

24-Synthèse de style analogique

Maintenant que nous sommes familiarisés avec certains types de filtres de base, nous pouvons réfléchir à différents sons à employer avec eux. La plupart des travaux de synthèse que nous avons examinés jusqu'à présent impliquaient de travailler avec des oscillateurs sinusoïdaux (l'objet *cycle ~*), créant des spectres complexes par le biais de différents types de synthèse par modulation (par exemple FM) ou de mise en forme d'ondes. MSP possède un certain nombre d'oscillateurs qui créent des sons plus complexes par eux-mêmes. Et ils sont assez utiles pour créer des sons plus riches qui peuvent être façonnés par des filtres. Nous allons présenter ces oscillateurs ici, en examinant brièvement quelques objets qui vous permettent de tracer des données de signal en cours de route.

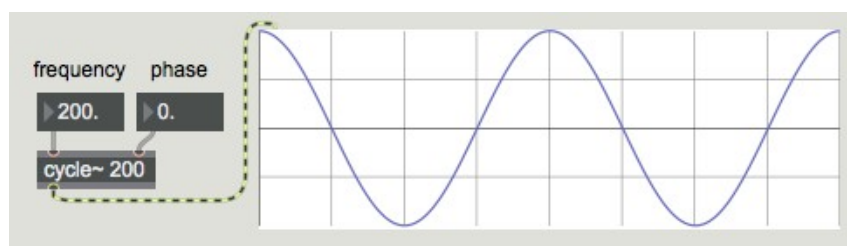
Formes d'onde

Regardez le patcheur du tutoriel. Il consiste en un objet *kslider* contrôlant les fréquences de quatre objets MSP différents: *cycle ~*, *tri ~*, *saw ~* et *rect ~*. Ces oscillateurs ont chacun leur propre contrôle de volume (un objet ** ~*) qui les alimente via un objet *lores ~* vers le *dac ~* et vers une paire d'objets graphiques situés en bas. Une logique supplémentaire dans le patcheur expose d'autres caractéristiques de ces oscillateurs.

- Lancez l'audio dans le patcheur du didacticiel et choisissez une note sur le *kslider*. Un par un, montez le son et écoutez les différents oscillateurs en ajustant les objets de la boîte de *nombres* situés sous chacun d'eux. Écoutez le son et regardez les images qui apparaissent dans les objets situés en bas du patcheur.

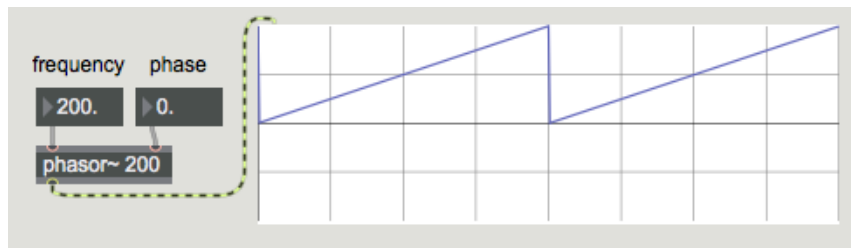
Notre didacticiel présente quatre oscillateurs qui sont couramment utilisés dans la génération de sons analogiques et qui, par conséquent, sont très courant dans les synthétiseurs numériques qui sont modélés sur les synthétiseurs de style analogique des années 1960 et 1970.

Comme nous le savons déjà, l'objet *cycle ~* génère une onde cosinusoidale qui, dans le contexte d'une configuration de base de synthétiseur, est indiscernable d'une onde **sinusoïdale**. Il génère une forme d'onde en forme de montagnes russes qui est obtenue en résolvant une fonction sinus (ou cosinus) sur l'angle d'une ligne traçant un cercle. La propriété d'une onde sinusoïdale qui présente un intérêt sonore est son **spectre**; il ne contient qu'une seule fréquence et constitue le son le plus pur que l'on puisse générer:



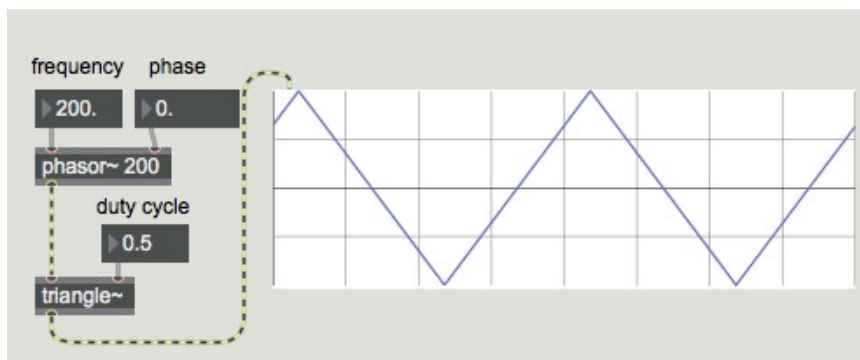
Comment faire une onde cosinus, à la manière de Max.

L'objet *phasor ~* génère une forme d'onde en dents de scie. Cette forme d'onde est simplement une rampe croissante de 0 à 1 qui se répète à une fréquence déterminée. Elle contient toutes les harmoniques de la fondamentale à une puissance égale à $1/n$. Ainsi, une onde en dents de scie de 100 Hz contient un son de 200 Hz à 1/2 volume, un son de 300 Hz à 1/3 du volume et ainsi de suite:



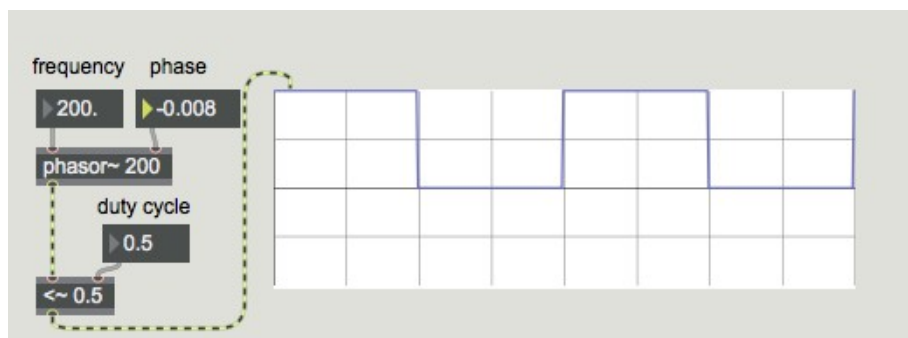
Un générateur en dents de scie (rampe montante) dans Max.

L'objet *triangle* ~ convertit la sortie du *phasor* ~ en une forme d'onde triangulaire. Ce triangle peut être équilatéral (c'est-à-dire que la partie montante de la rampe représente le même pourcentage de l'onde entière que la partie descendante) ou bien il peut être inégal. Cette proportion de montée par rapport à la descente est appelée le rapport cyclique de la forme d'onde. Dans une onde triangulaire égale, le spectre ne contient que des harmoniques impaires, à une puissance de $1/n^2$, où n est le nombre d'harmoniques. En d'autres termes, pour une onde triangulaire à 100 Hz, on entend, en plus de la fondamentale, un son de 300 Hz au 1/9ème du volume de la fondamentale, un son de 500 Hz à 1/25ème du volume, un son de 700 Hz au 1/49ème du volume, et ainsi de suite:



Générer une onde triangulaire dans Max.

Si nous plaçons un objet *< ~* ou *> ~* à la sortie de *phasor* ~, le résultat est une onde pulsée. Cette forme d'onde est binaire, constituée uniquement des valeurs **0** ou **1**. Le rapport cyclique d'une onde à impulsion contrôle la proportion de l'onde qui est négative par rapport à celle qui est positive. Comme les ondes triangulaires, un rapport cyclique de 0,5 (onde carrée) ne contient que des harmoniques impaires, mais à une puissance de $1/n$, ce qui donne un contenu harmonique plus élevé qu'une onde triangulaire. Une onde carrée de 100 Hz contient un son de 300 Hz à 1/3 du volume, un son de 500 Hz à 1/5 du volume, etc.:



Une onde carrée dans Max avec un rapport cyclique pair (0.5).

Ces formes d'onde sont populaires dans la conception de synthèses car elles contiennent des propriétés timbrales bien connues, faciles à prévoir et, par conséquent, à manipuler par filtrage. Le

fait de mélanger et de faire correspondre ces formes d'ondes (souvent avec un léger désaccordage) nous permet de créer des sons de synthétiseur assez riches rappelant les synthétiseurs analogiques classiques.

- Augmentez le volume d'un ou plusieurs de nos oscillateurs. À droite du patcheur, réglez les commandes de l'objet *lores ~*, en ajustant le *dial* et la boîte de *nombre* contrôlant la fréquence de coupure et la résonance du filtre. Écoutez le résultat et regardez aussi son effet sur les éléments visuels situés au bas du patcheur.

scope ~ ing (repérage des sites)

Au bas du didacticiel se trouvent deux objets d'interface utilisateur MSP qui nous permettent de tracer et de visualiser un signal. L'objet du haut s'appelle *scope ~*, et il fonctionne comme un oscilloscope analogique, en traçant le signal entrant sur l'axe X à une vitesse régulière, l'amplitude de la forme d'onde correspondant à la hauteur (axe Y) de la ligne. Deux boîtes de *nombres* attachées à *scope ~* contrôlent le nombre d'échantillons audio qu'il découpe en petits tampons qu'il dessine comme des segments de ligne dans l'objet. L'ajustement de ces nombres nous permet d'obtenir une vue plus ou moins détaillée du signal entrant dans l'objet.

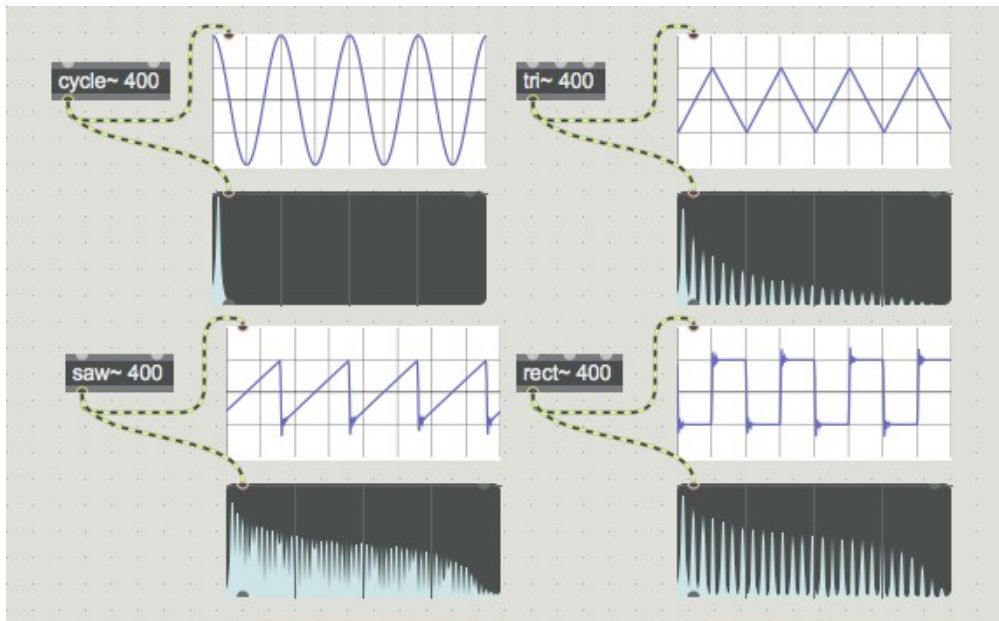
Le deuxième objet (inférieur) d'interface utilisateur s'appelle un *spectroscope ~*: il fournit une vue différente de notre signal: celle d'un spectrogramme (ou tracé de spectre). L'axe X du graphique ne correspond pas au temps, mais à la fréquence, l'axe Y montrant l'amplitude du signal à cette fréquence correspondante.

- Un par un, montez nos formes d'onde et voyez comment elles se présentent dans les objets *scope ~* et *spectroscope ~*. Si la forme d'onde dans *scope ~* semble passer trop vite ou trop lentement, ajustez les boîtes de *nombres* attachées à l'objet pour voir si vous pouvez trouver un bon réglage pour la forme d'onde. (Conseil: si vous jouez un F, le réglage des tampons par pixel à 4 et des échantillons par tampon sur 126 est relativement stable. Vous pouvez obtenir un affichage très stable en réglant la fréquence de l'oscillateur sur 350 Hz.)
- En utilisant les contrôles de l'objet *lores ~*, modifiez la quantité de hautes fréquences filtrées dans le son et voyez comment cela affecte la forme d'onde. Remarquez que l'objet *cycle ~* est largement immunisé contre les effets des objets *lores ~*, à moins que la fréquence de coupure ne tombe au-dessous de sa fondamentale; ceci est dû au fait que l'onde sinusoïdale ne génère qu'une seule fréquence au départ.
- Lorsque vous écoutez les objets *tri ~* et *rect ~*, ajustez la boîte de *nombre* 'Duty Cycle'. En le diminuant vers **0** ou en l'augmentant vers **1**, vous modifiez l'équilibre des harmoniques dans ces deux formes d'onde.

Les nombreux aliasing des oscillateurs numériques

Les formes d'onde décrites ci-dessus sont abordées en tant que formes optimales: lorsqu'on les regarde, une onde triangulaire devrait ressembler à un triangle, une dent de scie devrait ressembler à son homonyme et un carré doit ressembler, eh bien, à un carré. Toutefois en raison de la mise en oeuvre de ces oscillateurs dans un système numérique, certaines modifications sont apportées à leurs formes ou, plus précisément, aux algorithmes qui génèrent leurs formes. Ceci afin d'éviter que les harmoniques supérieures des formes d'onde mathématiquement précises ne dépassent la fréquence de Nyquist de votre matériel audio et ne se replient en créant des artefacts désagréables. Le résultat est que *tri ~*, *saw ~* et *rect ~* sont tous des oscillateurs anti-aliasés (ou à bande limitée) et ont des formes légèrement différentes de l'idéal, même si leurs spectres générés ont un aspect (et

sonores) corrects:



Les formes d'onde et les spectres des oscillateurs antialiasés.

En haut à gauche: sinus. en haut à droite: triangle, en bas à gauche: en dents de scie, en bas à droite: carrée.

Synchroniser ou nager

- En haut à droite du patcheur du didacticiel, ouvrez l'objet *gate* ~ en cochant le *toggle*. Réglez la fréquence du *phasor* ~ sur **1** en l'entrant dans la boîte de *nombre* connectée à son entrée. Montez l'objet *tri* ~ et baissez tout le reste. Vous devriez entendre un «saut» dans la forme d'onde une fois par seconde. Augmentez la fréquence du *phasor* ~ en faisant glisser le curseur dans la boîte de *nombre*. Une fois que vous êtes dans la gamme de fréquences audibles (environ 20 Hz), vous devriez remarquer que la fréquence du *phasor* ~ domine la fréquence de l'objet *tri* ~. Essayez de diminuer la fréquence de l'onde *tri* ~ et d'augmenter *saw* ~ et *rect* ~. Remarquez que les réglages de la plage audible du *phasor* ~ semblent éliminer le son du générateur d'ondes carrées.

Les trois oscillateurs complexes ont une entrée supplémentaire qui leur permet d'être synchronisés par un autre oscillateur. Chaque fois que l'objet *phasor* ~ réinitialise sa phase (c.-à-d. répète sa forme d'onde), l'oscillateur qui reçoit la "sync" se réinitialise lui-même, c'est-à-dire qu'il recommence à dessiner sa forme. Cette technique de **synchronisation d'oscillateur** est utile pour utiliser un oscillateur comme source de timbre sonnante à la fréquence d'un second oscillateur de contrôle. De cette façon, nous pourrions avoir un signal *phasor* ~ de 200 Hz contrôlant des ondes triangulaires, en dents de scie et carrées à leurs propres fréquences, appliquant une richesse au son à partir de l'interaction des deux formes d'ondes.

Résumé

En plus de l'objet *cycle* ~, qui produit une onde cosinusoidale, MSP dispose de trois autres oscillateurs anti-aliasés de «style analogique»: *tri* ~, qui produit une onde triangulaire, *saw* ~, qui génère une onde en dents de scie, et *rect* ~, qui crée une onde carrée. Les cycles de fonctionnement des *tri* ~ et *rect* ~ peuvent être modifiés, et tous trois peuvent recevoir la synchronisation d'un autre oscillateur. L'ajout d'un filtre tel que *lores* ~ complète le son "bip filtré" commun à presque tous les synthétiseurs. Les objets *scope* ~ et *spectroscope* ~ sont très utiles pour visualiser des données d'un signal, qu'il se déroule dans le domaine temporel (*scope* ~) ou dans le domaine fréquentiel (*spectroscope* ~).