

Capacités exigibles :

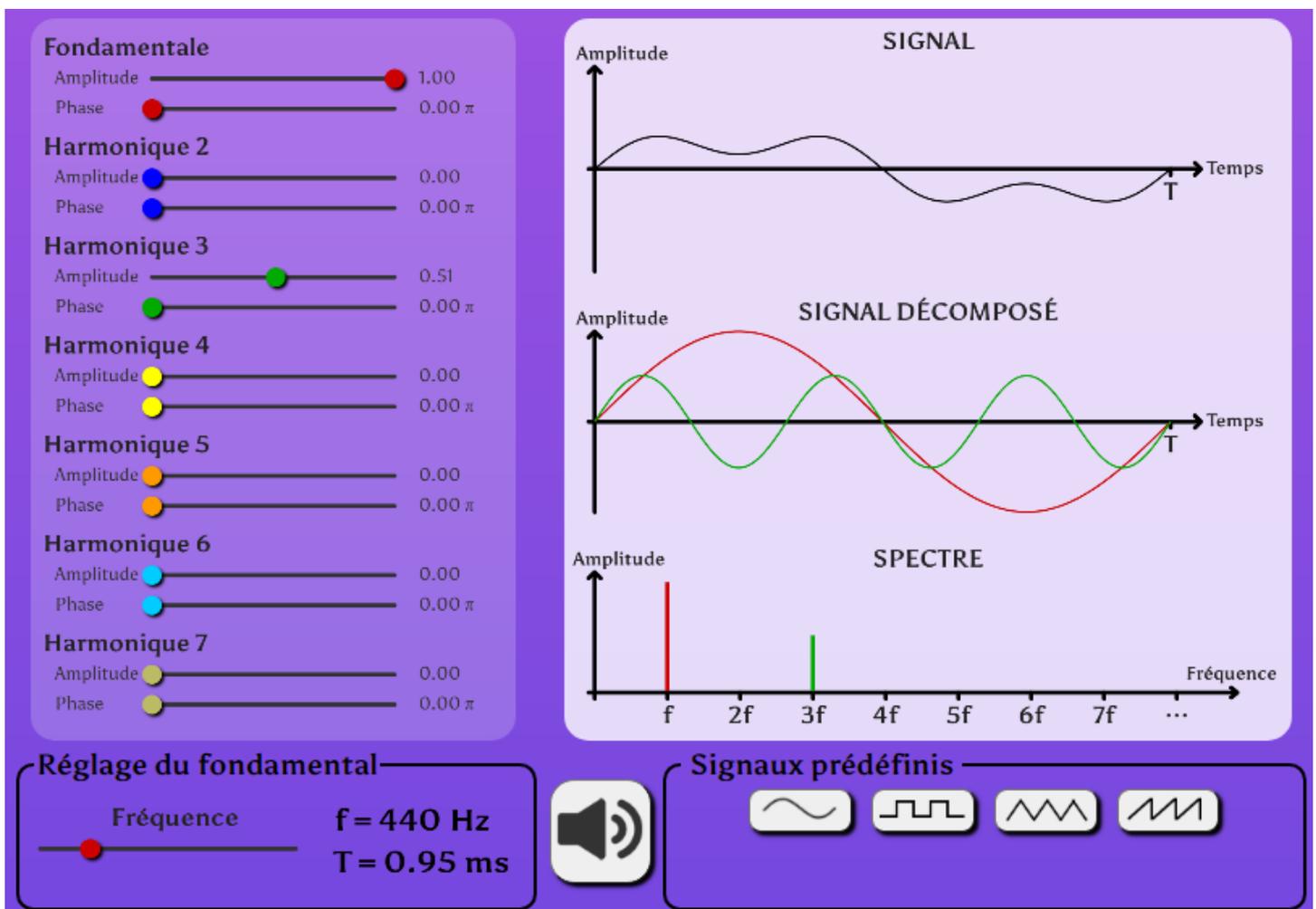
- Comprendre qu'un signal périodique quelconque peut être décomposé en une somme d'un signal continu (composante continue) et de signaux sinusoïdaux
- Exploiter un spectre d'amplitude d'un signal périodique pour déterminer la valeur absolue de la composante continue, l'amplitude et la fréquence du fondamental et des harmoniques présents
- Relever expérimentalement le spectre d'amplitude d'une onde périodique : déterminer la fréquence du fondamental et des harmoniques

1 Simulation d'une décomposition en signaux sinusoïdaux

On utilise l'animation du site [Ostralo.net](http://bit.ly/ANIMspectre) « Harmoniques d'un son » en lien ci-contre : <http://bit.ly/ANIMspectre>

Il s'agit d'observer l'onde résultant de la **somme** de plusieurs ondes sinusoïdales, appelées **composantes**. Ces composantes sont toutes des ondes de fréquences multiples de l'**harmonique** de rang 1 (celle tracée en rouge à l'ouverture du simulateur). Chaque composante peut être affectée d'une **amplitude** que l'on pourra faire varier de 0 (composante nulle) à 1,0 (amplitude maximale pour cette composante). On ne modifiera pas les autres paramètres.

Le **spectre** d'amplitude est tracé automatiquement.



Simulation n°1 : réaliser le même signal que celui illustré ci-dessus.

- Observer chaque composante dans le signal décomposé :
 - repérer en couleurs chaque composante ainsi que le pic correspondant dans le spectre
 - vérifier le lien entre la fréquence de l'harmonique de rang 3 et la fréquence fondamentale
- Observer le signal résultant :
 - est-ce une onde sinusoïdale ?
 - est-il périodique ? si oui, quelle est sa période ? sa fréquence ?
 - écouter la note jouée. Comment est-on sûr qu'il s'agit bien de la note La ?

Un signal périodique $S(t)$ de fréquence f peut se décomposer en une somme de composantes sinusoïdales :

$$S(t) = s_0 + s_1(t) + s_2(t) + s_3(t) + s_4(t) + \dots = s_0 + \sum a_i \times \sin(2\pi \times f \times i \times t + \Phi_i)$$

où s_0 est appelé composante continue

$s_1(t), s_2(t) \dots$ sont appelées harmoniques

a_i étant l'amplitude de chaque harmonique de rang i

Φ_i étant la phase à l'origine de chaque harmonique de rang i

☞ Tracer sur votre calculatrice les 2 composantes du signal précédent :

→ $s_1(t) = 1,0 \times \sin(2\pi \times 440 \times t)$

→ $s_3(t) = 0,5 \times \sin(2\pi \times 440 \times 3 \times t)$

☞ Tracer sur votre calculatrice le signal résultant de la somme des 2 composantes précédentes :

→ $S(t) = 1,0 \times \sin(2\pi \times 440 \times t) + 0,5 \times \sin(2\pi \times 440 \times 3 \times t)$

→ Vérifier que l'on retrouve le même signal que celui tracé sur le simulateur

**Adapter la fenêtre
d'observation des courbes !**

Simulation n°2 : réaliser un signal carré (en première approximation)

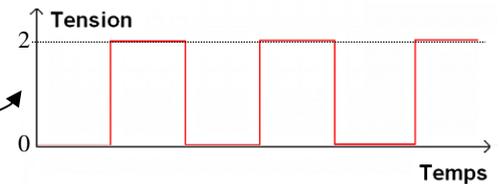
→ utiliser le bouton « Signal prédéfini » 

3. Observer le spectre du signal.

→ quelles sont les harmoniques nécessaires pour réaliser un signal carré ?

→ en notant la fréquence fondamentale f , écrire la fonction $S(t)$ décrivant le signal carré sous la forme d'une somme de signaux sinusoïdaux.

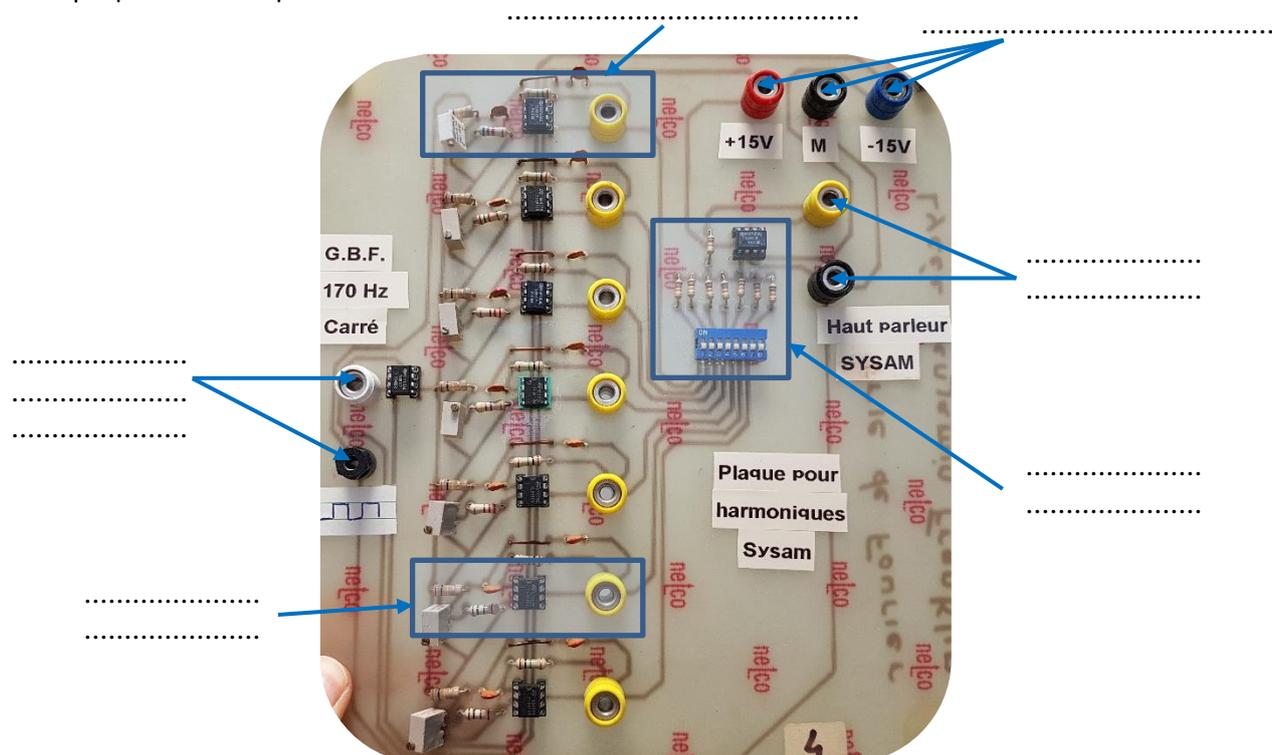
→ quelle est la valeur de la composante continue s_0 à ajouter au signal précédent pour obtenir un signal de ce type ?



2 Décomposition électronique d'un signal carré

On va décomposer un signal carré de fréquence $f_1 = 170$ Hz, afin d'observer et d'enregistrer chacune des composantes de ce signal. Pour cela, on utilise différents filtres électroniques qui ne laissent passer que des signaux de fréquences spécifiques : $f_1 = 170$ Hz, $f_2 = 340$ Hz, $f_3 = 510$ Hz... Ces filtres doivent être alimentés en +/-15V continu. De plus, il est possible de faire à nouveau la somme des signaux issus de chacun des filtres et de les visualiser sur un système d'acquisition.

On utilise la plaque électronique suivante :



☒ 4. Légender la photo de la page précédente avec les termes : *alimentation électrique +15 V / masse / -15V* ; *ENTRÉE du signal sinusoïdal carré* ; *filtre électronique centré sur f_1* ; *signal de SORTIE* ; *sommateur de signaux* ; *filtre électronique centré sur f_6*

→ Alimenter la plaque grâce à un générateur de tension continue +15 V / masse / -15V

→ Relier l'entrée de la plaque à un GBF réglé en signal carré de fréquence $f \approx 170$ Hz et de tension $U \approx 1,3$ V (à vérifier au voltmètre).

→ Relier la sortie de la plaque sur l'entrée EA1 du système d'acquisition et de visualisation Sysam relié à un ordinateur (attention à relier la masse également).

→ Lancer le logiciel d'acquisition LatisPro

- Vérifier que l'entrée analogique EA1 est sélectionnée et cocher « Ajouter les courbes »

- Régler « Acquisition » sur 500 points ; Durée totale de 20 ms

- Régler « Déclenchement » sur EA1 ; front montant ; 0,1 V ; 0%

Observation de la somme des harmoniques n°1, n°3, n°5, n°7 :

→ Sur la plaque électronique, positionner, à l'aide d'une pointe, les encoches du sommateur sur 1, 3, 5, 7 : on sélectionne donc les harmoniques impaires du signal carré.



Appeler le professeur afin qu'il vérifie vos réglages

→ Lancer l'acquisition du signal en appuyant sur F10.

☒ 5. Décrire le signal observé.

Observation de l'harmonique n°1 :

→ Sur la plaque électronique, positionner les encoches du sommateur uniquement sur 1 : on ne sélectionne donc que l'harmonique n°1 du signal carré

→ Lancer une nouvelle acquisition du signal en appuyant sur F10.

☒ 6.a. Décrire le signal observé.

→ Cliquer sur le bouton 

→ Afin de réaliser le spectre de ce signal, cliquer sur « Traitements » / « Calculs spécifiques » / « Analyse de Fourier » puis faire glisser la courbe à analyser.

☒ 6.b. Décrire le spectre observé. Est-il en accord avec le signal observé (question 6.a.) ?

Remarque : il est possible de repérer la fréquence précise d'un pic grâce à l'outil « Réticule » (clic droit).



Appeler le professeur afin qu'il vérifie vos réponses

Observation de la somme des harmoniques n°1 et n°3 :

→ Sur la plaque électronique, positionner les encoches du sommateur sur 1 et 3.

→ Lancer une nouvelle acquisition du signal en appuyant sur F10.

→ Réaliser le spectre de ce nouveau signal.

☒ 7. Décrire le spectre observé. Est-il en accord avec le signal observé ?

Observation de la somme des harmoniques n°1, n°3 et n°5 :

→ Sur la plaque électronique, positionner les encoches du sommateur sur 1, 3 et 5.

→ Lancer une nouvelle acquisition du signal en appuyant sur F10.

→ Réaliser le spectre de ce nouveau signal.



Appeler le professeur avant d'imprimer vos courbes

Pour les plus rapides : vérifier l'allure et la fréquence des harmoniques n°3, n°5 et n°7 seules.

☒ 8. Est-ce que le signal composé des harmoniques 1, 3, 5 et 7 est semblable à celui obtenu en simulation à la question 3 ? Que faudrait-il faire pour que le signal ressemble davantage à un « vrai » signal carré ?