



Evaluation de la qualité du RTK libre Centipède

N°version	Rédacteur	Description	Date
0	Aline Dupont	Première version	26/05/2021
1	Aline Dupont	Ajout d'une évaluation de la stabilité de connexion base/caster. Modifications ponctuelles	10/08/2021

1. Contexte

Une partie des réseaux RTK radio proposés par les concessions ou les coopératives est sur le point de devenir obsolète : le matériel devient vieillissant et coûteux à remplacer et maintenir. Certains de ces organismes ont donc fait le choix d'arrêter la maintenance des réseaux RTK radio incitant les agriculteurs à changer pour du RTK GSM. Sur le même principe que le RTK radio, le RTK GSM permet d'obtenir une précision de positionnement de 1 à 2cm en utilisant des bases de référence au sol dont on connaît précisément la géolocalisation. La position réelle des bases de référence est comparée continuellement à la position de la base donnée par les satellites, une correction est calculée et envoyée au système de guidage via Internet par la téléphonie mobile (le RTK radio était quant à lui envoyé sur une fréquence radio dédiée).

Le RTK GSM nécessite un abonnement annuel auprès d'un fournisseur de données qui peut varier de 450€ à plus de 1000€ pour certains. Une offre concurrente, libre et gratuite, a fait son apparition récemment : le réseau Centipède. Le réseau Centipède est un projet libre et collaboratif initié par l'INRAE qui met à disposition des plans pour auto-construire des bases de référence RTK GSM. Les corrections provenant des bases construites par les membres du réseau sont accessibles librement par les utilisateurs autour de cette base. Il suffit donc d'avoir une base de référence Centipède proche de son exploitation pour bénéficier d'un signal RTK GSM libre et accessible gratuitement.

Ce fonctionnement a suscité l'enthousiasme et en quelques mois une centaine de bases se sont montées sur la France entière. La Chambre d'agriculture de la Somme a installé en juin 2020 quatre bases de référence (Amiens, Abbeville, Villers Bocage, Estrées Mons) qui couvrent le département de la Somme. Un RTK GSM est donc accessible gratuitement sur tout le département pour les agriculteurs et organismes équipés d'un système de guidage ou système piéton RTK. D'autres organismes et agriculteurs ont également construit leur propre base de référence Centipède pour densifier le réseau.

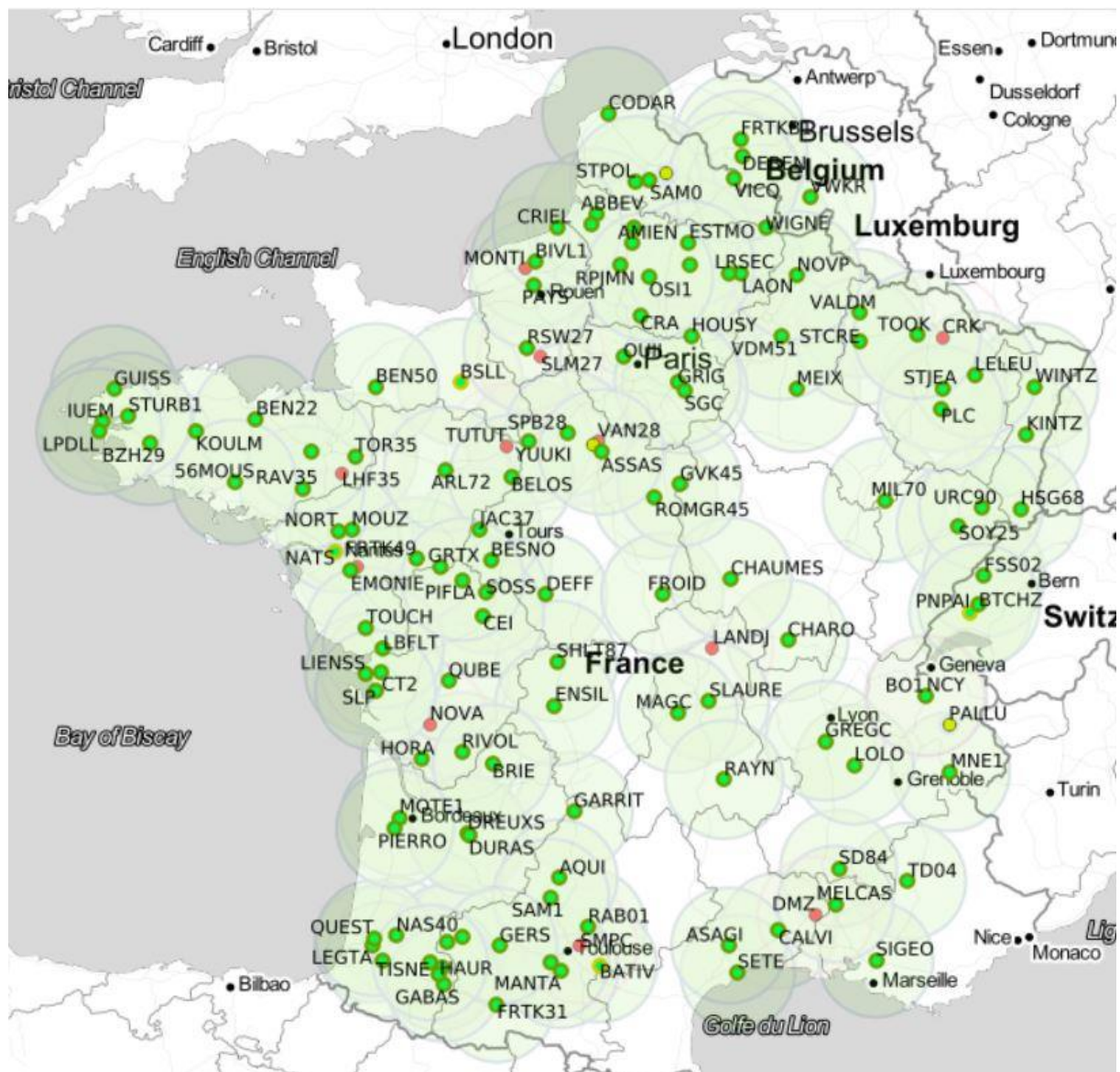


Figure 1 : Carte de France avec la localisation des bases Centipède¹ (mai 2021)

Ce nouveau système, très attractif, va bouleverser les offres des concessions et constructeurs sur le guidage RTK. Il se pose alors la question de la fiabilité et de la qualité de cette correction RTK. Le réseau Centipède est-il équivalent à une correction RTK par abonnement comme Orphéon (distribuée par de nombreuses concessions), VRS-Tech (distribuée par Trimble), Téria ou encore Leica (distribuée par John Deere) ?

Pour répondre à cette question, la Chambre d'agriculture de la Somme a mis en place des tests de qualité du réseau Centipède, présenté ci-dessous.

¹ Centipede RTK. « Le Réseau Centipede RTK ». <https://docs.centipede.fr/>

2. Evaluation de la qualité

La qualité d'un signal RTK peut être définie par trois composantes : la précision, la répétabilité et la stabilité. L'objectif est de mesurer la qualité du signal RTK Centipède par rapport à un signal RTK du commerce. Nous utiliserons Orpheon comme signal du commerce de référence, il est en effet un des leaders du marché Français. Nous étudierons les deux signaux sur les trois composantes citées.

a) Protocole d'évaluation de la précision

Les bases Centipède de la Somme sont toutes équipées d'un module de géolocalisation multibande RTK ZED F9P. La précision de positionnement du ZED F9P est de l'ordre $1\text{cm} + 1\text{ppm CEP}^2$ ce qui signifie $1\text{cm} + 1\text{mm}$ par kilomètre. Donc lorsqu'on s'éloigne de 10km de la base, on a une précision en théorie de 2cm . En règle générale, la précision de positionnement liée aux systèmes RTK est de l'ordre de $1\text{cm} + 2\text{ppm CEP}^3$ soit 3cm à 10km de la base, en théorie. Les objectifs de cette évaluation sont à la fois de valider la qualité de précision donnée dans les caractéristiques des modules F9P contenus dans les bases Centipède mais aussi d'étudier la précision de Centipède par rapport à un leader du marché RTK.

La précision du signal peut être mesurée en comparant la localisation donnée par Centipède et Orphéon sur un point dont on connaît les coordonnées GPS comme par exemple une borne géodésique. Une borne géodésique est un repère permanent (borne, clocher, antenne...) dont on connaît précisément la longitude, la latitude et l'altitude. Il y a en a plus de $80\,000$ en France⁴. Ces points servent de repère aux géomètres, architectes, topographes...pour caler avec précision leurs projets. La fiche descriptive de chaque borne est répertoriée et mise à disposition par l'IGN.



Figure 2 : Photo d'une borne géodésique

² « ZED-F9P Integration Manual », s. d., 7.

³ « Real-Time Kinematic Positioning ». In Wikipedia, 21 juin 2021.

https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Real-time_kinematic_positioning&oldid=1029712619.

⁴ Les points géodésiques | Géodésie, https://geodesie.ign.fr/index.php?page=points_geodesiques

Cinq bornes géodésiques réparties sur tout le département ont été choisies pour pouvoir tester différentes bases à proximité. Les relevés ont été effectués avec une canne GPS piéton qui nous semblait être l'outil le plus pertinent à utiliser pour faire des mesures sur un point donné.

Le tableau suivant représente les bornes géodésiques choisies pour tester la précision de Centipède et la distance de chaque borne avec les différentes bases disponibles en octobre 2020, au moment où le test a débuté. Nous testerons la précision uniquement sur les bases situées à une distance inférieure à 60km. Au-delà de 60km les rayons de courbure de la Terre ont trop d'influence sur la visibilité des satellites en commun entre la base et le récepteur, la précision est alors trop faible pour que la correction soit considérée comme du RTK exploitable par un système de guidage.

Borne	Ville	ABBEV	AMIEN	ESTMO	LRSEC	RPJMN	SAM80	SIM80	VILBO
1	Flaucourt	77.6km	41.2km	12.1km	58.8km	58.8km	59.1km	80.3km	41.3km
2	Eaucourt-sur-Somme	5.8 km	37.4km	84.8km	129.9km	46.6km	57.9km	10.0km	31.5km
4	Mezières-en-Santerre	62.9km	20.2km	35.3km	74.4km	32.6km	67.2km	62.5km	29.2km
6	Thieulloy-l'abbaye	33.4km	25.6km	77.6km	117.6km	20.1km	75.6km	26.3km	32.7km
7	Saint-sauveur	34.1km	10.7km	57.0km	101.3km	31.3km	52.5km	35.2km	6.9km

Figure 3 : Tableau récapitulatif des distances entre les différentes bases Centipède et les bornes, en vert : bases qui seront testées

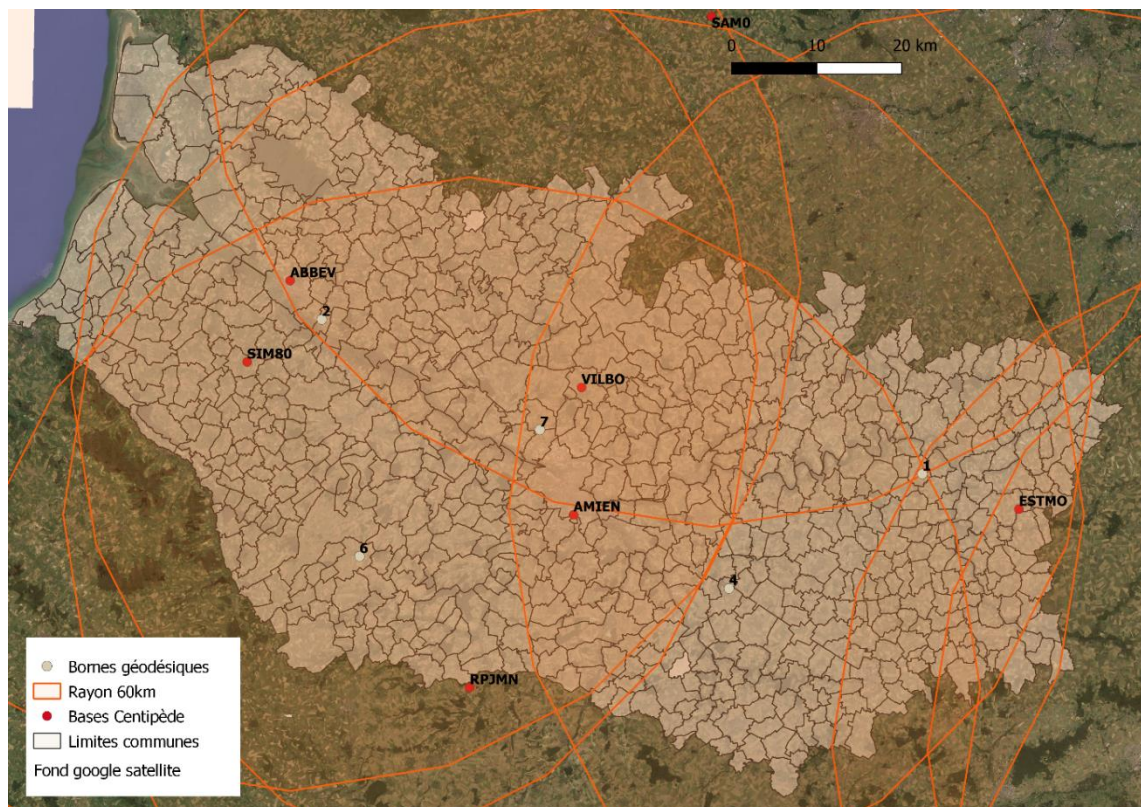


Figure 4 : Carte de la localisation des bornes géodésiques, des bases Centipède de la Somme et leur rayon de couverture (octobre 2020)

On relève donc la position de la borne avec la canne GPS piéton en utilisant les bases Centipède à proximité et le réseau Orpheon (les paramètres du GPS sont changés entre chaque relevé). Pour rester au plus proche des conditions d'utilisation habituel sur terrain nous effectuons des relevés en mode ponctuel et non continu. On obtient alors une position estimée de la borne pour chaque base Centipède et Orpheon qu'on compare avec la position absolue de la borne donnée par l'IGN. Les mesures retenues sont la distance entre la position réelle de la borne et la position donnée par la base ainsi que la distance entre la position de la borne donnée par la base Centipède avec celle d'Orphéon.

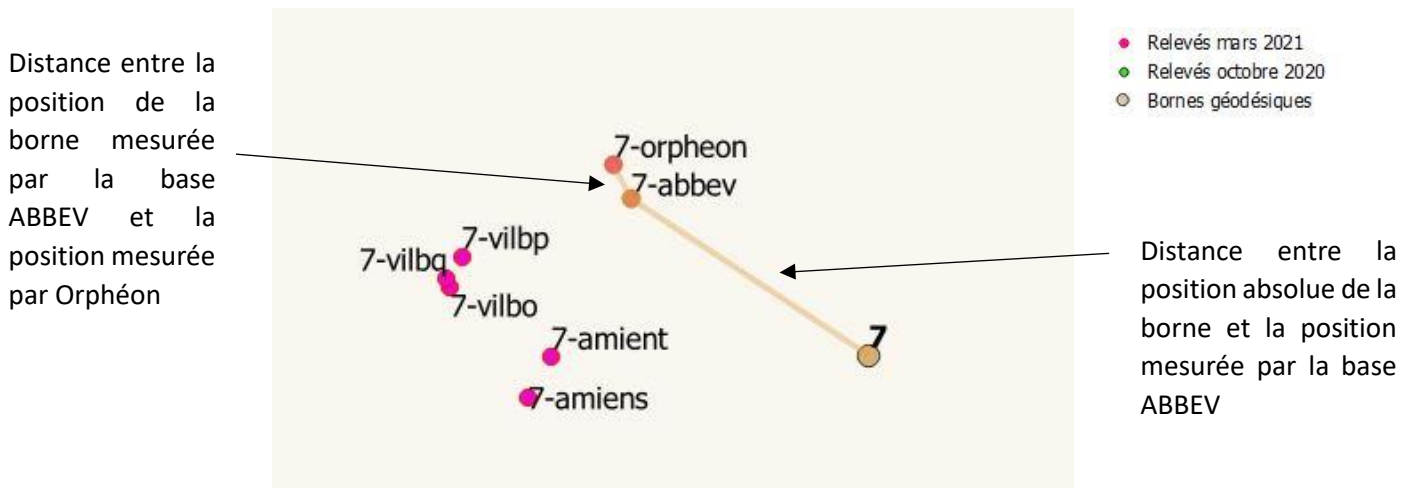


Figure 5 : Exemple des mesures de précision relevées sur la borne

On représente les résultats par borne géodésique avec la moyenne des mesures, le minimum, le maximum. Si au bout de 5 minutes nous n'arrivons pas à nous connecter à la base Centipède ou que la connexion ne se fixe pas (float) nous arrêtons la mesure et notons un refus de connexion. Le nombre de refus est également renseigné dans les résultats.

b) Protocole d'évaluation de la répétabilité

On répète le protocole établi pour l'évaluation de la précision (ci-dessus) une fois par mois pendant 6 mois. Pour chaque base utilisée, on mesure la distance entre la position de la borne donnée par la base à l'instant t et la position de la borne donnée par la base à l'instant t + 1 mois.

La moyenne des distances mesurée au fil des mois permet de rendre compte de la répétabilité pour une base Centipède donnée.

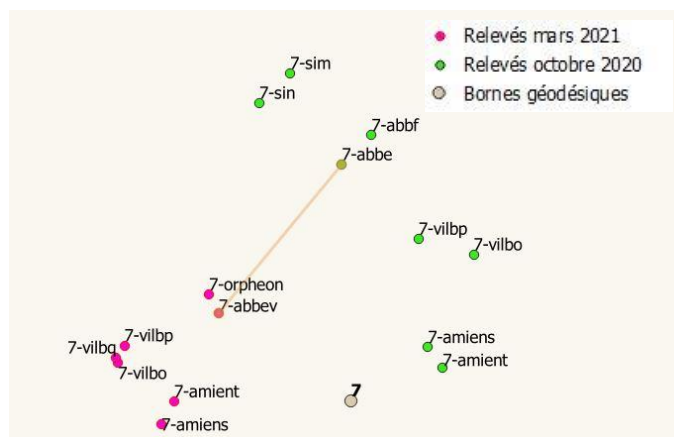


Figure 6 : Exemple de la mesure de répétabilité relevée pour la base ABBEV

c) Protocole d'évaluation de la stabilité

Par stabilité du RTK on entend ici la capacité de l'antenne du tracteur à recevoir du RTK sans interruption afin d'assurer le guidage. Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de l'interruption de l'émission du signal RTK :

Du côté de l'utilisateur (tracteur) :

- Une mauvaise connexion à Internet : ce problème est lié à une mauvaise connexion au réseau 2G/3G liée à la carte SIM, la couverture par l'opérateur téléphonique ou encore l'affluence sur le réseau.
- Un problème lié au matériel GPS et guidage du tracteur : problème de paramétrage, mauvaise réception GPS de l'antenne...

Du côté de la base :

- Une coupure de connexion entre la base et le caster : l'administrateur de la base peut rencontrer des problèmes avec son réseau Internet
- Un mauvais montage de la base peut occasionner une mauvaise précision voir ralentir le calcul de la correction RTK (le RTK reste en Float) il est alors impossible d'engager l'autoguidage

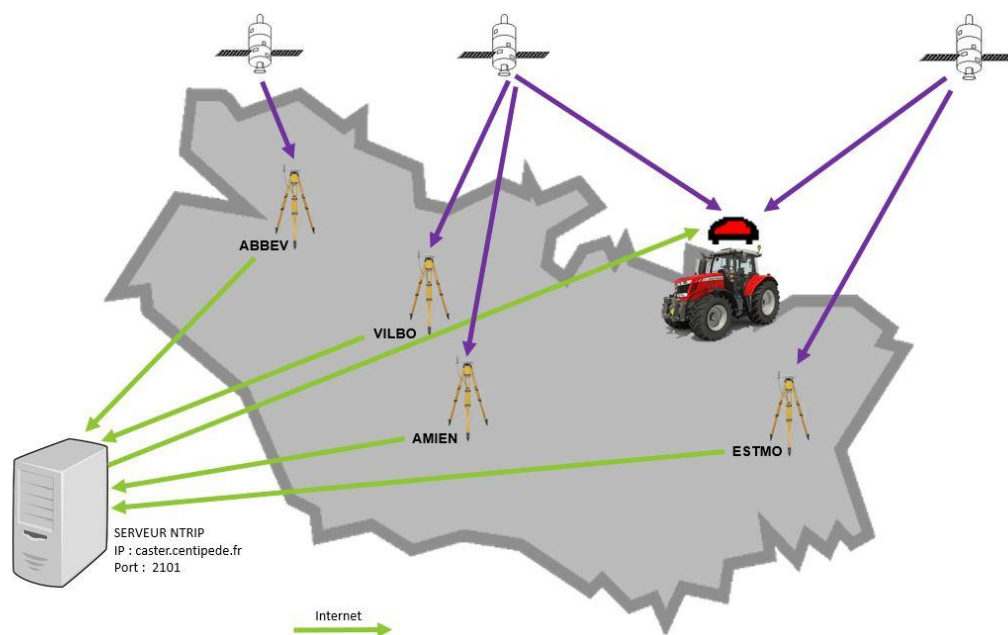


Figure 7 : Illustration de la transmission des données de correction RTK Centipède

Lorsque la base n'est plus reliée à Internet ou qu'elle présente des dysfonctionnements, elle ne peut plus émettre les données de corrections au serveur NTRIP Centipède (autrement appelé caster) donc l'antenne du tracteur (qui est connectée au caster) ne reçoit plus les données RTK.

L'objectif est d'étudier la fiabilité du réseau Centipède. Les problèmes liés à la partie concernant l'utilisateur du réseau ne remettent pas en cause la fiabilité de Centipède. Nous étudierons donc uniquement la connexion entre le caster et les différentes bases de la Somme. Depuis Août 2021, il est

possible d'accéder aux enregistrements des coupures de connexion entre le caster et chaque base Centipède via le site Internet <https://docs.centipede.fr/>. Pour chaque base nous établirons le nombre total de : coupures supérieures à une heure, coupures comprises entre une minute et une heure et jours concernés sur la période. Nous calculerons également pour une journée la durée et le nombre maximal de coupures ainsi que le temps médian des coupures.

Pour vérifier la bonne installation d'une base il est possible d'analyser la qualité de réception GPS. La communauté Centipède a partagé une procédure⁵ que nous utiliserons pour analyser la qualité GPS des bases ESTMO, VILBO, AMIEN et ABBEV.

⁵ <https://docs.centipede.fr/docs/rtkconv/>

c) Résultats

PRECISION ET REPETABILITE

	orpheon	estmo		amien		vilbo		rpjmn		lrsec		sam 80	
	borne	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon
Distance à la base		12.06km		41.25km		41.3km		58.8km		58.85km		59.15 km	
Nombre de refus de connexion	1 sur 5	1 sur 5		4 sur 5		4 sur 5		2 sur 2		5 sur 5		2 sur 2	
Distance max (cm)	6.04	5.29	5.08	4.19	1.30	7.24	12.82	non mesurable		non mesurable		non mesurable	
Distance min (cm)	4.18	3.60	0.39	4.19	1.30	7.24	12.82	non mesurable		non mesurable		non mesurable	
Moyenne dsitance (cm)	5.05	4.49	2.06	4.19	1.30	7.24	12.82	non mesurable		non mesurable		non mesurable	
Repetabilité (cm)	1.20	5.28		non mesurable		non mesurable		non mesurable		non mesurable		non mesurable	

Figure 8 : Tableau des résultats sur la borne géodésique de **Flaucourt**

A partir de janvier 2021, les tests n'ont pas pu être réalisés sur les bases n'appartenant pas à la Chambre d'agriculture (RPJMN, SAM80 et SIM80). En effet, une nouvelle mise à jour des bases a été mise à disposition par la communauté Centipède. Cette nouvelle mise à jour inclue un nouveau paramètre sur la base : l'information sur le type de récepteur. Pour les GPS piétons de marque propriétaire (comme c'est le cas pour celui de la Chambre d'agriculture) il est nécessaire de renseigner un message spécifique. Ce message a été renseigné sur toutes les bases appartenant à la Chambre d'agriculture cependant les autres administrateurs des bases de la Somme n'ont pas fait ce changement, n'étant pas nécessaire pour eux. Pour la prochaine mise à jour des bases, le message implémenté pour les GPS propriétaires sera une valeur par défaut. Deux relevés ont donc été effectués sur les bases RPJMN, SAM80 et SIM80 au lieu de cinq sur les autres bases.

Au vu du nombre de refus de connexion enregistré pour chaque base testée nous remarquons qu'au-delà de 40km de distance de la base il est difficile pour le récepteur de récupérer les corrections RTK. Centipède est un RTK classique, les corrections RTK sont calculées au niveau d'une base unique (et non d'un réseau de bases), la précision est donc directement dépendante de la distance entre le récepteur et la base. Plus l'on s'éloigne de la base, moins le récepteur et la base captent de satellites en commun, le calcul de la correction est plus long (float) et il perd en précision. Nous pouvons également ajouter que le GPS utilisé pour ces tests est un GPS piéton Trimble de plus de 5 ans qui s'est déjà révélé capricieux en terme de connexion à une base RTK. Ainsi, dans le secteur de Flaucourt, seul la base ESTMO peut être utilisée pour du guidage. On remarque que la position de la borne selon le réseau Orpheon et la position de la borne selon le réseau Centipède par la base ESTMO sont un peu éloignées de la position absolue de la borne (+/-5cm). Pourtant les positions données par les deux réseaux sont proches (+/-2cm). Cette différence peut être la conséquence du mouvement des plaques tectoniques dans le temps. Aucune information n'est donnée sur la date de relevé de position dans la fiche de renseignement de la borne géodésique. Si le dernier relevé de position date de quelques années

alors il pourrait y avoir une différence de quelques centimètres aujourd'hui qui pourrait expliquer la différence de distance entre les deux systèmes RTK Orphéon et Centipède par rapport à la position absolue de la borne.

	orpheon		abbev		sim 80		vilbo		amien		rpjmn		sam 80		
	borne	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon
Distance à la base		5.8km		10.08km		31.54km		37.44km		46.61km		57.96km			
Nombre de refus de connexion	1 sur 5	1 sur 5		0 sur 2		2 sur 5		1 sur 5		0 sur 2		1 sur 2			
Distance max (cm)	5.06	5.26	2.46	4.98	2.14	7.16	2.72	3.65	3.24	2.97	5.25	6.94	4.90		
Distance min (cm)	3.30	1.80	0.45	3.70	1.50	2.10	1.30	1.98	1.75	2.70	0.32	6.94	4.90		
Moyenne distance (cm)	3.97	3.71	1.77	3.56	1.88	3.69	2.30	3.19	2.87	2.56	2.52	3.97	2.95		
Repetabilité (cm)	5.38	5.55		7.12		7.45		4.32		5.36		non mesurable			

Figure 9 : Tableau des résultats sur la borne géodésique d'Eaucourt sur Somme

A moins de 20 km de la base, le relevé fait avec Centipède est très proche d'Orpheon (moins de 2cm). Orpheon et Centipède situent la borne à environ 4 cm de sa position absolue.

	orpheon		amien		vilbo		rpjmn		estmo		
	borne	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon
Distance à la base		20.2km		29.27km		32.6km		35.3km			
Nombre de refus de connexion	0 sur 5	2 sur 5		2 sur 5		0 sur 2		0 sur 5			
Distance max (cm)	4.64	3.81	2.94	3.63	1.98	3.44	2.26	5.85	7.09		
Distance min (cm)	2.03	3.51	0.56	3.14	0.84	3.42	1.21	3.19	1.19		
Moyenne distance (cm)	3.77	3.71	2.02	3.37	1.42	3.43	1.74	4.57	2.74		
Repetabilité (cm)	4.90	5.00		4.96		4.58		2.83			

Figure 10 : Tableau des résultats sur la borne géodésique de Mézières en Santerre

Encore une fois les relevés Centipède sont très proches de ceux d'Orpheon (2cm). La distance entre la position absolue de la borne et la position donnée par Centipède et Orphéon sont du même ordre de grandeur (4cm). La répétabilité est similaire pour Centipède et Orphéon, inférieure à 5cm.

	orpheon		rpjmn		amien		sim 80		vilbo		abbév	
	borne	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	
Distance à la base		20.12km		25.61km		26.37km		32.76km		33.4km		
Nombre de refus de connexion	0 sur 5	2 sur 2		1 sur 5		1 sur 2		4 sur 5		2 sur 5		
Distance max (cm)	7.48	6.21	1.52	8.67	4	9.13	1.92	7.2	2.55	5.98	6.1	
Distance min (cm)	0.7	2.77	0.84	3.73	1.22	9.13	1.92	7.2	2.55	3.06	2.54	
Moyenne distance (cm)	4.302	4.49	1.18	6.3225	3.155	9.13	1.92	7.2	2.55	4.22333333	3.86	
Repetabilité (cm)	6.311	7.1		8.03		non mesurable		non mesurable		7.054		

Figure 11 : Tableau des résultats sur la borne géodésique de **Thieulloy l'abbaye**

Dans un rayon de 30km autour des bases, la différence entre Orphéon et Centipède est faible (1 à 3cm). La répétabilité est un peu plus élevée sur cette borne. Le nombre de refus de connexion sur la base VILBO est important alors qu'on est dans un rayon de 30km environ.

	orpheon		vilbo		amien		rpjmn		abbév		sim 80		sam 80		estmo	
	borne	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	borne	orpheon	
Distance à la base		6.97km		10.74km		31.38km		34.16km		35.28km		52.55km		57.02km		
Nombre de refus de connexion	1 sur 5	0 sur 5		1 sur 5		0 sur 2		1 sur 5		1 sur 2		1 sur 2		5 sur 5		
Distance max (cm)	6.00	7.93	6.38	5.57	2.62	4.76	4.76	5.51	5.63	7.26	8.00	15.80	13.61	non mesurable		
Distance min (cm)	4.13	4.45	0.58	2.27	1.18	4.51	3.19	3.67	0.49	7.26	8.00	15.80	13.61	non mesurable		
Moyenne distance (cm)	4.75	5.56	2.67	3.74	1.86	4.64	3.98	4.21	2.67	7.26	8.00	15.80	13.61	non mesurable		
Repetabilité (cm)		7.87		5.56		1.10		4.38		non mesurable		non mesurable		non mesurable		

Figure 12 : Tableau des résultats sur la borne géodésique de **Saint Sauveur**

La base AMIEN présente de bons résultats contrairement à la base VILBO qui malgré sa proximité présente une répétabilité et une précision plus élevées. Globalement sur nos résultats, plusieurs défauts avaient été enregistrés avec la base VILBO (précision et répétabilité un peu plus élevées, nombre de refus de connexion élevé). Nous avons identifié le problème qui provenait de l'installation. L'antenne a été installée sur un ancien mat de station météo en hauteur. Le mat s'est révélé pas assez stable en cas de vent. L'installation de la base est cruciale pour assurer la précision et la répétabilité du signal. En effet la correction RTK se calcule à partir de la position exacte de la base (connue grâce aux services de l'IGN). Si cette position n'est pas stable alors les données de correction sont erronées. Voici les points de vigilance à prendre en compte lors de l'installation d'une base : il ne doit pas y avoir de masque (objet/matériel qui pourrait réfléchir ou obstruer les ondes satellites), l'antenne doit être stable et ne doit pas bouger dans le temps (matériaux qui gonflent à la chaleur (tôle), prise au vent...), il est préférable qu'elle soit reliée au réseau Internet en filaire. Deux problèmes se posaient pour la base VILBO, la position de la base pouvait légèrement bouger dans le temps à cause de la prise au vent du mat et elle était reliée en Wifi.

Suite au rapport de qualité, l'installation de la base a été améliorée.



Figure 13 : Photos de la base de Villers Bocage avant mai 2021 (gauche) et après amélioration (droite)

Globalement les résultats démontrent bien les propos tenus par la littérature. Lorsqu'on s'éloigne de la base, la précision augmente comme l'illustre la figure suivante. La différence de visibilité des satellites en commun entre la base et le rover va jouer sur le temps de calcul de la correction ainsi que sa fiabilité, la précision va donc augmenter.

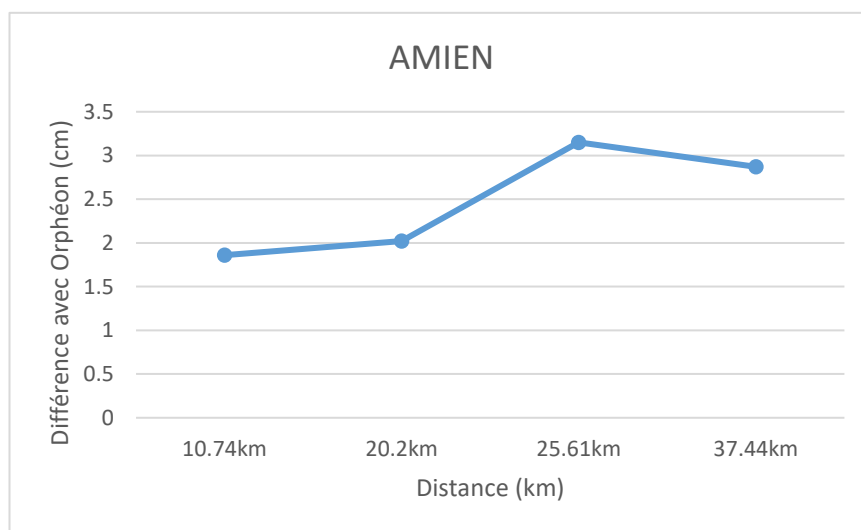


Figure 14 : Graphique de la distance entre la position de la borne donnée par la base AMIEN et la position donnée par Orphéon en fonction de l'éloignement de la base (différentes bornes géodésiques)

Sur un rayon de 20km autour des bases Centipède les résultats avec Orphéon sont très proches avec une moyenne de 2cm. Au-delà de 20km autour des bases Centipède la distance avec la position donnée par Orphéon augmente. Cette différence peut s'expliquer par le fait que Centipède et Orphéon n'utilise pas la même technique de calcul⁶ :

- Centipède est un RTK classique, les corrections RTK sont calculées à partir d'une seule base. Elles sont donc locales et valables dans un rayon autour de la base

⁶ Lahaye, Renaud, et Sylvie Ladet. « Les réseaux de correction différentielle », s. d., 9.

- Orpheon est un RTK réseau, le calcul de la correction RTK se fait avec plusieurs bases autour de l'utilisateur. Lorsqu'on s'éloigne le calcul est mis à jour en utilisant d'autres bases ce qui permet une homogénéisation de la précision

Au vu des résultats on peut conclure que le réseau Centipède est équivalent à un signal RTK du commerce sur un rayon de 20 à 30km, comme Orpheon. Comme les deux signaux n'utilisent pas exactement le même mode de calcul ni le même référentiel ils ne localisent pas la borne exactement au même endroit (+/- 2cm de différence) mais il y a toujours le même ordre de grandeur avec la position absolue de la borne (+/- 4cm). La répétabilité est similaire pour les deux.

STABILITE

On étudie les coupures de connexion entre les bases et le caster sur une période de 90 jours.

	coupures > 1h	coupures <1h et >1min				
	Nombre total sur la période	Nombre total sur la période	Nombre de coupures maximal sur une journée	temps cumulé max sur une journée (minutes)	Temps médian jour en cas de coupure (min)	Nombre de jour concerné sur la période
ESTMO	1	45	11	98	3.2	19
VILBO	2	35	5	8.4	3.1	21
AMIEN	2	45	5	12.8	3	21
ABBEV	17	351	66	178.6	11	31
RPJMN	5	57	17	52.6	2.4	28
FLAV	5	34	5	33.8	2.5	18
OSI1	0	12	2	6.4	2.7	11
SIM80	0	16	4	14	2	11

Figure 15 : Tableau des résultats de stabilité sur les différentes bases Centipède limitrophes à la Somme

On pourrait interpréter ces résultats en prenant l'exemple de la base ESTMO. Sur cette base il y a eu une coupure de plus d'une heure sur la période de 90 jours. Cette coupure est retrouvée également sur VILBO, AMIEN et ABBEV (même jour et même heure). Comme le réseau Internet est le même sur tous les sites de la Chambre d'agriculture, les bases se sont toutes coupées en même temps. A terme il est prévu de relier les bases de la Chambre sur des réseaux indépendants pour éviter une coupure généralisée. Lorsqu'on observe les coupures inférieures à 1h, on a 45 coupures concentrées sur 19 jours soit 20% du temps. Les coupures sont de courte durée, 3 minutes environ. La coupure maximale est de 1h38 cumulée sur une journée (un jour de semaine entre 8h et 9h et après 18h) ce qui est relativement raisonnable. Avec les travaux envisagés pour améliorer la connexion internet en la rendant notamment indépendante de celle du réseau de l'entreprise on pourra envisager d'avoir de meilleurs résultats. Si l'on compare par rapport aux autres bases, le temps médian de coupure oscille autour de 3 minutes sur 18% du temps (sauf pour ABBEV), c'est un résultat satisfaisant. Sur les bases de la Chambre d'agriculture, la majorité des coupures avec le caster sont dues à des déconnexions internet, ce qui est facile à améliorer. Chaque administrateur de base Centipède est « responsable » de la connexion de sa base au caster. L'administrateur reçoit un mail automatique lors d'une déconnexion de sa base au caster, la base apparaît alors en rouge sur la carte disponible sur le site <https://docs.centipede.fr/>. Il lui revient ensuite de faire le nécessaire pour rétablir la connexion. Par « bon sens » envers la communauté, il est préférable que l'administrateur rétablisse la connexion rapidement. Toutefois il n'est pas dans l'obligation de le faire, dans ce cas il revient à l'utilisateur de se connecter à une autre base proche en changeant les paramètres de son matériel.

Pour la base ABBEV, les coupures sont beaucoup trop importantes. Le problème a été identifié comme un problème majeur de réseau Internet sur le site décentralisé de la Chambre d'agriculture à Abbeville.

Un modem 4G sera déployé indépendamment du réseau actuel pour assurer la stabilité internet de la base.

Les coupures de connexion entre le caster et les bases sont souvent dues à une mauvaise connexion Internet du côté de la base. Mais la mauvaise qualité du réseau Internet n'est pas l'unique cause d'une instabilité de réception du signal RTK par l'antenne. En effet il est également possible que la connexion entre le caster et la base soit correcte mais que le calcul du RTK ne se fasse pas (RTK Float), dans ce cas l'autoguidage ne peut être engagé. Nous l'avons notamment observé sur les tests de précision de la base VILBO. Le calcul du RTK ne se faisait pas (float) et au bout de 5 minutes d'attente la mesure était classée en « refus de connexion » dans le cadre du test. Ce problème peut être lié à une mauvaise installation de la base pouvant occasionner une mauvaise réception GPS (qui complique le calcul de corrections RTK). Nous pouvons analyser la qualité de réception GPS en étudiant les logs des bases sur 24h.

Toutes les bases de la Chambre d'agriculture présentent une bonne qualité de réception GPS. Aucun masque pouvant gêner la réception des ondes satellites n'a été identifié.

3. Conclusion

Centipède est un signal RTK libre (accessible gratuitement) équivalent à un signal RTK du commerce comme Orphéon, leader du marché de corrections RTK, en terme de précision et répétabilité. La position donnée est à +/- 2cm de la position d'un RTK de référence (Orphéon) jusqu'à 20km autour de la base. Jusqu'à 30km on a une différence de +/- 3cm entre Orpheon et Centipède. Au-delà de 30km la précision augmente donc la distance entre les positions des deux signaux aussi ce qui est cohérent car Orpheon et Centipède n'ont pas le même mode de calcul. Centipède est un RTK classique (monobase), la correction RTK est locale et n'est valable qu'autour de la base sélectionnée, si l'on s'éloigne il faut se connecter à une autre base plus proche. La communauté travaille actuellement sur la mise en réseau des bases Centipède.

La répétabilité d'Orpheon est d'en moyenne +/-5cm d'un mois sur l'autre et celle de Centipède (sur les bases situées à moins de 30km) en moyenne de +/-5.2cm soit équivalente à celle d'Orphéon. Les bases Centipède présentent également une bonne stabilité de connexion, les coupures sont rares et courtes. Les résultats sur la qualité du signal Centipède sont très encourageants. A ce jour (mai 2021) il y a 9 bases dans la Somme et aux frontières. Au début des tests (octobre 2020) il y avait 6 bases. L'installation de nouvelles bases permet d'assurer la redondance du signal et offrir la perspective d'une meilleure précision pour les utilisateurs à proximité. Si l'on considère la limite de 30km autour de la base pour assurer une bonne précision et répétabilité alors le département de la Somme est quasi-entièrement couvert en RTK.

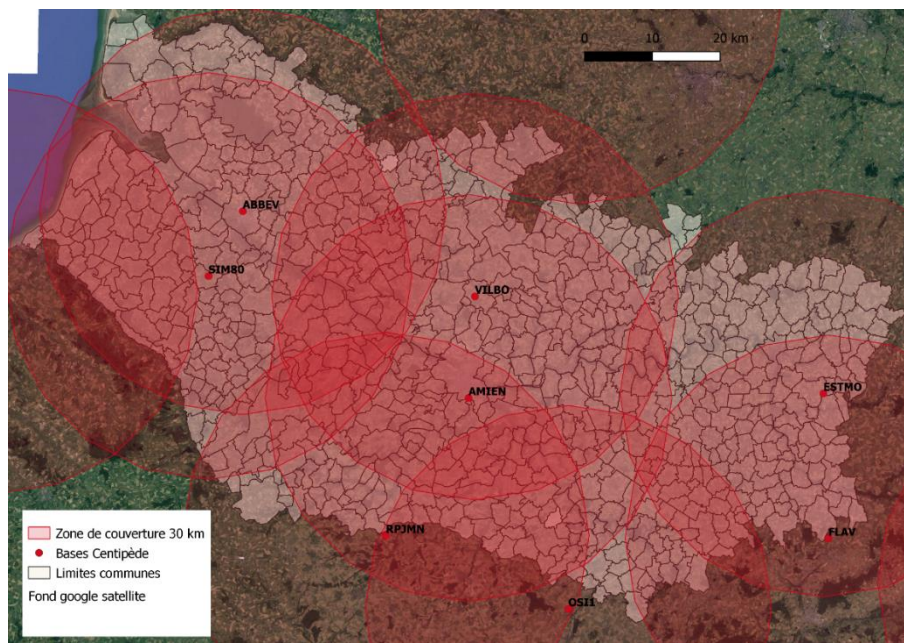


Figure 16 : Carte des bases Centipède disponibles en mai 2021 dans le département de la Somme avec le rayon de couverture assurant la précision