

**Q1.** La numérisation est-elle satisfaisante ?

20 points =>  $T_E = 10\text{ms}/20 = 0,5 \text{ ms}$

Comme  $T_{\text{signal}} = 2 \text{ ms}$ , seules 4 valeurs sont acquises par période : insuffisant pour reproduire la forme du signal

On peut modifier la fréquence d'échantillonnage en modifiant le nombre de pts de mesure sur la durée d'acquisition

Refaire d'autres acquisitions en modifiant la fréquence d'échantillonnage et déterminer la fréquence d'échantillonnage à partir de laquelle la numérisation est satisfaisante :

On choisit alors  $N = 200$  points :  $T_E = 1/200 \cdot 10^3 = 0,05 \text{ ms}$

Comme  $T_{\text{signal}} = 2 \text{ ms}$ , il y aura 40 valeurs pour tracer le signal numérique. On se rapproche alors de la forme du signal analogique. En dessous de 10pts, on perd toutes les infos (forme, période, amplitude).

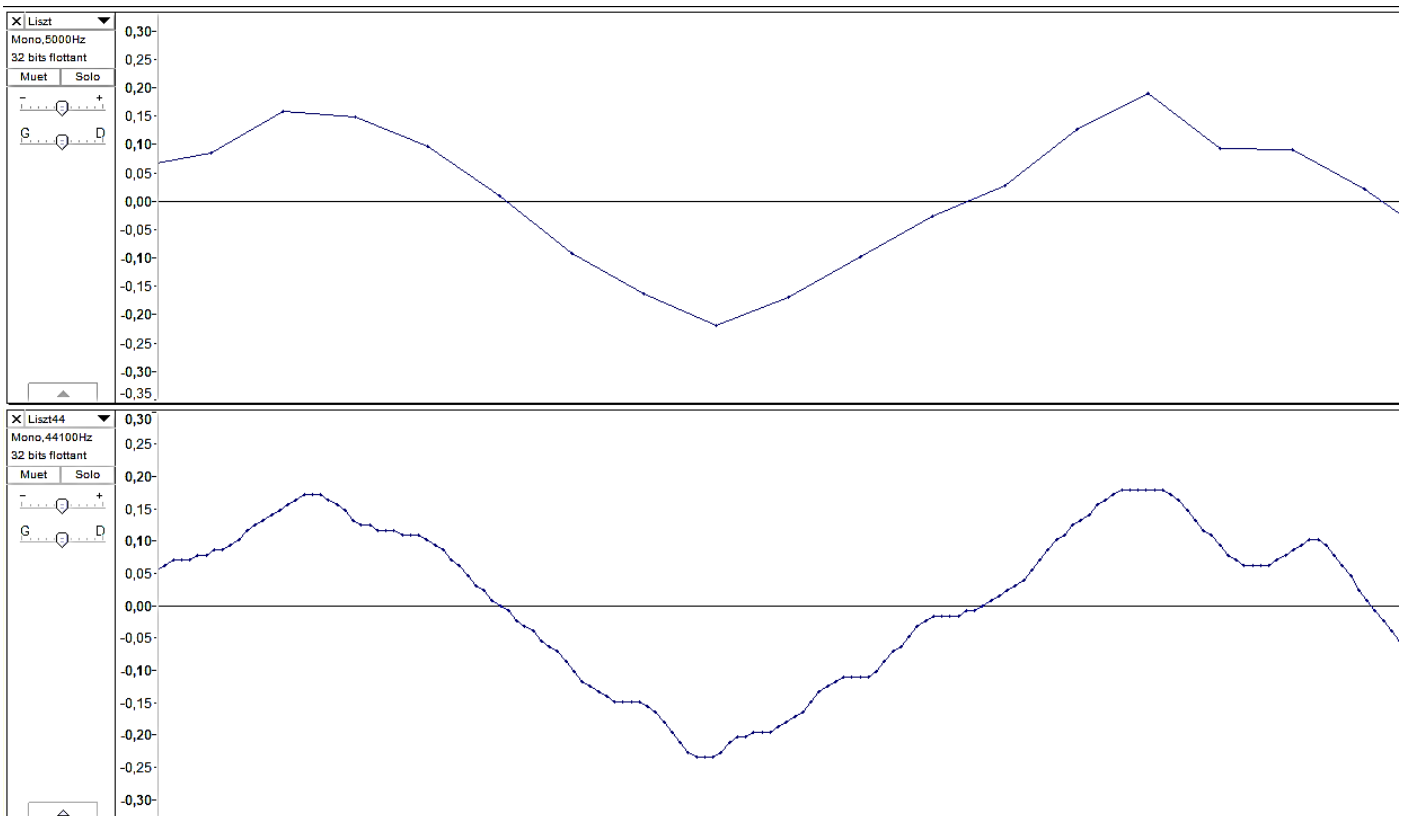
**Q2.** La voix humaine est comprise dans une bande de fréquence comprise entre 100 et 3400 Hz. Quelle fréquence d'échantillonnage doit-on choisir pour la téléphonie ?

Fe doit être supérieure à  $2 \times 3400 \text{ Hz} = 6800 \text{ Hz}$  ( la fréquence échantillonnage de la téléphonie est de 8kHz ).

### Expérience : influence de la fréquence d'échantillonnage sur la qualité d'un signal sonore

En utilisant le logiciel « Audacity », on peut entendre l'effet d'une modification de la fréquence d'échantillonnage sur un signal sonore :

- à partir du logiciel Audacity, ouvrir le fichier **Litz.wav** (cf réseau) échantillonné avec une fréquence de 44,1 kHz
- écouter puis enregistrer le fichier dans votre dossier personnel sous le nom **Litz44kHz.wav** (voir notice d'utilisation)
- ré-échantillonner le son avec une fréquence d'échantillonnage de 5 kHz (voir notice d'utilisation)
- enregistrer le fichier sous le nom **Litz5kHz.wav** puis le superposer à l'écran au fichier **Litz44kHz.wav** (onglet **fichier** puis **importer** fichiers **audio** à partir de votre dossier personnel)
- zoomer sur les deux représentations graphiques  $u=f(t)$  pour en percevoir les différences (faire une copie d'écran puis imprimer pour le CR)



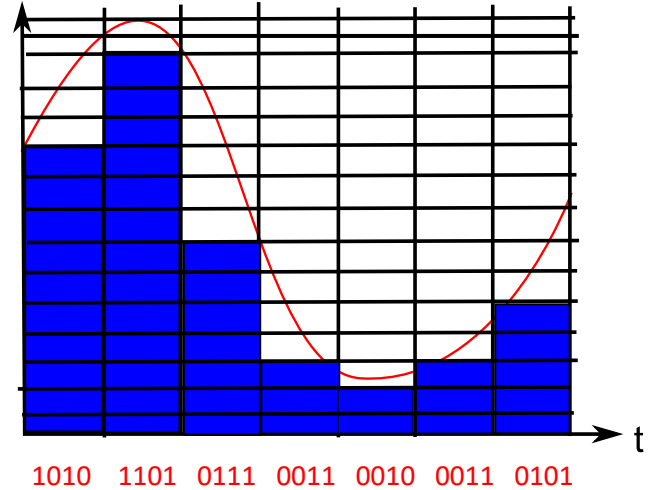
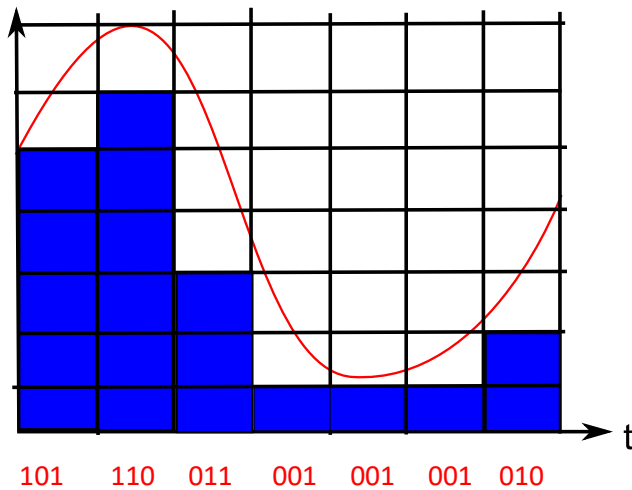
**Q3.** Que constate-t-on à l'écoute des deux fichiers échantillonnés différemment ?

Le son en 5 kHz est moins riche et surtout possède moins d'aigu : baisser la fréquence d'échantillonnage élimine les informations sur les hautes fréquences.

**Q4.** Ré-échantillonner le son **Litz5.wav** en 44,1 kHz. Enregistrer le fichier sous le nom **Litz44RE.wav** puis l'écouter. Le son est-il meilleur maintenant ? Pourquoi ?

Le son en 5 kHz ré-échantillonné en 44 kHz reste le même. Augmenter le nombre d'échantillons ne rajoute pas les informations manquantes entre un 5 kHz et un 44 kHz. Il est donc inutile de réaliser ce ré-échantillonnage. (on a juste un son « mauvais » qui nécessite beaucoup d'octets pour être décrit : absurde !)

**Q5.** Associer un nombre binaire à chaque échantillon ci-dessous dans le cas d'une quantification à trois bits puis dans le cas d'une quantification à quatre bits. Conclusion ?

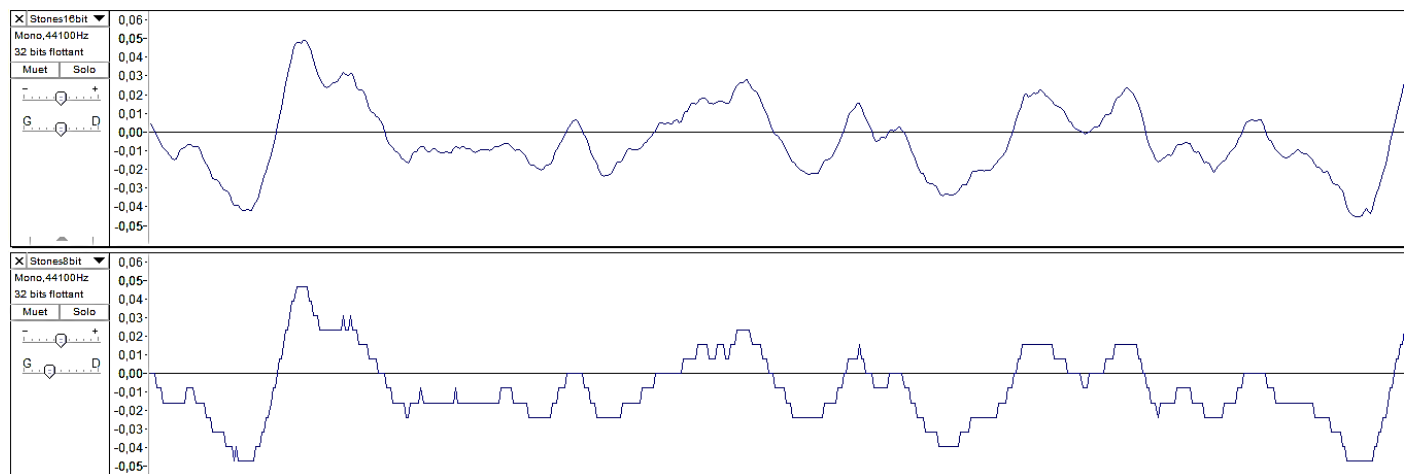


**Q6.** Déterminer le pas correspondant à l'utilisation de chaque calibre.

Calibre 10V/-10V :  $p = (10 - (-10)) / 2^{12} = 4,8 \text{ mV}$

Plus le calibre est petit plus le pas du convertisseur est petit, donc plus roche est la valeur binaire affectée à l'échantillon.

**Expérience : influence de la quantification sur la qualité d'un signal sonore**



**Q7.** Que constate-t-on à l'écoute des deux fichiers quantifiés différemment ? La taille du fichier est-elle modifiée ?

En réduisant la quantification de 16 bits à 8 bits, on perd de l'information sur l'amplitude ce qui a pour effet de créer du bruit (un souffle).

Le fichier **stones8bit.wav** est deux fois moins lourd que l'autre car il contient deux fois moins de bit d'informations.

**Q8.** Une personne mal attentionnée télécharge sur un forum une chanson de 3 minutes au format mp3. La chanson a été numérisée par un pirate à 16 kHz et 8 bits mono. La personne, voulant une qualité « DVD » pour la chanson, modifie le fichier et le transforme en 48 kHz et 24 bits stéréo.

- a. Calculer le poids en octet de la chanson avant transformation.

$$N = 16\,000 \times (8/8) \times 3 \times 60 \text{ (3 minutes)} \times 1 \text{ (mono)} = 2,88 \cdot 10^6 \text{ o (= 2,8 Mio)}$$

Même question après transformation.

$$N = 48\,000 \times (24/8) \times 3 \times 60 \times 2 \text{ (stéréo)} = 51,8 \cdot 10^6 \text{ o (= 49,4 Mio)}$$

- b. La qualité de la chanson a-t-elle été améliorée par la transformation ?

$F_e$  faible : des aigus semblent absents de la chanson

Quantification faible : on entend beaucoup de bruit et peu la distinction son intense/peu intense.

NON, les fréquences aigues absentes ne peuvent pas être « inventées » et le bruit reste présent. Il est juste codé sur plus de bits

- c. Comment la personne peut-elle améliorer la qualité du fichier téléchargé ?

Elle ne peut pas !