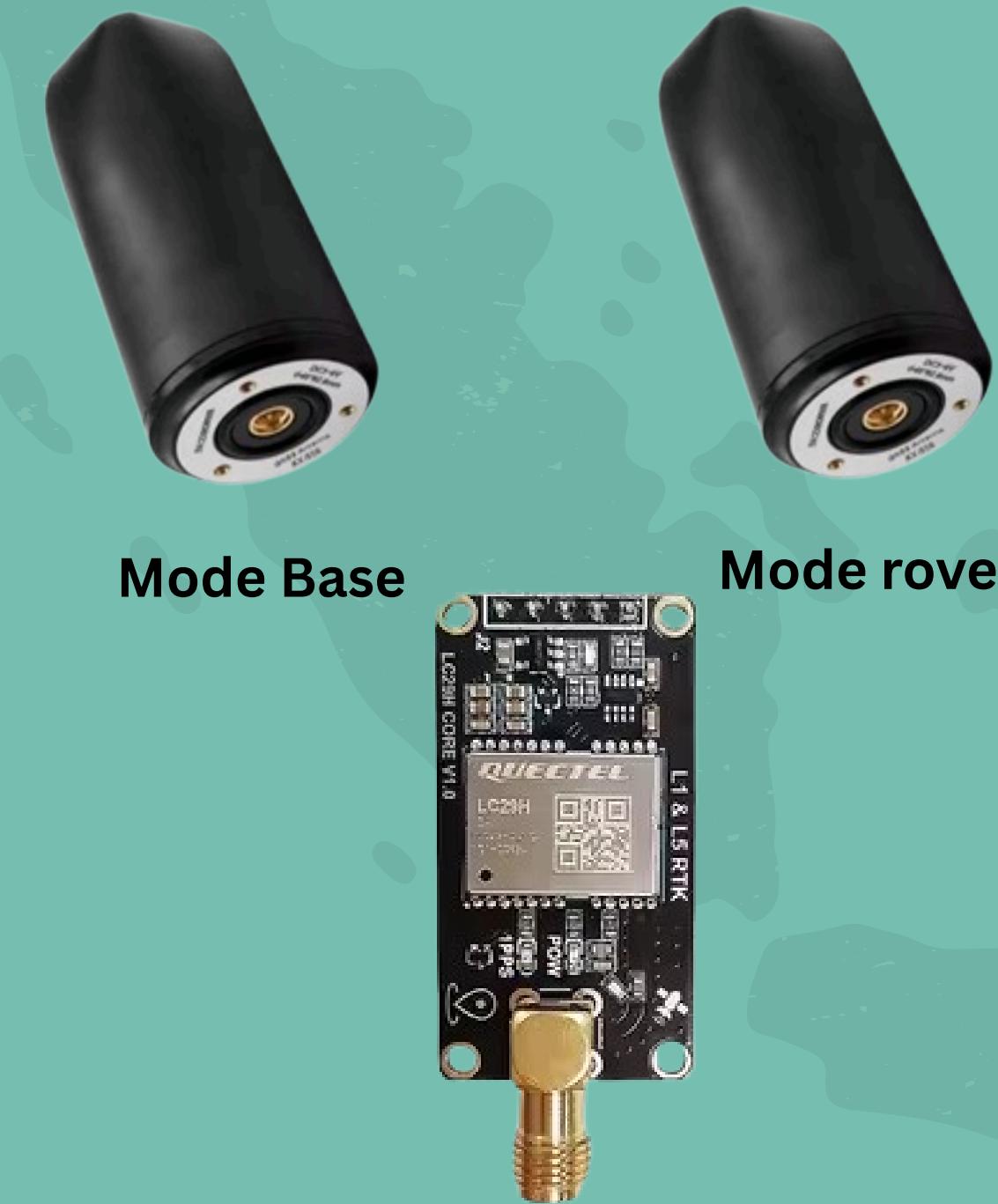
BOUEE



Modèles de GPS

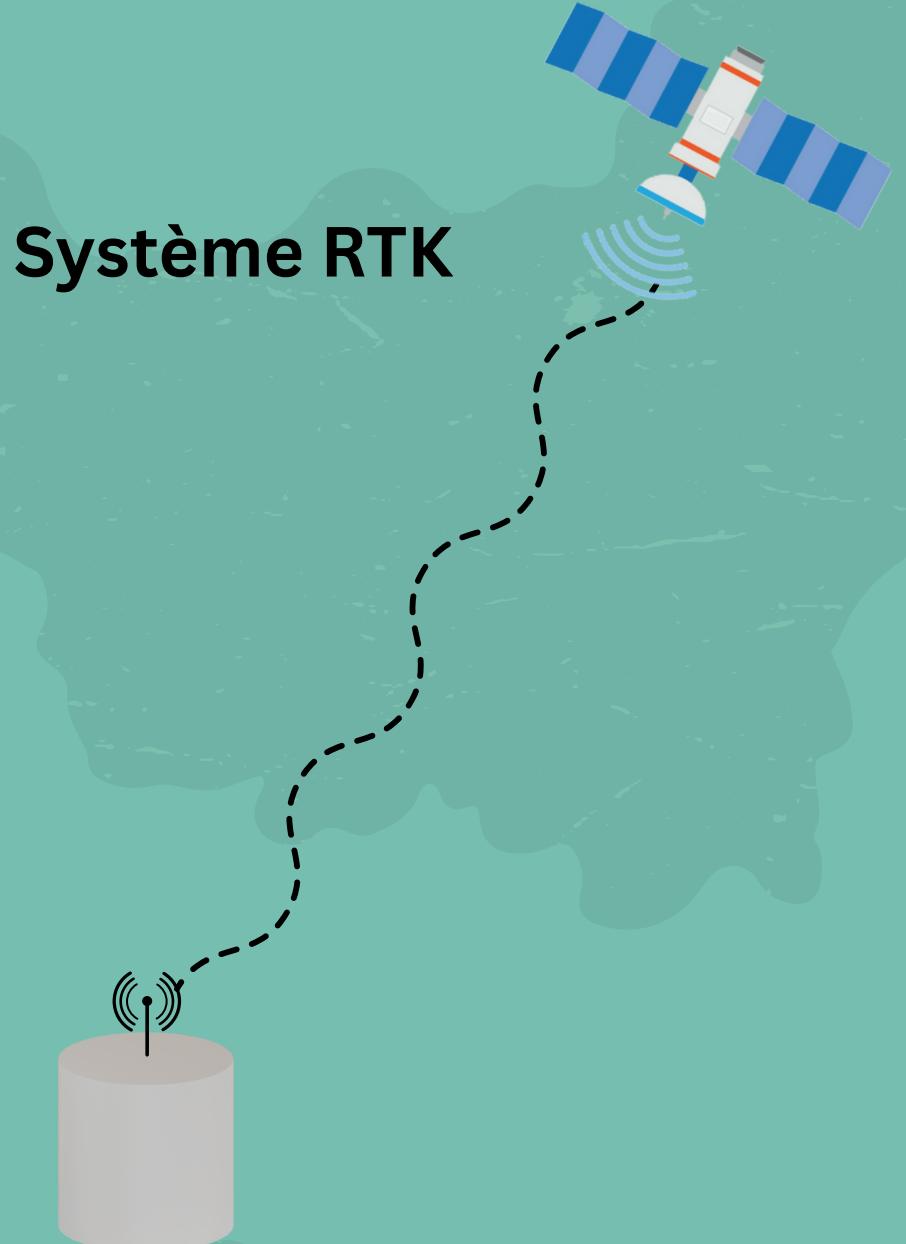
Critère / GPS	Neo-M8N (U-blox)	Quectel LC29HDA (RTK)	ZED-F9P (U-blox RTK)	NEO-M9N (U-blox)
Prix (en France)	~10–15 €	~24 € +25€ (antenne)	~150–180 €	~30–40 €
Précision (sans correction)	~2.5 m	~2.5 m	~1 m	~1.5 m
Précision (avec DGPS / RTK)	(~1–2 m max)	~10–30 cm	~1 cm (RTK Fix)	(pas conçu pour RTK)
Support DGPS / RTK	(pas RTK natif)	RTCM, base/rover	RTCM + multiband GNSS	(pas compatible RTK)
Facilité d'intégration	(très documenté)	(configuration sensible)	(complexe, nécessite support)	(bon support Arduino)
Compatibilité Arduino / UART	Oui	Oui	Oui	Oui
Utilisation idéale	Tests de base GPS	DGPS expérimental / RTK	Projets de navigation haute précision	Navigation standard améliorée

GPS RTK



Quectel LC29HDA

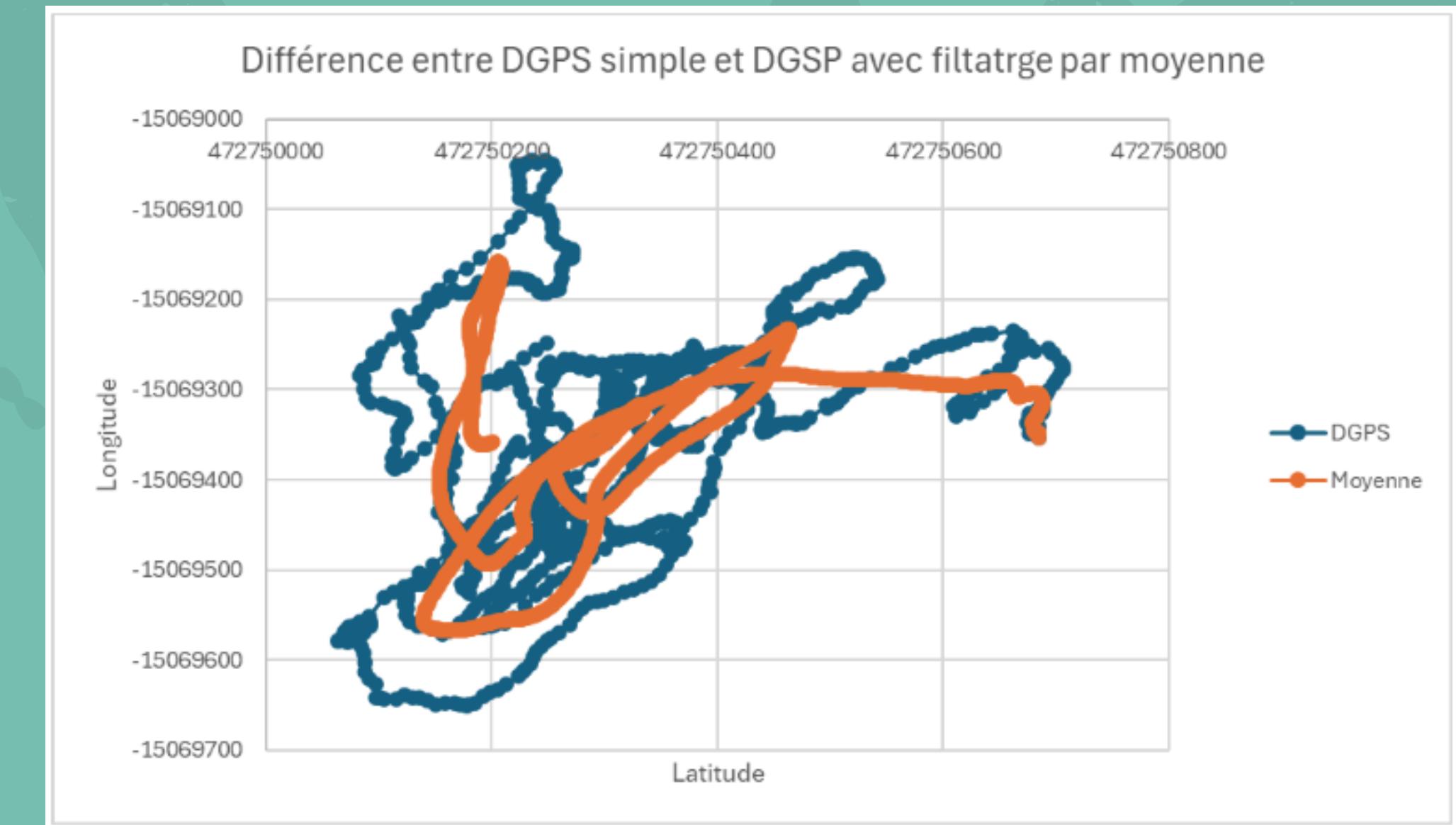
Système RTK



GPS RTK

I. Filtrage par moyenne

- Réduire les bruits aléatoire



Observations : nous voyons bien que la moyenne concentre les points.

GPS RTK



II. Survey-In

- Déterminer avec précision sa position fixe

Comment ça marche ?

- Pendant le Survey-In, la base moyenne des positions GPS brutes sur une durée définie (ex : 1 heure) et un seuil de précision (ex : écart-type < 1 m).
- À la fin, si les critères sont remplis, la station enregistre cette position comme "fixe", ce qui permet ensuite un fonctionnement RTK correct.

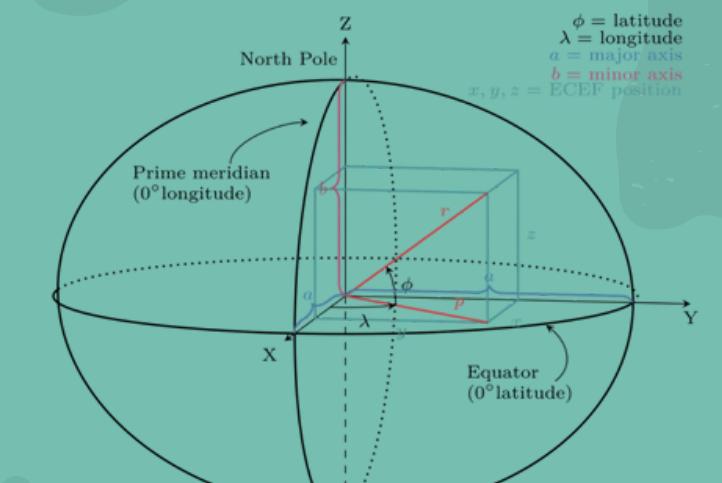
Coordonnées ECEF

\$PQTMSVINSTATUS,1,243574000.0,2,11,1,0,3023829.4088,844580.6750,5533557.6831,1.8499*3F

X

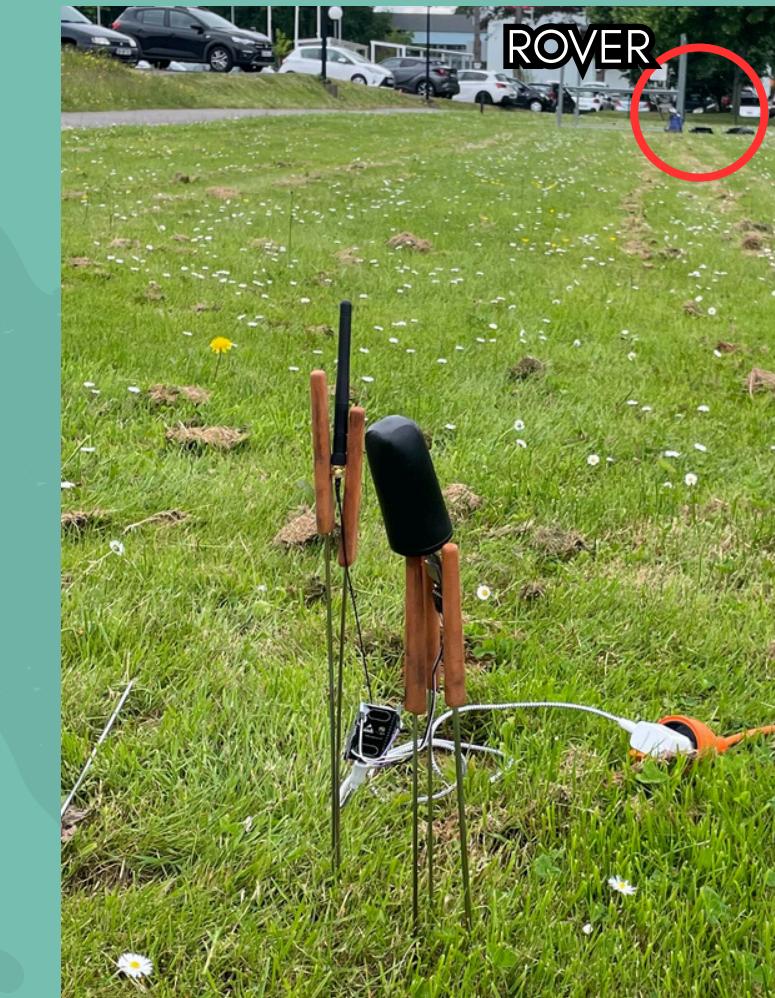
Y

Z

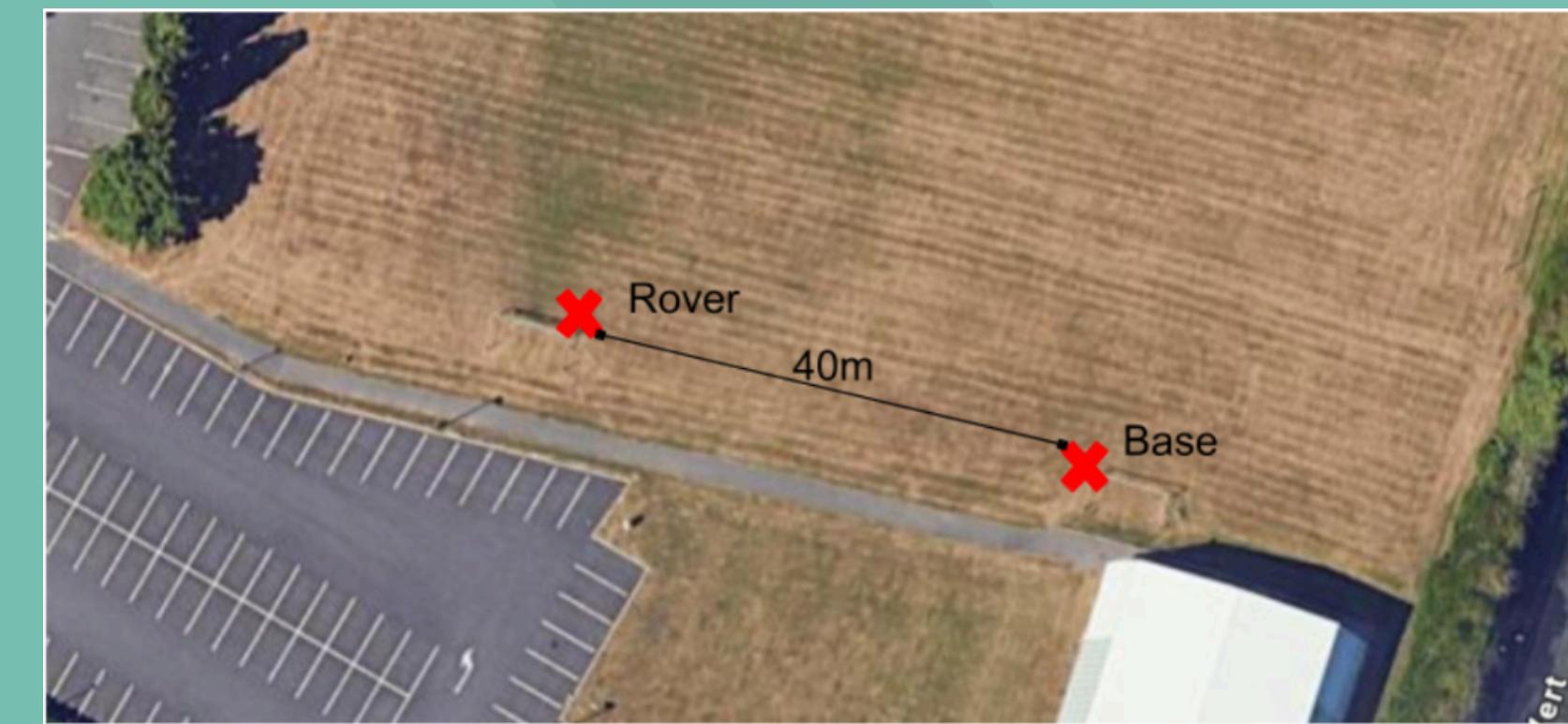


GPS RTK

III. Résultats

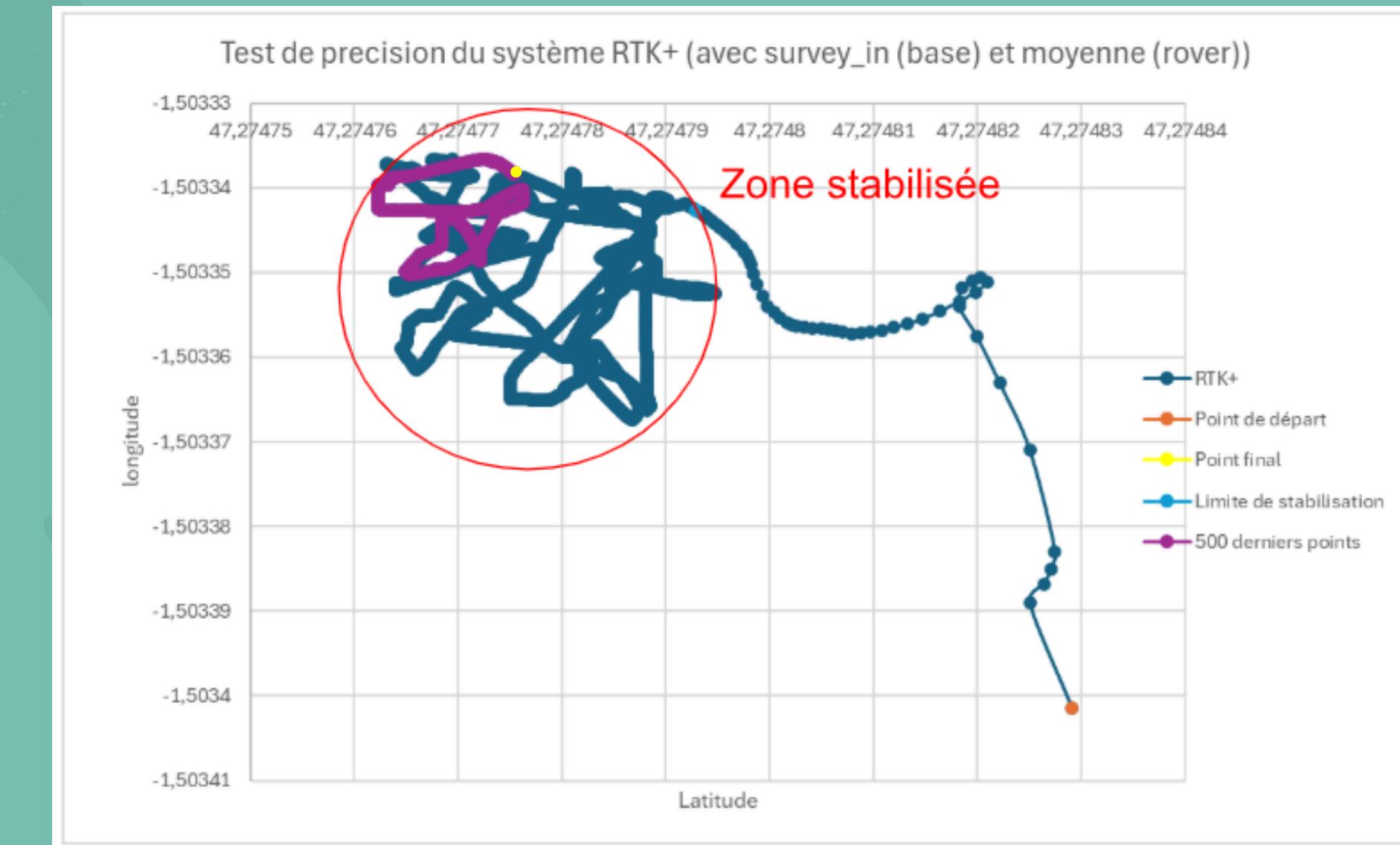


BASE



GPS RTK

III. Résultats



A partir de la limite de stabilisation

	Latitude	Longitude
Min	47,27476229	-1,503367401
Max	47,27479476	-1,503336578
Moyenne	47,27477716	-1,503348968
Delta	3,24707E-05	3,08227E-05
Dispersion (en m)	3,61	2,33

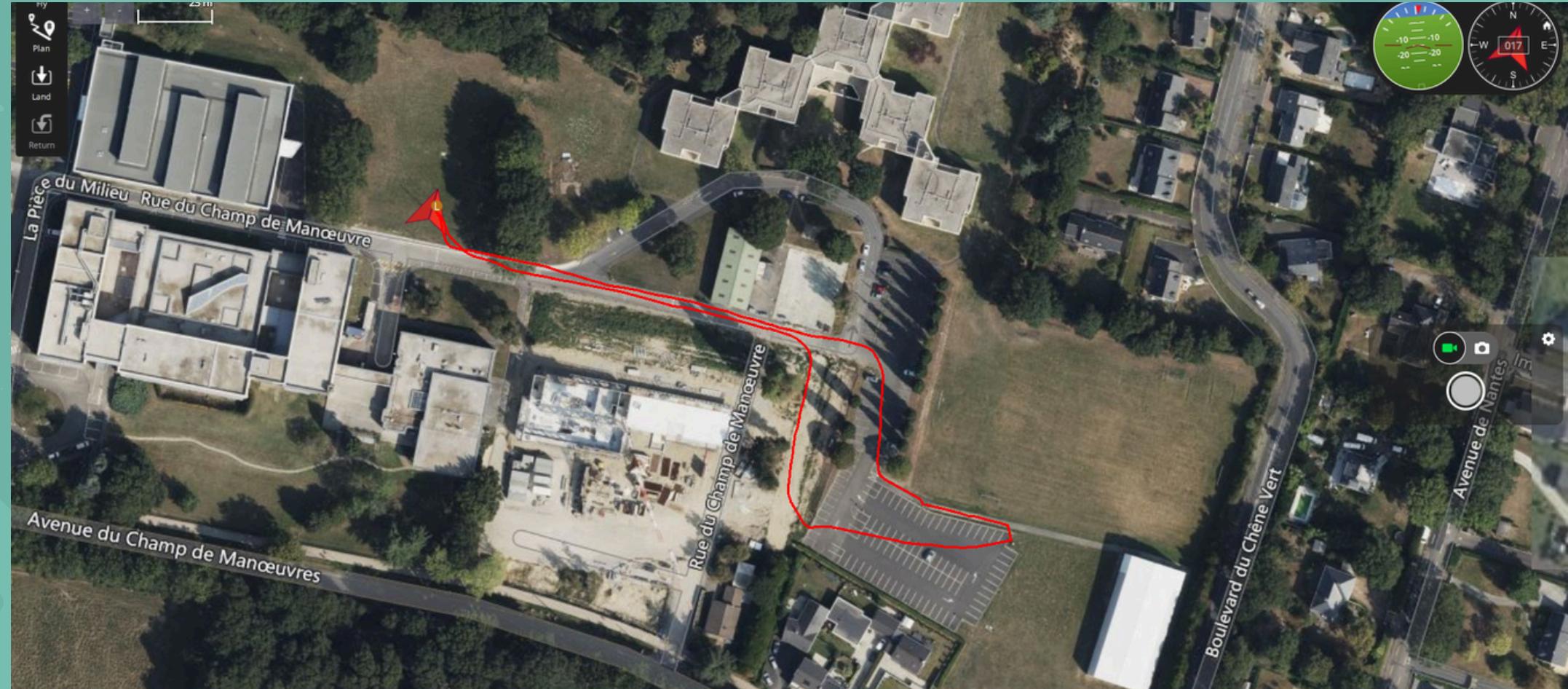
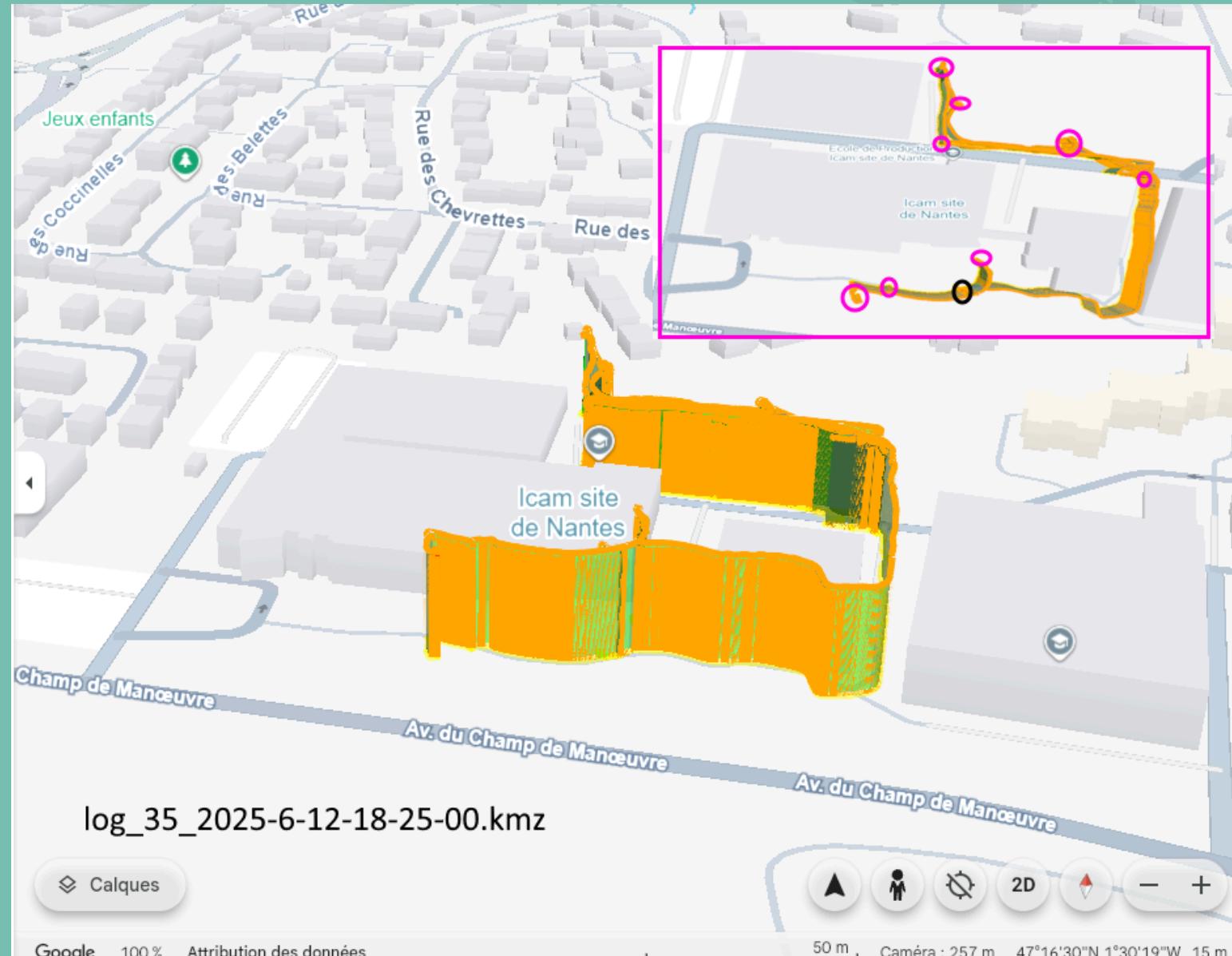
500 derniers points

	Latitude	Longitude
Min	47,27476229	-1,503350281
Max	47,27477629	-1,503336594
Moyenne	47,27476935	-1,50334364
Delta	1,39974E-05	1,36872E-05
Dispersion (en m)	1,56	1,03

Acquisition de points GPS RTK

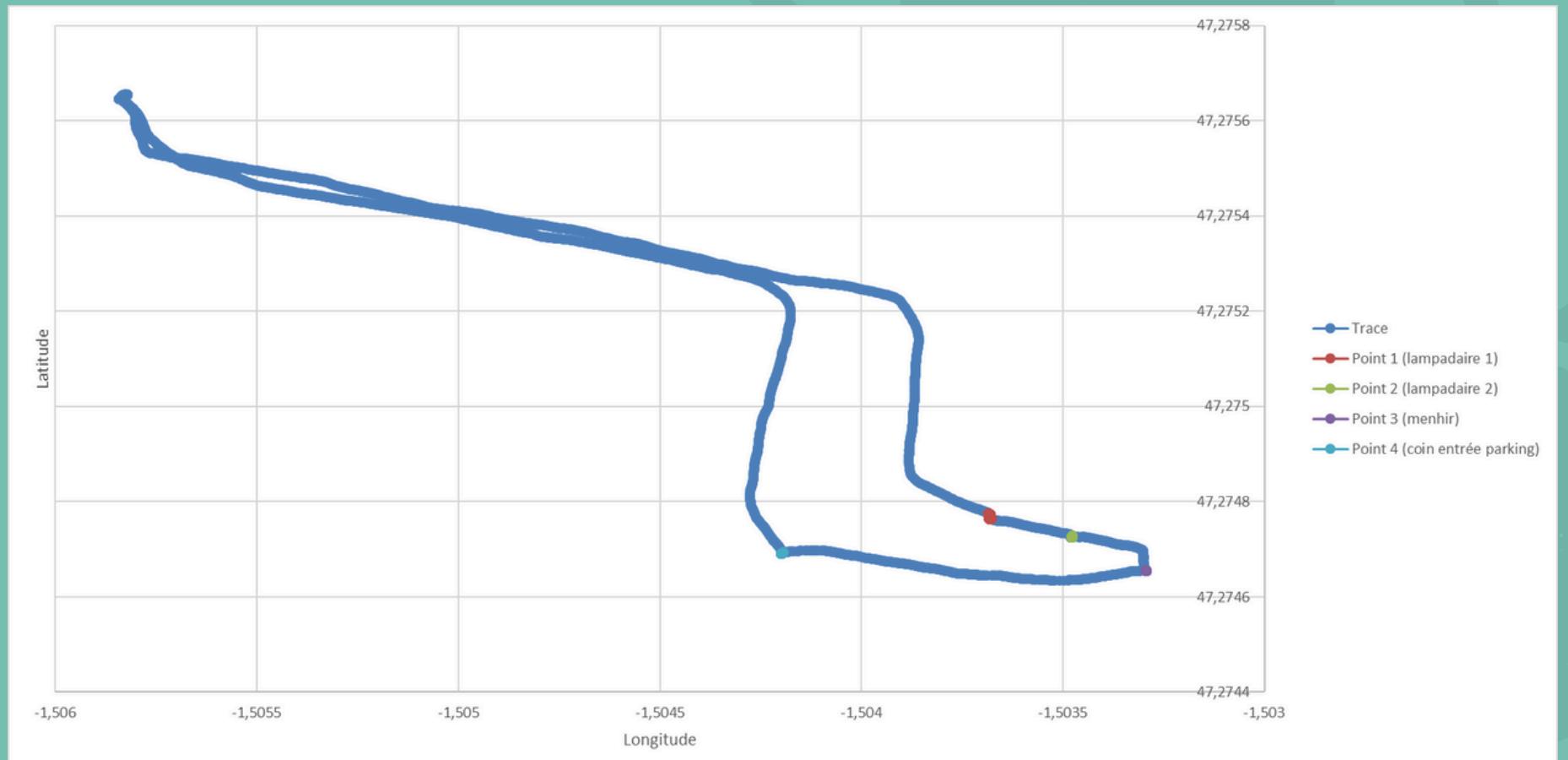


Acquisition de points GPS RTK



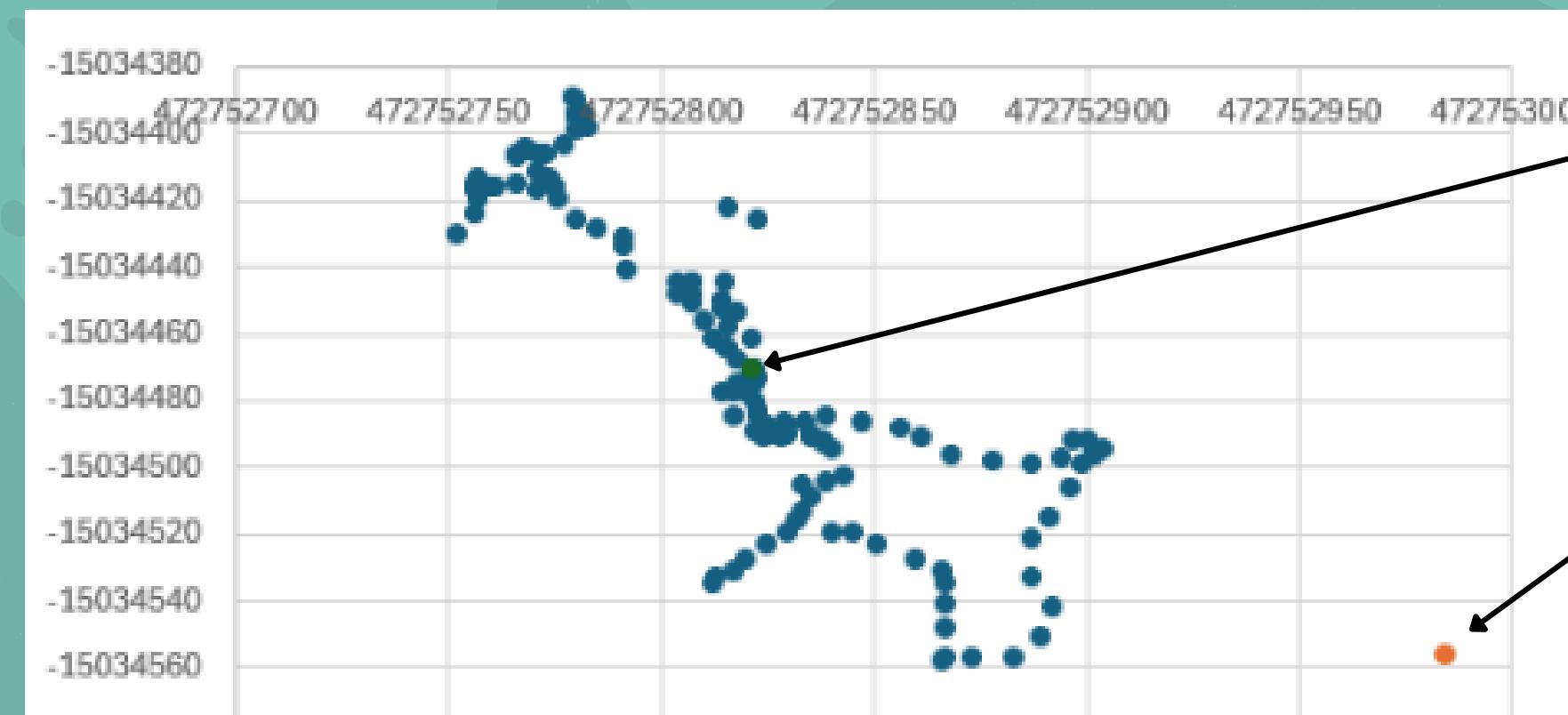
Acquisition de points

GPS RTK



	Latitude	Longitude
Point 1 (lampadaire 1)	47,27476604	-1,503681097
Point 2 (lampadaire 2)	47,27472632	-1,50347746
Point 3 (menhir)	47,27465492	-1,503293297
Point 4 (coin entrée parking)	47,27469172	-1,504196788

Amélioration du système de pilotage



GPS varie d'environ **1,7 m à 1,9 m** autour d'un point fixe
(Dispersion)

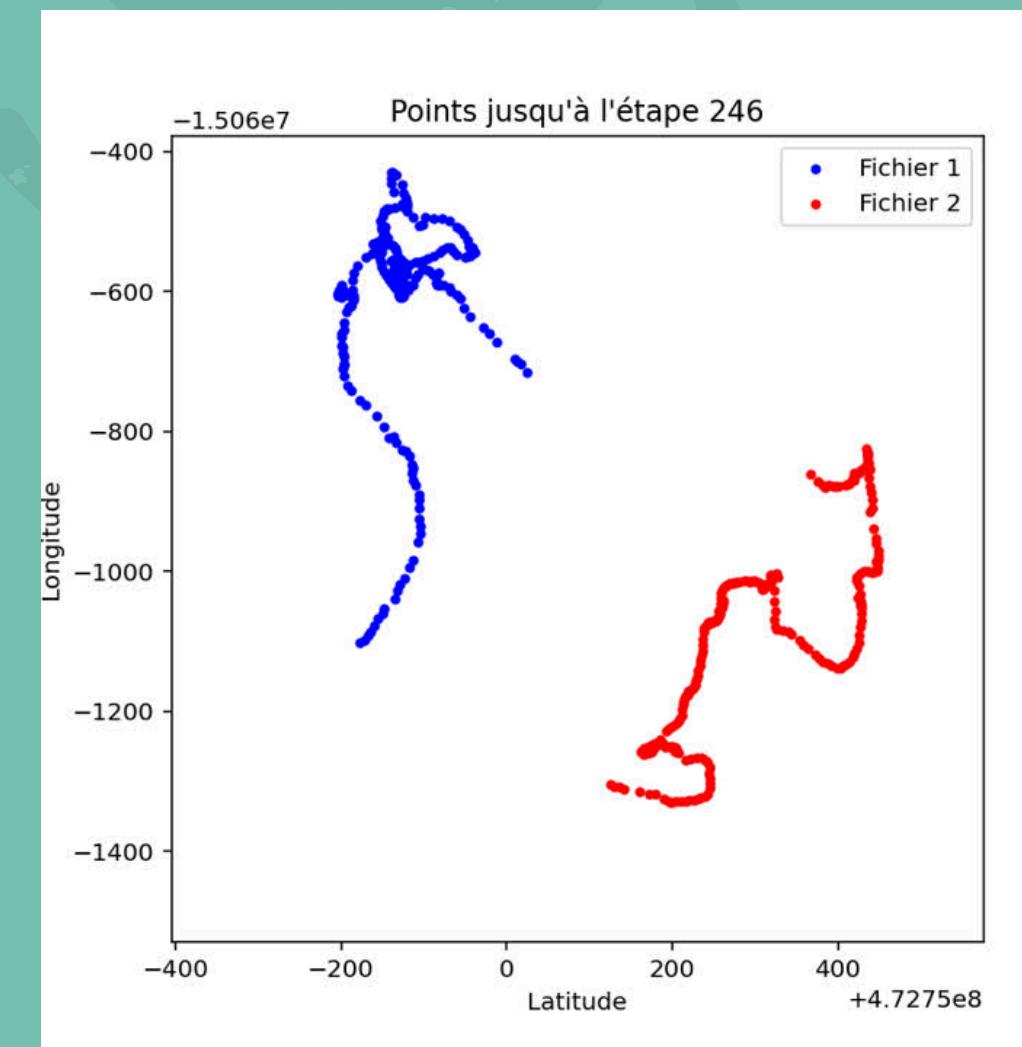
- Lat : **472752821.4** (moyenne) vs **472752984** (vraie)
- → Erreur en m : **1.810 m**
- Long : **-15034469.94** (moyenne) vs **-15034556** (vraie)
- → Erreur en m : **0.958 m**

GPS M8N

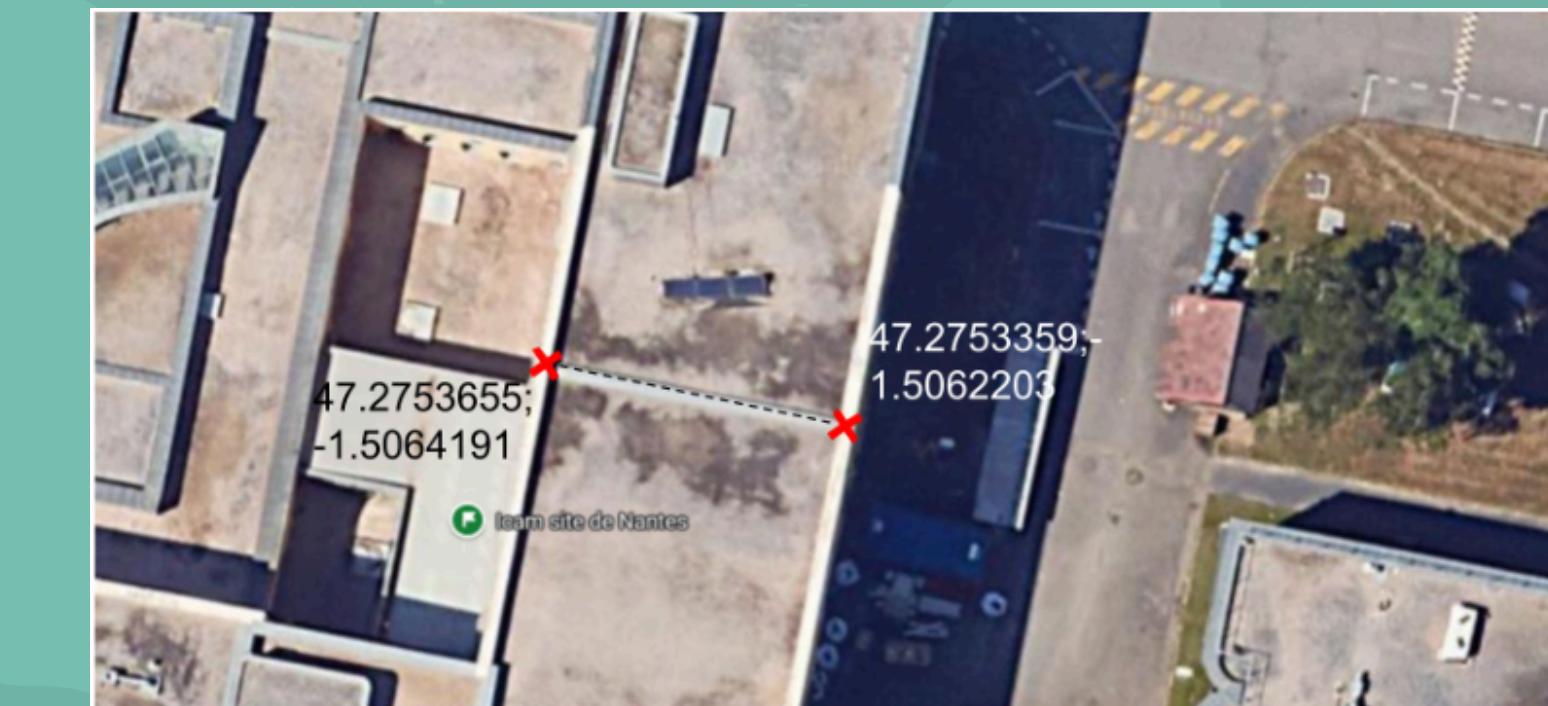


Amélioration du système de pilotage

I. Etude du DGPS avec les GSP M8N

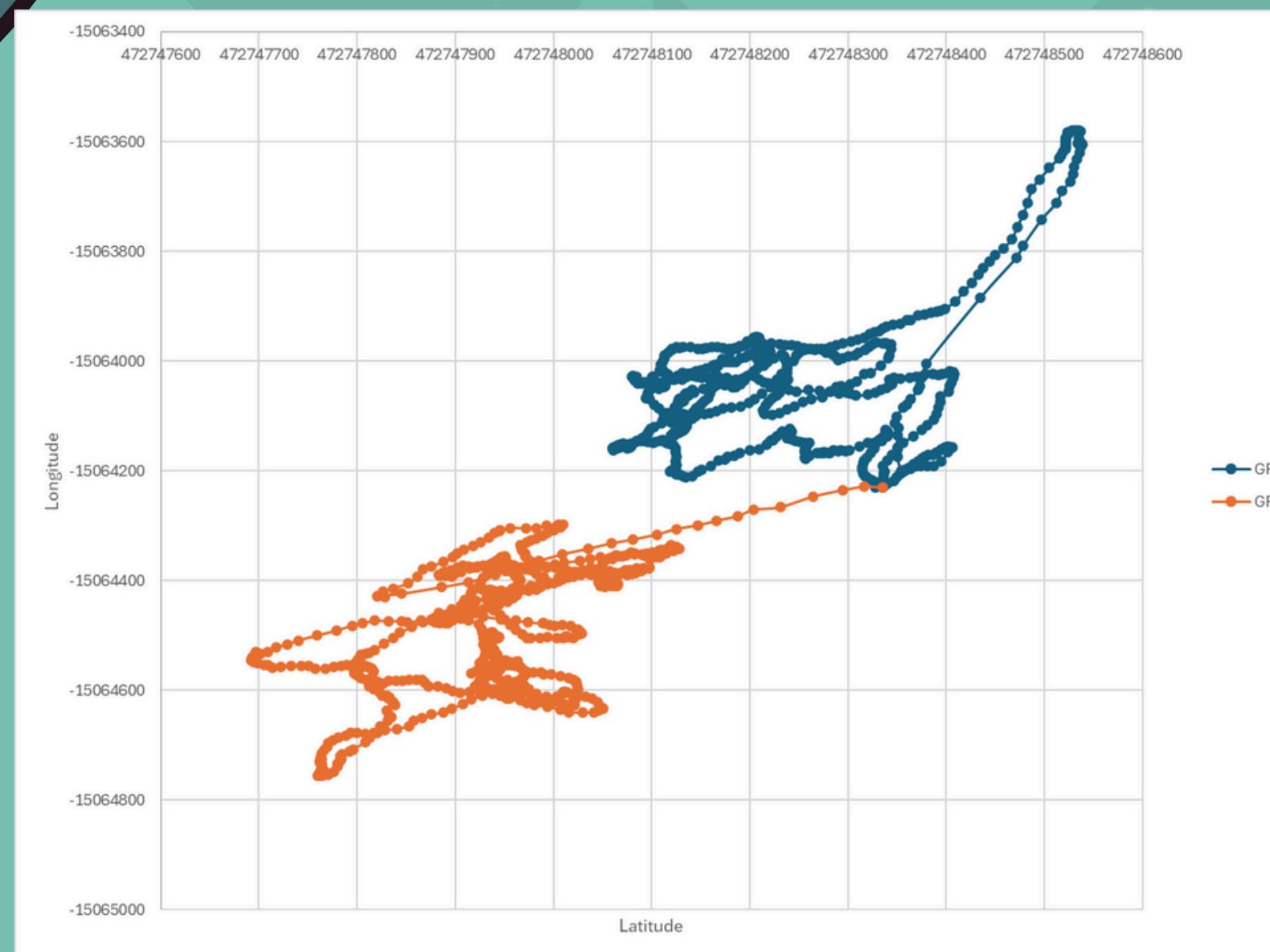


TEST 1



Amélioration du système de pilotage

I. Etude du DGPS avec les GSP M8N



TEST 2

les modules GPS M8N présentent des écarts aléatoires significatifs et ne dévient pas de manière homogène

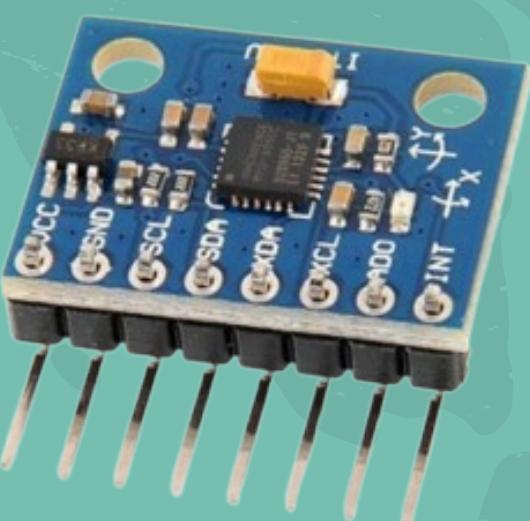




Amélioration du système de pilotage

II. Nouvelles Pistes

Nous avons pensé à utiliser un accéléromètre, qui est utilisé pour les drones. Nous avons allumé un accéléromètre et l'avons fait bouger en simulant le déplacement de la bouée. Une bouée flotte très lentement et les valeurs affichées étaient souvent **0m/s²** ou bien très légèrement a-dessus.

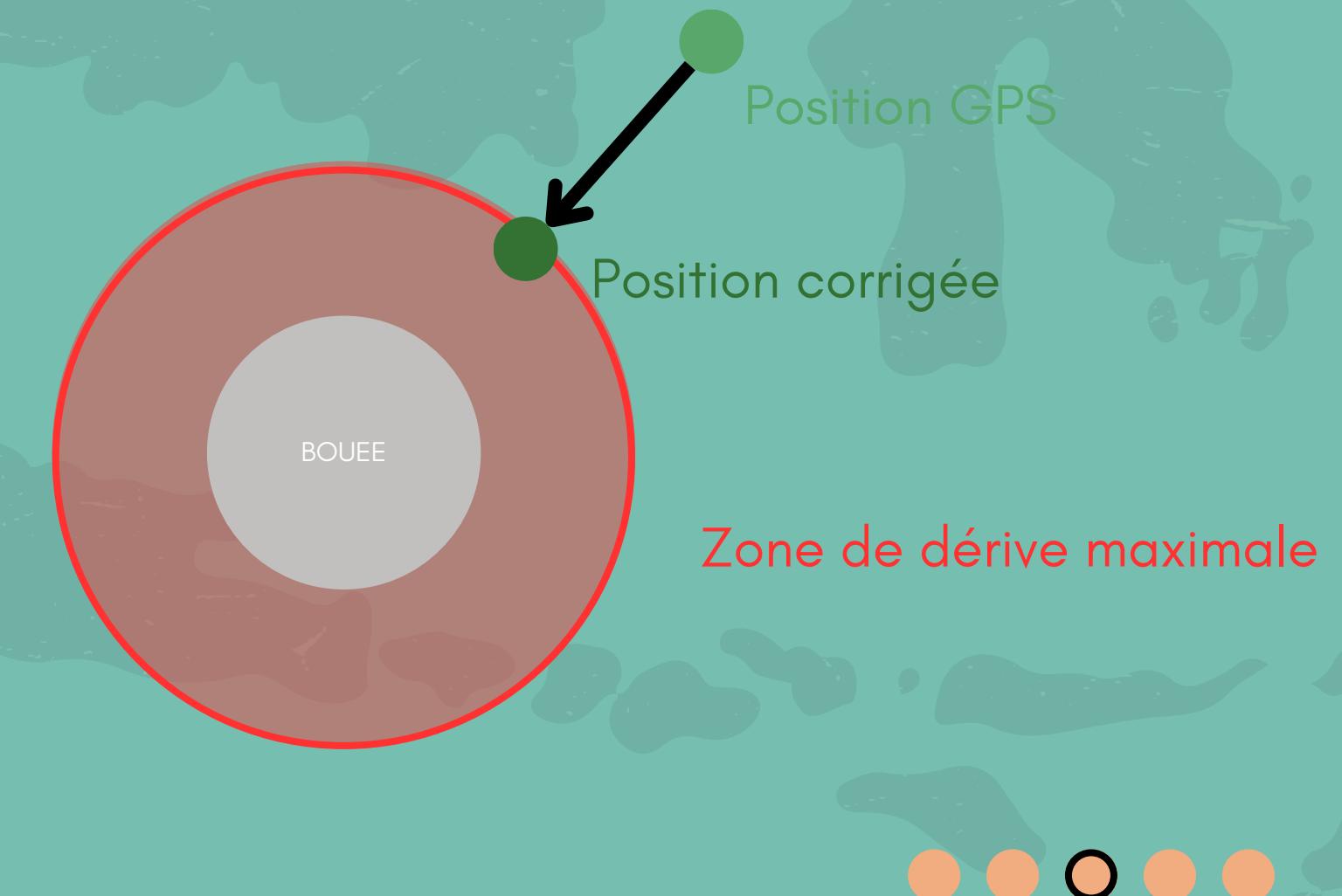


Accéléromètre

Amélioration du système de pilotage

Mesures de dérive et de consommation

- La bouée à une vitesse de dérive maximale.
- Un écart de plus de 25cm entre deux points
- Dérive maximale de la bouée
- Filtrer les positions GPS



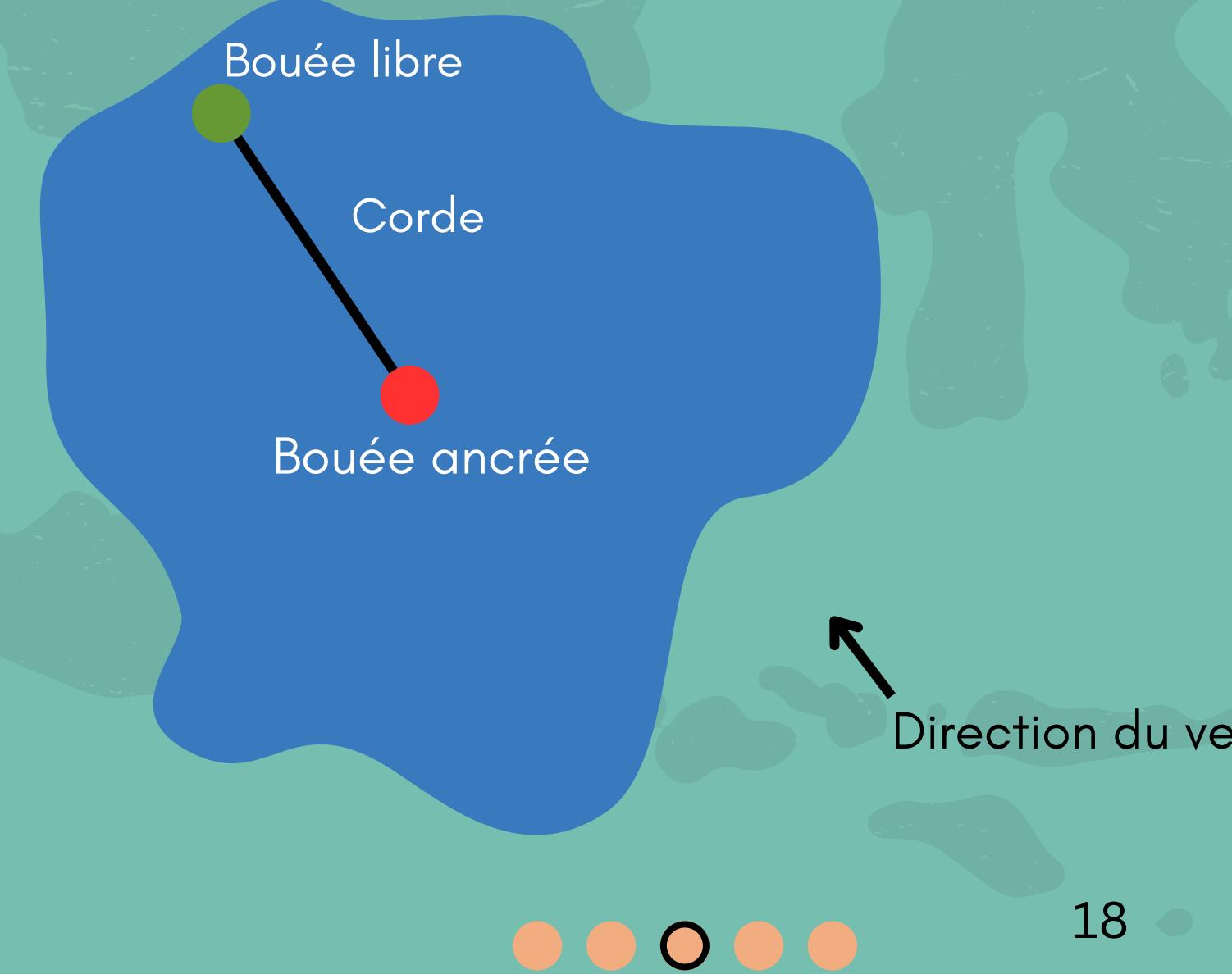
Amélioration du système de pilotage

Déroulement des tests

- Distance de dérive connue
- Une bouée ancrée & Une bouée non ancrée relié par un fil

Test de consommation

Tourner les moteurs à une certaine puissance face et dos au vent sur la même distance



NavAppli

Récuperation des données

- L'intensité des batteries
- La tension
- Positions GPS
- Commande des moteurs



NaVAPPLi

```
{"Lieu":"Le Plessis, 44980, Ste Luce / Loire","date":"aaaaammjjj",
 "Test":[
 {"ID":"1234","cmoteur":50,"vvent":3.0,"dvent":125.0,"d":20,"frequence":0.1,"mode":"consommation","duree":600,
  "Itérations":[
 {"#":1,"T":<timestamp>,"COG":124,"U":11.5,"I":2000.5,"CMg":45,"CMd":55,"lon":-1.474753
 0,"lat":47.2442500,"alt":3.0000000},
 {"#":2,"T":<timestamp>,"COG":126,"U":11.4,"I":2000.0,"CMg":48,"CMd":52,"lon":-1.474753
 0,"lat":47.2442550,"alt":3.0000000},
```

Récupération des données

L'application les utilisera en transformant la tension et l'intensité en puissance et les stockera sous forme de fichier JSON (JavaScript Object Notation)



NaVAppli

Démonstration

COM3

Envoyer

15414 [EXPERIMENTATION] Waiting for mode of test...
ets Jul 29 2019 12:21:46

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0030,len:4888
load:0x40078000,len:16516
load:0x40080400,len:4
load:0x40080404,len:3476
entry 0x400805b4
25 [WiFi] init WiFi.....
109 [WiFi] Connexion en cours.....
1113 [WiFi] Connecté au réseau WiFi...OK!
IP ESP32 : 172.20.10.2
1117 [WiFi] UDP Listening on IP: 172.20.10.2 / 255.255.255.240 GATEWAY 172.20.10.1
1168 [RoboNav] Starting RoboNav Controller v1.2.4
1188 [RoboNav] Copyright ICAM/ARBL 2022-2024
1202 [INIT] Setup Completed !
1214 [EXPERIMENTATION] Waiting for mode of test...
2226 [EXPERIMENTATION] Waiting for mode of test...

édition Projets Outils Affichage Aide

App_experiments\RoboNav-Test.py

msg + "\n") # Ajoute à la fin

8192)

] Lat : 47.12345678, Lon : -1.12345678"

,1)

le moment

re_step()

d'enregistrement des données",2)

dth=10, height=10, bg='green').grid(row=0, column=2, sticky="nsew sur VALIDER avant de commencer",2)

start)

Console 27/A X

forge | (main, Apr 10 2025, 22:09:00)
[MSC v.1943 64 bit (AMD64)]
Type "copyright", "credits" or
"license" for more information.

In [1]:

Console IPython Historique

Défilement automatique Afficher l'horodatage Nouvelle ligne 115200 baud Effacer la sortie En ligne Conda: spyder-runtime (Python 3.11.12) LSP: Python Line 384, Col 31 UTF-8 CRLF RW Mem 79%

Problèmes rencontrés



Ces derniers nous ont fait perdre beaucoup de temps sur le projet, mais ces difficultés, bien que contraignantes, ont constitué des étapes importantes dans notre progression, nous forçant à approfondir nos connaissances, à adapter notre méthodologie et à renforcer la robustesse du système final.

- Mise à jour des pins
- Alimentation par le BEC
- Nouveaux ESCs
- Panne des radiocommandes

Problèmes rencontrés



I. Mise à jour des pins

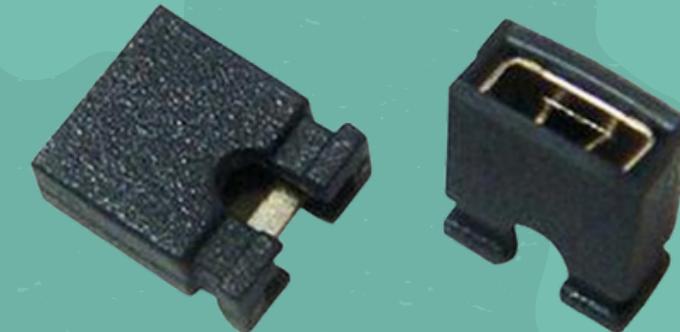
Après avoir terminé les tests avec le GPS, nous avons voulu tester le programme de la bouée en modifiant certains paramètres pour améliorer sa stabilité. En intégrant le code du GPS, nous avons rencontré un problème : aucune donnée de position n'était reçue. Après deux jours d'analyse, nous avons découvert que **les pins étaient mal définis** à cause d'un changement de **carte PCB non pris en compte dans le code**.

Problèmes rencontrés



II. Problème d'alimentation par le BEC

Permet de choisir par quel système on souhaite alimenter la carte, on positionne un cavalier afin de faire passer le courant.



L'alimentation de la carte via le BEC faisait **surchauffer et endommager l'ESP32**, ce qui est arrivé à **deux** reprises.

En passant par l'alimentation des ESC, le problème a été résolu, bien que la cause exacte reste inconnue malgré des vérifications de tension.

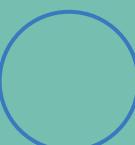
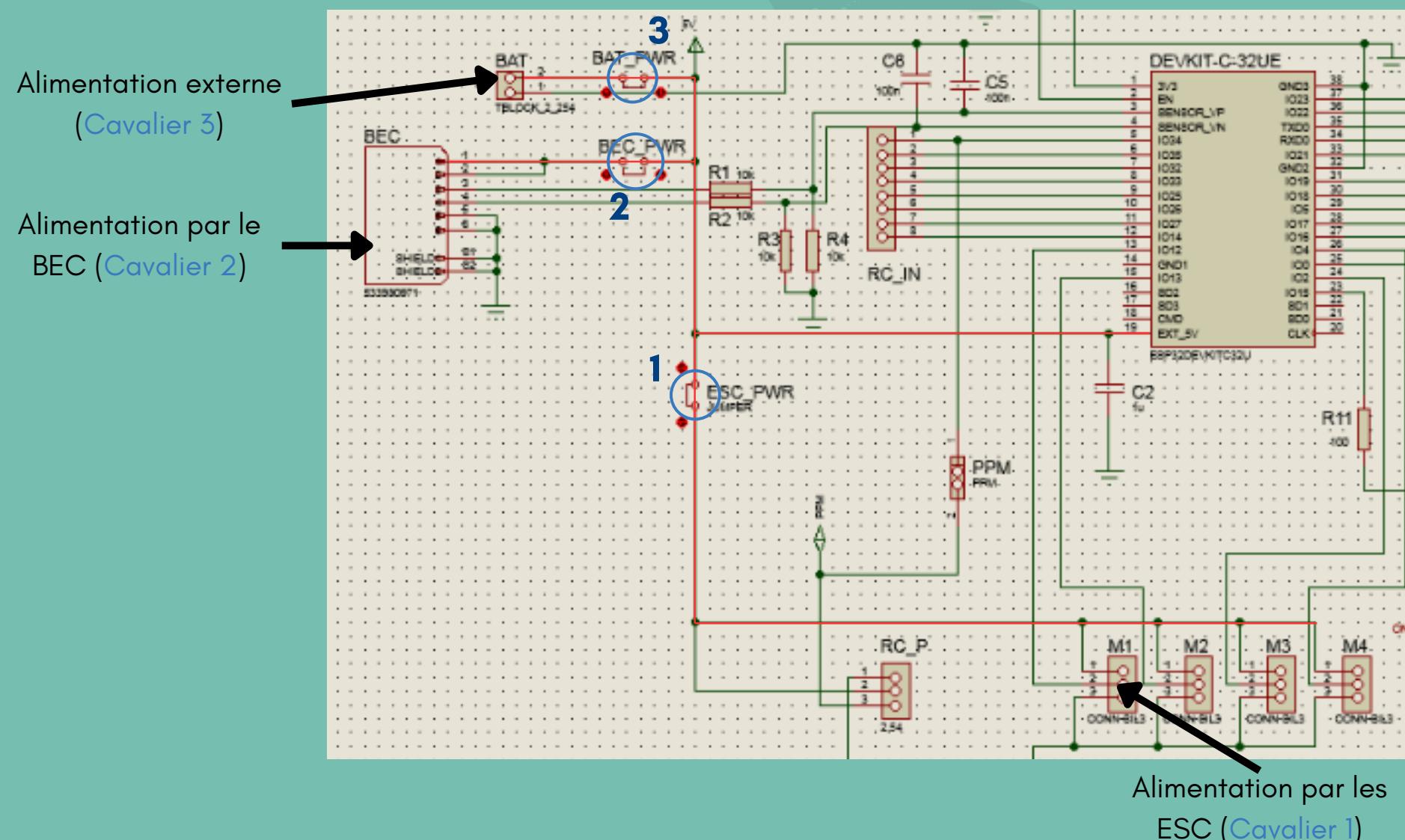
En attendant de l'identifier, il est demandé de ne pas utiliser le **BEC** pour alimenter la carte, même s'il peut toujours être connecté à la PCB pour mesurer la tension et le courant des batteries.



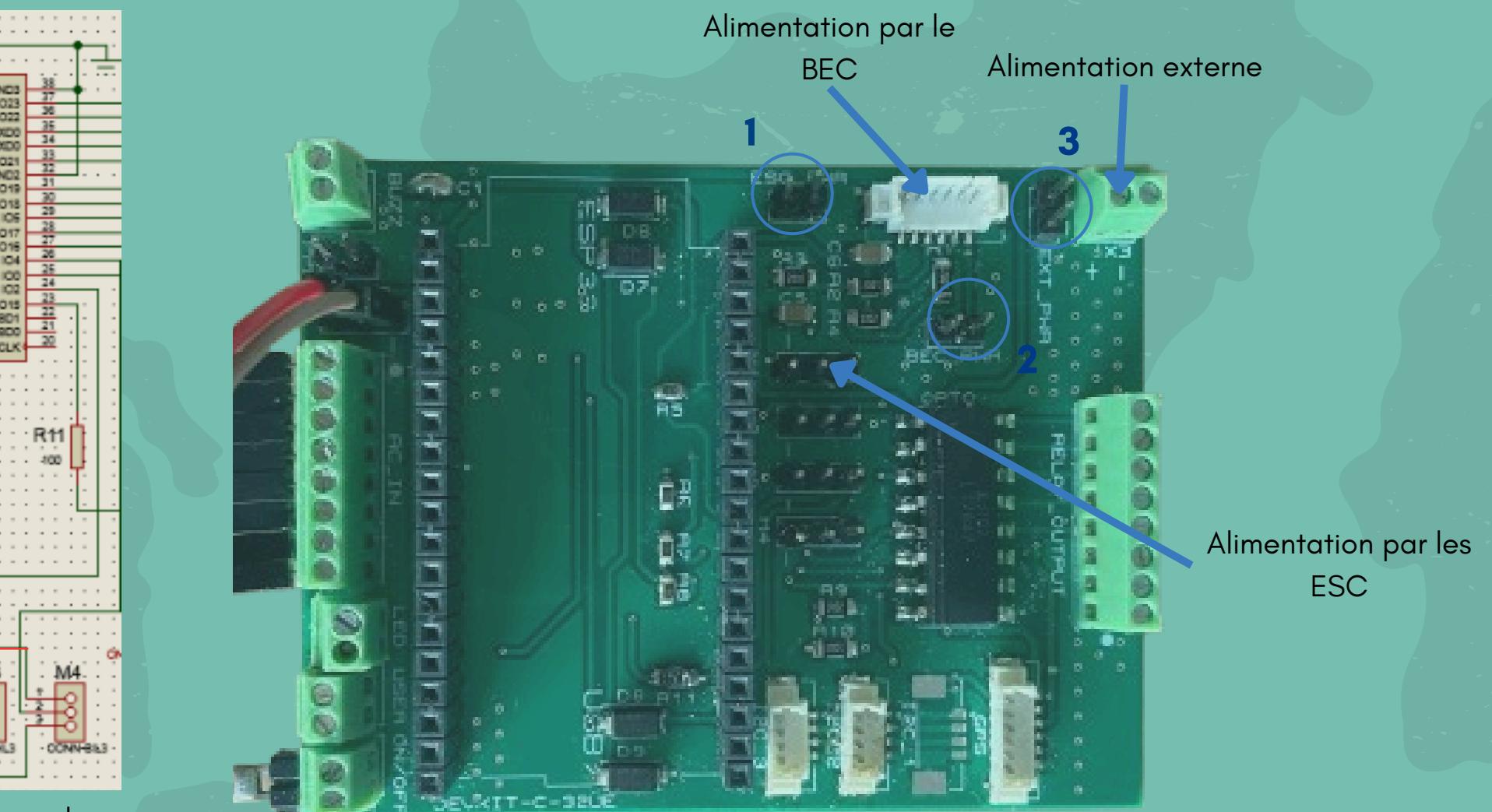
Problèmes rencontrés



II. Problème d'alimentation par le BEC



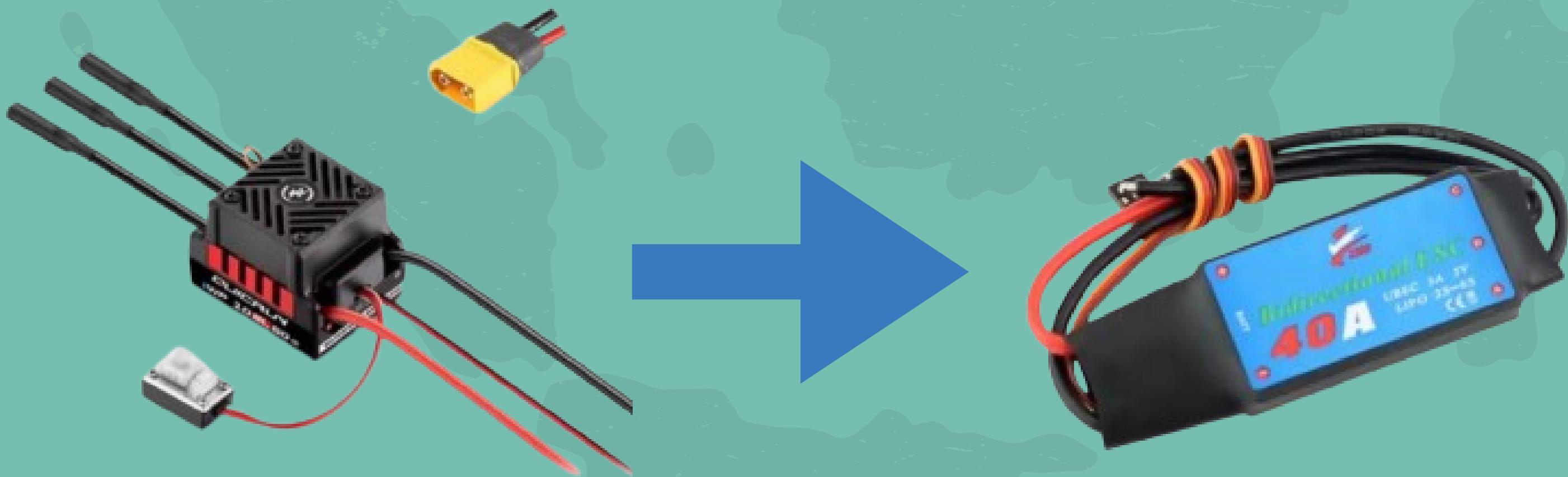
Cavalier



Problèmes rencontrés



III. Nouveaux ESCs



Problèmes rencontrés



IV. Panne de Radiocommande

8 canaux (4 voies pour le pilotage + 4 commutateurs)



Bilan Technique

De nombreux problèmes électriques se sont accumulés au fil du temps. Pour la reprise du projet l'an prochain;

- Vérifier que tous les composants fonctionnent correctement, car un simple défaut peut causer des dégâts.
- Vérifier l'état du PCB Il est probable qu'il soit également endommagée.

Conclusion

Ce projet de bouée autonome **RoBoNav**, intégré dans le cadre d'OCIA à l'ICAM de Nantes, a représenté une opportunité complète de mise en œuvre de compétences en électronique, en informatique embarquée, en connaissance en GPS et en communication sans fil.

- **Systèmes GNSS et DGPS** : Nous avons découvert le fonctionnement des modules GPS, le format des trames **NMEA**, les paramètres de configuration, ainsi que les différents types de coordonnées utilisées. Nous avons également développé nos propres solutions de correction différentielle (DGPS), un domaine qui nous était jusque-là totalement inconnu.
- **Technologie RTK** : Nous avons exploré les systèmes RTK (Real Time Kinematic), que nous ne connaissions pas au départ. Malgré la complexité de cette technologie, nous avons su mener nos recherches et comprendre les principes fondamentaux pour concevoir un système fonctionnel.
- **Communication réseau (Wi-Fi)** : Le projet nous a amenés à travailler de manière intensive avec des réseaux Wi-Fi pour assurer la transmission de données entre les différents modules. Cela nous a permis d'approfondir notre maîtrise des communications sans fil et de la structuration des échanges entre systèmes embarqués.

Conclusion

- **Démarche de recherche :** Certaines étapes de notre travail se rapprochaient fortement d'un projet de recherche appliquée. Nous avons ainsi renforcé notre capacité à **formuler des hypothèses, proposer des solutions, concevoir des expérimentations et analyser des résultats.**
- **Gestion et analyse de données :** À travers les nombreux tests effectués (et ceux restant à venir), nous avons appris à structurer, stocker et analyser les données GPS. Nous avons notamment manipulé des fichiers JSON et développé des outils pour interpréter les résultats de positionnement.

Malgré la déception (GPS M8N), nous avons su rebondir en développant une nouvelle approche basée sur un algorithme alternatif.

La fin du projet a également été marquée par de nombreuses pannes techniques, ce qui a parfois freiné notre motivation et limité les tests que nous aurions voulu mener. Néanmoins, nous avons persévééré pour résoudre les problèmes, et ces difficultés nous ont permis d'apprendre énormément sur la gestion des imprévus en électronique embarquée.



MERCI

Thed Kamga : thed.kamga@2026.icam.fr

Agathe Daudenthun : agathe.daudenthun@2026.icam.fr