

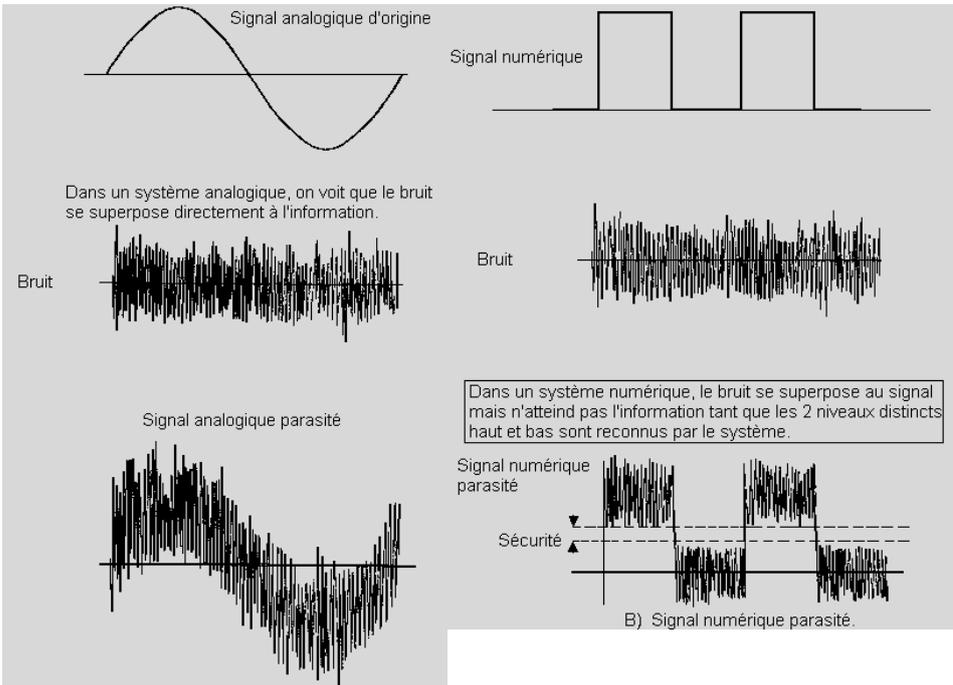
Activité expérimentale AE₁₅ : Traitement du signal

Mathias veut envoyer, à Olivia, le morceau qu'il vient d'enregistrer :



I. VAUT-IL MIEUX TRANSPORTER LE SIGNAL (LES SONS DU MORCEAU) DE FAÇON ANALOGIQUE OU NUMERIQUE ?

Mini-Dico :
Signal analogique : il varie de façon continue dans le temps, de façon analogue à une grandeur physique (tension, pression...)
Signal numérique : il varie de façon discontinue dans le temps par paliers, comme une succession de nombres codés avec des 0 et des 1 (codage binaire)
Bruit : perturbations diverses qui modifient un signal lors d'une transmission



Un système analogique convertit les informations en une autre valeur qui varie de façon analogue à la source, alors qu'un système numérique convertit les informations en une valeur comprise dans une liste prédéfinie de valeurs (et donc limitée), et échantillonnée. Un système numérique possède donc une limite de résolution lors de la transcription d'un phénomène physique.

Un système analogique est direct, rapide, et représentatif de la source. Cependant il ne peut pas mémoriser les informations et les traitements des signaux sont limités. Les traitements mathématiques ne sont pas aisés.

Par exemple, dans le domaine artistique, les controverses existent sur le choix entre des supports numériques ou analogiques. Par exemple certains mélomanes ont critiqué l'arrivée du son numérique (notamment compressé) et le CD à partir de 1982. Ils ont souligné la qualité et les spécificités du disque vinyle (analogique) par rapport au Compact Disc audio. Toutefois, tous les appareils photo, vidéo et audio analogiques engendraient certains phénomènes devenus inconnus pour leur version numérique : distorsion, bruit de fond, pleurage, scintillement, etc...

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Analogique>

1. Répondez à la question posée au I. grâce aux divers documents et en justifiant.

Le plus simple pour Mathias est de transmettre un signal numérique. Il utilise un CAN.

II. QUELS PARAMETRES INFLUENCENT LA NUMERISATION DU SIGNAL ?



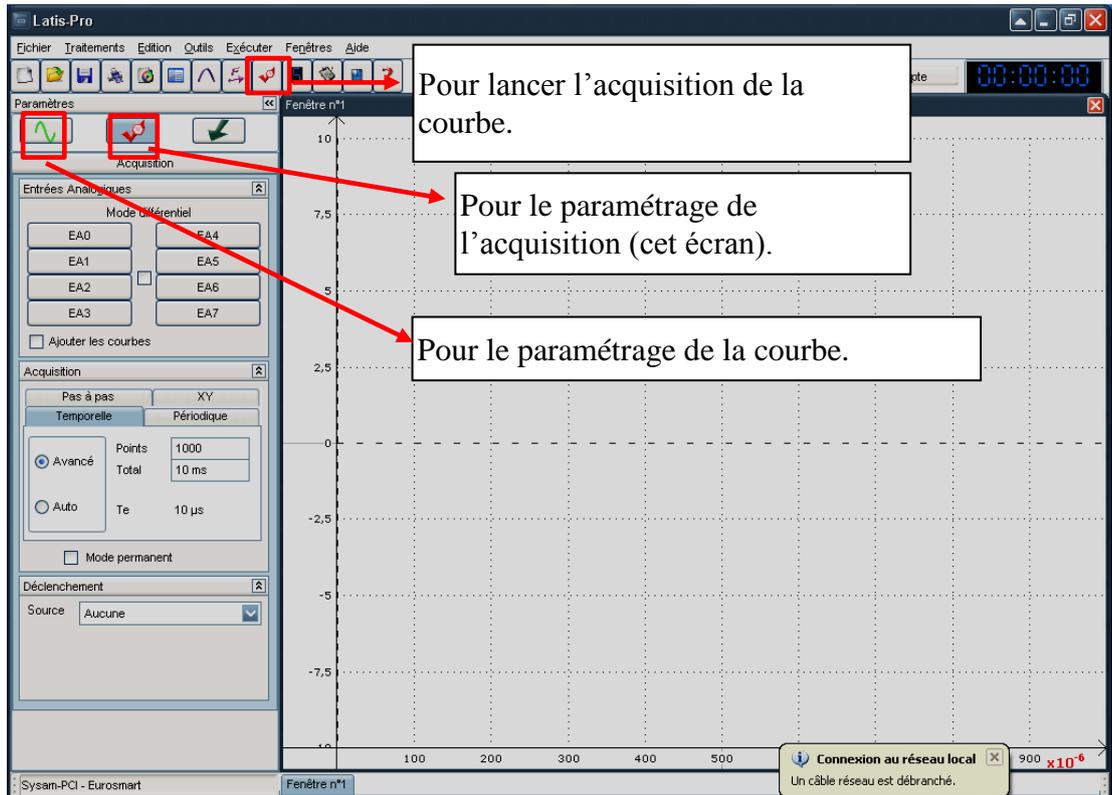
Pour numériser le signal, on passe par un convertisseur analogique numérique (CAN). La première note du morceau est un La₃ donc un signal sinusoïdal de fréquence 440 Hz.

Régler le GBF afin qu'il produise un signal sinusoïdal de fréquence $f = 440$ Hz.

Brancher la sortie du GBF sur l'entrée EO de la carte d'acquisition. La numérisation passe par l'échantillonnage et la quantification.

1. Echantillonnage

Ouvrir le logiciel Latis Pro. Vous arrivez sur l'écran suivant :



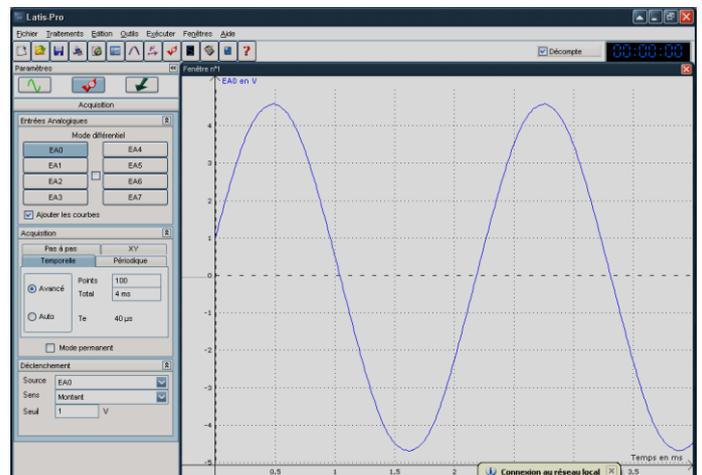
Cliquer sur EA0, cocher ajouter courbes, acquisition temporelle, déclenchement EA0 montant 1V.

Vous allez visualiser trois courbes différentes :

Courbe 1 : Choisir 1000 points pour un total de 4 ms (Te change automatiquement 4 μs).

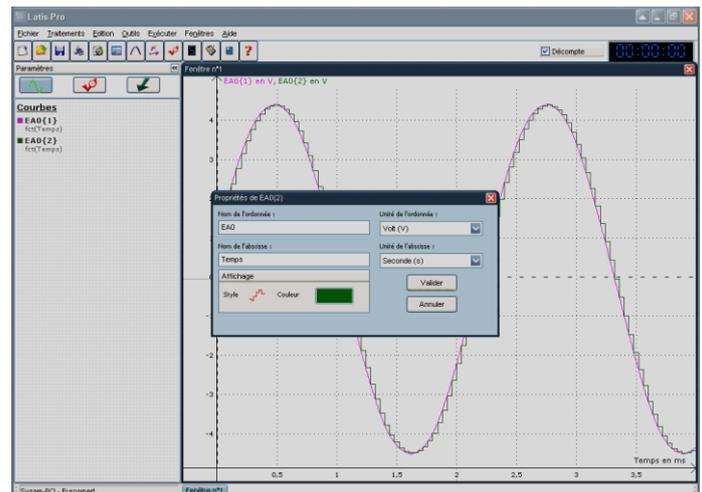
Cliquer sur le 9^{ème} icône pour tracer (acquisition courbe).

Cliquer en haut sur le nom de la courbe avec le bouton droit - propriétés - style trait continu.



Courbe 2 : Choisir 100 points pour un total de 4 ms (Te change automatiquement 40 μs). Lancer l'acquisition.

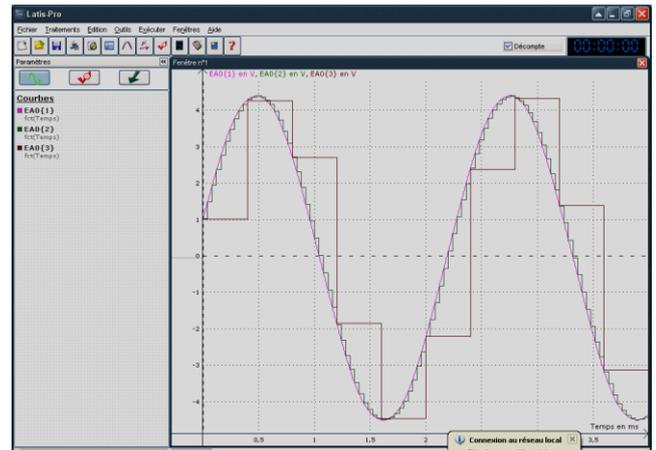
Quand la courbe est tracée cliquer sur l'icône courbe dans paramètres. Double-cliquer sur la dernière courbe. Cliquer sur l'icône du style « palier relié ». Dans paramètres cliquer le deuxième bouton pour revenir à l'écran de départ.



Courbe 3 : Choisir 10 points pour un total de 4 ms (T_e change automatiquement 400 μ s). Lancer l'acquisition.

Quand la courbe est tracée cliquer sur l'icône courbe dans paramètres. Double-cliquer sur la dernière courbe. Cliquer sur l'icône du style, puis « palier relié ». Dans paramètres cliquer le deuxième bouton pour revenir à l'écran de départ.

Visualisez les courbes obtenues avec le signal lissé (représentant le signal analogique de départ), et les courbes obtenues avec les réglages 2 et 3, représentant le signal échantillonné de deux façons différentes. Imprimer le document obtenu.



L'échantillonnage est la prise de mesure à intervalles de temps donnés. Le Blocage permet de garder constante la tension échantillonnée pendant l'intervalle séparant deux échantillons (appelé période d'échantillonnage T_e). C'est donc l'échantillonneur-bloqueur qui traite le signal de départ en produisant un signal qui suit approximativement les variations de la courbe d'origine.

Mini-Dico :

Fréquence d'échantillonnage : Nombre d'échantillons mesurés par seconde, en Hertz : $f_e = N/T = 1/T_e$, avec N nombre de points prélevés et T période du signal.

Période d'échantillonnage : Durée qui s'écoule entre deux points. $T_e = 1/f_e$

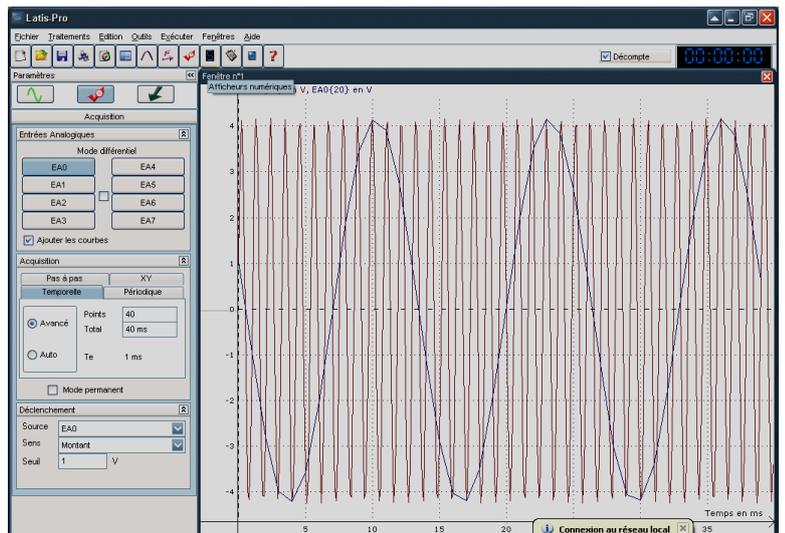
- 1.1. Pour chacun des trois réglages préciser la période d'échantillonnage T_e , calculer la fréquence d'échantillonnage f_e .
- 1.2. Comparez-la à la fréquence du signal.
- 1.3. Que pouvez-vous donner comme conseil à Mathias pour le choix de la fréquence d'échantillonnage ?

Retracer une courbe avec les réglages suivants :

Courbe 4 : Retirer toute les courbes précédentes en cliquant sur le nom de la courbe dans la fenêtre de paramétrage des courbes du bouton droit.

Régler le GBF sur une fréquence de 950 Hz.

Choisir 40 points et 40 ms. Lancer l'acquisition. Choisissez le style trait continu.



1.4 Quel type de courbe obtenez-vous ? Déterminez sa période approximative puis sa fréquence. Comparez à la fréquence du signal d'origine.

1.5 Que se passe-t-il ? Expliquez en traçant la courbe correctement échantillonnée. (IL faudra utiliser 400 points)

2. Quantification

Une fois le signal échantillonné il faut le quantifier en traduisant chaque valeur prise par échantillonnage grâce au code binaire en suite de 1 et de 0.

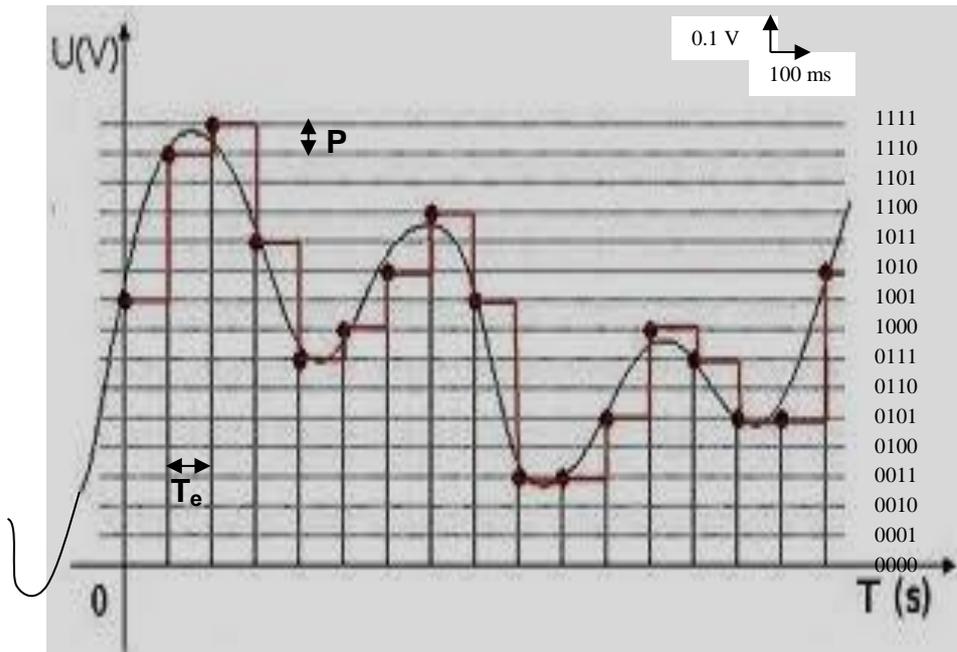
Un bit (binary digit) ne peut prendre que deux valeurs 0 ou 1. Avec 2 bits on peut écrire 4 nombres binaires : 00, 01, 10 et 11.

- 2.1 Combien de nombres peut-on écrire avec trois bits ?
- 2.2 Quel est le pas de quantification de cette courbe ?
- 2.3 Quelle est la résolution de quantification de la courbe ci-dessous ?
- 2.4 En déduire le nombre de bits de quantification.

Mini-Dico :

Pas de quantification : intervalle de tension qui existe entre deux valeurs numériques binaires, amplitude crête à crête divisée par résolution $P = U_{cc}/R$

Résolution de quantification : quantité de nombres binaires que l'on peut écrire avec k bits, $R = 2^k$



2.5 Que pouvez-vous donner comme conseil à Mathias pour le choix du nombre de bits de quantification ?

3. Qualité de numérisation et stockage

Pour augmenter la qualité de numérisation, peut-on augmenter sans soucis la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de codage ? Pour vous aider à répondre à la question, faites les calculs ci-dessous :

Un CD utilise une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz et 16 bits de quantification et fonctionne en stéréo (2 informations). Il a une capacité de stockage de 752 Mio

- 3.1 Calculez le débit binaire.
- 3.2 Calculez la capacité de stockage en bits.
- 3.3 En déduire la durée de musique qu'on peut stocker sur le CD en secondes puis en minutes.
- 3.4 Si on utilisait sur ce même CD (44.1kHz et 752 Mio) 24 bits pour la quantification (comme pour le Blue-Ray), quelle serait cette durée ?
- 3.5 Si on échantillonnait à $f_e = 2822.4$ kHz (comme pour SACD - super audio CD) sur ce même CD (16 bits et 750 Mio) quelle serait cette durée ?

3.6 Répondez à la question soulignée en introduction de cette partie 3.

Mini-Dico :

Débit binaire : nombre de bits transmis par unité de temps, $D = N \cdot k \cdot f_e$, N étant le nombre de signaux, k le nb de bits utilisés et f_e la fréquence d'échantillonnage en Hz.

Mio : mébioctet (méga binaire octet) unité multiple de l'octet (8 bits) issue de la normalisation de 1998 (équivalent à l'ancien mégaoctet)

$1\text{Mio} = 2^{20}$ octets = 1024^2 octets = $1024^2 \times 8$ bits