|  |  |
| --- | --- |
| Spé Ph8 | Acoustique musicale et physique des sons. |

I. Analyse fréquentielle.

1. Analyse fréquentielle d’une tension purement sinusoïdale.

Expérience :

Lancer Regressi et ouvrir le fichier « son pur sinusoidal.rw3 ».

Dans l’écran graphique de Regressi afficher la courbe représentative de la tension u(t) ou diagramme temporel.

Toujours dans l’écran graphique de Regressi afficher le spectre fréquentiel de ce son à l’aide de l’icône « Fourier ».

NB : Les 2 diagrammes peuvent être affichés simultanément en utilisant l’icône   
y(t) temps.

Observations :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Diagramme temporel  Son pur sinusoïdal de fréquence 100 Hz | Spectre fréquentiel  1 seul pic à la fréquence f = 100 Hz |

Interprétations :

Quelle est l’amplitude de cette tension ? Quelle est la fréquence de cette tension ?

Comment retrouvez-vous ces 2 caractéristiques dans les 2 diagrammes précédents ?

2. Analyse fréquentielle d’une somme de 2 tensions purement sinusoïdales.

Reproduire ce qui vient d’être fait avec le fichier « somme de 2 sinus.rw3 ».

A quoi peut-on voir que cette 2ème tension n’est pas purement sinusoïdale ?

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Somme de 2 tensions sinusoïdales pures de fréquence f1 = 100 Hz et f2 = 300 Hz | Spectre fréquentiel  2 pics aux 2 fréquences 100 Hz et 300 Hz. |

3. Principe de l’analyse fréquentielle.

Toute fonction périodique peut-être décomposée en une somme de tensions sinusoïdales de fréquence f1, f2, etc. (série de Fourier).

|  |
| --- |
| L’analyse fréquentielle permet d’obtenir les amplitudes et les fréquences de toutes ces tensions :   * L’amplitude est mesurée par la hauteur du pic en ordonnées. * La fréquence est indiquée par l’abscisse du pic.   L’analyse fréquentielle peut être pratiquée sur une tension et plus généralement sur un signal (un son par exemple). |

II. Analyse spectrale d’un son.

1. Analyse d’un son produit par une corde pincée.

Expérience.

Regressi étant déjà ouvert, lancer Regavi puis « Lecture d’un fichier Wav ».

Ouvrir ensuite « Guitare Sol (G).wav ».

Dans l’écran qui s’affiche vous pouvez écouter ce son et en délimiter une partie (dans la partie supérieure) à l’aide de la souris en déplaçant les 2 barres latérales. Choisir une partie du signal où l’amplitude varie assez peu sur une durée d’une dizaine ou vingtaine de périodes.

Transférer vers Regressi et procéder à l’analyse spectrale comme ci-dessus.

Observations.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Corde pincée : guitare (sol) | Spectre fréquentiel |

Interprétations.

Le diagramme temporel montre un signal périodique non sinusoïdal et le diagramme fréquentiel montre (au moins) 4 pics : le premier à f1 = 197 Hz, le 2ème à f2 = 394 Hz, le 3ème à f3 = 591 Hz et le dernier à 788 Hz.

On dit que ce son est complexe car il est composé de plusieurs fréquences : la 1ère fréquence est celle du fondamental et les autres sont celles des harmoniques de fréquence fn = n . f1.

Un son pur n’aurait qu’une seule fréquence, celle du fondamental.

2. Analyse d’un son produit par une corde pincée (piano).

Expérience.

Faire le même travail que ci-dessus en ouvrant le fichier sonore « Piano La.wav » à l’aide de Regavi.

Observations.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Corde frappée : piano (la) | Spectre fréquentiel |

Interprétations.

Le diagramme temporel montre aussi un signal périodique non sinusoïdal et le diagramme fréquentiel montre plusieurs pics : le premier à f1 = 440 Hz, le 2ème à f2 = 880 Hz, le 3ème à f3 = 1320 Hz etc.

Ce son est également complexe car il est composé de plusieurs fréquences.

3. Analyse d’autres sons.

La même démarche peut-être reproduite avec les sons produits par d’autres instruments de musiques : les instruments à vent où une colonne d’air est excitée (orgue en particulier), synthétiseur etc.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Synthétiseur | Spectre fréquentiel du son « trompette 8 pieds »  (dernière note) (orgue) |

Là aussi l’analyse fréquentielle montre des sons complexes.

4. Interprétation générale de l’analyse spectrale des sons.

Quand une corde est frappée (piano) ou pincée (guitare) elle émet un son complexe composé de plusieurs fréquences quantifiées.

Ces fréquences sont celles des modes propres de vibration de la corde.

Il en est de même pour les sons émis par des instruments à vent et les fréquences quantifiées sont celles des modes propres de vibration du tuyau sonore (de la colonne d’air).

II. Caractéristiques d’un son.

1. Hauteur d’un son.

Elle est liée à la fréquence du fondamental.

Plus le son est grave et plus sa fréquence est basse.

Inversement plus la fréquence est élevée et plus le son est aigu.

Approximativement un son est grave si f < 500 Hz et aigu si f > 5 kHz.

Le domaine des fréquences audibles par une oreille humaine : 20 Hz < f < 20 kHz.

Ces limites sont très variables d’un individu à l’autre et dépendent de son âge. (Vous vous souvenez certainement de la polémique à propos des générateurs de sons très aigus pour éloigner les jeunes de certains lieux : seuls les jeunes oreilles peuvent percevoir ces sons).

2. Timbre (ou couleur) d’un son.

Pour une même hauteur c'est-à-dire pour la même fréquence du fondamental 2 sons peuvent ne pas être perçus de la même façon comme par exemple la même note jouée par 2 instruments différents.

On dit que les timbres sont différents.

Ceci est dû, essentiellement, à la présence d’harmoniques plus ou moins nombreuses.

D’autres facteurs peuvent aussi intervenir comme la façon d’établir ou d’arrêter les vibrations dans l’instrument (transitoires d’attaque et d’extinction).

3. Intensité sonore.

On la définit par le rapport I = P/S où P est la puissance sonore (puissance nécessaire pour faire vibrer l’air) (W) transférée à la surface S (m2).

Exemples :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10-12 W.m-2 | 10-8 W.m-2 | 10-1 W.m-2 | 1 W.m-2 |
| Seuil audible | Conversation à voix basse | Musique très bruyante | Seuil douleur |

4. Niveau sonore.

L’échelle précédente n’est pas très pratique à utiliser car trop étendue : il est nécessaire d’utiliser une autre échelle.

Le niveau sonore L (comme *level*) (en dBA ou décibel acoustique) est défini par :

L = 10 log avec I0 = 10-12 W.m-2 (intensité sonore de référence)

D’où l’échelle :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I (W.m-2) | 10-12 | 10-11 | 10-10 | 10-9 | 10-8 | 10-7 | 10-6 | 10-5 | 10-4 | 10-3 | 10-2 | 10-1 | 1 |
| L (dBA) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |

Quand le niveau sonore augmente de 10 dBA l’intensité sonore est multipliée par 10.

Quand le niveau sonore augmente de 20 dBA l’intensité sonore est multipliée par 100.

Attention :

Seules les intensités sonores s’ajoutent : si un instrument seul produit un son de niveau sonore 60 dBA, il faut 10 instruments pour produire 70 dBA.

**Mise en garde.**

**Il faut être très prudent et ne pas s’exposer à des musiques trop bruyantes car elles peuvent causer des dégâts irréversibles dans l’oreille vous serez des papy et mamie encore plus sourds !**

III. Gammes.

1. Octave (féminin).

Une octave (8 notes) est divisée en 12 demi-tons (ou 6 tons).

1 ton sépare Do et Ré

1 ton sépare Ré et Mi

½ ton sépare Mi et Fa

1 ton sépare Fa et Sol

1 ton sépare Sol et La

1 ton sépare La et Si

½ ton sépare Si et Do

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Do |  | Ré |  | Mi |  | Fa |  | Sol |  | La |  | Si |  | Do |
| C |  | D |  | E |  | F |  | G |  | A |  | B |  | C |
|  | 1 ton |  | 1 ton |  | ½ ton |  | 1 ton |  | 1 ton |  | 1 ton |  | ½ ton |  |

NB :

Le nom des notes est issu de l’hymne à St Jean (en latin).

Ut est l’autre appellation de Do.

A, B, C, D, E, F, G sont aussi d’autres façons de nommer les notes de musiques.

2. Gamme tempérée.

Le principe de la construction de la gamme tempérée repose sur  2 principes :

* Par convention la fréquence de base est : f(La3) = 440 Hz
* La fréquence d’une note double d’une octave à l’autre.

Conséquences :

On a ainsi f(La4) = 880 Hz.

Par ½ ton la fréquence est multipliée par 1,0595 (car si la fréquence est doublée pour 12 ½ tons il faut multiplier la fréquence par entre chaque ½ ton).

Donc f(Si3) = . f(La3) = . 440 = 494 Hz (2 ½ tons entre La et Si)

Et f(Do4) = f(Si3) = 523 Hz (1 seul ½ ton entre Si et Do).

Remarques :

La notion de gamme évolue au cours des siècles et change d’une culture à l’autre.

La gamme tempérée est la gamme utilisée actuellement dans les pays occidentaux.