



Les
gouters
Sigea



Les goûters Sigea

GPS RTK (centimétrique en temps réel)

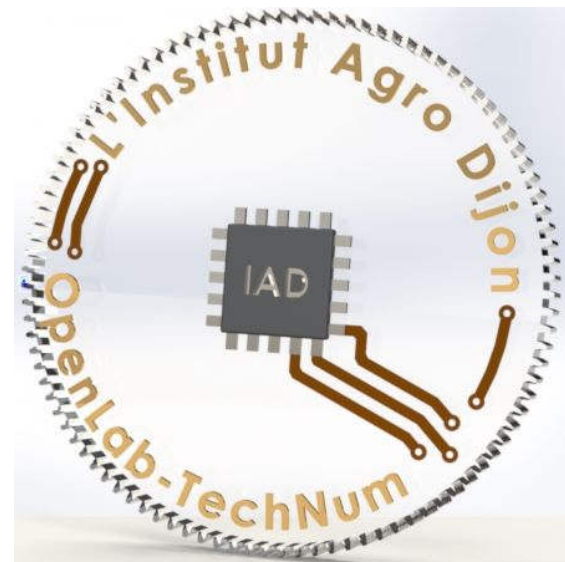
Vocabulaire, matériel et configuration, saisie de relevés

Restons sur des choses simples !

Remerciements

- **OpenLab technum**

- Prêt du GNSS RTK initial (Sparfunk + antenne amplifiée monobande)
 - TLab du projet Agro Open : électronique numérique, CAO, impression 3D, fraisage numérique, réalisation de prototypes
<https://www.linkedin.com/in/openlab-technum-a885a8204/recent-activity/all/>



- **DRAAF Bourgogne-Franche-Comté**

- Mise à disposition de GNSS RTK (drotek et antenne multibande)

- **L'institut Agro Dijon**

- Prêt de tablette et smartphone Android

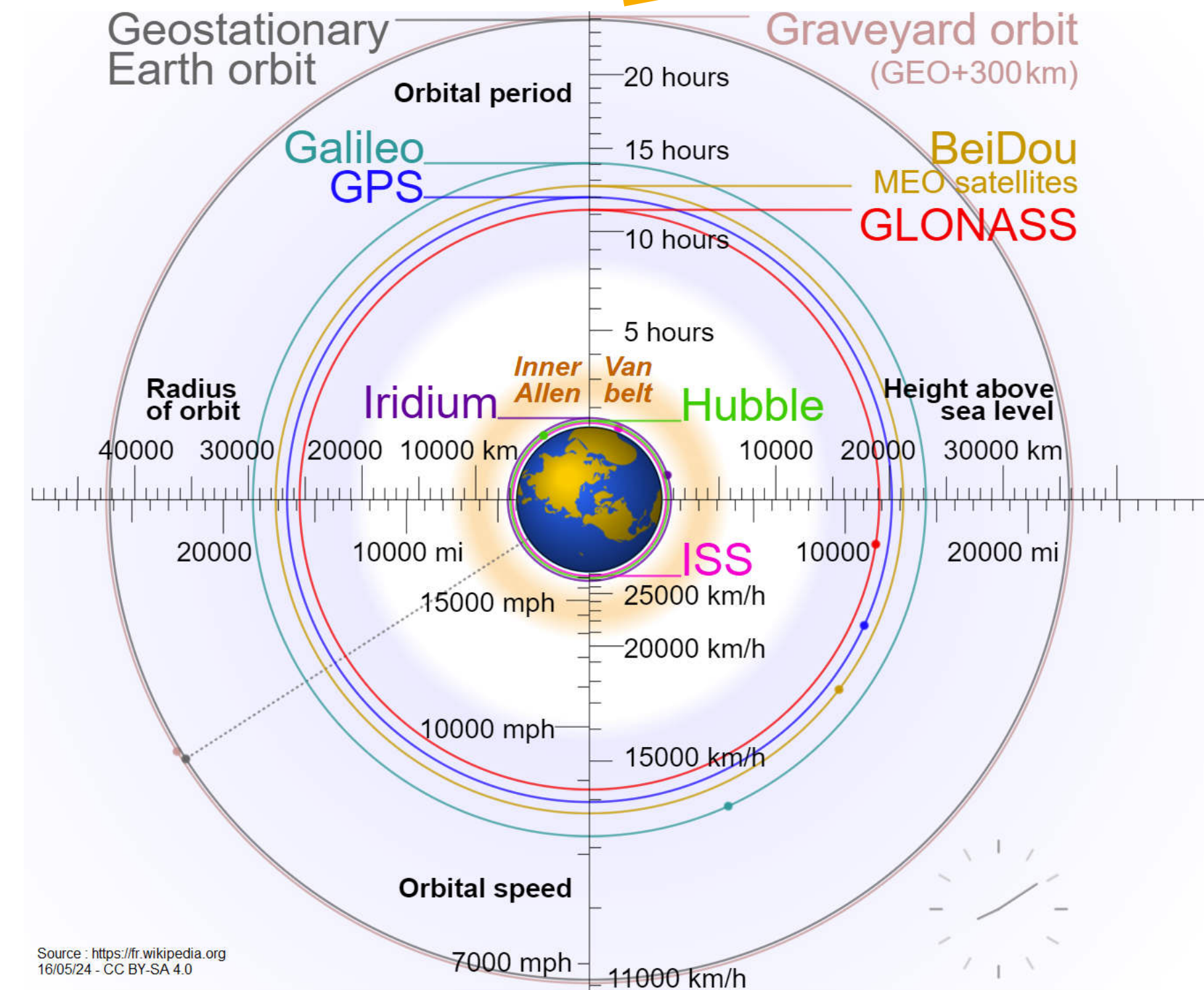
Vocabulaire

• GPS

- Global Positioning System
- 1973 – 1995 (24 satellites) : 100m (civil)
- mai 2000 : 10m
- 2003 : RTK
- 2004 : TomTom GO (automobile)
- 2010 : GPS Smartphone

• GNSS

- Global navigation satellite systems
- GPS, Galiléo, GONASS, BeiDou - Fréquences différentes
- Segments : Spatial, contrôle et utilisateur
- Position (m), vitesse (cm/s), temps (ns)
- Signal : phase de la (fréquence) porteuse, code PRN/périodique pour la distance, message de navigation (rafraichissement éphémérides, horloge, ionosphère)



Vocabulaire

- **DGPS / DGNSS (GPS Diférentiel)**
 - SBAS (sans répétabilité)
 - Satellite-based augmentation system
 - Egnos en Europe : satellites géostationnaires (segment spatial)
 - WAAS (Wide Area Augmentation System)
 - LBAS
 - Post-traitement
 - RTK
- **AGPS / A-GNSS (GPS Assisté)**
 - Couplage avec des données en ligne
 - LoRa(Wan), Wifi ...
 - Téléchargement direct de l' almanach et des éphémérides
 - Signaux difficiles (ex. ville)

Vocabulaire

- **RTK (correction de phase)**

- Cinématique temps réel - Real Time Kinematic
- Mesure de la phase des signaux GNSS
- Position absolue au cm
- Base RTK
 - Station de référence fixe
 - Corrections en temps réel
- Rover RTK :
 - Récepteur GNSS RTK
 - Calcul de la position relative à la base (quelques mm)

- **Fréquences**

- L1/L2/L5/L6 (Autres lettres selon systèmes de satellites)
 - GPS : L1*/L2*/L5
 - Galiléo : E1*/E5*/E6
 - ...

* accès grand public

Erreurs

- **Propagation (signal)**
 - Ionosphère
 - Troposphère
- **Locales (signal)**
 - Masquage partiel ou total du signal
 - Réflexion parasite
- **Bruits (récepteur)**
 - Mesures du récepteur

GNSS : Diminution des erreurs

- **4 satellites minimum**
 - 3 pour la position,
 - 1 pour le décalage de l'horloge du récepteur
- **Fréquences multiples (L1 + L2 + L5)**
 - Correction des erreurs de la ionosphère (réfraction des signaux GNSS => allongement parcours)
- **Géométrie des satellites**
 - DOP (affaiblissement de précision) : GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP
 - $1 < \text{DOP} < 2$: Excellent
- **Position de l'antenne (et de la base !)**
- **Vérifications avant terrain**
 - Ephémérides
 - Ionosphère
 - Indice Kp sur 3h < 3 : verrouillage des satellites bons (0,1,2) à correct (3-)
<https://www.swpc.noaa.gov/products/planetary-k-index/> , <https://www.spaceweatherlive.com/>
 - Fréquence Critique de la Couche F2 (foF2) $< 10\text{MHz}$
<http://www.radioamateurs.news.sciencesfrance.fr/?p=141699>
 - Indice R95 $< 3,5$ sur les courtes périodes
<https://www.reseau-teria.com/activite-ionospherique/>
 - Troposphère
 - Index Trop Hepburn
https://www.dxinfocentre.com/tropo_eur.html

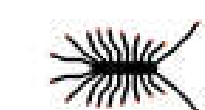
Centipede

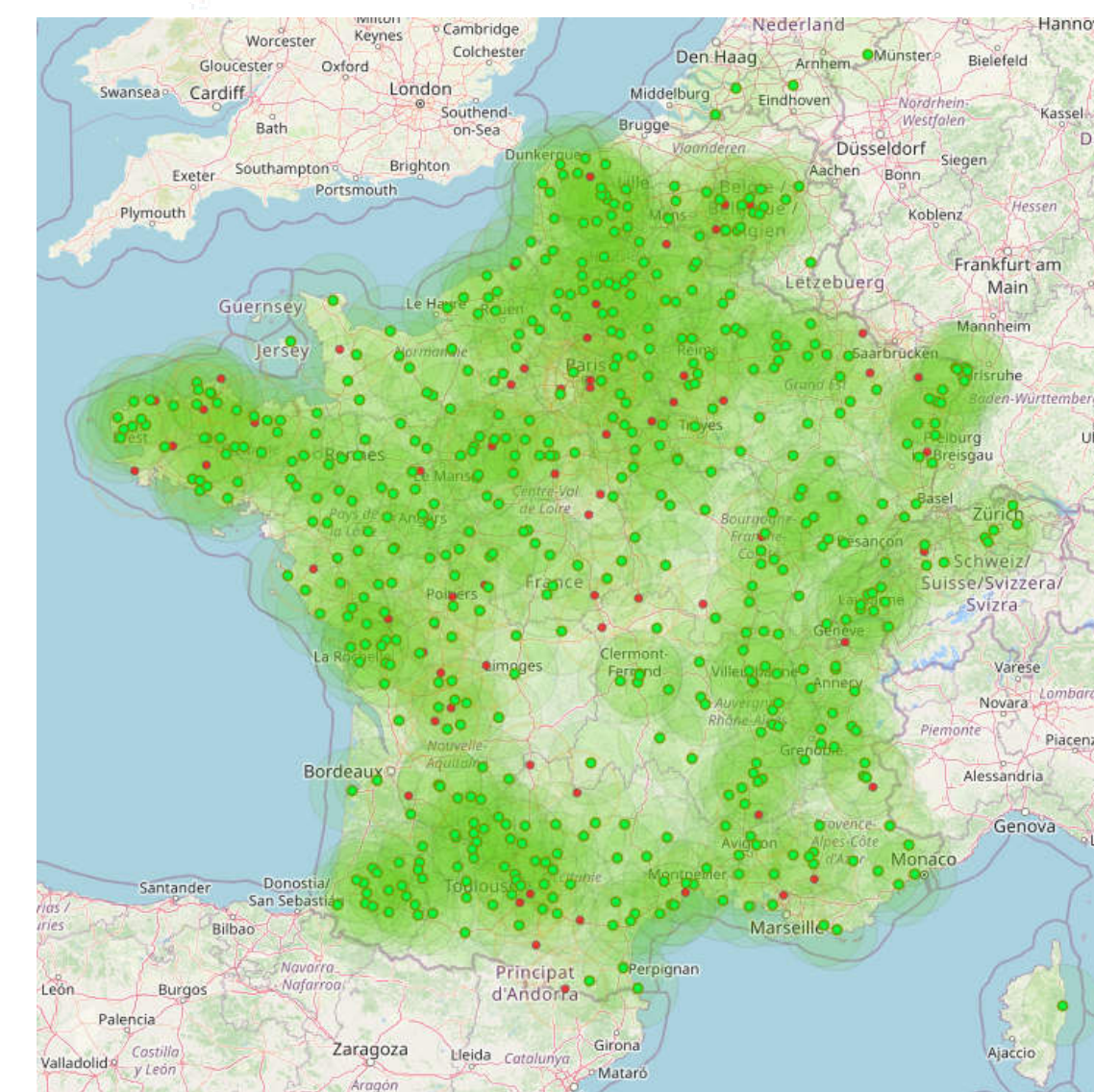
- **Pourquoi RTK**

- Données centimétriques à coût raisonnable

- **Pourquoi Centipede**

- Gratuit / autonomie
 - Distance base (30 km max !) :
 - une seule base (RTK) : correction d'erreur de précision
- Connexion à la base via les serveurs NTRIP
⇒ Distance à l'antenne très important !

 Situation des Bases GNSS



Source : <https://centipede.fr/>
21/05/24 - ODbL v1.0

Principe du NRTK : Plusieurs bases

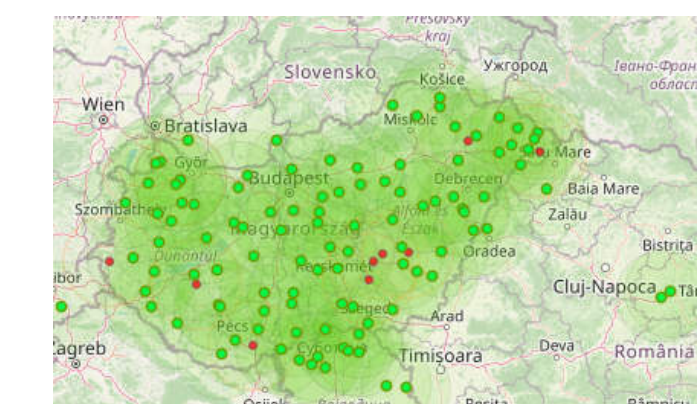
interpolation de la correction donc de l'erreur de précision

Etude de la chambre d'agriculture de la somme :

- 20km : +/- 2cm — 30km : +/- 3cm par rapport à Orphéon

Source : <https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr> - 21/05/24 (2021)

Hongrie et Centipede



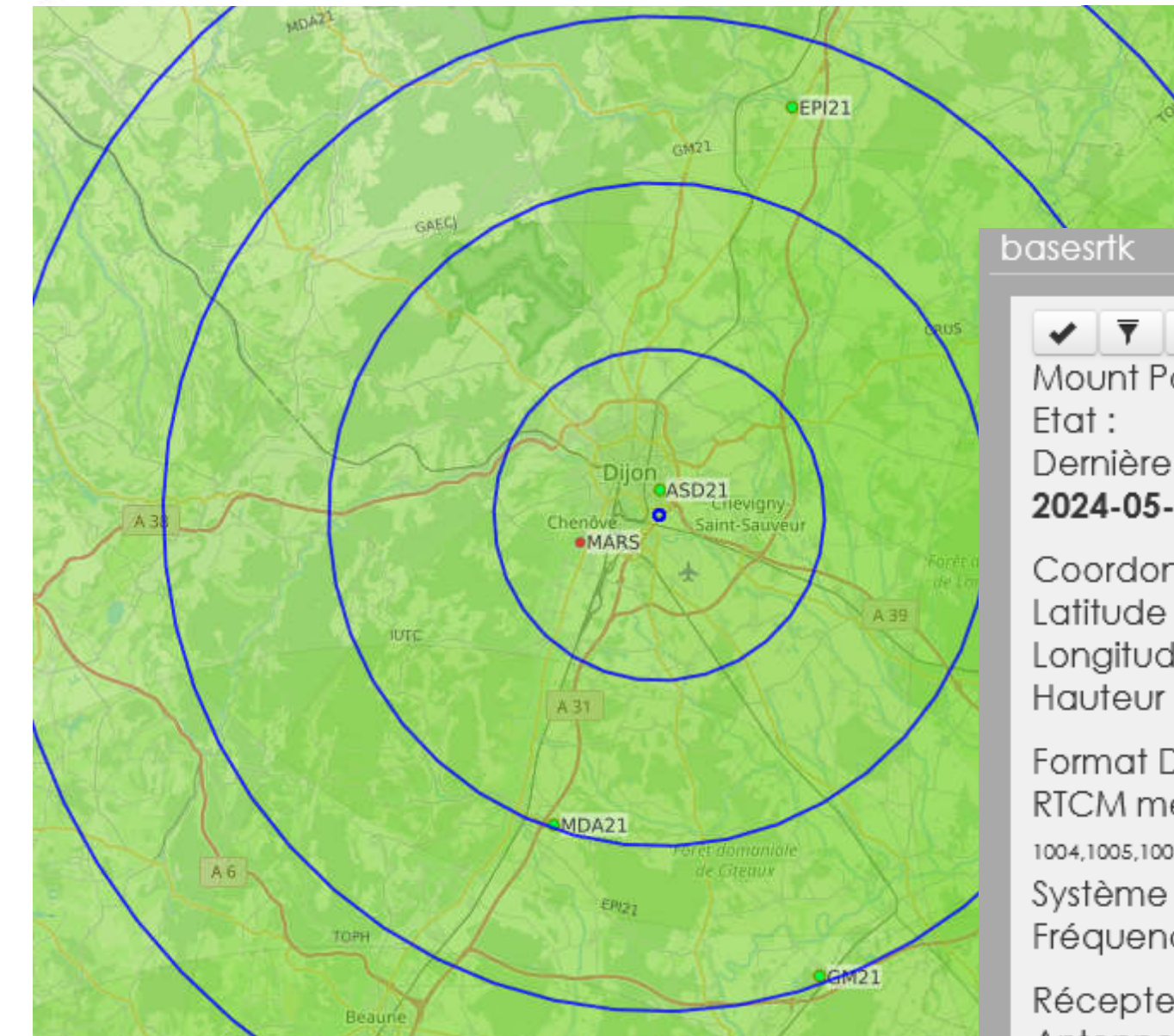
Centipede

• Principe

- Matériel nécessaire
 - Un Android connecté Internet**
 - Une App. Client NTRIP
 - Une app. Saisie de données
 - Un récepteur GNSS RTK
 - Une antenne multibande
 - Un câble OTG

** Connection Internet du Smartphone ou de la tablette pour recevoir les corrections de la base RTK (serveur NTRIP : caster.centipede.fr:2121/xxxxx
xxxxx : nom de la base la plus proche)

Situation des Bases GNSS Carte Centipede



basesrtk

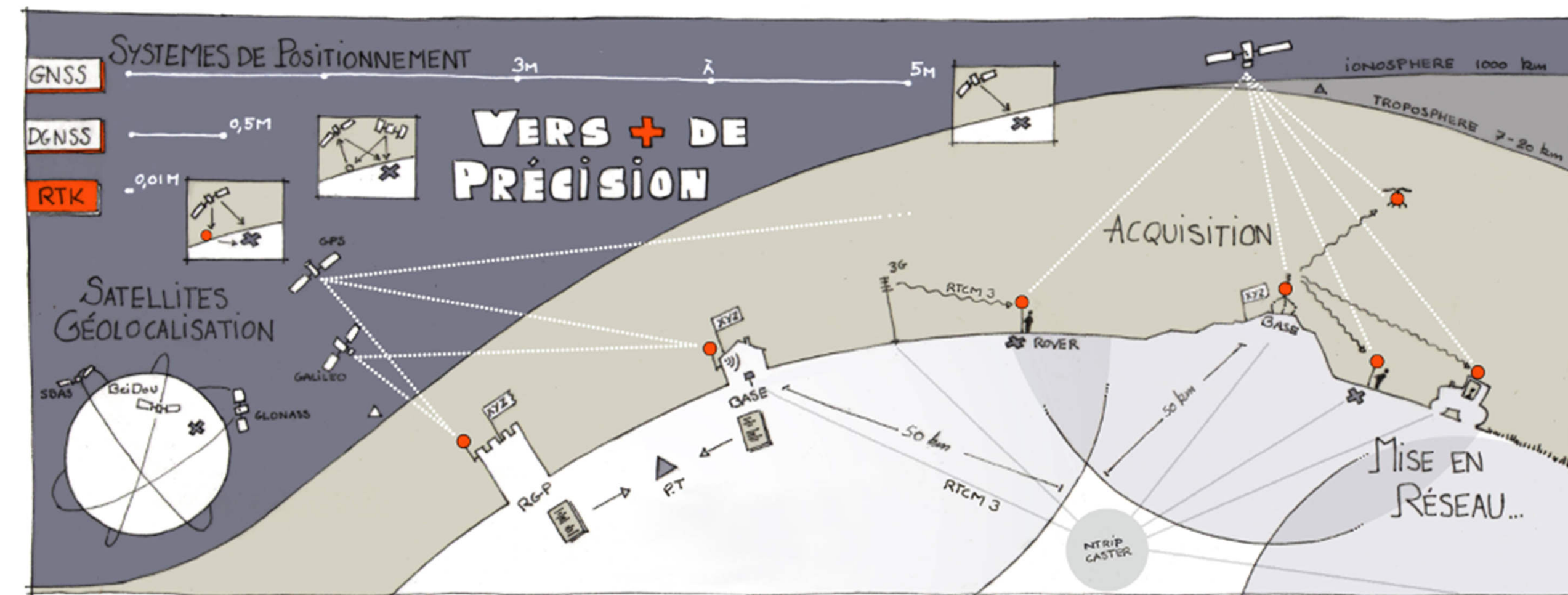
Mount Point : ASD21
Etat : **active**
Dernière vérification des Coordonnées (GMT):
2024-05-22T14:30:59.000Z

Coordonnées géo RGF93
Latitude : **47.31055**
Longitude : **5.0651**
Hauteur : **327.646**

Format Data: **RTCM3**
RTCM messages:
1004,1005,1006,1008,1012,1019,1020,1033,1042,1046,1077,1087,1097,1107,1127,1230

Système : **GLO+GAL+SBS+BDS+GPS**
Fréquence : **L1-L2**

Récepteur : **F9P drotek**
Antenne : **drotek DA910**
MSG Receiver : **RTKBase Ublox_ZED-F9P2.5.0 1.13**
MSG Antenne : **ADVNULLANTENNA**
Network : **CentipedeRTK**
Rapport de positionnement: [2_212620a_rd.txt](#)
Logs déconnexions: [Logs ASD21](#)



Source : <https://centipede.fr/> - 22/05/24 - ODbL v1.0



Centipede

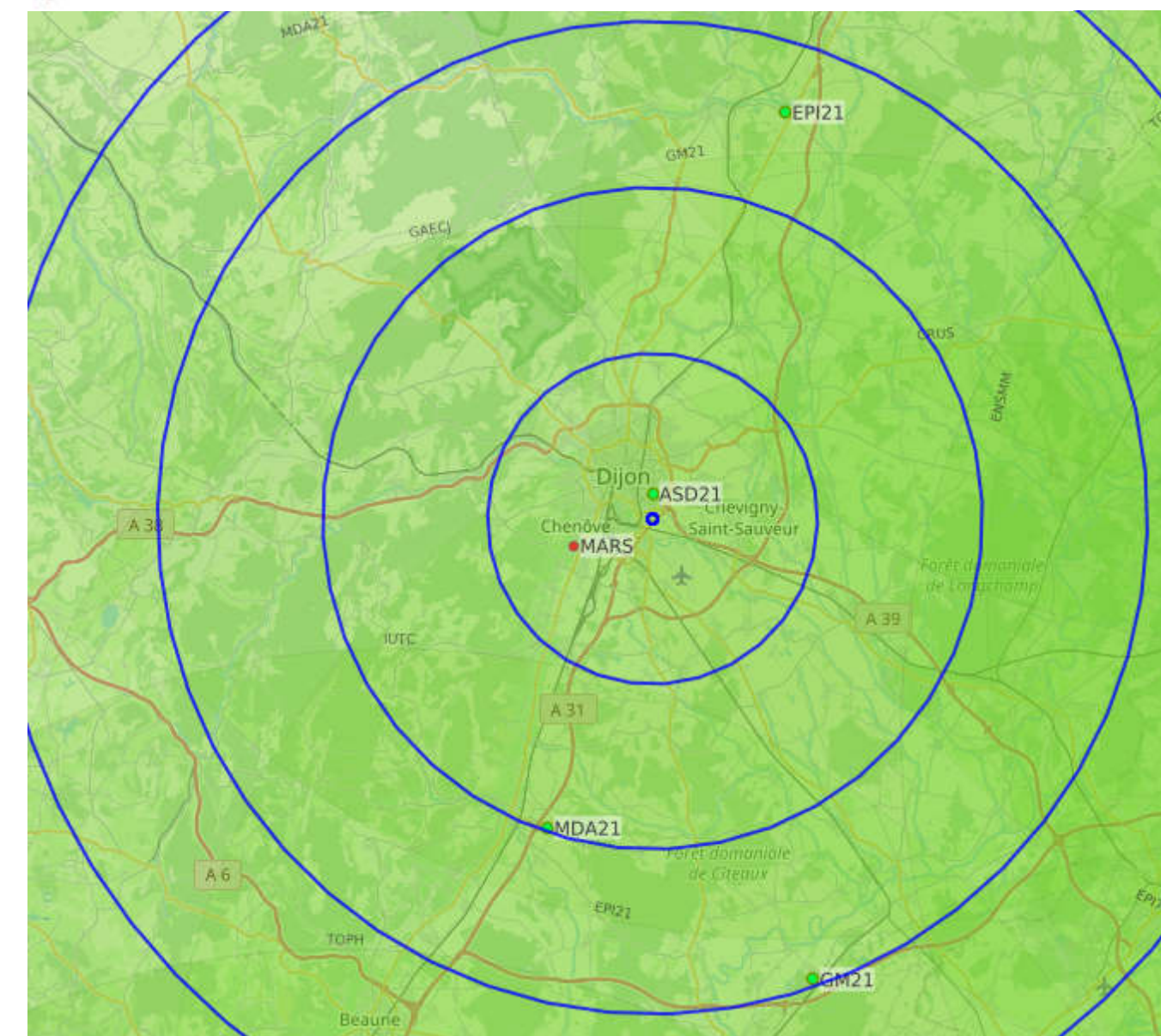
• Principe

- <https://centipede.fr/>
 - Zoomer sur la position (position des relevés GNSS)
 - Activer l'affichage des tampons
 - Choisir l'antenne active la plus proche (dans les 3 zones proches)
 - Se connecter au caster :
`caster.centipede.fr:2121/xxxxx**`
(voir configuration plus loin)

** xxxxx : nom de la base la plus proche



Situation des Bases GNSS Carte Centipede



```
basesrtk
[✓] [▼] [🔍]
Mount Point :ASD21
Etat : active
Dernière vérification des Coordonnées (GMT):
2024-05-22T14:30:59.000Z

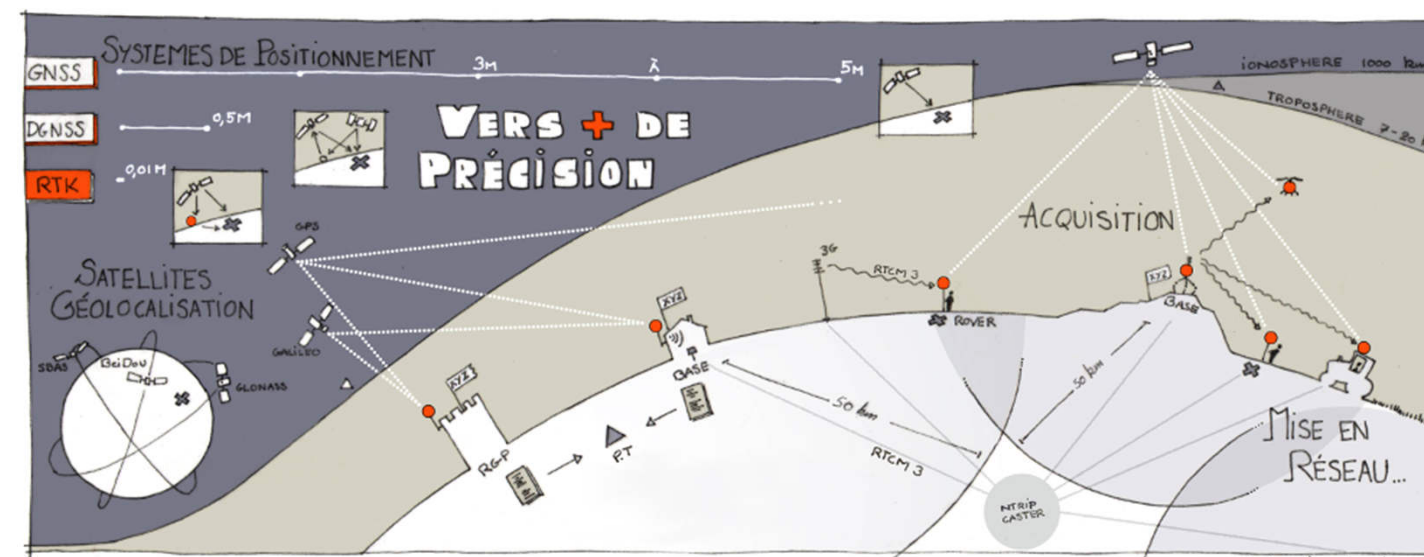
Coordonnées géo RGF93
Latitude : 47.31055
Longitude : 5.0651
Hauteur : 327.646

Format Data:RTCM3
RTCM messages:
1004,1005,1006,1008,1012,1019,1020,1033,1042,1046,1077,1087,1097,1107,1127,1230
Système : GLO+GAL+SBS+BDS+GPS
Fréquence : L1-L2

Récepteur : F9P drotek
Antenne : drotek DA910
MSG Receiver : RTKBase Ublox_ZED-F9P2.5.0
1.13
MSG Antenne : ADVNULLANTENNA
Network : CentipedeRTK
Rapport de positionnement: 2_212620a_rd.txt
Logs déconnexions: Logs ASD21
```



Centipede



Source : <https://centipede.fr/> - 22/05/24 - ODbL v1.0

• Fonctionnement simplifié

• Satellite

- Émet un signal composé d'une porteuse à haute fréquence (modulée par des codes et des données de navigation)
- La porteuse est une onde sinusoïdale continue à une fréquence précise
- La phase d'une onde sinusoïdale est une mesure de la position de l'onde à un instant donné

• Rover

- La puce GNSS, avec l'antenne multibande, mesure la position du Rover par réception des signaux des satellites (récepteur GNSS classique)
 - Compare la phase de la porteuse reçue à sa référence locale (synchro + suivi)
- ⇒ Mesure de la distance entre satellite et récepteur GNSS, précision au mètre
- L'Ambiguïté de phase : La phase est connue mais pas le nombre de longueurs d'ondes

• Base

- Mesure sa propre position à l'aide des satellites
- Compare sa position calculée à sa position exacte
- Transmet les corrections au smartphone via Internet (considérant qu'à une distance < à 30 km, les erreurs sont identiques)

• Rover

- Applique des techniques de résolution de l'ambiguïté à ses relevés GNSS
- Détermine le nombre de longueurs d'ondes et en déduit la distance

• Exemple sur la bande L1 du GPS

• Satellite

- L1 à 1575.42 MHz pour le GPS
- longueur d'onde 19 cm
- Ex. pour une phase de 180° :
Une phase de 180° (une demi-longueur d'onde $\lambda/2$) signifie une distance de :
Distance fractionnaire =
 $\phi * \lambda / 360^\circ = 19 * 180 / 360^\circ = 19 \text{cm} * 0.5 = 9.5 \text{cm}$
(précision subcentimétrique)

• Base


- Calcule sa position à l'aide des satellites
- Envoie les corrections au rover ainsi que sa vraie position toutes les secondes

• Rover

- Résout l'ambiguïté de phase et détermine le nombre de longueurs d'ondes ($x * 19 \text{cm}$) aux 9,5cm
- Affichage de la position à 10mm près

Matériel

- **récepteur GNSS RTK (ZED-F9P)**
 - Modèles ZED-F9P
 - Drotek, ArduSimple, Ublox, Sparfunk ...
 - USB
 - Câble double USB-C OTG
 - Carte GNSS RTK ZED-F9P
 - + Bluetooth
 - Module Bluetooth HC-05
 - Câble USB (+ batterie)
 - Boîtier fermé obligatoirement :
 - ⇒ Sensibilité au soleil et aux courants d'air
 - Impression boîtier 3D / Ajout Bluetooth
 - ⇒ Centipede
- **Antenne multibande (L1/L2/L5 + SBAS)**
- **Achat en kit ou complet selon objectifs**



RTK Portable Bluetooth Kit

SKU AS-STARTKIT-BTCASE-L1L2-0-03 Category Professional In stock!


275,00€

Includes:

- ZED-F9P RTK receiver with USB and Bluetooth inside a plastic case
- 1 u-blox GNSS Multiband antenna ANN-MB-00 (IP67) with 5m cable with SMA connector
- 1 USB - type C cable
- Pre-configuration to send NMEA over Bluetooth and USB at the same time at 1Hz

- Multi band: L1, L2 and E5b support
- Multifrequency and Multiconstellation:
 - GPS: L1C/A L2C
 - GLONASS: L1OF L2OF
 - Galileo: E1-B/C E5b
 - BeiDou: B1/B2
 - QZSS: L1C/A L2C
 - SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN and SouthPAN

Source : <https://www.ardusimple.com> - 21/05/24



DP0601 RTK GNSS (XL F9P)

★★★★★ 2 Reviews

Reference 0891B08B

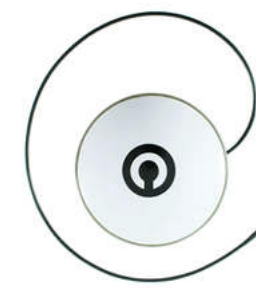
Last items in stock

€189.90
Tax excluded

Delivers centimeter level accuracy in seconds with a high precision Multi-band GNSS module.

Source : <https://store-drotek.com> - 21/05/24

Source : <https://store-drotek.com> - 21/05/24




DA910 multi-band GNSS Antenna

★★★★★ 3 Reviews

Reference 0910

€99.90
Tax excluded

This antenna provides GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, COMPASS B1/B2/B3 and Galileo E1/E5b/E6 coverage.



U-blox ANN-MB multi-band GNSS antenna

Reference 0909C01

€52.90
Tax excluded

L'antenne u-blox ANN-MB fournit une solution d'antenne multibande rapide et facile (L1, L2/E5b) pour les applications de haute précision.



DA233 multi-band GNSS Antenna

Reference 0925

€69.90
Tax excluded

Le DA233 est une antenne active GNSS multibande abordable et très efficace.

DA233 multi-band GNSS Antenna provides multi-band GPS coverage: L1/L2, GLONASS G1/G2, BEIDOU B1/B2/B3 and Galileo E1/E5b/E6 and allow a faster initialization by improving the number of satellites available.



Matériel

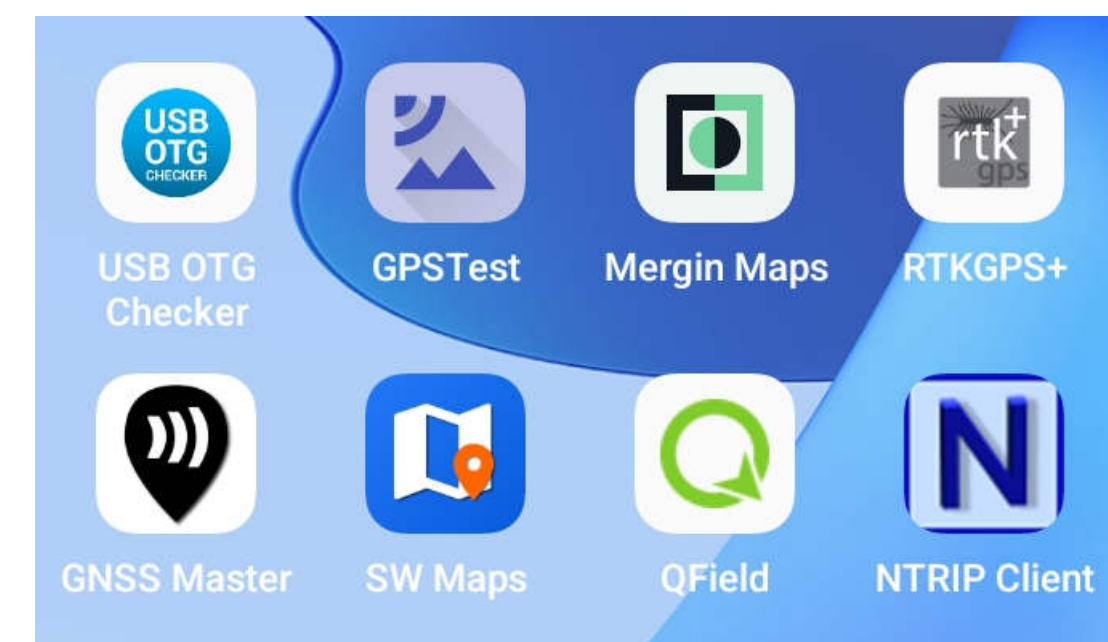
- **Smartphone ou tablette Android OTG**

- Applications de positions de sorties récepteurs RTK (format NMEA)
 - SurvX, Surpad, Lefébure, SW Maps, Mapit GIS, Field Navigator, AgriBus Professional, FieldBee, PinPoint GIS, Field Maps, Google Maps, QField, LocusGIS, Mobile Topographer, Kizeo Forms, ODK Collect, MicroSurvey, FieldGenius, Aplitop TcpGPS, application OCAD Sketch, X-Survey

- **Apps testées**

Source : <https://fr.ardusimple.com> - 21/05/24

- **SW MAPS, GNSS Master, RTKGPS+ (opensource), Qfield, ArcGIS Field Maps**



- **Apps supplémentaires testées**

- **NTRIP USB, USB OTG Checker, GPSTest, Mergin Maps, NTRIP Client (Lefebvrure)**

Configuration

- **GNSS RTK F9P**

- Vérifier sur le site marchand si le récepteur est livré paramétré (si non : précision 4,9m)

- Firmware

- https://content.u-blox.com/sites/default/files/2022-05/UBX_F9_100_HPG132.df73486d99374142f3aabf79b7178f48.bin
- U-center (Windows uniquement)

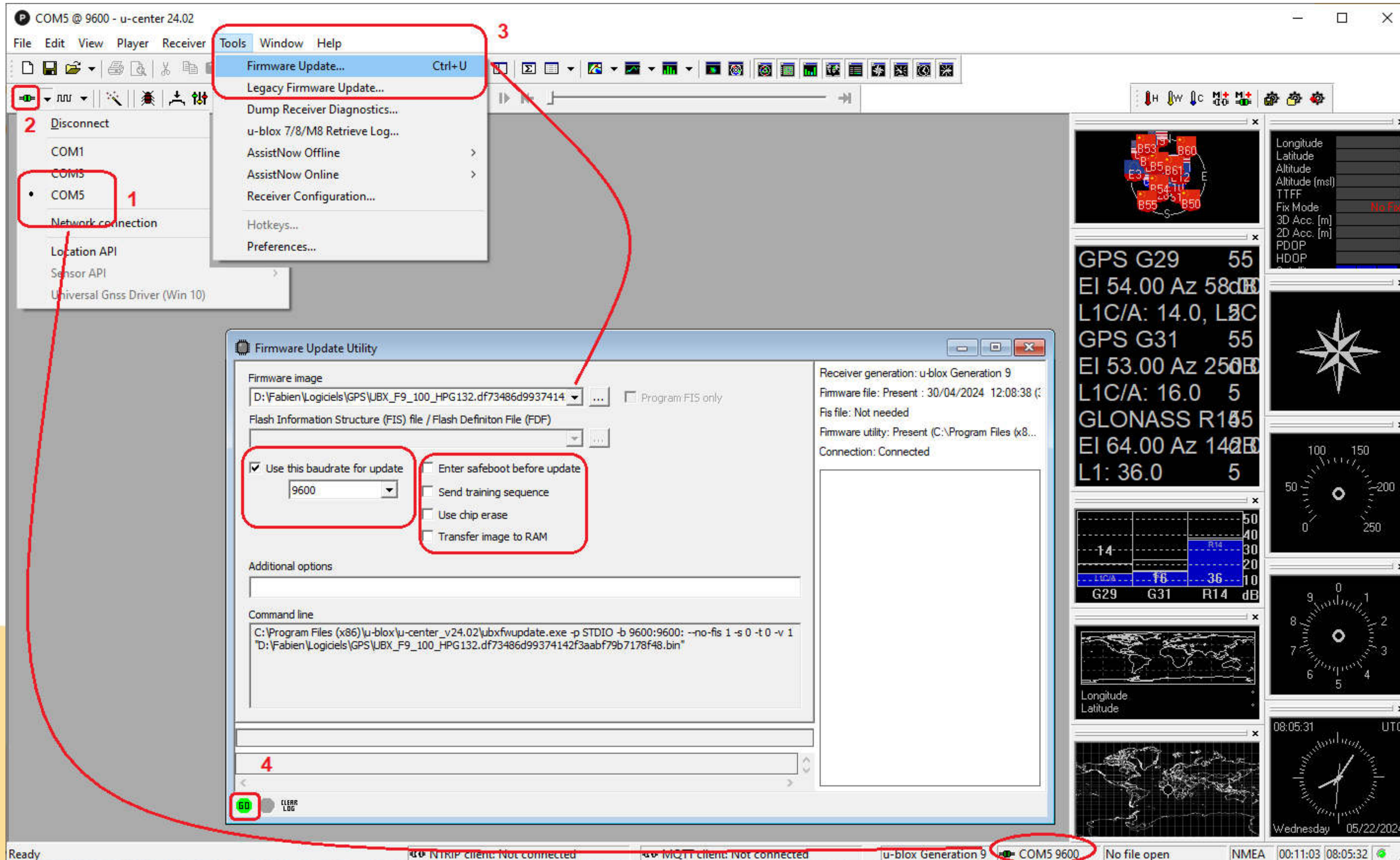
- Configuration RTKlib

- SW Maps / RTKGPS+ / Lefebure
- https://docs.centipede.fr/assets/param_rtklib/F9P_HPG1-32_Rover_USB_UART1-115200Bd_FREQ-800ms_GPS-GLO-GAL-BEI_Lefebure-SWMaps-RTKGP%2B.txt

- Configuration Bluetooth HC-05

=> https://docs.centipede.fr/docs/make_rover/configuration.html

Configuration



The screenshot shows the U-Center software interface with the Firmware Update Utility window open. The utility window is configured with the following settings:

- Firmware image: D:\Fabien\Logiciels\GPS\UBX_F9_100_HPG132.df73486d9937414
- Flash Information Structure (FIS) file / Flash Definition File (FDF): (empty)
- Use this baudrate for update: (9600)
- Enter safeboot before update:
- Send training sequence:
- Use chip erase:
- Transfer image to RAM:
- Additional options: (empty)
- Command line: C:\Program Files (x86)\u-blox\u-center_v24.02\ubxfwupdate.exe -p STDIO -b 9600:9600: --no-fis 1 -s 0 -t 0 -v 1 "D:\Fabien\Logiciels\GPS\UBX_F9_100_HPG132.df73486d99374142f3aabf79b7178f48.bin"

The utility window also displays the following information:

- Receiver generation: u-blox Generation 9
- Firmware file: Present : 30/04/2024 12:08:38 (C:\Program Files (x86)\u-blox\u-center_v24.02\ubxfwupdate.exe)
- Fis file: Not needed
- Firmware utility: Present (C:\Program Files (x86)\u-blox\u-center_v24.02\ubxfwupdate.exe)
- Connection: Connected

The main U-Center interface shows the COM5 port selected in the left sidebar (1), the Firmware Update... option in the Tools menu (3), and the GO button at the bottom of the utility window (4). The status bar at the bottom indicates the connection to COM5 9600.

GNSS RTK F9P

- Firmware

Version U-Center :

Si la mise à jour n'aboutit pas, choisir la dernière version de U-Center sur le site officiel (u-blox.com)

Pour les u-blox M10 et F10 télécharger u-Center2

Configuration

- **GNSS RTK F9P**

- Configuration RTKlib (SWMAPS ...)
 - Aller dans *Tools > Receiver Configuration*
 - Sélectionner *u-blox Generation 9*
 - Sélectionner le fichier précédemment téléchargé
 - Cliquer sur *Transfert file -> GNSS* et attendre que le transfert se réalise

Par mesure de prudence, s'assurer que la configuration est bien enregistrée :

- Cliquer sur *View > Configuration View*
- Cliquer sur *CFG (Configuration)*
- Cliquer sur *Send*
- Cliquer sur *Disconnect*
- Débrancher le récepteur

Données en sortie du récepteur en NMEA, le récepteur est entièrement fonctionnel en USB

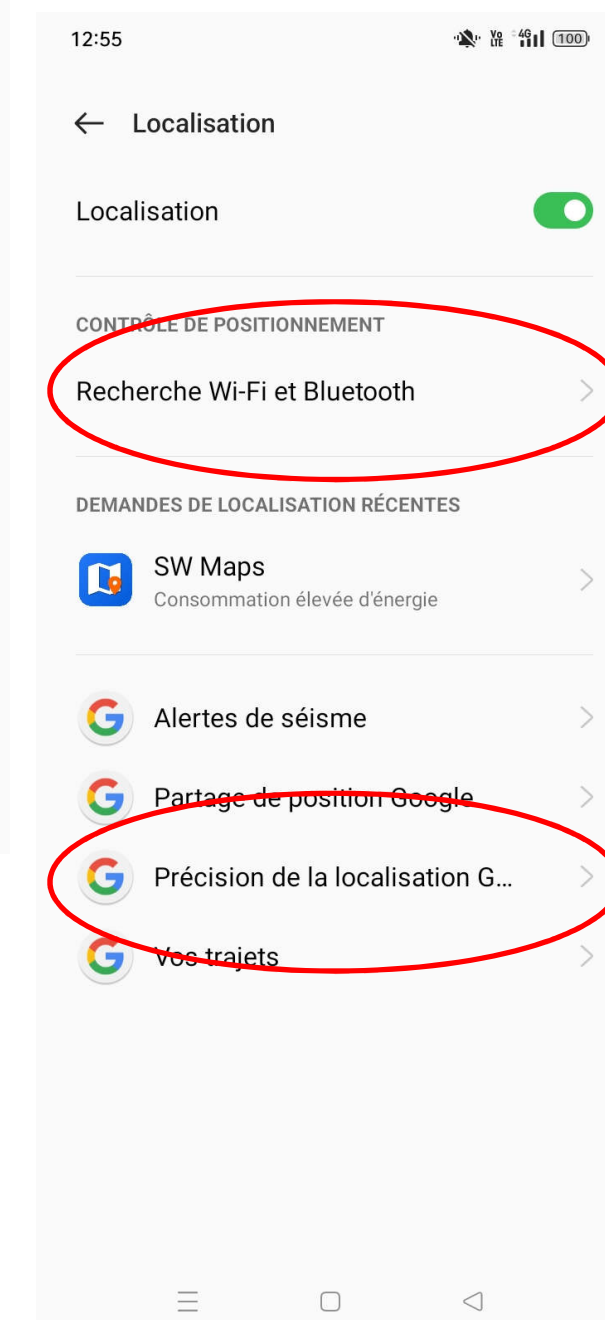
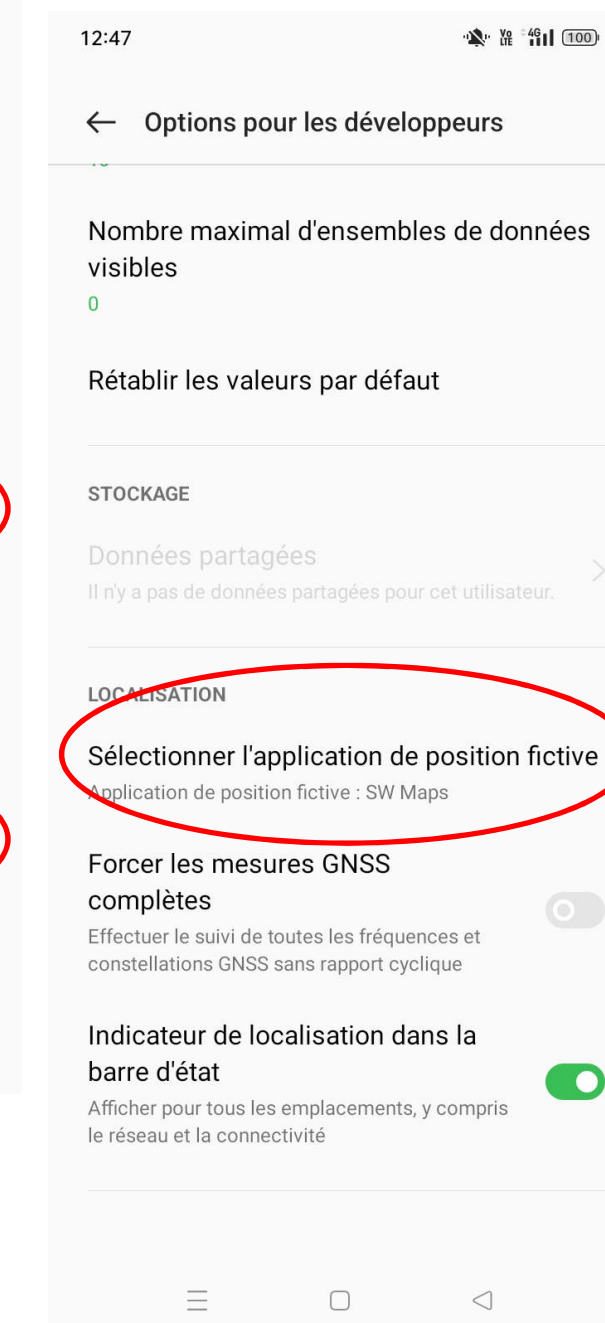
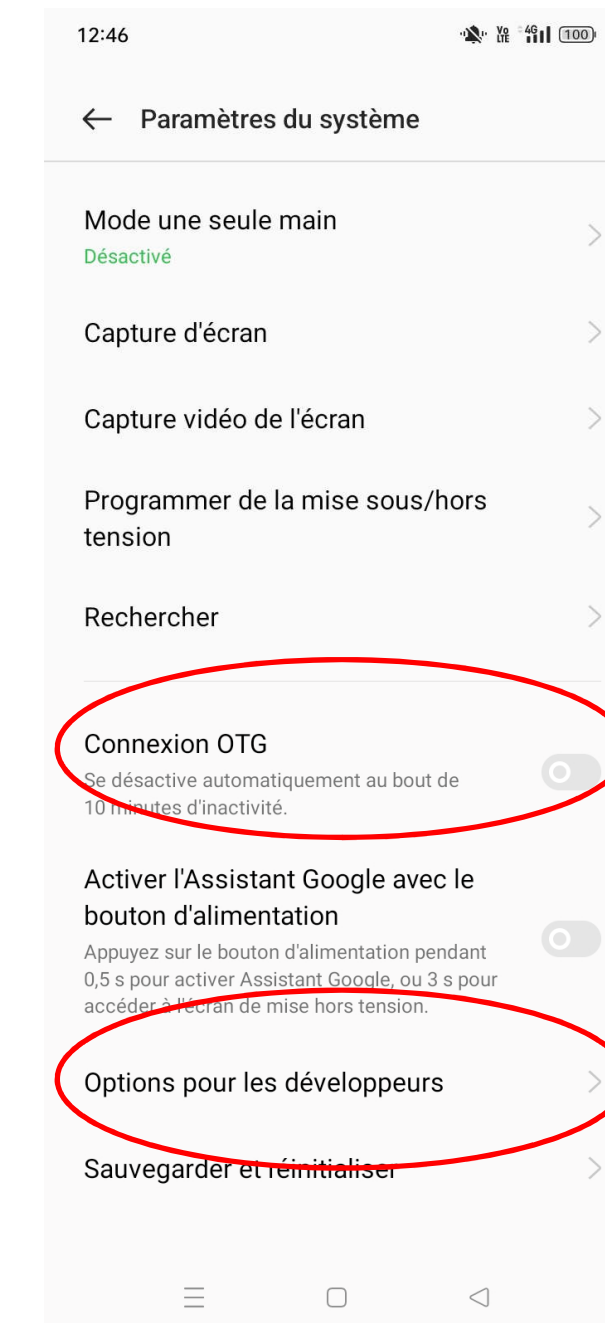
Configuration

• Android

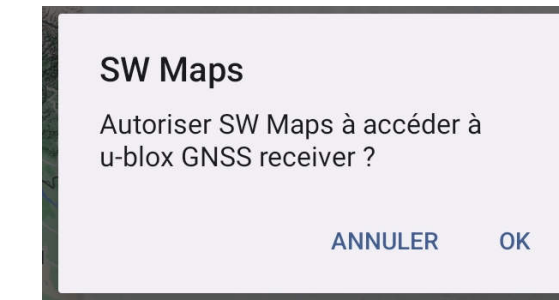
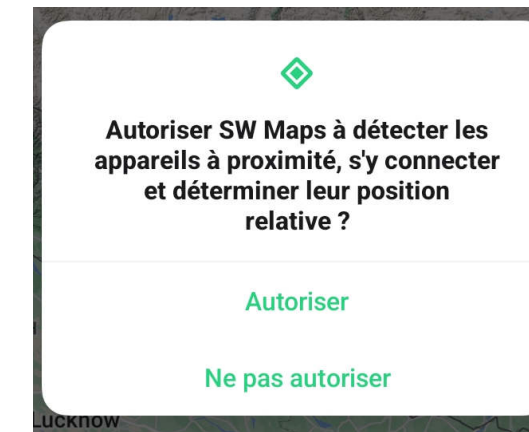
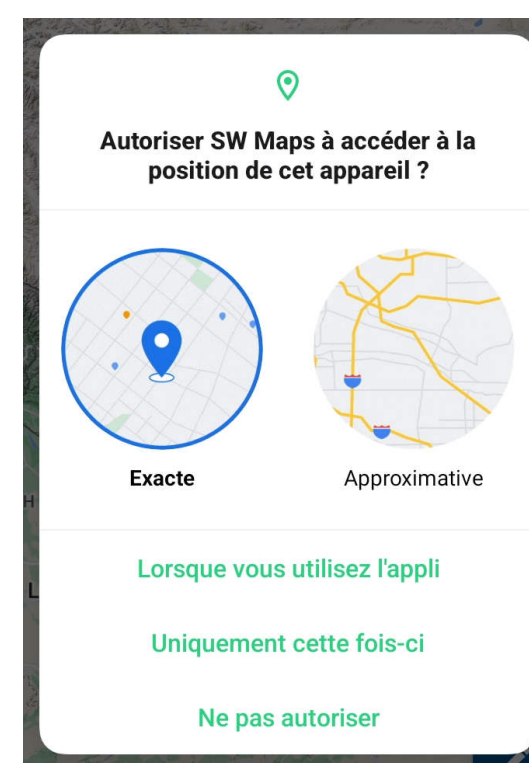
- Développeur
 - Paramètres (-> Système) -> À propos du téléphone -> Numéro de build
 - Nouveau menu dans Système -> Options pour développeurs
- Connexions OTG
- Localisation fictive
 - Sélectionner l'application de localisation fictive : SW MAPS
- Wifi
 - Options de localisation : décocher l'amélioration Wifi
 - Options google de localisation : décocher Wifi

• Iphone (testé partiellement)

- Application client NTRIP
 - SWMAPS en Bluetooth uniquement
- Application de saisie de données
 - SWMAPS, ArcGIS Field Maps, Mergin Maps, QField



Configuration



• SW Maps

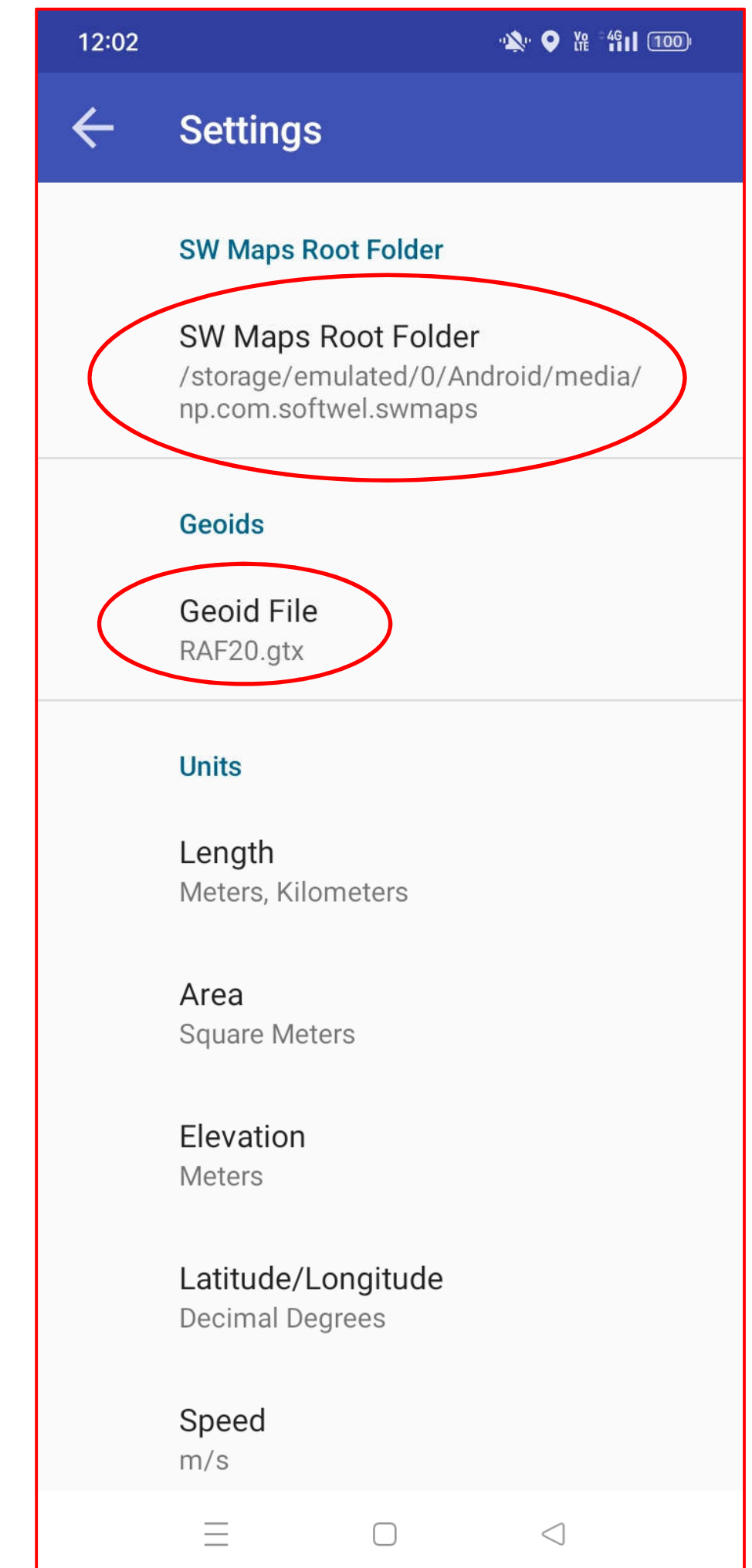
- Quelque soit l'App. Utilisée, lancer une première fois (création des dossiers de l'App.)
- Pourquoi SW Maps : Client NTRIP et outil de relevé
- Permettre à SWMAPS de fonctionner en arrière plan
- Autoriser SWMAPS à accéder au périphérique USB
- Brancher le GNSS RTK en USB-C au Smartphone
- SWMAPS indique une position fictive

• Télécharger le fichier le fichier Géoïde RAF20

Le placer dans le dossier « SW Maps Root Folder »

<https://www-iuem.univ-brest.fr/pops/documents/1634>

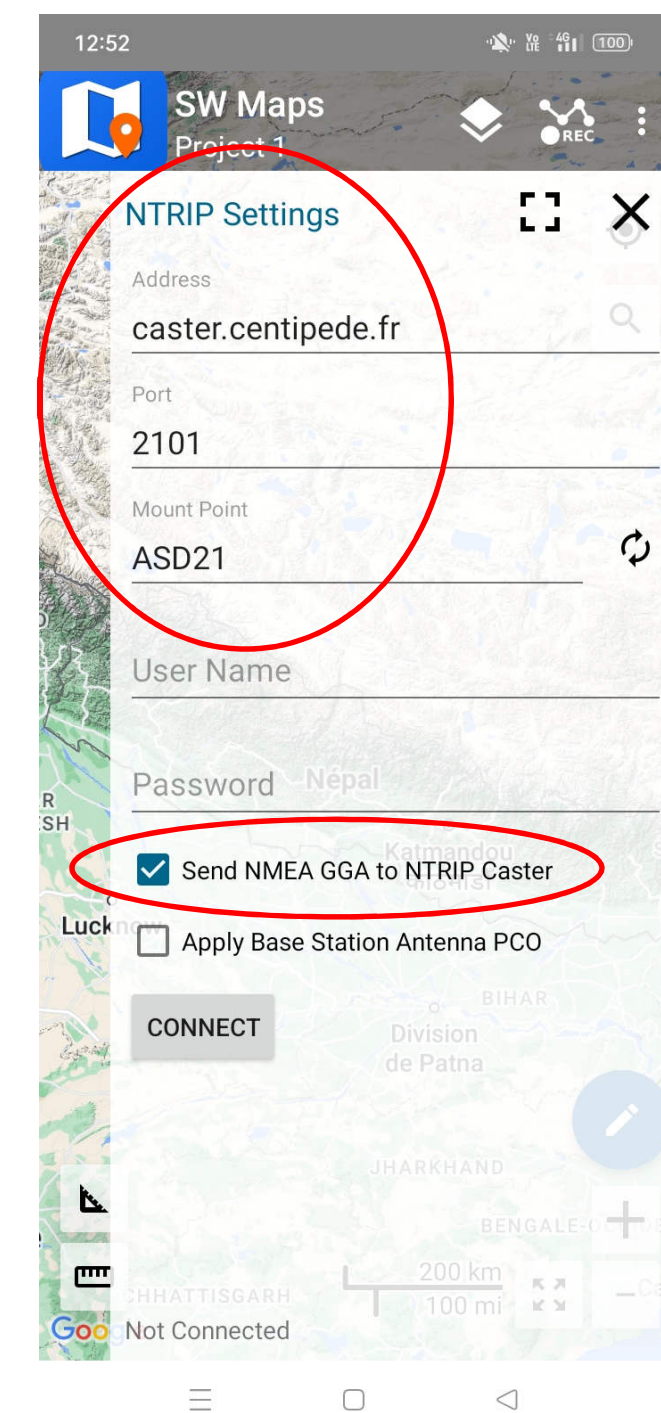
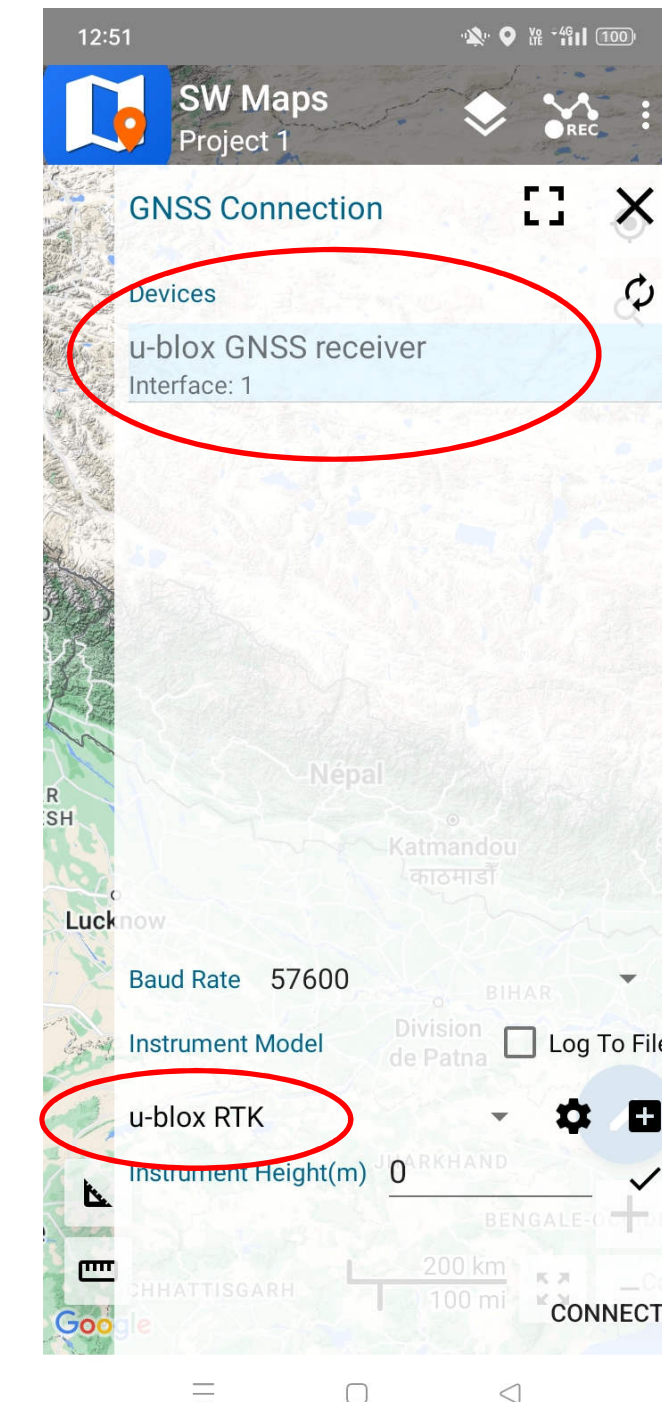
⇒ Évite les transformations pour l'altitude



Configuration

• SW Maps

- Dans le menu (en haut à gauche) :
 - choisir *USB Serial GNSS*, le device apparaît,
 - choisir le type d'instrument model avec la petite flèche : u-blox RTK ou SparkFun RTK, cliquer sur *connect* (précision 1 à 3 m)
- Dans le menu, un nouveau menu apparaît :
 - *NTRIP connection*, paramétrer :
 - `caster.centipede.fr:2101/ASD21**`, cocher *Send INMEA to NTRIP*, cliquer sur *connect*
- Dans le menu *GNSS statut*
 - Vérifier la précision horizontale à 10 mm
 - Temps de traitement à prendre en compte au début de quelques minutes



SWMAPS permet la saisie de donnée

⇒ Autre application activer la localisation du smartphone

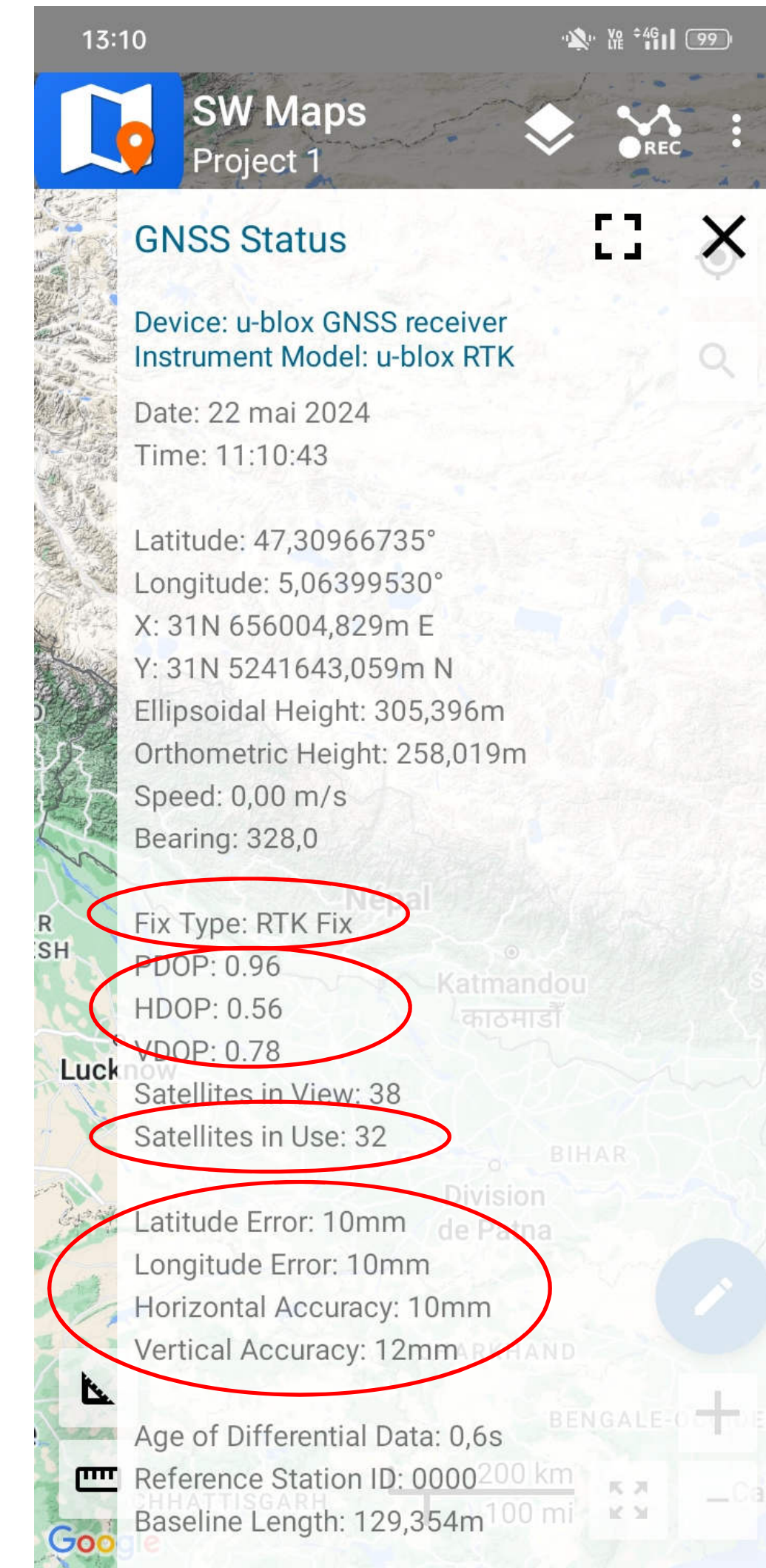
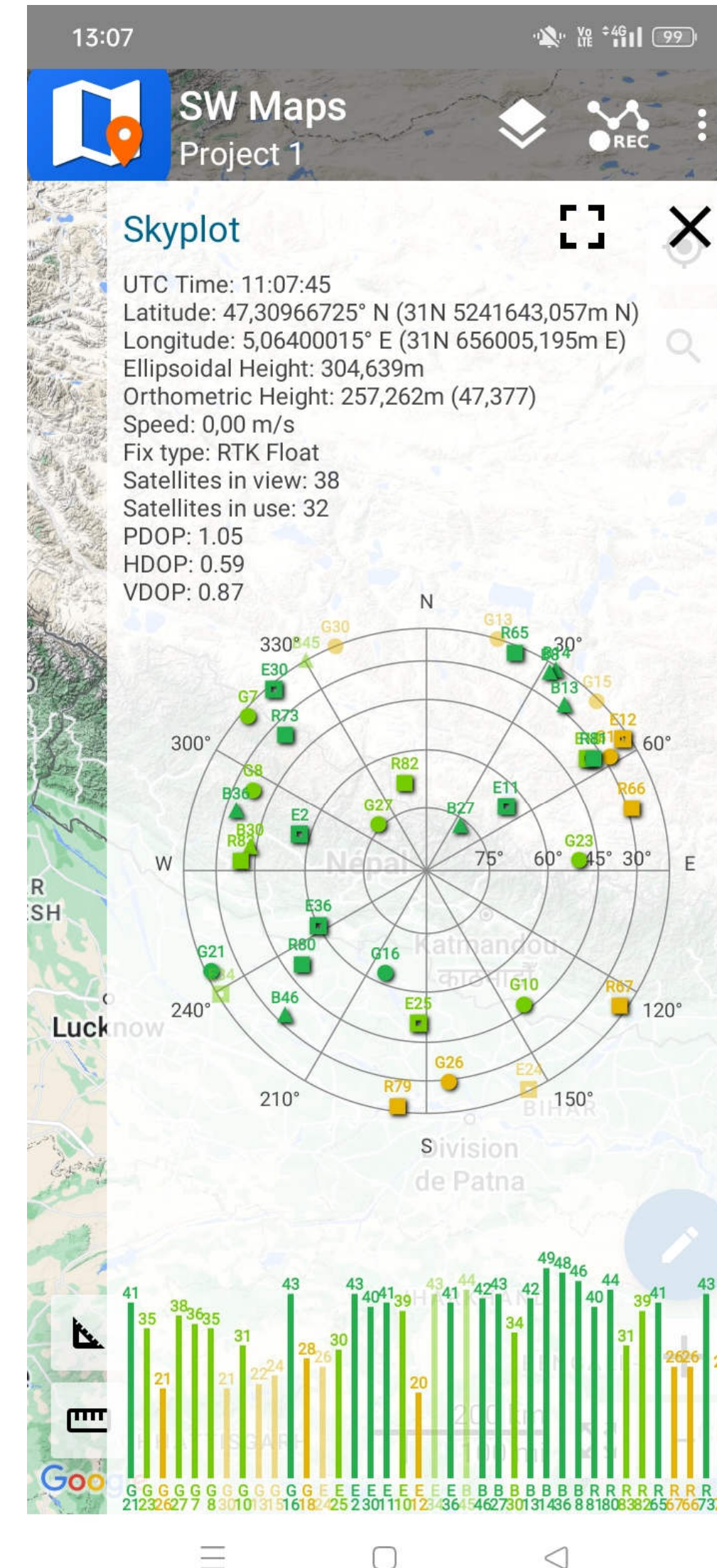
** Changer le nom de l'antenne en fonction de la plus proche

Configuration : Vérification



• SW Maps

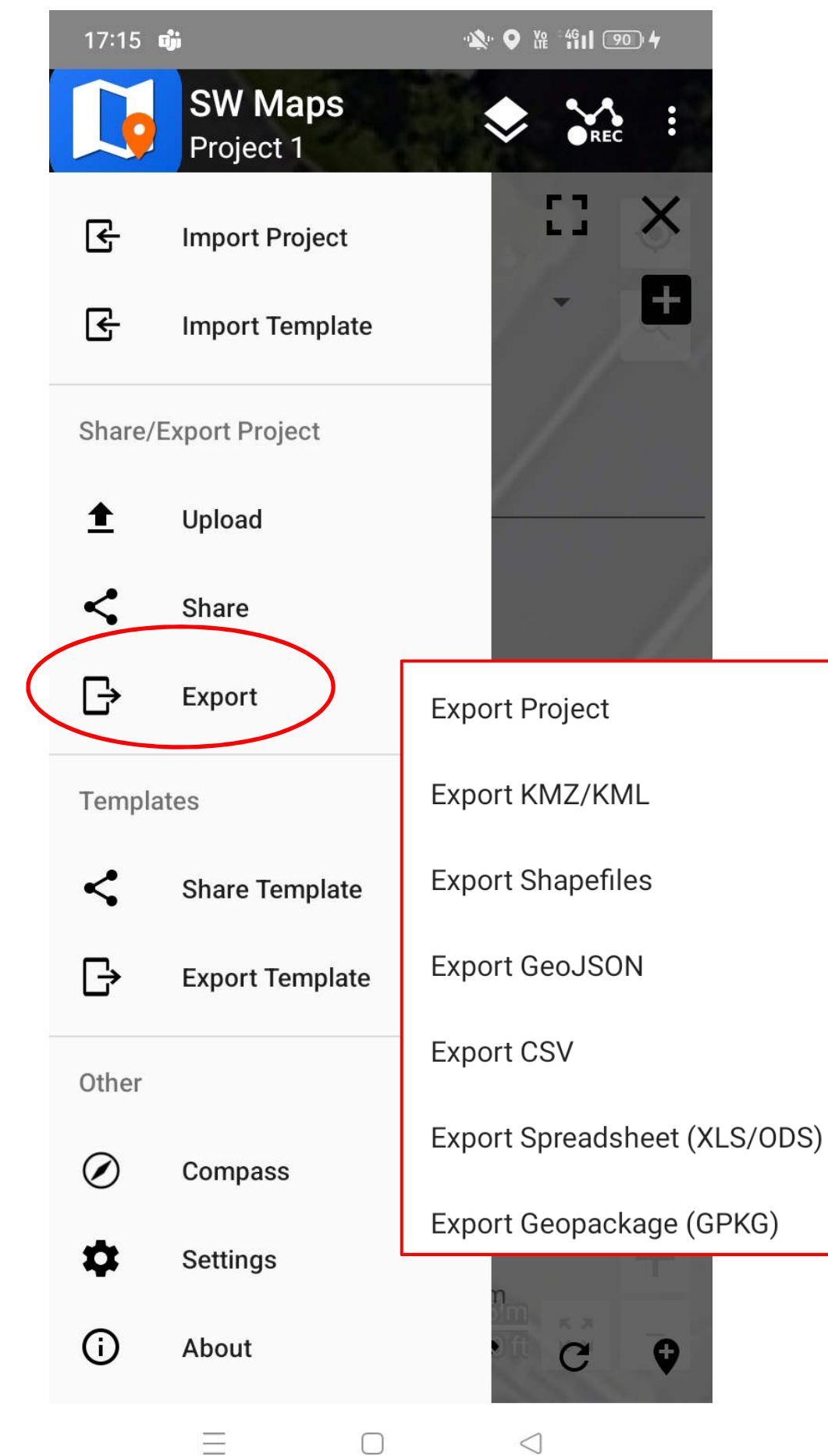
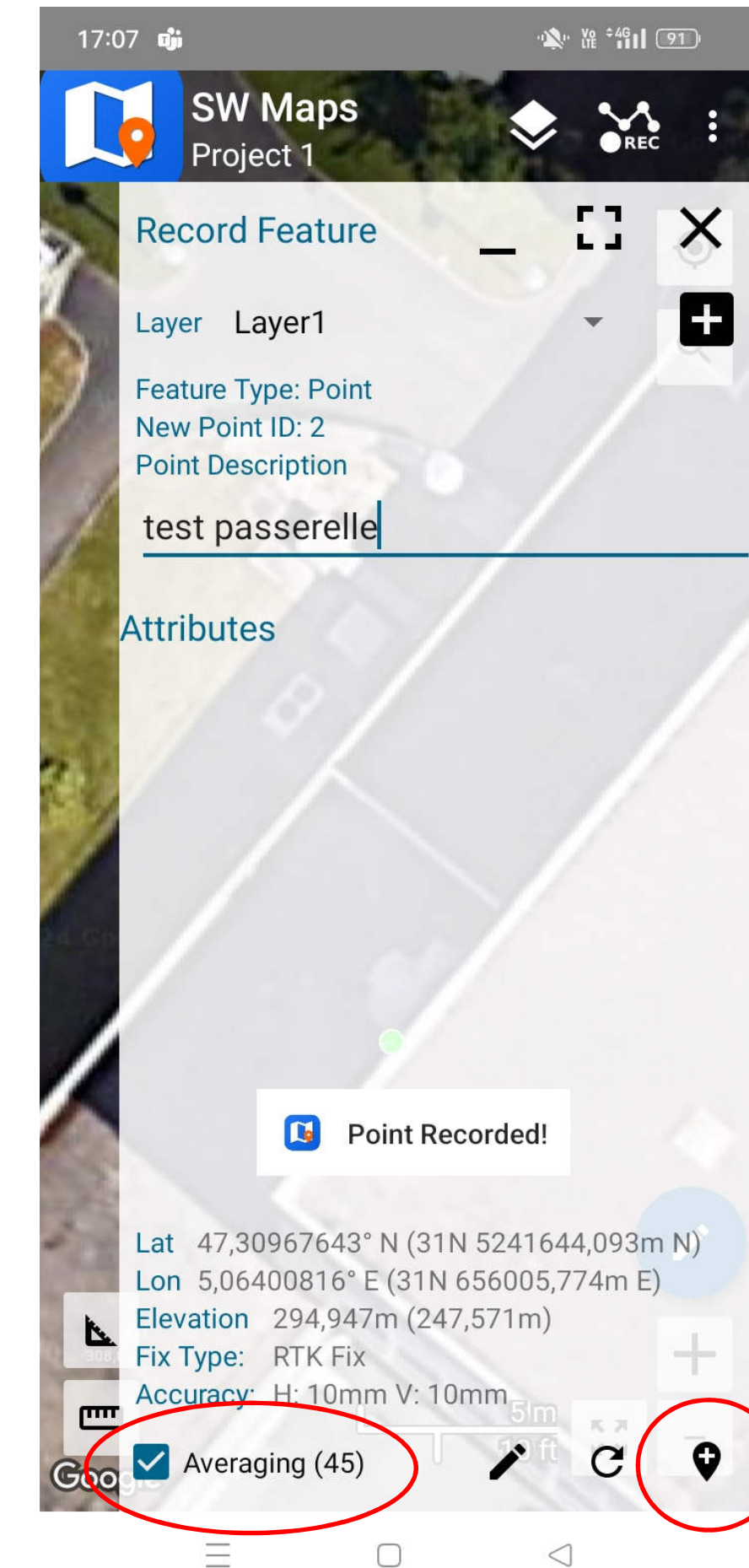
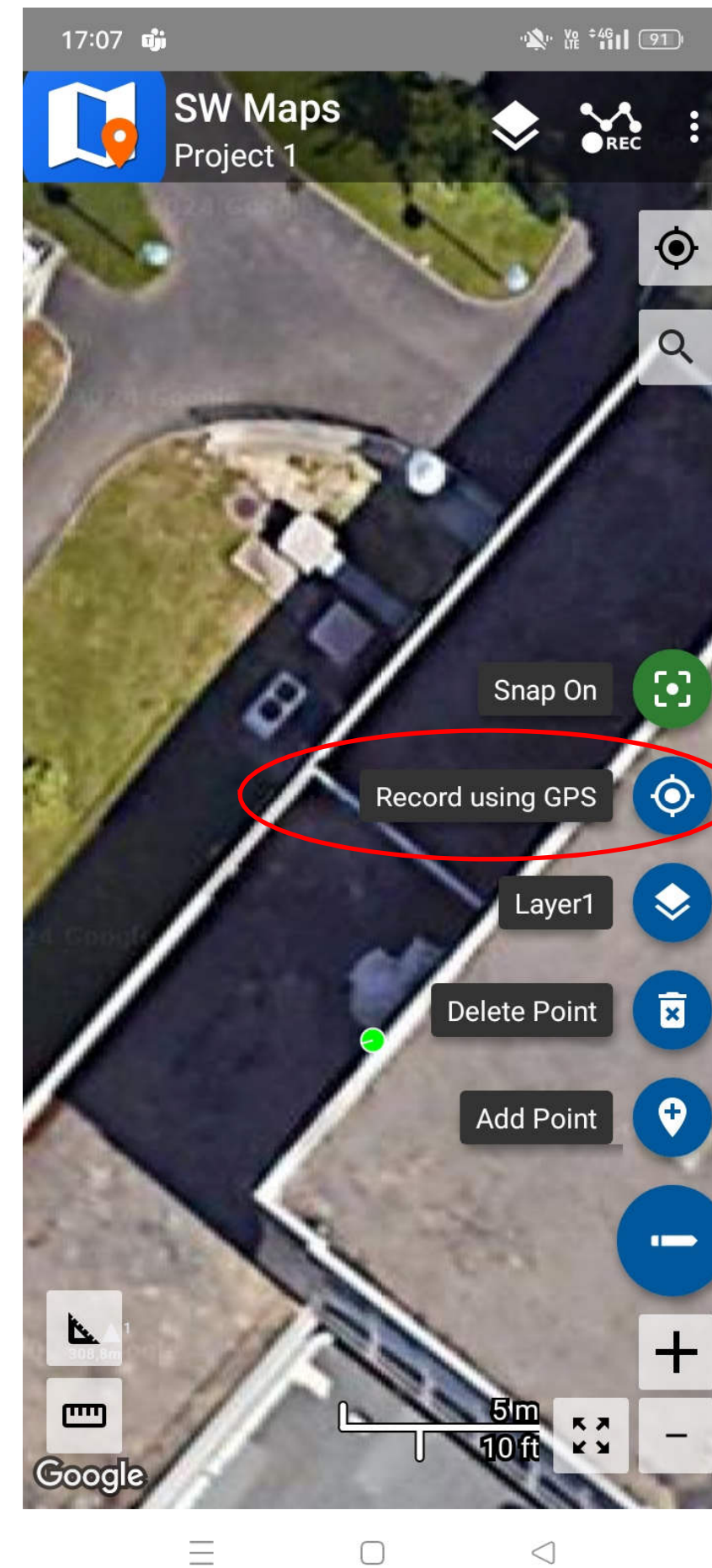
- Nombre de satellites
 - Minimum 4
- Géométrie : PDOP, HDOP, VDOP
 - Maximum 2
- Type de correction
 - RTK Fix obligatoirement
- Erreur de précision
 - ~10mm
- Si l'erreur de précision reste « figée » sur une valeur élevée ex.2,9m / 4,9m : Configuration récepteur incomplète
⇒ Recommencer configuration du récepteur (firmware + configuration)



Mesures de terrain

• SWM Maps

- Cliquer sur le point à enregistrer
- Lancer la moyenne des points (averaging) – relancer à chaque mesure
- Vérifier le Fix Type : RTK Fix
- Enregistrer (vibration du Smartphone)
- Exporter les données depuis le menu
- Récupérer des données
- Vidéo Centipede + SWMaps :
 - <https://www.youtube.com/watch?v=VX5kw8pClpg>



Paramétrages supplémentaires

• QGIS / QField

- Créer un projet sous QGIS
- Préparer le projet (extension *Qfield Sync*) avant transfert sur smartphone
- Récupérer des données (mesures de terrain)
 - \Mémoire de stockage interne\Android\data\ch.opengis.qfield\files\Imported Projects

• GNSS Master, RTKGPS+ ...

- Configuration identique à SW Maps
- Variantes mineures :
 - GNSS Master : Cocher « Mock location » lorsque l'option est présente dans l'App
 - RTKGPS+ : Format du récepteur (u-blox RTK -> u-blox LEA-*T ...)
 - RTKGPS+ : Télécharger settings.zip (sur Centipede) et le déposer dans le dossier RtkGPS (créé après un premier lancement à vide de l'App.)

Crédits

Ressources consultées le 27/06/2024 :

GPS RTK

- <https://centipede.fr>
- <https://www.gps.gov>
- <https://fr.wikipedia.org>
- <https://hautsdefrance.chambre-agriculture.fr>

Matériel

- <https://www.u-blox.com>
- <https://store-drotek.com>
- <https://fr.ardusimple.com>
- <https://www.sparkfun.com>

Applicatifs

- <https://aviyaantech.com/swmaps>
- <https://www.gnssmaster.com>
- <https://github.com/jancelin/RtkGps/releases>
- <https://play.google.com>

Ionosphère/troposphère

- <https://www.swpc.noaa.gov>
- <https://www.spaceweatherlive.com>
- <http://www.radioamateurs.news.sciencesfrance.fr>
- <https://www.reseau-teria.com/activite-ionospherique>
- https://www.dxinfocentre.com/tropo_eur.html