# **TP** n°0 Analyse spectrale

PSI 2022/2023

#### Compétences expérimentales

- s'initier au traitement FFT du logicel LatisPro,
- étudier le spectre d'amplitude de différents signaux,
- étudier l'influence d'une modification du spectre sur l'allure du signal.

#### Matériel

Vous disposez :

- d'une carte sysam,
- d'un ordinateur.

# I Signal sinusoïdal

Procédure à suivre :

- Télécharger les fichiers sinusoïde, carre et melange à partir du site Cahier de Prépa sur le bureau
- Ouvrir le logiciel LatisPro et ouvrir le fichier sinusoïde à l'aide de : Fichier / Ouvrir (ou icône Ouvrir fichier)
- S'affiche alors :
  - \* en fenêtre n°1 : un signal sinusoïdal appelé Signal,

#### I.1 Mesures sur le signal

Procédure à suivre :

- Dans la fenêtre Paramètres, située à gauche de l'écran, cliquer sur l'icône Liste des courbes.
- Cliquer sur le Menu **Outils / Mesures Automatiques** (ou icône Mesures Automatiques).
- Glisser Signal de la liste des courbes, située dans la fenêtre Paramètres, vers la fenêtre de dialogue.

Relever alors :

- a) la fréquence  $f_1$  du signal x(t),
- b) son amplitude  $x_m$ ,

- c) sa valeur moyenne  $x_0$ ,
- d) sa valeur efficace  $x_{\text{eff}}$ . A-t-on  $x_{\text{eff}} = \frac{x_m}{\sqrt{2}}$ ?

#### **I.2** Mesures sur le spectre

Procédure à suivre :

- Cliquer sur Traitements/Calculs specifiques/Analyse de Fourier
- Sélectionner la courbe du signal en cliquant sur 📖 et la glisser dans la case Courbe
- Sélectionner le spectre S\_Amplitude en cliquant sur la fenêtre n°2.
- Appeler le réticule par un clic droit de la souris.

Relever alors :

- a) le nombre d'harmoniques contenus dans le spectre,
- b) la fréquence de l'harmonique,
- c) l'amplitude de l'harmonique.

#### I.3 Résumé

Reproduire sur votre feuille l'allure du signal et son spectre. Sur les deux figures, faire apparaître l'amplitude et la fréquence du signal.

## II Signal plus complexe

Procédure à suivre :

- Dans la Fenêtre n°1, supprimer le graphe de Signal en pointant "Signal" (sur l'axe des ordonnées) clic droit Retirer. Fermer la fenêtre.
- Faire de même en Fenêtre n°2 pour "S\_Amplitude en V ". Fermer la fenêtre.
- Ouvrir le fichier melange
- S'affichent alors :
  - ★ en fenêtre n°1 : un signal melange appelé B,

#### II.1 Mesures sur le signal

A l'aide du menu Outils / Mesures Automatiques, relever comme précédemment :

- a) la fréquence  $f_1$  du signal x(t),
- b) son amplitude  $x_m$ ,
- c) sa valeur moyenne  $x_0$ ,
- d) sa valeur efficace  $x_{\text{eff}}$ . A-t-on  $x_{\text{eff}} = \frac{x_m}{\sqrt{2}}$ ?

A l'aide du réticule et en utilisant éventuellement la loupe (clic droit), mesurer les deux fréquences caractéristiques  $f_1, f_2$  associées aux deux oscillations (lente, rapide) contenues dans le signal.

#### II.2 Mesures sur le spectre

Comme précédemment, tracer le spectre de Fourier du signal et relever :

- a) le nombre d'harmoniques contenus dans le spectre,
- b) les fréquences des harmoniques  $f_1, f_2$ .
- c) les amplitudes des harmoniques :  $x_0, x_1, x_2$ .

Vérifier que le théorème de Parceval est bien valide :

$$x_{\text{eff}}^2 = x_0^2 + \frac{1}{2}(x_1^2 + x_2^2)$$

#### II.3 Résumé

Reproduire sur votre feuille l'allure du signal et son spectre. Sur les deux figures, faire apparaître les valeurs  $x_0, x_1, x_2, x_3$  et  $f_1, f_2, f_3$ .

## III Signal carré

Procédure à suivre :

- Dans la Fenêtre n°1, supprimer le graphe de B en pointant " B" (sur l'axe des ordonnées) clic droit - Retirer. Fermer la fenêtre
- Faire de même en Fenêtre n°2 pour "S Amplitude en V ". Fermer la fenêtre.
- Ouvrir le fichier carre.

#### III.1 Mesures sur le signal

A l'aide du menu Outils / Mesures Automatiques, relever comme précédemment :

- a) la fréquence  $f_0$  du signal x(t),
- b) son amplitude  $x_m$ ,
- c) sa valeur moyenne  $x_0$ ,
- d) sa valeur efficace  $x_{\text{eff}}$ . A-t-on  $x_{\text{eff}} = \frac{x_m}{\sqrt{2}}$ ?

#### III.2 Mesures sur le spectre

Comme précédemment, relever :

- a) le nombre d'harmoniques contenus dans le spectre,
- b) les fréquences  $f_n$  des harmoniques,
- c) les amplitudes des harmoniques  $x_n$  (au moins les 5 premières).

$$x(t) = x_0 + \frac{2x_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - (-1)^n}{n} \cos(2\pi n f_0 t)$$

Vérifier que les amplitudes mesurées sont cohérentes avec cette expression.

Vérifier que le théorème de Parceval est bien valide :

$$x_{\text{eff}}^2 = x_0^2 + \frac{1}{2} \sum_n x_n^2$$

# **IV** Influence des harmoniques

Sortir du mode réticule de LatisPro, par un clic droit de la souris, puis l'indication Terminer. Conserver le signal carré.

#### IV.1 Mode synthèse

#### Procédure à suivre :

- Dans le menu Traitements, appeler le sous-menu Calculs spécifiques / Synthèse harmonique.
- Dans la fenêtre de dialogue, choisir **Synthèse simplifiée**.
- Glisser Signal de la liste des courbes, située dans la fenêtre **Paramètres**, vers le champ **Courbe de la fenêtre de dialogue**.
- Enfoncer le bouton **Calcul**, puis fermer la fenêtre de dialogue.
- Dans la Fenêtre n°3, supprimer le graphe de Signal en pointant "Signal " (sur l'axe des ordonnées) clic droit Retirer.
- Zoomer avec la loupe le spectre de la fenêtre n°2 (clic droit -**Loupe+**), afin d'afficher le spectre jusqu'à environ l'harmonique 9.
- Sortir ensuite du mode Loupe (clic droit Terminer).
- Bien faire apparaître l'axe des ordonnées f = 0 en cliquant sur le spectre, et en translatant la souris vers la droite, tout en maintenant le clic gauche.

#### IV.2 Modification du spectre du signal

#### Procédure à suivre :

- Sélectionner le spectre en fenêtre n°2.
- Clic droit de la souris Pointeur.
- 1. Ajouter une composante continue, en positionnant le pointeur sur l'axe des ordonnées f = 0, puis en cliquant avec la souris. Décrire en quelques mots l'effet sur le signal synthétisé et sur le son entendu.

- 2. Supprimer la raie en f = 0. Ajouter ensuite une raie basse fréquence. Décrire en quelques mots l'effet sur le signal et sur le son synthétisé.
- 3. Supprimer la raie basse fréquence et ajouter une raie haute fréquence. Décrire en quelques mots l'effet sur le signal et sur le son synthétisé.

# V Reconstitution d'un signal à partir de ses harmoniques

Nous allons à présent observer la reconstitution d'un signal carré, harmonique par harmonique. <u>Procédure à suivre :</u>

- Sortir et rentrer dans le logiciel LatisPro, afin d'avoir une configuration « propre ».
- Ouvrir le fichier Synthese calculée situé dans le répertoire Latis Pro / exemples :
  - \* La fenêtre n°1 visualise le signal reconstitué pas à pas,
  - \* La fenêtre n°2 visualise chaque harmonique ajouté.

Le lancement de la synthèse se fait par F2.

On observe alors la reconstitution jusqu'à l'harmonique 19 du signal carré.

Observer :

- les ondulations de Gibbs, qui s'atténuent au fur et à mesure de la prise en compte d'harmoniques d'ordre supérieur.
- la corrélation entre hautes fréquences et variations temporelles brusques (discontinuités et non dérivabilités).