

TP 3 Modulation et Démodulation

Wu et Duvivier

1. Transmission

A l'aide du code donné en annexe et d'une modification de la fréquence f_0 , nous avons été en mesure de tracer le spectre correspondant au spectre de la note Ré.

Pour ce qui est de l'analyse des résultats obtenus, nous observons bien un signal dont le spectre présente une fréquence de 293,7 Hz sur l'intervalle donné. Cette information se retrouve auditivement avec le fait que cette nouvelle fréquence est plus grave.

Pour finir, on retrouve bien une amplitude de $1/2$, attendue pour la transformée de Fourier d'un sinus.

Porteuse : Pour écouter le signal de la porteuse d'équation $p(t) = 2 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot t)$, nous avons créé une variable $p(t)$ dépendant des variables déjà déclarés et d'une nouvelle fréquence f_p . A cette nouvelle fréquence s'ajoute une amplitude de 2V.

Au final, on retrouve un signal de plus grande fréquence et donc qui émet un son plus aigu. Au niveau du spectre, cela se retrouve avec un signal de 3000 Hz. Pour finir, on remarque que l'amplitude est bien de 1, soit 2 fois l'amplitude du signal précédent.

En somme, nous avons ici décalé le signal vers les hautes fréquences tout en augmentant son amplitude par un facteur 2.

Modulation d'amplitude sans porteuse :

Pour cette partie, nous avons réalisé une modulation de l'amplitude du signal sans porteuse. Le spectre trouvé est le suivant :

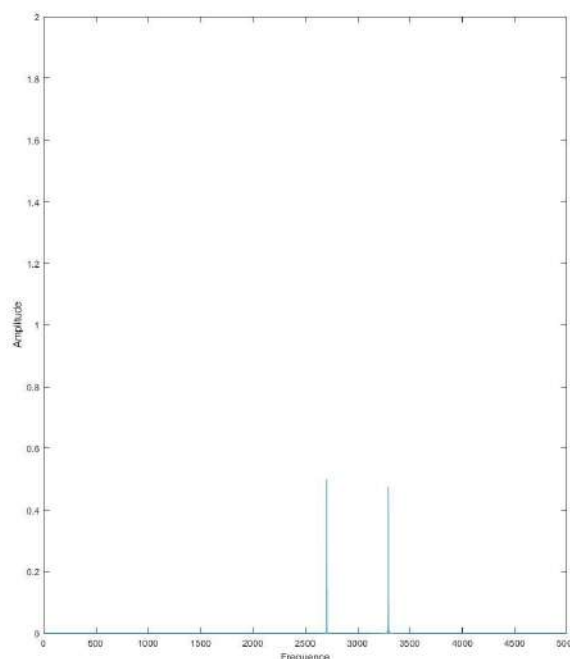


fig 1 : Spectre dl'amplitude modulée

On remarque aisément que l'on retrouve ici les spectres de la note Ré décalés à 3000 Hz, et on a donc deux pics : un pour une fréquence de $3000 + 293,7$ et l'autre pour une fréquence de $3000 - 293,7$. On remarque aussi une légère différence sur la hauteur des pics mais cet écart n'est dû qu'au fait que nous traçons nos courbes pour un nombre limité de valeurs, réduisant ainsi la précision.

Pour ce qui est du bilan énergétique, on remarque que l'énergie est concentré sur le signal modulant et non sur la porteuse.

Le son s'en retrouve modifié : on a plus un son pur mais on a un son complexe, d'où les 2 pics.

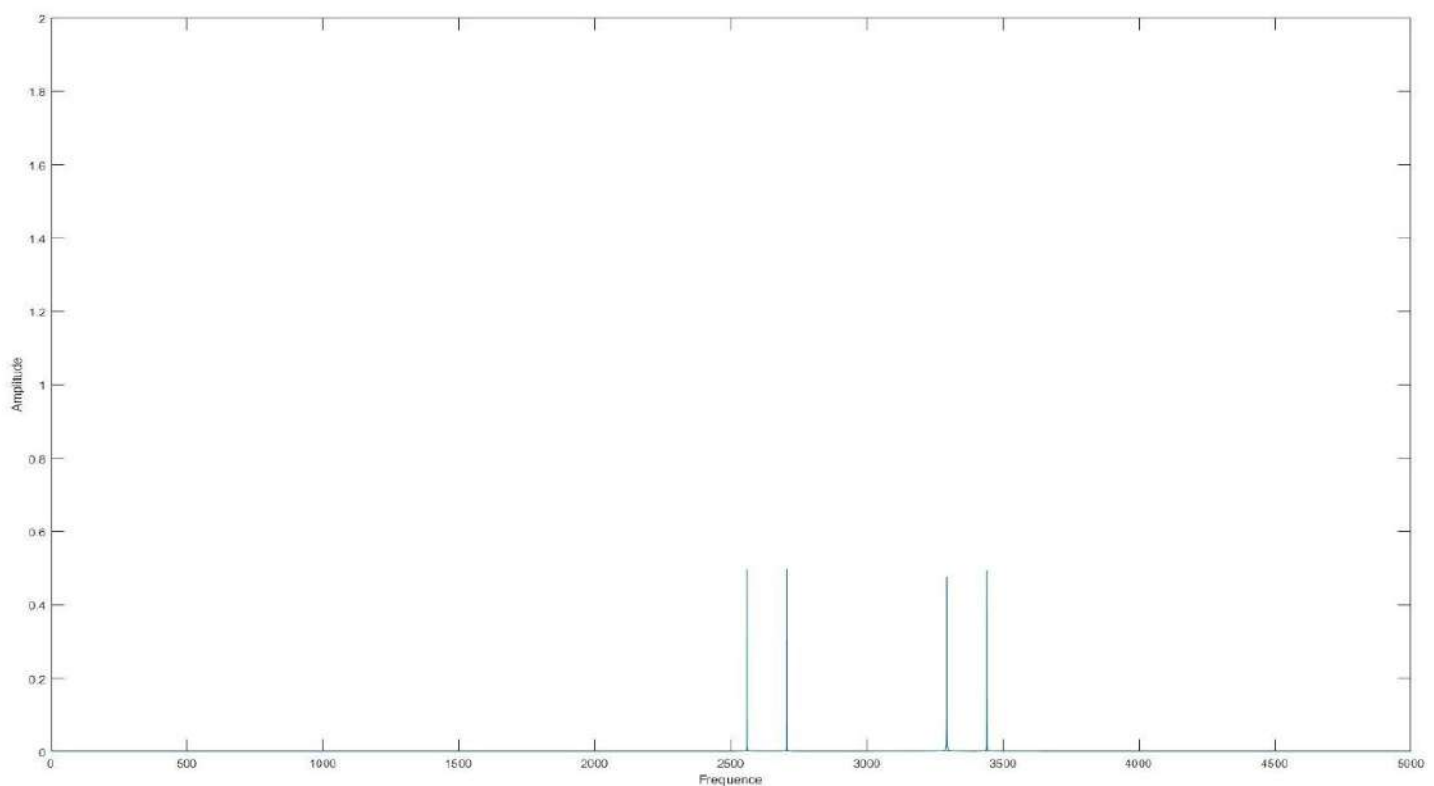


fig 2 : Spectres des 2 notes en simultanées

Le spectre ressemble de moins en moins aux signaux précédents. Le son est de plus en plus complexe. Pour ce qui est des pics, on retrouve les 2 pics précédents, auxquels s'ajoute les 2 pics pour un spectre décalé vers $3000+400$ Hz et $3000-400$ Hz.

Réception des données :

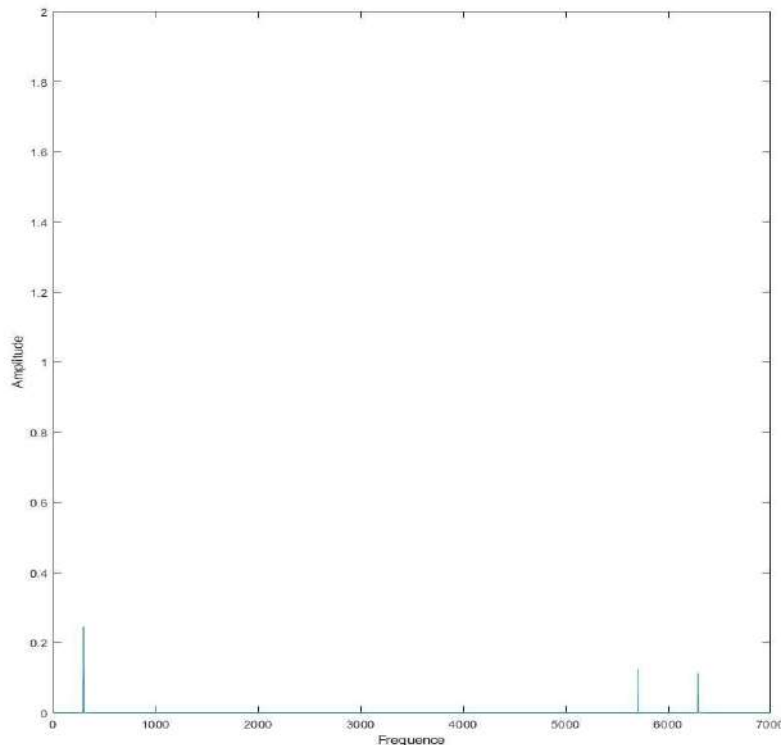


fig 3 : Spectre du signal sig(t) démodulé.

Nous avons dans cette partie effectué la démodulation du signal sig(t). Pour ce faire, on a multiplié ce signal par la porteuse. Cela revient à multiplier 2 fois consécutives le signal note(t) par la porteuse.

On obtient ainsi le spectre ci-dessus, et dont nous n'avons affiché qu'une partie des informations, afin de clarifier les données représentées. On remarque un fait attendu : le spectre précédemment autour de 3000 Hz est de nouveau décomposé en plusieurs pics.

On retrouve ici des pics correspondants à ceux déjà observé (autour de 293,7 Hz) et d'autres qui sont apparus autour de 6000 Hz ($6000 + 293,7$ et $6000 - 293,7 = 2 \cdot f_p + 293,7$ et $2 \cdot f_p - 293,7$)).

Par ailleurs, on a vu que multiplié notre signal par la fonction sinus faisait apparaître un coefficient un demi. Ainsi, l'amplitude est de nouveau multipliée par un facteur un demi, d'où une amplitude de 0,25 autour de 293,7 ($= f_m$). Les signaux plus éloignés souffrent de la précision du tracé, affichant des amplitudes plus basses pour les pics autour de f_p .

Pour ce qui est de la partie redressement, nous avons utilisé une fonction prote. Ainsi, nous définissons une fréquence limite FI qui nous permet de définir que pour des valeurs de fréquences comprises entre $[-FI ; +FI/2]$, on a notre signal à un 1. Graphiquement, cela va permettre de mettre les signaux de très haute et très basse fréquence à zéro, ne gardant que les spectres contenus dans la fonction porte.

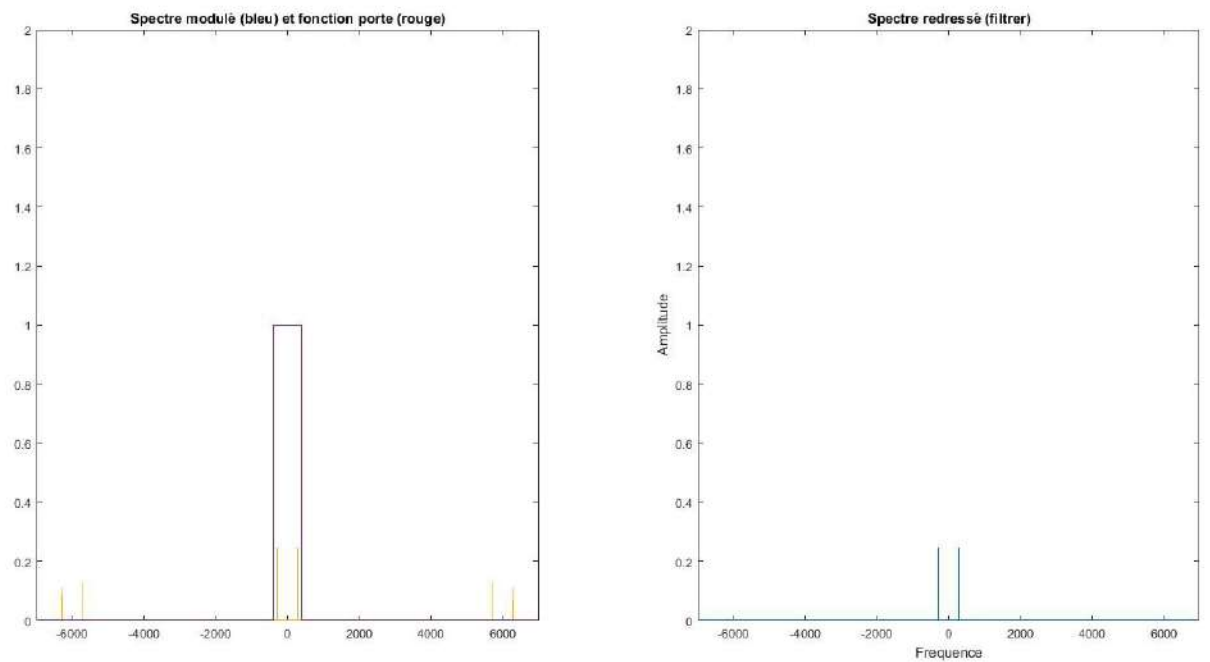


fig 4a : Spectre d'une note avant et après filtrage

On observe que seul le spectre compris dans la fonction porte sont restés après redressement. Ce système a agi comme un passe bande, coupant les très hautes et très basses fréquences.

Réception de plusieurs notes :

Le procédé pour démoduler et filtrer est le même que pour le cas précédent. On considère ainsi une nouvelle fonction basée sur celle de la partie "Modulation d'amplitude sans porteuse", et on multiplie cette variable par la porteuse pour remoduler. Une fois ceci fait on filtre de nouveau, et on obtient les résultats suivants :

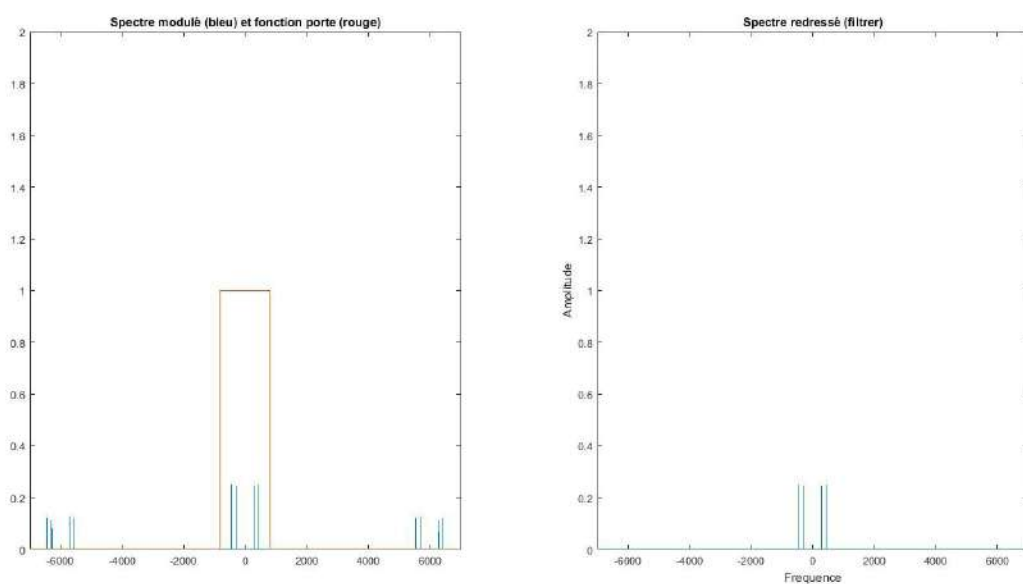


fig 4b : Spectre de 2 notes avant et après filtrage

BILAN : Pour finir ce TP, le principe était d'étudier le principe de modulation et de démodulation et d'en étudier les caractéristiques, aussi bien sonores que visuelles.

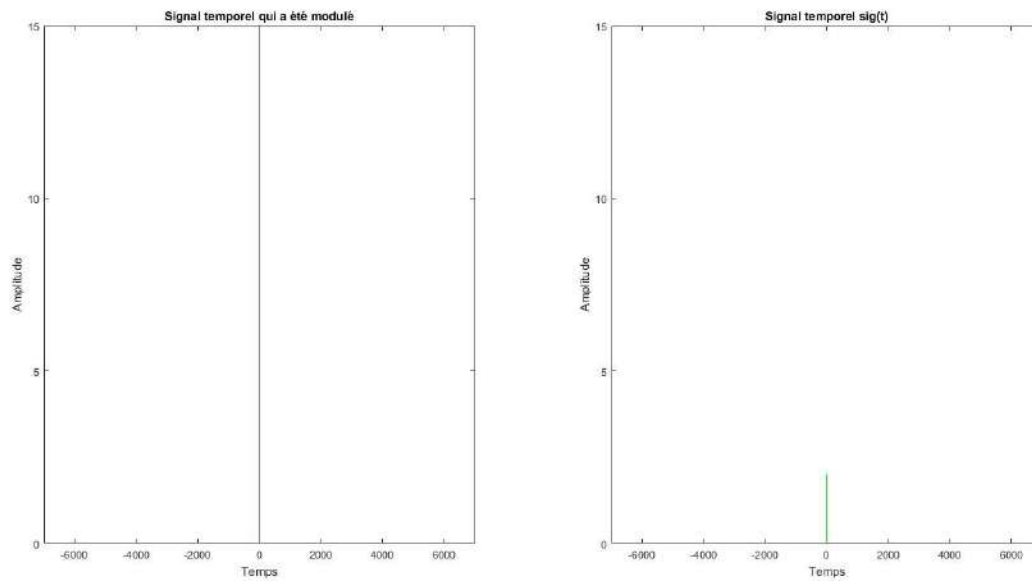


fig 5 : Comparaison Signaux modulé et neutre

On remarque finalement que la modulation a servi à amplifier le signal de la note initial, sans pour autant se désaxé.

Certe le procédé de modulation et de démodulation a créé des spectres assimilables à du bruit résiduel ; mais, nous avons été en mesure, à l'aide d'une simple fonction porte de redresser le signal et ainsi le filtrer, représentant graphiquement l'amplification du signal permise par ce même procédé.