

Ce TD est consacré à l'étude d'un signal GPS L1 réel et à son traitement sous Matlab pour en extraire :

- une liste des satellites en vue du récepteur lors de son enregistrement ;
- les fréquences Doppler ;
- les décalages de codes C/A et leurs évolutions au cours du temps ;
- les phases et leurs évolutions au cours du temps ;
- les messages de navigation.

Ces informations seront utilisées dans le TD 2 pour calculer les pseudo-distances satellites-récepteur et par suite la position du récepteur.

Le signal GPS utilisé dans ce TD a été enregistré en juillet 2019 lors d'expérimentations réalisées depuis un autogire. Le segment de signal fourni correspond à la phase de décollage.

La numérisation du signal a été réalisée par une carte Syntony GNSS Echo-L configurée pour une quantification sur 1 bit et une fréquence d'échantillonnage de 16.368 MHz. Cette carte assure une descente en fréquence à la fréquence intermédiaire de 2.046 MHz. Le signal est numérisé au format binaire non signé.

I - Acquisition

$$S_r(t) = \sum_{s \in S} A_s(t) C/A_s(t + \tau_s) n_s(t + \tau_s) \sin(2\pi f_s(t)t + \theta_s(t)) + \eta_s(t)$$

On rappelle que le signal perçu par l'antenne consiste en la somme des signaux reçus depuis chacun des satellites visibles (ainsi que d'autres signaux parasites). L'objectif de l'étape d'acquisition est de déterminer la liste des satellites en vue du récepteur et d'estimer la valeur initiale des fréquences et des décalages de code des signaux reçus depuis chacun des satellites. On se base pour cela sur la corrélation entre le signal perçu par l'antenne et une réplique générée par le récepteur numérique pour chacun des satellites GPS et chaque fréquence et décalage de code possible.

1. Acquisition : principe

Expliquer mathématiquement le principe et le résultat de l'acquisition série.

2. Acquisition par FFT en supposant le satellite et sa fréquence Doppler connus

Le satellite de PRN 10 était visible lors de l'enregistrement du signal. On suppose pour cette question sa fréquence Doppler connue : elle était d'environ -2660 Hz. Réaliser un

programme permettant de réaliser l'acquisition par FFT du satellite de PRN 10 pour déterminer son décalage de code en nombre d'échantillons. Représenter en particulier le pic de corrélation 2D obtenu.

3. Acquisition par FFT en supposant le satellite connu

Réaliser un programme permettant de réaliser l'acquisition par FFT du satellite de PRN 10 pour déterminer son décalage de code en nombre d'échantillons ainsi que sa fréquence Doppler. Représenter en particulier le pic de corrélation 3D obtenu.

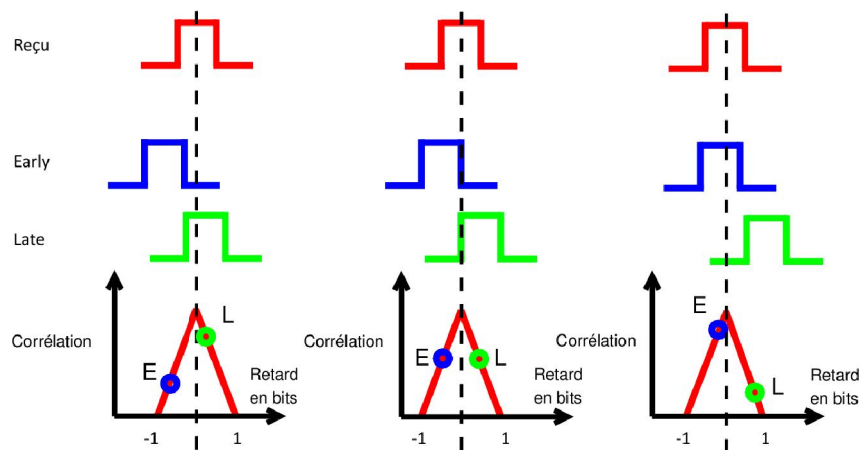
4. Intégration cohérente et non-cohérente

Faire varier les paramètres de durée d'intégration cohérente (N) et non-cohérente (K) pour l'acquisition par FFT du satellite de PRN 10. Tester en particulier les cas $N=5, K=1$; $N=1, K=5$; $N=5, K=5$, $N=18, K=1$ et $N=1, K=18$.

5. Acquisition par FFT sans connaître les satellites visibles

Etablir la liste des satellites GPS visibles. Etant donné que les conditions de réception étaient favorables (environnement de l'antenne parfaitement dégagé, antenne scientifique), on pourra se contenter d'une durée d'intégration de 1ms.

II - Poursuite



L'objectif de l'étape de poursuite est de déterminer l'évolution au cours du temps des fréquences, des décalages de code et des phases des signaux reçus depuis chacun des satellites. On se base là aussi sur la corrélation entre le signal perçu par l'antenne et une réplique générée par le récepteur numérique pour les satellites GPS visibles, calculée en phase et en quadrature en trois points : Early, Prompt et Late. Le principe est de conserver les paramètres de la réplique synchronisés avec les paramètres du signal reçu.

1. Poursuite du code (DLL)

Dans un nouveau script Matlab utilisant les résultats de l'étape d'acquisition (décalage initial de code, fréquence Doppler), effectuer la poursuite du code du satellite de PRN 10 (sans poursuite de phase) sur les 4 premières secondes du signal fourni. Représenter en particulier les figures équivalentes à celles du cours pour cette partie.

2. Poursuite de la phase (PLL)

Effectuer la poursuite de la phase du satellite de PRN 10 (sans poursuite de code) sur les 4 premières secondes du signal fourni. Représenter en particulier les figures équivalentes à celles du cours pour cette partie.

3. Poursuite complète (PLL+DLL)

Effectuer la poursuite du code et de la phase du satellite de PRN 10, d'abord sur les 4 premières secondes du signal fourni puis sur la totalité du signal. Représenter en particulier les figures équivalentes à celles du cours pour cette partie.

4. Poursuite complète (PLL+DLL) de tous les satellites

Effectuer la poursuite du code et de la phase de tous les satellites trouvés dans l'étape d'acquisition, d'abord sur 1 seconde pour vérifier la justesse du programme écrit, puis sur la totalité du signal. A la fin du TD, enregistrer dans un fichier .mat l'ensemble des résultats obtenus en prévision du TD 2 (liste des satellites visibles, fréquences Doppler, décalages de code au cours du temps, phase au cours du temps, valeurs maximales de corrélation en phase pour le code Prompt).