

---

**BE n°1 : Conversion Uniforme**

---

**Objectifs :**

- prise en main de l'ensemble des étapes intervenants dans la conversion analogique numérique uniforme
- simulation d'un convertisseur uniforme sous matlab
- étude de l'erreur de quantification pour différents signaux

**Matériel à télécharger sur le serveur pédagogique :**

- le script matlab `CANuniforme.m`
- les 4 fichiers de données `sinus.mat`, `glock.mat`, `voix.mat` et `chant.mat`
- les transparents du cours

**Travail à rendre en fin de séance :**

- votre script matlab `CANuniforme.m` complété et commenté

Celui-ci est à envoyer par email à l'encadrant **à la fin de la séance**. Un script par binôme est demandé. Vous reporterez dans ce script, en commentaire, vos observations et les réponses à certaines questions.

**1 - Signal analogique  $x$** 

0°) Compléter l'en-tête du script `CANuniforme.m` en indiquant vos Nom, Prénom, groupe de TP et la date.

1°) Lancer le script `CANuniforme.m` et observer les représentations temporelle et fréquentielle du signal "analogique" contenu dans le fichier `chant.mat`.

*Note importante* : les signaux "analogiques" utilisés dans ce travail sont en réalité des signaux discrets échantillonnés à une très grande fréquence d'échantillonnage  $\nu_{\text{scont}} = 60000\text{Hz}$ .

2°) Relever la fréquence maximale  $\nu_{\text{max}}$  du signal.

**2 - Échantillonnage et signal discret  $x^*$** 

On décide d'échantillonner les signaux à la fréquence d'échantillonnage  $\nu_s = 15000\text{Hz}$ . Dans le script `CANuniforme.m`, effacer la commande matlab `return` pour accéder à cette partie du code dans laquelle le signal discret  $x^*$  est dénommé `xstar`.

3°) Appliquer un filtre anti-repliement au signal  $x$ . Celui-ci est réalisé grâce à un filtre de Butterworth (fonction matlab `butter`) dont vous choisirez l'ordre et la fréquence de coupure  $\nu_c$ . L'instruction matlab `y = lsim(tf(B,A),x)` permet d'appliquer ce filtre au signal d'entrée  $x$ . En observant le spectre du signal filtré  $y$ , vérifier la conformité de votre filtre.

Les signaux "analogiques" étant ici des signaux discrets échantillonnés à  $\nu_{\text{scont}} = 60000\text{Hz}$ , l'échantillonnage du signal correspond en pratique à une opération de sous-échantillonnage de facteur  $\text{rse} = \nu_{\text{scont}}/\nu_s = 4$ . La ligne de commande `xstar = y(1:rse:end);` réalise cette opération de sous-échantillonnage.

4°) Écouter et visualiser le signal  $x^*$  obtenu ainsi que son spectre  $X^*$ . A-t-on perdu de l'information ?

### 3 - Quantification et signal numérique $\tilde{x}$

On décide de quantifier les signaux sur  $N_{\text{bit}} = 3$  bits. Dans le script `CANuniforme.m`, effacer la commande matlab `return` pour accéder à cette partie du code dans laquelle le signal numérique  $\tilde{x}$  est dénommé `xtild`.

5°) Calculer le pas de quantification  $q$  et appliquer une quantification uniforme au signal  $x^*$ .

6°) Écouter et visualiser le signal  $\tilde{x}$  obtenu ainsi que son spectre  $\tilde{X}$ . Noter les différences observées avec le signal discret  $x^*$ .

7°) Recommencer l'opération en augmentant ou en diminuant le nombre de bit de quantification  $N_{\text{bit}}$  et pour les autres signaux contenus dans les fichiers `.mat`.

### 4 - Erreur de quantification $e^*$

On se propose dans cette dernière partie d'étudier l'erreur de quantification. Dans le script `CANuniforme.m`, effacer la commande matlab `return` pour accéder à cette partie du code.

8°) Calculer et observer l'erreur de quantification  $e^*$  ainsi que sa densité spectrale de puissance  $S_{e^*}$ . La densité spectrale de puissance obtenue correspond-elle au modèle adopté en cours ? Refaire l'expérience avec les autres signaux contenus dans les fichiers `.mat`.

9°) À l'aide de la fonction `hist` de matlab, calculer et représenter la distribution des valeurs de  $e^*$ . La distribution obtenue correspond-elle au modèle adopté en cours ?

10°) Pour des valeurs de  $N_{\text{bit}}$  allant de 1 à 16, calculer le RSB, c-a-d le rapport entre la puissance du signal  $x^*$  et la puissance de l'erreur de quantification  $e^*$ . Tracer la courbe cout-performance obtenue et vérifier son adéquation avec le modèle vu en cours.