

## Le son, les harmoniques part 2

### Dossier n°4

⇒ Vous devez avoir vu les dossiers précédents.

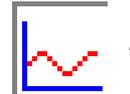
#### I] Avertissements et remarques sur le logiciel

Ce logiciel est gratuit. Il ne peut être vendu, il reste la propriété de l'auteur qui vous accorde gratuitement une licence d'utilisation.

#### II] Le son, vibration périodique, fondamental et harmoniques

Etape n°1 : Exécutez le logiciel de traitement du signal, charger le schéma n°2 « schema2 .sch » et appuyez sur Play (penser à ajuster le son si nécessaire !!)

Etape n°2 : Regardez le chronogramme en appuyant sur l'icône

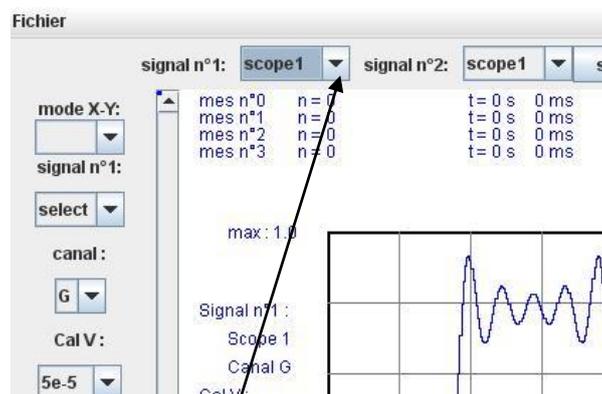


Dans la fenêtre que vous avez ouverte vous observez l'onde correspondant au son que vous entendez.

Faites les réglages suivants :

Cal H → 1ms

Vous observez une onde « scope1 » qui est, comme le schéma l'indique, la somme de 5 ondes sinusoïdales.



Changez la sélection de l'onde observée.

« scope 7 » vous donne l'onde sinusoïdale associée au fondamental.

« scope 8,9,10 et 12 » vous donnent les ondes associées aux harmoniques.

Cliquez sur les blocs associés aux oscillateurs et remarquez les fréquences des ondes sinusoïdales.

- ⇒ Ici on reconstitue une onde associée à une vibration carré.
- ⇒ On a respecté la relation entre les fréquences pour les ondes associées au fondamental et aux harmoniques.
- ⇒ Remarquez qu'il n'y a que les ondes sinusoïdales des harmoniques de rang impair (3,5,7 et 9), c'est la particularité du signal carré.

## Le son, les harmoniques part 2

### Dossier n°4

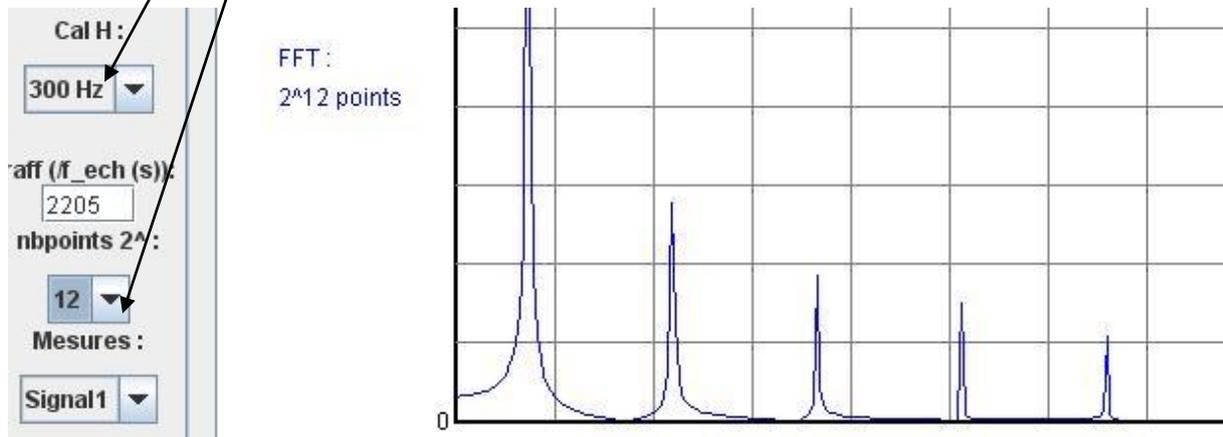
Etape n°3 : Regardez la représentation fréquentielle en appuyant sur l'icône 

Dans la fenêtre que vous avez ouverte vous observez la fréquence du son que vous entendez.

Faites les réglages suivants :

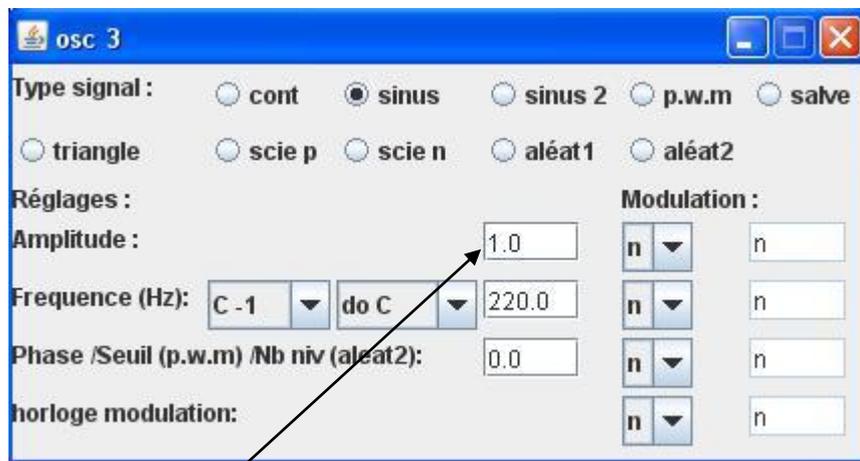
Cal H → 300Hz

Nbpoints 2<sup>n</sup> → 12 (si le son est haché, sélectionnez un chiffre en dessous, 10 au pire...)



Procédez de même qu'à l'étape n°2 en changeant l'onde observée.

Etape n°4 :



Mettez à 0 les amplitudes des ondes associées au fondamental et aux harmoniques de rang impair sauf 1 ou plusieurs...écoutez et regardez dans les fenêtres d'observation les ondes restantes qui composent le son.

Pour vous aider à remettre les bonnes amplitudes :

Le fondamental dans le bloc n°3 : amplitude 1

L'harmonique de rang 3 dans le bloc n°4 : amplitude 0.333

L'harmonique de rang 5 dans le bloc n°5 : amplitude 0.2

L'harmonique de rang 7 dans le bloc n°6 : amplitude 0.142

L'harmonique de rang 9 dans le bloc n°11 : amplitude 0.111

⇒ Pensez à appuyer sur la touche entrée pour valider les paramètres.

## Le son, les harmoniques part 2

### Dossier n°4

Je vous rappelle la définition que je vous avais donnée dans le dossier n°3.

Définition : Une vibration périodique quelconque peut se décomposer en plusieurs vibrations sinusoïdales:

- on note  $f$  la fréquence en Hertz (Hz) de la vibration fondamentale de l'onde  $f=1/T$  ou  $T$  est la période de l'onde en secondes. C'est la hauteur du son.
- on note  $2f$ ,  $3f$  et  $4f$  etc. les fréquences en Hertz (Hz) des vibrations harmoniques de rang 2, 3, 4 etc.

(Dans la définition exacte il y a une composante continue dont je ne parlerai pas ici)

On peut donc interpréter cette définition « dans l'autre sens », on peut reconstituer n'importe quelle vibration périodique avec une somme d'ondes sinusoïdales pour lesquelles :

- On aura respecté le rapport entre leurs fréquences (fondamental (220Hz ici) et harmoniques de rang donné (ici  $660\text{Hz} = 3 \cdot 220\text{Hz}$  ;  $1100\text{Hz} = 5 \cdot 220\text{Hz}$  etc...)
- On aura dosé des amplitudes différentes pour les harmoniques (le fondamental doit conserver l'amplitude la plus élevée pour entendre la hauteur du son).

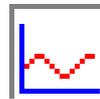
A vous de le pratiquer sur le schéma n°2 où vous avez :

- un oscillateur pour le fondamental
- quatre oscillateurs pour les harmoniques

Etape n°6 :

Appuyez sur Stop, chargez le schéma n°3 et appuyer sur Play (penser à ajuster le son si nécessaire !!)

Regardez le chronogramme en appuyant sur l'icône



Dans la fenêtre que vous avez ouverte vous observez l'onde correspondant au son que vous entendez.

Faites les réglages suivants :

Cal H → 2ms

Regardez la représentation fréquentielle en appuyant sur l'icône

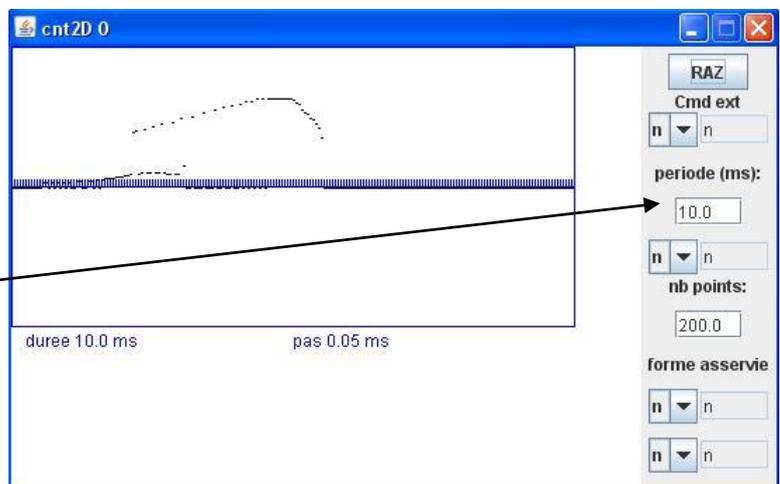


Faites les réglages suivants :

Cal V → 0,02

Cliquer sur le bloc n°0

La fréquence du fondamental de la vibration est de 100Hz en effet la période vaut 10ms soit 0,01s  
 $100 = 1/0.01$ .



## Le son, les harmoniques part 2

### Dossier n°4

#### Etape n°6-1 :

Changez la période en prenant par exemple 1ms, 5ms, 20ms, écoutez et regardez les chronogrammes et spectres de fréquences.

⇒ Pour une période de 10 ms, soit un fondamental à 100Hz, ce signal possède, en théorie, 200 harmoniques audibles !! vous commencez à comprendre la richesse des sons associés à des vibrations périodiques.

#### Etape n°6-2 :

Vous pouvez maintenant changer la forme de la vibration, comment ? c'est tout simple...

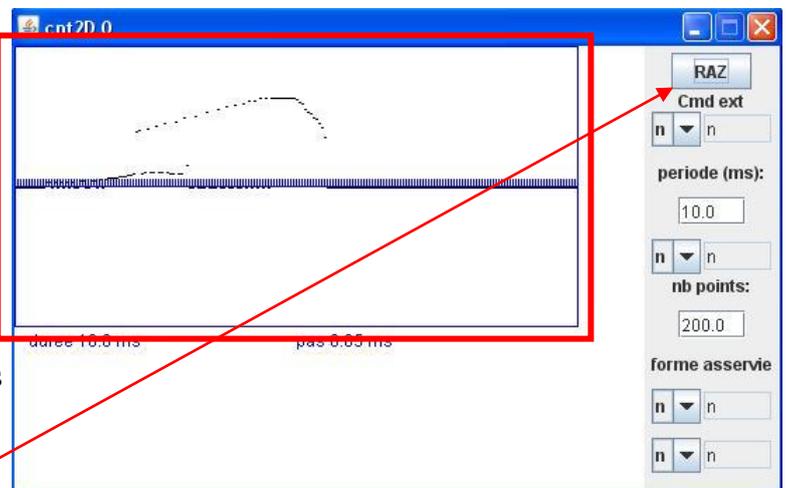
Tout en maintenant le clic droit appuyé de votre souris dessiner une onde ou changer une partie de l'onde dans la fenêtre.

Ecoutez le résultat, en temps réel,

Regardez les chronogrammes et spectres de fréquences.

Changez la période.

Pour repartir de « zéro »



Vous êtes actuellement en train de synthétiser des sons associés à des ondes périodiques !!! tout un programme.

Dans le prochain dossier, l'importance des sons associés à des vibrations non périodiques.