

# LiveScaler

## Contrôler en live l'harmonie d'un morceau de musique électronique

Alice Rixte

Université de Bordeaux  
Journées d'Informatique Musicale

25 mai 2023

# Vue d'ensemble

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives

# Qu'est-ce que l'Electronic Dance Music ?

L'EDM est un terme parapluie pour désigner tout une partie de la musique électronique populaire :

- house (David Guetta, Nervo, Martin Garrix...)
- trance (Armin van Buuren, Vini Vici, Astrix ...)
- bass music (Rezz, Skrillex, Knife Party ...)
- techno (Amelie Lens, Nina Kraviz ...)

L'EDM est souvent associée à son aspect commercial (festivals tels que Tomorrowland).

# Que font les DJs sur scène ?

Les principaux rôles des DJs sont

- Créer un ensemble cohérent de morceaux de musique
- Ordonner ces morceaux
- Opérer des transitions entre les morceaux
- Appliquer des effets audio

## Un langage "haut-niveau"

Les DJs manipulent des objets déjà complexes : des morceaux de musique complets.

# Performance live en musique électronique

Les artistes d'EDM qui jouent leur propres morceaux optent souvent pour du DJing.

Sinon, on peut combiner différentes techniques telles que :

- Jouer en live un des synthétiseurs (le lead)
- Jouer d'un instrument de musique
- Recréer la structure du morceau (Ableton Live)
- Mixer en live
- Live coding
- Recréer le morceau avec des boucles

## Un langage "bas-niveau"

On accède aux pistes individuelles une par une.

# Un orchestre d'instruments virtuels

## Mon idéal

Contrôler simultanément toutes les pistes d'un morceau de musique électronique à la manière d'une cheffe d'orchestre.

## Que contrôler ?

- Timbre
- Nuances
- Harmonie
- Rythme
- TOUT (ce serait super non?)

## LiveScaler se concentre sur l'harmonie

# LiveScaler, la version courte

## Un problème : Une structure complexe

On ne peut pas contrôler individuellement une trentaine d'instruments à la fois.

## Une méthode : Paramètres communs

On aimerait trouver des paramètres qui impacteraient tous les instruments de manière cohérente.

## Une solution : Transformer l'espace MIDI

On applique des transformations de l'espace MIDI pour modifier l'harmonie de tous les instruments.

# Vue d'ensemble

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

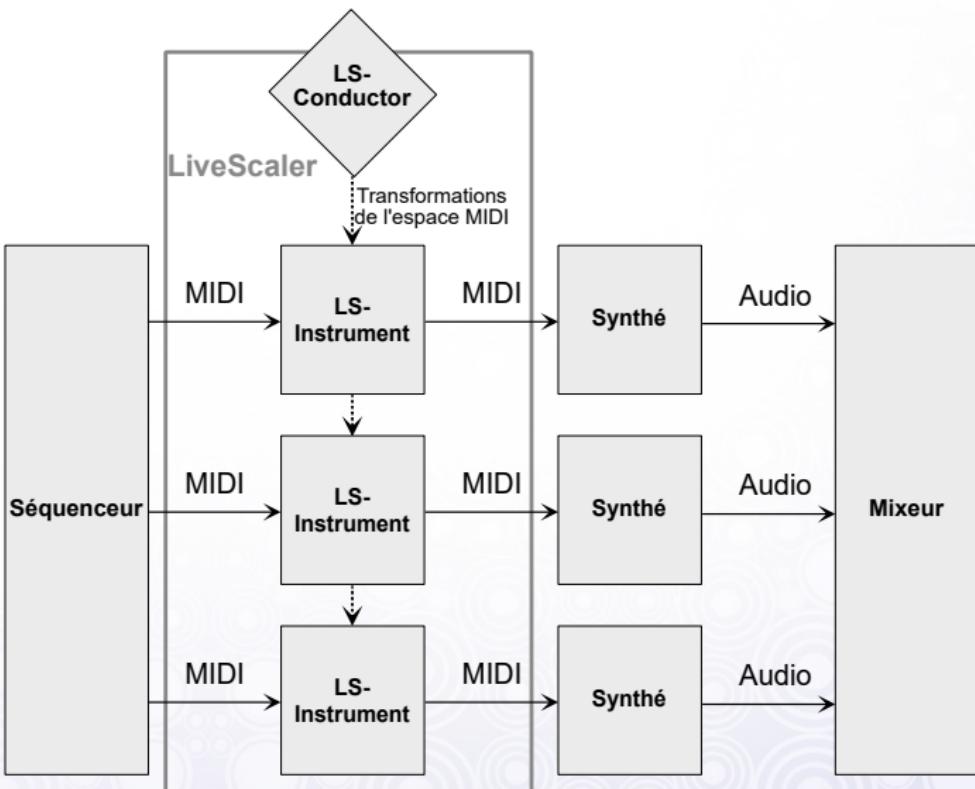
## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives

# Architecture de LiveScaler



# Appliquer une transformation

*Idéalement, la transformation s'applique au moment où elle est déclenchée.*

## Mais que faire si des notes sont déjà en train d'être jouées ?

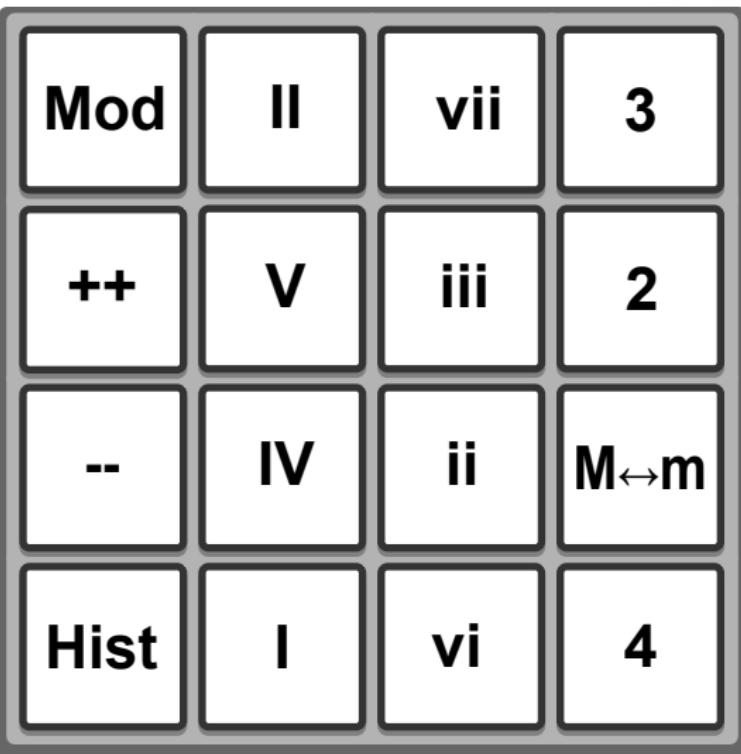
**Legato** Les notes transformées remplacent instantanément les notes en train d'être jouées.

**Wait** La transformation ne s'appliquera qu'aux notes commencées après son déclenchement.

**Stop** Les notes en train d'être jouées sont stoppées.

**Retrig** Un court délai est ajouté avant le déclenchement des nouvelles notes pour éviter le *legato*.

# Mapping dans LiveScaler



# Restriction à un intervalle

## Ecart de hauteur entre note initiale et note transformée

Une transformation arbitraire pourrait engendrer un grand écart de hauteur voire générer des notes complètement inaudibles !

## Comment faire pour préserver la tessiture ?

### Restriction de l'écart de hauteur

On choisit la note modulo l'octave la plus proche possible de notre note d'origine.

# Vue d'ensemble

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives

# Transformation de hauteurs : principe général

1. Linéarisation de l'espace des fréquences
2. Discrétisation de l'espace des fréquences linéaires
3. Appliquer une transformation  $T : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$  des entiers vers les entiers

# Espace des hauteurs linéaire : tempérament égal

On part d'une fréquence  $f \in R_+^*$ .

## Ancre (linéarisation)

On choisit arbitrairement une origine (l'ancre)  $\alpha$  :

$$I = \log_2\left(\frac{f}{\alpha}\right)$$

## Base (discrétisation)

On divise l'octave en  $\beta$  microtons.

$$n = \lfloor \beta I \rfloor \in \mathbb{Z}$$

On obtient le tempérament  $\beta$ -TET.

# Ancre et base dans LiveScaler

## L'ancre

- correspond à la tonique de la tonalité dans laquelle on se trouve
- permet de transposer sans changer le doigté

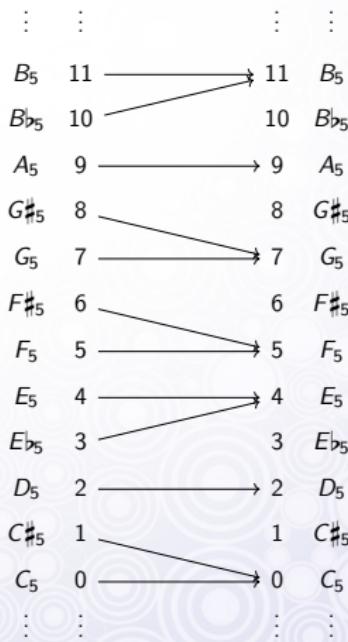
## La base

- permet la restriction des intervalles de hauteurs
- pourrait permettre des transformations microtonales (non expérimenté)

# Transformer l'espace des hauteurs

- Pour transformer notre espace des hauteurs, on peut appliquer des fonctions  $T : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$  des entiers vers les entiers.
- Les transformations octaviantes sont particulièrement utiles : elles sont périodiques modulo la base.

Quantisation vers une  
gamme majeure :



# Vue d'ensemble

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives

# Transformations affines

## Définition

$$A\langle \mu, \tau \rangle : n \mapsto \mu n + \tau$$

## Mode

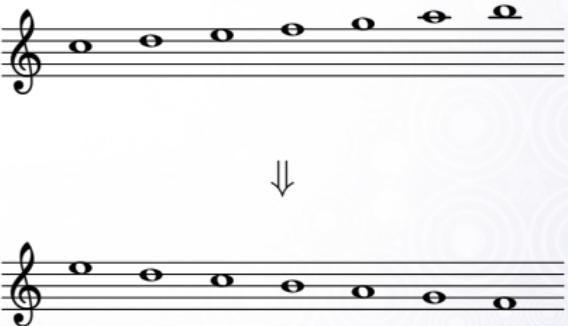
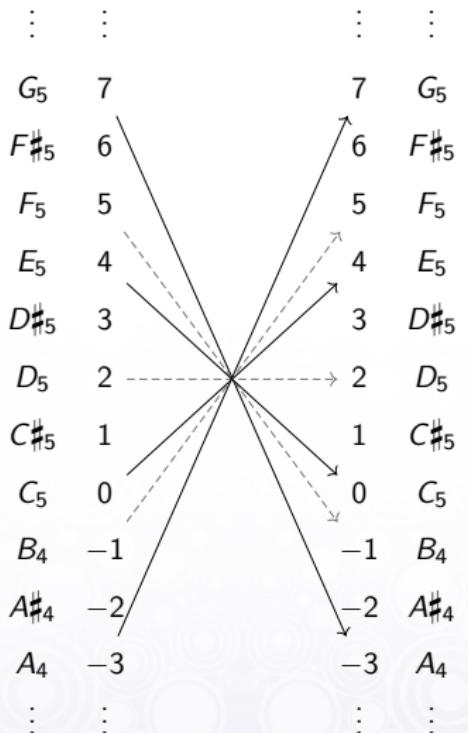
$\mu$  détermine le mode d'arrivée en fonction du départ

## Transposition

$\tau$  correspond à une transposition de  $\tau$  demi-tons.

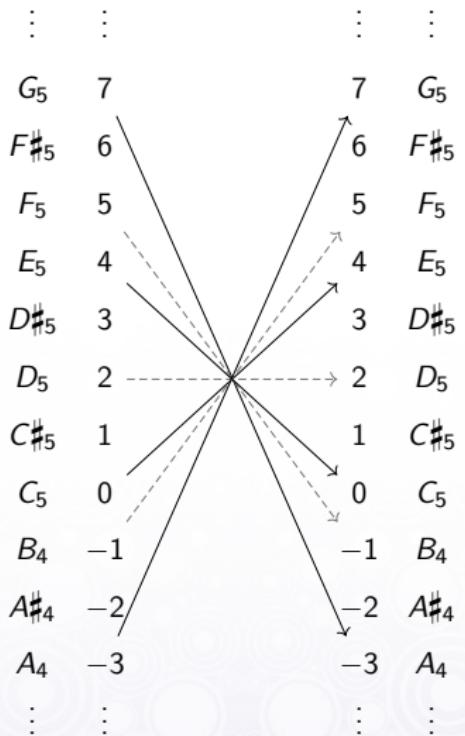
# Inversions

Inversion  $A\langle -1, 4 \rangle$



L'image de la gamme de Do majeur par  $A\langle -1, 4 \rangle$  est un mode de Mi

# Inversions



C	$\mapsto$	Am
Dm	$\mapsto$	G
Em	$\mapsto$	F
F	$\mapsto$	Em
G	$\mapsto$	Dm
Am	$\mapsto$	C
B°	$\mapsto$	B°

Image des triades de la gamme de  
Do majeur par  $A(-1, 4)$

Inversion  $A(-1, 4)$

# Nommer les inversions et transpositions

Degré	Transformation
I	$A\langle 1, 0 \rangle$
ii	$A\langle -1, -3 \rangle$
iii	$A\langle -1, -1 \rangle$
IV	$A\langle 1, 5 \rangle$
V	$A\langle 1, 7 \rangle$
vi	$A\langle -1, 4 \rangle$
vii	$A\langle -1, 6 \rangle$

Correspondances entre triades d'une gamme majeure et transformations de gamme

# Lien avec la théorie transformationnelle

## Relative mineure

$A\langle -1, 4 \rangle$  se comporte comme la relative mineure  $R$  dans le Tonnetz :

$$A\langle -1, 4 \rangle^2(n) = -(-n + 4) + 4 = n$$

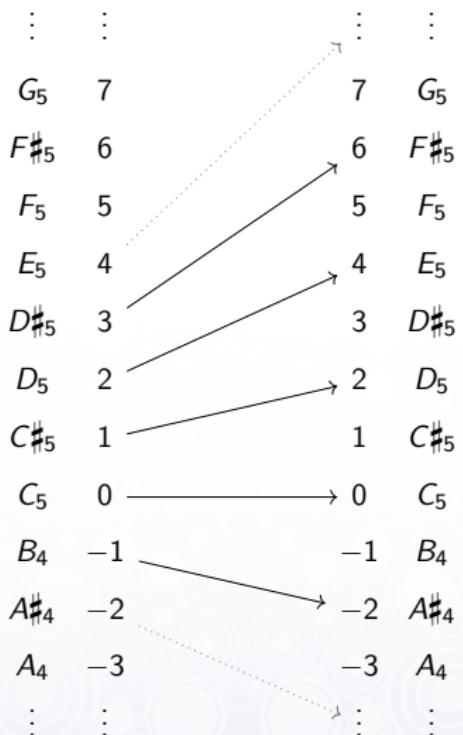
## Groupe T/I

- on garde seulement  $\mu = \pm 1$
- on quotient modulo 12

## Automorphismes du groupe T/I

- on garde  $\mu = \pm 1$  et  $\mu = \pm 5$
- on quotient modulo 12

# Mode à transposition limitée



$\mu$	Transformation	Classes
-1	Inversions	12
0	Octaves	1
1	Transpositions	12
-2,2	Gamme par tons	6
-3,3	Tierces mineures	4
-4,4	Tierces majeures	3
-5,5	$F\langle 5, \tau \rangle, F\langle 7, \tau \rangle$	12
-6,6	Tritons	2

Gamme par tons ( $A(2, 0)$ )

# Vue d'ensemble

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives

# LiveScaler dans une coquille de noisette

- Des transformations sont appliquées par tous les instruments.
- Les transformations affines sont pertinentes dans ce contexte.

# Perspectives

## Théorie transformationnelle

- Définir proprement le semi-groupe inversif des transformations affines.
- Faire le lien avec les autres structures algébrique de la théorie transformationnelle.

## Logiciel

- Implémenter un noyau de contrôle externe.
- Utiliser un protocole tel que OSC pour contrôler n'importe quel logiciel, et pas seulement Ableton Live.

# Perspectives

## Rythme

Ajoute plusieurs difficultés

- Causalité
- Représentation symbolique adaptée
- Modélisation mathématique (programmation tuilée)

## Faire des concerts !

Pour de vrai dans la vraie vie.

Merci pour votre attention !

# Des questions ?

## Introduction

Niveau de langage d'une performance en EDM  
Contrôle individuel versus collectif

## Fonctionnement de LiveScaler

Architecture de LiveScaler  
Appliquer une transformation

## Espace des hauteurs linéaire

Base et ancre  
Transformer l'espace des hauteurs

## Transformations affines

Inversions  
Modes à transposition limitée

## Conclusion

Perspectives