

Rapport projet MATLAB



I) Introduction

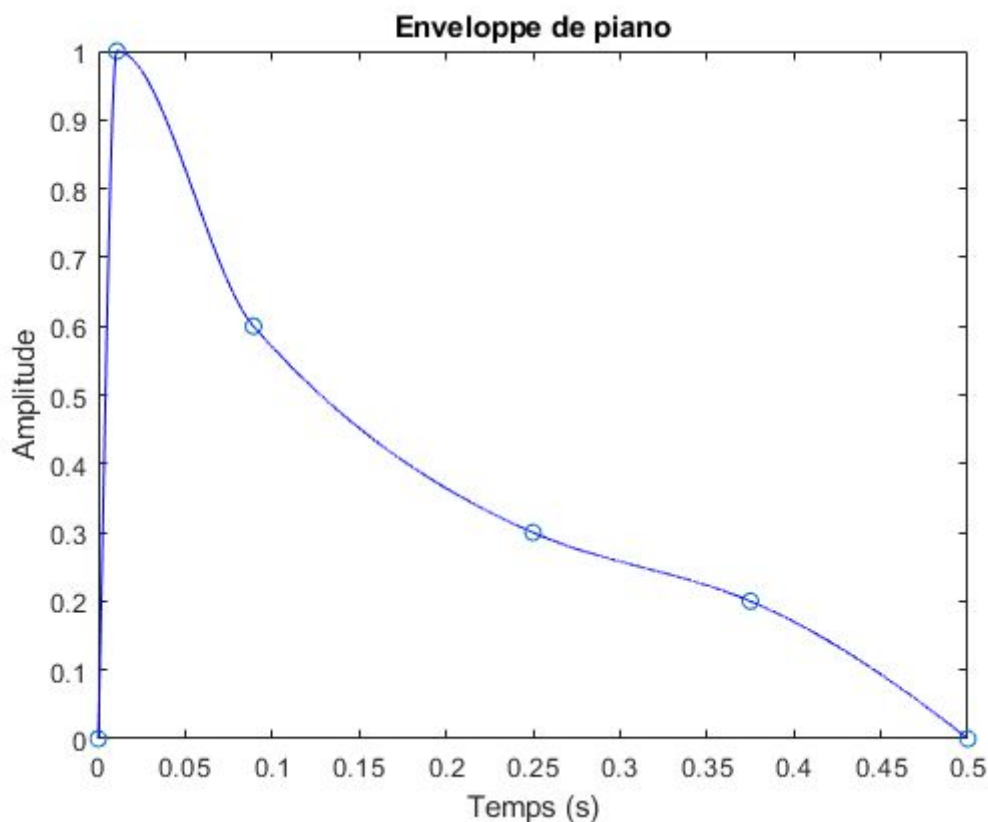
Pour ce projet nous avons décidé de recréer la musique For the damaged coda de Blonde Redhead. Pour ce faire nous avons utilisé la partition et nos connaissances rudimentaires en solfège pour récupérer les notes.

Nous avons choisi le piano comme instrument pour réaliser ce projet.

Pour écouter le résultat directement, il suffit de lire le fichier ForTheDamagedCoda.wav, pour le recréer il suffit de lancer le script main.m qui crée le morceau puis le filtre.

II) Création d'un son de piano

La première étape a été de créer l'enveloppe, un composant clef du timbre de l'instrument, pour ce faire nous avons utilisé différentes sources et testé différents mélanges de ces enveloppe pour arriver finalement sur l'enveloppe suivante :



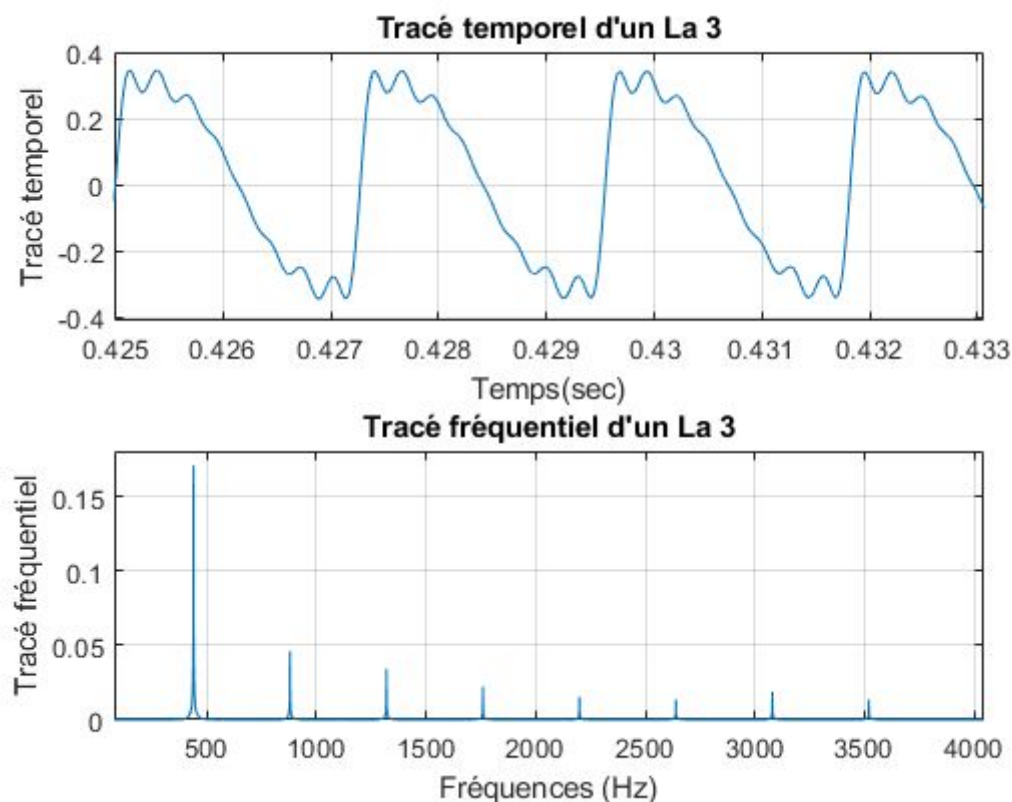
Ici l'enveloppe est représentée sur une durée de 0.5s mais cette durée sera par la suite égale à la durée de la note jouée.

Bien que le son paraisse plus près d'un véritable piano, il reste encore beaucoup trop synthétique, nous avons donc rajouté des harmoniques.

Là encore beaucoup de sources montrent des amplitudes relatives différentes, nous en avons donc choisi une qui nous donnait le son que nous préférons, que nous jugeons le plus proche de la réalité.

Cependant nous avons pu découvrir que le piano est assez particulier, de part notamment de son inharmonicité (on ne fait pas $\times 2$ pour passer d'une octave à une autre mais par exemple $\times 2.02$), et aussi du fait que les harmoniques n'ont pas les mêmes amplitudes relatives selon la fréquence. Ainsi certaines notes sonnent plus vraies que d'autres, en l'occurrence les fréquences très élevées (La 6 = 3520Hz par exemple) auront un son très synthétique, presque strident, alors que les fréquences basses sonnent agréablement à l'oreille.

Voici l'allure qu'a un La 3 dans le domaine temporel et fréquentiel:



Pour obtenir le tracé en fréquentiel, il a fallu utiliser la transformée de Fourier, qui permet à partir d'un signal dans le domaine temporel de passer dans le domaine fréquentiel, ce qui ici fait bien apparaître les harmoniques et leur amplitudes relatives.

Maintenant que tout cela est fait et que nous avons reproduit à peu près le son d'un piano nous pouvons passer à la reconstitution du son.

III) Reconstitution du morceau

Nous avons tout d'abord récupéré le nombre de bpm (battements par minute) afin de définir la durée d'une note noire, qui nous servira de référence. Ici nous avons trouvé 72 bpm. Il fallait ensuite choisir une fréquence d'échantillonnage, ce que nous ne pouvions pas faire avant d'avoir la plus haute fréquence utilisée dans notre morceau.

Cette dernière se trouve être 3729Hz (la6#), et ayant 8 harmoniques la fréquence la plus élevée est donc 29 832 Hz.

D'après le théorème de Shannon il faudrait donc prendre une fréquence d'échantillonnage de 60 000 Hz. Cependant cela est inutile car l'humain moyen n'entend plus les sons au dessus de 20 000Hz, nous avons donc choisi 44 000Hz comme fréquence d'échantillonnage pour laisser un peu de marge selon la sensibilité auditive de la personne qui écouterait. Notre choix est d'autant plus confirmé qu'une des fréquences d'échantillonnage les plus courantes en musique est justement 44 100 Hz.

Il fallait ensuite recréer toutes les notes utilisées, nous avons donc redéfini synthd pour qu'elle prenne en compte l'enveloppe et nous évite de créer des tableaux de fréquences pour chaque note, ainsi nous ne récupérerons que la fréquence du fondamental.

Cette tâche terminée nous pouvons enfin nous atteler à la réalisation du morceau.

Ayant choisi un piano comme instrument, il nous a paru naturel de séparer main droite et main gauche dans deux canaux différents (ce qui sera très utile pour le stéréo plus tard). Nous avons ensuite rencontré une légère difficulté lorsque plusieurs notes sont jouées par une seule main, ici nous avons utilisé un morceau de code très compact pour combiner des notes, qui a un comportement similaire à synthd.

Le morceau était ainsi terminé mais il restait quelques imperfections sonores, surtout entre la fin d'une note et le début de la suivante, de plus les notes aigües étaient vraiment très douloureuses à l'écoute.

Nous avons donc décidé d'utiliser un filtre passe bas, que nous appliquerons en dernier. Nous avons aussi réalisé un effet chorus avec un décalage de 4% d'une note, ce qui a déjà donné un rendu plus probant.

Pour le stéréo, nous aurions pu mettre dans le canal gauche la main gauche et dans le canal droit la main droite, mais lorsque seule une des mains joue cela est très désagréable, nous avons donc opté pour un mélange des deux dans chaque oreille. Après plusieurs tests nous sommes arrivés au mélange suivant: à droite 70% de la main droite et 30% de la main gauche et à gauche 70% de la main gauche et 30% de la main droite.

Pour revenir sur le filtre passe bas, nous avons décidé de l'appliquer à toute la musique car il bénéficie autant aux aigus qu'aux graves. Pour les graves il va les accentuer et nous donner un son plus convainquant, et pour les aigus il va enlever le côté strident, le filtre

le passe bas sera donc régler de sorte à ne pas trop atténuer les fréquences utilisées dans la musique, surtout certaines harmoniques.

Pour son implémentation, l'ayant réalisé avant le tp4, nous avons gardé la méthode avec filter, mais ce filtrage aurait très bien pu être implémenté avec un produit de convolution.

Nous avons ensuite appliqué les transformation dans l'ordre qui suit:

- Stéréo
- Chorus
- Passe bas

Après cette dernière étape nous avons un morceau de musique qui ressemble à l'original, et dans lequel on reconnaît un piano, malgré que le son reste encore assez synthétique.