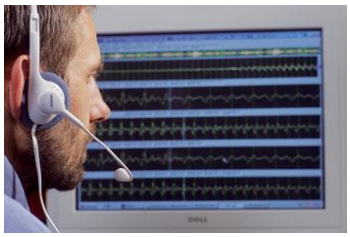
Dans un véhicule haut de gamme, certaines commandes (radio, téléphonie, climatisation…) peuvent se faire à la voix. Pour se faire, le son émis par la voix doit être capté, traité, analysé afin d'en déduire la commande imposée par l'utilisateur.



1 Numérisation directe d'un signal électrique

✍ **1.** Quel capteur permet de convertir un son en un signal électrique ?
✍ **2.** Le signal électrique obtenu est-il analogique ou numérique ?
✍ **3.** Pour être analysé par l'ordinateur de bord, le signal doit-il être analogique ou numérique ? Quel traitement préalable du signal est alors nécessaire ?

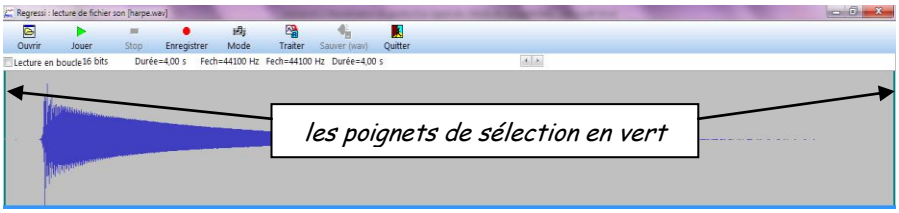
Tutoriel vidéo :

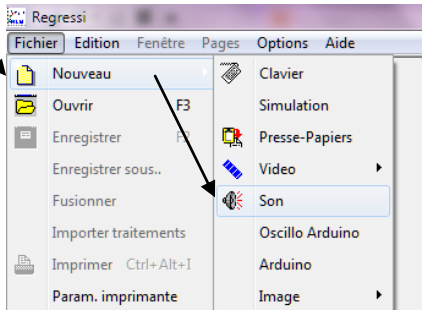
http://bit.ly/TUTOreg1

Application :
Utiliser le logiciel *Regressi* téléchargeable ici : http://bit.ly/REGRtel

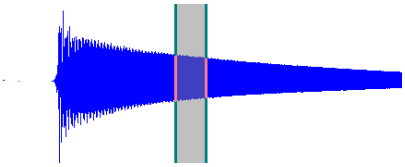
Un tutoriel vidéo est disponible si besoin

☞ Lancer *Regressi*. Choisir *Fichier/Nouveau/son.*
☞ Ouvrir le fichier son téléchargeable ici : http://bit.ly/harpeWAV
☞ L'écouter en cliquant sur « Jouer ».
☞ Sélectionner une durée du son d'environ $1/10^{éme}$ de seconde :

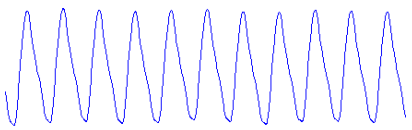




zone à sélectionner



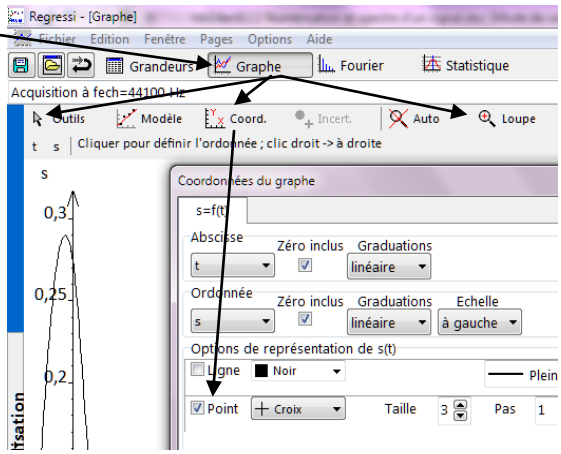
allure du signal sélectionné



✍ **4.** Le signal sélectionné est-il :
☐ parfaitement périodique
☐ périodique
☐ parfaitement sinusoïdal
☐ presque sinusoïdal

☞ Envoyer cette sélection du signal dans le tableur ***Regressi*** en cliquant sur l'icône « Traiter ».

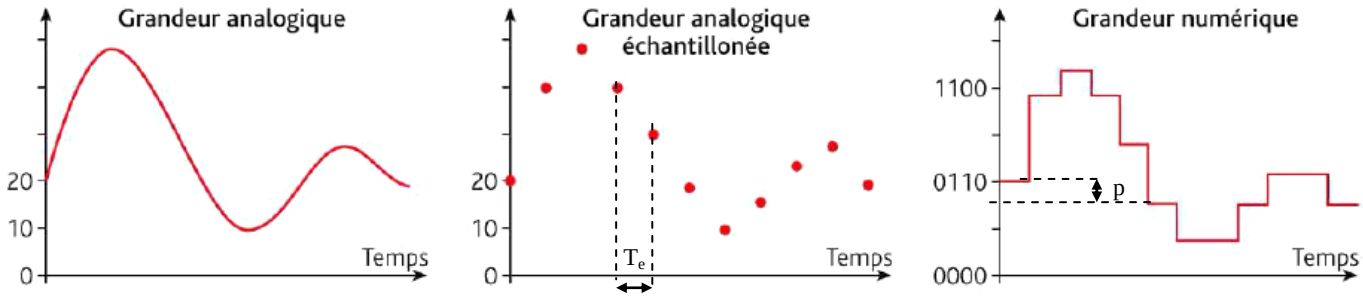
☞ Visualiser le « Graphe », puis cocher « Point » dans l'onglet « Coord. ». Utiliser si besoin les outils « Loupe » et « Réticule ».



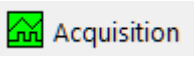
✍ **5.** Comment vérifie-t-on que ce signal est bien un signal numérique ? Déterminer alors la période d'échantillonnage T_e puis la fréquence d'échantillonnage f_e. S'aider du ***doc. 1***.

Document 1 Période et fréquence d'échantillonnage

Un ordinateur ne peut utiliser une grandeur qui varie de manière continue avec le temps. Il travaille avec une succession de valeurs discrètes. A chaque valeur discrète est associé un mot binaire composé de plusieurs bits (4 bits dans l'exemple ci-dessous).

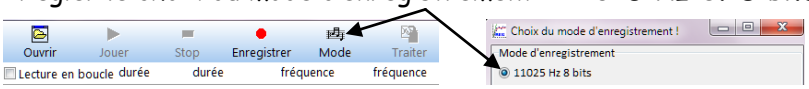


Le **pas p** (ou quantum q) du convertisseur analogique-numérique est la plus petite valeur de tension que peut mesurer le convertisseur. Le convertisseur prélève périodiquement à des intervalles de temps T_e la valeur du signal (période d'échantillonnage). La **fréquence d'échantillonnage f_e** est définie comme $f_e = 1/T_e$.

☞ Retourner dans la fenêtre précédente en cliquant sur l'onglet 

.

☞ Régler le choix du mode d'enregistrement : **11025 Hz et 8 bits.**



☞ A l'aide d'un micro relié à la carte son de votre ordinateur, enregistrer un son bref (voix...).

☞ Recommencer la démarche réalisée pour le fichier son de la harpe et vérifier que la fréquence d'échantillonnage est bien de 11025 Hz.

✍ **6.** A votre avis, quel avantage y a-t-il à numériser un son avec une fréquence d'échantillonnage de 11 kHz plutôt qu'avec une fréquence de 44 kHz ? Quel est alors l'inconvénient ?

✍ **7.** A votre avis, quel avantage y a-t-il à numériser un son en 8 bits plutôt qu'en 16 bits ? Quel est alors l'inconvénient ? Pour vous aider à répondre, vous pouvez écouter chacun des sons suivants :

notes au piano	en 12 bits	en 10 bits	en 8 bits	en 6 bits	en 4 bits	en 2 bits	en 1 bit
http://bit.ly/...	pianoWAV12	pianoWAV10	pianoWAV8	pianoWAV6	pianoWAV4	pianoWAV2	pianoWAV1

Remarque : sur les anciens oscilloscopes (qui n'étaient pas numériques), on pouvait visualiser un signal purement analogique. Voir la vidéo ci-contre : http://bit.ly/SONSvis

2 Spectre d'un signal électrique

La réalisation d'un spectre (et sa numérisation) est souvent beaucoup plus économique en données et en temps que la numérisation directe du signal.

Pour la suite, on utilisera deux signaux sonores : le son émis par un diapason et le son d'une note de piano.

☞ Ouvrir et écouter les deux fichiers téléchargeables ici : http://bit.ly/diapWAV et http://bit.ly/piaWAV

✍ **8.** Le signal correspondant au diapason est :
☐ non périodique
☐ périodique
☐ non sinusoïdal (donc son complexe)
☐ sinusoïdal (donc son pur)

✍ **9.** Le signal correspondant au piano est :
☐ non périodique
☐ périodique
☐ non sinusoïdal (donc son complexe)
☐ sinusoïdal (donc son pur)

✍ **10.** A l'aide de ***Regressi*** :

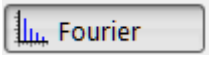
☞ Sélectionner une durée de chaque son d'environ 1/10^{éme} de seconde.

☞ Envoyer cette sélection de chaque signal dans le tableur pour traiter le signal.

☞ Vérifier que les deux sons ont bien la même période et donc la même fréquence.

Remarque : les deux sons ayant la même fréquence, la note jouée est la même : dans cet exemple, c'est un la.

Le physicien dispose d'un outil mathématique remarquable pour analyser et différencier facilement ces deux types de signaux : ***la décomposition spectrale de Fourier*** (du savant français né en 1768 et mort en 1830). De manière plus courante, on dit qu'**on réalise le spectre d'un signal**.

☞ Choisir un des sons sélectionné puis cliquer sur l'onglet 

.

✍ **11.** Reproduire le spectre de chacun des deux signaux. On fera particulièrement attention aux axes de ce graphique. ***En ordonnée : amplitude (en V) ; en abscisse : fréquence (en Hz).***

✍ **12.** Vérifier que le spectre correspondant au diapason n'est composé que d'un pic principal vers 440 Hz et que le spectre correspondant à la note de piano est composé de plusieurs pics : le 1er vers 440 Hz, le 2nd vers 880 Hz, le 3ème vers 1320 Hz... Légender les spectres : le 1er pic correspond à la **fréquence fondamentale**, les autres pics correspondent aux **harmoniques**.

✍ **13.** Conclure en expliquant en quoi la transmission d'un spectre est plus économique en données que le signal.