

## Obtenir et exploiter des sons musicaux Terminale S

→ Dernière modification : le 25/09/2012.

Ce mode d'emploi présente :

- une (et pas « la ») méthode pour obtenir sur son ordinateur des fichiers musicaux contenant des notes jouées par des instruments.
- des exemples d'exploitation de ces fichiers.

### I/ Installation des logiciels nécessaires :

Tous les logiciels utilisés sont gratuits.

Pour commencer, voici une petite présentation des logiciels nécessaires :

#### → *Piano Virtuel Midi*

Ce logiciel permet à l'ordinateur de "jouer" un grand nombre d'instruments, c'est un synthétiseur sur ordinateur.

Capture d'écran de la fenêtre du logiciel :



On peut télécharger le fichier d'installation sur :

<http://www.01net.com/telecharger/windows/Loisirs/musique/fiches/36729.html>

#### → *Freecorder Community Toolbar (L'extension dans Firefox a été utilisée.)*

Cette extension installée dans le navigateur Firefox permet d'enregistrer les sons qui sont envoyés depuis la carte son vers les haut-parleurs de l'ordinateur. D'autres logiciels permettent cette opération (comme **Audacity**) mais **Freecorder** a l'avantage de déclencher automatiquement l'enregistrement lorsque le son commence et l'arrête lorsque le son cesse. On peut donc jouer plusieurs notes à la fois avec de l'espace entre et il crée autant de fichiers que de notes jouées.

- Les fichiers obtenus sont au format mp3.

Capture d'écran de la barre d'outil **Freecorder** dans Firefox :



Pour l'installer :

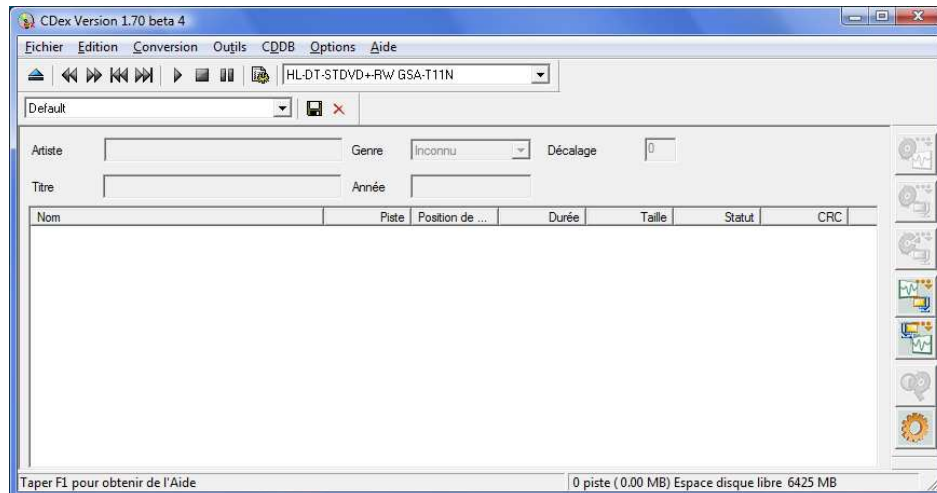
[http://www.01net.com/telecharger/windows/Multimedia/edition\\_audio/fiches/29515.html](http://www.01net.com/telecharger/windows/Multimedia/edition_audio/fiches/29515.html)

Après l'installation la barre doit apparaître dans le navigateur. Si ce n'est pas le cas, effectuez un clic droit au niveau de la barre des onglets et sélectionner « Freecorder Community Toolbar ».

### → *Cdex*

Ce logiciel permet de transformer les fichiers mp3 en wav. Il vous est inutile si vous avez l'habitude d'utiliser un autre outil pour effectuer cette conversion.

#### Capture d'écran de la fenêtre du logiciel :



On peut télécharger le fichier d'installation sur :

[http://www.01net.com/telecharger/windows/Multimedia/encodeurs\\_et\\_decodeurs/fiches/1077.html](http://www.01net.com/telecharger/windows/Multimedia/encodeurs_et_decodeurs/fiches/1077.html)

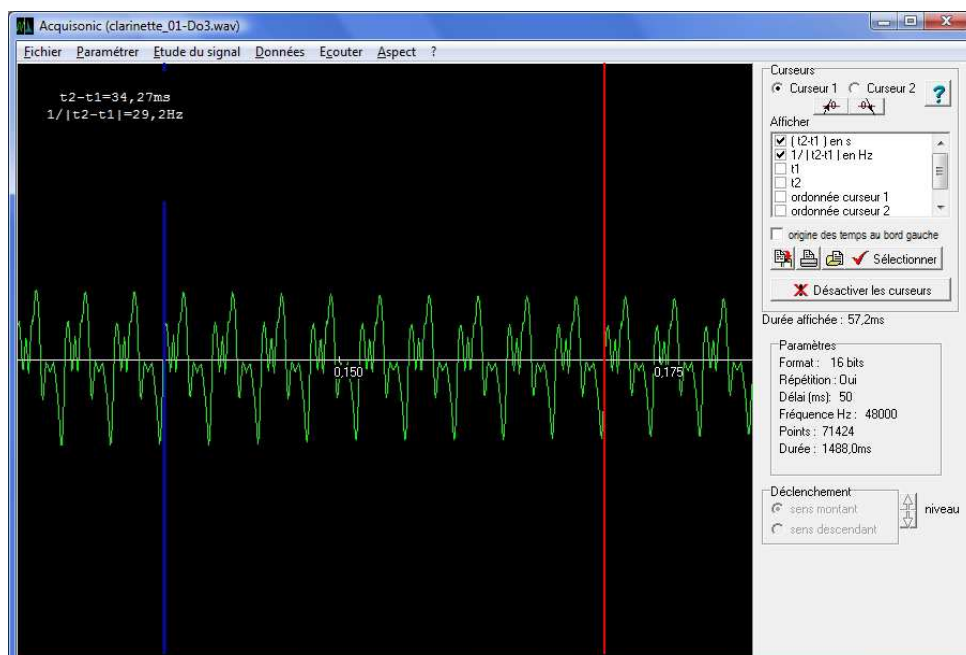
### → *Acquisition*

Ce logiciel, extrêmement simple à utiliser, permet de visualiser des signaux issus de fichiers sonores au format wav, d'en déterminer la fréquence grâce à des curseurs, d'en faire l'analyse spectrale, d'exporter les graphes obtenus.

Il permet aussi d'effectuer des acquisitions directement depuis la carte son.

Il n'a pas « d'install », c'est un simple exécutable !

#### Capture d'écran de la fenêtre du logiciel :



Pour le télécharger :

<http://www.scientillula.net/logiciels/acquisonic/acquisonic.zip>

(Depuis le site de l'auteur : Nathalie Bonnin - <http://www.scientillula.net/> )

Un tutoriel est disponible depuis l'académie de Reims :

[http://www.ac-reims.fr/datice/sc\\_physiques/docs/sons/tutoacquisonic.htm](http://www.ac-reims.fr/datice/sc_physiques/docs/sons/tutoacquisonic.htm)

## II/ Obtention des fichiers sonores :

On va maintenant détailler comment obtenir un fichier wav contenant un son musical issu d'un instrument de musique virtuel.

1. Il faut d'abord vérifier que le son de votre ordinateur soit actif. Il ne faut pas le régler trop fort. (Cela peut entraîner des grésillements.) Un niveau moyen convient bien.

2. On lance ensuite *Piano Virtuel Midi*.

On sélectionne ensuite quel instrument on souhaite étudier. Il est plus facile de travailler avec des instruments à vent qui permettent de tenir la note dans le temps.

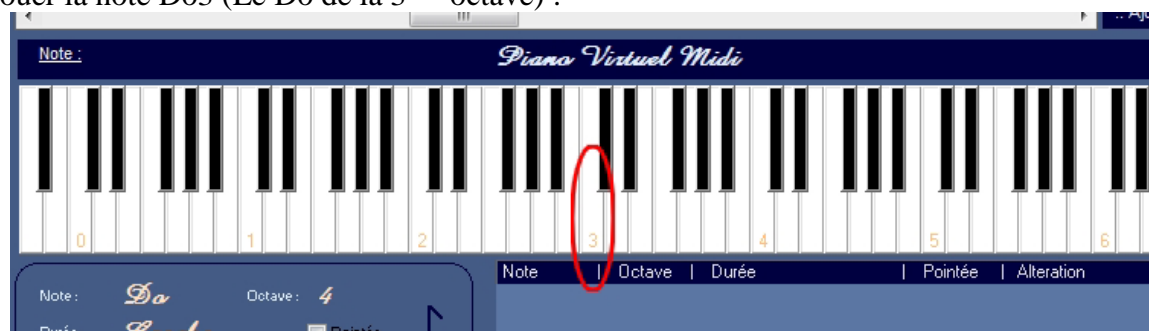
Pour cet exemple on a choisi « Harmo2 » (un harmonica) :



On choisit quelle note on va jouer.


Sur le clavier figurent des chiffres en orange allant de 0 jusqu'à 7 : ce sont les numérotations des octaves.

On va jouer la note Do3 (Le Do de la 3<sup>ème</sup> octave) :



On est prêt pour l'enregistrement !

3. On s'assure que l'extension *Freecorder* soit active dans le navigateur web.

On paramètre dans quel dossier les fichiers seront créés en appuyant sur le bouton .




Sur la 1<sup>ère</sup> ligne vous pouvez sélectionner le dossier dans lequel les fichiers seront enregistrés.

On peut aussi régler la fréquence d'échantillonnage des mp3 : 128 kbit/s suffisent. On peut enregistrer des fichiers en qualité CD (256 kbit/s) mais les résultats ne seraient pas meilleurs.

On valide avec « **Save** ».

On lance ensuite l'enregistrement du son dans

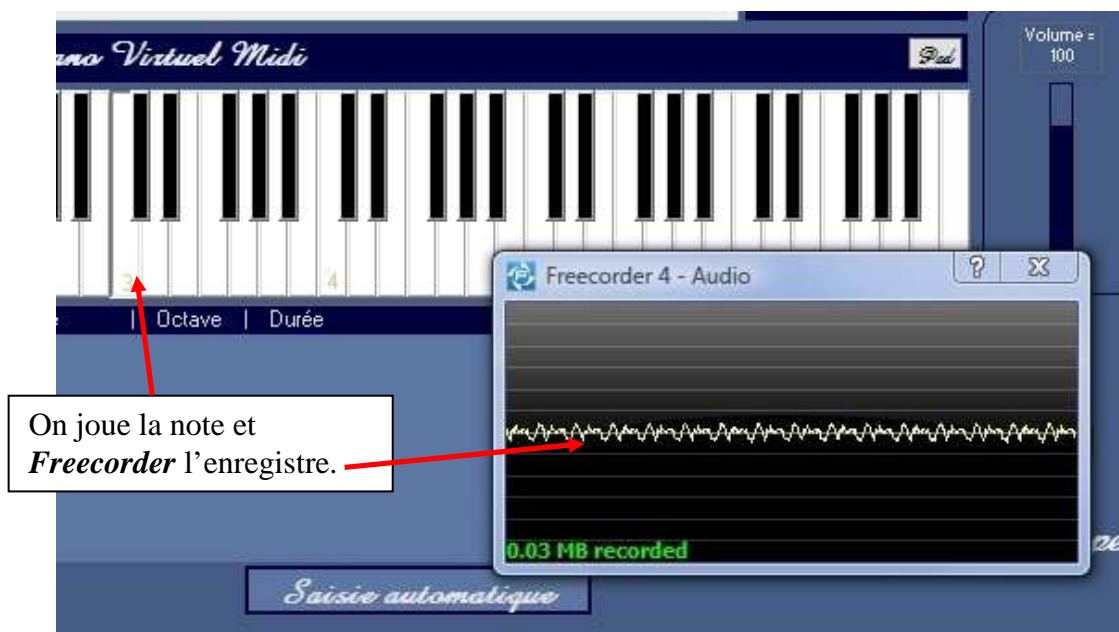
**Freecorder** en appuyant sur le bouton : .

L'application attend avant d'enregistrer qu'un signal soit envoyé vers les haut-parleurs de l'ordinateur. On a donc le temps de jouer la note !

Capture d'écran de **Freecorder** en attente (« waiting for audio ») ci-contre.



On joue la note depuis **Piano Virtuel Midi** (pendant la durée qu'on souhaite) :

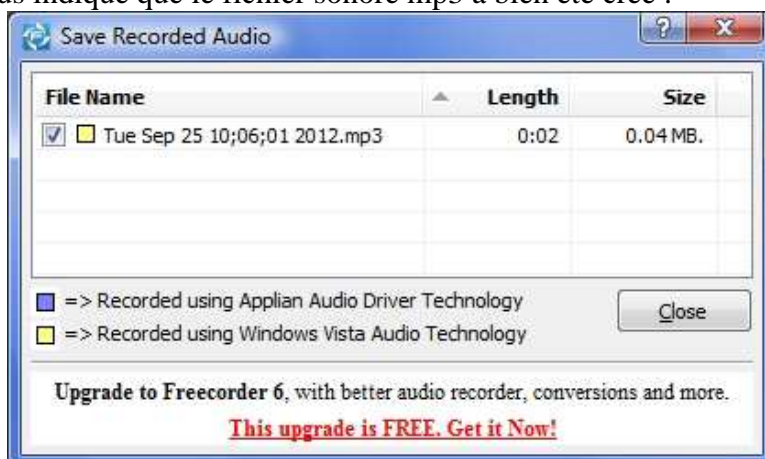


Lorsqu'on arrête de jouer la note on a le temps d'arrêter l'enregistrement puisque **Freecorder** coupe automatiquement l'enregistrement dès que le son cesse.

On place le curseur de la souris sur la fenêtre de **Freecorder** et on arrête l'enregistrement en cliquant sur « **Stop Recording** ».



La fenêtre suivante nous indique que le fichier sonore mp3 a bien été créé :



Les fichiers sont automatiquement nommés d'après la date de leur enregistrement (« in english »). Il n'y a plus qu'à appuyer sur le bouton « **Close** ».

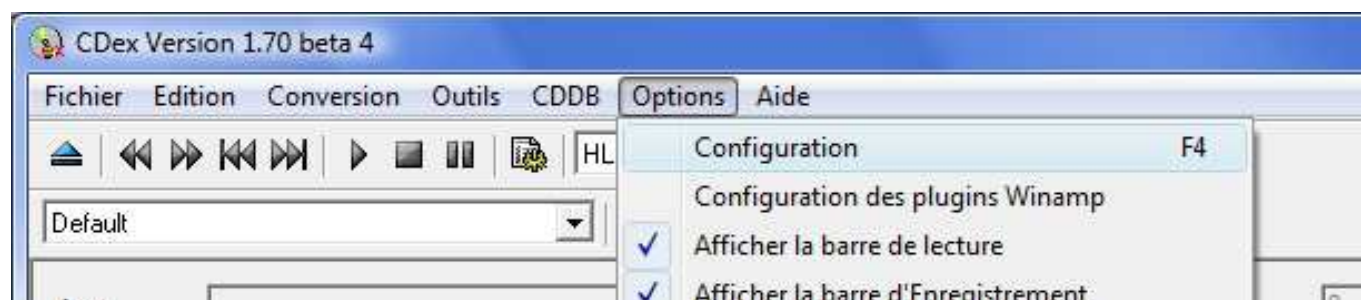
Vous retrouvez alors le fichier mp3 créé dans le dossier de destination sélectionné dans les paramètres de **Freecorder**. On peut en profiter pour le renommer en « harmonica-Do3.mp3 » par exemple.

**4.** Pour pouvoir exploiter le fichier avec **Acquisonic**, il faut le convertir au format wav. Si cette manipulation vous est familière, le paragraphe qui vient vous est inutile.

On va alors ouvrir le logiciel **Cdex**.

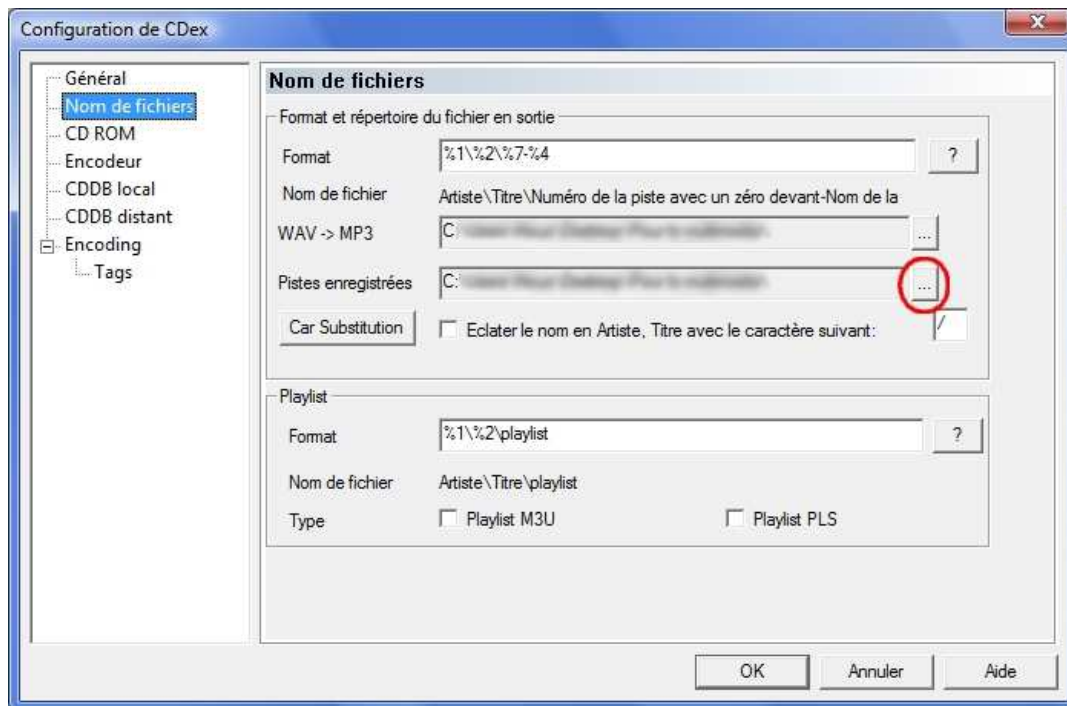
On commence par définir le dossier qui accueillera le fichier wav issu de la conversion du fichier mp3.

Pour cela, dans la barre de menu, on choisit « Options > Configuration » :



Dans la fenêtre qui apparaît, sélectionner à gauche dans le menu « **Noms de fichiers** ».





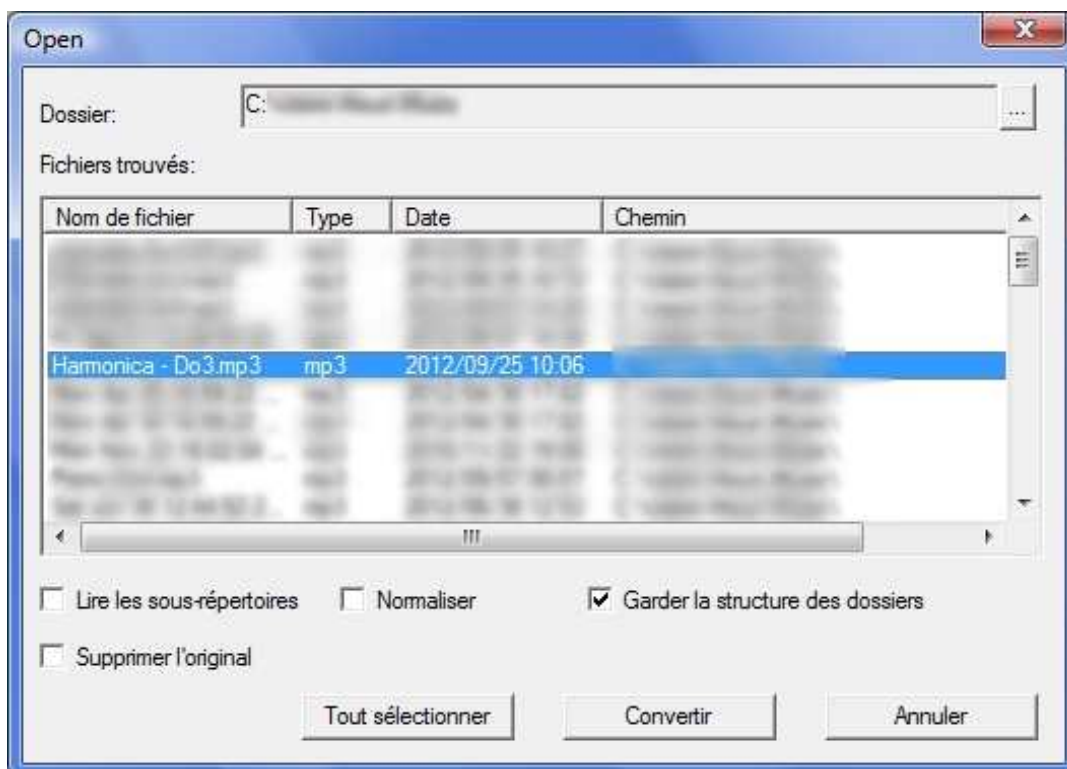
On peut alors modifier le dossier de destination des fichiers wav créés grâce au bouton entouré en rouge sur la capture d'écran ci-dessus.

Valider avec le bouton « **OK** ».

On appuie ensuite sur le bouton :



La fenêtre suivante apparaît :



- On choisit alors le dossier dans lequel se trouve le fichier mp3.
- On le sélectionne.
- On appuie sur le bouton « **Convertir** ».

Le fichier mp3 a été converti en wav dans le dossier que vous avez choisi dans les paramètres de **Cdex**.

### 5. Comment enregistrer toutes les notes d'une octave ?

Le déroulement est le même : au lieu de jouer une seule note, on joue toutes les notes (13) de l'octave espacées de quelques secondes.

**Freecorder** enregistre alors 13 fichiers mp3 différents triés dans l'ordre chronologique puisqu'il nomme les fichiers en fonction de leur date.

C'est lorsqu'il faut enregistrer plusieurs notes à la suite que **Freecorder** est vraiment pratique.

## III/ Exploitations possibles des enregistrements :

### A/ Analyser un son musical :

Pour analyser le son enregistré on va utiliser **Acquisonic**.

- On lance **Acquisonic**
- On choisit ensuite « **Fichier > Importer Wav** ». (Cf Capture)

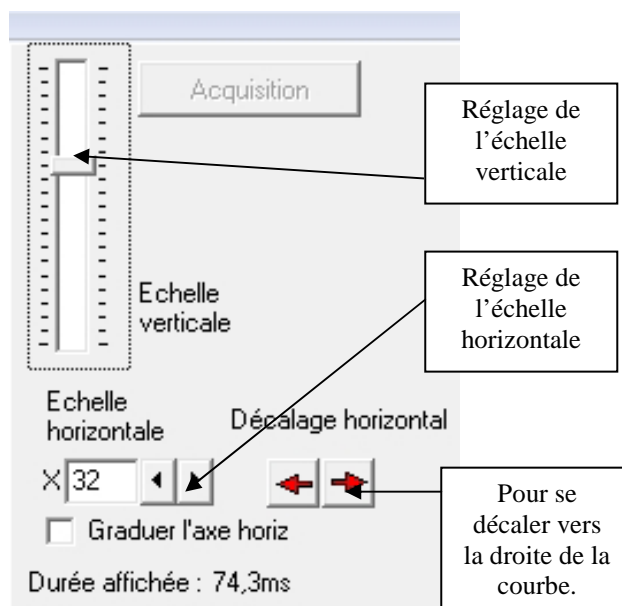
(Attention de ne pas choisir Format > Ouvrir. Par cette commande on n'a uniquement accès aux fichiers provenant d'enregistrements effectués avec Acquisonic (fichier .azk))



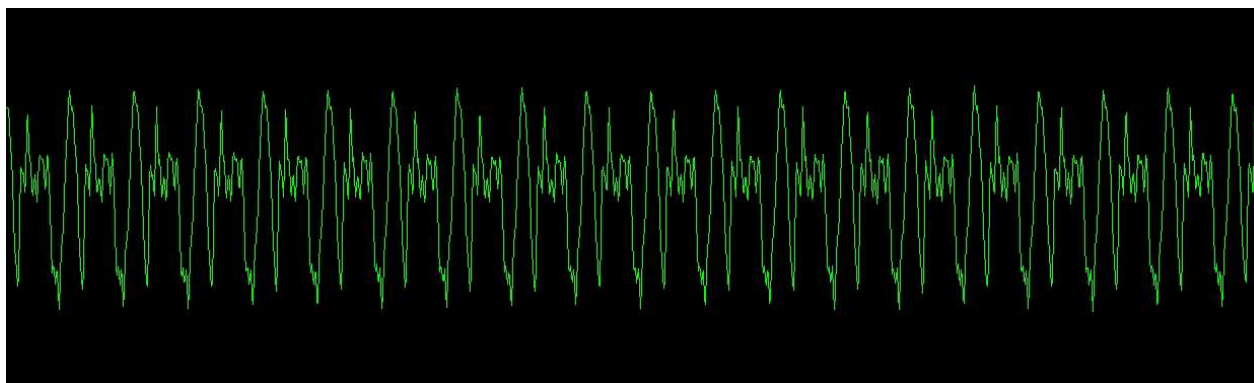
On sélectionne alors le fichier Harmonica-Do3.wav

Pour exploiter correctement ce signal il faut :

- Régler l'échelle verticale
- Régler l'échelle horizontale en allant jusqu'à la valeur « 32 ».
- Se décaler vers la droite de la courbe pour obtenir un signal le plus « régulier » possible.



On obtient ainsi le signal suivant :

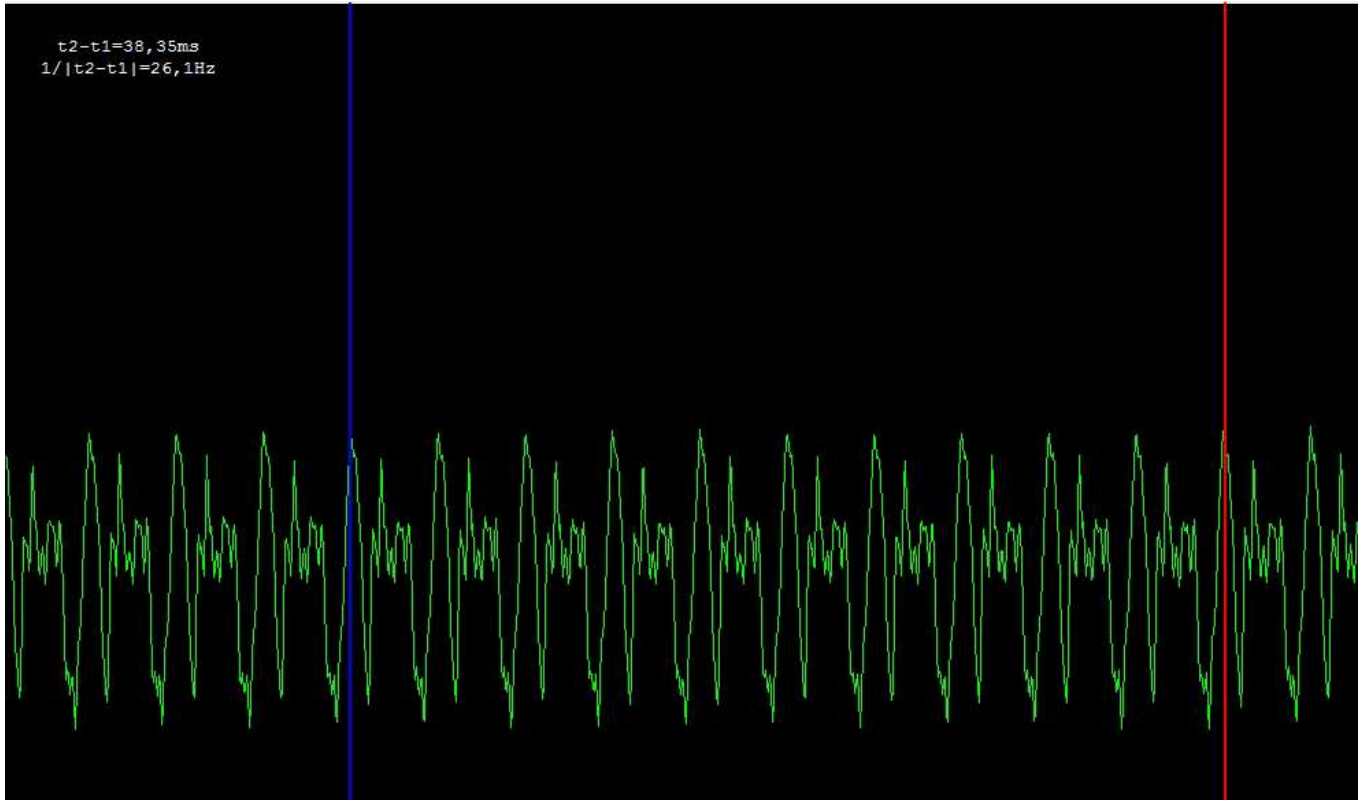


On peut déjà se rendre compte que le signal est périodique mais non sinusoïdal. On a donc un son complexe.

On peut alors déterminer sa fréquence par deux méthodes différentes :

1. On mesure la durée de 10 périodes  $T$  à l'aide des curseurs (« **Etude du signal > Curseurs-sélecteurs** »).

2 curseurs apparaissent, on les positionne de façon à lire  $10 T$  :



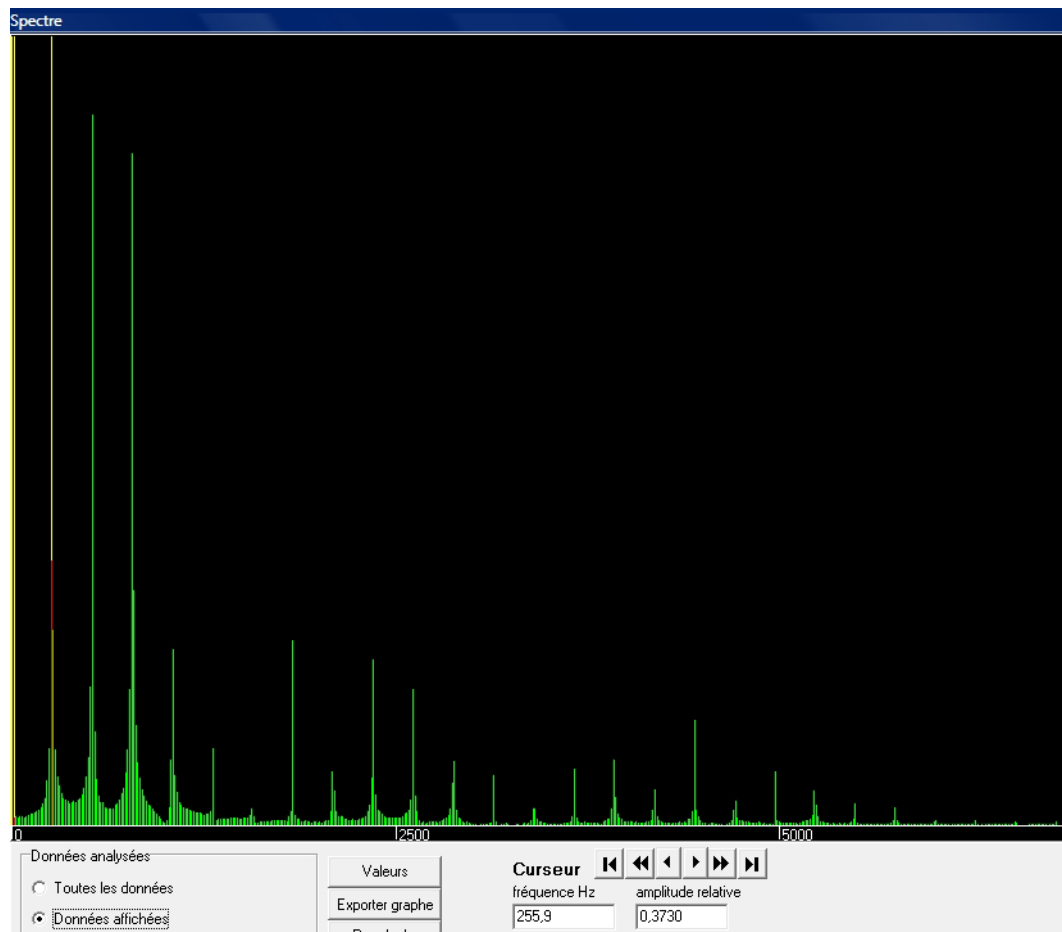
Le logiciel nous donne l'écart de temps entre les deux curseurs :  $t_2 - t_1 = 38,35 \text{ ms}$  ( $F = 26,1 \text{ Hz}$ )

On peut en déduire facilement  $T = 3,835 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  donc  **$f = 260,7 \text{ Hz}$** .

On aurait pu aussi directement calculer  $f$  :  **$f = 10 \cdot F = 10 \times 26,1 = 261 \text{ Hz}$** .

2. Cette fréquence peut être déterminée en effectuant l'analyse spectrale (« **Etude du signal > spectre** ») :





Grâce aux flèches « **Curseur** », on se positionne sur le signal fondamental et on trouve :  **$f = 266 \text{ Hz}$** .  
(Moins de 2% d'écart avec la valeur précédente.)

Devant les élèves, on peut alors parler des harmoniques.

On peut aussi, grâce au curseur, déterminer :

$$f_2 = 525 \text{ Hz} = 2f$$

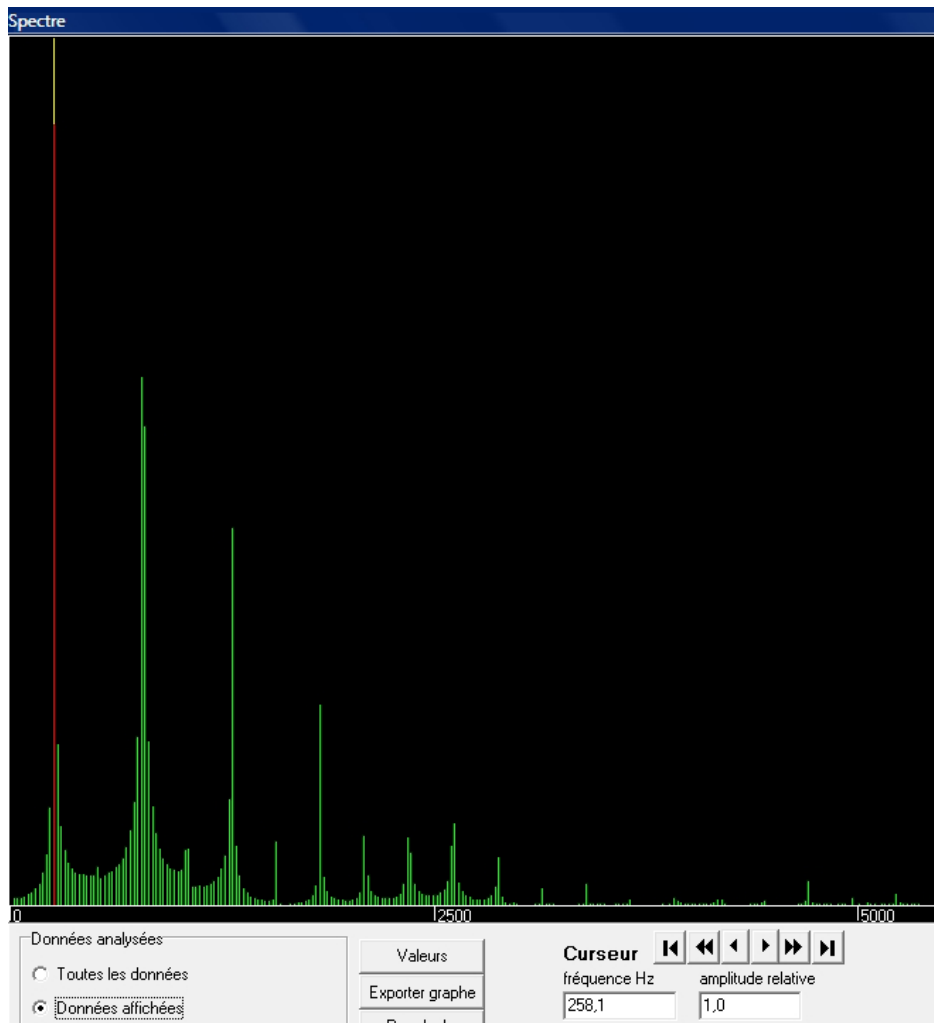
$$f_3 = 781 \text{ Hz} = 3f \text{ etc.}$$

### **B/ Hauteur et timbre :**

Pour illustrer le fait que 2 instruments qui jouent la même note ont la même hauteur mais pas le même timbre on peut utiliser le fichier « clarinette-Do3.wav », ( Do 3 jouée par une clarinette.)



Analyse spectrale :



Les deux instruments jouent la même note, ils ont alors la même hauteur caractérisée par la fréquence du signal fondamental : (266 Hz pour l'harmonica et 258 Hz pour la clarinette soit 2% d'erreur).

Ils n'ont pas le même timbre : l'allure du signal n'est pas le même ce qui est confirmé par les amplitudes des harmoniques qui sont différentes.

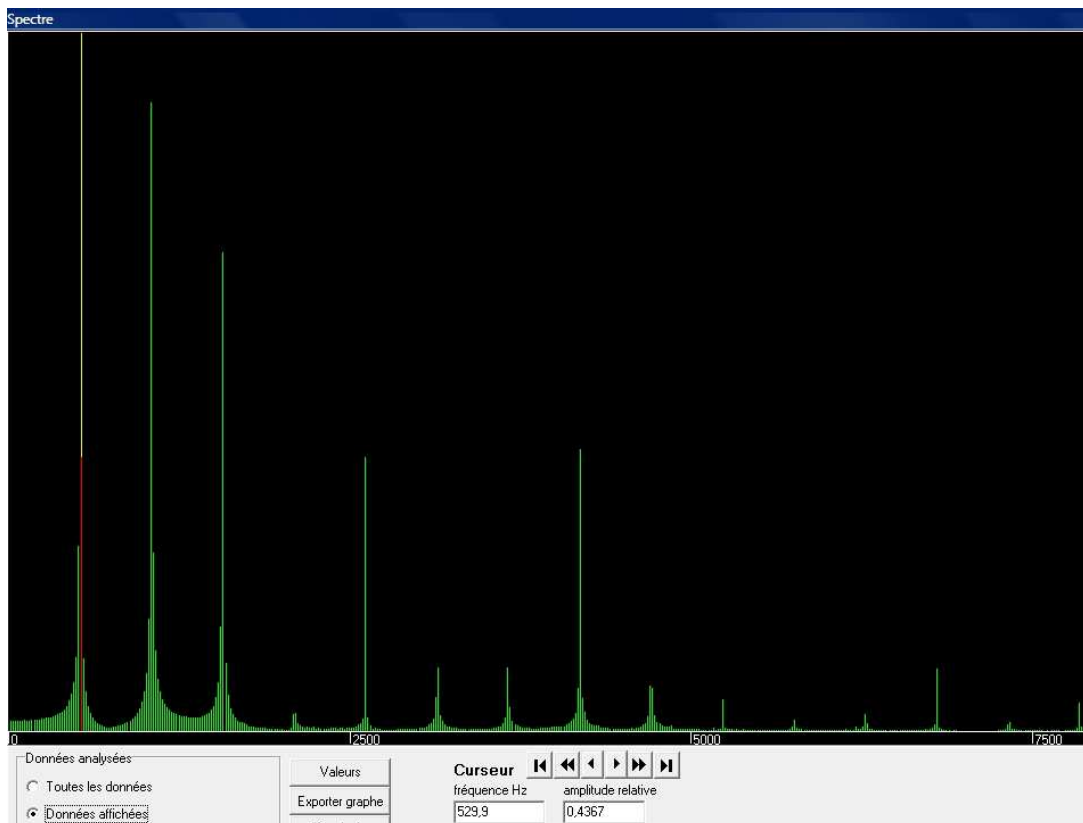
### C/ Changement d'octave :

De la même manière on peut utiliser le fichier « **harmonica-Do4.wav** » pour montrer que  $f_{D04} = 2f_{D03}$ .

L'analyse spectrale donne  $f_{D04} = 529,9$  Hz

Or  $2f_{D03} = 2 \times 266 = 532$  Hz (moins de 1% d'erreur)

*Capture d'écran pour l'analyse spectrale du Do 4 (harmonica) :*



On peut aussi utiliser le fichier « **harmonica-Do5.wav** » :

Par analyse spectrale  $f_{D05} = 1039 \text{ Hz}$

Or  $2f_{D04} = 2 \times 529,9 = 1059 \text{ Hz}$  (2% d'erreur)

### **D/ La gamme tempérée :**

Une autre exploitation possible est de vérifier les fréquences de la gamme tempérée en travaillant sur la 3<sup>ème</sup> octave par exemple.

Pour cela on va utiliser les fichiers « clarinette.wav » de la 3<sup>ème</sup> octave.

Note	Do 3	Do#	Ré	Ré#	Mi	Fa	Fa#
f (Hz) Théoriques	261,63	277,18	293,66	311,13	329,63	349,22	369,99
f (Hz) d'après mesure de T	261	277	293	311	329	348	370
f(Hz) (analyse spectrale)	258,1	277,1	300,0	315,8	333,3	345,7	371,3

Note	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 4
f (Hz) Théoriques	392,00	415,30	440,00	466,16	493,88	522,66
f (Hz) d'après mesure de T	392	414	440	465	494	522
f(Hz) (analyse spectrale)	391,1	410,3	434,5	463,8	493,3	526,7

La note Do et la note Ré sont séparées par 1 ton.

Entre Do et Do# il y a un demi ton.

Ceci est valable pour toutes les notes sauf :

- Mi et Fa qui ne sont séparées que par  $\frac{1}{2}$  ton.
- Si et Do (octave du dessus) qui ne sont séparées que par  $\frac{1}{2}$  ton

La gamme tempérée est caractérisée par un rapport constant entre les fréquences, ce rapport est égal à  $2^{(1/12)} = 1,059$ , il correspond alors au saut en fréquence d'un demi ton au demi ton suivant.

Les notes séparées d'un demi-ton ont des fréquences dont le rapport vaut  $2^{(1/12)} = 1,059$ .

Exemple :  $\frac{f_{sol\#}}{f_{sol}} = \frac{415,30}{392,00} = 1,059$  ou  $\frac{f_{Fa}}{f_{Mi}} = \frac{349,22}{329,63} = 1,059$

Les notes séparées d'un ton ont des fréquences dont le rapport vaut  $2^{(1/6)} = 1,122$ .

Exemple :  $\frac{f_{Mi}}{f_{Ré}} = \frac{329,63}{293,66} = 1,122$

On peut donc proposer aux élèves un texte qui explique le principe de la gamme tempérée.

On leur demande quelques valeurs des fréquences à l'aide des fichiers wav puis de vérifier les valeurs des rapports des fréquences des notes entre elles avec la petite subtilité des tons et demi-tons.

Matthieu Brivet  
<http://mbrivet.free.fr>