



**HEXAGON**

## **Interférence GNSS - Impact, Détection et Atténuation**

REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL  
GNSS et Positionnement (G&P)

15 Octobre 2021

Youssef Tawk  
**Leica Geosystems**

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems





# Youssef TAWK

Directeur du Développement Commercial  
en Europe  
Réseaux GNSS et station de référence

- Doctorat en traitement des signaux GNSS
- J'ai commencé à travailler chez Leica Geosystems en août 2013 en tant qu'ingénieur d'application pour les stations de référence.
- Depuis Juin 2019, je suis le responsable du développement commercial pour les stations de référence en Europe sous la direction de Mr. Nicolas De Moegen.
- Expert en récepteurs et antennes GNSS



# Aperçu



Interférence GNSS



Démonstration



Implications des interférences sur les performances du récepteur

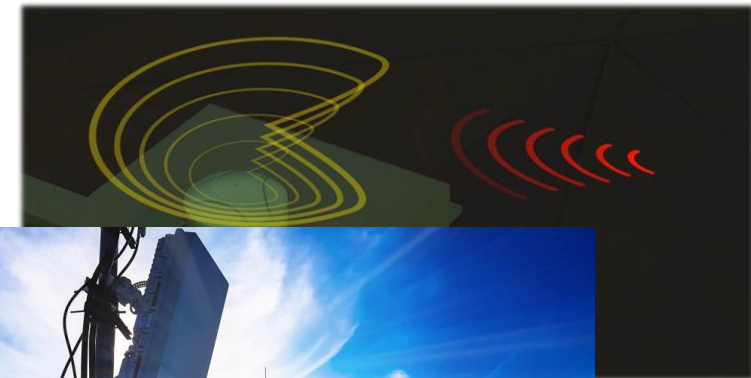
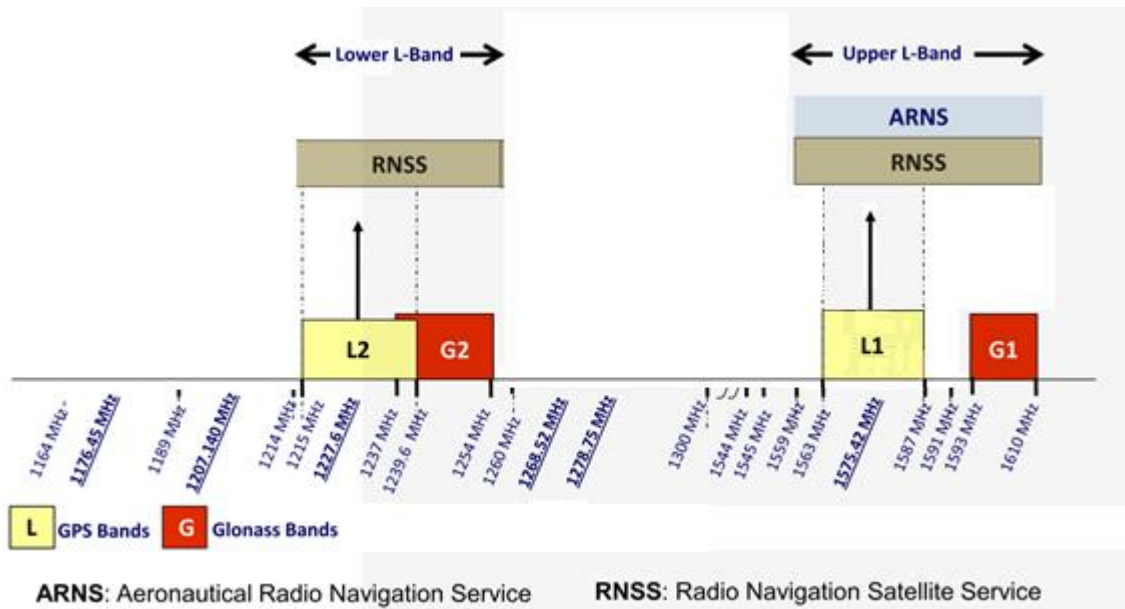


Résumé

# Qu'est-ce que l'interférence pour un récepteur GNSS ?

- L'interférence est un phénomène par lequel des signaux non désirés sont reçus par le récepteur GNSS et se mélangent aux signaux des satellites pour perturber le fonctionnement du récepteur.

## Spectre des anciens récepteurs GPS/GLO bi-fréquence

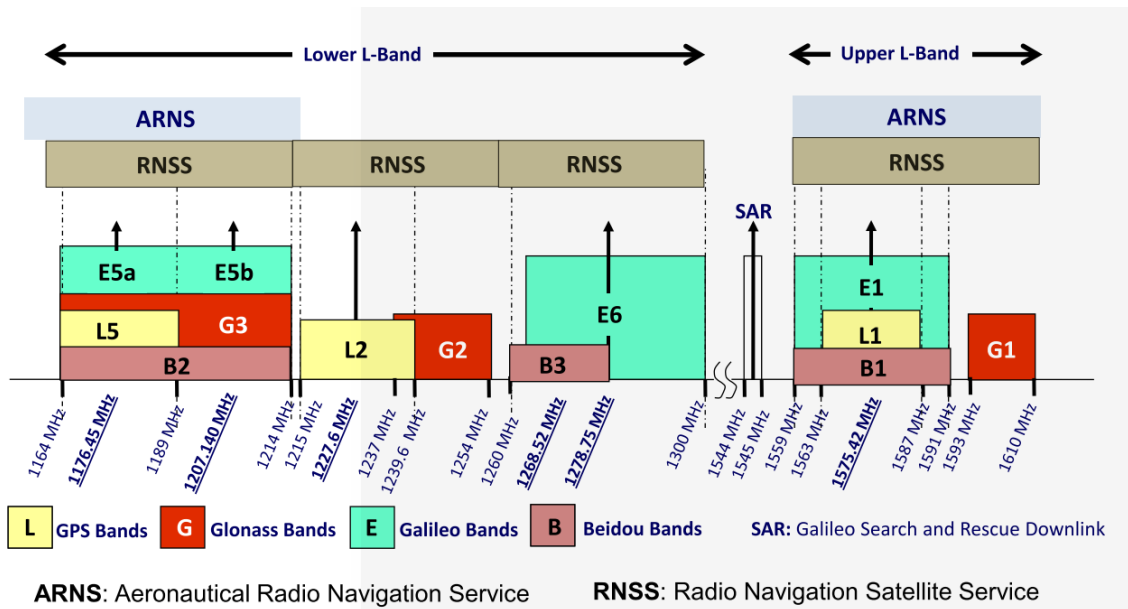


[http://www.gage.upc.edu/gnss\\_book](http://www.gage.upc.edu/gnss_book)

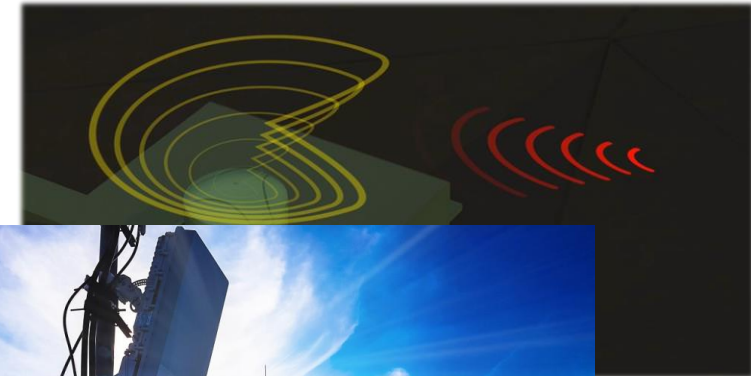
# Qu'est-ce que l'interférence pour un récepteur GNSS ?

- L'interférence est un phénomène par lequel des signaux non désirés sont reçus par le récepteur GNSS et se mélangent aux signaux des satellites pour perturber le fonctionnement du récepteur.

Spectre du récepteur GNSS large bande



[http://www.gage.upc.edu/gnss\\_book](http://www.gage.upc.edu/gnss_book)



# Comment les interférences affectent-elles le récepteur GNSS ?

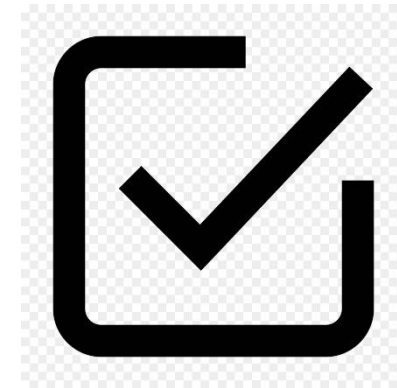
- Perte partielle ou totale : saut de cycles (Loss of Lock)
- Rapport Signal/Bruit (C/No, intensité du signal), par diminution et/ou bruit.
- Capacité réduite du récepteur à fonctionner correctement pour fournir des données d'observation brutes fiables, des corrections RTK et calculer une position précise.



**Disponibilité**



**Précision**



**Fiabilité**

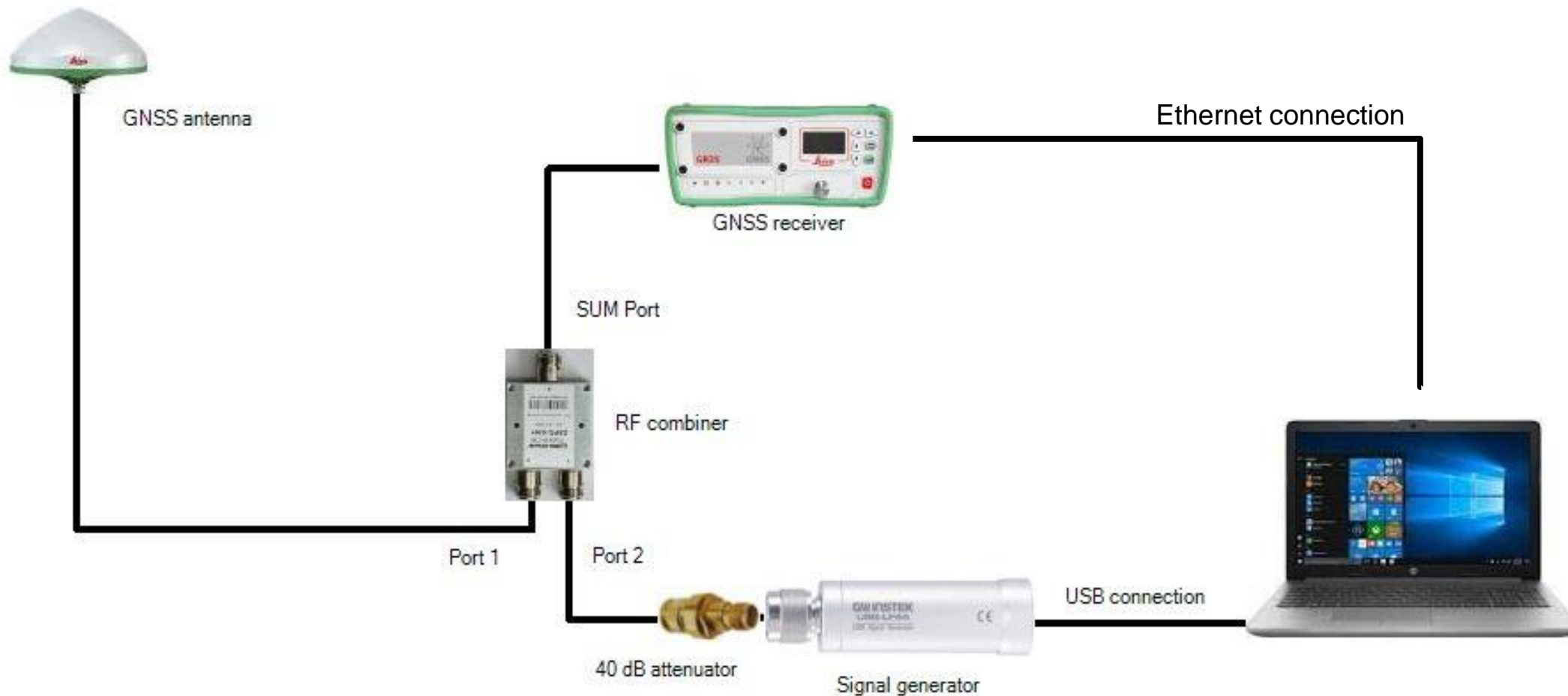


# Démonstration



# Démonstration

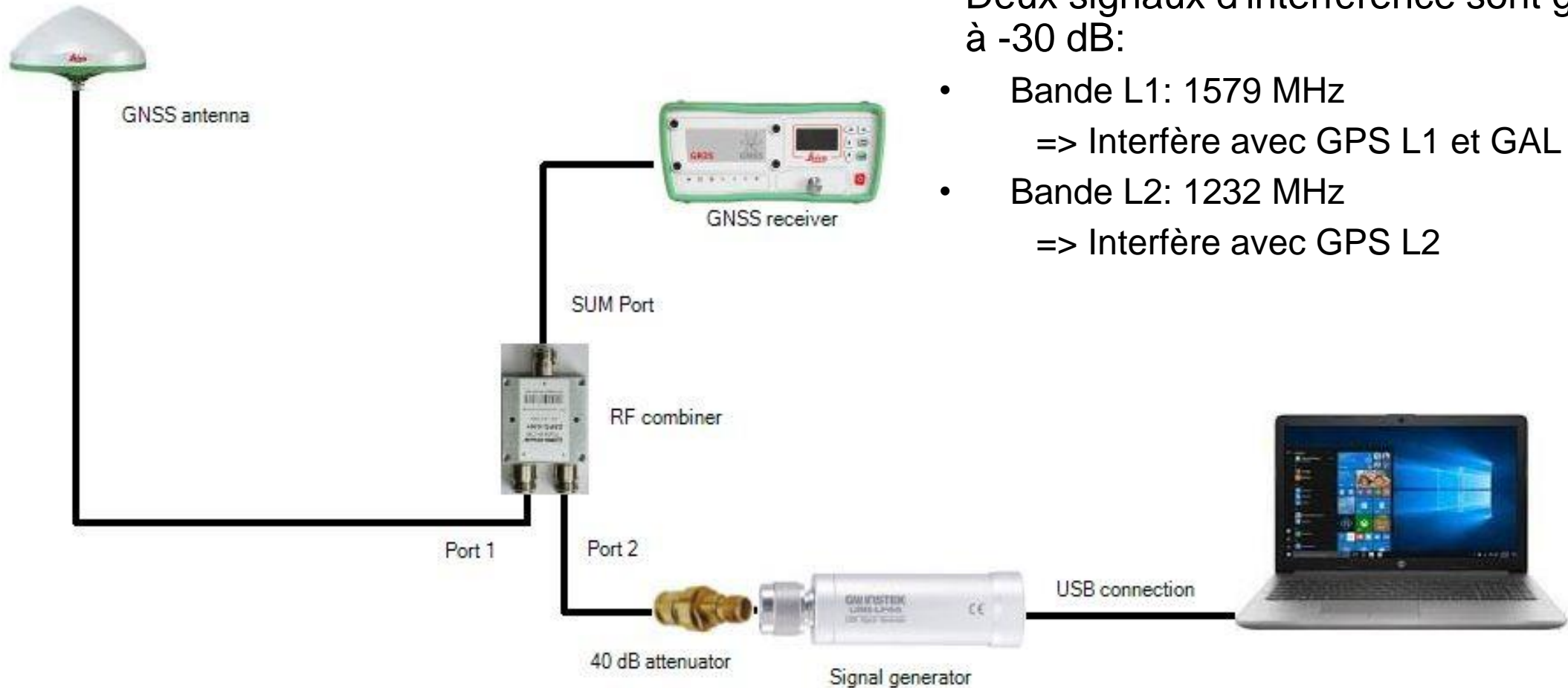
## Configuration de la démonstration





# Implications des interférences sur les performances du récepteur

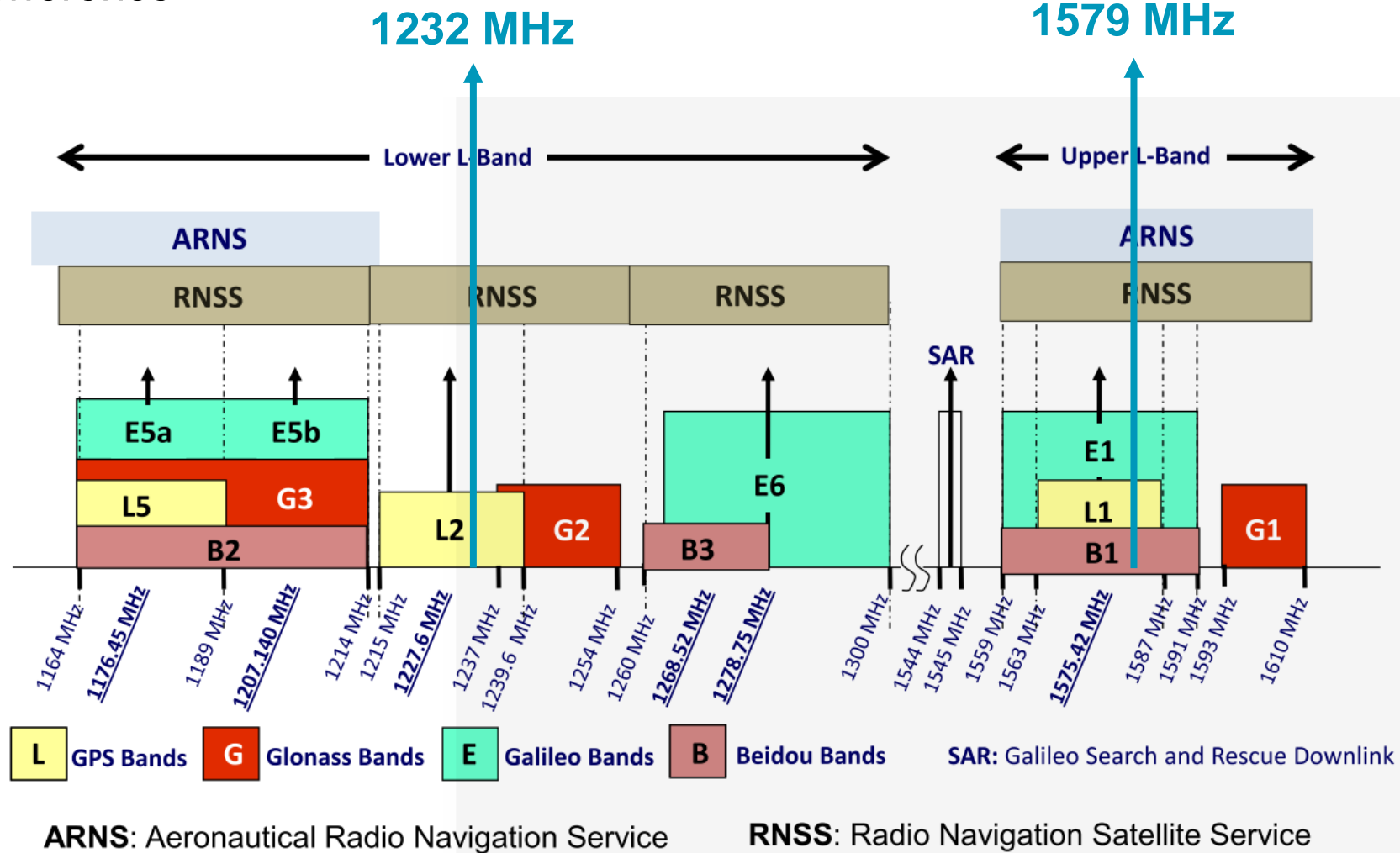
## Configuration de l'expérimentation



- Deux signaux d'interférence sont générés à -30 dB:
  - Bande L1: 1579 MHz  
=> Interfère avec GPS L1 et GAL E1
  - Bande L2: 1232 MHz  
=> Interfère avec GPS L2

# Implications des interférences sur les performances du récepteur

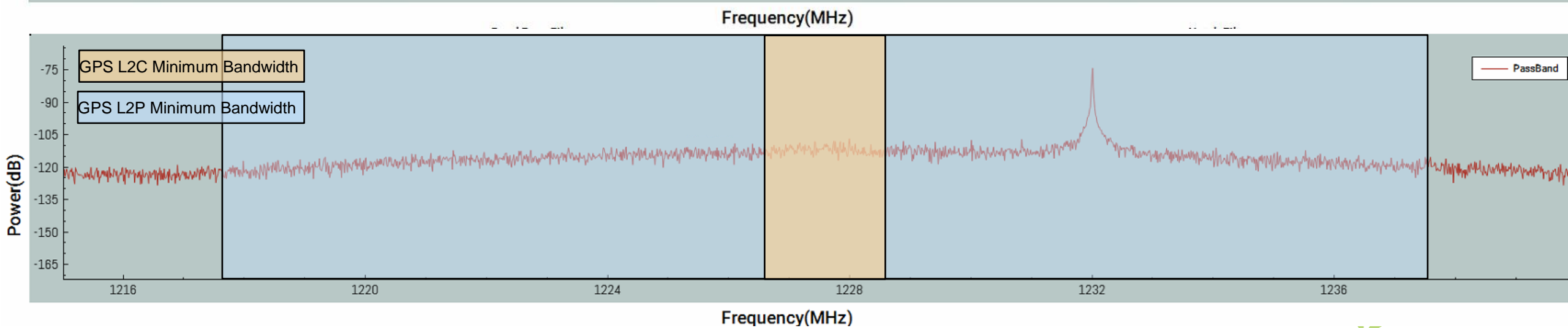
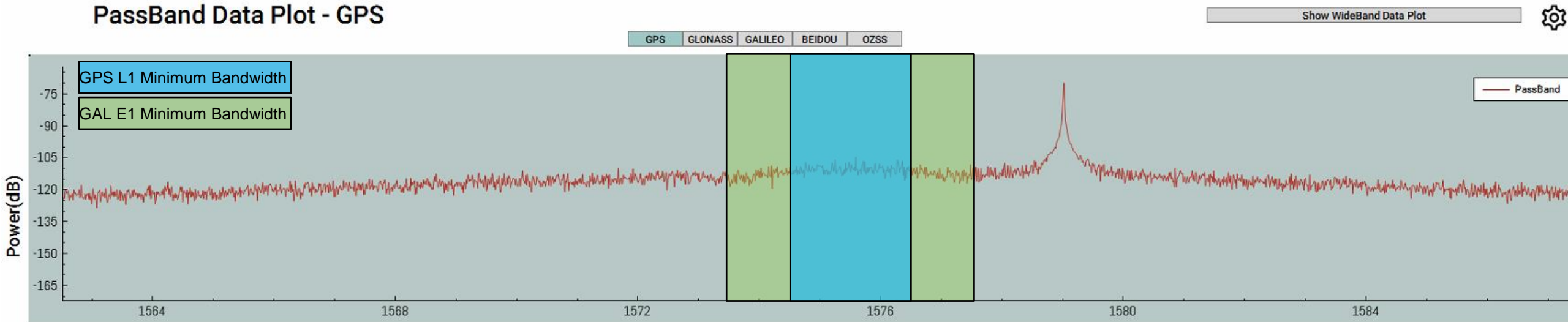
Signaux d'interférence



# Implications des interférences sur les performances du récepteur

## Signaux d'interférence

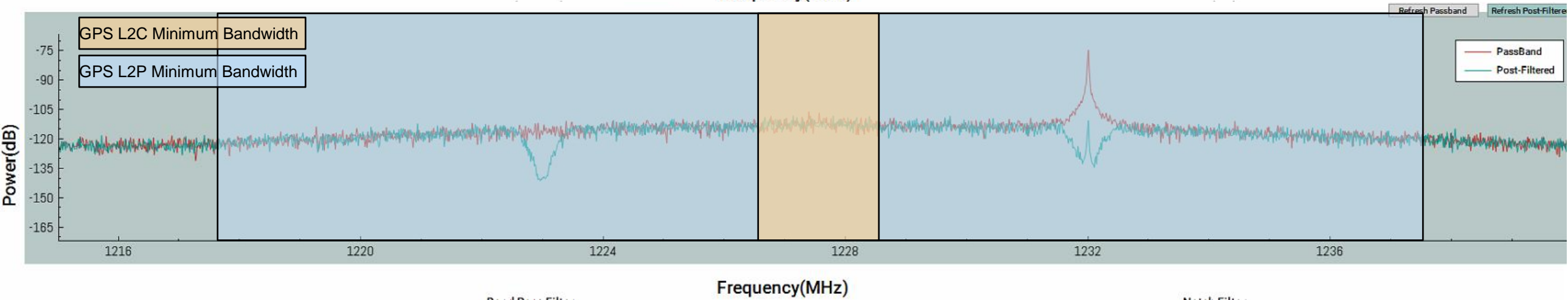
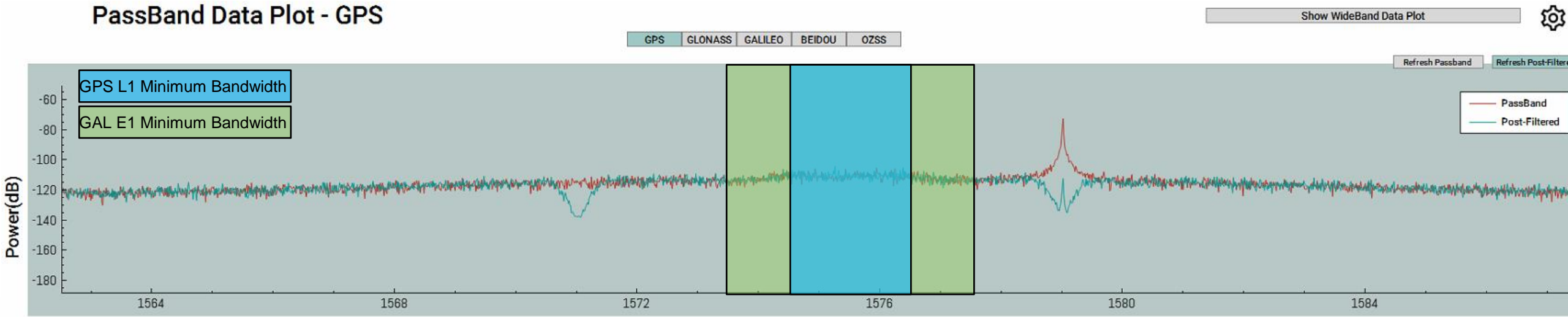
### PassBand Data Plot - GPS



# Implications des interférences sur les performances du récepteur

## Signaux d'interférence

### PassBand Data Plot - GPS



# Implications des interférences sur les performances du récepteur



## Performance du suivi

### Nombre moyen de satellites suivis par époque

	GPS	GLO	GAL	BDS	Total	
Pas d'interférence	9	7	6	8	30	
<b>Avec interférence</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	→ <b>4 Satellites perdus</b>
<b>Avec mitigation des interférences</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	→ <b>3 Satellites récupérés</b>

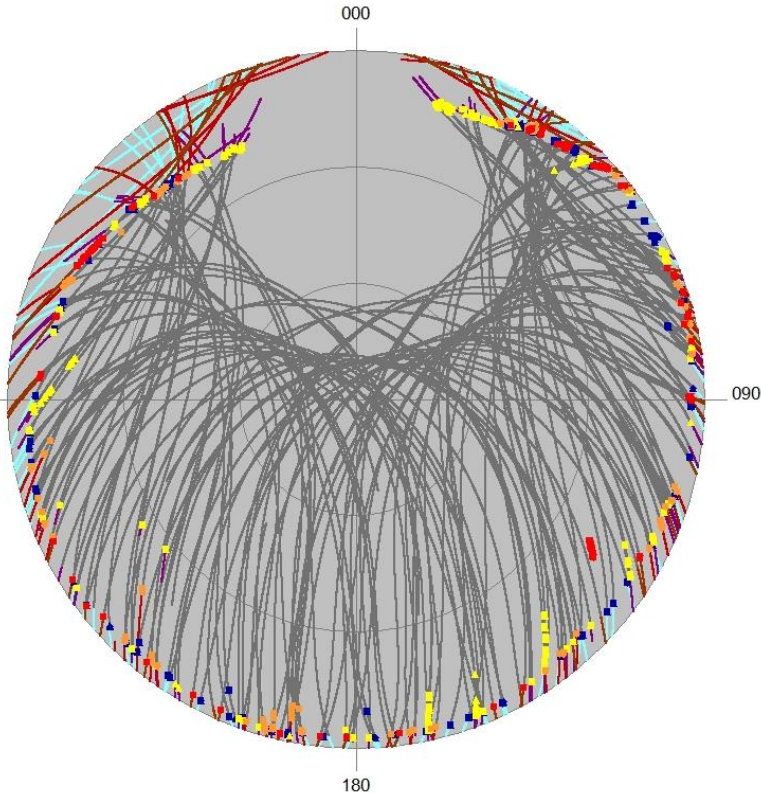
### Performance de suivi (observée/attendue)

	GPS	GLO	GAL	BDS	Total	
Pas d'interférence	86 %	78 %	85 %	89 %	85 %	
<b>Avec interférence</b>	<b>66 %</b>	<b>77 %</b>	<b>58 %</b>	<b>86 %</b>	<b>72 %</b>	→ <b>Réduction de 13%</b>
<b>Avec mitigation des interférences</b>	<b>85 %</b>	<b>78 %</b>	<b>81 %</b>	<b>89 %</b>	<b>84 %</b>	→ <b>Augmentation de 12%</b>

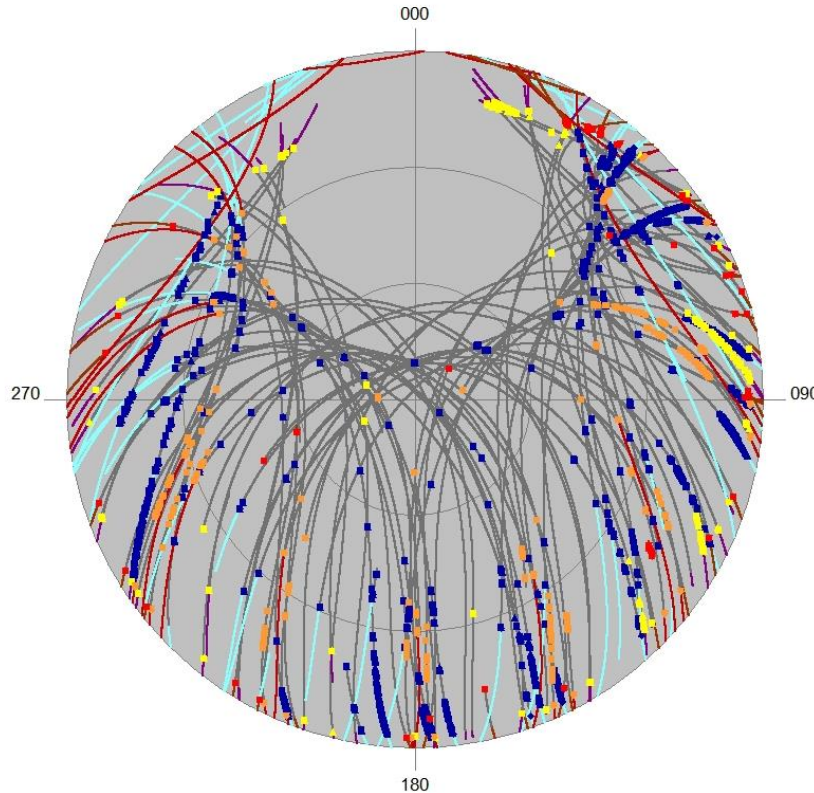
# Implications des interférences sur les performances du récepteur



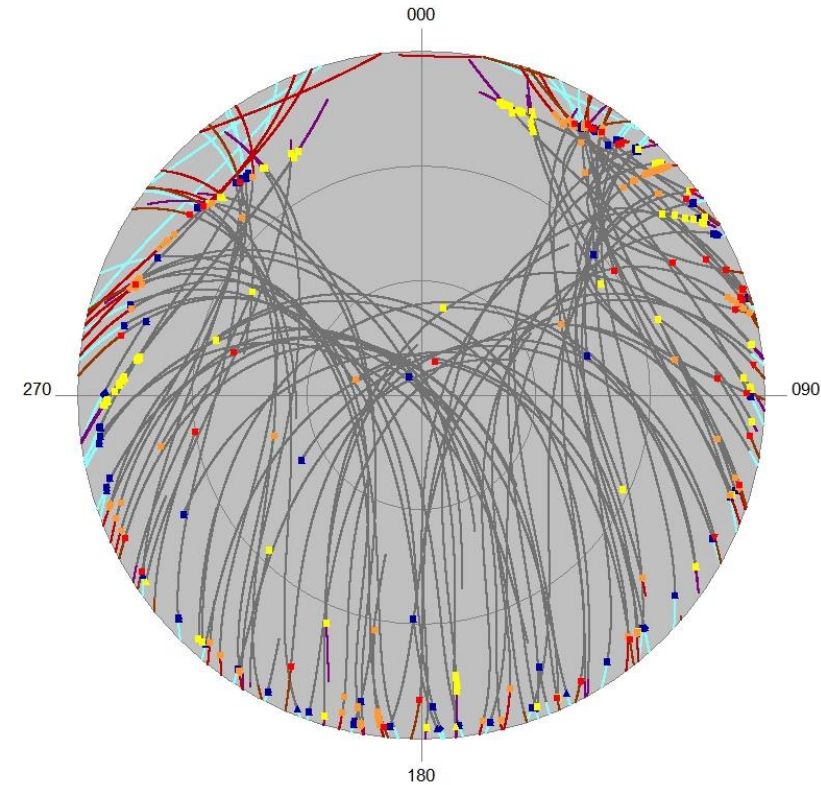
Flagged Loss of Lock (identification des sauts de cycles)



**Pas d'interférence**



**Avec interférence**

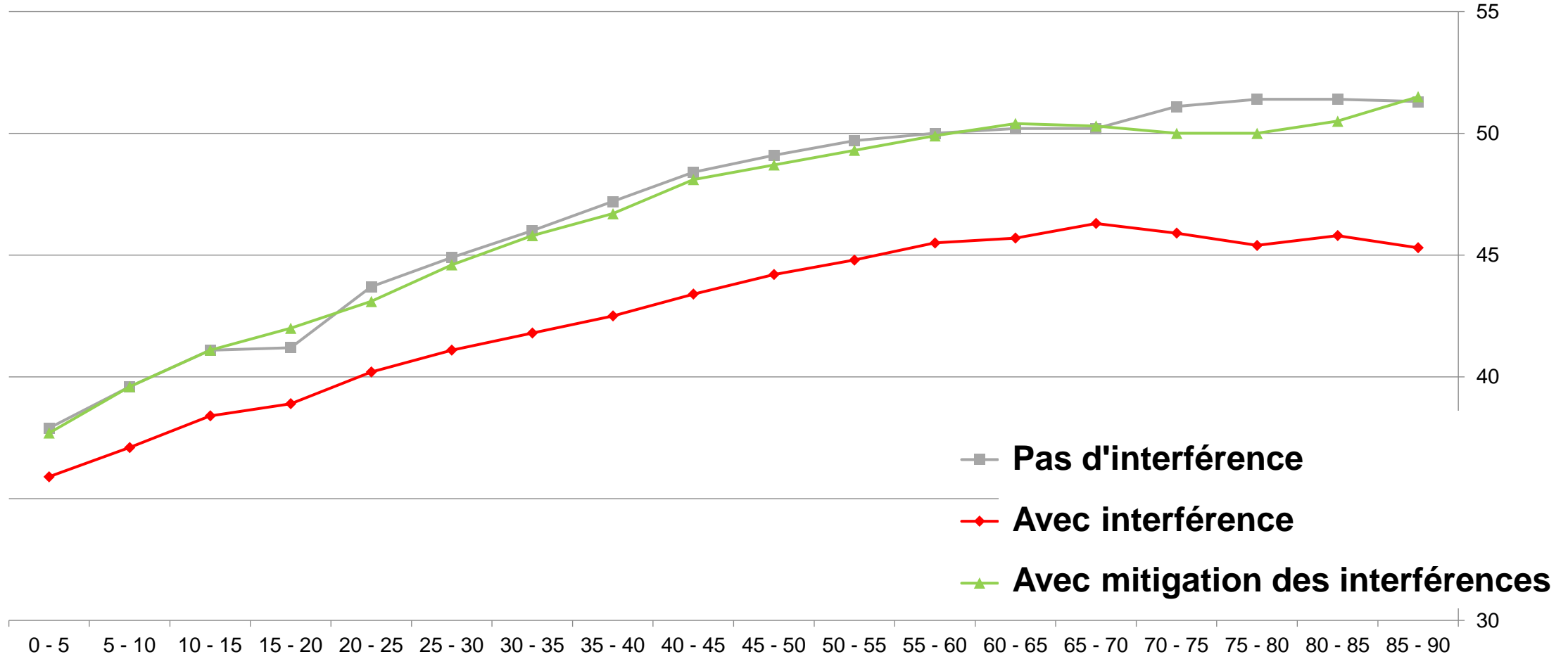


**Avec mitigation des interférences**

# Implications des interférences sur les performances du récepteur



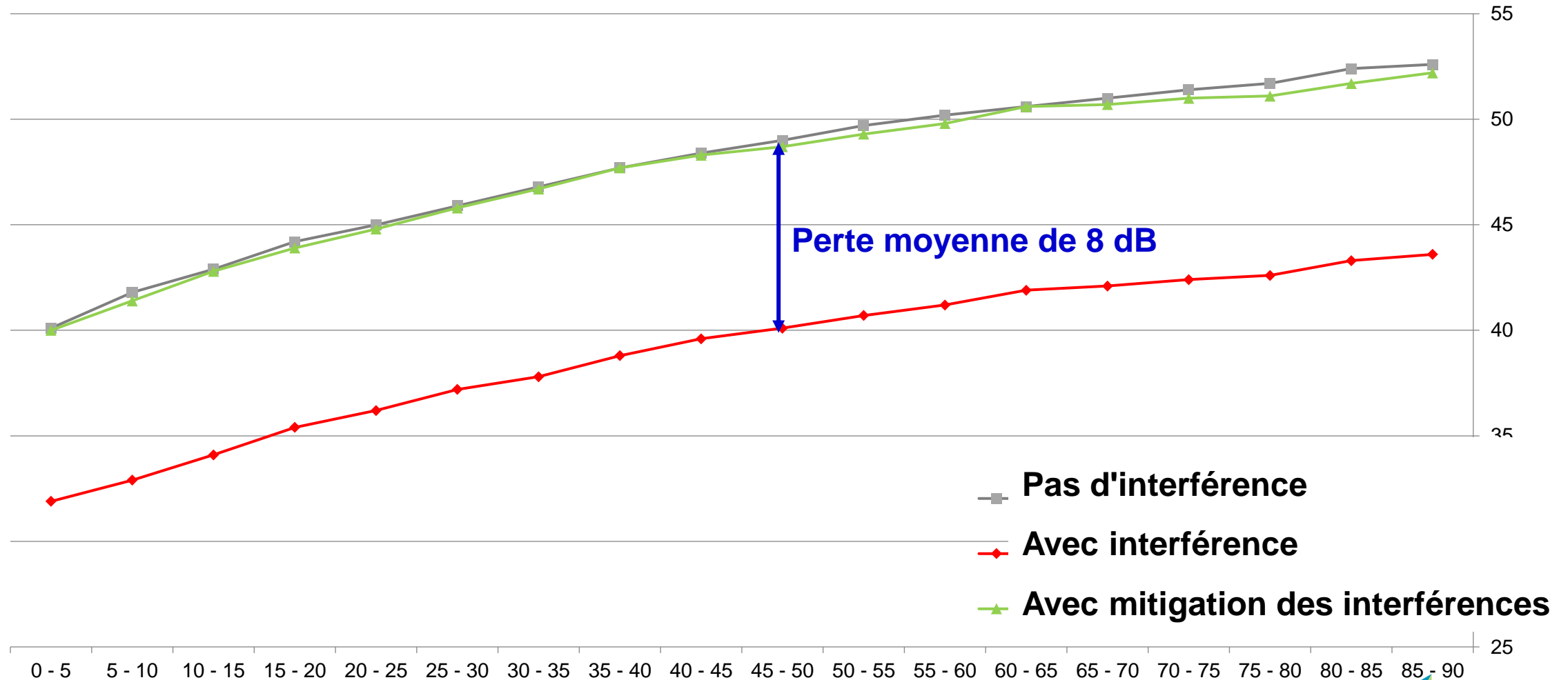
Moyenne du SNR L1 en fonction de l'élévation du satellite [dB].



# Implications des interférences sur les performances du récepteur



Moyenne du SNR **GPS L2C** en fonction de l'élévation du satellite [dB].

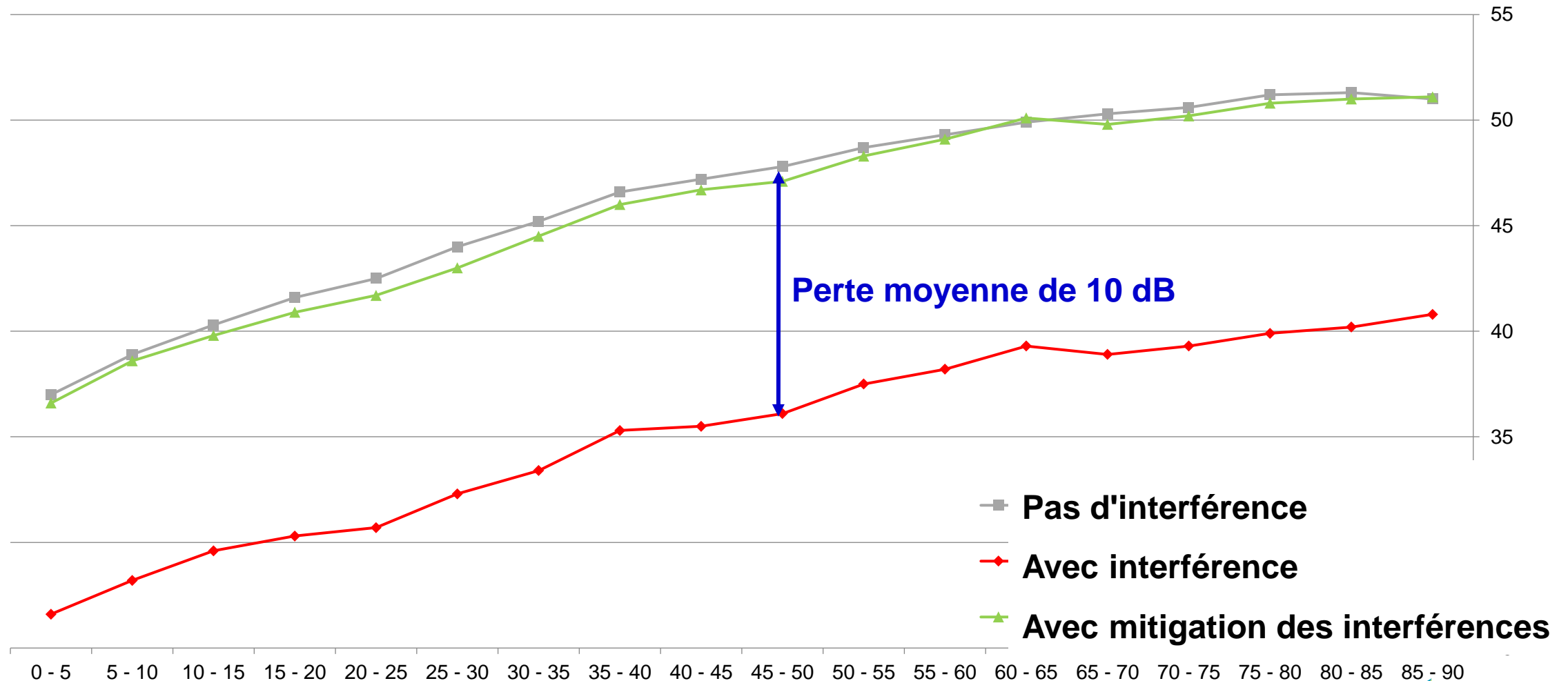




# Implications des interférences sur les performances du récepteur

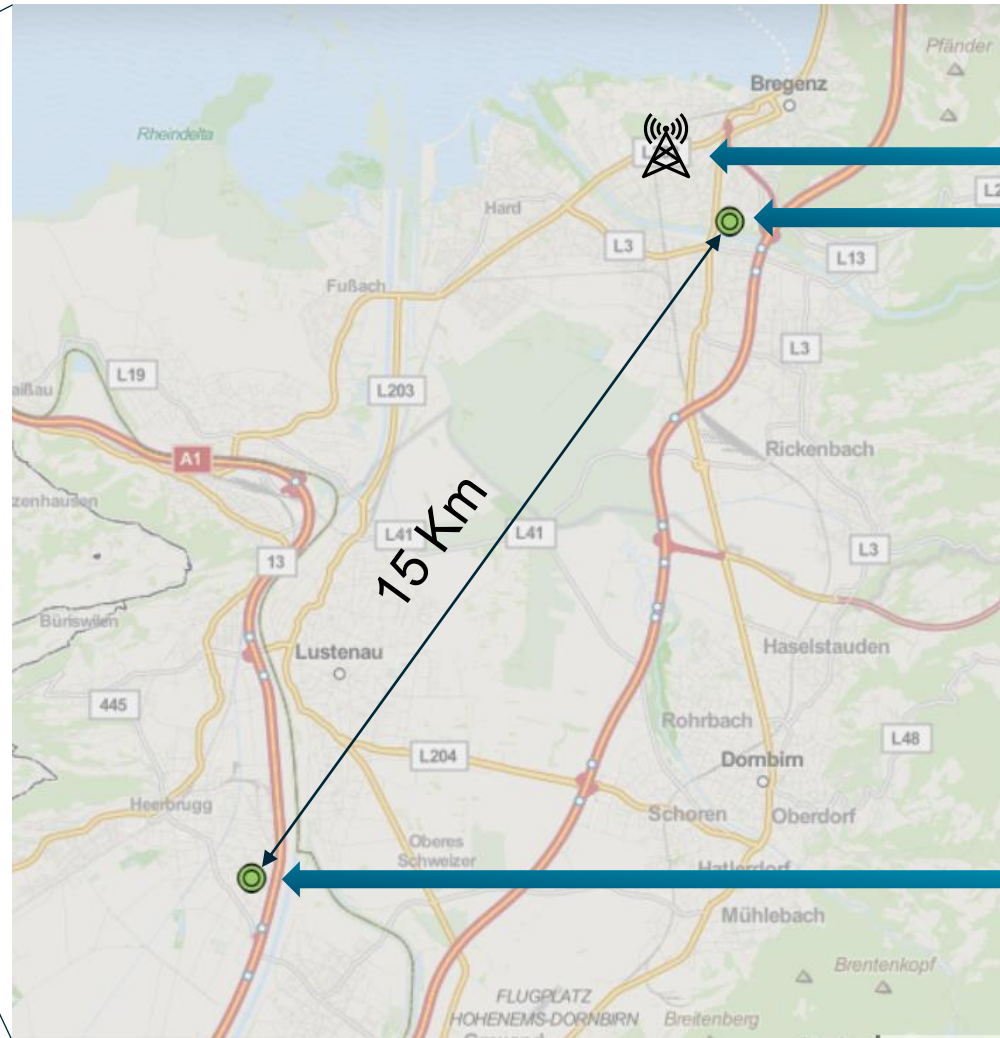


Moyenne du SNR **GPS L2P** en fonction de l'élévation du satellite [dB].



# Implications des interférences sur les performances du système CORS-Mobile

Solution RTK (Ligne de Base 15 km)

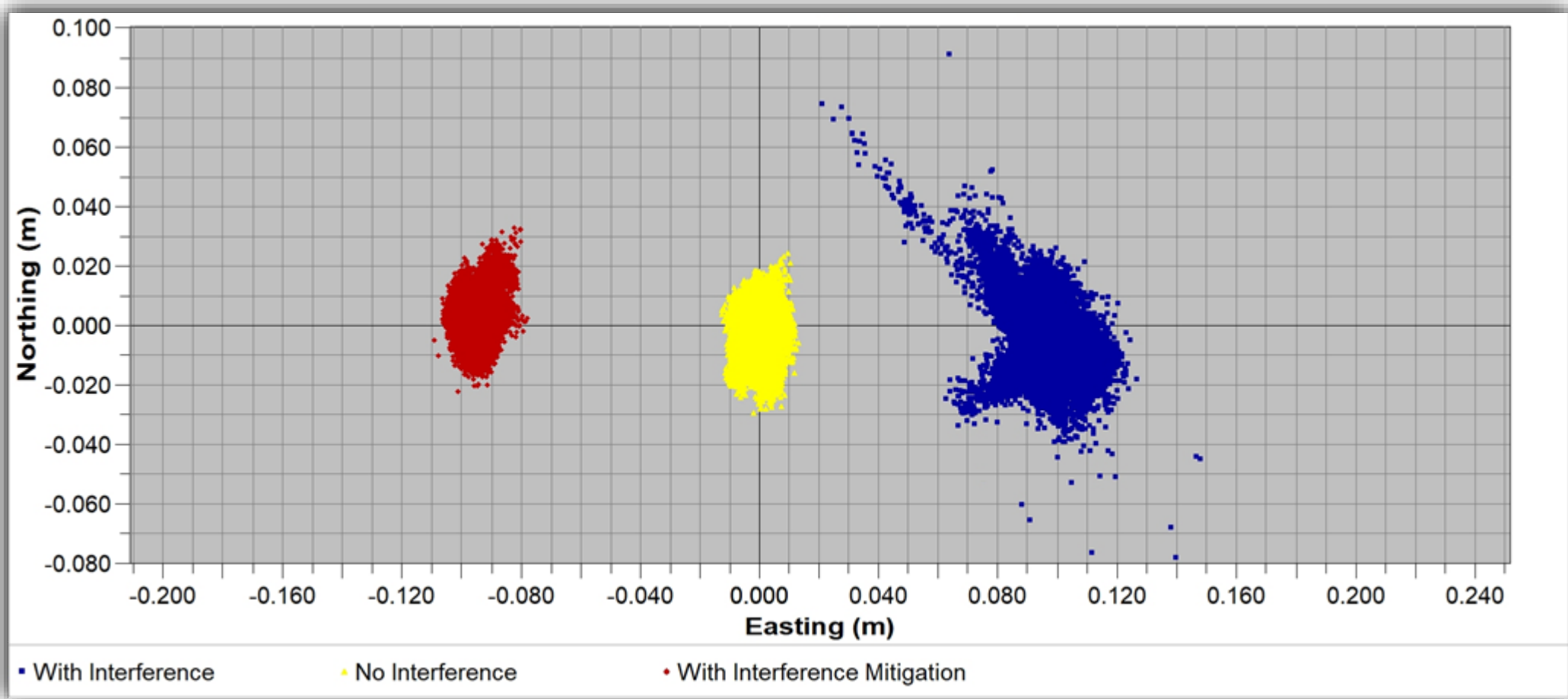


Source d'interférence  
Station de référence

Mobile

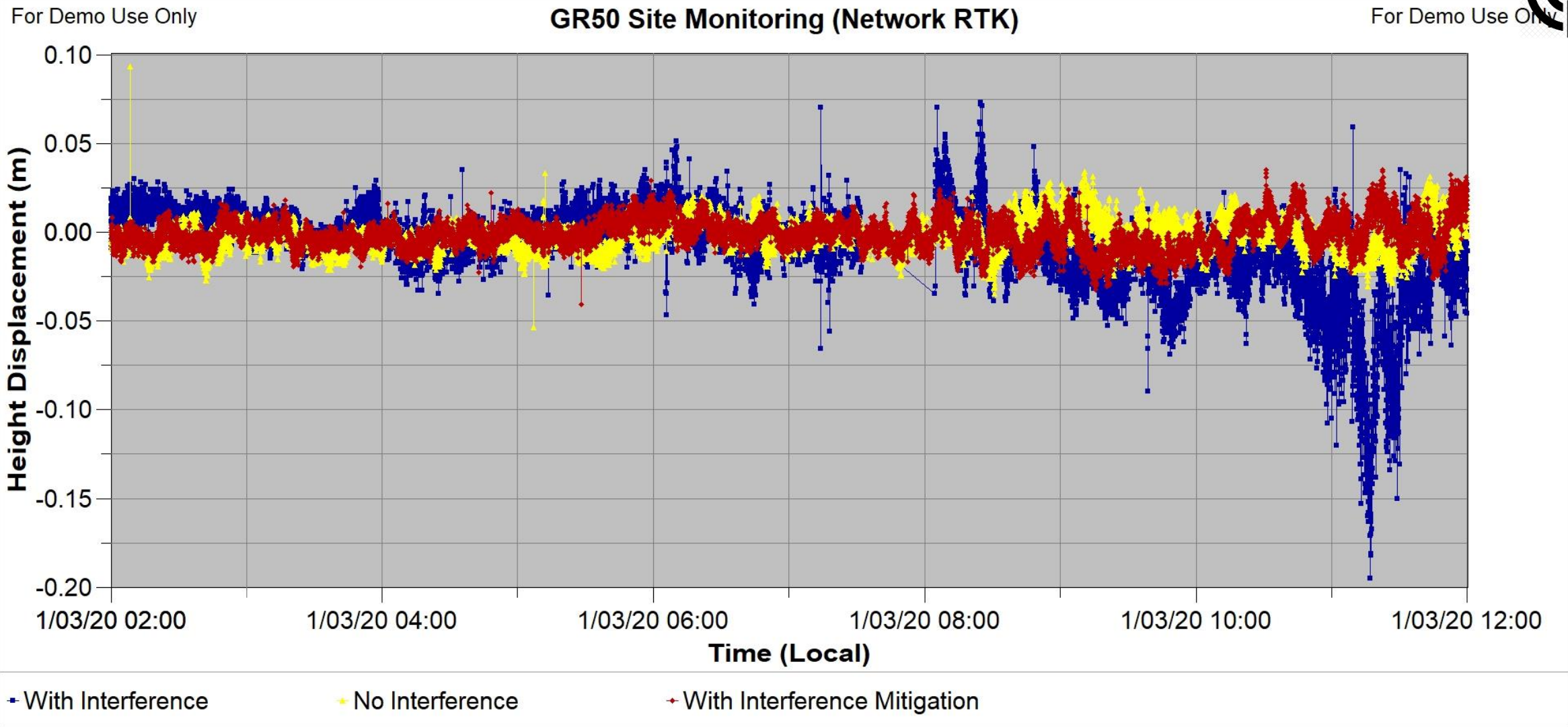
# Implications des interférences sur les performances du système CORS-Mobile

Solution RTK (Ligne de Base 15 km)



# Implications des interférences sur les performances du système CORS-Mobile

Impact sur **la composante verticale**



# Implications des interférences sur les performances du système CORS-Mobile

## Performance RTK



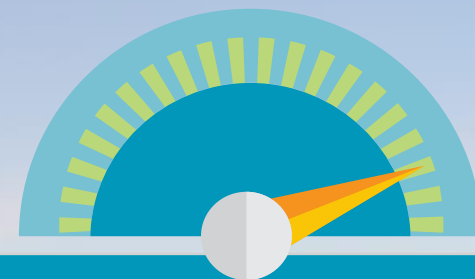
Erreur 1 sigma [mm]	Est	Nord	Vertical	CQ [cm]
Pas d'interférence	3.58	6	8.09	1.1
<b>Avec interférence</b>	<b>7.20</b>	<b>9.43</b>	<b>23.6</b>	<b>2</b>
<b>Avec mitigation des interférences</b>	<b>3.37</b>	<b>6.59</b>	<b>8.32</b>	<b>1.2</b>



Pourcentage de fixation [%]	
Pas d'interférence	100
<b>Avec interférence</b>	<b>92</b>
<b>Avec mitigation des interférences</b>	<b>100</b>

# Résumé

Principaux avantages d'un analyseur de spectre et d'une solution de mitigation des interférences



## Économiser les coûts

- Aucun matériel supplémentaire n'est nécessaire pour détecter les interférences
- Pas besoin de déplacer votre station de référence
- Pas besoin d'arrêter temporairement votre station de référence

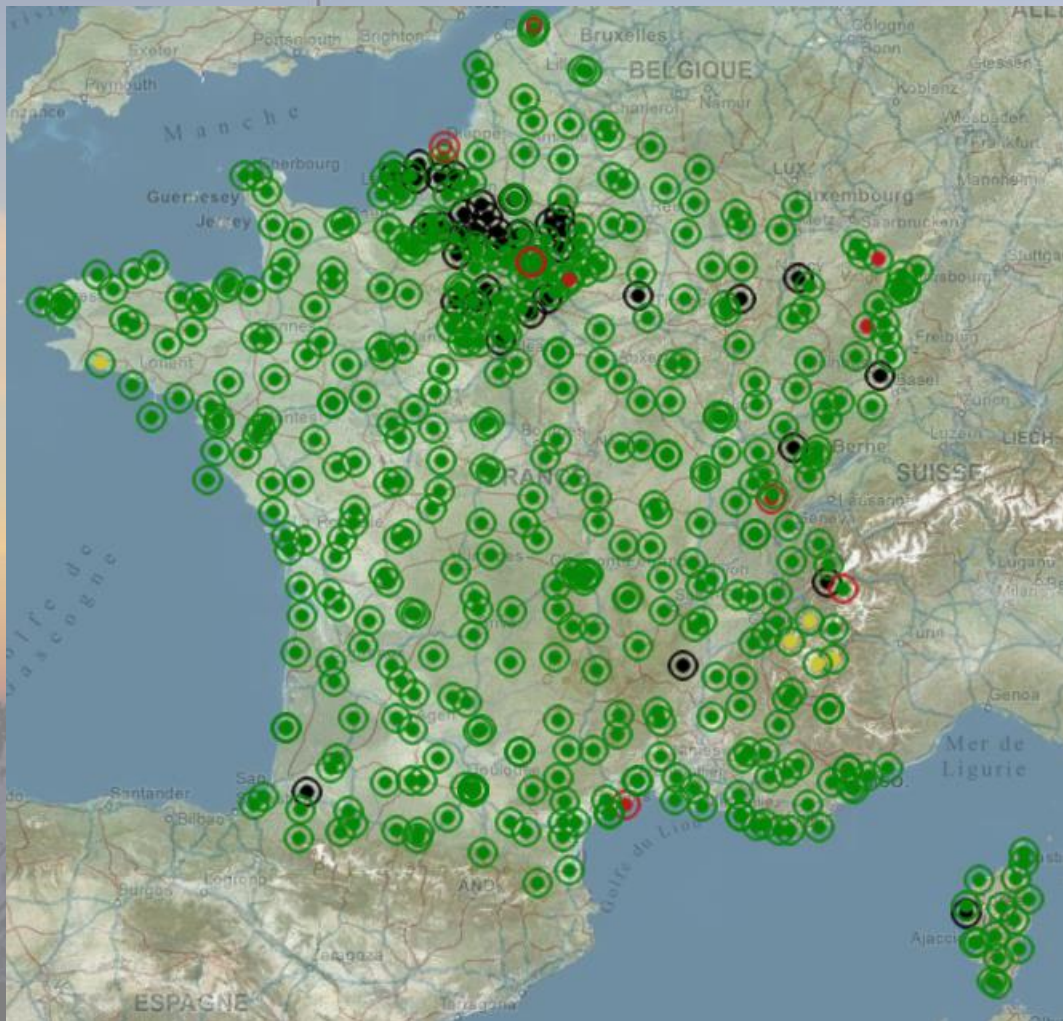


## 24/7 Disponibilité

- Le suivi des satellites et la qualité du signal peuvent être largement préservés
- Observation brute et corrections RTK disponibles à tout moment
- Positionnement précis de haute qualité possible même en présence d'interférences RF

# Conclusion

## Statut du réseau RGP



- 525 Stations
- 5% ont l'analyseur de spectre
- 3% ont l'option d'atténuation des interférences



# Q&R







**Youssef Tawk**

**in** <https://www.linkedin.com/in/yousseftawk/>

[youssef.tawk@leica-geosystems.com](mailto:youssef.tawk@leica-geosystems.com)

# Merci !