

DM TMS : Filtrage d'un morceau de musique

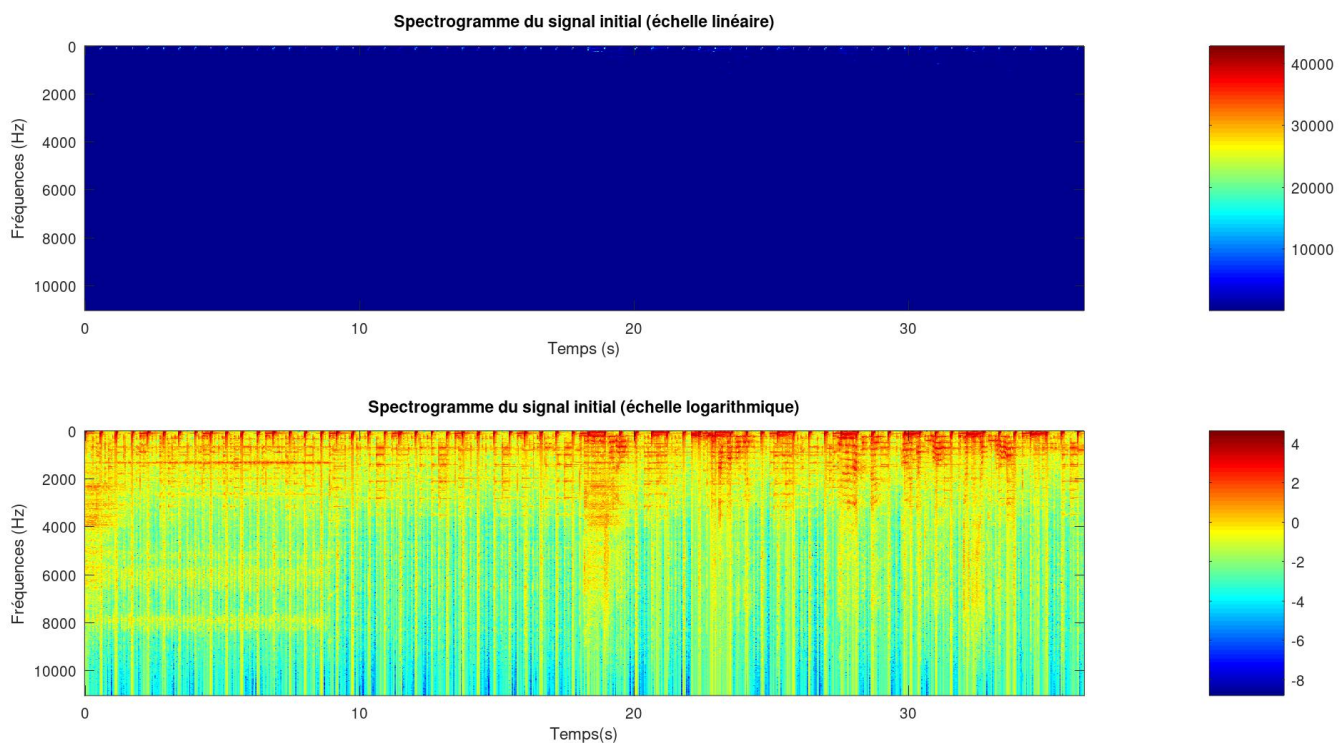
Introduction

Le but de ce TP est, partant d'un fichier musical, d'analyser numériquement ce dernier pour réaliser un spectrogramme et de réaliser des opérations sur les fréquences sonores (notamment un filtrage en retirant une bande de fréquence, ou autrement dit un réjecteur)

Dans une première partie, nous commencerons par filtrer numériquement le morceau de musique à notre disposition puis nous générerons un spectrogramme à partir des données filtrées.

Ensuite, nous réaliserons un travail similaire mais en filtrant directement le spectre obtenu depuis le morceau de musique original.

Enfin, nous comparerons dans une dernière partie les deux méthodes employées. Les codes utilisés au cours de ce travail se trouvent en annexe de ce rapport. Ils sont en partie issus des TP réalisées dans le cadre du cours. On commencera par l'affichage (cf ci-dessous) du spectre du signal sans modification afin d'avoir un élément de comparaison pour la suite de notre travail.



Comme le spectre du signal est peu visible, une échelle logarithmique est utilisée dans un second temps afin d'avoir un meilleur aperçu ensuite du travail de filtrage. On prendra par ailleurs dans la suite du travail **une bande de réjection choisie comprise entre $f_1=500\text{Hz}$ et $f_2=2000\text{Hz}$ (valeurs saisies dans le script).**

Partie I : Filtrage puis réalisation du spectre

Nous allons dans cette partie commencer par filtrer le morceau de musique dont nous disposons, pour ensuite afficher son spectre.

Définition des fonctions :

- **Filtre passe-bas :**

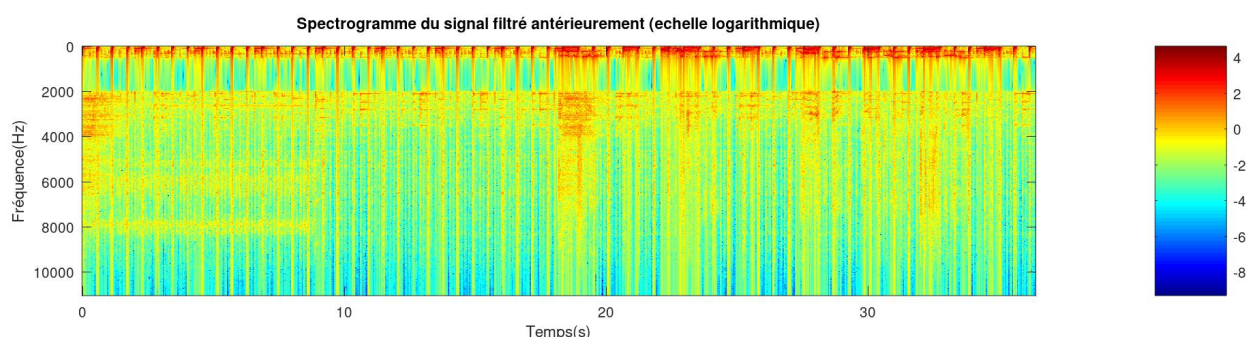
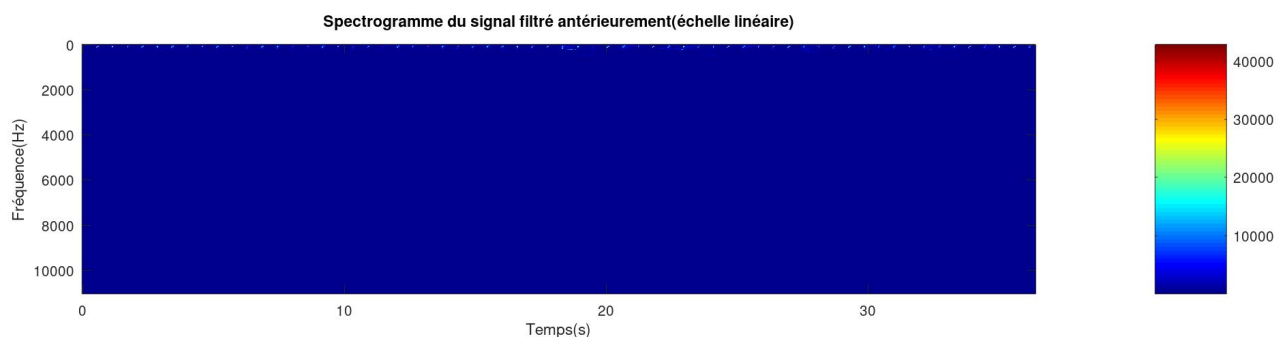
Cette fonction supprime la partie haute du spectre. Pour cela, on lui donne en argument une fréquence de coupure et la fonction va venir retirer les fréquences négatives inférieures à cette fréquence de coupure et les fréquences positives supérieures à cette fréquence de coupure (le spectre étant symétrique).

- **Filtre passe-haut :** Cette fonction fait le complémentaire de la fonction **filtre passe-bas** sur le spectre en retirant les fréquences comprises entre la fréquence de coupure négative et son symétrique, la fréquence de coupure positive qu'on lui a donné en argument

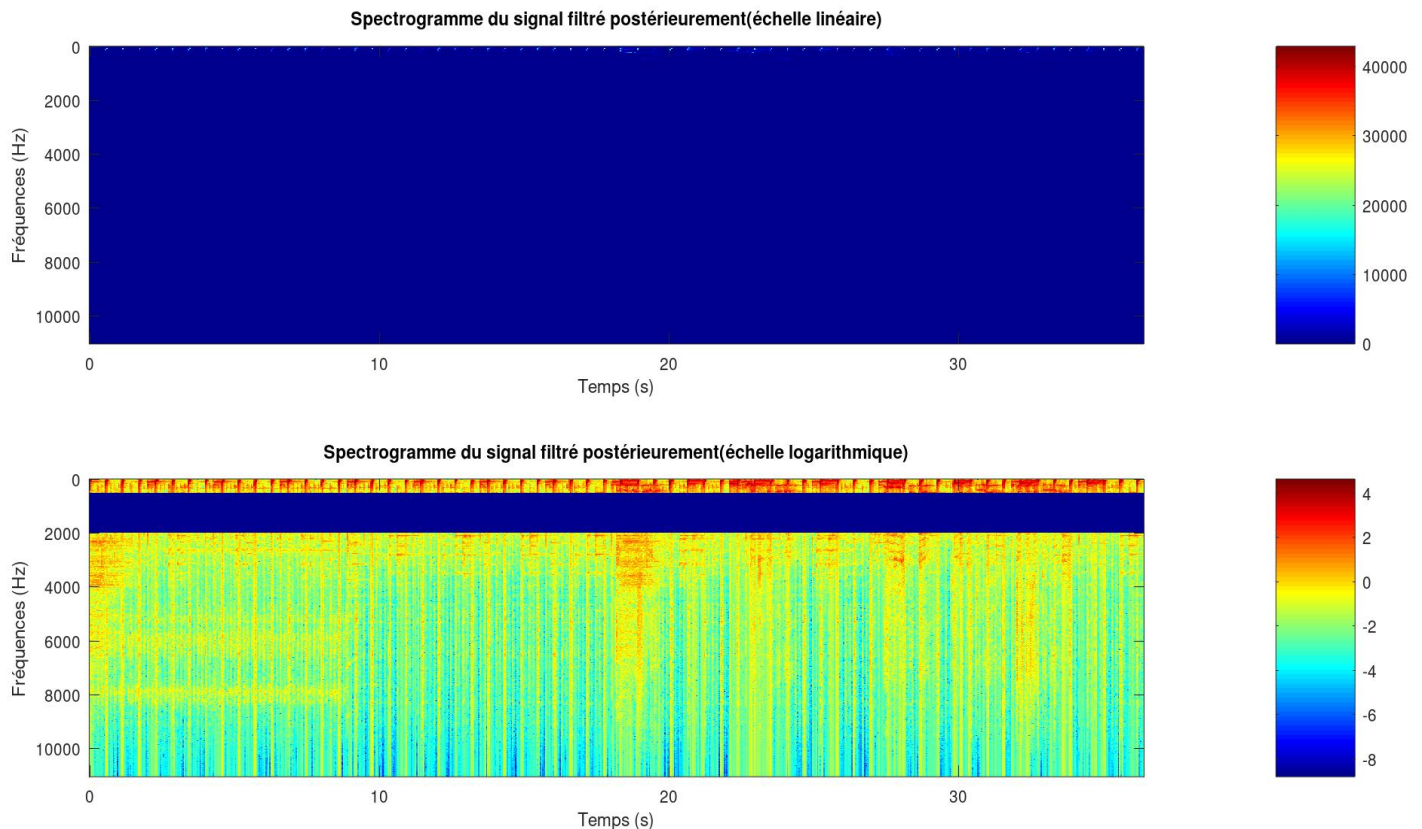
- **Réjection :** Cette fonction prends en argument deux fréquences de coupure et un spectre, et fait appel aux fonction **filtre passe-bas** et **filtre passe-haut** pour retirer la bande fréquentielle comprise entre la fréquence de coupure passe bas et celle du passe-haut.

Dans un premier temps, nous allons donc passer dans l'espace de Fourier pour sélectionner les fréquences qui nous intéressent. Comme nous disposons de fonctions pour réaliser un filtre passe-bas et un filtre passe haut (d'après les TP du cours), on va pouvoir supprimer respectivement les parties hautes et basses du spectre au niveau des fréquences de coupure, pour ensuite les recombinaer en ayant ainsi supprimé la bande de coupure.

Une fois passé dans le domaine de Fourier, il nous faut d'abord identifier les indices correspondant à ces fréquences de coupure sur le spectre, puis effectuer les opérations de filtrage avant de faire une transformée de Fourier inverse et d'afficher le spectre.



Partie II : Réalisation du spectre puis filtrage



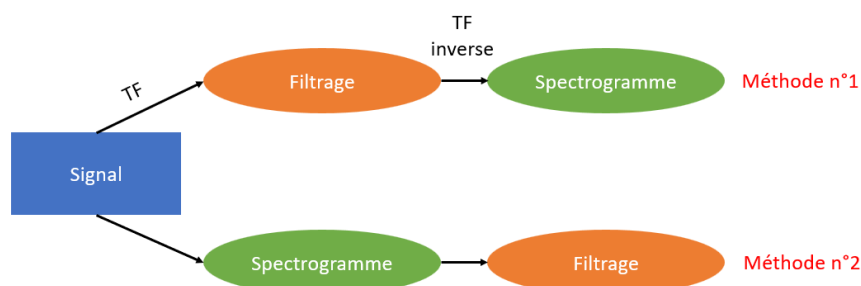
On filtre ici directement sur le spectre à partir des fréquences de coupure définies en début de spectre. On constate l'apparition d'une bande manquante du spectre très nette comprise entre les fréquences de coupure que nous avons choisies.

Partie III : Comparaison des deux méthodes utilisées

On constate que la méthode n°1 effectue un filtrage partiel des fréquences dans la bande de coupure, contrairement à la méthode n°2.

Cela est lié au fait que les opérations de filtrage réalisées dans l'espace de Fourier vont créer des erreurs numériques lorsque nous repasserons dans l'espace temporel.

A l'inverse, la bande de coupure sur le spectre de la méthode n°2 est très nette, sans défauts, puisque nous avons retiré les fréquences directement sur le spectrogramme avant d'afficher ce dernier. Le schéma suivant illustre le travail que nous avons réalisés et les différences entre ces deux méthodes.



Conclusion

En conclusion, nous avons vus au cours de ce DM basé sur le travail réalisé en TP (notamment avec le filtrage d'image) deux méthodes de filtrage différentes présentant chacune leurs avantages et leurs inconvénients respectifs. La première méthode est moins précise que la seconde, mais permet de régénérer plus facilement le signal sonore filtré, tandis que la seconde est plus efficace (bande de réjection plus « propre »), mais elle induit une complexité numérique lorsqu'il s'agira de repasser le signal dans le domaine temporel.

Enfin, on aurait pu choisir dans ce TP, pour avoir des résultats de meilleure qualité, d'utiliser une fréquence d'échantillonnage plus élevée que celle par défaut (par exemple $F_s = 44100$ Hz), en respectant ainsi la condition de Shannon sur tout le domaine audible.