

# FSAB 1508 : Projet P4 MS0

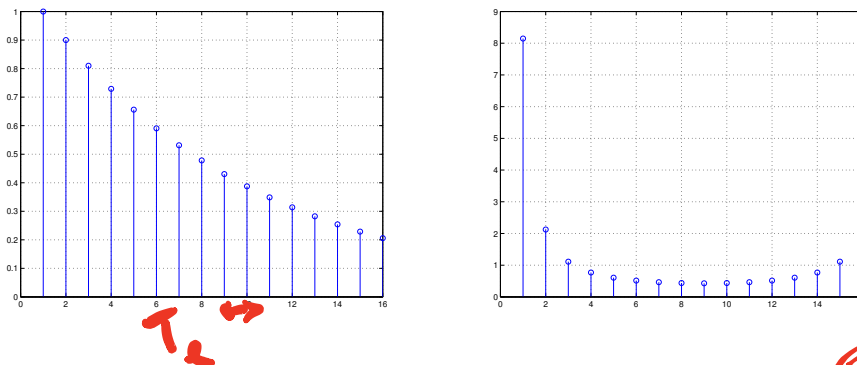
C. Craeye, C. Oestges, L. Vandendorpe  
T. Feuillen, G. Monnoyer, M. Drouguet  
(EPL - ICTEAM/ELEN)



## Objectifs

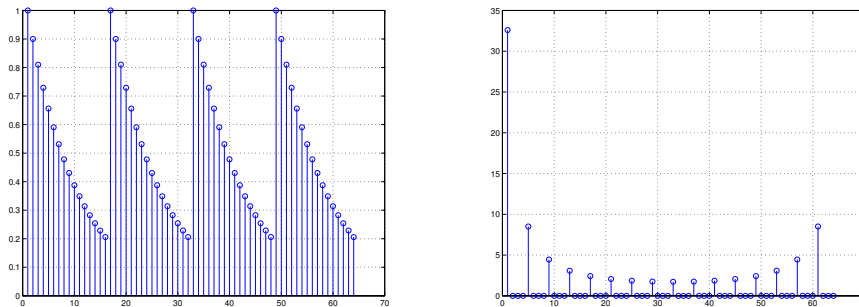
- Comprendre et (ré)apprivoiser la TFD (transformée de Fourier discrète)
- ✓ • Maîtriser les axes temporel et fréquentiel
- ✓ • Comprendre les propriétés de la TFD pour signaux périodiques
- ✓ • Comprendre l'échantillonnage de signaux "passe-bande"
- ✓ • Livrable (deliverable): rapport précis, rigoureux et concis

## Cas 1: signal réel quelconque



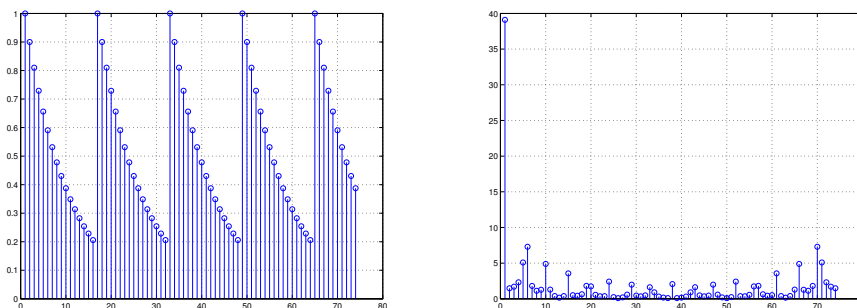
- Figure de gauche: signal temporel, période d'échantillonnage  $T_e$
- Figure de droite: module de la TFD de taille 16
- Q1: donnez la valeur de l'écart entre échantillons fréquentiels et la valeur de la fréquence la plus élevée (figure de droite) en fonction de  $T_e$
- Q2: expliquez l'allure du module du spectre (figure de droite)
- Q3: de quel signal la figure de droite fournit-elle le (module du) spectre EXACT ?

## Cas 2: signal réel périodique; nombre entier de périodes



- Figure de gauche: signal temporel; 4 périodes du signal précédent; période d'échantillonnage  $T_e$ ; période du signal:  $T = 16T_e$
- Figure de droite: module de la TFD de taille 64
- Q4: expliquez l'allure du module du spectre (figure de droite) ainsi que les différences avec le spectre du transparent précédent

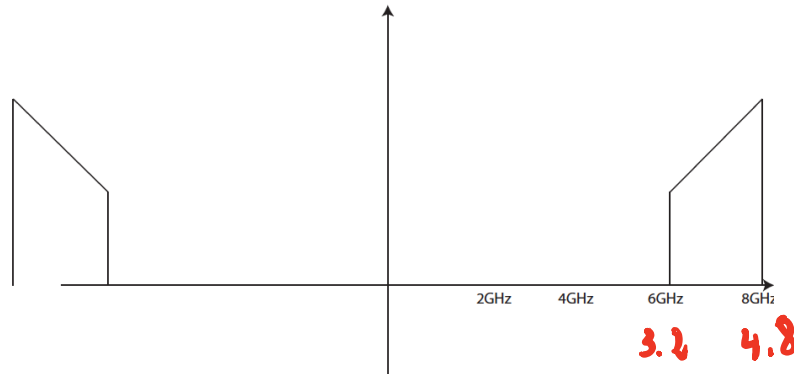
## Cas 3: signal réel périodique; nombre NON entier de périodes



- Figure de gauche: signal temporel; période du signal:  $T = 16T_e$ ; durée: 74
- Figure de droite: module de la TFD de taille 74
- Q5: expliquez l'allure du module du spectre (figure de droite) ainsi que les différences avec le spectre du transparent précédent

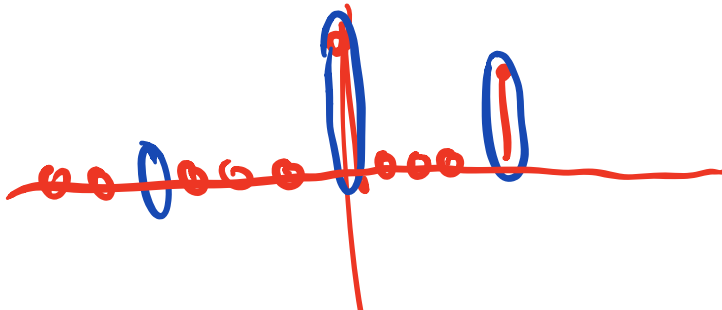
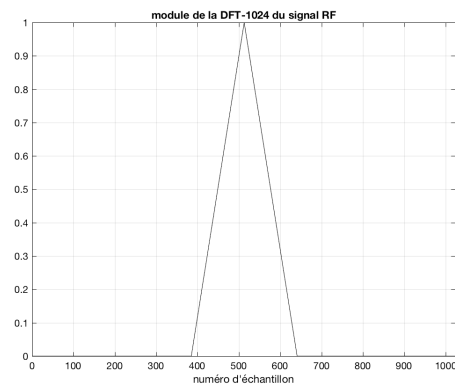
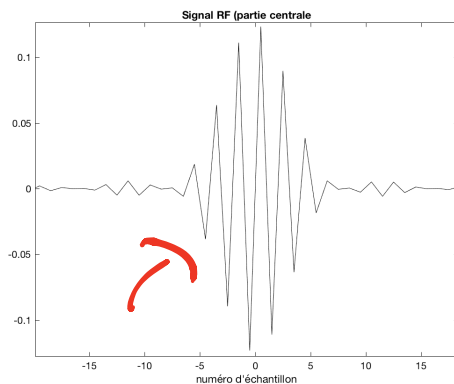
## Echantillonnage

- Le signal utilisé  $s(t)$  est parfaitement localisé dans la bande de fréquences 6 à 8 GHz, comme illustré à la figure suivante. On se pose la question de l'échantillonnage d'un tel signal.
- Q6: D'après le théorème de l'échantillonnage de Nyquist, quelle est une valeur suffisante de la cadence d'échantillonnage ?



## Echantillonnage

- On échantillonne à 16 GHz un signal localisé dans la bande 6 à 8 GHz. La figure de gauche fournit un zoom de ce signal sur la partie principale (les 1024 échantillons du signal  $s[n]$  complet vous sont fournis); la figure de droite, le module de la TFD prise avec  $N = 1024$  points.



## Echantillonnage

- Le théorème d'échantillonnage donne une condition suffisante mais pas nécessaire à satisfaire par la cadence d'échantillonnage
- On considère de recourir plutôt à une cadence de 4 GHz (4 fois moins d'échantillons, donc).
- Q7.1: on part du signal  $s[n]$ , on ne garde qu'un échantillon sur 4, soit 256 au final. Représentez le module de la TFD-256 obtenue à partir de ce signal. Graduez précisément l'axe horizontal en supposant qu'il correspond (i) à  $F$  (fréquence normalisée); (ii) à  $\Omega$  (pulsation normalisée); (iii) à  $f$  (la fréquence vraie). Commentez et expliquez.
- Q7.2: on part du signal  $s[n]$ , dans lequel on garde les échantillons en 0, 4, 8, .... et on met les autres à 0. Représentez le module de la TFD-1024 obtenue à partir de ce signal. Graduez précisément l'axe horizontal en supposant qu'il correspond (i) à  $F$  (fréquence normalisée); (ii) à  $\Omega$  (pulsation normalisée); (iii) à  $f$  (la fréquence vraie). Justifiez et commentez les différences par rapport à Q7.1.