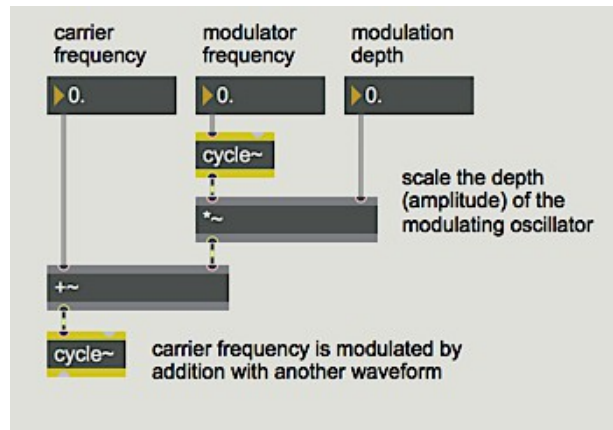


## 13-Vibrato et FM

### FM de base dans MSP

La *modulation de fréquence* (FM) est un changement de fréquence d'un signal provoqué par sa modulation avec un autre signal. Dans l'implémentation la plus courante, la fréquence d'une onde porteuse sinusoïdale est modifiée en continu avec la sortie d'un oscillateur à modulation sinusoïdale. Le modulateur est *ajouté* à la fréquence de base constante de la porteuse.



*Modulation de fréquence simple*

L'exemple ci-dessus montre la configuration de base pour la FM. La fréquence de l'oscillateur modulateur détermine le taux de modulation et l'amplitude du modulateur détermine la profondeur (intensité) de l'effet.

- Dans le didacticiel, cliquez sur *ezdac ~* pour activer l'audio.

Sur la base des valeurs initiales, le mouvement sinusoïdal de la forme d'onde du modulateur fait que la fréquence de la porteuse peut aller jusqu'à 1015 Hz et jusqu'à 885 Hz (c'est-à-dire 1 000 plus ou moins 15 Hz). Cette variation de fréquence accomplit six cycles par seconde, de sorte que nous entendons un vibrato de 6 Hz centré sur 1000 Hz. (Notez que ce phénomène est différent du tremolo, qui est une fluctuation d'amplitude et non de fréquence.)

- Faites glisser vers le haut la boîte de *nombre* intitulée 'Modulation Depth' pour modifier l'amplitude du modulateur. Le vibrato devient de plus en plus large à mesure que l'amplitude du modulateur augmente. Réglez la profondeur de modulation sur **500**.

Avec une modulation de fréquence aussi radicale, on n'entend plus vraiment la fréquence porteuse. Le son passe par 1000 Hz si rapidement que nous ne l'entendons pas comme sa fréquence. Nous entendons plutôt les extrêmes - 500 Hz et 1 500 Hz – parce que la fréquence de sortie passe plus de temps dans ces zones.

Notez que 500 Hz correspond à une octave en-dessous de 1000 Hz, alors que 1500 Hz est seulement une quinte parfaite au-dessus de 1000 Hz. L'intervalle entre 500 Hz et 1500 Hz est donc un 12<sup>ème</sup> parfaite (comme on pourrait s'y attendre, compte tenu de leur rapport 1:3). Vous pouvez donc voir qu'un vibrato de variation de fréquence égale autour d'une fréquence centrale ne produit pas une variation de hauteur égale au-dessus et au-dessous de la hauteur centrale.

- Réglez la profondeur de modulation sur **1000**. Maintenant, commencez à faire glisser lentement la boîte de *nombre* 'Modulator Frequency' vers le haut pour entendre une variété d'effets.

Lorsque la fréquence du modulateur s'approche de la plage audio, vous n'entendez plus les oscillations individuelles du modulateur. Le taux de modulation lui-même est entendu comme un son grave. Lorsque la fréquence de modulation atteint la plage audio (à environ 50 Hz), vous commencez à entendre une combinaison complexe de bandes latérales produites par le processus FM. Les fréquences précises de ces bandes latérales dépendent de la relation entre les fréquences de la porteuse et du modulateur.

- Faites glisser la boîte de *nombre* 'Modulator Frequency' jusqu'à **1000**. Notez qu'il en résulte un son riche en harmoniques avec une fréquence fondamentale de 1000 Hz. Essayez de rentrer des fréquences de modulateur de **500**, **250** et **125** et notez le changement de la fondamentale perçue.

Dans chacun de ces cas, la fondamentale perçue est le même que la fréquence du modulateur. En fait, elle n'est pas déterminée uniquement par la fréquence du modulateur, mais plutôt par la relation entre la fréquence de la porteuse et la fréquence du modulateur. Ce point sera examiné plus en détail dans le prochain chapitre.

- Tapez **125** comme fréquence de modulateur. Maintenant, faites glisser le curseur vers le haut et le bas sur la boîte de *nombre* «Modulation Depth» (Profondeur de la modulation) en effectuant des changements radicaux. Remarquez que la hauteur reste la même mais que le timbre change.

Le timbre d'un son FM dépend du rapport entre l'amplitude du modulateur et sa fréquence. Ce point sera également abordé dans le chapitre suivant.

## Résumé

La modulation de fréquence (FM) est obtenue en ajoutant un signal variant dans le temps à la fréquence constante d'un oscillateur. Elle permet d'obtenir des effets de vibrato à des fréquences de modulation sub-audio et peut produire une grande variété de timbres à des fréquences de modulation audio. Les sons riches et complexes créés avec la FM contiennent de nombreux partiels, même si seuls deux oscillateurs sont nécessaires pour produire le son. C'est une grande amélioration par rapport à la synthèse additive, en termes d'efficacité de calcul.