



Les
gouters
Sigea



Les goûters Sigea

GPS RTK (centimétrique en temps réel)

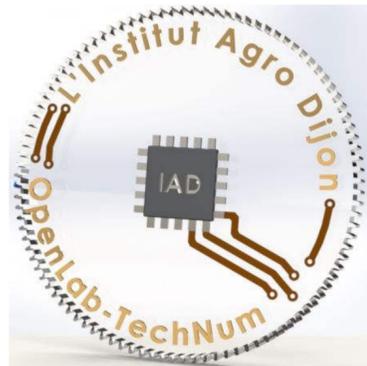
Vocabulaire, matériel et configuration, saisie de relevés

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

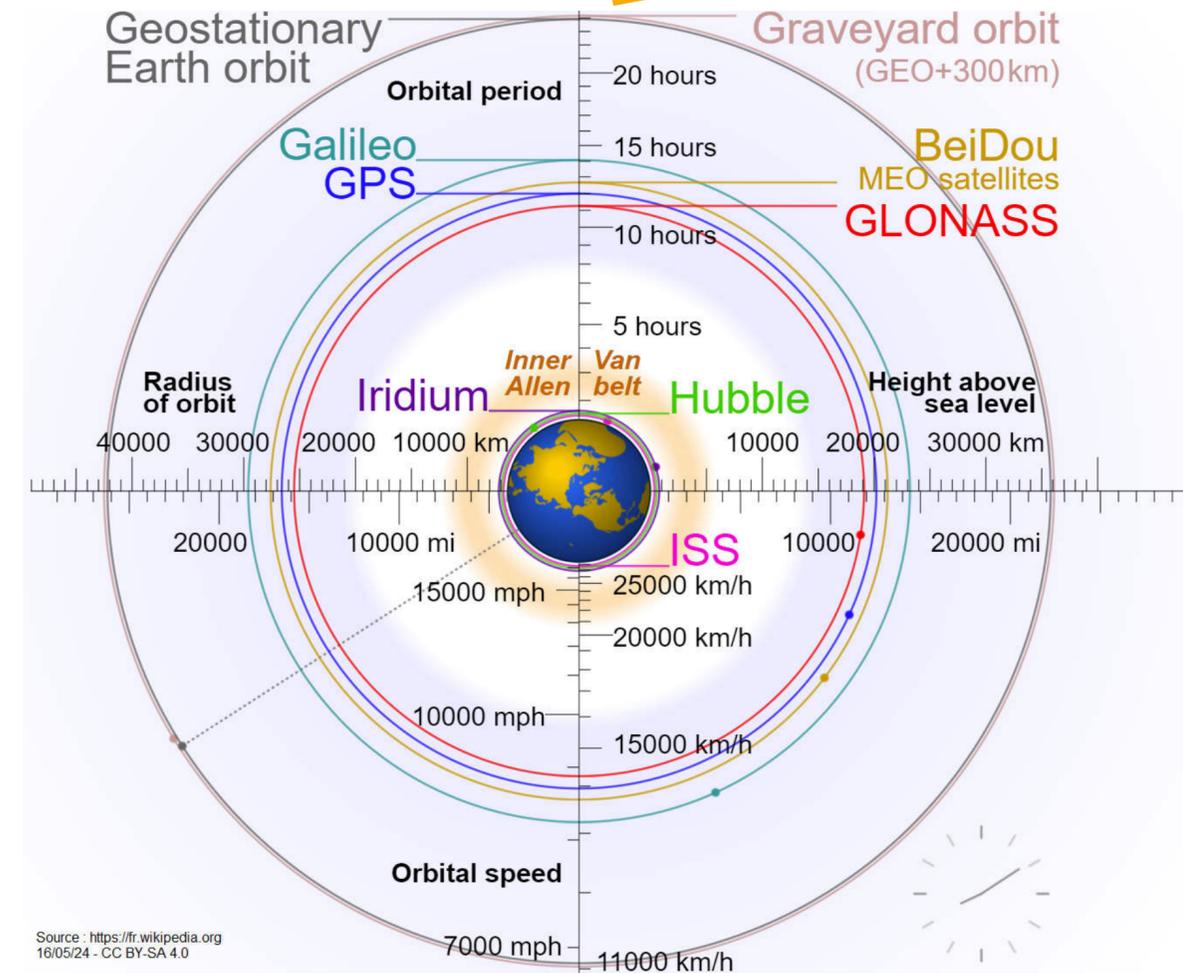
Vocabulaire

• 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 Différentiel)**
 - 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

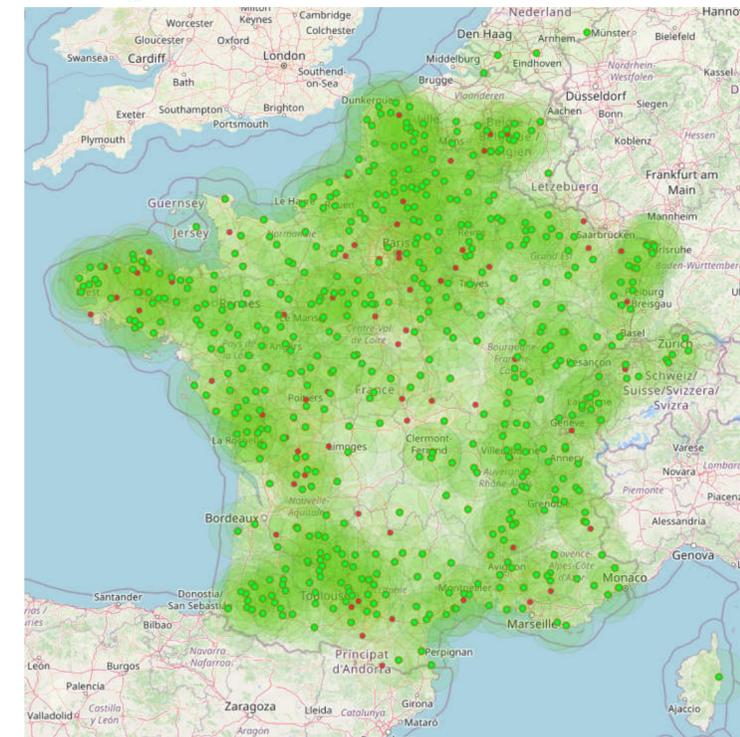
- Pourquoi RTK

- 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

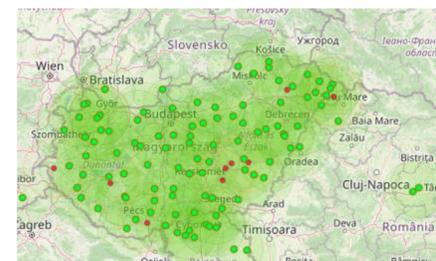
interpolation de la correction donc de l'erreur de précision

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



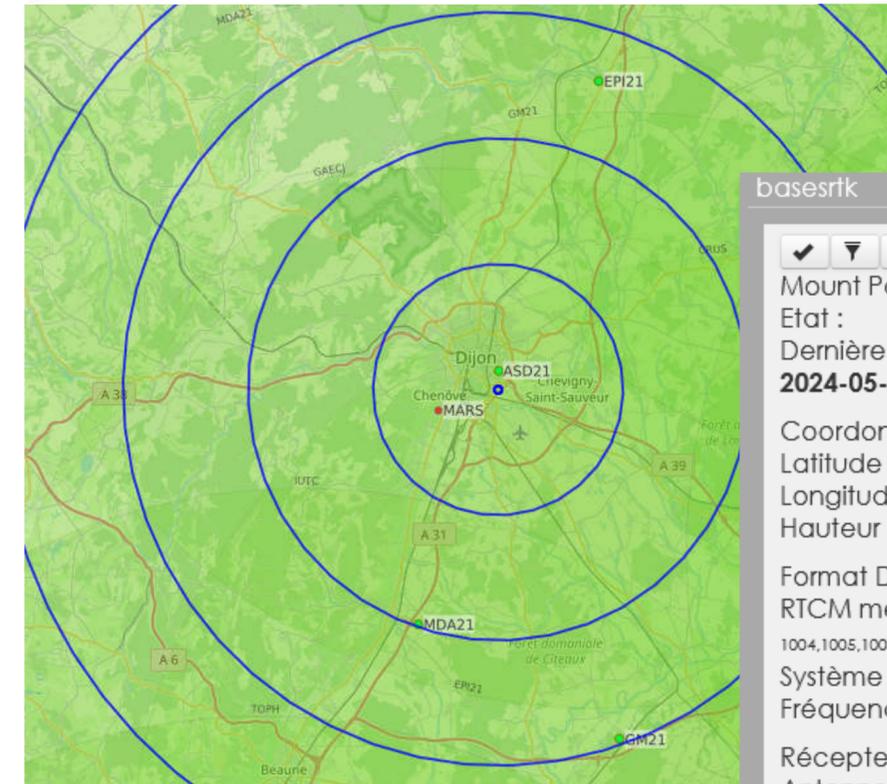
Centipede

• 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

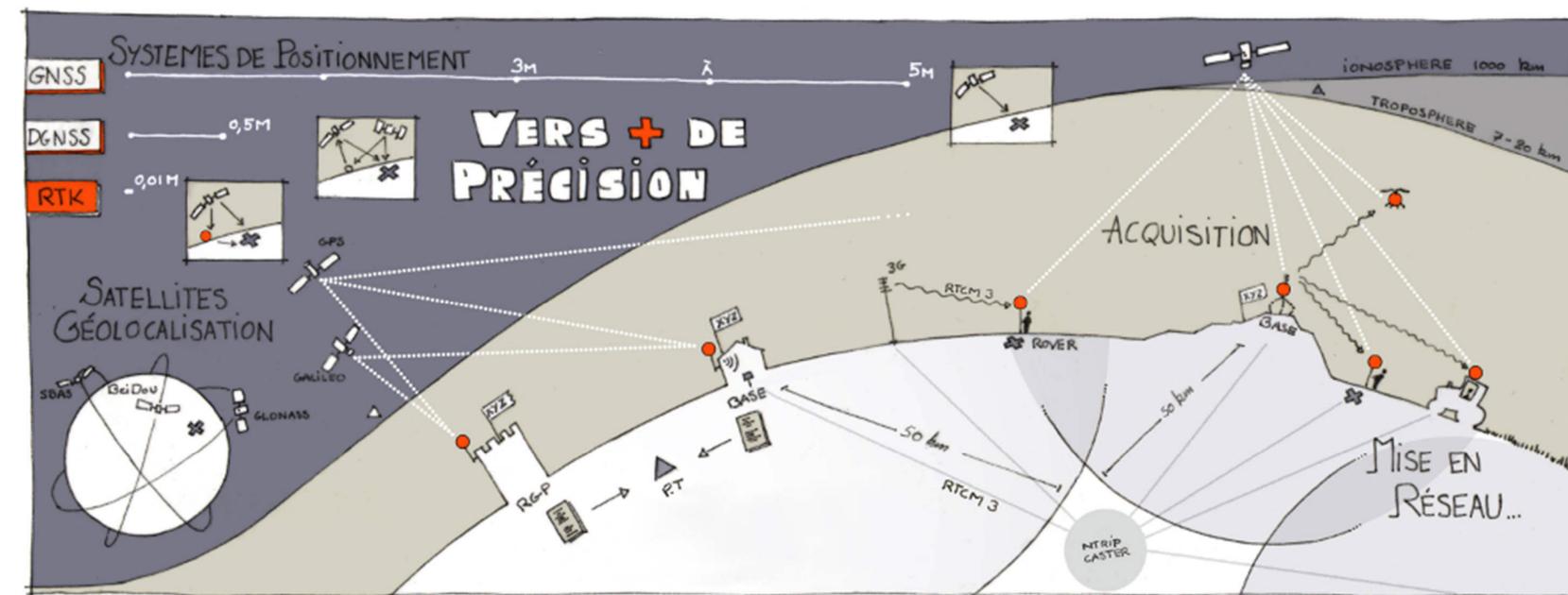
Mount Point : ASD21
Etat : **active**
Dernière vérification des Coordonnées (GMT):
2024-05-22T14:30:59.000Z

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

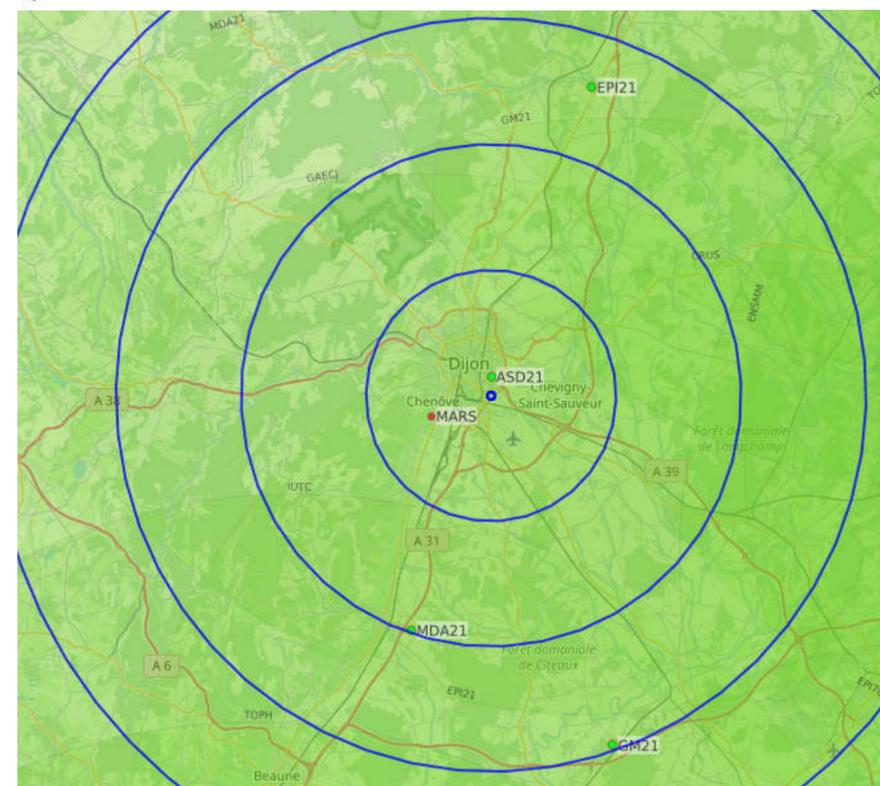
• Principe

- <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

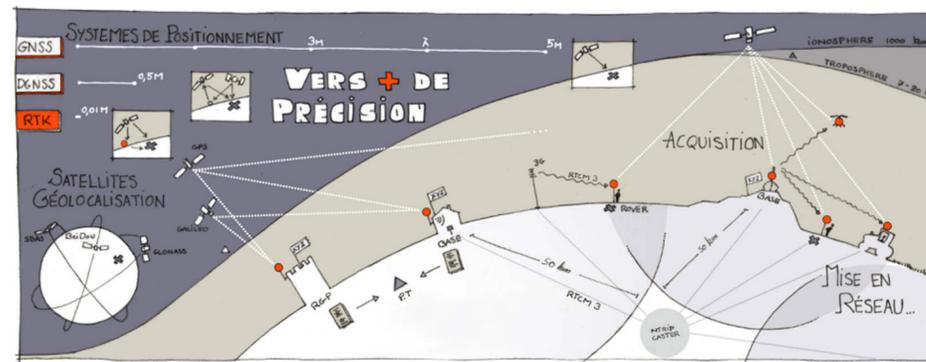
Coordonnées géo RGF93
Latitude : 47.31055
Longitude : 5.0651
Hauteur : 327.646

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



• 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: B1I B2I
 - 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

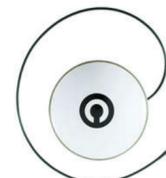
Last items in stock

€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

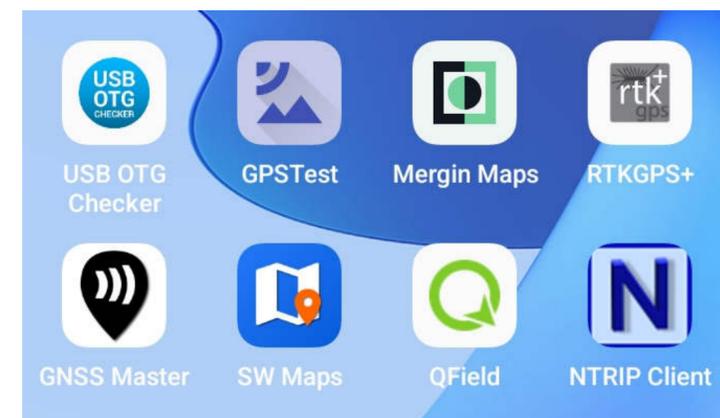
- **Smartphone ou tablette Android OTG**

- 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**

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

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



- **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)

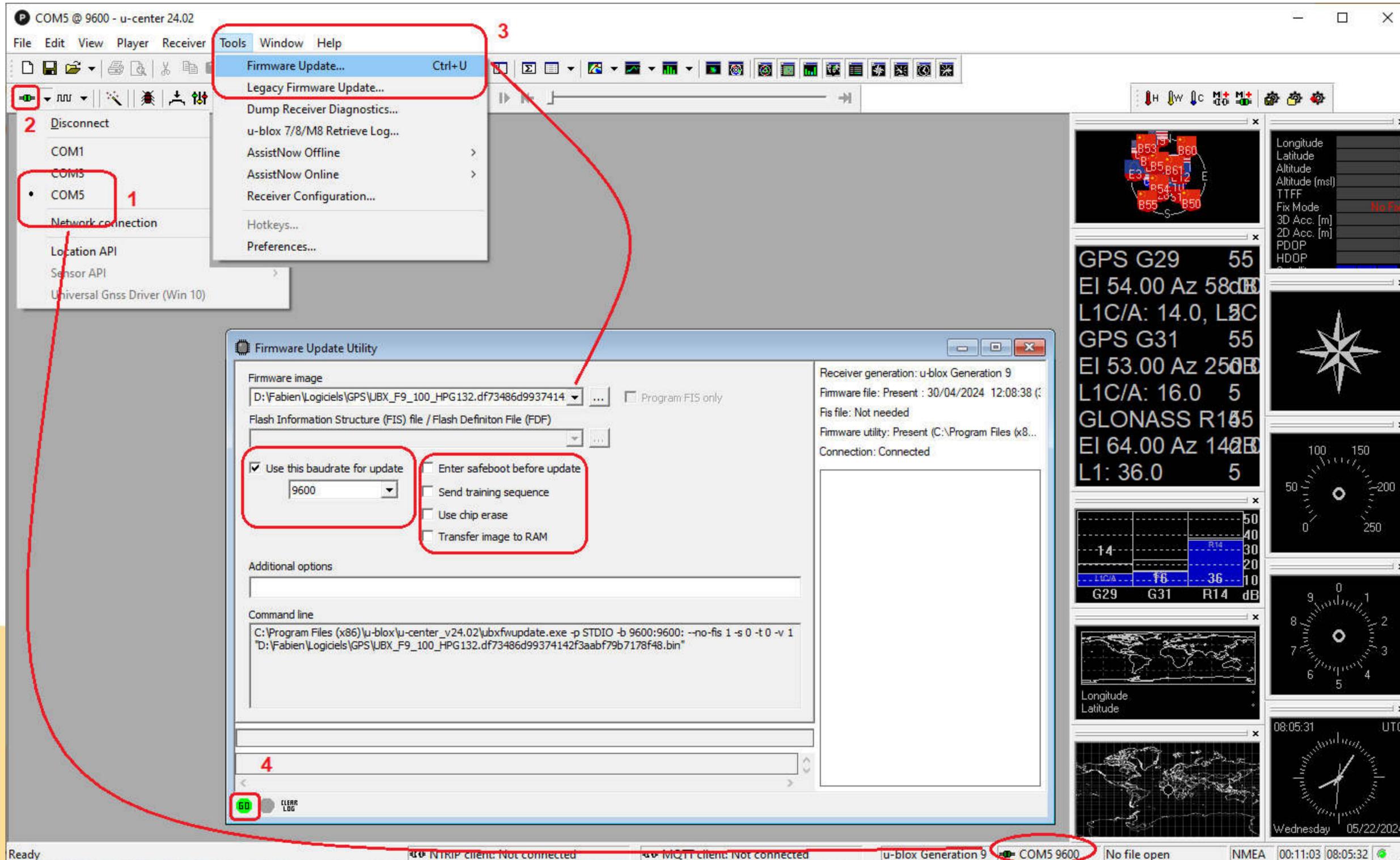
- Configuration RTKlib

- 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 for a COM5 device. The 'Firmware Update Utility' window is open, displaying the following configuration:

- Firmware image:** D:\Fabien\Logiciels\GPS\UBX_F9_100_HPG132.df73486d9937414
- Flash Information Structure (FIS) file / Flash Definition File (FDF):** (empty)
- Options:**
 - 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 status bar at the bottom shows the device is connected: 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



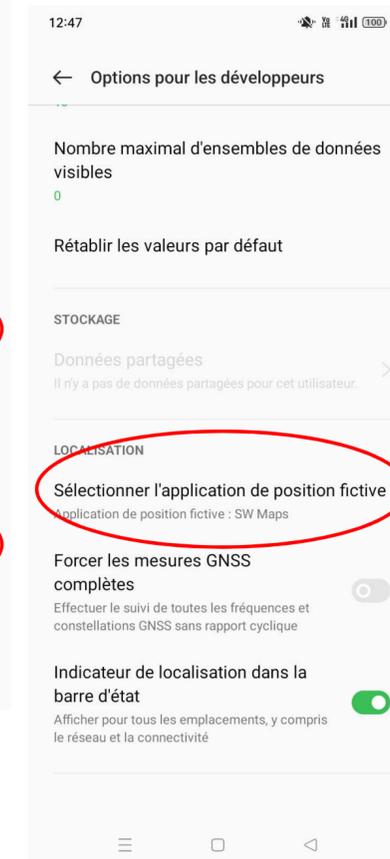
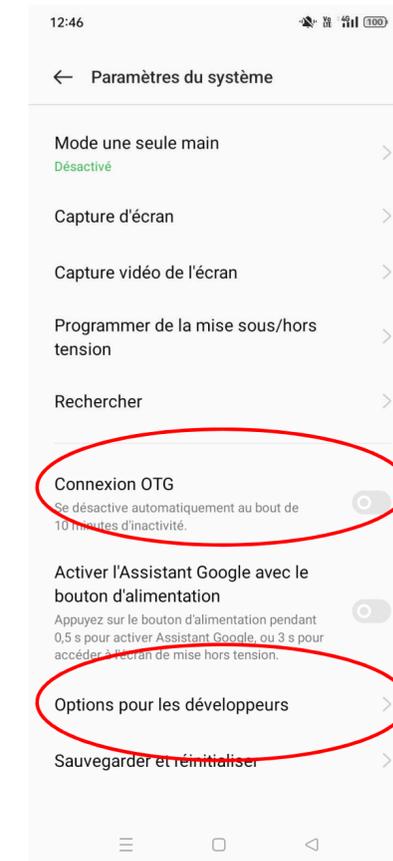
Configuration

• Android

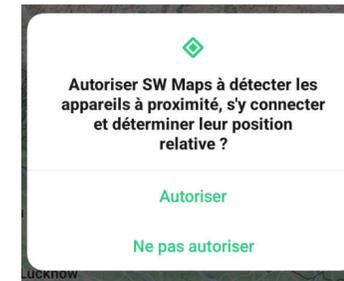
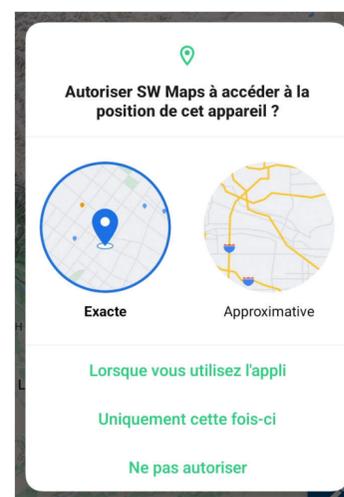
- Développeur
 - Paramètres (-> Système) -> À propos du téléphone -> Numéro de build
 - Nouveau menu dans Système -> Options pour développeurs
- Connexions OTG
- Localisation fictive
 - Sélectionner l'application de localisation fictive : SW MAPS
- Wifi
 - Options de localisation : décocher l'amélioration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

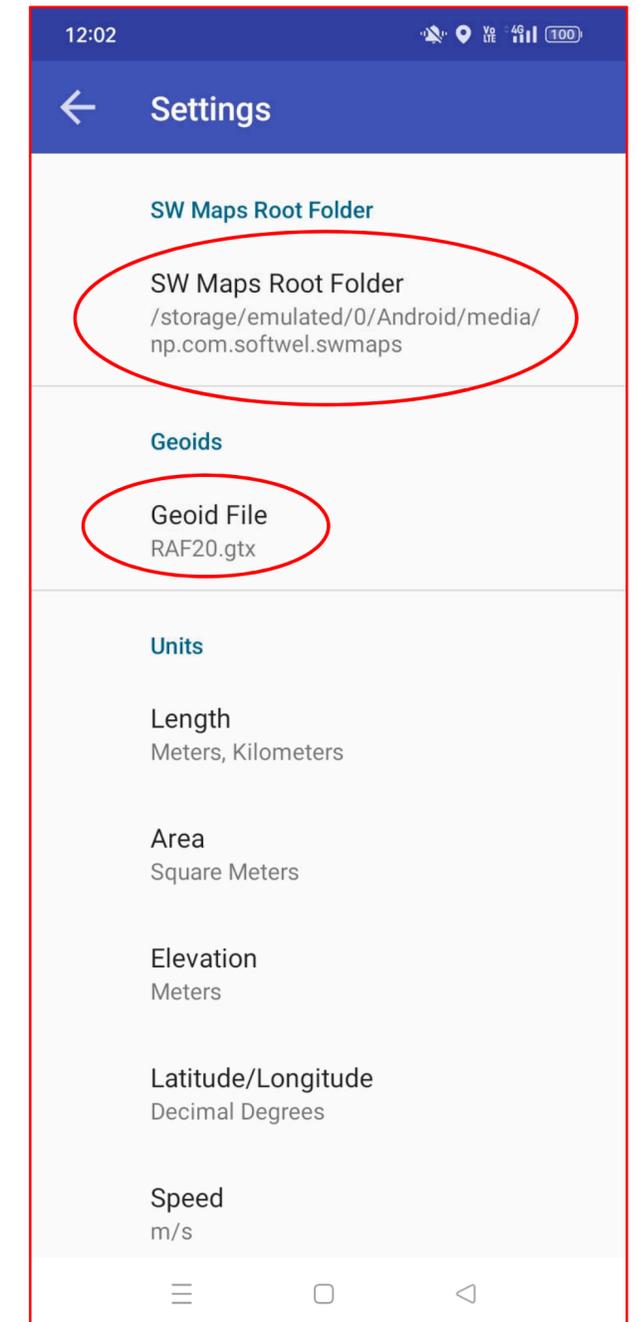


Configuration



• SW Maps

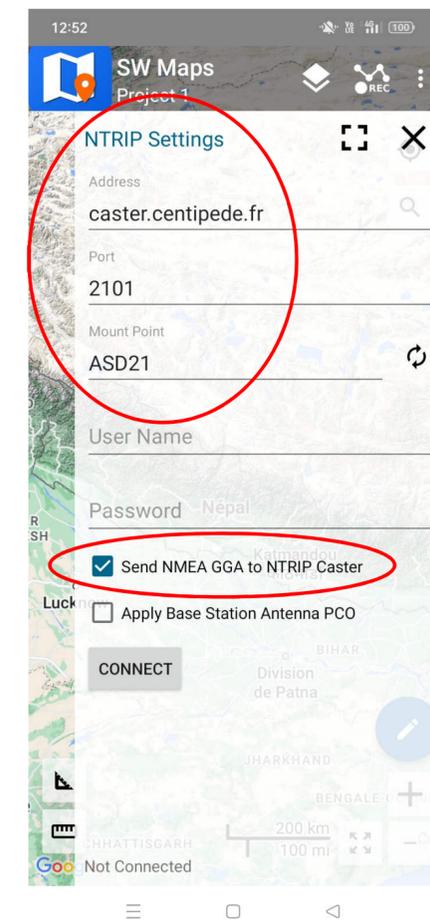
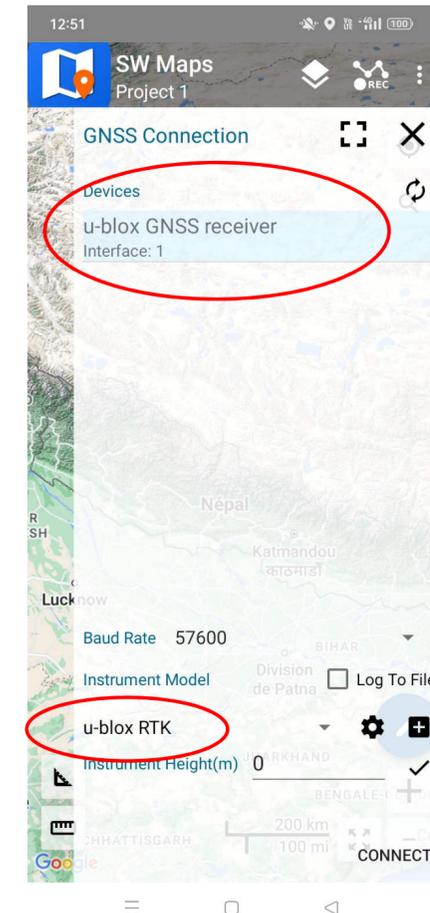
- Quelque soit l'App. Utilisée, lancer une première fois (création des dossiers de l'App.)
- Pourquoi SW Maps : Client NTRIP et outil de relevé
- Permettre à SWMAPS de fonctionner en arrière plan
- Autoriser SWMAPS à accéder au périphérique USB
- Brancher le GNSS RTK en USB-C au Smartphone
- SWMAPS indique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

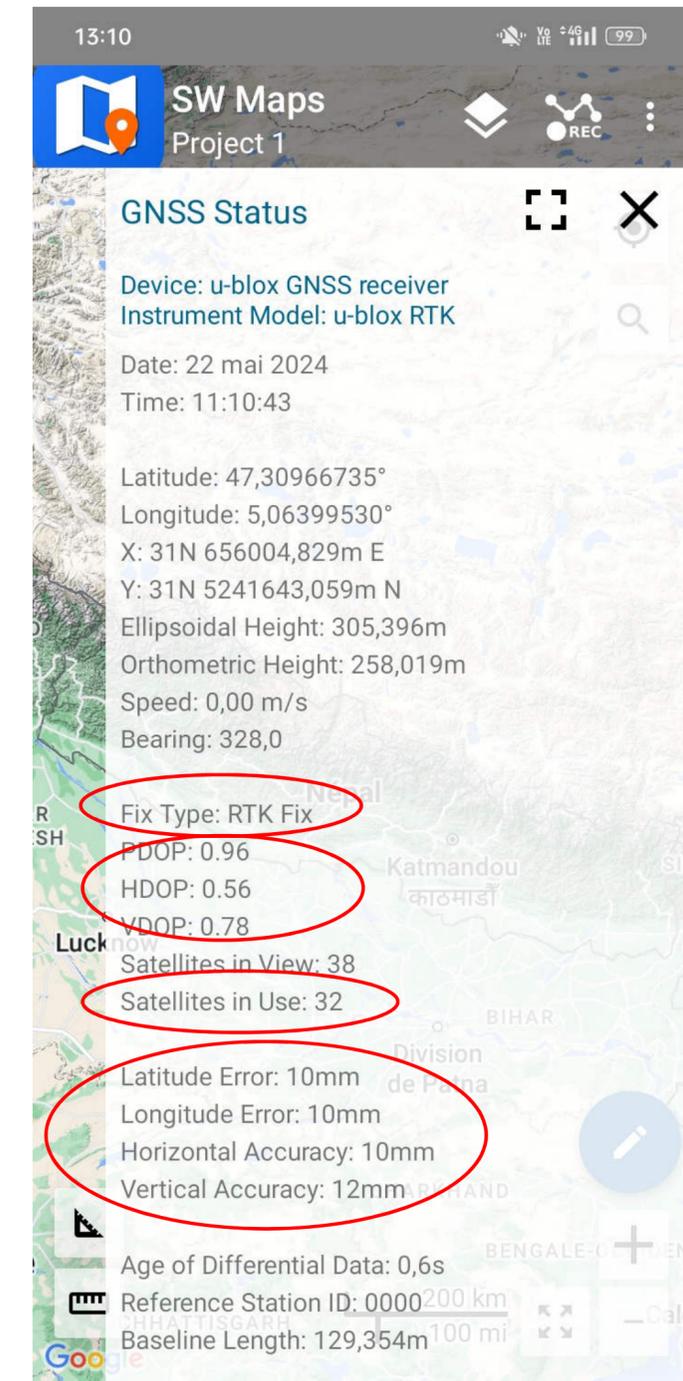
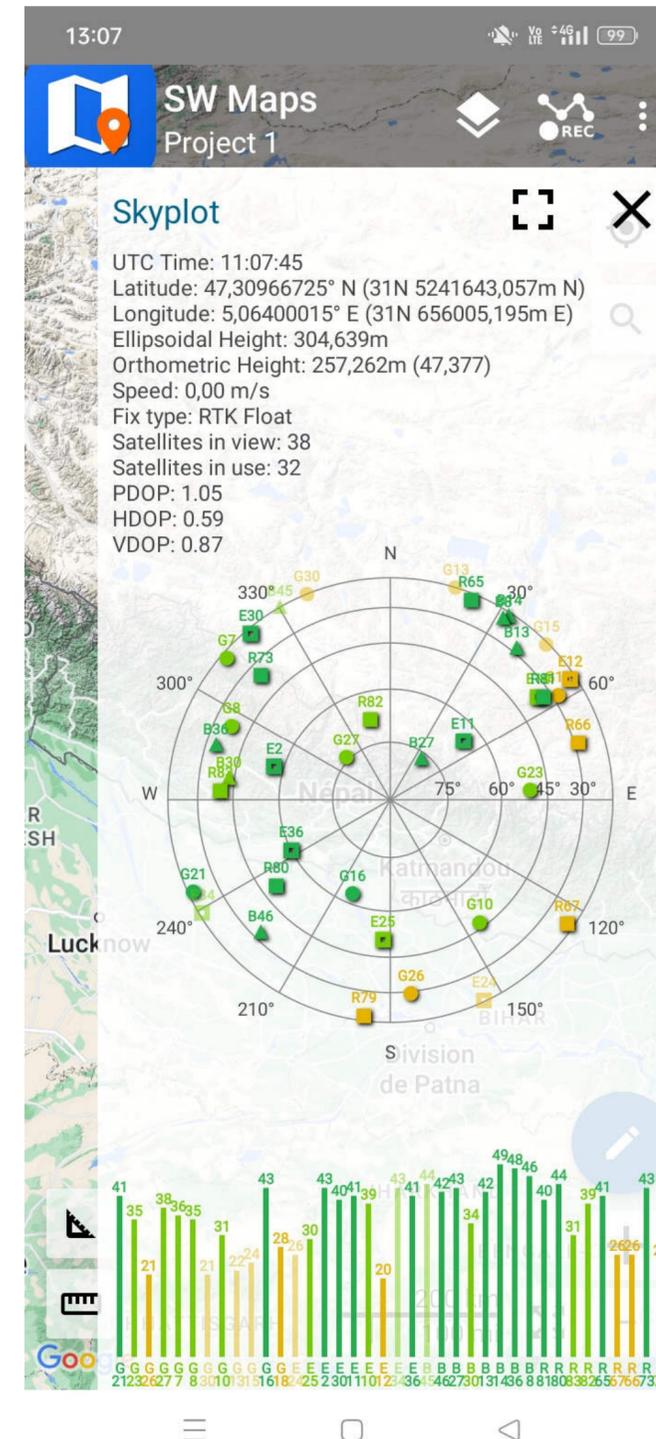
** Changer le nom de l'antenne en fonction de la plus proche

Configuration : Vérification



• SW Maps

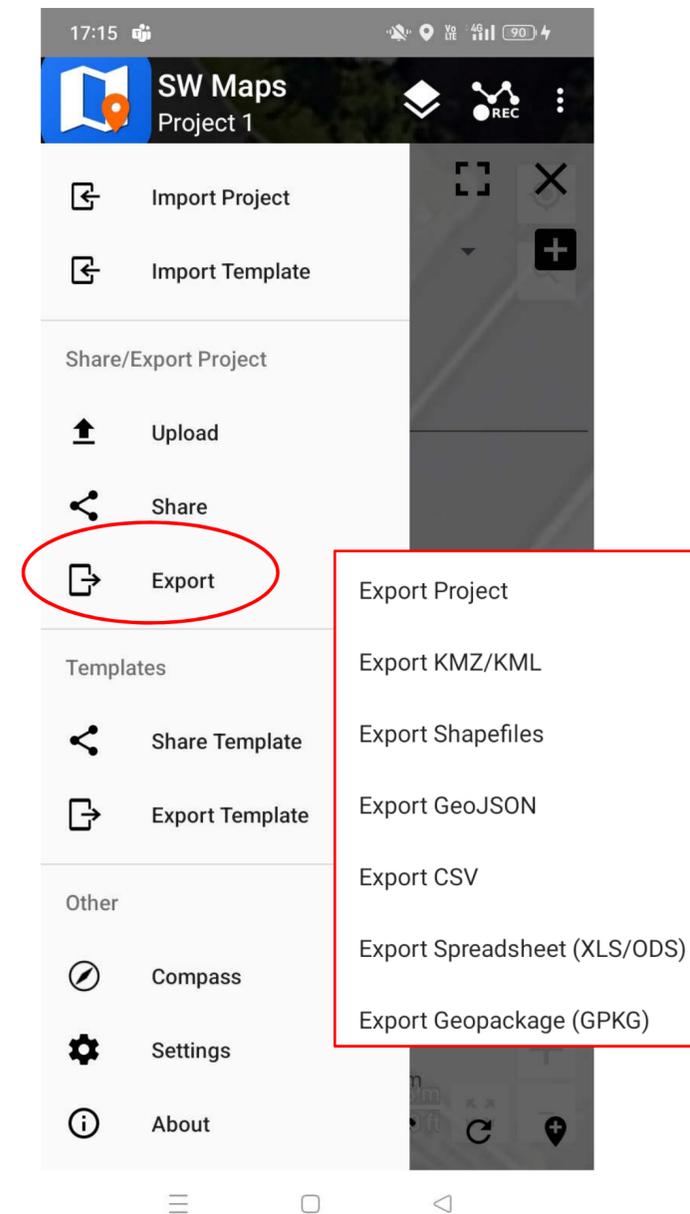
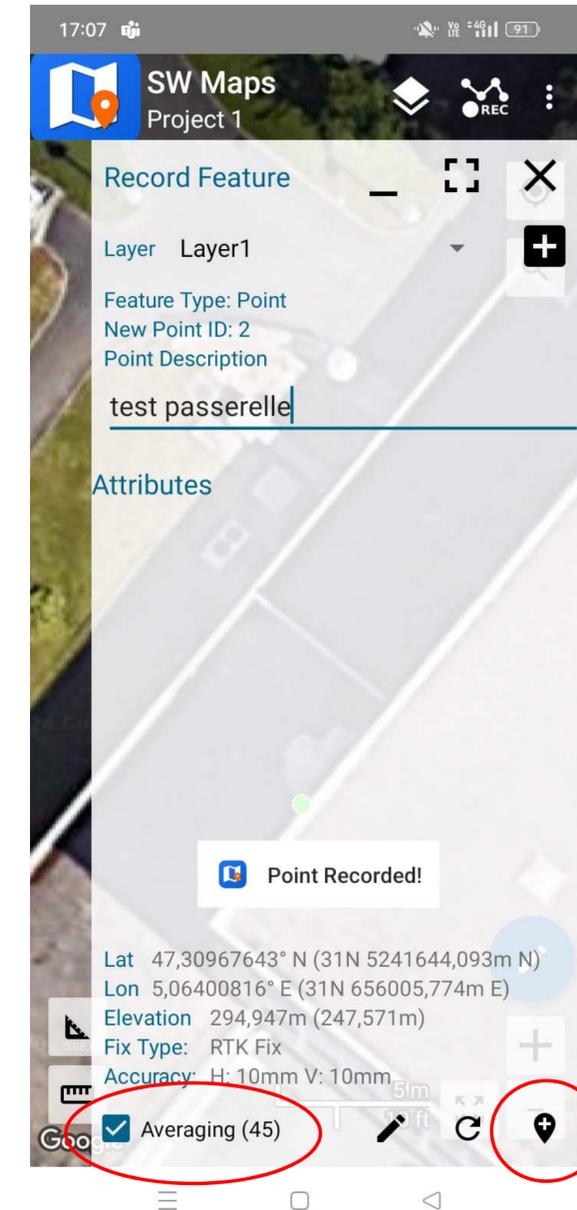
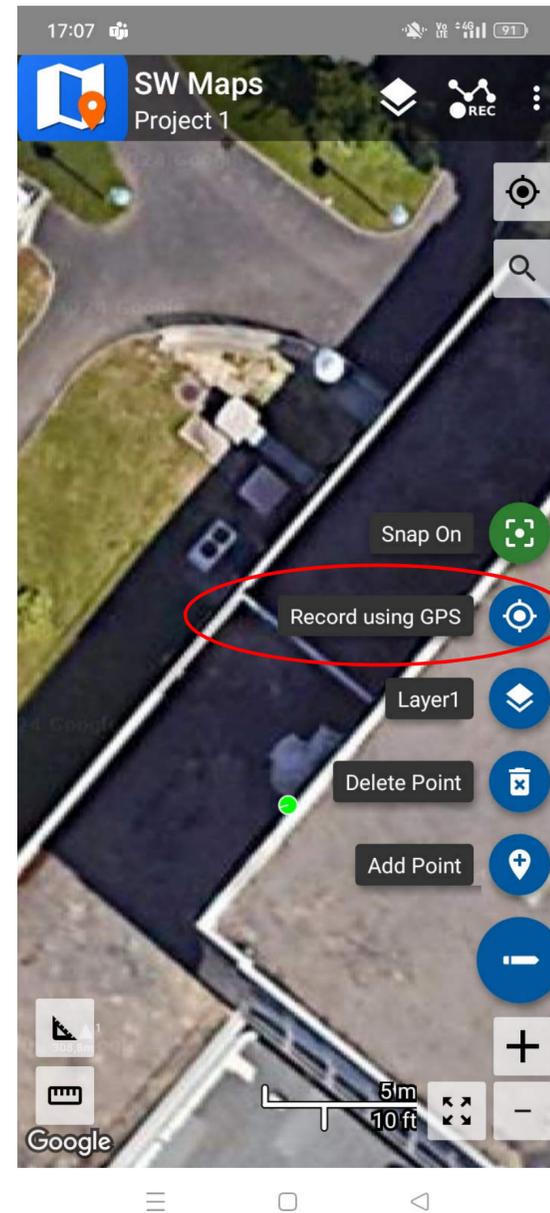
- Nombre de satellites
 - Minimum 4
- Géométrie : PDOP, HDOP, VDOP
 - Maximum 2
- Type de correction
 - RTK Fix obligatoirement
- Erreur de précision
 - ~10mm
- Si l'erreur de précision reste « figée » sur une valeur élevée ex.2,9m / 4,9m : Configuration récepteur incomplète
⇒ Recommencer configuration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