

Représentation d'une mélodie

Nom:	Groupe:	Date:
------	---------	-------

Introduction

Vous écouterez trois fois la même mélodie. Dans l'espace ci-dessous, trouvez une façon de la représenter afin qu'une autre personne puisse deviner de quelle mélodie il s'agit, mais sans l'entendre.

Résultats des courses : résumez ci-dessous les différentes représentations proposées par tous les groupes.

A retenir

Une représentation est toujours une simplification de la réalité ; selon la représentation choisie, il se peut que le rythme ou les amplitudes soient négligés (on pourrait les laisser tomber)!

Candolle a un incroyable talent

Par équipe,

1. Choisissez une mélodie simple qui comporte au maximum huit notes;
Si vous manquez d'inspiration ou de temps, l'enseignant(e) peut vous proposer une liste.
2. Choisissez une méthode pour représenter cette mélodie;
3. Sur la feuille « Candolle a un incroyable talent »,
 - a. Représentez votre mélodie avec la méthode choisie à l'étape 2,
 - b. Décrivez brièvement votre méthode sous la forme d'un algorithme, i.e. en étapes brèves, précises et non ambiguës, comme une recette de cuisine.*Une feuille par équipe. Il est recommandé d'utiliser crayon gris et gomme.*
4. Donnez votre feuille à l'enseignant(e), qui vous donnera la feuille d'une autre équipe.
5. Tentez de deviner la mélodie représentée sur la feuille de l'autre équipe.

A retenir

Le son est difficile à encoder car il est complexe. Si on se limite à modéliser une mélodie avec des notes jouées dans le temps, on peut utiliser plusieurs modèles. Ils sont tous basés sur la représentation de la hauteur des notes en fonction du temps. Ceci peut donner un carton perforé d'orgue de barbarie, un piano-roll, une partition, etc.

En musique électronique ou informatique, on utilise fréquemment le protocole MIDI qui encode notamment le départ d'une note avec des codes "note on" et l'arrêt de la note avec des "note off". Dans un fichier MIDI, le timing est assuré par des valeurs correspondant à des ticks MIDI pour savoir combien attendre entre un événement et le suivant.

1INDF « Candolle a un incroyable talent ! »

Noms des équipiers auteurs (encodeurs) :

Description de la méthode d'encodage:

Représentation de notre mélodie:

Noms des équipiers lecteurs (décodeurs) :

De quelle mélodie s'agit-il ?

Exercices: Représentations d'une mélodie

1) Qu'est-ce qu'un sonogramme?

Qu'est-ce qui y est représenté, que représentent les deux axes, etc.

2) Qu'est-ce qui différencie, du point de vue du son, une même note jouée par différents instruments. Par exemple, si je joue un Sol 3 avec une flûte, un piano, en chantant un "u" ou en chantant un "a" ?

3) Pour créer ou reproduire une mélodie, de quoi faut-il tenir compte à part des hauteurs des notes (graves ou aiguës)?

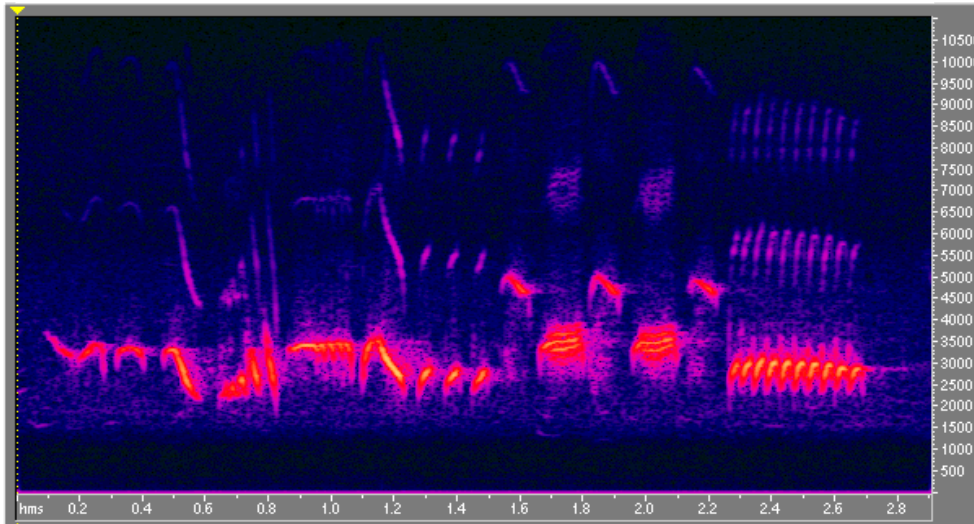
4) Est-ce qu'une mélodie est un objet qui se prête bien à la représentation numérique (donc au traitement avec un ordinateur) ?
Argumente !

5) Comment expliques-tu qu'une mélodie encodée dans un fichier MIDI ait besoin de beaucoup moins de mémoire que si elle est encodée en MP3 ?

THÉORIE:

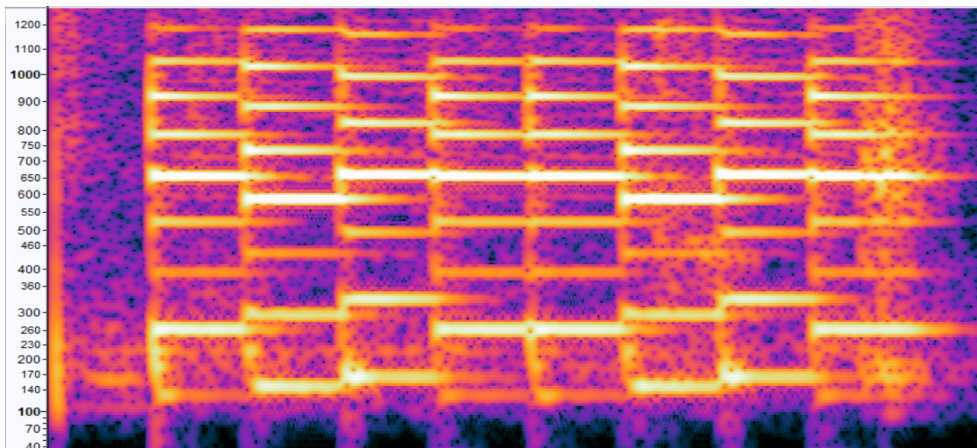
Différentes façons de représenter une mélodie

La musique est faite de sons qui changent dans le temps et les sons peuvent être décomposés en fréquences (graves, aiguës). On peut donc représenter la musique ou le son en général par un [sonogramme](#). C'est un graphique indiquant quelles fréquences sont audibles et à quelle intensité. Si on choisit de représenter l'intensité par des couleurs (clair = intense, sombre = silencieux) et le temps se déroulant de gauche à droite, voici le sonogramme d'un chant de merle bleu:



L'axe horizontal correspond au temps (secondes) et l'axe vertical à la fréquence des sons (Hertz)

Une note jouée par un instrument correspond en général à plusieurs fréquences simultanées. Selon le [timbre](#) de la note, elle peut être presque pure (une seule fréquence) comme le sifflement d'un oiseau ou complexe (nombreuses [harmoniques](#)) comme le son d'un piano, etc.



Sonogramme de Frère Jacques au piano

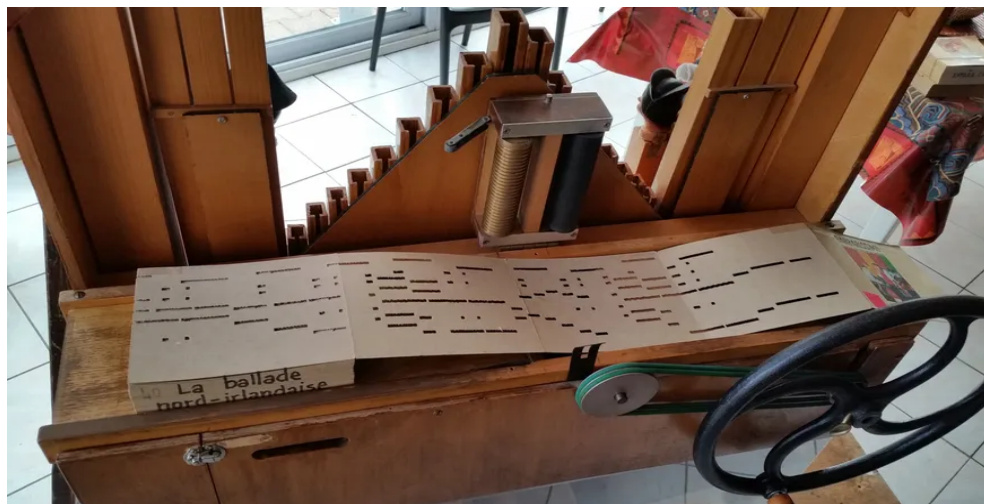
Simplifions un peu tout ça pour représenter une mélodie. On n'a pas besoin d'avoir toutes les fréquences, juste les "[notes](#)" jouées. On va donc oublier les harmoniques et discrétiser les hauteurs de notes possibles (passage des fréquences continues à des notes: do, do#, ré, etc.). Pour encoder une mélodie, il faut représenter le temps, la note et éventuellement la force de la note, son timbre (instrument). On peut imaginer que dans un premier temps, on ne se concentre que sur les notes et le moment où elles commencent et où elles s'arrêtent. Voici plusieurs systèmes pour encoder des mélodies.

L'orgue de barbarie:

Le carton d'un orgue de barbarie est perforé (comme les cartes perforées, ancêtres du stockage informatique). Chaque trou donne une note en fonction de sa position dans la largeur du carton. L'autre position (selon la longueur du carton) correspond au temps. Ainsi, on sait quand la note doit démarrer et combien elle dure (plus une perforation est longue, plus elle dure).

Voir ici une petite explication du fonctionnement d'un orgue de barbarie:

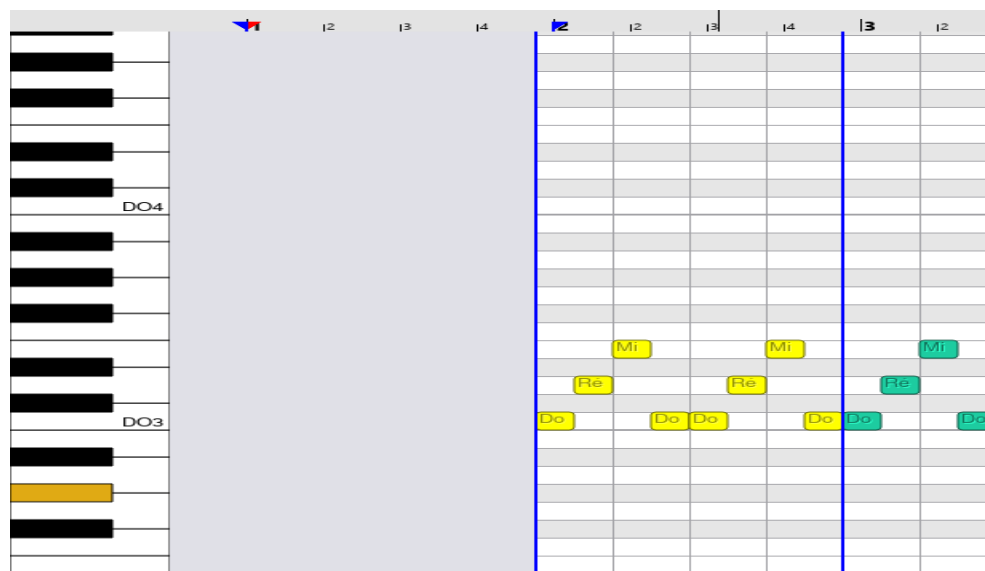
<https://youtu.be/tyZ163by2Aw?t=269>



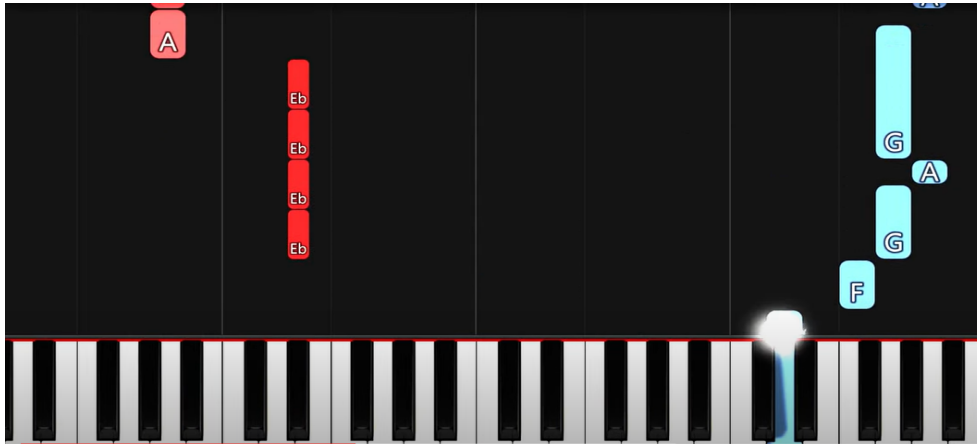
piano roll:

Dans le même registre, on a le piano-roll qu'on retrouve dans de nombreux logiciels d'édition musicale. La logique est la même: un axe (souvent horizontal) représente le temps et l'autre (souvent vertical) représente la hauteur des notes.

piano-roll sur MuseScore:



Une variante de cet encodage est souvent utilisée sur youtube pour les covers au piano (ici, le temps est vertical et les notes sont représentées à l'horizontale):



MIDI:

On pourrait aussi encoder les notes avec des nombres (et aussi leur durée?).

C'est cette logique qui permet de créer des fichiers MIDI (Musical Instrument Digital Interface). Ceux-ci contiennent des informations sur les événements (notes plus d'autres qui ne nous intéressent pas ici) sous forme numérique (octets).

C'est donc un codage binaire, souvent visualisé en hexadécimal (hexadécimal = base 16 très pratique pour voir des octets de manière plus compacte qu'avec des 1 et des 0:

En effet, 4 bits donnent 16 possibilités qu'on représente avec un chiffre hexadécimal:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f. Chaque octet donne donc deux chiffres hexadécimaux:

Par exemple, $15_{(d)} = 0000\ 1111_{(b)} = 0f_{(h)}$, $255_{(d)} = 1111\ 1111_{(b)} = ff_{(h)}$

Ces fichiers sont difficiles à lire mais avec un peu de connaissances, on peut y trouver la durée des notes, leur hauteur, leur force, etc.

61	00	ff	03	0e	45	6c	65	63	74	72	69	63	20	50	69	a.ÿ..Electric Pi
61	6e	6f	00	c0	00	00	90	30	66	81	40	80	30	00	00	ano.À...0f.0e0..
90	32	66	81	40	80	32	00	00	90	34	66	81	40	80	34	.2f.0e2...4f.0e4
00	00	90	30	66	81	40	80	30	00	00	90	30	66	81	40	...0f.0e0...0f.0e
80	30	00	00	90	32	66	81	40	80	32	00	00	90	34	66	0e0...2f.0e2...4f
81	40	80	34	00	00	90	30	66	81	40	80	30	00	00	ff	.0e4...0f.0e0...ÿ
2f	00															/.

Sur ce petit extrait d'un fichier MIDI, on a surligné en bleu la partie qui encode la mélodie de Frère Jacques (début). On peut y trouver des codes $90_{(h)}$ qui signifient "note on" suivis d'un nombre ($30_{(h)} = \text{Do 3}$) qui correspond à la note (par exemple à une touche du piano), puis un code ($66_{(h)}$) qui représente la vélocité (force avec laquelle on appuie sur la touche). Le $00_{(h)}$ qui le précède est le temps qu'il faut attendre avant de lancer la note (0 = tout de suite).

Le code $80_{(h)}$ (note off) est précédé d'un $40_{(h)}$ qui signifie qu'il faut attendre 40 unités de temps pour stopper la note.

Partitions:

Evidemment, on ne peut pas parler de représentation des mélodies sans évoquer la partition musicale. Elle a évolué depuis le Moyen-Age ([Neuma](#), [tablatures](#)). Elle a été élaborée pour faciliter la composition et la lecture par un musicien. On y trouve des figures représentant des notes (ou des silences) de durées connues et de hauteur correspondant à l'emplacement dans la portée (5 lignes horizontales pour se situer dans l'échelle de hauteur des notes).



Analogique vs numérique

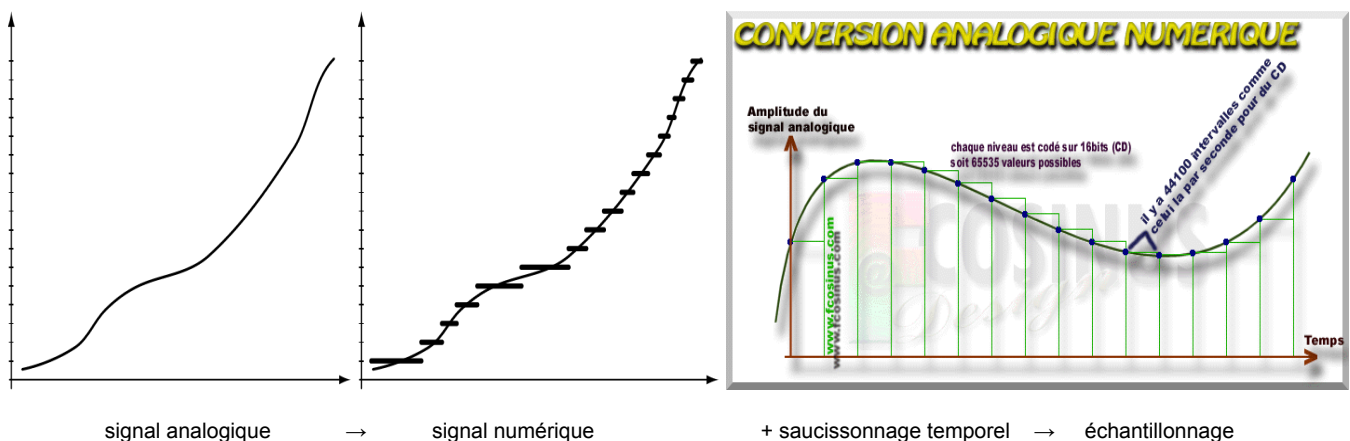
Selon le dictionnaire Larousse, « analogique » se dit de systèmes, dispositifs ou procédés qui représentent, traitent ou transmettent des données sous la forme de variations continues d'une grandeur physique.

« Numérique » se dit de la représentation d'informations ou de grandeurs physiques au moyen de caractères, tels que des chiffres, ou au moyen de signaux à valeurs discrètes. (= "digital")

L'analogique et le numérique sont deux procédés pour transporter et stocker des données. (de type audio , photo , vidéo...) . Le stockage analogique est né avec les débuts de la domestication de l'électricité tandis que le stockage numérique est apparu sous la forme de l'écriture, mais s'est incroyablement développé récemment avec l'ère de l'informatique.

Le principe de l'analogique est de reproduire le signal à enregistrer (audio , vidéo...) sous forme similaire sur un support, par exemple un disque vinyle, une cassette audio magnétique, une cassette vidéo VHS. Par exemple, lorsque l'on enregistre un signal audio sur un système analogique, le signal présent sur la bande suivra les mêmes amplitudes ("la même courbe ") que l'onde sonore: les variations de pressions caractéristiques d'une onde sonore seront traduit en variations d'un signal électrique. Ainsi l'amplitude électrique du signal analogique sera l'image (idéalement) fidèle du signal à enregistrer.

En numérique, le signal analogique à enregistrer est converti en numérique grâce à un convertisseur analogique → numérique . Après cette conversion, le signal n'est plus qu'une suite de "0" et de "1", c'est-à-dire un signal avec un nombre d'amplitudes différentes égal à 2^n (par exemple 256 si on encode en $n = 8$ bits) au lieu d'une infinité en analogique.



Une fois sous cette forme, le signal peut être copié et transmis sans pertes. Après un transport et un stockage en numérique, tout signal (vidéo ou audio) devra revenir à sa forme analogique de départ. Par exemple, un signal audio sera converti de numérique en analogique pour ensuite être amplifié; en effet nos oreilles ne savent pas entendre en numérique et notre cerveau ne sait pas interpréter du numérique ! Dans le cas d'un signal audio ou vidéo, le numérique ne sert qu'au traitement, transport et stockage des données mais il est bien indispensable pour qu'un ordinateur puisse travailler avec car l'ordinateur ne sait pas traiter des signaux analogiques!

inspiré de: <http://fcosinus.free.fr/articlenum/numerique.html>