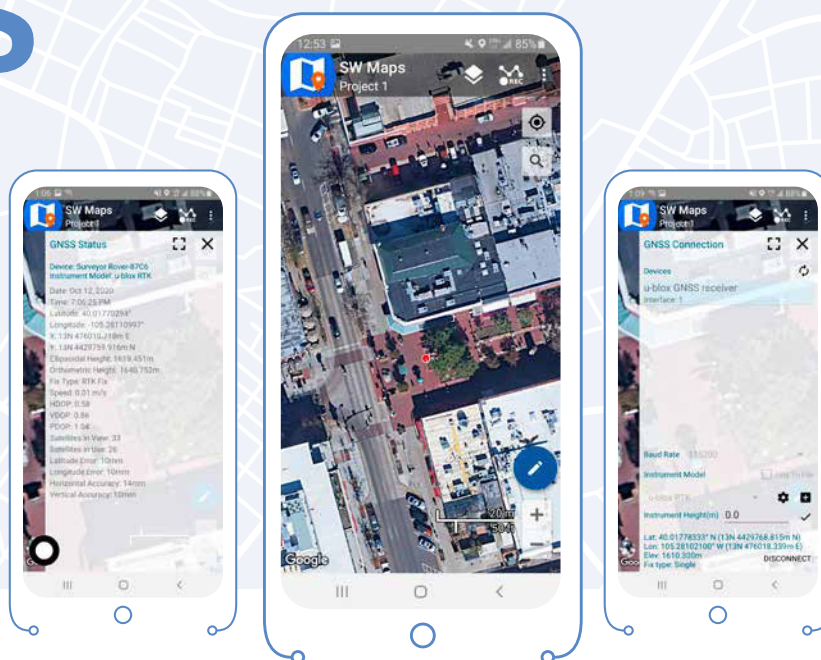




J'ai construit ma station de référence GNSS

*Global
Navigation
Satellite
System*



Nathan Seidle (États-Unis)

La cinématique en temps réel du GNSS (RTK) est étonnante, mais la principale source de difficultés est l'accès aux données de correction. Cet article est consacré à la mise en place de votre propre antenne fixe sur votre toit ou sur une autre structure fixe et à la configuration d'un mini-ordinateur pour justement distribuer ces données sur l'internet et y accéder par WiFi ou à partir d'un téléphone cellulaire ou d'un modem.

Dans de précédents articles publiés sur le site de SparkFun, j'ai expliqué comment obtenir des données de correction RTCM accessibles au public, mais celles-ci peuvent être incomplètes [1]. J'ai également expliqué comment mettre en place votre propre base temporaire pour envoyer des données de correction RTCM via une liaison de télémesure radio [2], mais des difficultés surviennent si vous êtes à un kilomètre ou plus de votre base. Avant d'aller plus loin, assurez-vous d'être à l'aise avec U-Center [3], et consultez le tutoriel *What Is GPS RTK ?* de Sparkfun [4]. Puis considérez cet article comme la suite de *Setting up a Rover Base RTK System* [5].

Nous allons beaucoup parler de **NTRIP**. J'ai trouvé frustrants et déroutants les descriptions et graphiques de NTRIP, celui-ci n'est qu'un moyen sophistiqué pour fournir à un récepteur par Internet des données de correction par rapport à un point donné. Voyez-le comme un flux musical pour votre récepteur. Pour que votre récep-

teur puisse jouer, il lui faut une source de musique constante. Pour la musique, il y a le choix (YouTube, Spotify, Pandora), de même, il existe plein de sources pour RTCM (Trimble, Leica, Telit, etc.). Tous ces services RTCM facturent des montants différents et fonctionnent de manière suffisamment différente pour prêter à confusion. Moi, ce que je veux, c'est ma musique !

Ce tutoriel vous montrera comment créer vos propres données de correction GNSS (Global Navigation Satellite System) et les distribuer sur Internet, le tout gratuitement (ou au prix d'un mini-PC dédié si nécessaire) ! Vous serez votre propre service de diffusion musicale ! Votre récepteur pourra écouter ces données de correction en utilisant une connexion de téléphone portable. Oui, nous parlerons des clients et serveurs NTRIP et des points de référence, mais ne vous inquiétez pas, il s'agit simplement de faire passer des octets d'un ordinateur à l'autre via l'internet.

Installation de la base statique et des lasers !

Dans le tutoriel [2], nous avons décrit comment créer une station de base temporaire avec la méthode de sondage de 1 à 10 minutes. La méthode de base temporaire est souple, mais moins précise et le temps nécessaire peut varier considérablement. Le ZED-F9P offre un moyen beaucoup plus rapide de fournir des corrections de base : si vous connaissez l'emplacement de votre antenne, vous pouvez définir les coordonnées du récepteur et celui-ci commencera immédiatement à fournir des corrections RTCM. La question, c'est : « quelle est la position de l'antenne ? ». C'est comme si vous aviez besoin d'un fer à souder pour assembler votre kit de fer à souder. Par où commencer ?

Q. Pourquoi ne pas faire juste un relevé de mon antenne fixe pour connaître sa position ?

R. Un relevé est facile à faire et parfait pour établir l'emplacement d'une base sur le terrain, mais il n'est pas recommandé pour obtenir la position fixe d'une station de base statique, car il est moins précis. Le PPP ou *Precise Point Positioning* est beaucoup plus précis et recommandé pour obtenir la position de votre antenne. C'est un procédé similaire, mais qui implique de faire rebondir des lasers sur les satellites ! Un problème majeur est le décalage, de souvent 1 m ou plus, des orbites prédites. Les stations au sol font rebondir des lasers sur les satellites individuels lorsqu'ils passent au-dessus d'elles et utilisent ces nouvelles données pour calculer les

orbites réelles des satellites. L'utilisation de ces nouvelles données d'éphémérides, lorsqu'elles sont disponibles, combinées aux données brutes du récepteur, permet de calculer de meilleures positions. C'est la base du PPP, et le processus fonctionne ainsi :

- Installer une antenne à un endroit fixe ;
- Recueillir 24 h de données GNSS brutes de cette antenne ;
- Transmettre les données brutes à un centre de traitement pour le PPP ;
- Obtenir une position très précise de l'antenne que nous utilisons pour établir un « mode fixe » sur un récepteur.

Il y a de très bons articles sur le PPP. Nous allons effleurer le sujet, mais pour plus d'informations, consultez :

- L'excellent « HOWTO PPP » de Gary Miller [6] ;
- Le « PPP » d'Emlid [7] ;
- Le « GNSS PPP » de Suelynn Choy [8].

Fixez votre antenne

Il ne faut plus que votre antenne bouge une fois sa position déterminée. Il est envisageable d'investir dans une antenne haut de gamme, mais l'antenne classique u-blox L1/L2 [9] donne satisfaction. Montez l'antenne sur un plan de masse approprié sur une surface fixe qui a une vue très dégagée du ciel. Rien à proximité.

Nous avons fixé l'antenne u-blox sur la couverture métallique au sommet du bâtiment de SparkFun (**fig. 1**). Les aimants de l'antenne u-blox ne sont pas complètement permanents, mais ont été testés pour résister au flux d'air sur une voiture,

ce qui devrait être suffisant pour les vents de plus de 160 km/h qui soufflent dans le Colorado ou la vallée du Rhône. L'antenne u-blox ANN-MB-00 est équipée d'un câble de 5 m, mais comme celui-ci n'était pas assez long pour aller du toit de SparkFun au récepteur, nous avons fixé une rallonge SMA de 10 m. S'il est vrai que la plupart des antennes L1/L2 ont un amplificateur intégré, chaque mètre de rallonge et chaque connecteur dégradera tout de même un peu le signal GNSS. Limitez l'utilisation de convertisseurs de connecteurs et utilisez une rallonge aussi courte que possible. Si vous voulez utiliser une antenne de qualité supérieure sans base magnétique, nous avons trouvé un excellent moyen de créer un point fixe stable sans avoir à percer votre toit !

La plupart des antennes de topographie ont un filetage de $\frac{5}{8}$ " (16 mm) 11-TPI (filets par pouce) sur le bas de l'antenne. Heureusement, $\frac{5}{8}$ " 11-TPI est également le filetage que l'on trouve sur les plots d'ancrage dans les magasins de bricolage aux États-Unis. Les plots d'ancrage, conçus pour assujettir murs et fondations, conviennent aussi pour fixer une antenne. Il existe également des ancres en béton avec de l'époxy, renseignez-vous.

Comment monter une antenne sur mon toit ? Heureusement, il me restait deux parpaings d'une station météo à base d'Electric Imp, hors service depuis longtemps (**fig. 2**).

La première étape consiste à percer le trou de $\frac{5}{8}$ " dans le parpaing (**fig. 3**). La mèche pour maçonnerie m'a coûté 20 €, on en trouve pour moins de 10 €. Le ruban bleu, c'est pour la profondeur : environ 6,5 cm



Figure 1. L'antenne U-blox fixée au parapet de SparkFun.



Figure 2. Station météorologique sur trépied lesté.



Figure 3. Oui, c'est un parpaing. Et ça marche !



Figure 4. Errghh, un parpaing foutu.



Figure 5. Ancrage fixé par un boulon - et ce parpaing-là est intact !



Figure 6. Fixation de la base de l'antenne sur le filetage de l'ancrage.

pour un parpaing de 9 cm. Une fois le trou percé, basculez le bloc pour en faire sortir toute la poussière. Ensuite, mettez l'ancrage en place. Ne serrez pas trop, vous risquez de fendre le bloc (**fig. 4**). Heureusement, j'en avais un second !

Une fois l'ancrage engagé d'environ 5 cm dans le trou, serrez le boulon (**fig. 5**). L'ancrage remontera alors en comprimant le collier en place. **Note :** J'ai serré le boulon à la main puis donné un demi-tour avec une clé. Si vous serrez trop fort, vous risquez de pousser le collier trop loin et de fendre le parpaing. On arrimé juste une antenne de 400 g.

Comme le montre la **fig. 6**, j'ai utilisé un deuxième boulon, fixé contre la base de l'antenne pour la maintenir en place et empêcher toute rotation dans un sens ou dans l'autre. Les lecteurs avertis remarqueront mon adaptateur TNC à SMA sur la photo. Ce n'est pas le bon genre. À l'origine, j'ai utilisé une extension SMA pour connecter mon GPS-RTK-SMA à mon antenne u-blox L1/L2 sur mon toit. Le GPS-RTK-SMA s'attend à une connexion SMA normale, donc l'extrémité de l'exten-

sion ne se connectera pas à cet adaptateur. Alors, avant de descendre de l'échelle, testez et connectez tout ! Heureusement, j'ai un jeu d'adaptateurs et j'ai trouvé le bon convertisseur TNC vers SMA pour répondre au besoin.

J'ai fait une boucle avec la rallonge SMA autour de la base. Si on tire sur le câble SMA, la tension sera transférée au boulon, pas à la connexion TNC de l'antenne.

Attention à la foudre : Mon antenne est plus basse que le parapet (**fig. 7**), donc les coups de foudre sont peu probables. Si votre antenne est le point le plus élevé aux alentours, alors pensez à la protection contre la foudre.

Collecter des données GNSS brutes

Une fois l'antenne placée là **où elle ne bougera pas ni ne sera déplacée**, il faut établir sa position. Ouvrez le programme U-Center et voyez s'il se verrouille avec plus de 25 satellites en vue avec votre ZED-F9P. En supposant que vous ayez une bonne réception, il faut maintenant régler le récepteur pour qu'il émette les

données brutes des satellites (**fig. 8**). Une fois le message RXM-RAWX activé sur USB, vérifiez la réception dans la visionneuse de paquets (**fig. 9**). Les messages RAWX sont binaires, vous ne pourrez donc pas les voir dans la visionneuse de texte.

Appuyez sur le bouton **Record** (**fig. 10**). Cela enregistrera toutes les données (NMEA, UBX et RAWX) du récepteur dans un fichier *.ubx. Laissez ce dernier fonctionner pendant 24 h. Ne vous inquiétez pas si vous allez trop loin, mais sachez qu'un fichier de 24 h occupera environ 300 Mo ; ne le laissez donc pas fonctionner pendant un mois.

Une capture de 6 h est correcte ; une de 24 h un peu meilleure (notez l'échelle logarithmique pour l'erreur de position dans le graphique de la **fig. 11**). La plupart des services d'analyse des PPP acceptent plus de 24 h de données, mais ils peuvent les tronquer à 24 h. Si vous saisissez 30 h de données RAWX, c'est bon, nous vous montrerons comment découper un fichier trop long.

Le fichier UBX de 300 Mo devra être converti en RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*). Le fameux RTKLIB est là pour vous aider [10]. Nous conseillons la version modifiée de RTKLIB de rtklibexplorer [11] mais vous pouvez obtenir la version originale de RTKLIB [10]. Ouvrez RTKCONV. Sélectionnez votre fichier .UBX et cliquez sur **Convert**. La conversion de notre fichier de 300 Mo a pris environ 30 s. Vous devriez voir un fichier *.obs une fois la conversion terminée.

Si votre fichier de données dure 25 h ou un peu plus, c'est parfait. Pour réduire un fichier RINEX trop volumineux (ou qui dure 40 h, réduisez la fenêtre temporelle (**fig. 12**). Convertissez tout le fichier, puis cliquez sur l'icône du bloc-notes pour ouvrir le fichier OBS. Vous verrez les heures de début et fin du GPS de cette capture (**fig. 13**). En utilisant ces temps, vous pouvez limiter la fenêtre de temps à ce dont vous avez besoin et reconvertir le fichier.



Figure 7. Antenne L1/L2 semi-fixe sur toit plat. C'est du boulot de hisser ces 20 kg de béton sur le toit, mais la vue est assez spectaculaire !

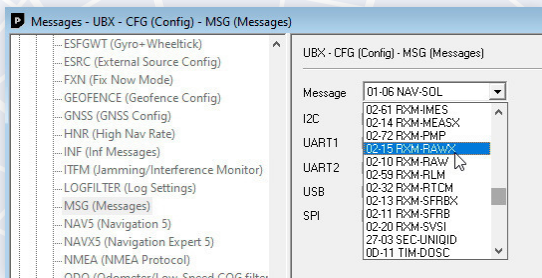


Figure 8. Sélectionnez le format de données brutes pour les messages (MSG).

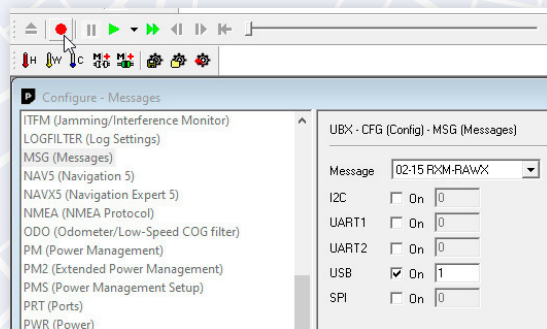


Figure 10. Appui sur le bouton d'enregistrement.

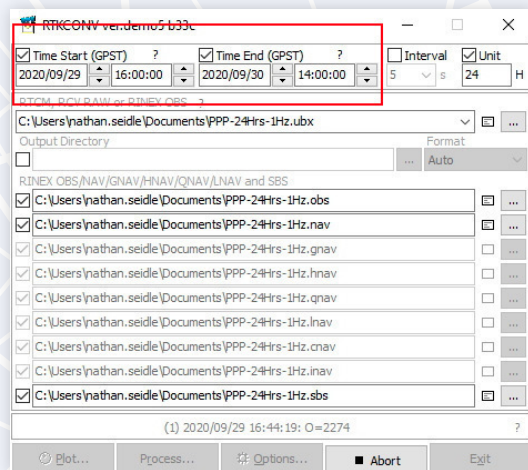


Figure 12. Le raccourcissement de la fenêtre temporelle est une méthode pour que la taille des données reste gérable.

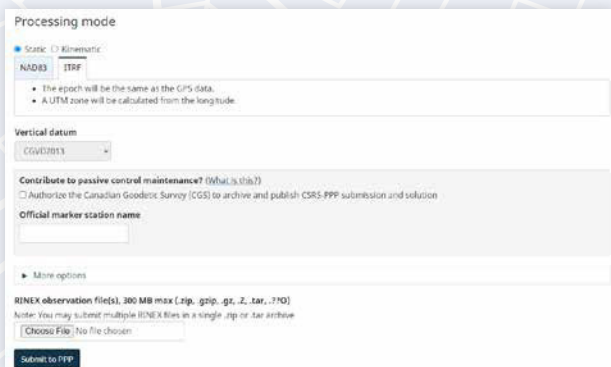


Figure 14. Prêt à envoyer des données au CSRS pour une analyse approfondie des chiffres.

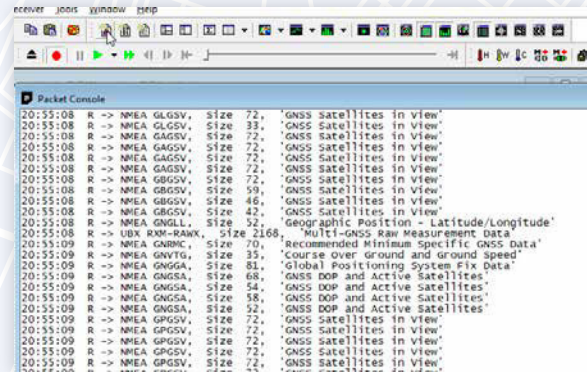


Figure 9. Visualisation d'un paquet RAWX dans la visionneuse de paquets.

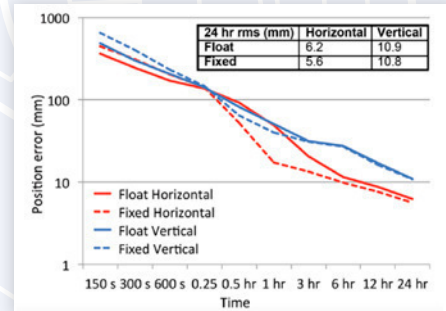


Figure 11. Graphique tiré de la présentation de Suelynn Choy sur le positionnement de points de précision par GNSS en 2018 [8].

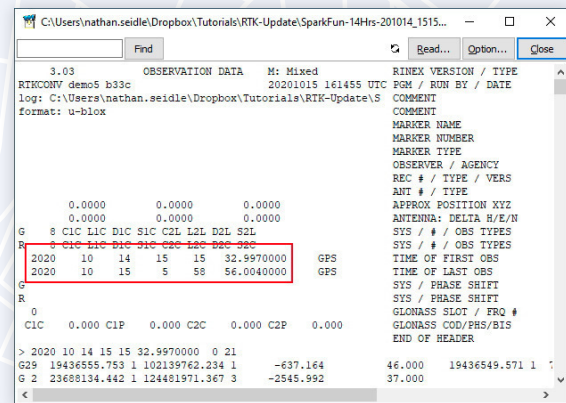


Figure 13. Contenu d'un fichier OBS réduit à 14 h de données.

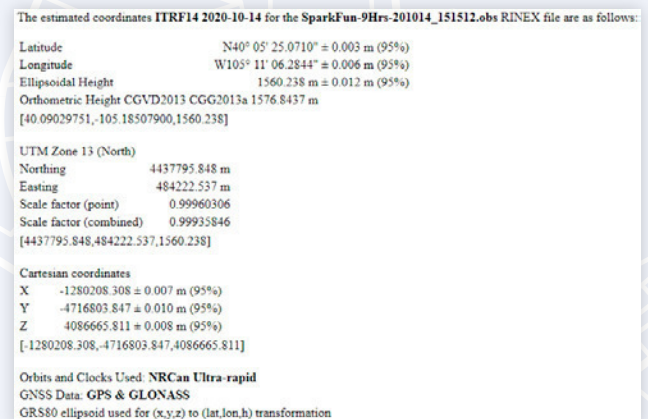


Figure 15. La position de l'antenne de SparkFun avec une précision de $\pm 7 \text{ mm}$!

Q. Pourquoi n'augmentons-nous pas la cadence ? Plus c'est mieux !

R. Le ZED-F9P peut aller jusqu'à 30 Hz. Pourquoi ne pas obtenir des données RAWX à plus de 1 Hz ? Parce que la nature ne se déplace pas aussi vite. La plupart des services d'analyse PPP ignoreront tout ce qui est supérieur à 1 Hz. OPUS va même jusqu'à « décimer tous les taux d'enregistrement à 30 s ». Et vos fichiers OBS seront monstrueux. Si 24 h représentent 300 Mo à 1 Hz, il s'ensuit que 24 h à 30 Hz feront environ 9 Go. Donc non, gardez 1 Hz. Nous devons maintenant faire passer les données brutes des satellites GNSS au format RINEX (*.obs) par un centre de post-traitement pour essayer d'obtenir la position réelle de l'antenne. Il existe plusieurs services, mais nous avons utilisé avec succès le service canadien CSRS-PPP [12]. Le service géodésique national américain fournit un service appelé OPUS [13], mais nous avons été frustrés par ses limitations en taille et format de fichier. Vous verrez peut-être les choses autrement. Zippez votre fichier .obs, puis créez un compte auprès du CSRS. Sélectionnez ITRF, puis téléchargez votre fichier (fig. 14). Tournez-vous les pouces pendant quelques heures, vous finirez par recevoir un courriel avec un rapport PDF de la position de votre antenne (fig. 15).

Si tout va bien, vous devriez avoir une position très précise pour votre antenne. Pour les récepteurs u-blox, nous sommes surtout intéressés par les coordonnées ECEF. L'ECEF [14] est **fascinant**. Plutôt que

lat. et long. l'ECEF est le nombre de mètres à partir du référentiel internationalement reconnu du centre de masse de la Terre. En gros, vos coordonnées ECEF indiquent votre distance par **rapport au centre de la Terre**. Super.

Maintenant que vous connaissez la position de votre antenne, indiquons à la ZED-F9P où se trouve son antenne à quelques millimètres près. Revenez au message TMODE3 et entrez les coordonnées ECEF du rapport (fig. 16). En supposant que ce récepteur soit relié à une antenne fixe, nous conseillons de sauvegarder ces paramètres en BBR/Flash afin qu'à chaque mise sous tension de ce récepteur, il passe immédiatement en mode TIME et commence à émettre des données RTCM. Presque immédiatement après la saisie de l'ECEF, votre module devrait commencer à produire des messages RTCM. Utilisez la visionneuse de paquets pour confirmer (fig. 17). Si vous ne les voyez pas, consultez le tutoriel SparkFun qui décrit comment installer une station de base [2]. Il est fort probable que vous n'ayez pas activé le message RTCM requis. Encore une fois, veillez à sauvegarder votre réglage sur BBR/Flash afin qu'à chaque mise sous tension, ce récepteur commence à distribuer des données de correction sans intervention de l'utilisateur.

Configuration du mini-ordinateur

Vous avez installé votre antenne. Vous avez la ZED-F9P qui produit du RTCM. Beau travail ! Maintenant, comment transmettre

ces données au monde entier et aux récepteurs où qu'ils soient ?

Vous aurez besoin d'un ordinateur dédié connecté à l'internet pour vous connecter au ZED-F9P, recevoir les données série, puis transmettre ces données sur l'internet. Nous vous conseillons d'utiliser un PC pour la distribution. Oui, Windows est pénible et pas aussi stable que Linux, mais comme U-Center n'existe que sur Windows, c'est la seule option. Il est pratique d'avoir un bureau déporté dans la machine dédiée, de bidouiller quelques paramètres du récepteur avec U-Center, et de continuer à distribuer. Je ne sais pas comment obtenir cette même souplesse sous Linux. En outre, je suis loin d'être un administrateur système. Voyez ce qui suit comme une méthode de configuration de votre ordinateur, mais ce ne sont que mes propres notes pour recréer le système en cas de besoin.

- Procurez-vous une machine désaffectée avec Windows. Comptez ~100 € pour un mini-PC. N'importe quel vieux PC fera l'affaire. Pas besoin d'une grosse puissance de calcul ! Si possible, achetez un mini-PC avec son kit de fixation, il sera plus facile à fixer à un mur.
- Dans le BIOS du mini-PC, activez la fonction Auto-Power On après une coupure d'alimentation. Activez le bureau à distance. De nombreux tutoriels montrent comment faire. Le but est d'amener le mini-PC au stade où vous pourrez configurer et contrôler le PC confortablement depuis votre bureau, sans monter sur le toit.

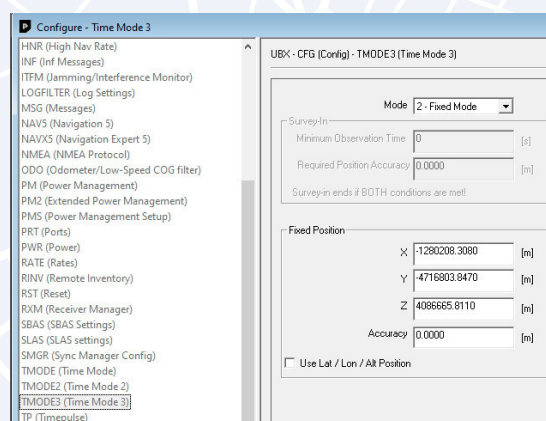


Figure 16. Copie des données reçues du CEF dans la fenêtre Time Mode 3.

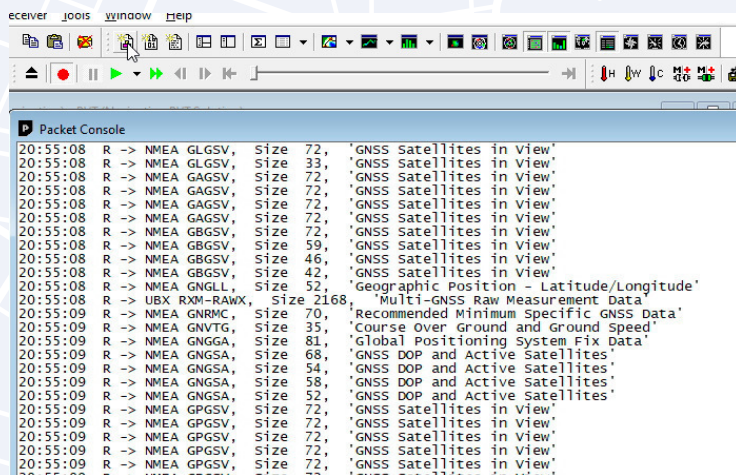


Figure 17. La console de paquets montrant les messages RTCM transmis par le module.



Produisez vos propres données de correction GNSS et distribuez-les sur l'internet. C'est gratuit !



Figure 18. Boîtier « Orbit » résistant aux intempéries avec disjoncteur différentiel (GFCI) intégré.



- Pensez à rendre statique l'adresse IP du mini-PC, soit à partir du mini-PC, soit avec son adresse MAC depuis votre routeur. Cela en facilitera l'accès via le protocole RDP (Remote Desktop Protocol).
- Si vous prévoyez d'accéder au mini-PC depuis un réseau externe, vous devrez activer la redirection de port sur le port 3389 (pour RDP) vers son adresse IP statique.
- Si vous prévoyez d'utiliser U-Center comme distributeur, il faudra activer la redirection de port sur le port 2101 (pour NTRIP) vers l'adresse IP statique du mini-PC (j'y reviendrai).
- Désactivez l'économie d'énergie de Windows. Le mini-PC ne doit jamais s'éteindre. Le coût énergétique n'est pas nul : j'ai mesuré environ 4,4 W lorsque l'appareil était connecté au récepteur GNSS et à la distribution. Cela représente moins de 7 € par an à 0,18 € par kWh (moyenne française en 2020).

À ce stade, vérifiez que vous pouvez accéder au PC depuis un bureau à distance. Si vous y parvenez, installez le mini-PC sur le terrain. Nous devrions pouvoir configurer tout le reste à distance.

- Si l'ordinateur doit être installé à l'extérieur, pensez à un disjoncteur différentiel intégré. Le boîtier Orbit [15] est très bien (fig. 18).
- Désactivez toutes les notifications de Windows (utilisez le sous-menu *Notifications et actions*).
- Pour des raisons de sécurité, désactivez Bluetooth et si vous utilisez un réseau Ethernet câblé, pensez à désactiver le WiFi.
- Installez U-Center.
- Installez une copie locale de la version de RTKLIB de rtkexplorer.
- Installez un terminal série de votre choix.
- Connectez le ZED-F9P sur l'USB C.
- Branchez l'antenne (fixe ou semi-fixe).
- Envisagez de connecter une radio 915 MHz [16] par une liaison micro USB (sans la souder sur la BoB ZED-F9P). Voir ci-dessous.

La mise en place est propre à chaque site. Chez moi, le mini-PC est à l'intérieur, le câble d'antenne passe par la fenêtre entrouverte. Chez SparkFun, le mini-PC est dans un boîtier extérieur Orbit avec alimentation électrique (très pratique !) (fig. 19). Les bandes auto agrippantes facilitent l'installation de l'électronique dans un boîtier ; elles maintiennent l'appareil en place tout en permettant à l'utilisateur d'y accéder si besoin. Une fois tout installé, connectez-vous à distance et confirmez que vous pouvez configurer le récepteur GNSS en utilisant U-Center.

Si vous ne l'avez pas encore fait, ou si votre antenne a été complètement déplacée, pensez à refaire le relevé PPP de votre antenne comme décrit dans la section précédente.

Configuration du distributeur

Le mini-PC Windows est maintenant configuré, parlons de la distribution. Comme mentionné, NTRIP est la norme industrielle pour le transfert des corrections RTCM sur l'internet. Pour nos besoins, nous devons « distribuer » depuis la station de base et

utiliser un « client » au niveau du récepteur pour avoir accès au distributeur. Plusieurs options existent :

- utiliser les distributeur et client de U-Center ;
- utiliser le distributeur de STRSVR ;
- utiliser STRSVR comme serveur et RTK2GO comme distributeur.

Il existe plusieurs façons de transmettre des données du ZED-F9P à Internet. Commençons par la plus simple.

U-center comme distributeur

U-center dispose d'un distributeur NTRIP très facile à utiliser (fig. 20). En termes de facilité d'utilisation, c'est de loin la plus simple (la deuxième après l'utilisation de radios qui ne nécessitent aucune configuration). Il suffit d'entrer un nom d'utilisateur, un mot de passe et des informations sur le point de référence, puis de cliquer sur OK. U-center configurera automatiquement le récepteur pour diffuser les trames RTCM et commencera à transmettre les données de correction sur le port 2101 à toute personne qui saisit l'adresse IP de ce PC avec les bons identifiants (généralement en utilisant un client NTRIP).



Figure 19. NUC (mini PC) connecté à un ZED-F9P et à une radio 915 MHz par USB.



Pour :

- Incroyablement simple à configurer.

Contre :

- Vous devrez créer une faille dans votre routeur pour le port 2101 (qui n'est pas le plus sûr).
- Il n'y a actuellement aucun moyen de démarrer automatiquement U-Center en mode « distributeur ». Cela signifie qu'à chaque fois que le mini-PC s'éteint ou redémarre, vous devrez vous connecter à la machine, ouvrir U-Center et redémarrer le distributeur.

Nous recommandons d'utiliser U-Center pour se familiariser avec NTRIP. C'est une expérience très satisfaisante et très instructive pour obtenir des données de correction, mais ce n'est pas notre choix à long terme.

STRSVR comme distributeur

Rapidement, et juste parce que j'ai perdu une journée à essayer de faire fonctionner ce système : Même s'il l'affiche (**fig. 21**), RTKLIB ne prend pas en charge la distribution NTRIP.

Pour:

- STRSVR peut être démarré automatiquement.

Contre :

- Le distributeur ne fait rien.

STRSVR et RTK2GO

La solution gagnante est d'utiliser STRSVR comme serveur NTRIP, puis RTK2GO comme distributeur NTRIP. C'est déroutant, mais cela suppose de télécharger des données sur un serveur sur l'internet.

Beaucoup d'applications Windows prétendent être des distributeurs NTRIP. En général, nous les avons trouvées horribles. La solution la plus simple est d'utiliser RTK2GO. RTK2GO semble être un projet favori du SNIP. Nous conseillons de créer un point de référence et un mot de passe via RTK2GO.com. Oui, cela ressemble à du spam, mais nous pensons que c'est la meilleure solution.

Note : Nous avons rapidement été bannis de RTK2GO car, après avoir terminé notre inscription, nous avons lancé STRSVR et l'avons pointé sur rtk2go.com avec le mot de passe temporaire. Très vite (1 à 2 mn), notre compte et notre mot de passe ont été activés. Ce qui signifie que notre diffusion sur RTK2GO avec le mot de passe temporaire est devenue invalide. Après environ 60 s de connexions non valides par STRSVR (parce que le mot de passe est passé de temporaire à permanent), notre IP a été interdite pendant quelques minutes, puis des heures. Notre conseil est d'attendre quelques minutes. **Ne connectez pas** STRSVR à RTK2GO en utilisant le mot de passe temporaire. Attendez simplement le courriel de confirmation de RTK2GO, répondez par « oui, je ne suis pas un robot » et attendez le courriel de RTK2GO indiquant que votre point de référence et votre mot de passe sont valides. À ce stade, lancez STRSVR avec vos identifiants.

Avec votre point de référence et votre mot de passe, pointez STRSVR sur RTK2GO (**fig. 22**). Comme nous envoyons des données vers un serveur NTRIP, nous n'avons pas besoin d'ouvrir le port 2101 sur notre réseau local.



Figure 25. L'antenne SparkFun 915-MHz.

Appuyez ensuite sur « Start ». Après quelques secondes, les voyants devraient devenir verts, indiquant que les données du ZED-F9P sont correctement transmises à RTK2GO (fig. 23). Bien. Donnez-vous environ 60 s, puis ouvrez un navigateur et allez sur rtk2go.com:2101. Vous devriez voir la liste des points de référence actuels. Votre point de référence devrait s'y trouver. Sinon, vérifiez que vous avez entré le bon mot de passe, que la base est correctement configurée avec les messages RTCM activés, et en mode TIME.

Remarque : lorsque vous fermez le STRSVR, ces paramètres sont enregistrés. Si vous lancez `strsvr.exe -auto`, il démarrera STRSVR et lancera automatiquement la distribution (fig. 24).

Félicitations ! La ligne d'arrivée est en vue. Vous pouvez récupérer une panoplie de géomètre, aller sur le terrain, et utiliser SW Maps pour vous connecter à vos données de correction en utilisant le client NTRIP intégré. Vous pouvez également utiliser U-Center comme client.

Astuce subtile : ajouter une radio

Bien sûr, nous avons une antenne de 915 MHz sur le toit de SparkFun (fig. 25). Alors pourquoi ne pas la brancher ? Contrairement à la petite antenne GNSS de la section précédente, cette antenne dispose d'une protection *indispensable* contre la **foudre**.

STRSVR est très puissant. Vous pouvez transmettre vos données RTCM vers plusieurs destinataires, pas seulement à un serveur NTRIP. Nous avons connecté une radio de 100 mW à 915 MHz [16] à l'USB. Elle est énumérée comme un port COM. Nous pouvons ensuite ajouter ce port COM (n'oubliez pas de

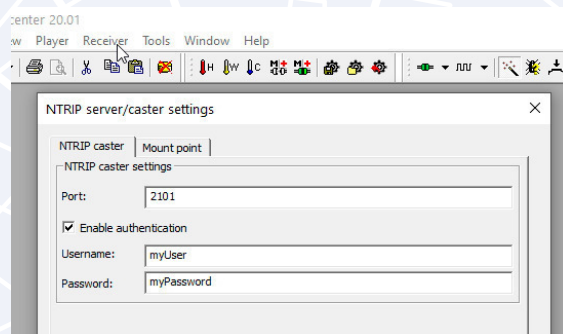


Figure 20. Dans U-Center, sélectionnez Receiver -> NTRIP Server/Caster.

RTKLIB ver. 2.4.2 Manual

- (6) RTK-GPS/GNSS, input data from a serial port and input base station data via a NTRIP caster on Internet. The current version does not support NTRIP caster feature. Please employ some alternative NTRIP caster implementation.

Figure 21. Il y a écrit « caster » ! Ne vous laissez pas bernier.

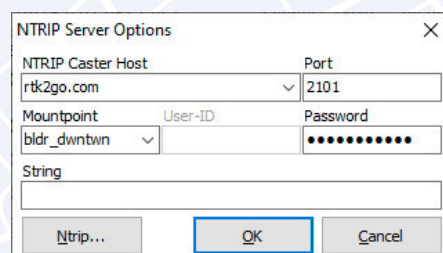


Figure 22. Sélection de RTK2GO comme service de distribution.

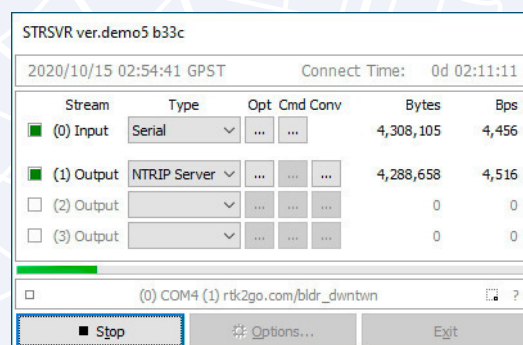


Figure 23. STRSVR envoyant des données à RTK2GO.

```
STR;BBD5_Leica4G;Bridgetown;RTCM 3.2;1006(15),1013(90),1033(15),1230(15),4092(1);;SNIP;SRB;15.17;-59.52;1;0;sNTRIP:none;N;N;3120;none;
STR;BBD5_RTCM_MSM5;Saint John;RTCM 3.2;1006(15),1008(15),1013(90),1033(15),1075(1),1085(1),1095(1),1125(1),1230(15);0;GAL;SNIP;SRB;
STR;BBD5_RTCM_MSM7;Bridgetown;RTCM 3.2;1006(15),1008(15),1013(90),1033(15),1077(1),1087(1),1097(1),1127(1),1230(15);;GPS+GLO+GAL+BD
STR;bldr_downtwn;Boulder, CO;RTCM 3.2;1005(1),1074(1),1084(1),1094(1),1124(1),1230(10);0;GPS+GLO+GAL+BD5;SNIP;USA;40.02;-105.28;1;0;
STR;bldr_SparkFun1;Boulder, CO;RTCM 3.2;1005(1),1074(1),1084(1),1094(1),1124(1),1230(5);;GPS+GLO+GAL+BD5;SNIP;USA;40.09;-105.19;1;0;
STR;Blotnica;Przemet;RTCM 3.2;1005(1),1074(1),1084(1),1094(1),1124(1),1230(1);;GPS+GLO+GAL+BD5;SNIP;POL;51.99;16.30;1;0;sNTRIP:none;
STR;BPACA;Blacka Palanka;RTCM 3.2;1005(30),1074(1),1084(1),1094(1);;GPS+GLO+GAL;SNIP;SRB;45.25;19.41;1;0;sNTRIP:none;N;N;3120;none;
STR;BPGAJIC;Blacka Palanka;RTCM 3.2;1005(30),1074(1),1084(1),1094(1);;GPS+GLO+GAL;SNIP;SRB;45.26;19.40;1;0;sNTRIP:none;N;N;3120;none;
```

Figure 24. Deux points de référence en plein travail !

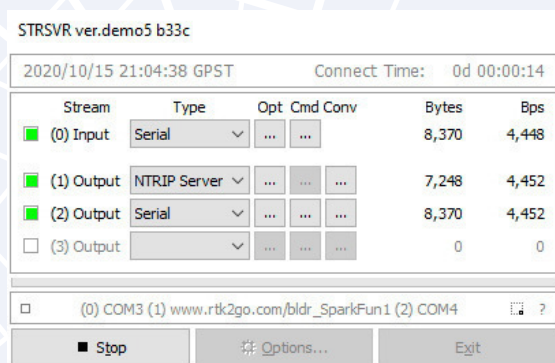


Figure 26. STRSVR mis en place pour desservir deux ports COM.

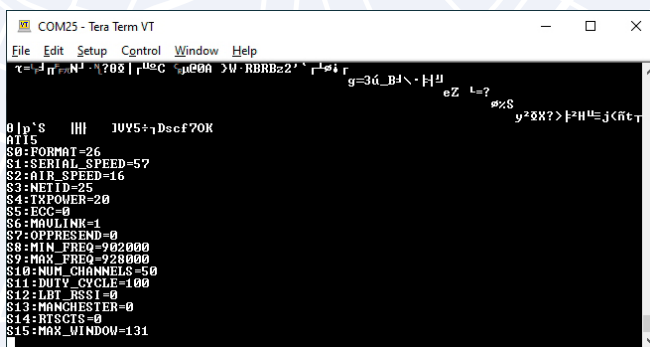


Figure 27. Modification des paramètres de la radio par commandes AT.

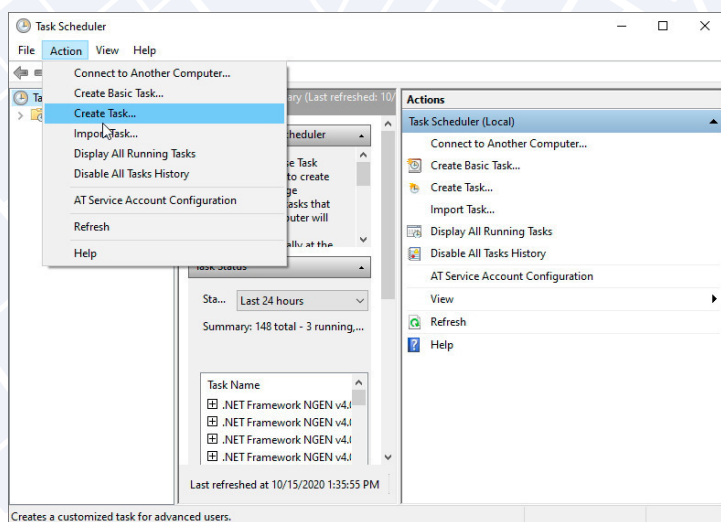


Figure 28. Création d'une nouvelle tâche dans le planificateur de tâches de Windows.

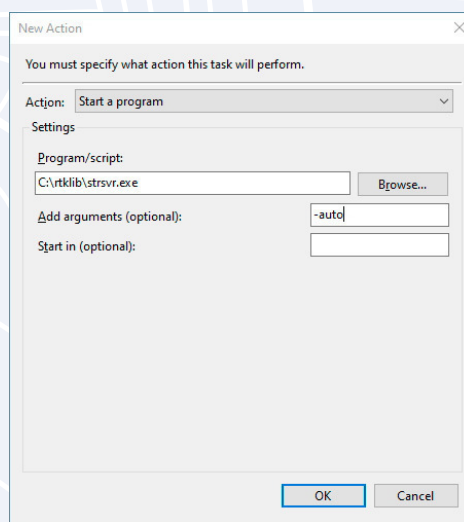


Figure 29. STRSVR doit démarrer -auto(matiquement) !

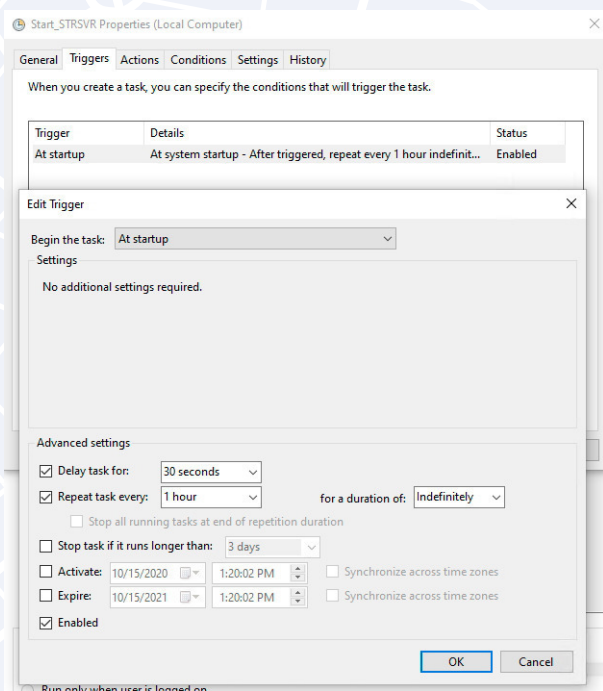


Figure 30. Paramètres « Report maximal de la tâche » et « Répéter la tâche toutes les : » pour le démarrage automatique de STRSVR.

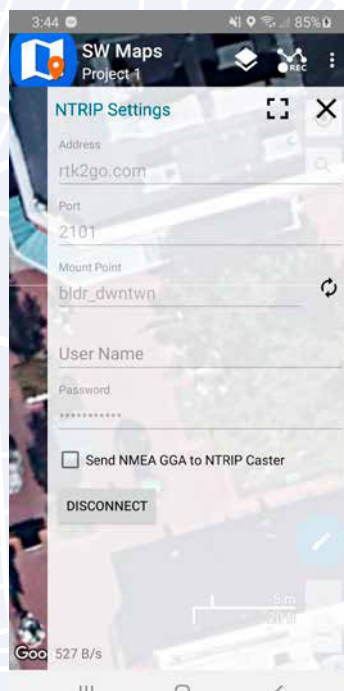


Figure 31. Utilisation de SW Maps pour obtenir des données de correction via NTRIP.



régler le débit en bauds à 57600 bps pour qu'il corresponde à celui de la radio) à STRSVR afin que les données RTCM soient transmises à la fois au serveur NTRIP et à la radio (fig. 26). Cela nous permet d'utiliser une connexion radio pour la RTK locale et de passer au cellulaire si nous nous trouvons hors de portée radio.



Pourquoi ne pas souder la radio à l'UART2 ?

R. En connectant la radio à l'USB, nous pouvons configurer la radio [17] via une fenêtre de terminal (fig. 27). Si elle était directement connectée à l'UART2 sur le ZED-F9P, les données de correction seraient transmises, mais ainsi nous pouvons modifier les paramètres AIR_SPEED de la radio [18] et d'autres pour étendre la portée.

Lectures complémentaires

En savoir plus sur RTK ? Consultez ces tutoriels complémentaires :

1. Démarrage avec U-Center pour u-blox. Apprenez les trucs et astuces pour utiliser l'outil logiciel u-blox pour configurer votre récepteur GPS.
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-u-center-for-u-blox>
2. Guide de connexion GPS-RTK2. Obtenez une précision jusqu'au diamètre d'une pièce de dix cents avec le nouveau ZED-F9P de u-blox.
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/gps-rtk2-hookup-guide>

Planifier une tâche

Il faut que STRSVR démarre automatiquement. STRSVR mémorise ses paramètres et démarrera automatiquement avec les derniers paramètres utilisés en exécutant `strsvr.exe -auto`. Maintenant, créons une tâche dans Windows pour nous assurer qu'elle démarre à chaque mise sous tension. Ouvrez l'application *Planificateur de tâches* de Windows et créez une nouvelle tâche (fig. 28). Ensuite, demandez à la tâche

d'exécuter STRSVR avec '-auto' (fig. 29). Les principales actions que la commande optionnelle *-auto* doit exécuter sont de démarrer la tâche au démarrage sans avoir besoin de se connecter, et de la retarder de 30 à 60 s. Nous avons constaté que cette tâche (STRSVR) ne démarrait pas au démarrage de Windows, peut-être parce que le ZED-F9P et/ou les ports COM radio n'étaient pas encore énumérés. Un retard de 30 s ou plus corrige le problème

Exemples d'utilisation communautaire



#1. Le GPS RTK donne vie aux rêves des courses d'orientation.

Avid orienteer Don Bayly had been using a single-frequency GPS-Glonass receiver that was Depuis plusieurs années, Don Bayly, orienteur passionné, utilisait un récepteur GPS-Glonass à fréquence unique, avec une précision généralement inférieure à 5 m. Cependant, des ajustements étaient souvent nécessaires en raison des variations des positions observées à différents moments. Lorsqu'il a commencé à faire des recherches sur des récepteurs GPS plus précis, il a découvert que cela coûtait des dizaines de milliers de dollars pour un instrument RTK de précision centimétrique, et que même un instrument SIG d'un mètre de précision coûtait environ 2000 \$.

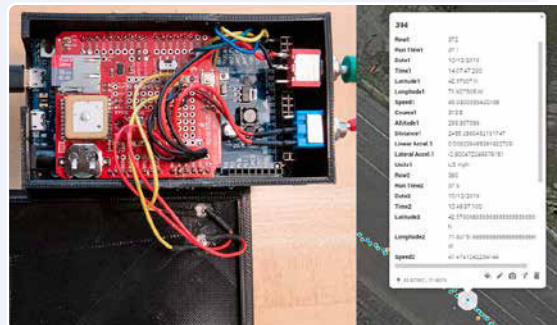
C'est alors qu'il a trouvé la carte SparkFun GPS-RTK2 - ZED-F9P (Qwiic). Pour 200 \$, avec une précision de 10 mm, en trois dimensions, et des fonctions de récepteur et de station de base, Bayly était intrigué. Au départ, il pensait que l'absence de stations de base de l'UNAVCO au Canada rendrait la carte impossible à utiliser. Cependant, au fil de ses recherches, il a découvert le service NTRIP du BKG et ses stations de base dans le monde entier, aussi à Calgary où il vit. C'est alors qu'il a décidé d'essayer le SparkFun GPS-RTK.

#2. Utiliser le GPS u-blox pour une plus grande précision

Anker Berg-Sonne a remarqué que le temps passé à écrire des données dans la micro-SD était critique. Pour que l'Arduino Mega 2560 puisse suivre le flux de données à 10 Hz du GPS, il a dû effectuer un décodage minimal, réduire au maximum les messages envoyés par le GPS et envoyer les données à la micro-SD avec le moins de traitement possible.

Le suivi des données d'autocross représente un défi unique, car le circuit des cônes change à chaque course. Berg-Sonne a donc fait fonctionner l'enregistreur en deux modes. Dans l'un, il a marqué les coordonnées GPS du circuit des cônes en appuyant sur un bouton de l'enregistreur à chaque position de cône. Dans l'autre, les données étaient enregistrées chaque fois que la vitesse de la voiture dépassait 15 km/h.

« Utiliser la vitesse des voitures pour déclencher l'enregistrement s'est avéré efficace », constate Anker. « La plupart des enregistreurs de données commerciaux exigent que vous activiez et désactiviez manuellement l'enregistrement, ou que vous marquez très soigneusement le début et la fin du parcours pour activer et désactiver l'enregistrement. L'autocross est très intense et il est très facile d'oublier de démarrer l'enregistreur au début d'un parcours ! Avec mon enregistreur, vous n'avez pas à vous en inquiéter ».





Accessoires

Vous recherchez les principaux accessoires mentionnés dans cet article ?

Voici ce que proposent SparkFun et Elektor !



GNSS Multi-Band Magnetic Mount Antenna - 5m (SMA)

www.elektormagazine.fr/esfe-en-diygnss1

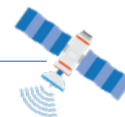


SparkFun 915 MHz radio module

www.elektormagazine.fr/esfe-en-diygnss2



Note: si nécessaire, remplacer le module radio SparkFun 915 MHz [16] par un type 868 MHz équivalent.



(fig. 30). Et si jamais le programme s'arrête ou se plante pour une raison quelconque, le programme devrait, toutes les heures, redémarrer STRSVR, s'il n'est pas déjà en cours d'exécution.

Une fois votre tâche définie, réinitialisez votre mini-PC et vérifiez qu'il démarre automatiquement STRSVR et commence à émettre.

Déploiement !

C'est tout ! Vous devriez maintenant pouvoir pointer le client NTRIP de votre choix sur RTK2GO.com, port 2101, avec votre point de référence et votre mot de passe et recevoir les données de correction de votre base vers un nombre quelconque de récepteurs sur le terrain dans un rayon de 10 km de votre base. Nous conseillons vivement SW Maps [19] (fig. 31) car il est

incroyablement facile de récupérer les données de correction de RTK2GO sur le réseau cellulaire et de les renvoyer automatiquement à un ZED-F9P configuré en récepteur. La mise en place d'une station de base de correction dédiée peut être un peu laborieuse, mais avec la bonne configuration, la base devrait fonctionner pendant plusieurs mois ou années sans supervision. J'ai eu beaucoup de plaisir à apprendre sur RTK et la topographie, mais j'ai appris aussi à me contenter de ne pas savoir où exactement **tel** endroit se trouve dans le monde. L'espace est relatif et changeant, tout comme le temps. La plaque tectonique nord-américaine se déplace de 2 cm par an [20]. Il faut savoir profiter du moment présent. ►

200660-03

(VF: Denis Lafourcade)



u-blox and SparkFun

Les techniques sont complexes, et pour obtenir des produits utiles, les entreprises doivent coopérer. Depuis plusieurs années, SparkFun s'est associé à u-blox pour la conception innovante de cartes de positionnement, de communication et de chronométrage. u-blox a toujours repoussé les limites de l'innovation et SparkFun facilite l'utilisation de sa technologie et accélère le prototypage et la R&D.

LIENS

- [1] Données de correction du RTCM accessibles au public : <https://bit.ly/SF-RTCM-correction>
- [2] Créez votre propre base temporaire : <https://bit.ly/SF-rover-base>
- [3] Pour commencer avec U-Center : <https://bit.ly/SF-U-Center>
- [4] Tutoriel : Qu'est-ce que le GPS RTK ? : <https://bit.ly/SF-GPS-RTK>
- [5] Mise en place d'un système RTK de base pour les récepteurs : <https://bit.ly/SF-rover-base>
- [6] L'excellent HowTo de Gary Miller sur les PPP : <https://gpsd.gitlab.io/gpsd/ppp-howto.html>
- [7] Le PPP d'Emlid : <https://docs.emlid.com/reachrs/common/tutorials/ppp-introduction/>
- [8] Suelynn Choy au sujet de GNSS PPP : <https://bit.ly/GNSS-PPP>
- [9] Antenne U-Blox : <https://www.elektormagazine.fr/esfe-en-diygnss1>
- [10] RTKLIB: <http://www.rtklib.com>
- [11] rtklibexplorer: <http://rtkexplorer.com/downloads/rtklib-code/>
- [12] Service CSRS-PPP : <https://bit.ly/NRCAN-PPP>
- [13] OPUS: <https://www.ngs.noaa.gov/OPUS/>
- [14] ECEF: <https://en.wikipedia.org/wiki/ECEF>
- [15] Coffret « Orbit » étanche : <https://bit.ly/orbit-enclosure>
- [16] Module radio SparkFun 915 MHz : <https://www.elektormagazine.fr/esfe-en-diygnss2>
- [17] Configuration radio sur une fenêtre de terminal : <https://bit.ly/ardupilot-radio>
- [18] Réglage de la radio AIR_SPEED : <https://bit.ly/google-sw-maps>
- [19] SW Maps: <https://bit.ly/google-sw-maps>
- [20] Mouvement des plaques tectoniques en Amérique du Nord : <https://bit.ly/nrcan-tectonic>

Espace Elektor en ligne pour l'article :

www.elektormagazine.fr/esfe-en-diygnss



Grrr. Vous êtes resté coincé ?

Vous aimez nos projets d'impression Elektor mais vous avez besoin d'aide ou vous avez une idée, une question ou un commentaire sur un article ?

Pas de soucis. Les ingénieurs d'Elektor, les rédacteurs et les membres de la communauté sont également actifs sur les **médias sociaux**.

Vous pouvez nous trouver ici :



www.elektor.fr/FB



www.elektor.fr/TW



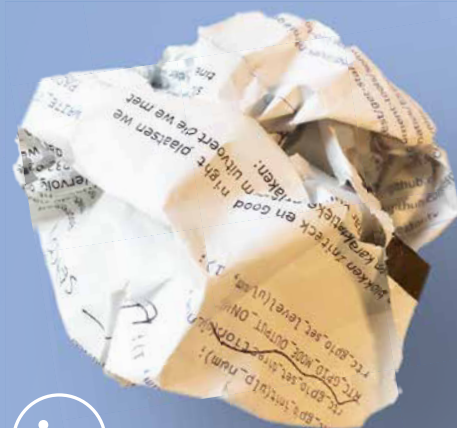
www.elektor.fr/YT



www.elektor.fr/insta



www.elektor.fr/LI

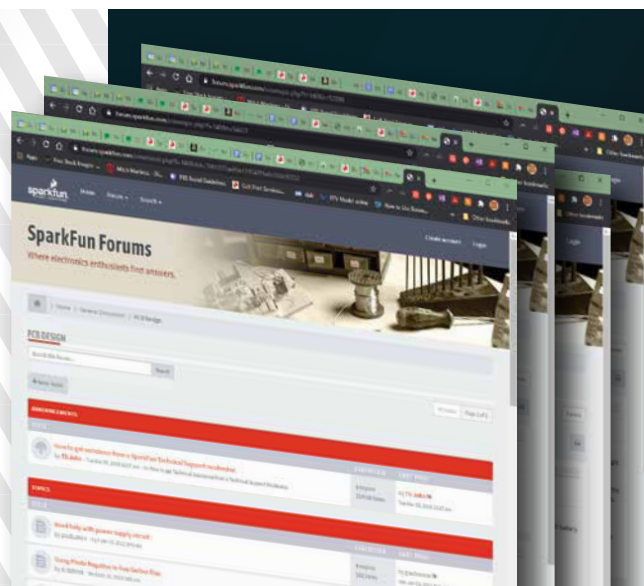


elektor
design > share > sell

FORUMS SPARKFUN

Connecte-toi pour discuter d'un problème à résoudre ou d'une solution à partager

Tu as besoin d'assistance technique ou d'aide sur un projet ? Consulte les forums de SparkFun ! Les forums sont le lieu par excellence pour l'interaction avec d'autres personnes travaillant sur leurs projets, ou pour poser des questions à l'équipe de SparkFun sur un produit que tu as acheté ou un problème que tu as rencontré.



CONSULTE LES FORUMS

www.forum.sparkfun.com

sparkfun
START SOMETHING