

#SeminaireAgrotic

Mardi **23 avril 2019**

# La géolocalisation en agriculture

Que vont changer **Galileo** et les évolutions d'**Egnos**?



teria



teria

# La géolocalisation de précision par satellites

Le réseau GNSS en temps réel

Paul CHAMBON

Directeur technique TERIA

Réseau GNSS NRTK / PPP-RTK

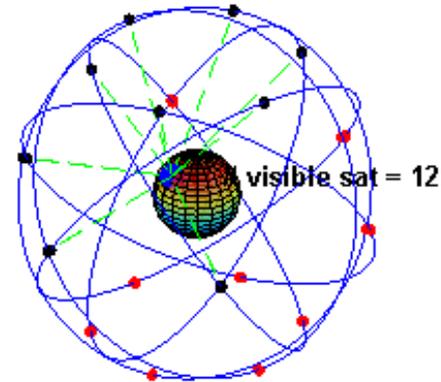
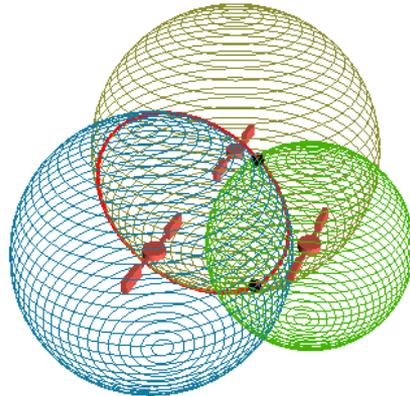
# ***1. HISTORIQUE***



## Positionnement GNSS

Le positionnement GPS:

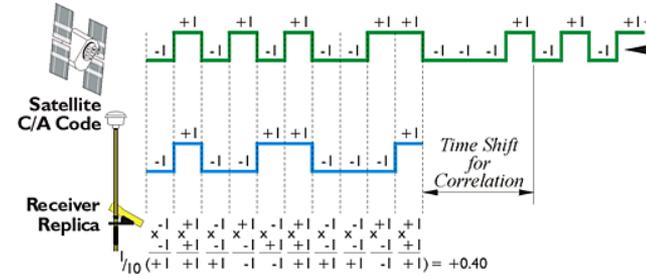
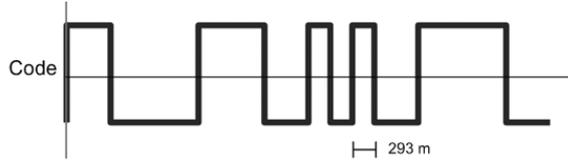
- Les éphémérides permettent de connaître la position des satellites dans le système WGS84
- La distance satellite / antenne GPS est mesurée en continue
- La position est calculée par résolution d'équations d'intersection de sphères



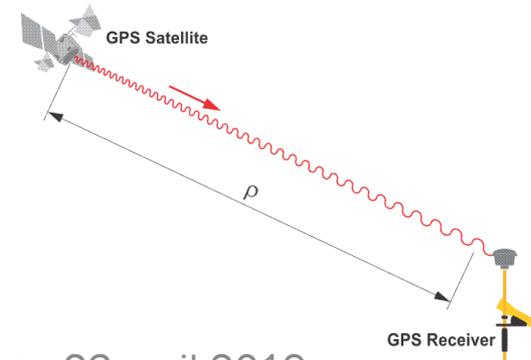
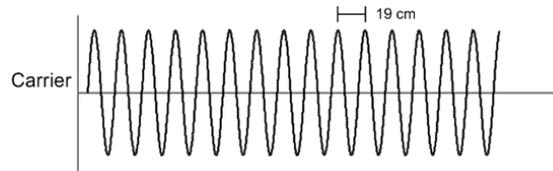
## Positionnement GNSS

Les méthodes pour mesurer le temps de propagation du signal :

### Par mesure de code :



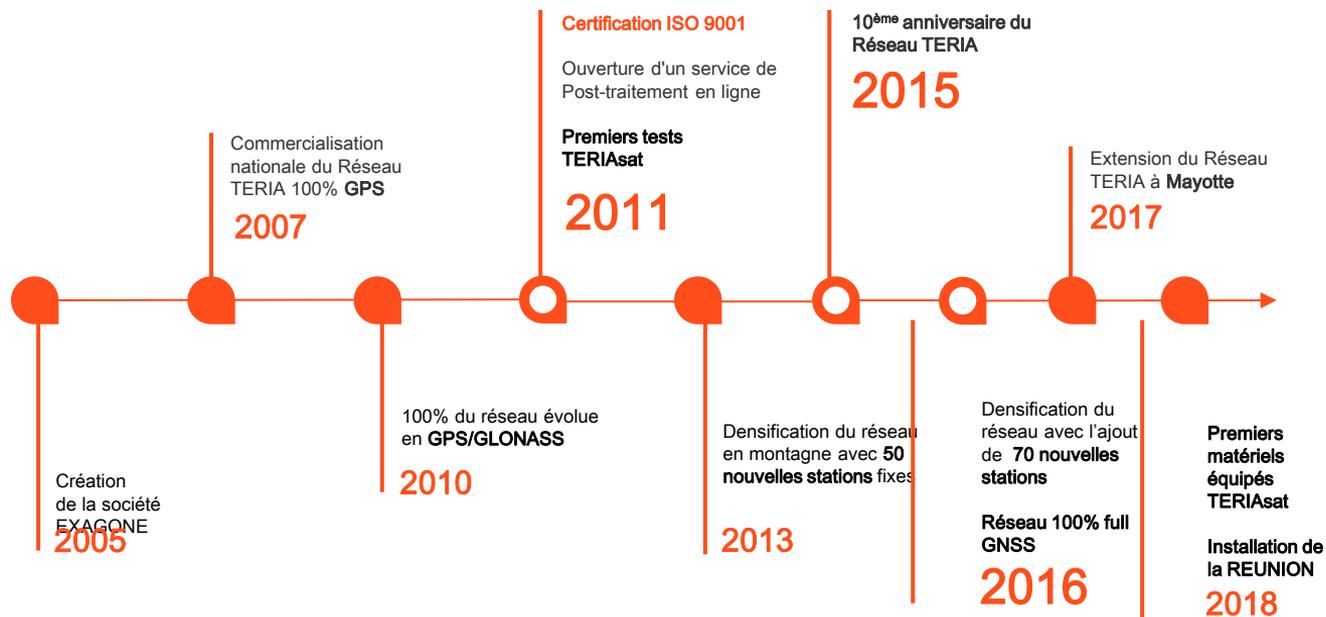
### Par mesure de phase :



## Historique de la société EXAGONE

Mise en place d'un réseau national en temps-réel TERIA :

### Le réseau TERIA



## 📍 Historique du positionnement précis par GPS

### Les premières mesures centimétriques (année 80)

- 📍 Mesure à posteriori entre deux sites (calcul d'un vecteur)

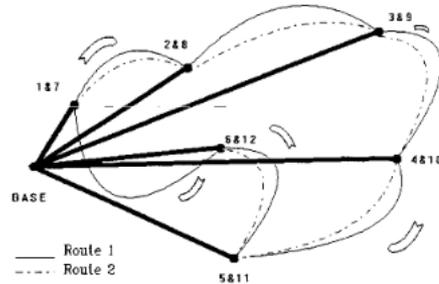


Figure 5.4. Pseudo-Kinematic, One Base, One Rover

### Les inconvénients :

- 📍 Temps d'occupation long
- 📍 Nécessite deux équipements
- 📍 Incertitude du traitement



GPS Trimble

## 📍 Historique du positionnement précis par GPS

**Les premières mesures centimétriques en temps réel (années 90) :**

- 📍 Arrivée du temps-réel (radio)
- 📍 Calcul du vecteur en temps-réel

**Les inconvénients :**

- 📍 Nécessité d'avoir un point connu pour stationner la base
- 📍 Nécessite deux équipements



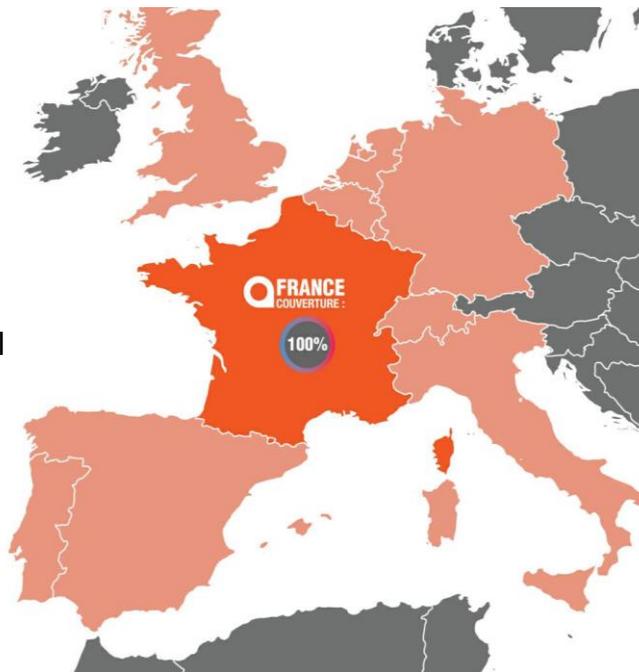
## 📍 Historique du positionnement précis par GPS

Mise en place d'un réseau national en temps-réel TERIA : le NRTK

- 📍 Le réseau TERIA

Avantage :

- 📍 Mesure en temps-réel avec un seul récepteur



7

Pays Partenaires

217+  
stations

50km  
de couverture par station

## 📍 Historique du positionnement précis par GPS

Le PPP (années 2010) :

- 📍 Service mondial IGS

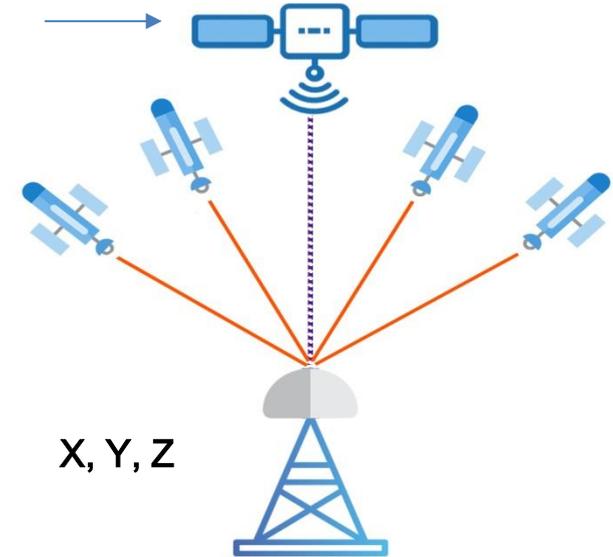


Avantage :

- 📍 Mesure en temps-réel avec un seul récepteur

Inconvénients :

- 📍 Temps de convergence très long
- 📍 Mesures effectuées dans le système IRTF



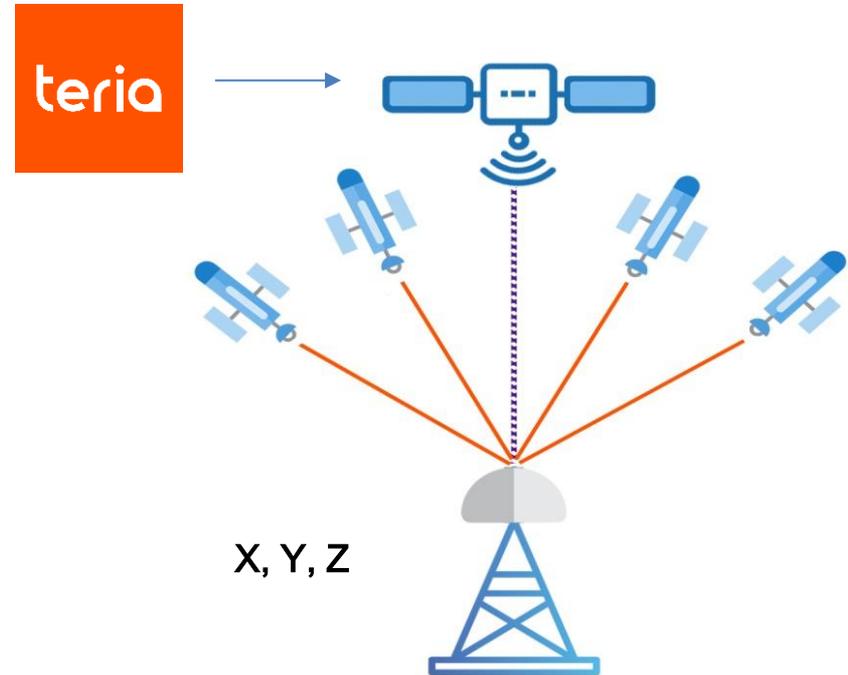
## 📍 Historique du positionnement précis par GPS

Le PPP-RTK (années 2015) :

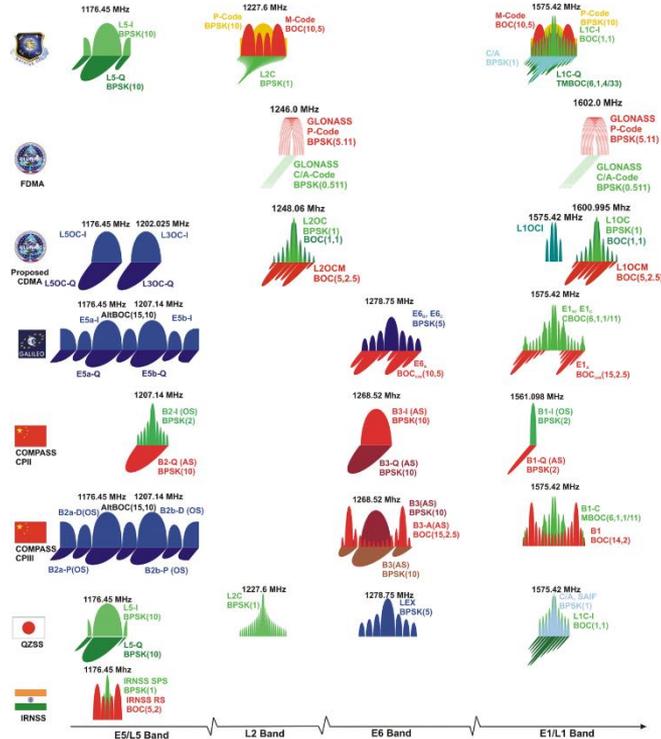
- 📍 Service mondial augmenté localement

Avantage :

- 📍 Mesure en temps-réel avec un seul récepteur



## Historique du positionnement précis par GPS



### L'arrivée du GNSS

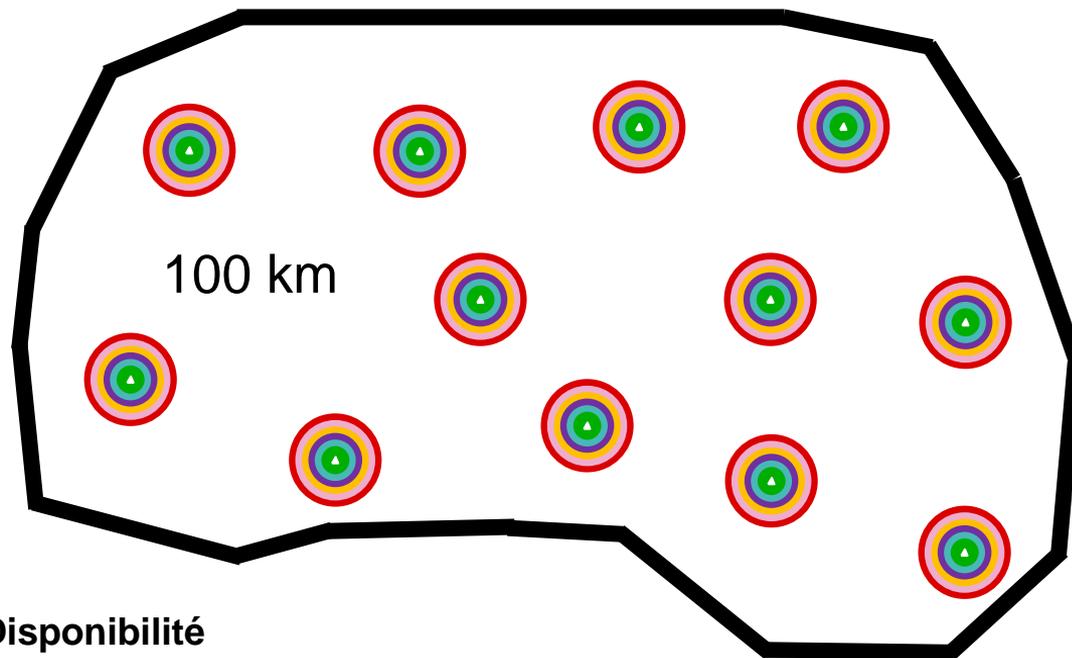
- GLONASS
- GALILEO
- BEIDOU

### Avantage :

- Une meilleure disponibilité du positionnement précis dans les zones masquées

# 2. TECHNIQUEMENT

📍 Un réseau RTK sans modélisation



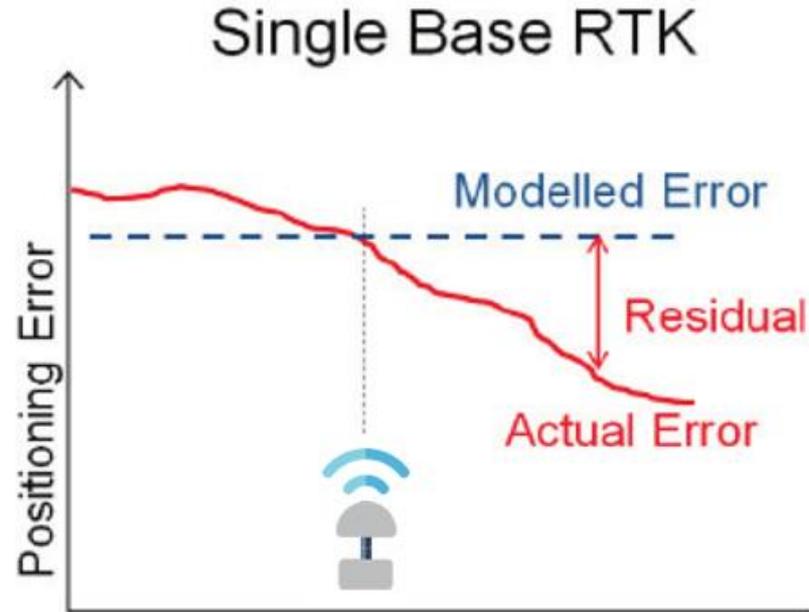
Précision, Efficacité, Disponibilité

Bonne  Mauvaise

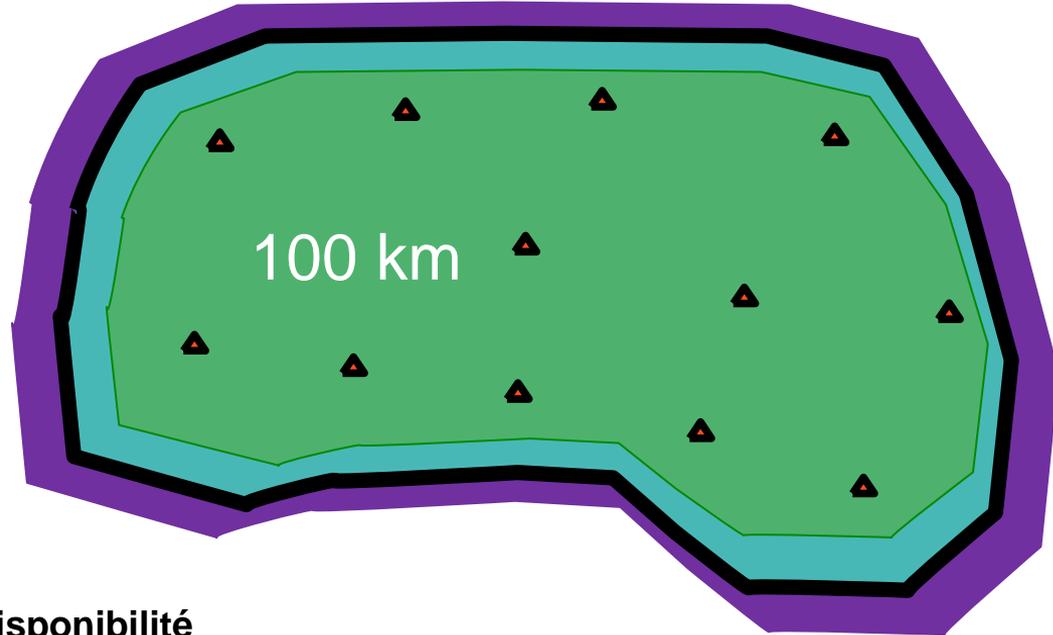
## Un réseau RTK sans modélisation

Mesure RTK :

- Une précision dépendante des erreurs
- Une couverture locale
- Les coordonnées dans le système de la base
- Travail référencé sans l'utilisation de point géodésique
- ...



📍 Un réseau RTK sans modélisation



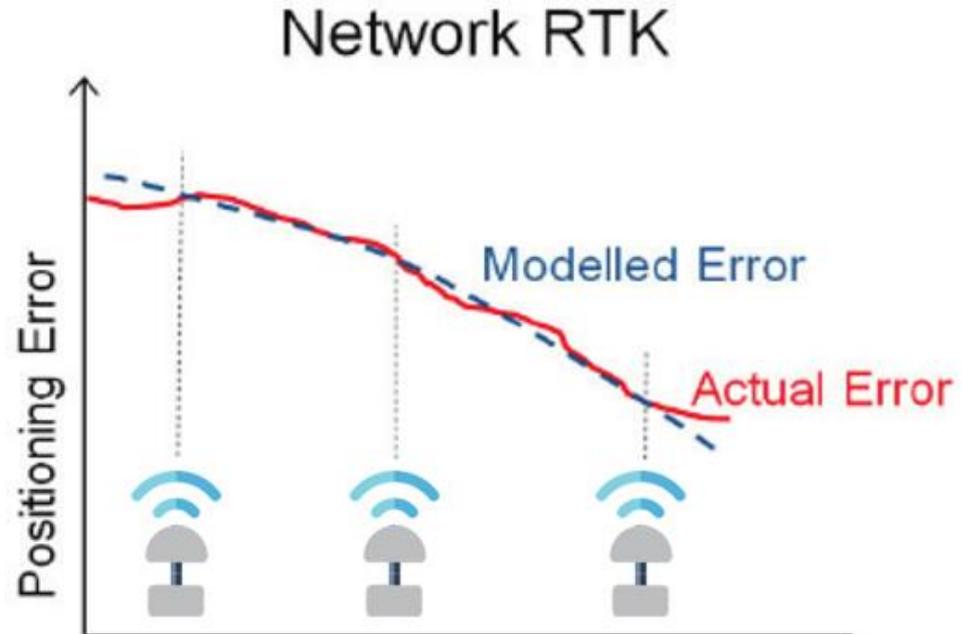
Précision, Efficacité, Disponibilité

Bonne  Mauvaise

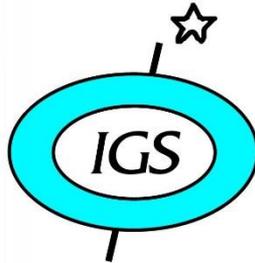
## Un réseau RTK sans modélisation

Mesure N-RTK :

- Une meilleure précision (modélisation de masse)
- Une couverture régionale
- Les coordonnées dans un système homogène
- Travail référencé sans l'utilisation de point géodésique
- ...



## Un réseau PPP



PPP :

- Corrections d'orbites, d'horloges et de biais précises
- Corrections ionosphérique global
- Estimations précises de la ionosphère et de la troposphère : temps de convergence : +20 min.

## Un réseau PPP

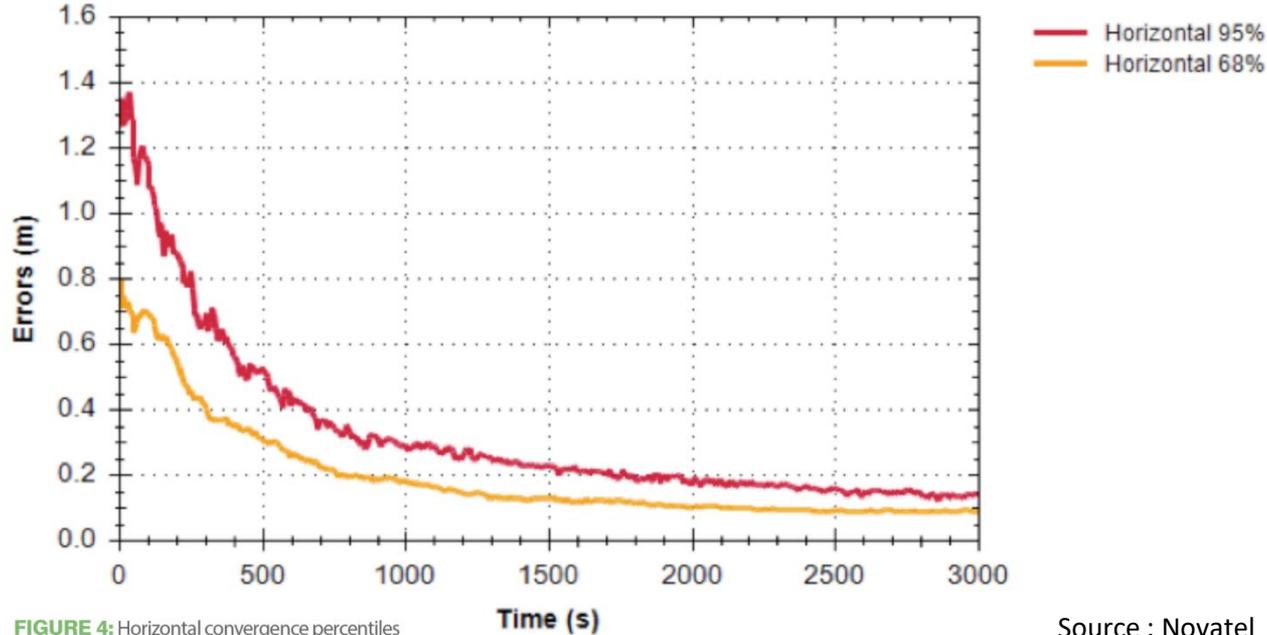


FIGURE 4: Horizontal convergence percentiles

Source : Novatel

## 📍 Un réseau PPP-RTK

PPP-RTK :

- 📍 Corrections d'orbites, d'horloges et de biais précises
- 📍 Corrections ionosphérique global
- 📍 Corrections locales précise de ionosphère et troposphère



## 📍 Du réseau NRTK vers le PPP-RTK

Erreur sur la pseudo-distance :

- 📍 Erreur d'orbite et d'horloge satellite : Orbites précises et Horloges précises
- 📍 Erreur de biais : Mesure et diffusion des biais
- 📍 Erreur d'ionosphère : Modélisation ionosphérique locale
- 📍 Erreur de troposphère : Modélisation troposphérique locale

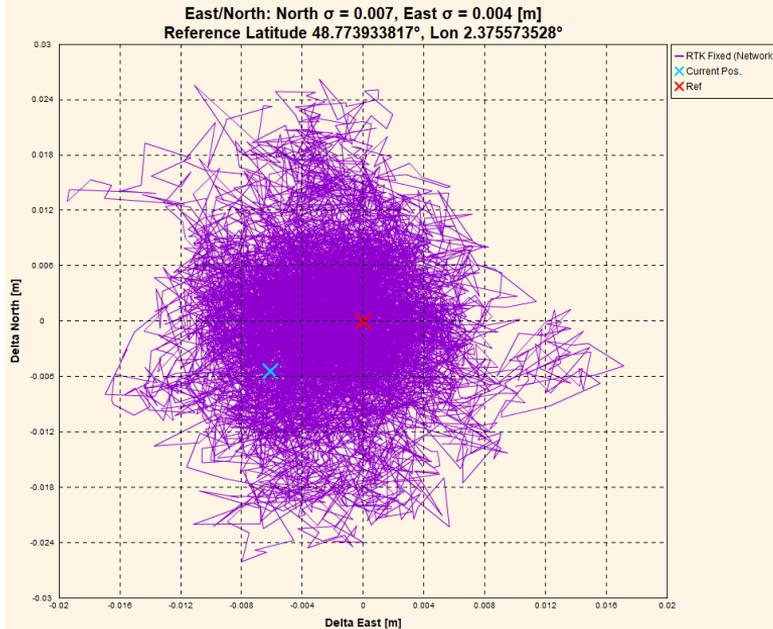
# 3. *PERFORMANCES*



## En NRTK

### Position (Graph)

East/North  10-Second Positions  Use position monitoring reference



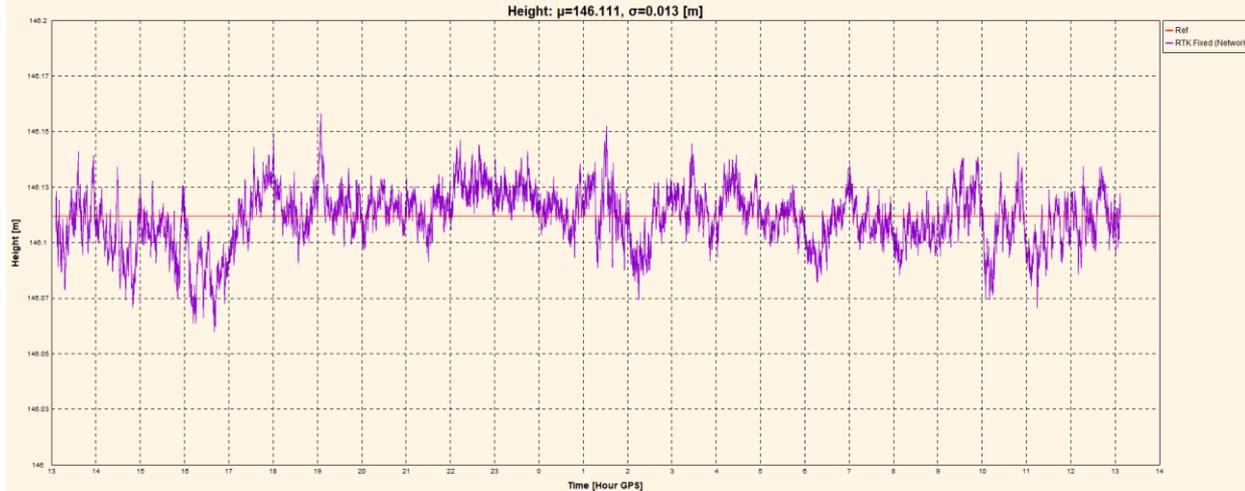
### La planimétrie



## En NRTK

### Position (Graph)

Height 10-Second Positions  Use position monitoring reference



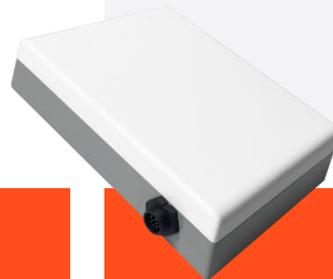
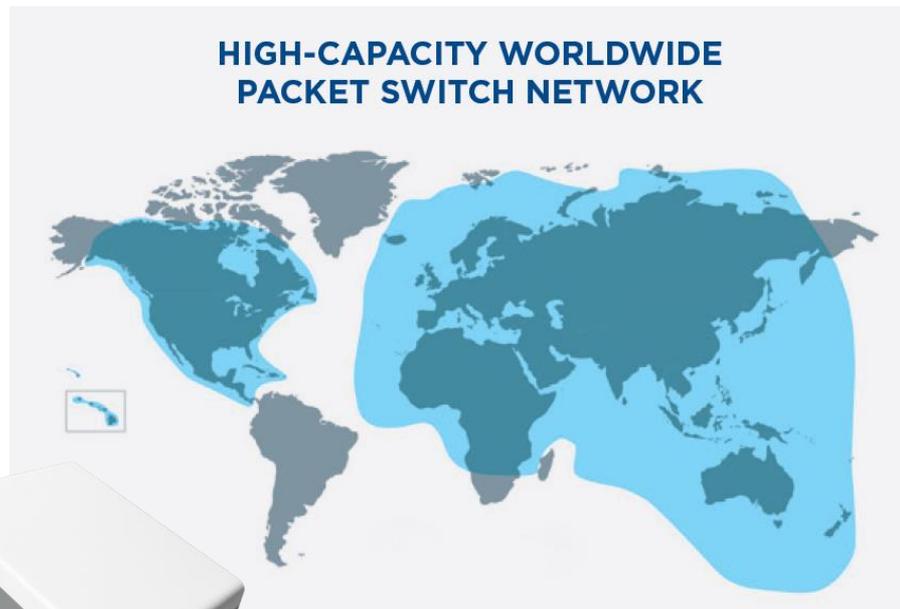
### L'altimétrie



## La couverture



Carte SIM multi-opérateurs



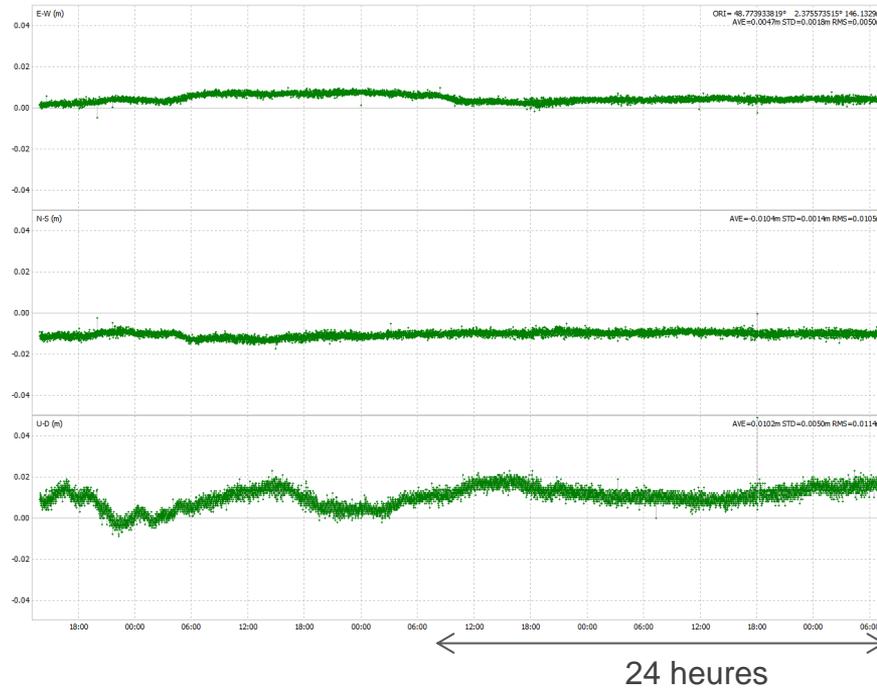
Modem satellite



## En PPP-RTK

**STD :**  
E 1,8 mm  
N 1,4 mm  
h 5,0 mm

**RMS :**  
E 5,0 mm  
N 10,5 mm  
h 11,4 mm



**SP90m recevant les corrections en L-Band**

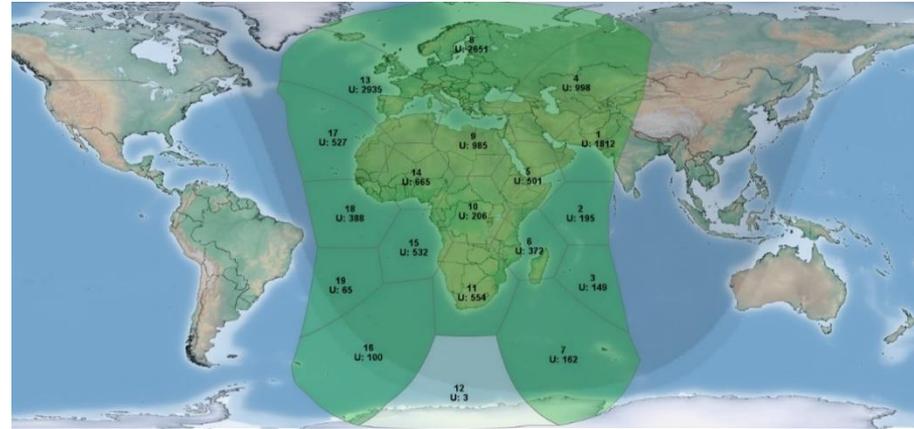




## La couverture



Carte SIM multi-opérateurs



L-Band

# ***4. TERIA, POUR QUI?***

## 📍 **Le positionnement centimétrique dans l'agriculture**

Le guidage de haute précision :

- 📍 Autoguidage des engins en toutes conditions météo
- 📍 Optimisation des opérations de travail du sol, de semis, d'épandage
- 📍 Modulation des semences, engrais et produits phytosanitaires
- 📍 Robotisation des opérations de binage, désherbage en viticulture ou en cultures de légumes en planches



## 📍 Le positionnement centimétrique pour les applications topographiques

Le relevé topographique :

- 📍 Le géo-référencement foncier
- 📍 Le relevé topographique
- 📍 Le relevé des réseaux (SIG)
- 📍 Les travaux publics



## 📍 Le positionnement centimétrique au quotidien

### Smart City & Mobilité :

- 📍 L'information géolocalisée pour une ville connectée intégrant TIC (Technologies de l'information et de la communication) et IOT (Internet des objets)
- 📍 Véhicules autonomes – Navettes
- 📍 Tourisme – Sécurité des biens et des personnes
- 📍 Le relevé 3D périodique par Mobile Mapping System



## Le positionnement centimétrique dans l'industrie



## 📍 Le positionnement centimétrique dans le suivi de la précision

Le suivi de précision :

- 📍 Suivi des espèces menacées, mammifères marins, requins baleines, cachalots
- 📍 Des évènements sportifs



#SeminaireAgrotic

Merci de votre attention.