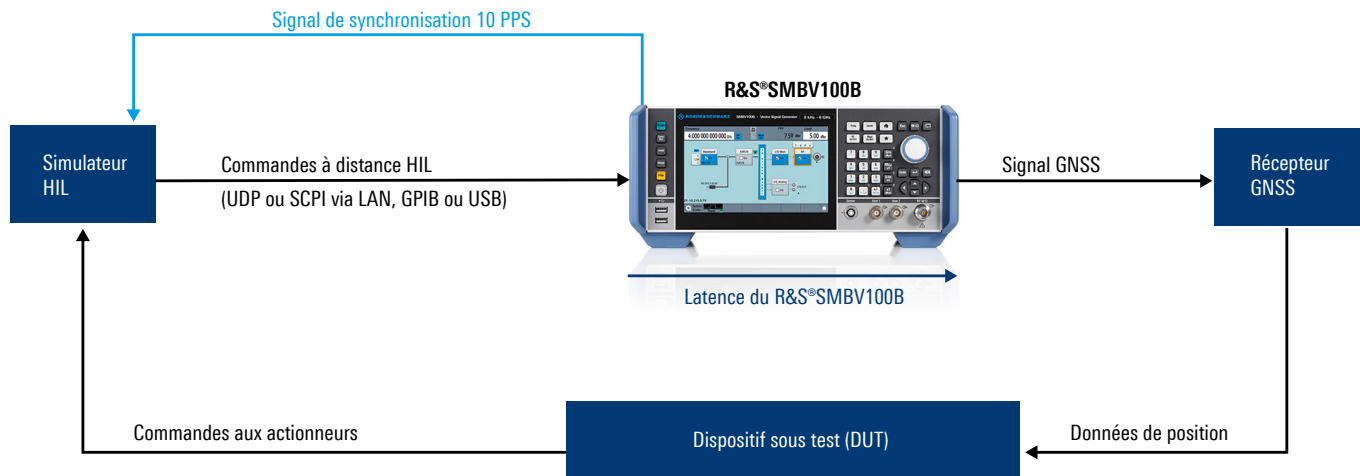


# SIMULATEUR GNSS EN BOUCLE FERMÉE (HIL)

Bien utiliser les statistiques pour caler une boucle fermée (R&S®SMW200A ou R&S®SMBV100B)

## Intégration du R&S®SMBV100B dans un montage en boucle fermée



### Votre objectif

Les données de trajectoire du récepteur sont envoyées en temps réel au simulateur par commandes SCPI ou UDP. Celles-ci incluent la position du récepteur, sa vitesse, et, selon le besoin, son accélération et son attitude. Le rythme de mise à jour de la position peut atteindre 100 Hz et la latence système est définie à 20 ms.

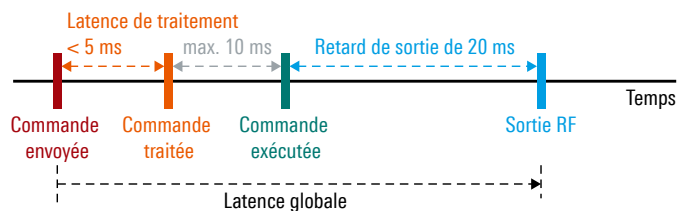
Il peut être nécessaire de maintenir tous les équipements de la boucle en parfait synchronisme. Dans ce cas, les simulateurs R&S®SMW200A et R&S®SMBV100B fournissent un signal 1 PPS et 10 PPS, ainsi que des statistiques aidant à aligner le simulateur GNSS et le générateur de position.

Cette note décrit comment mesurer et compenser la latence due au traitement en boucle fermée.

### Solution Rohde & Schwarz

Le but est de réaliser un alignement en compensant le temps de latence causé par le transfert et le traitement des commandes HIL (Hardware in the Loop). Ceci est répété toutes les 5 à 10 s.

### Temps de latence dû au transfert et au traitement de la commande HIL



La première étape est de fixer une position initiale  $P_0$ , au moment  $T_0$ , à la fois sur le générateur de mouvement et sur le simulateur GNSS. Puis attendre un „fix“.

```
:SOUR:BB:GPS:RT:HILPosition:MODE:A ...
```

Faire ensuite une requête du temps initial de référence  
`[ :SOURCE<hw> ] :BB:GNSS:RT:HWTIme?`  
 qui donne le temps écoulé depuis le début de la simulation. Celui-ci reflète le temps entre le simulateur et le temps écoulé dans la commande HIL à venir.

Envoyer une première commande HIL avec un temps d'intervalle corrigé.

Procéder ensuite à une calibration fine du temps de latence : faire une requête de la différence de temps simulateur écoulé et de la dernière commande HIL.

`[ :SOURCE<hw> ] :BB:GNSS:RT:RECEIVER  
 [ :V<st> ] :HILPosition:LATency:STATistics?`

Si le retard obtenu est supérieur à la latence système, envoyer la commande HIL suivante avec une correction de temps.

Si cette calibration échoue (système temps réel non strict), rajouter un temps de bufferisation pour réaligner les commandes HIL puis analyser les statistiques de prédiction et d'interpolation.

### Analyser les statistiques

La commande „statistique“ permet d'aligner finement le système de manière régulière afin de compenser les latences et d'analyser les prédictions de trajectoire éventuelles. Le contenu de cette commande est  
`:SOUR:BB:GNSS:RT:REC:V:HILP:LAT:STAT ?`

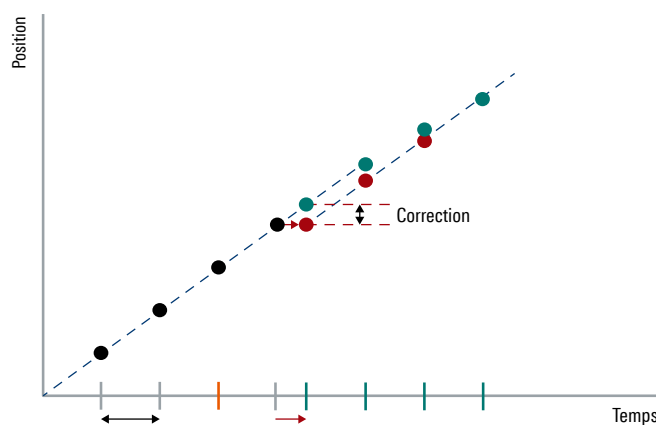
Ci-dessous un exemple de réponse suivi d'une explication : `30.23,0.06,0.06,0.06,1,1,0,0,0,8,0,1,1`

- ▶ `30.23` = CmdHwTime = temps simulateur
- ▶ `0.06` = LastLatency = différence de temps entre temps écoulé dans le simulateur et temps écoulé envoyé dans la dernière commande HIL
- ▶ `0.06` = MaxLatency = Différence maximum entre temps écoulé dans le simulateur et temps écoulé envoyé dans la commande HIL reçue depuis la dernière requête de statistiques
- ▶ `0.06` = MinLatency = Différence maximum entre temps écoulé dans le simulateur et temps écoulé envoyé dans la commande HIL reçue depuis la dernière requête de statistiques
- ▶ `1` = NoZeroValues = Nombre de commandes reçues ayant une latence différente de zéro
- ▶ `1` = CmdReceived = Nombre de commandes reçues depuis la dernière requête de statistiques
- ▶ `0` = CmdUsed = Nombre de commandes utilisées sans interpolation/extrapolation

- ▶ `0` = CmdSync = Nombre de commandes qui sont appliquées à leur temps spécifié (ElapsedTime dans la commande HIL)
- ▶ `0` = CmdExterp = Nombre de commandes extrapolées
- ▶ `8` = CmdInterp = Nombre de commandes interpolées
- ▶ `0` = Predictions = Nombre de commandes prédites
- ▶ `1` = MaxUsed = Nombre de commandes maximum dans le buffer
- ▶ `1` = MinUsed = Nombre de commandes minimum dans le buffer

Comme le montre la figure ci-dessous il est important de corriger aussi la position lors d'un ajustement temporel afin d'éviter les sauts de position et un rejet du récepteur GNSS.

### Rattrapage et lissage de la position suite à une correction



- ▶ En orange une requête de statistiques est faite
- ▶ La flèche rouge donne la compensation en temps lors d'une calibration, et les points rouges la position sans modification
- ▶ Le point vert indique la position avec correction convergeant progressivement vers les valeurs de trajectoire d'origine

