

## Rapport du stage RTKLIB Touchscreen

Juillet-Août 2017



## Table des matières

Présentation.....	3
Contexte.....	3
Objectif.....	3
Configuration .....	4
Démarche.....	4
Découverte.....	4
Approfondissement .....	5
Finalisation.....	5
Résultats .....	6
Rover .....	6
Single.....	6
SBAS .....	6
DGPS.....	7
PPP Static .....	7
RTK Static .....	7
RTK Kinematic .....	7
Base.....	8
Synthèse des résultats .....	8
Améliorations.....	9
Conclusion.....	10
Remerciements.....	10
Annexe .....	11

## Présentation

---

Ce projet s'est déroulé dans le cadre d'un stage à Forcalquier dirigé par l'ENSG, d'une durée de trois semaines, sous la tutelle de Jacques BEILIN. Il a été réalisé par trois élèves en première année de formation ingénieur.

## Contexte

---

Les récepteurs GNSS, que ce soit de type GPS ou GALILEO, sont devenus de plus en plus courant dans la vie quotidienne. On peut en distinguer deux grands types : les récepteurs professionnels et les grands publics utilisés dans les smartphones ou les GPS de navigation. Chacun a ses avantages et inconvénients. Le professionnel, bien qu'ayant une précision centimétrique, a un prix élevé, autour d'une dizaine de milliers d'euros. Une puce GNSS basique (incluse dans un smartphone) est facile d'accès se situant autour d'une dizaine d'euros, mais ne localise qu'à la dizaine de mètres près.

Pourtant, des solutions low-cost de récepteurs commence à voir le jour suite à l'apparition des puces u\_blox et des cartes Raspberry Pi.

## Objectif

---

Ce projet s'intéressera à l'évaluation d'un récepteur low-cost, simple d'utilisation et constructible facilement par tous, nommé RTKBase Touchscreen. Nous nous intéresserons à son mode d'utilisation, à sa précision, et à sa robustesse dans différents types de milieux. Nous nous demanderons aussi s'il s'agit d'une bonne alternative à ce qui existe. Deux versions du logiciel de l'appareil ont été développées par des élèves du Mastère Spécialisé en Photogrammétrie, Positionnement et Mesure de Déformations (PPMD). Nous utiliserons ici la version de Vladimir car c'est la plus stable à ce jour.

## Configuration

---

Pour obtenir nos résultats, nous avons procédé de deux manières : soit en utilisant la fonction « save point », soit en modifiant les fichiers de configuration.

- La fonction save point est modifiable directement lors d'une acquisition en mode rover. Il suffit d'aller dans « save options », puis de sélectionner la durée de prise et le nombre de points à prendre dans cette durée.
- Pour modifier les fichiers de configuration, il faut aller dans le bureau du Raspberry Pi et ouvrir l'explorateur de fichiers, puis aller dans le dossier les contenant. Suite à cela, utiliser un clavier branché par port USB ou utiliser le clavier tactile pour modifier les fichiers.

Toutes les aides sur ce sujet sont disponibles sur le GitHub du projet.

## Démarche

---

### Découverte

---

La première étape fut de se familiariser avec le récepteur. Pour ce faire, nous avons effectué quelques tests préliminaires au centre IGN, en utilisant la fonction « save point » sur des points connus, puis nous avons fait la moyenne des coordonnées obtenues. Nous avons ensuite comparé cette moyenne aux valeurs fournies dans la fiche référence du centre, valeurs dont la précision est centimétrique.

A partir de ce point, nous avons gardé l'idée de faire la moyenne des valeurs des coordonnées pour nos prochaines mesures. Nous avons aussi voulu obtenir les données brutes en modifiant les fichiers de configuration, ce qui nous a permis d'obtenir par la suite les fichiers .pos, regroupant tous les points calculés par le Touchscreen, c'est-à-dire un point toutes les 0.2 secondes. Ces fichiers .pos, bien que plus adapté au post-traitement ne nous ont pas fourni les données brutes. Nous avons ensuite effectué des tests sur les modes Single et PPP Static aux mottes et au centre sur des points connus, nous permettant d'effectuer une première évaluation de la précision de ces modes.

Nous nous sommes intéressés au code dès les premiers jours. Nous souhaitons obtenir les données brutes, permettant de déterminer l'exactitude du calcul et de la puce GNSS de manière séparée car n'étant pas impactées par le traitement par RTKlib. De plus, concernant le mode PPP Static, nous avons remarqué qu'il fallait un accès Ethernet pour que les comparaisons avec une base préétablie soient réalisées. Cependant, les résultats ont montré que cette méthode fonctionnait correctement, de manière très surprenante, sans cet accès.

## Approfondissement

---

Une des étapes suivante dans notre approche du projet consista à comparer les données d'un récepteur GNSS SP80 avec celles du Touchscreen sur des points connus, tout en faisant des points en mode SBAS. De plus, nous avons fait des calculs de distance en laissant un récepteur en tant que base au centre, et en emmenant un autre sur des bornes géodésiques situés jusqu'à 30 km de distance. Nous avons aussi testé le RTK Static et le DGPS, utilisant la base pour fonctionner. Pour déterminer la précision du RTK Kinematic, nous avons utilisé une ligne de points connus, et avons déterminé la distance de chacun des points calculés par rapport à cette ligne.

Lors de l'analyse des résultats nous avons remarqué que les coordonnées que nous avons obtenu via les calculs précédents n'étaient pas correctes : nous n'avons pas fait le changement de système de référence entre WGS84 et RGF93, et nous n'utilisons pas la projection Lambert-93 dans laquelle étaient les coordonnées des points connus. Dans le même temps, il nous a paru plus adapté et plus parlant de s'intéresser aux écarts entre chaque point et la valeur de référence plutôt qu'à cet écart avec la moyenne. Cela nous a permis de calculer facilement des écarts-types, et de déterminer les écarts maximaux. Nous avons donc refait les calculs sur nos données précédentes pour améliorer nos résultats. Dans le cadre des mesures lié au PPP Static, nous avons configuré un compte Ntrip, permettant d'avoir accès à une station fixe de référence. L'idéal étant qu'elle soit la plus proche de l'endroit où les mesures sont faites. Dans notre cas, elle est située à Marseille, il s'agit de MARS0, mais n'avons pas réussi à l'exploiter.

## Finalisation

---

Durant nos derniers jours de projet nous nous sommes concentrés sur le fait de répondre aux attentes de nos commanditaires en terme de rendu. Le travail s'est alors partagé entre la création du script de la vidéo, l'écriture du rapport de stage et de l'apport au wiki du projet par le biais de recommandations d'utilisation. Par la suite, la vidéo fut tournée et le son enregistré à l'aide d'un micro sous forme de voix off, plus intelligible.

## Résultats

---

Tous les résultats ont été obtenus en configurant les fichiers de chaque rover pour obtenir tous les points calculés par le Touchscreen. Les calculs ont été effectués en utilisant la fonction RTKnavi de RTKlib. Cependant le boîtier n'ayant pas compilé les fichiers apportant les corrections externe (type d'antenne, position des stations utilisées, fichiers de commande de correction pour le RTK), les positions et exactitudes trouvées sont, par conséquent, faussées. Les méthodes de calculs propre à RTKnavi permettent cependant d'exploiter la précision par les écarts types de nos mesures.

Excepté pour les deux modes RTK Static et Kinematic, ces précisions nous confirment que chaque mode de mesure est effectué correctement. Les valeurs de ces précisions sont fournies en annexe de ce rapport.

## Rover

---

Il y a six types de rover différents, dont leur fonctionnement et leurs résultats sont expliqués ci-dessous.

### Single

---

Le mode Single est un mode de positionnement direct. A la réception des données GNSS, il y a une phase de traitement par RTKlib, sans apporter de correction. Ainsi, chaque mesure a une précision à peu près égale. En revanche, les résultats montrent que la position varie autour d'un point fixe. Le logiciel, en utilisant « save point », fait la moyenne de plusieurs d'entre eux. La qualité de ce point ne varie que peu, allant de 20 cm à 1.3 m en coordonnées planes, mais pouvant aller jusqu'à 3 m en Altitude. Les écarts entre chaque point et les coordonnées de référence vont jusqu'à 2.5m en planimétrie et 5m en altimétrie. Si le masque est fort, la moyenne ne change pas, mais les écarts-types risque de rapidement grossir, demandant un plus grand temps de prise pour avoir des résultats plus cohérents.

### SBAS

---

Le mode SBAS Satellite-Based Augmentation System est un mode de positionnement pour lequel une correction distincte est disponible pour chaque source d'erreur plutôt que pour l'effet total sur la portée de mesure de l'équipement de l'utilisateur. Le SBAS calcule les erreurs suivantes : l'erreur ionosphérique, les erreurs de chronométrage du GPS et les erreurs d'orbite obtenues des stations géostationnaires de référence.

Les résultats des tests sont intéressants, l'exactitude entre les coordonnées mesurées et les coordonnées de référence est de l'ordre du mètre au Nord, ne dépasse pas 0,5m à l'Est et reste de moins de 3m en altimétrie.

### DGPS

---

Le DGPS (Differential GPS) est un mode de positionnement consistant en un calcul différentiel entre notre GPS et une station de base dont on connaît les coordonnées. La confrontation des observations mesurées par la base et les observations théoriques permet la récupération des résidus qui sont propagés au mobile. On peut ainsi connaître sa position. En théorie, le positionnement est précis, et est robuste à la distance.

Pour les résultats planimétriques l'écart n'est supérieur au mètre, voire inférieur à 0,5m pour la composante en Est. En altimétrique, l'écart le plus grand est de 1,5m.

### PPP Static

---

Le mode PPP Static est un mode de positionnement direct. Le PPP associe des horloges précises et des orbites qui permettent d'obtenir une position précise avec un seul récepteur. Le NTRIP permet la récupération de ces données GNSS. Cependant, afin d'y avoir accès, une connexion internet est nécessaire.

Les résultats des tests sont les suivants, la précision entre les coordonnées mesurées et les coordonnées de référence est de 2m au nord, 1m à l'est et reste autour de 3m en altimétrique.

### RTK Static

---

Le mode RTK Static est un mode de positionnement composé d'une station de base et de stations mobiles. La base reçoit des données d'un satellite, le mobile également, de même avec un second satellite, on effectue alors une double différence entre ces données.

Nous avons réalisé un test dont le but était de constater l'influence de la distance sur la précision des mesures. Les résultats du test effectué sont les suivants, la précision entre les coordonnées mesurées et les coordonnées de référence est de 1,5m en altimétrique et est d'un peu moins de 1m en planimétrique.

Plus le point est à une altitude élevée et donc avec un masque réduit, meilleure est la précision.

Si le masque est important les écarts-types sont forts. Une solution pour les réduire, et donc de gagner en exactitude, est d'augmenter le temps de mesure, qui était ici de 5 minutes par point.

### RTK Kinematic

---

Le RTK kinematic fonctionne tout comme le RTK Static, à la différence que ce dernier est à utiliser si l'on veut se déplacer dans l'espace. Il a une exactitude allant jusqu'à 3m en terrain dégagé et 5m en terrain masqué pour chaque point en planimétrique, allant jusqu'à 10m en altimétrique. En revanche, la moyenne de ces écarts en planimétrique ne dépasse pas les 1.5m, celle en altimétrique reste de l'ordre de 3m.

## Base

Le fonctionnement de la base est assez simple. Il faut d'abord faire une acquisition de données en mode rover pour obtenir les coordonnées du point sur lequel la base est placée. Suite à cela, brancher l'émetteur à la base et le récepteur à l'autre Touchscreen qui jouera le rôle du mobile. La base est indispensable pour le DGPS, le RTK Static et le RTK kinematic. Théoriquement, sa portée d'émission est d'après la documentation de 70 km, mais nous n'avons pu vérifier que jusqu'à 30 km.

## Synthèse des résultats

		Single	SBAS	PPP Static	DGPS	RTK Static	RTK Kinematic
<b>Ecart-type</b>	<b>Est</b>	0.8	0.5	0.1	0.5	0.2	/
	<b>Nord</b>	0.8	0.5	0.2	0.5	0.2	/
	<b>Altitude</b>	1.5	1.0	0.5	1.0	0.5	/
<b>Avantages</b>		-Le plus rapide à mettre en place.	-Plus précis que le mode single	- Le meilleur rover en terme de précision sans base	-Peut-être utilisé malgré un masque important.	-(should be ) the best type of acquisition.	-permet de déterminer une trajectoire
<b>Inconvénients</b>		-Pas de correction appliquée	acquisition plus longue	-Nécessite une connexion internet et un compte NTRIP	-Nécessite une base pour fonctionner	- Nécessite une base pour fonctionner -perd de son efficacité sous masque ou acquisition trop longue	- Nécessite une base pour fonctionner -fonctionne plus efficacement sur des trajectoires rectilignes

## Améliorations

---

Suite à l'analyse de nos résultats, on remarque que l'erreur altimétrique est assez élevée. Une estimation du centre de phase de l'antenne pourrait permettre de diminuer cette erreur.

On remarque sur plusieurs résultats de test que l'écart-type par rapport aux coordonnées Nord est deux fois plus grand que celui en Est, ceci n'a pas pu être vérifié par manque de temps. Peut-être faudrait-il revoir la méthode de calcul qui semble être une source d'erreur. Dans les fichiers de configuration il serait appréciable de pouvoir choisir en output les données brutes pour effectuer manuellement les traitements et les comparer aux résultats rendus automatiquement. Ceci permettrait de se pencher sur le rcm qu'envoie la base au rover.

La plupart des bugs trouvés pendant le projet, a été transmis et réglé depuis cependant on peut noter que lorsqu'on utilise le clavier virtuel depuis l'interface du Raspberry Pi, les icônes sur le bureau ne s'affichent plus.

Les batteries de caméscope utilisées constituent une dépense conséquente et il n'est pas forcément aisé de se les procurer. Une alternative pourrait être de les remplacer par des batteries 18650 simples à assembler, à commander sur internet.

Au niveau du boîtier, l'ajout d'une pile plate interne semble nécessaire pour limiter les erreurs d'encodage.

Un test pouvant être intéressant à effectuer serait de tester le mode precise plutôt que broadcast pendant les mesures en mode PPP Static.

Par manque de temps, les tests des configurations de RTKlib n'ont pas pu être réalisés.

### Proposition de projet:

Ajouter une connexion 3G à l'appareil qui permettrait l'accès à un système de correction des données. Ajouter nouveau module qui à la fin de la session de mesures effectue un calcul en ligne afin d'obtenir les coordonnées de référence sur le chantier. Ceci nécessite l'ajout du module console RNX2RTKP et de modifier le principe des bases. Il faudrait pouvoir lancer la base sur une heure pleine et récupérer ensuite les données du RGP par internet afin d'effectuer un calcul interne. Si le temps de pose de base est augmenté, le calcul de cette dernière est plus précis par l'apport des données mise à jour. Cela impliquerait aussi une conversion de l'ensemble des données reçues en série en rinex.

## **Conclusion**

---

En conclusion de ce projet, nous pouvons dire que nous avons réussi ce qu'il était possible de faire dans le temps imparti. En effet, ce projet représente une grande charge de travail sur seulement 3 semaines.

L'accessibilité à la machine nous a permis d'élargir le champ de nos connaissances en dehors des choses apprises durant les deux stages de géodésie où nous avons utilisé des gps "classiques".

Un des intérêts de ce projet est que nous avons été amené à réfléchir en terme de communication sur ce qui a été fait, non seulement pour créer la vidéo mais aussi simplement lors de nos contacts avec les concepteurs de nos GPS. Nous tenons d'ailleurs à saluer le fait que nos échanges avec les concepteurs Francklin et Jean-Yves ont été excellents, car nous avons bénéficié d'une grande réactivité de réponse de leur part face à nos interrogations.

Malheureusement, de nombreux points restent encore inexplorés par manque de temps. Ce fut un réel plaisir de participer au cycle de développement de cet objet.

## **Remerciements**

---

Nous tenons à remercier Francklin N'GUYEN et Jean-Yves PERRIN, les développeurs des dispositifs GPS que nous avons pu tester, pour leur collaboration sans réserve, et également notre professeur référent Jacques BEILIN pour son aide et ses conseils durant toute la réalisation de ce projet.

## **Annexe**

---

Vous trouverez en annexe :

- Un graphe montrant pour chaque point et chaque mode d'acquisition la précision résultante
- Un graphe montrant pour chaque point et chaque mode d'acquisition la valeur des écart-types
- Une représentation de nos résultats de mesures en mode RTK Kinematic
- Les recommandations d'usage et de paramétrage du matériel (en anglais) qui vont faire partie du wiki existant