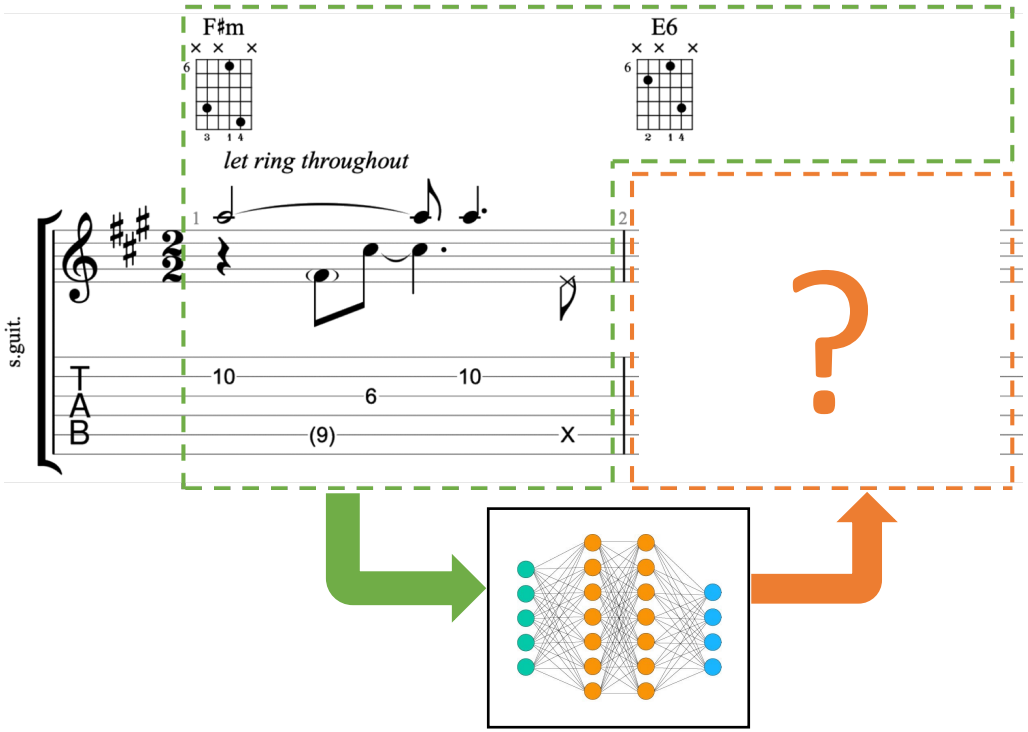
Modélisation de langages musicaux pour l'analyse de partitions et la composition

Louis Bigo

SCRIME
Université de Bordeaux, LaBRI

25 septembre 2023, Université d'Angers

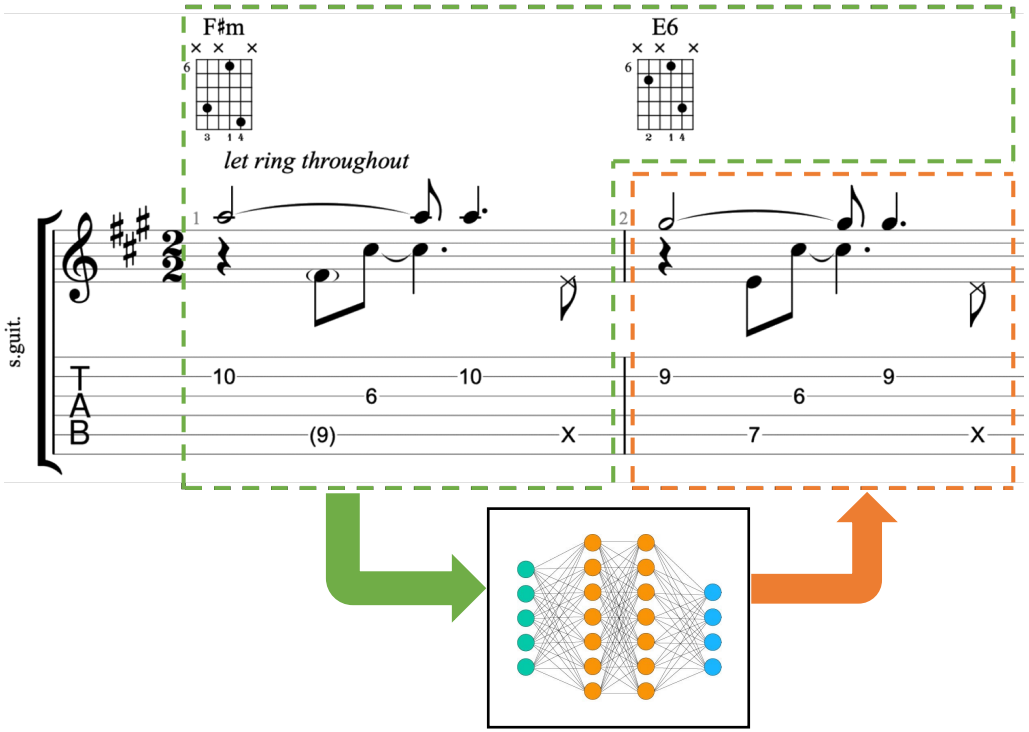


Modélisation de langages musicaux pour l'analyse de partitions et la composition

Louis Bigo

SCRIME
Université de Bordeaux, LaBRI

25 septembre 2023, Université d'Angers

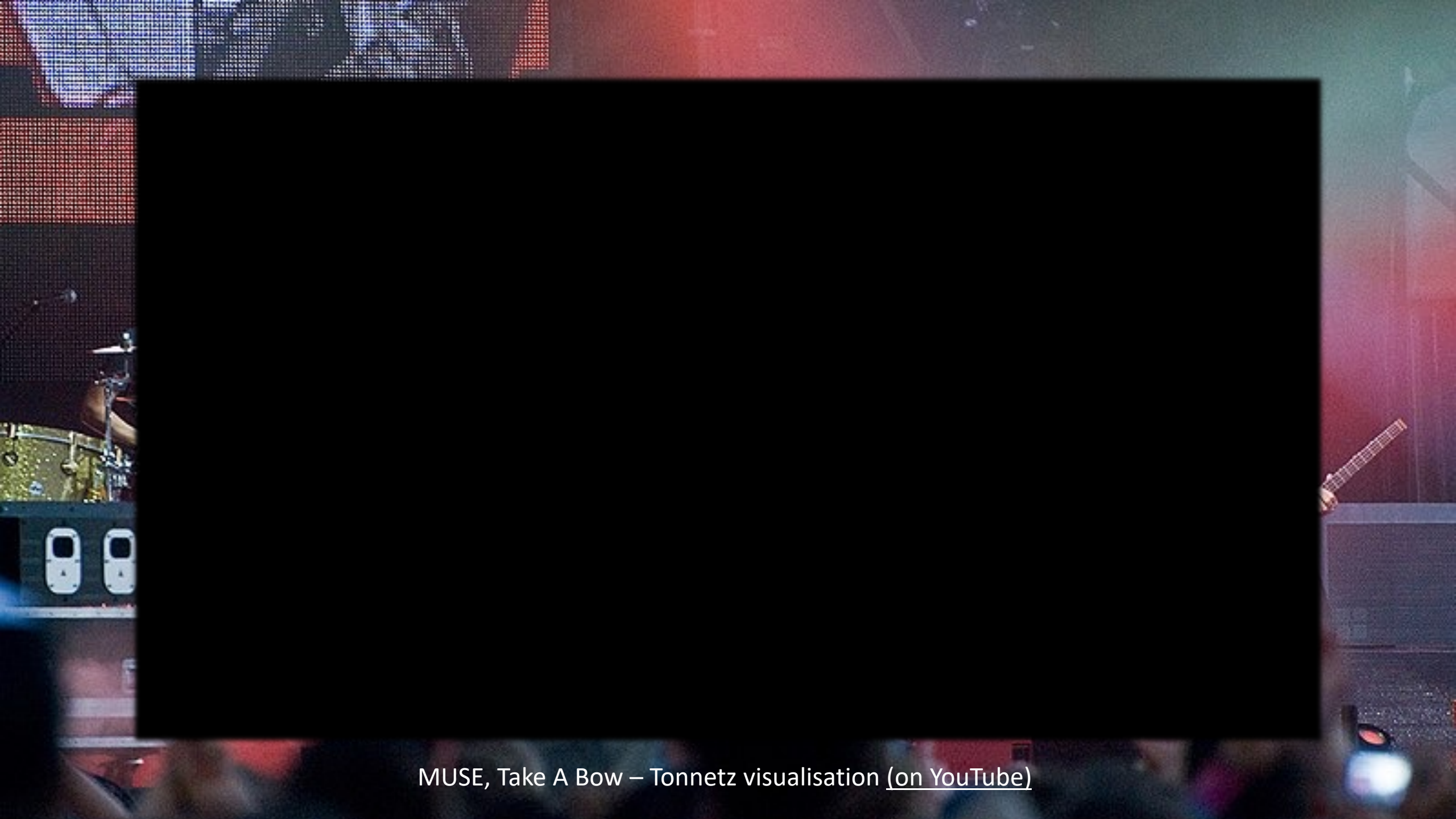


Algomus

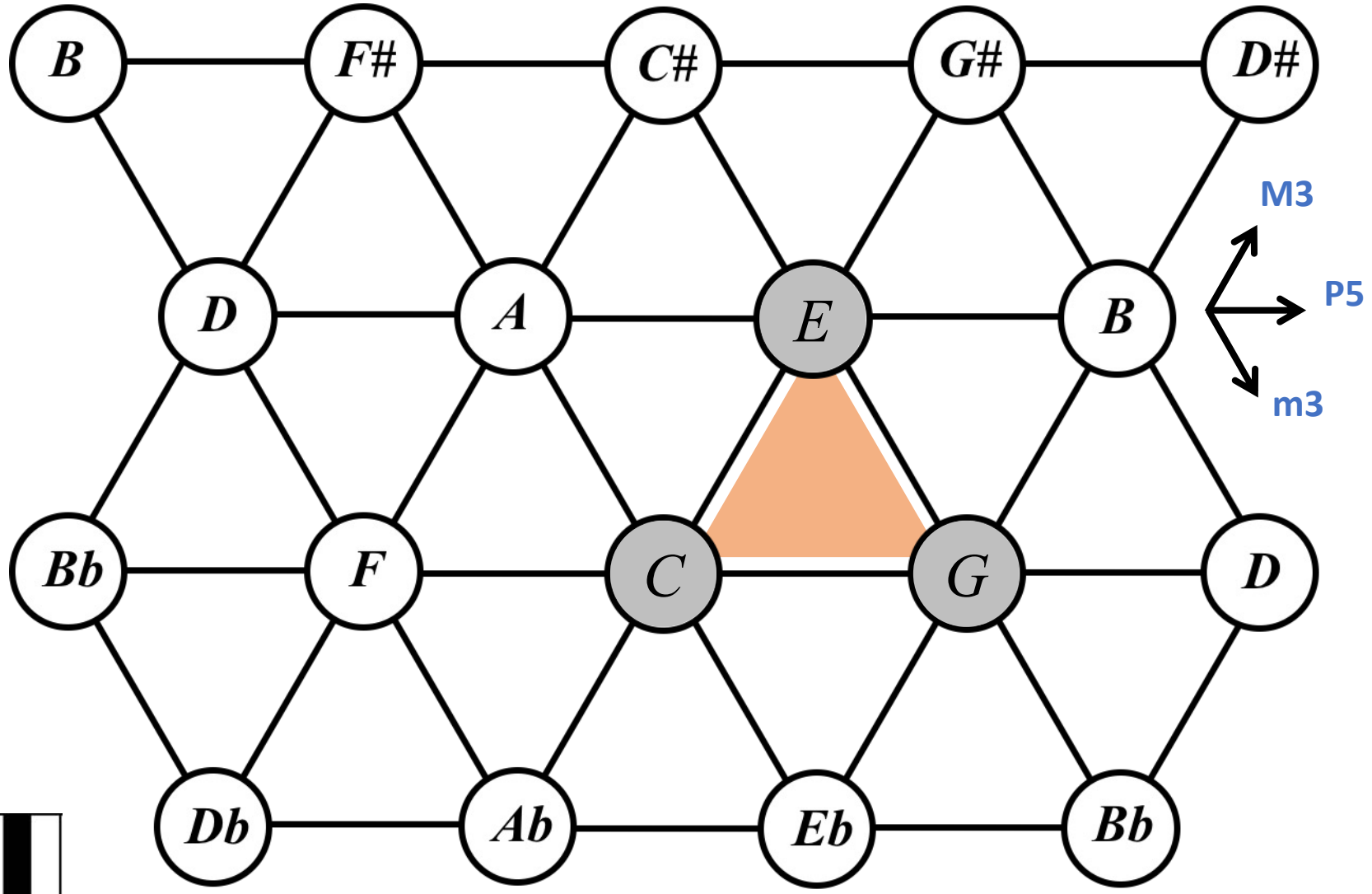
- Équipe d'informatique musicale **Algomus** (**Lille**, Amiens, Rouen)

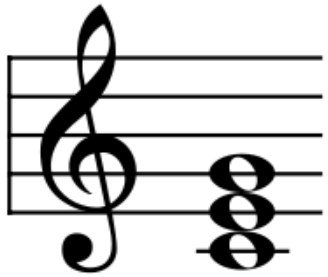
  Élaboration d'outils informatiques pour assister l'analyse et la composition de musique

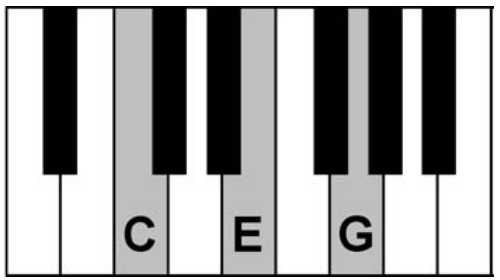
  - Représentations informatiques *symboliques* de la musique
  - Algorithmes (ML et/ou règles) pour le traitement et l'analyse de ces représentations



MUSE, Take A Bow – Tonnetz visualisation (on YouTube)

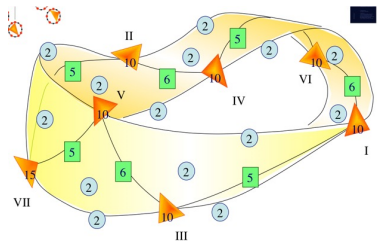




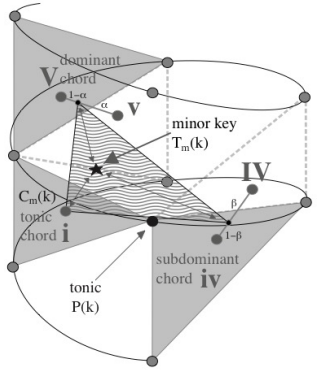


Le ***Tonnetz***, Leonhard Euler, 1739

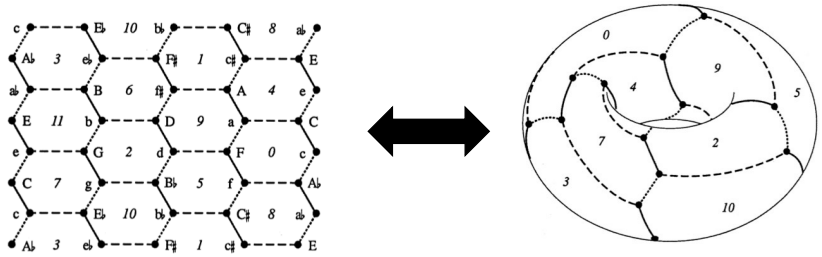
Espaces de représentation en musique



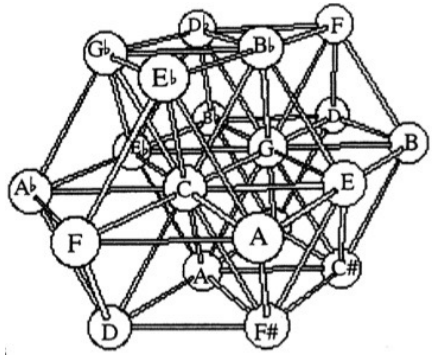
Tonality strip
[Mazzola, 2002]



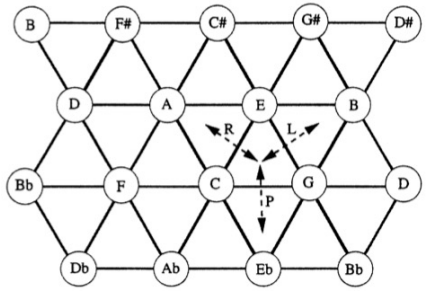
Spiral Array [Chew, 2000]



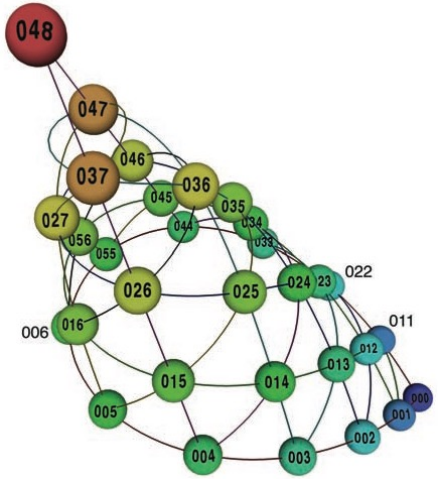
Chicken Wire Torus [Douthett and Steinbach, 1998]



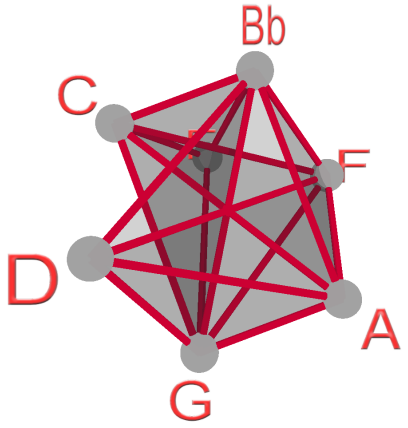
3D *Tonnetz* [Gollin, 1998]



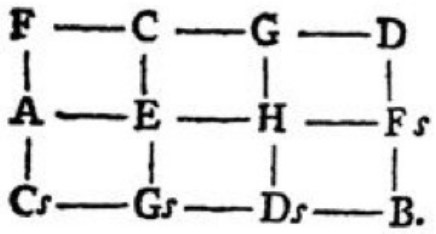
Tonnetz [Oettingen, 1866, Riemann, 1914]



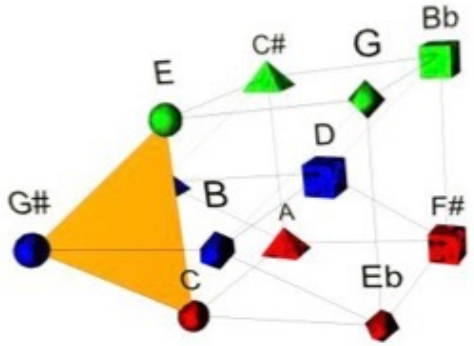
Voice-leading spaces
[Tymoczko, 2008]



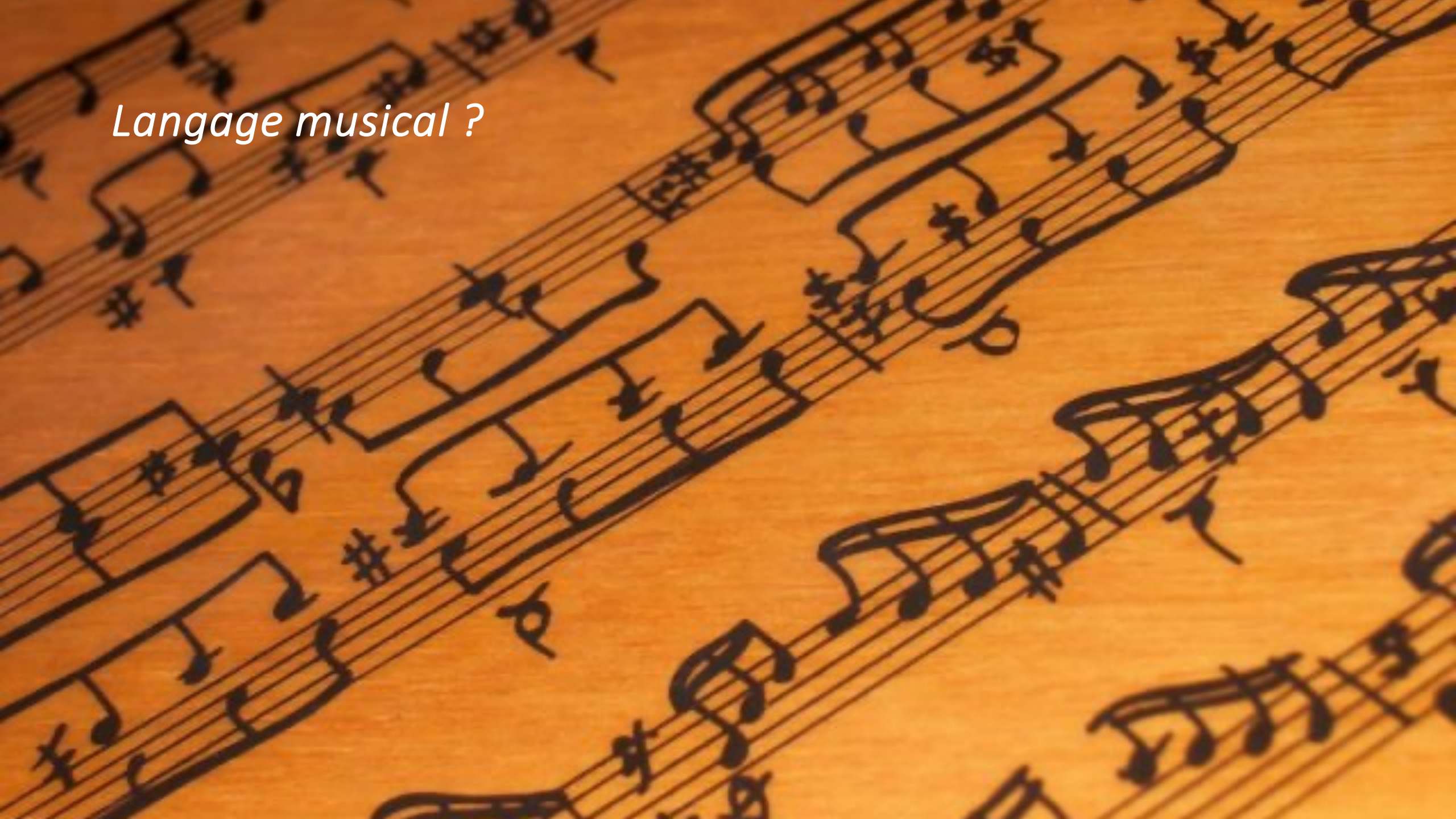
Filtered PC-set complexes
[Bigo, 2019]



Speculum Musicum [Euler, 1739]



Model Planet [Barouin, 2011]


Langage musical ?

Langage musical ?

Boléro (M. Ravel)
youtube.com/gerubach

TALN et partitions

Mikaela Keller

Viet-Toan Le

- **Traitement Automatique du Langage Naturel** (TALN)

  Analyse de contenus/sentiments, résumés, traduction, génération, …

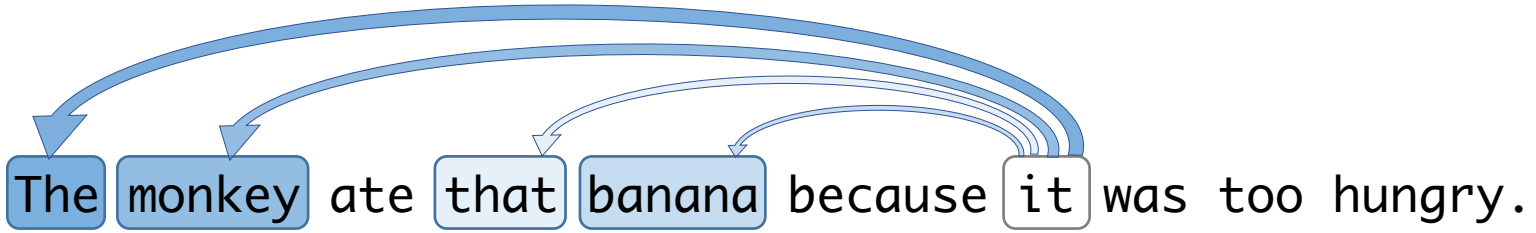
- Algorithmes de TALN sur des représentations musicales symboliques

  `NOTE_ON<60> TIME_SHIFT<500> NOTE_OFF<60> TIME_SHIFT<500> NOTE_ON<67>`

- Étudier l'adaptabilité, la performance, les limites des algorithmes de TALN sur des données musicales

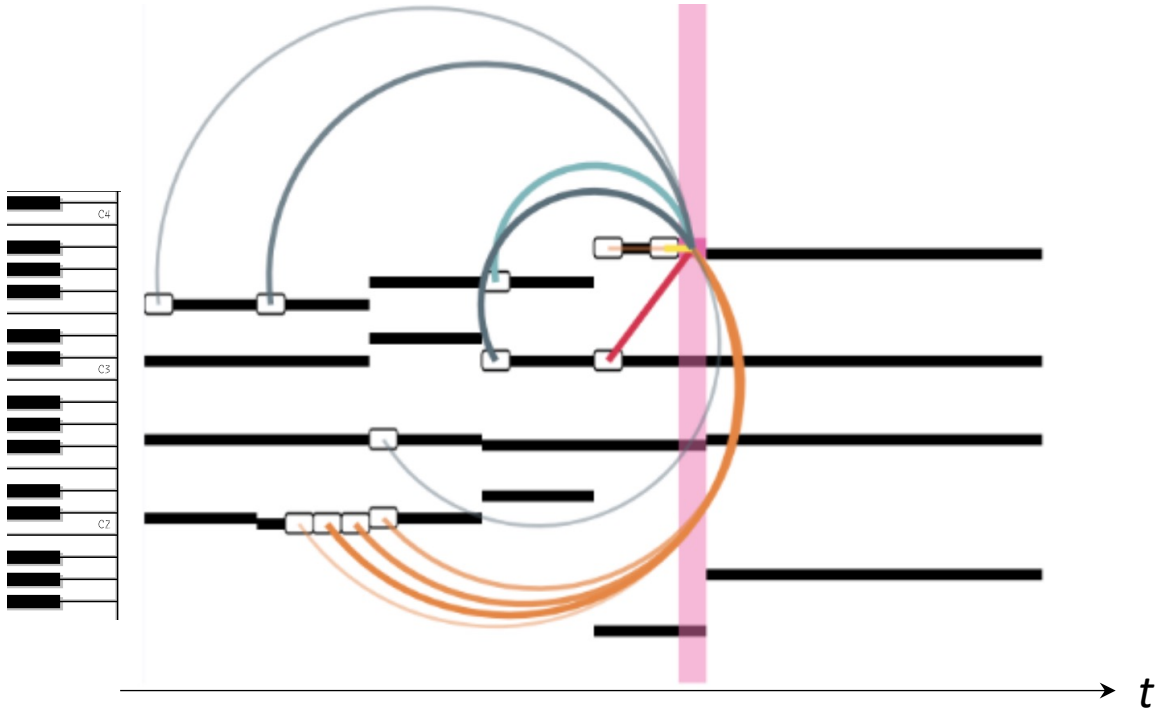
  → *Représentations, volume/disponibilité des données, évaluations, polysémie, sémantique, … ?*

Auto-attention dans les partitions



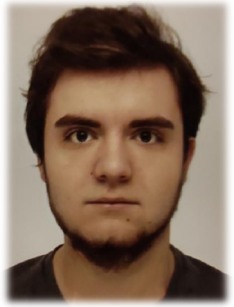
- A. Vaswani et al. (2017) Attention Is All You Need

Auto-attention dans les partitions



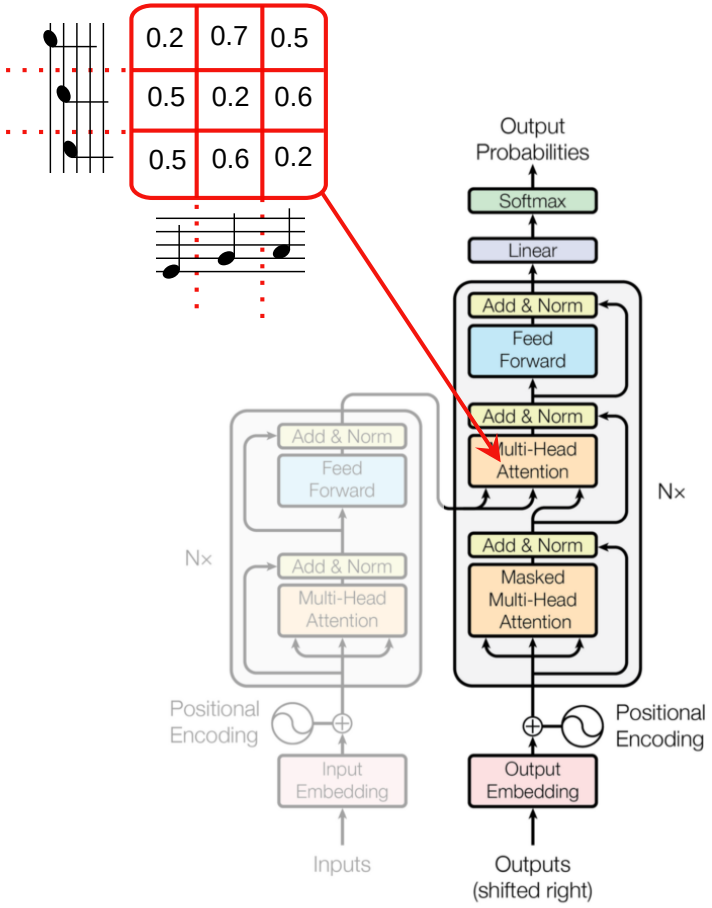
- A. Huang et al. (2018) Music Transformer: Generating Music with Long-Term Structure
- A. Huang et al. (2018) Visualizing Music Self-Attention

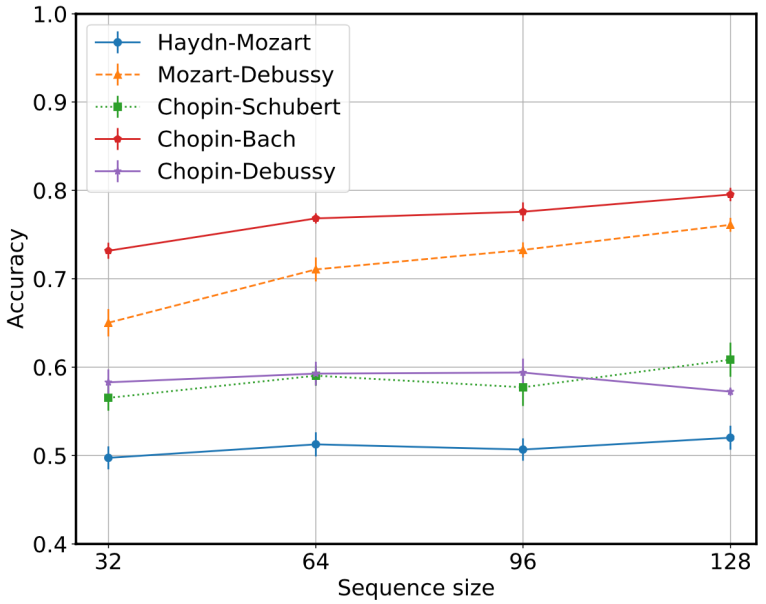
Auto-attention dans les partitions



Gabriel Loiseau

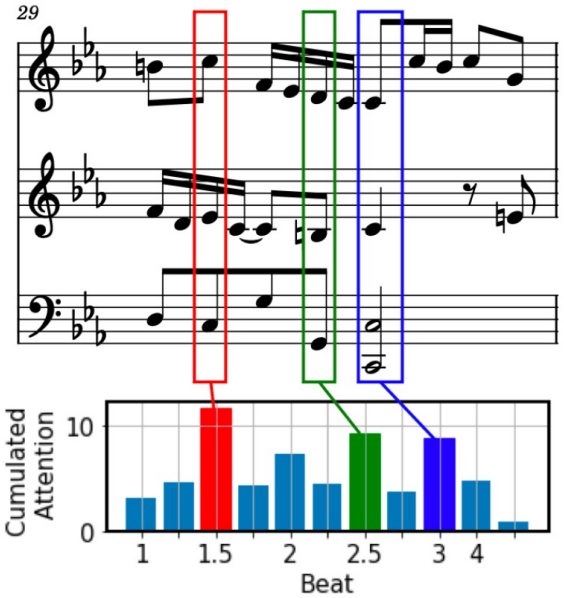
matrices d'auto-attention





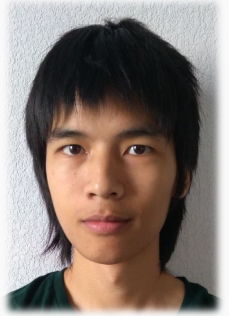
identification de compositeur

J.-S. Bach, BWV 847
Fugue n°2 en do mineur



détection de fin de phrase

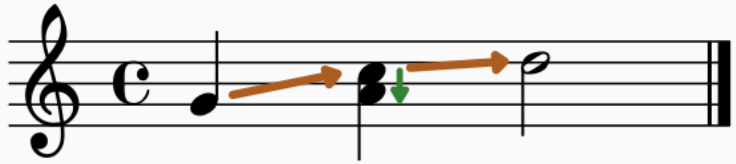
Expressivité musicale des tokens

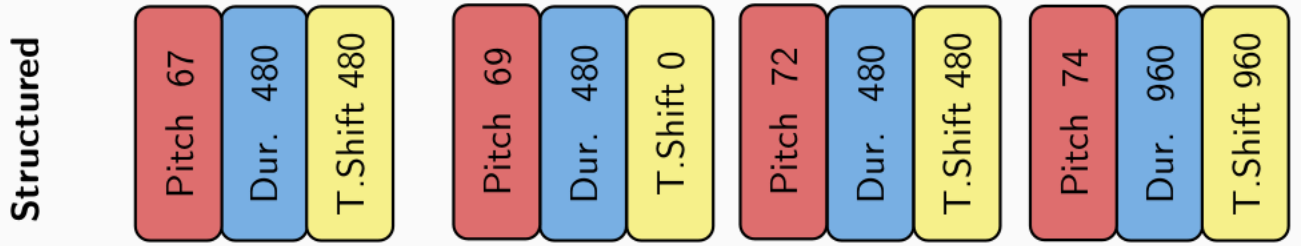


Viet-Toan Le

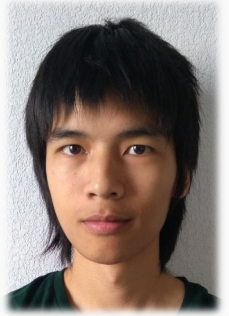
Objectif : des représentations *expressives*

pour alléger l'apprentissage





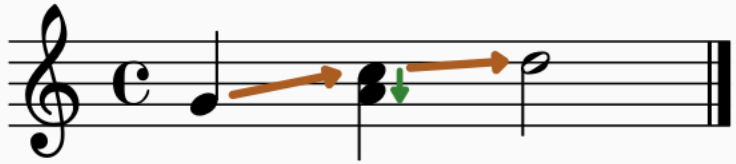
Expressivité musicale des tokens

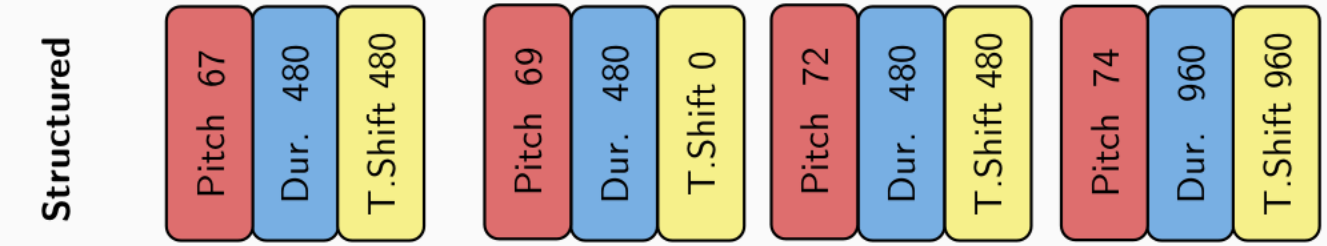


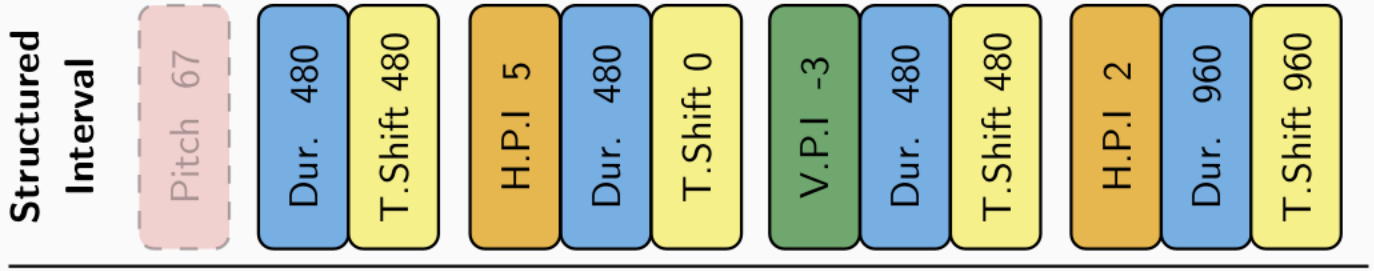
Viet-Toan Le

Objectif : des représentations *expressives*

pour alléger l'apprentissage



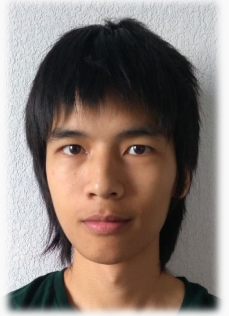




- Encodage des **intervalles** musicaux

  → hypothèse « cognitive »

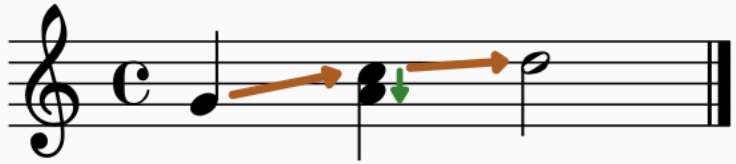
Expressivité musicale des tokens

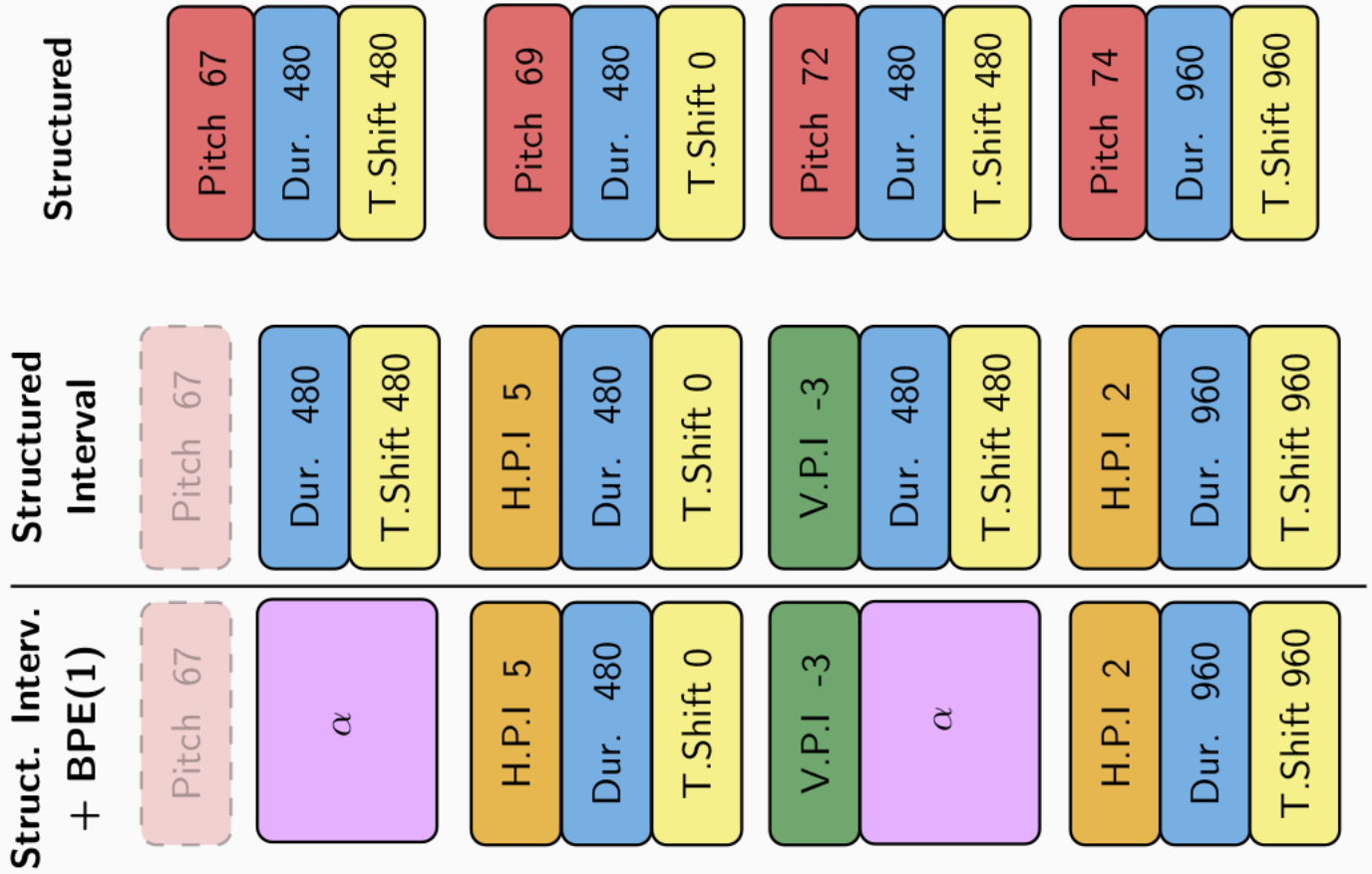


Viet-Toan Le

Objectif : des représentations *expressives*

pour alléger l'apprentissage



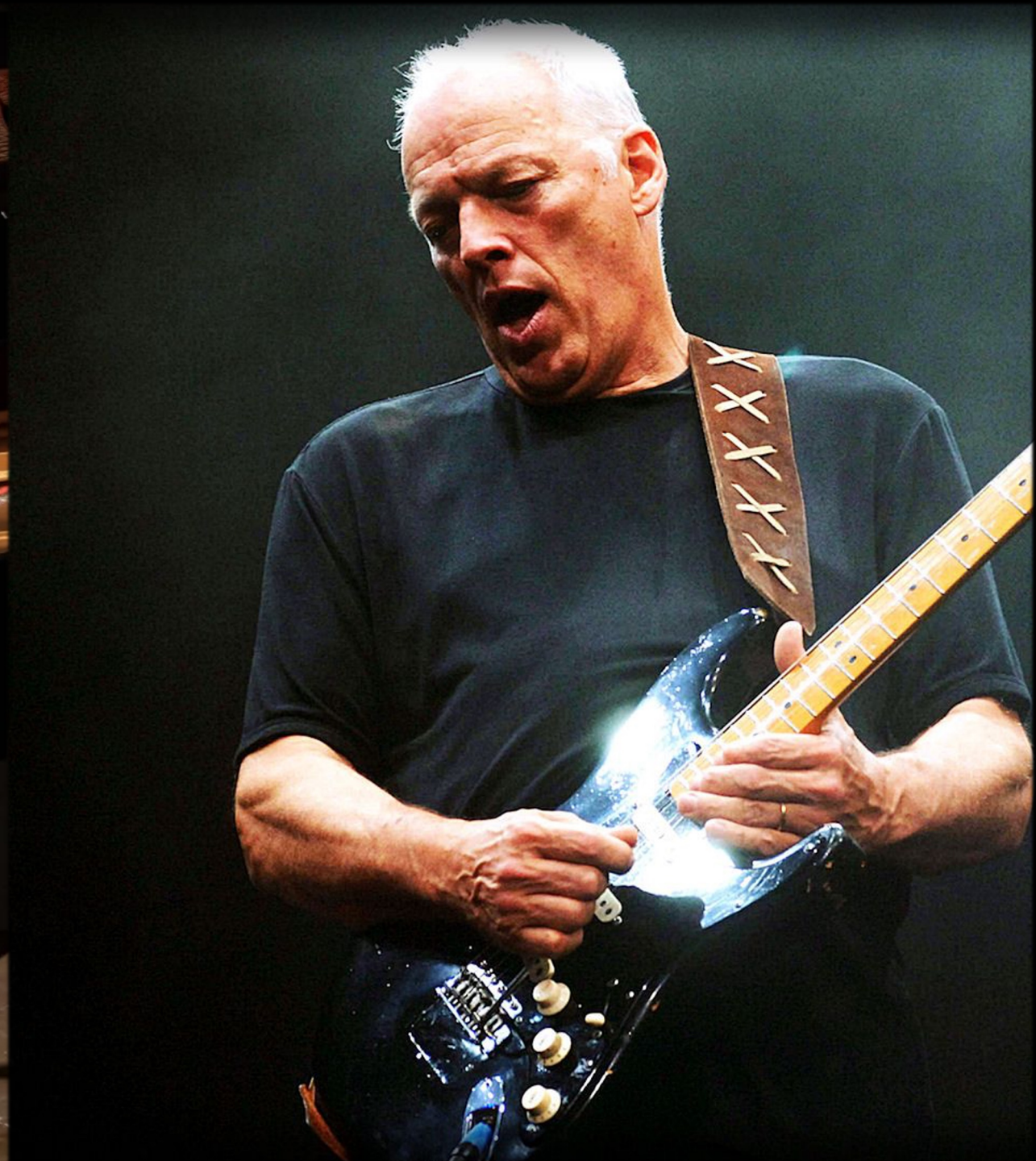


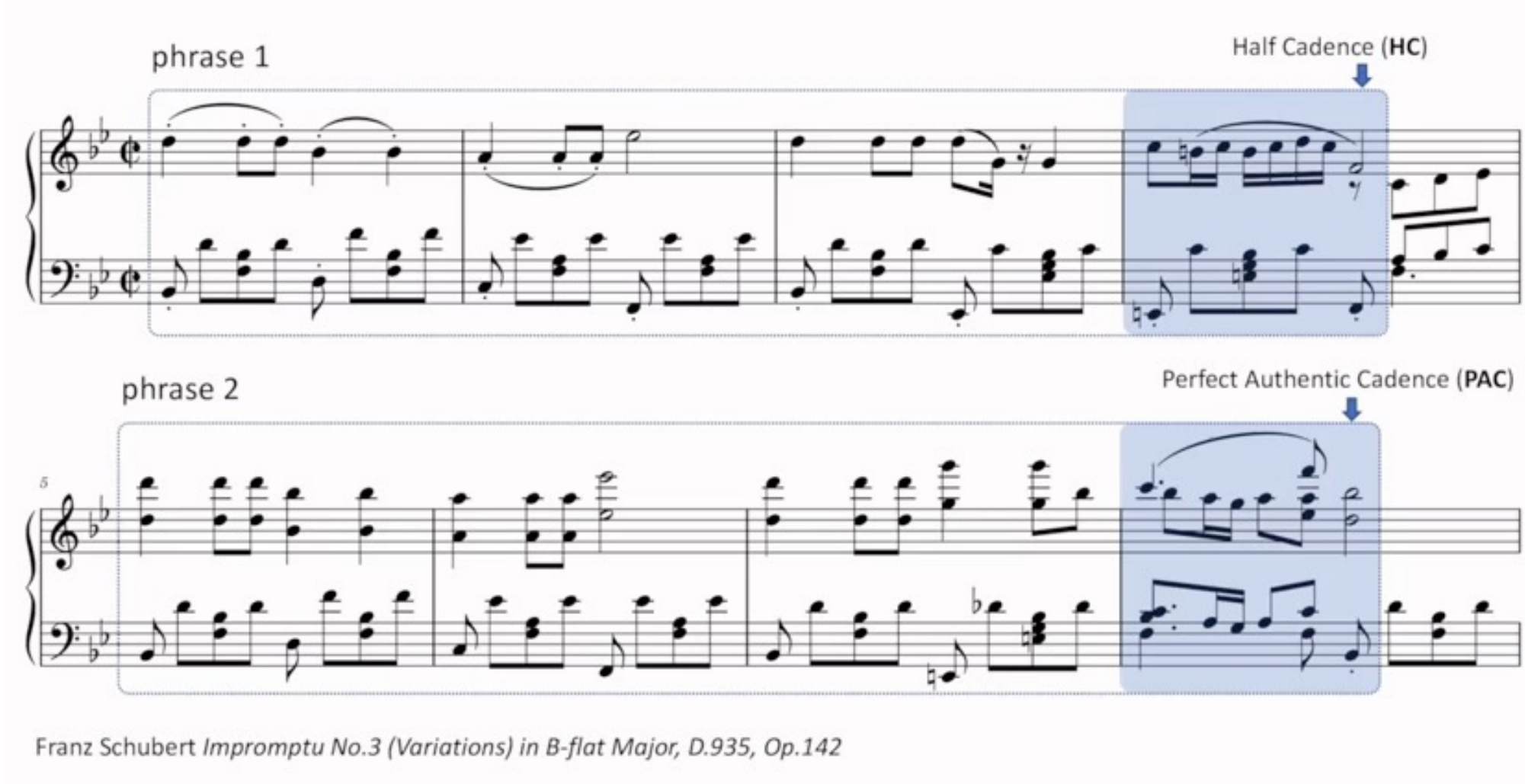
- Encodage des **intervalles** musicaux

  → hypothèse « cognitive »

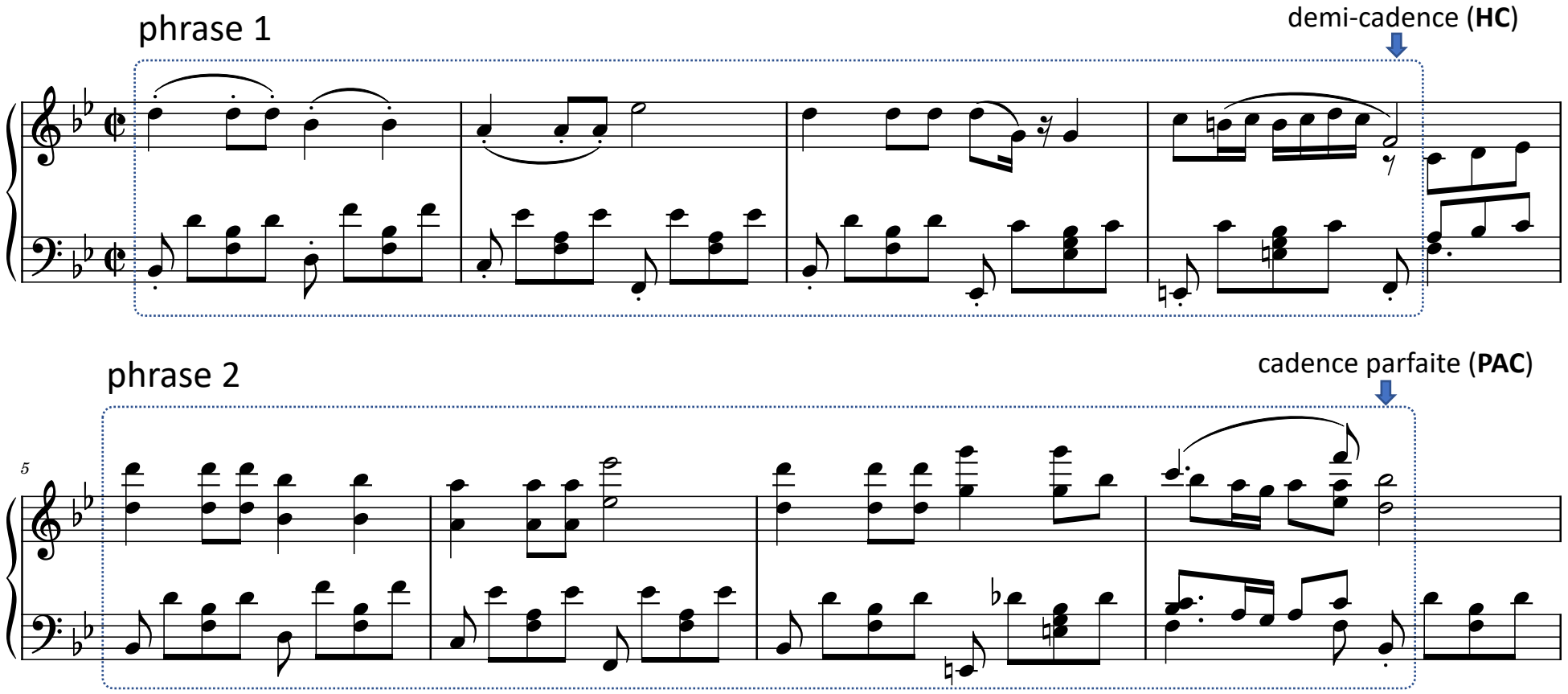
- Encodage de **groupes fréquents** dans un corpus donné

  → hypothèse « culturelle »

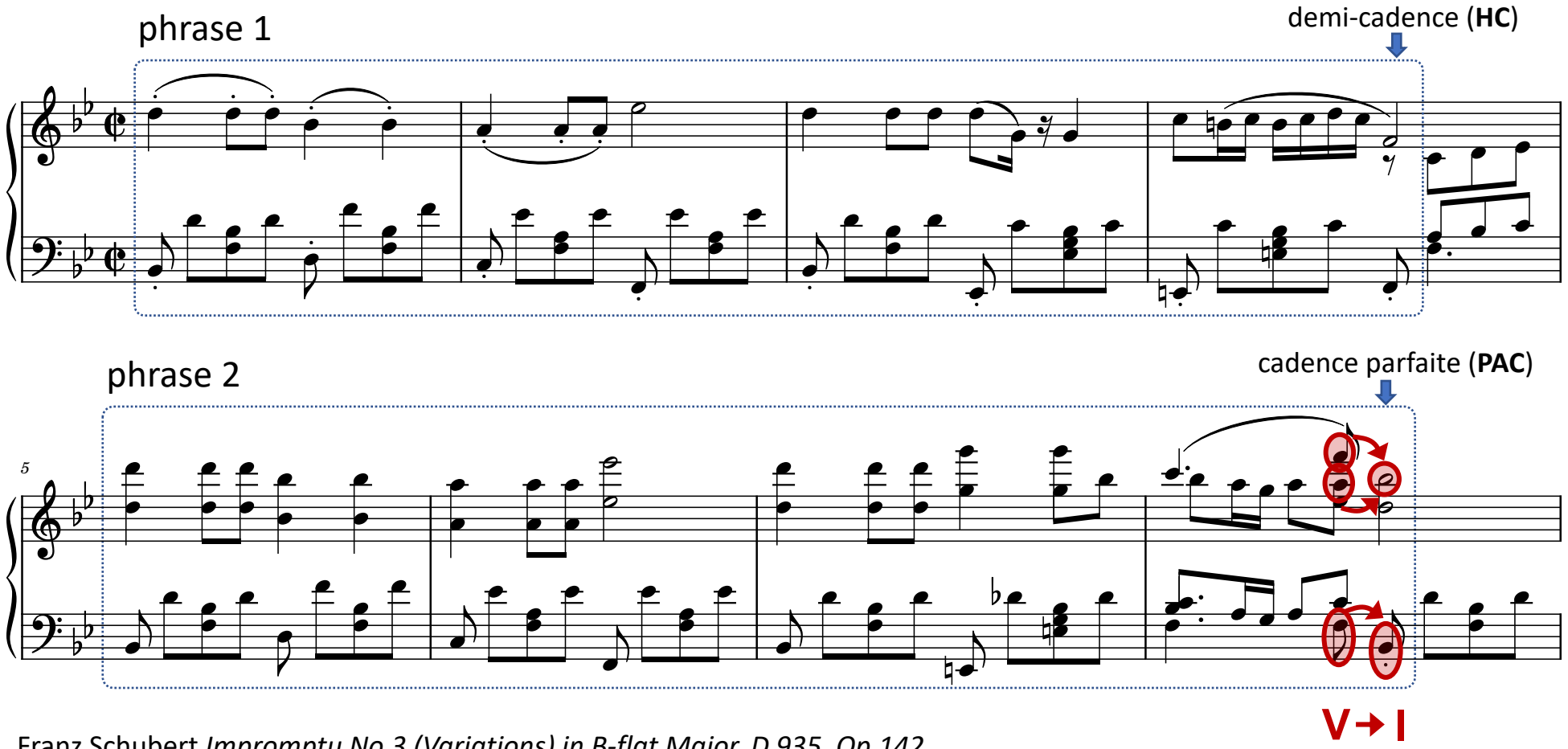




Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*

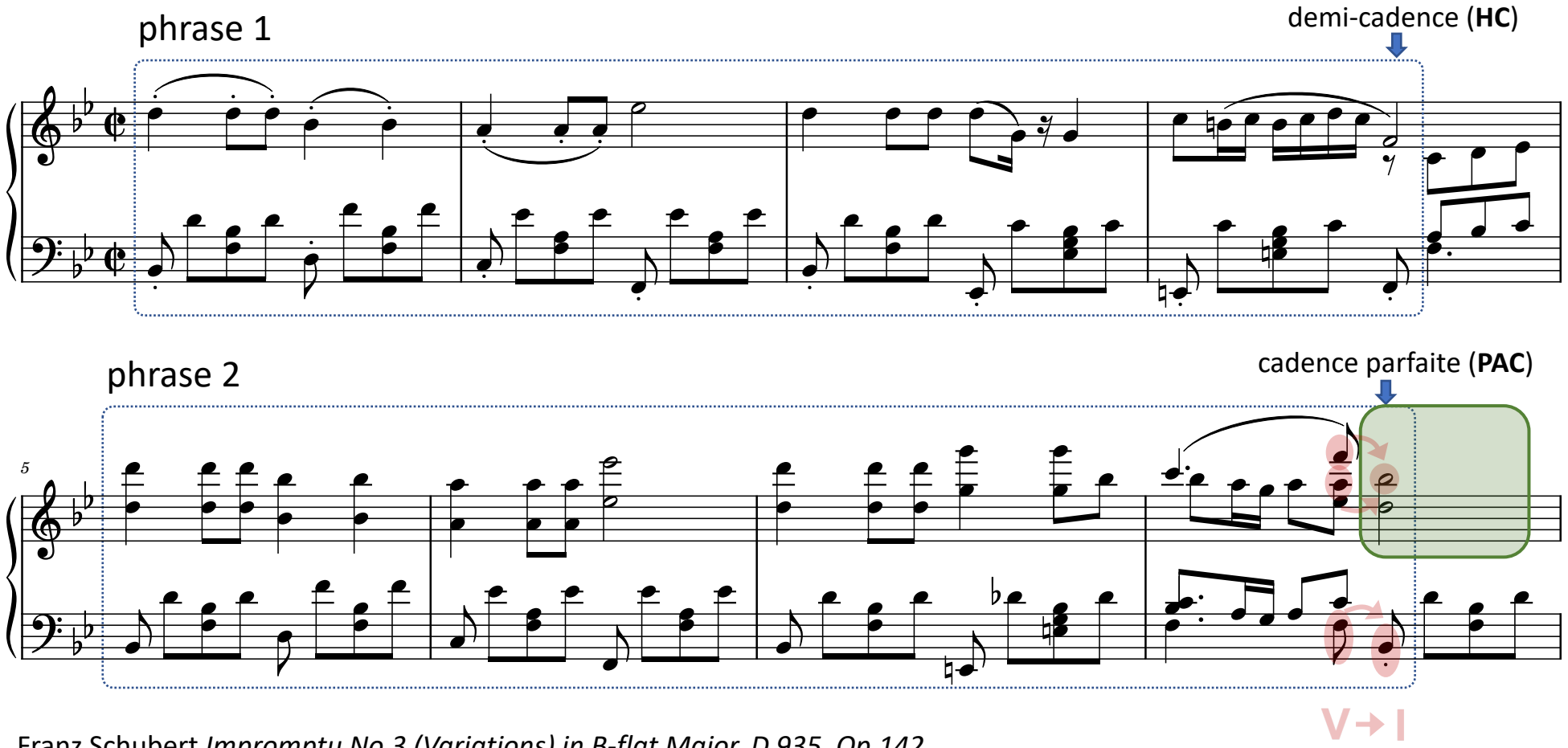


Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*



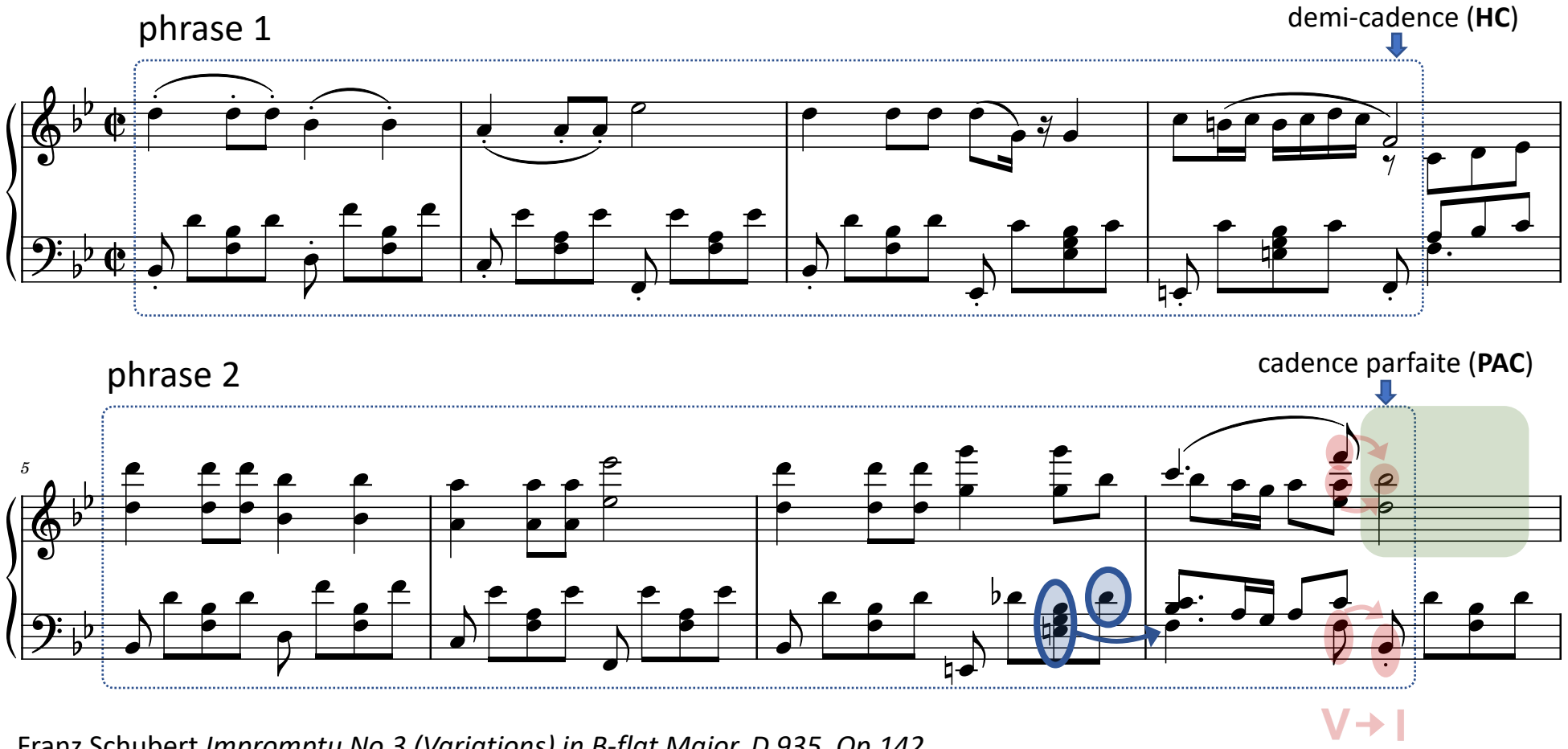
Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*

- Conduite de voix



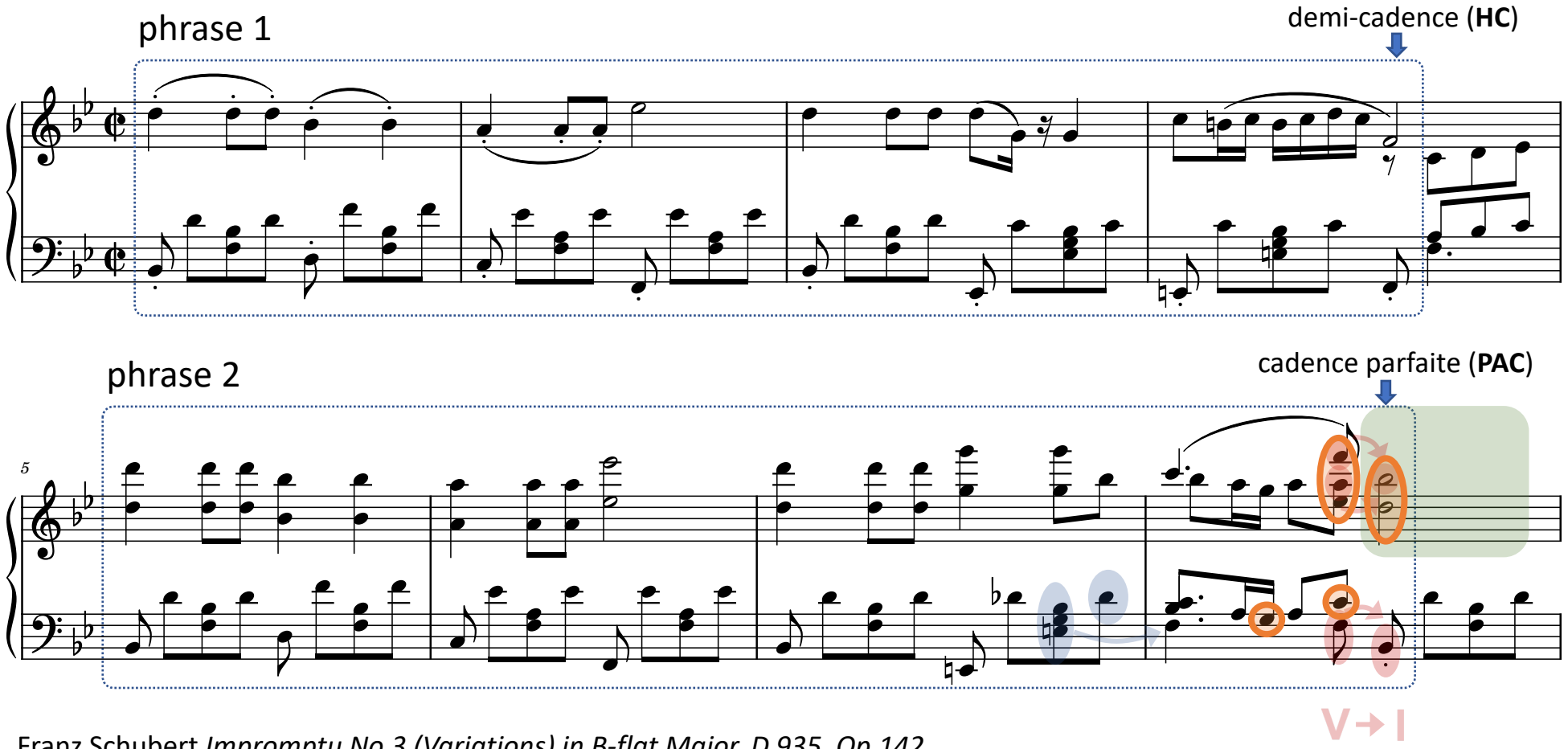
Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*

- Conduite de voix
- Rythme



Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*

- Conduite de voix
- Rythme
- Accord *de préparation*



Franz Schubert *Impromptu No.3 (Variations) in B-flat Major, D.935, Op.142*

- Conduite de voix
- Rythme
- Accord *de préparation*
- Gammes

Éléments de langage dans le répertoire classique : les *cadences*

L. Feisthauer

Quels éléments de la partition contribuent à identifier une cadence ?

- Conduite de voix
- Rythme
- Accord *de préparation*
- Gammes

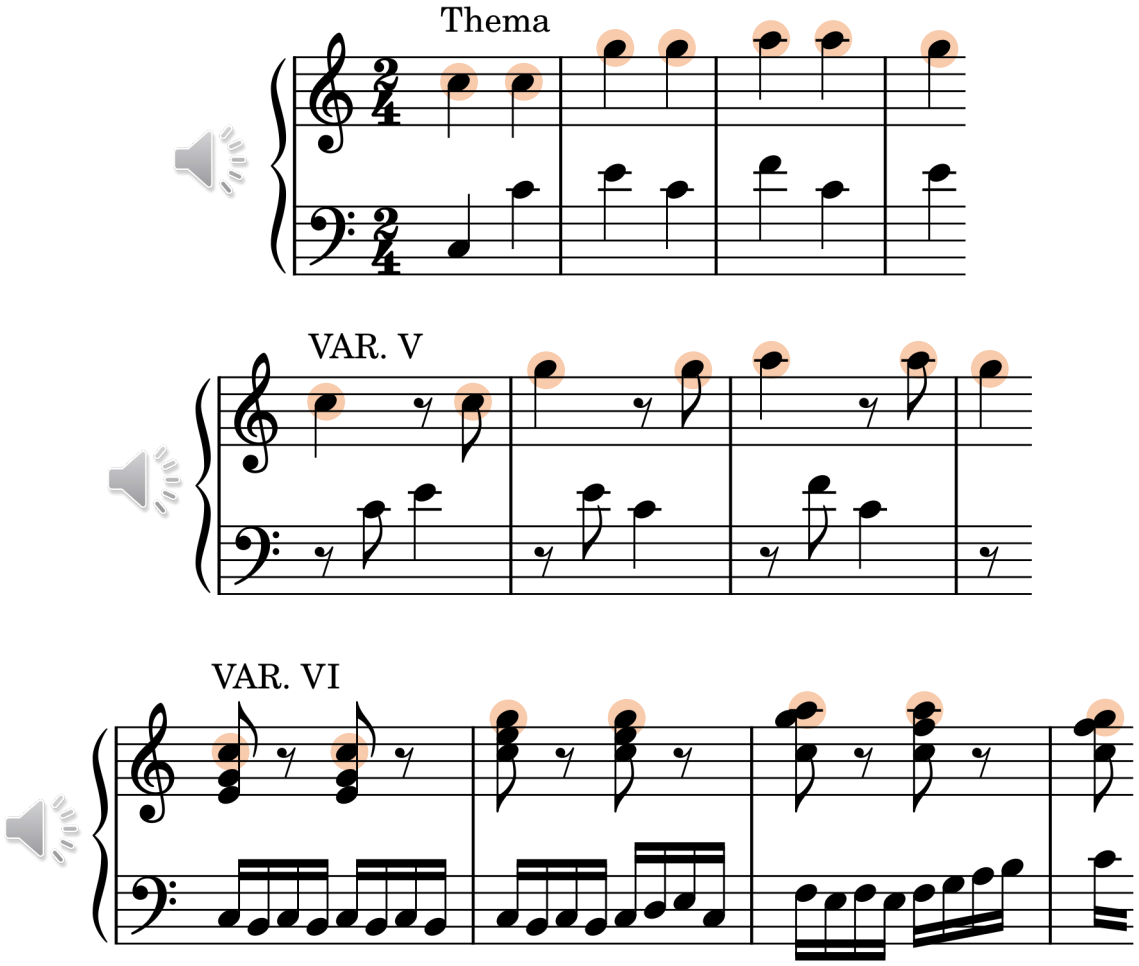
} codage de 44 descripteurs calculés à chaque *temps* de la partition

- Identification de cadences formulée comme un problème de classification binaire sur chaque temps

- Entraînement d'un classifieur SVM *(leave-one-piece-out validation)*

		beats	ref	TP	FP	FN	F_1
J. Haydn (21 quartets)	PAC	3583	51	42	28	9	**0,69**
	HC	3583	32	18	**73**	14	**0,29**
J.-S. Bach (12 fugues)	PAC	2357	36	26	3	10	**0,80**
	PAC+rIAC	2357	46	30	12	16	0.68

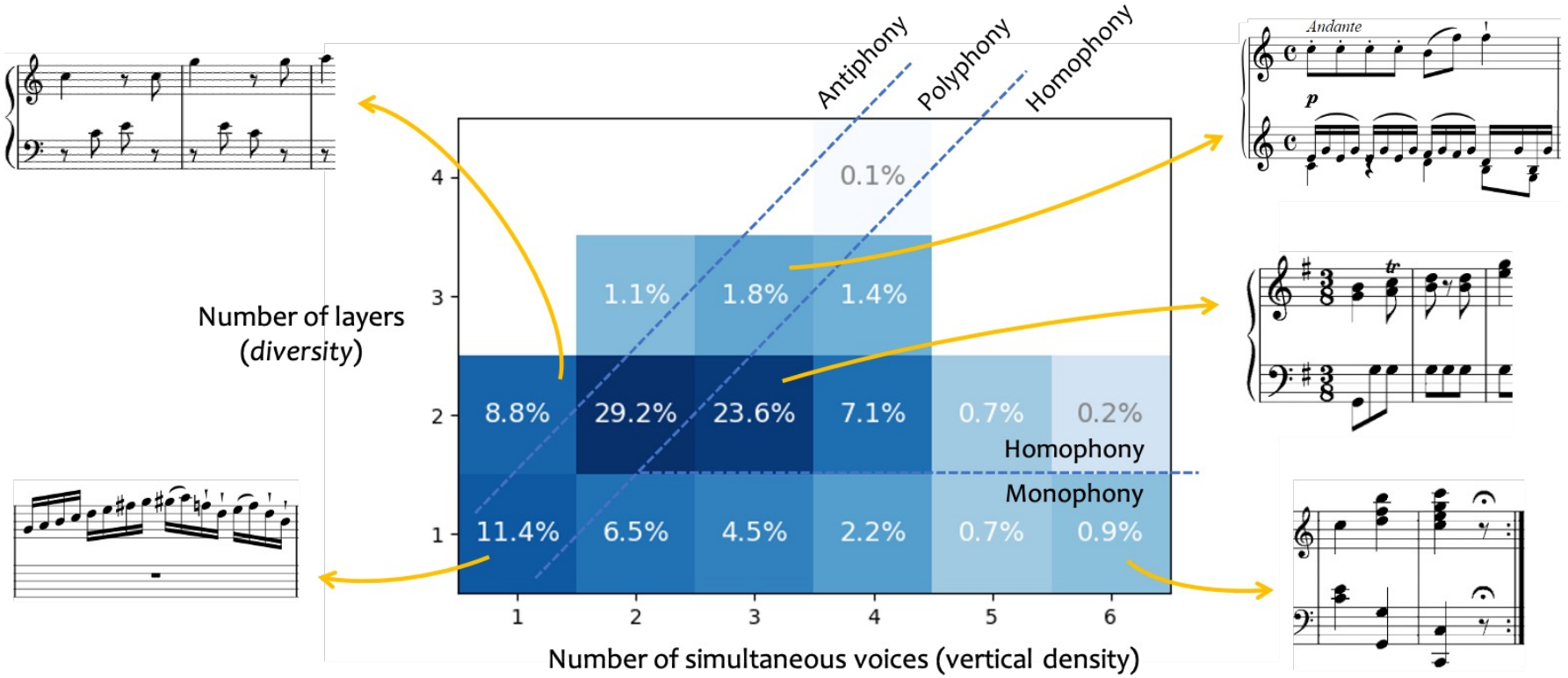
Éléments de langage dans le répertoire classique : **la texture**

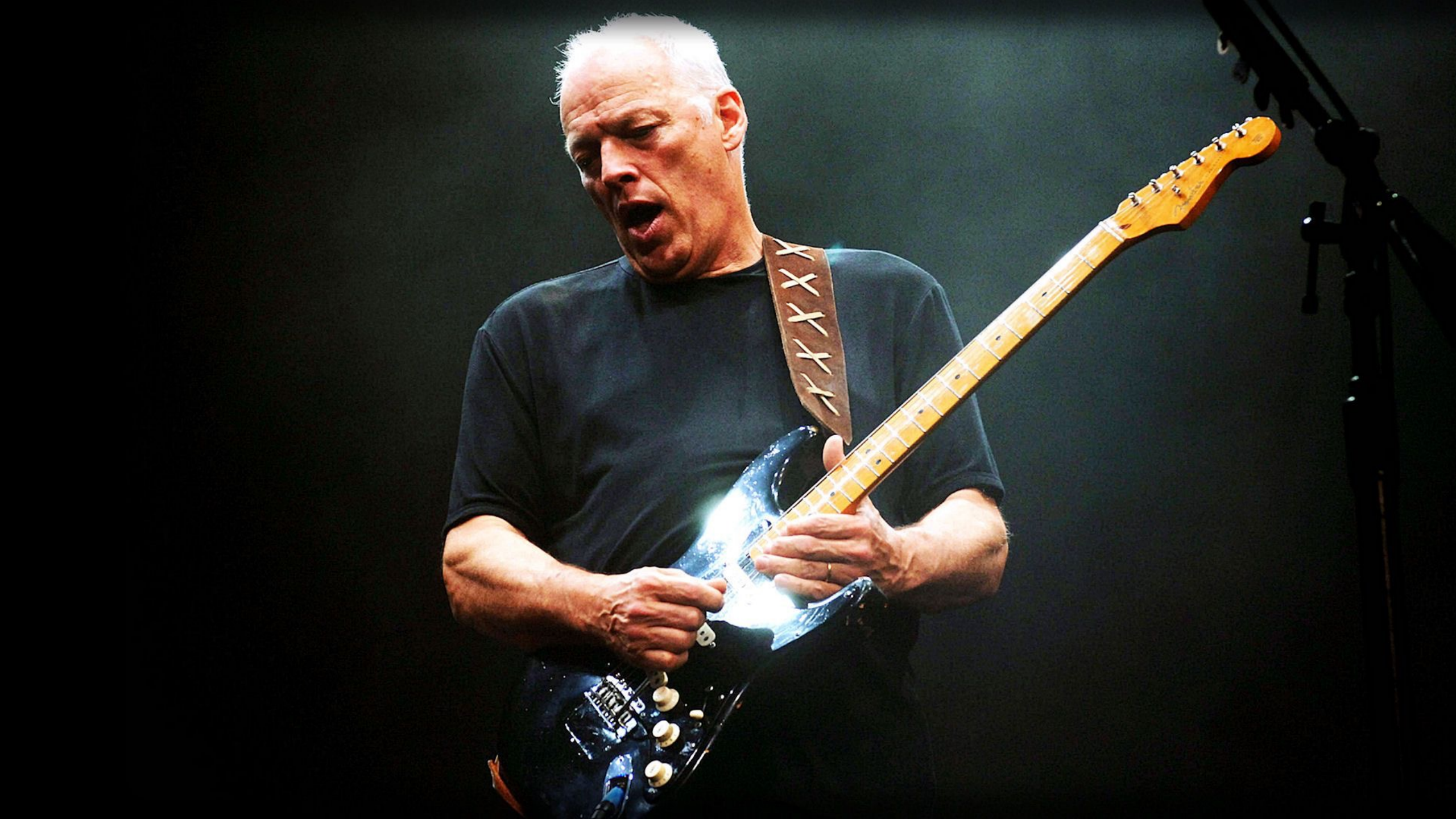


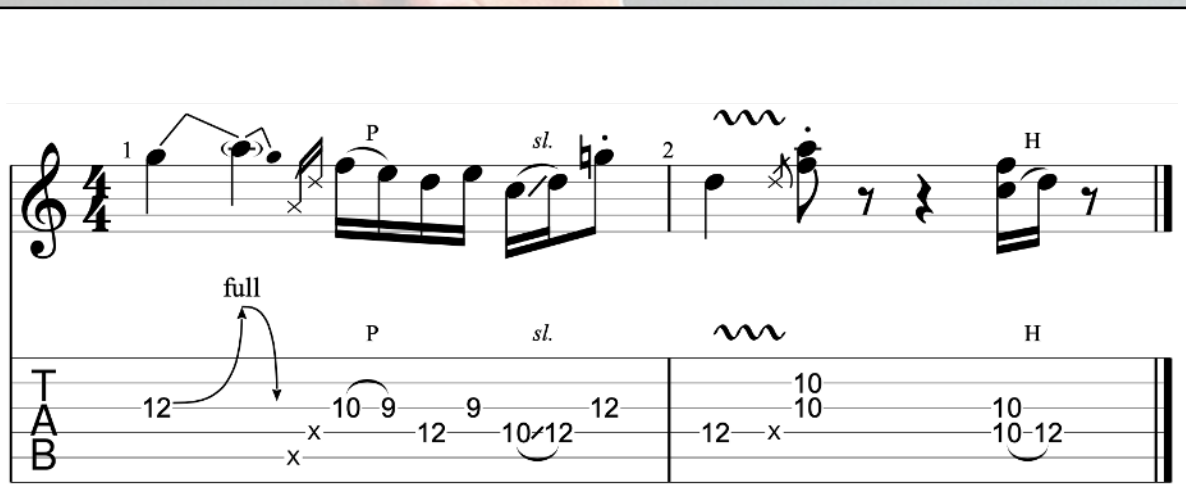
Variations sur "Ah vous dirai-je, Maman", W. A. Mozart

Annotation collaborative de texture

L. Couturier







Another Brick In The Wall (Pink Floyd) – guitar solo

Outils algorithmiques pour assister la composition de tablatures

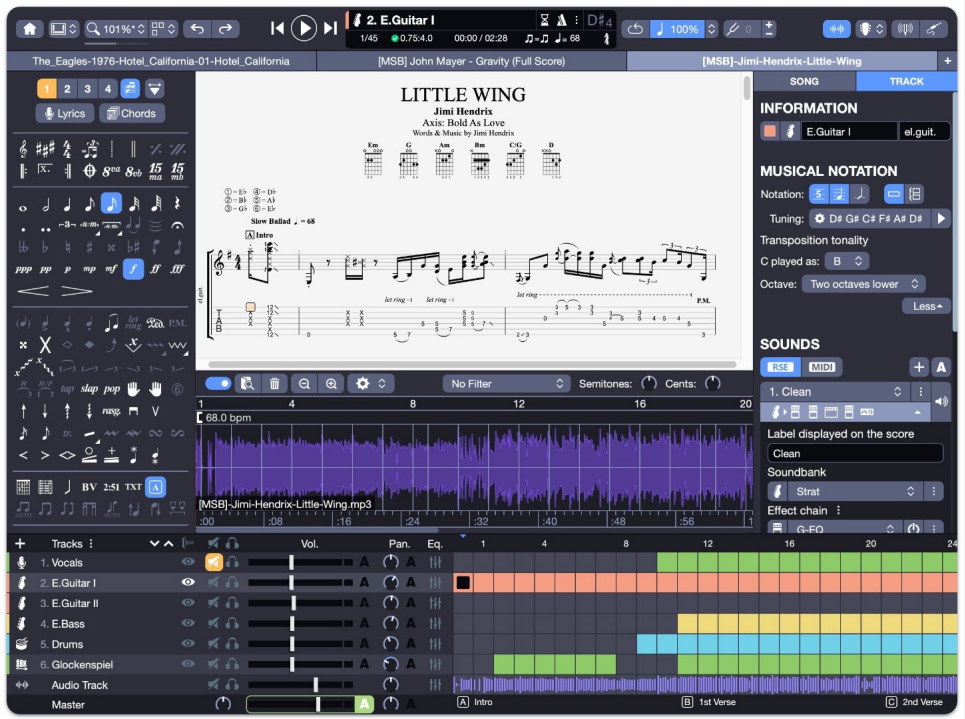
- Faciliter l'accès à la composition aux **guitaristes débutants**
- Stimuler la créativité des **guitaristes confirmés**

Benoît Navarret
Iremus

- M. McVicar (2015) AutoGuitarTab: Computer-Aided Composition of Rhythm and Lead Guitar Parts in the Tablature Space
- P. Sarmento (2021) DadaGP: A Dataset of Tokenized GuitarPro Songs for Sequence Models

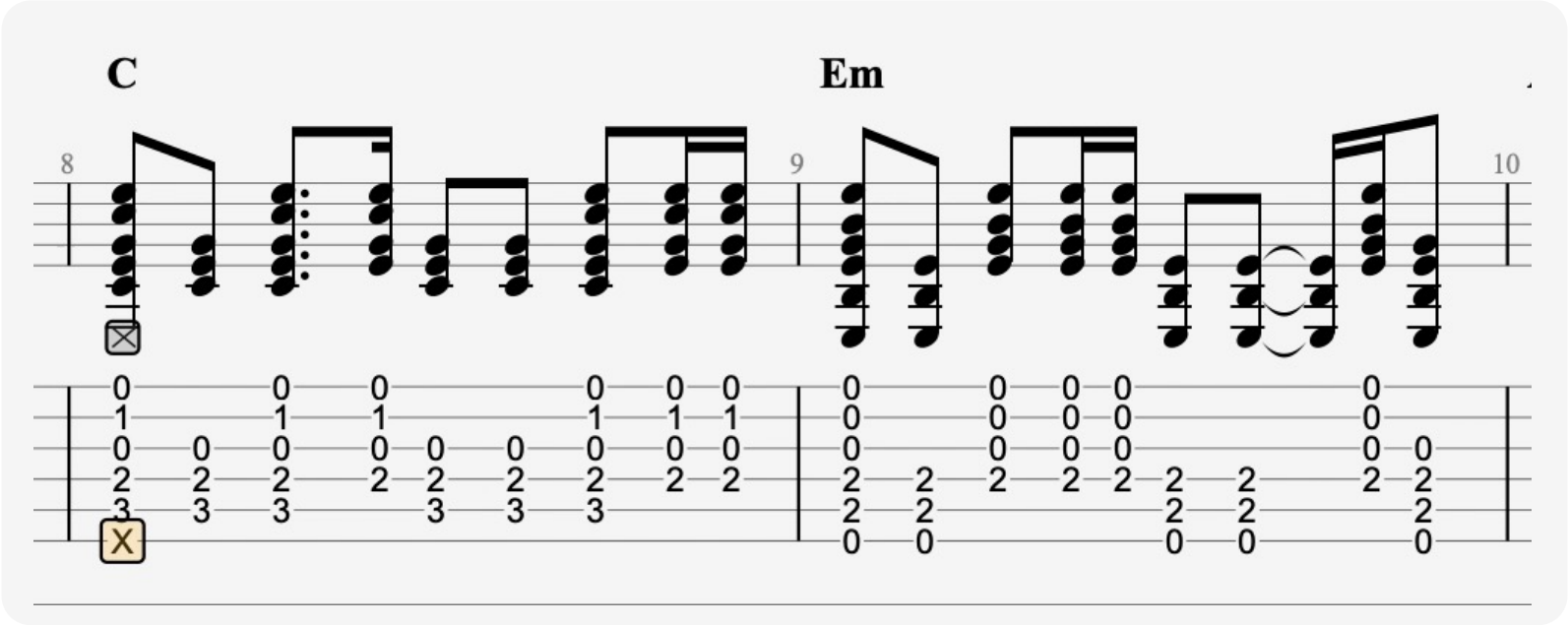
Collaboration industrielle

Arobas MUSIC



Guitar Pro (300 000 utilisateurs)
mySongBook (25 000 tablatures `.xml`)

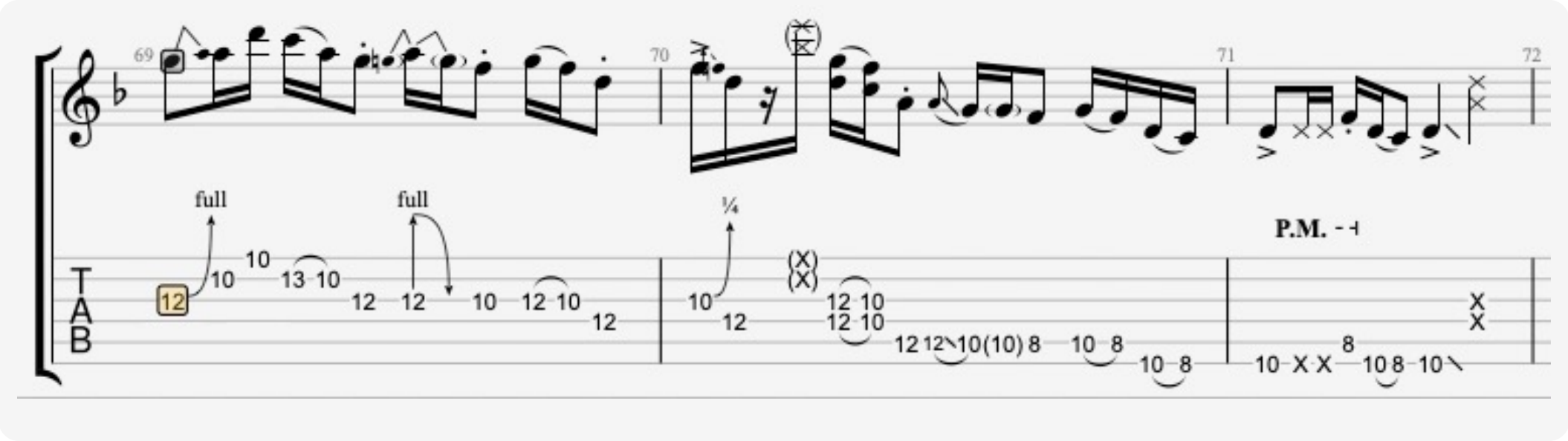
Texture et *fonctions musicales* dans les tablatures de guitare



Space Oddity (David Bowie)

Guitare *rythmique*

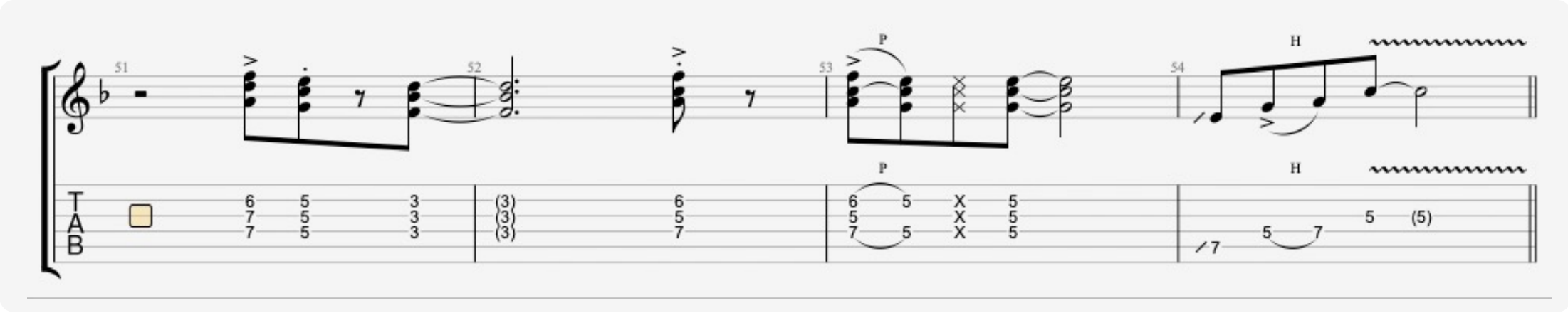
Texture et *fonctions musicales* dans les tablatures de guitare



Another Brick In The Wall (Pink Floyd)

Guitare *solo*

Texture et *fonctions musicales* dans les tablatures de guitare



Sultans of Swing (Dire Straits)

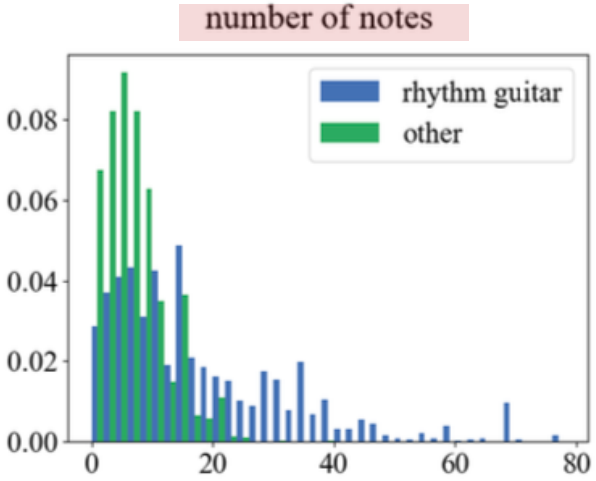
Identification de parties de *guitare rythmique*

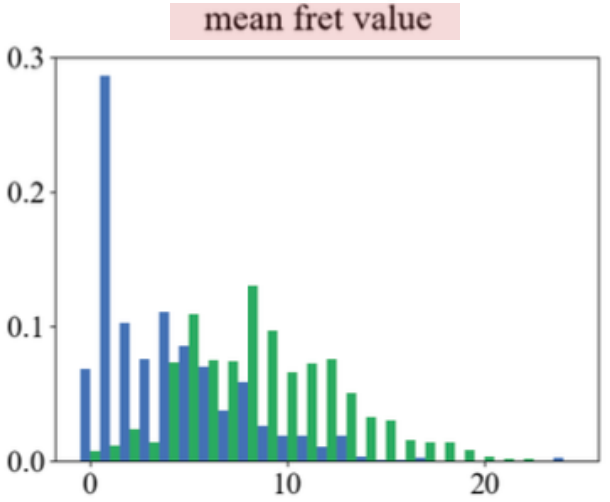
D. Régnier

- Analyser les codes de l'accompagnement à la guitare dans le style populaire moderne
- Séparer automatiquement des sous-corpus pour l'entraînement de modèles génératifs

note features		chord features		tab features	
# notes	(7e+2)	chords*	(2e+3)	min fret	(2e+3)
single notes*	(1e+3)	# 2-chords	(1e+1)	max fret	(2e+3)
min pitch	(3e+3)	# 3-chords	(3e+2)	mean fret	(2e+3)
max pitch	(8e+2)	# 4-chords	(5e+2)	min string	(3e+3)
mean pitch	(2e+3)	# 5-chords	(2e+2)	max string	(4e0)
pitch ambitus	(1e+3)	# 6-chords	(9e+1)	mean string	(7e+2)
pitch variety	(2e+3)	chord variety	(9e+2)	*l-r(s)**	(1e+2)
min interval	(3e+1)	m/M triad*	(5e+2)	*l-r* (100%)*	(1e+2)
max interval	(1e−1)	fifth interval*	(1e+2)	*w.b(s)**	(6e0)
interval var	(2e+2)			*bend(s)**	(2e+3)
duration var	(1e+2)			*l-h vibr(s)**	(8e+2)

31 descripteurs à chaque *barre de mesure*



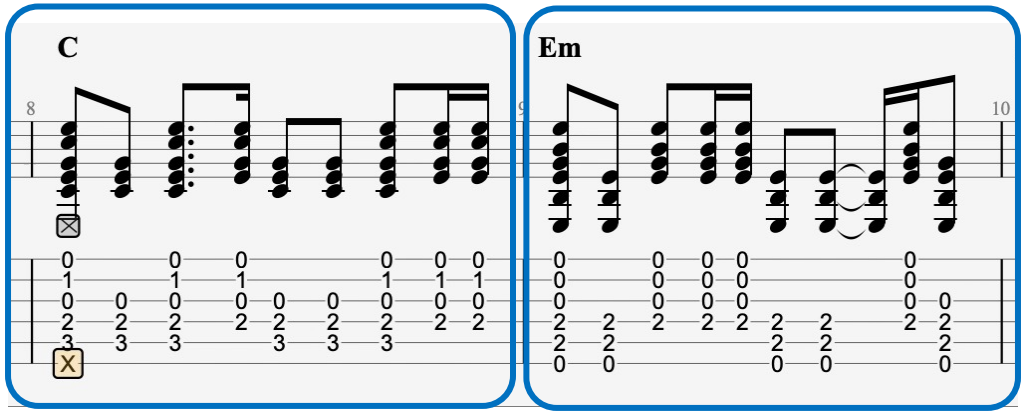


- Classification (LSTM) : **F_1 = 0.95** - *référence : 7000 mesures annotées manuellement (~100 pièces)*

Continuation de *guitare rythmique* par **imitation de texture**

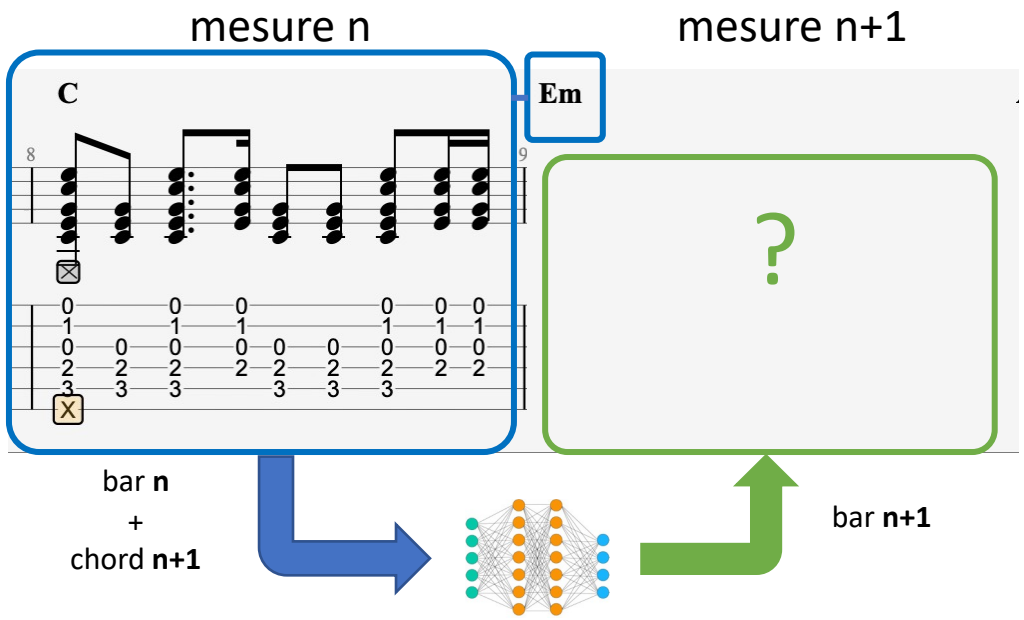
- Uniformité de la texture dans les parties de guitare rythmique
  - ⇾ Rythme, ambitus, densité, positions (cordes + frettes)

A. D’Hooge

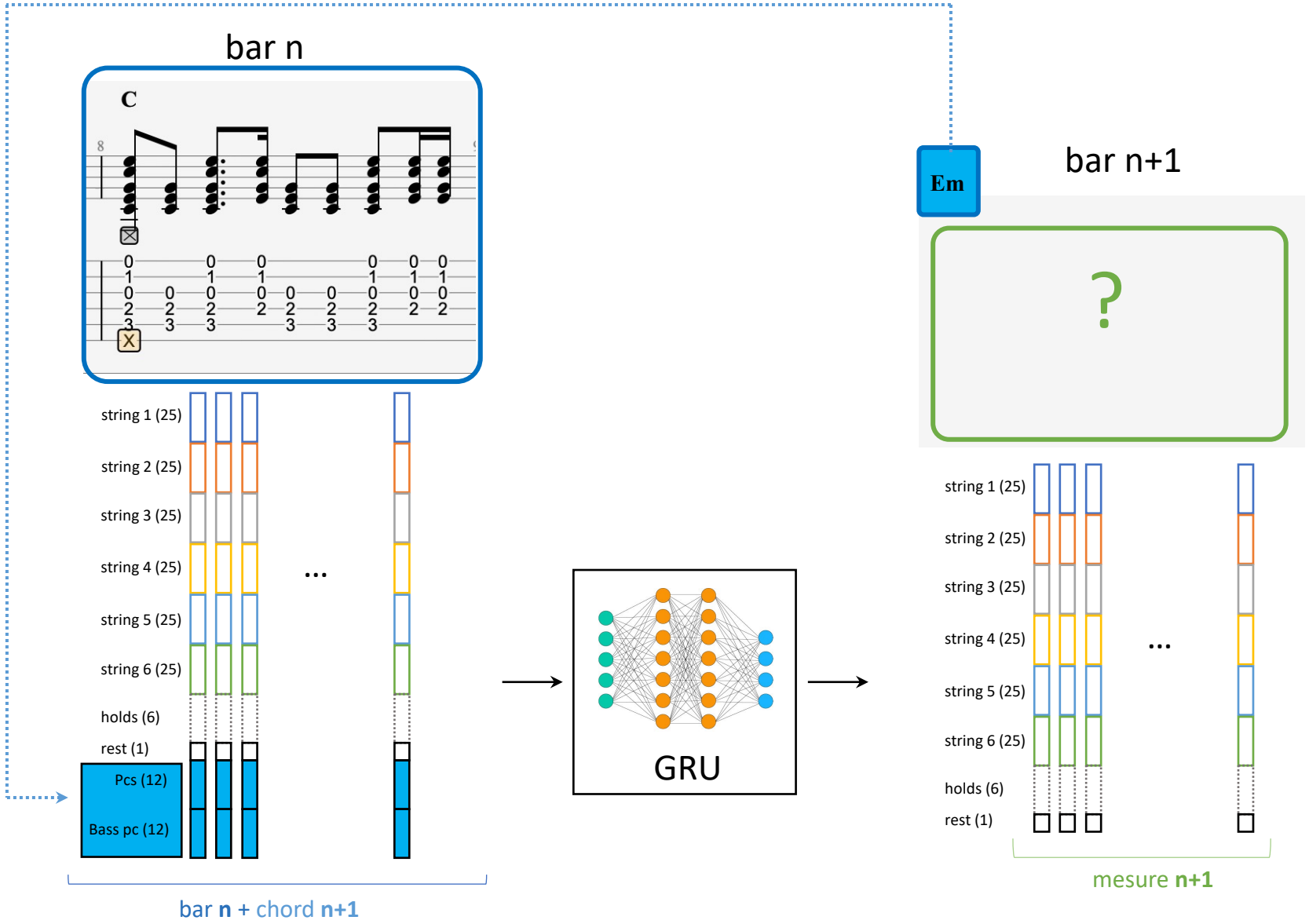


Continuation de *guitare rythmique* par **imitation de texture**

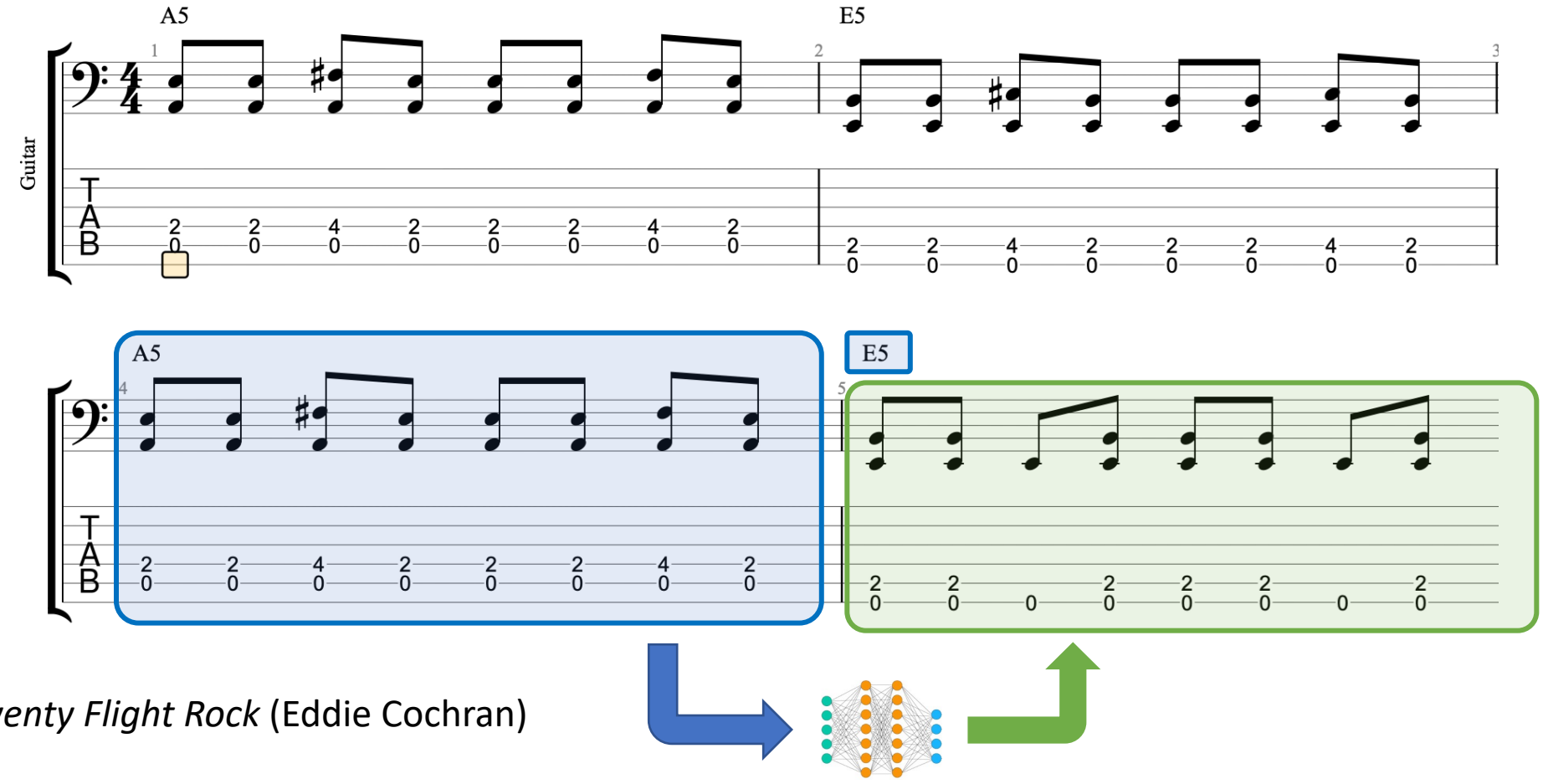
- Uniformité de la texture dans les parties de guitare rythmique
  - ⇾ Rythme, ambitus, densité, positions (cordes + frettes)



- Entraînement : ≃ 10 000 paires de mesures contigües de *guitare rythmique*

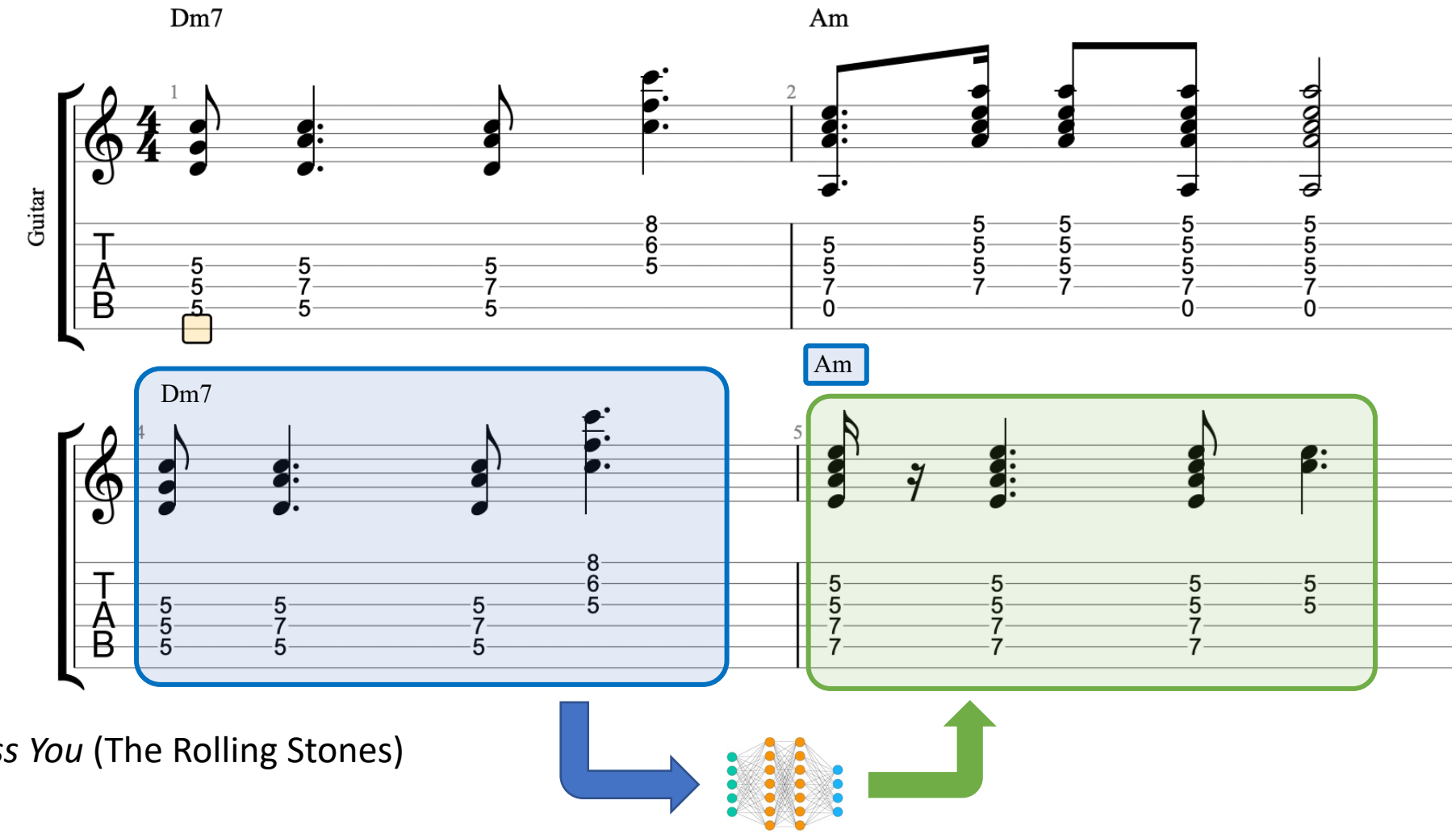

bar n
C
string 1 (25)
string 2 (25)
string 3 (25)
string 4 (25)
string 5 (25)
string 6 (25)
holds (6)
rest (1)
Pcs (12)
Bass pc (12)
...
bar n + chord n+1
GRU
Em
bar n+1
?
string 1 (25)
string 2 (25)
string 3 (25)
string 4 (25)
string 5 (25)
string 6 (25)
holds (6)
rest (1)
...
mesure n+1

Continuation de *guitare rythmique* par **imitation de texture**

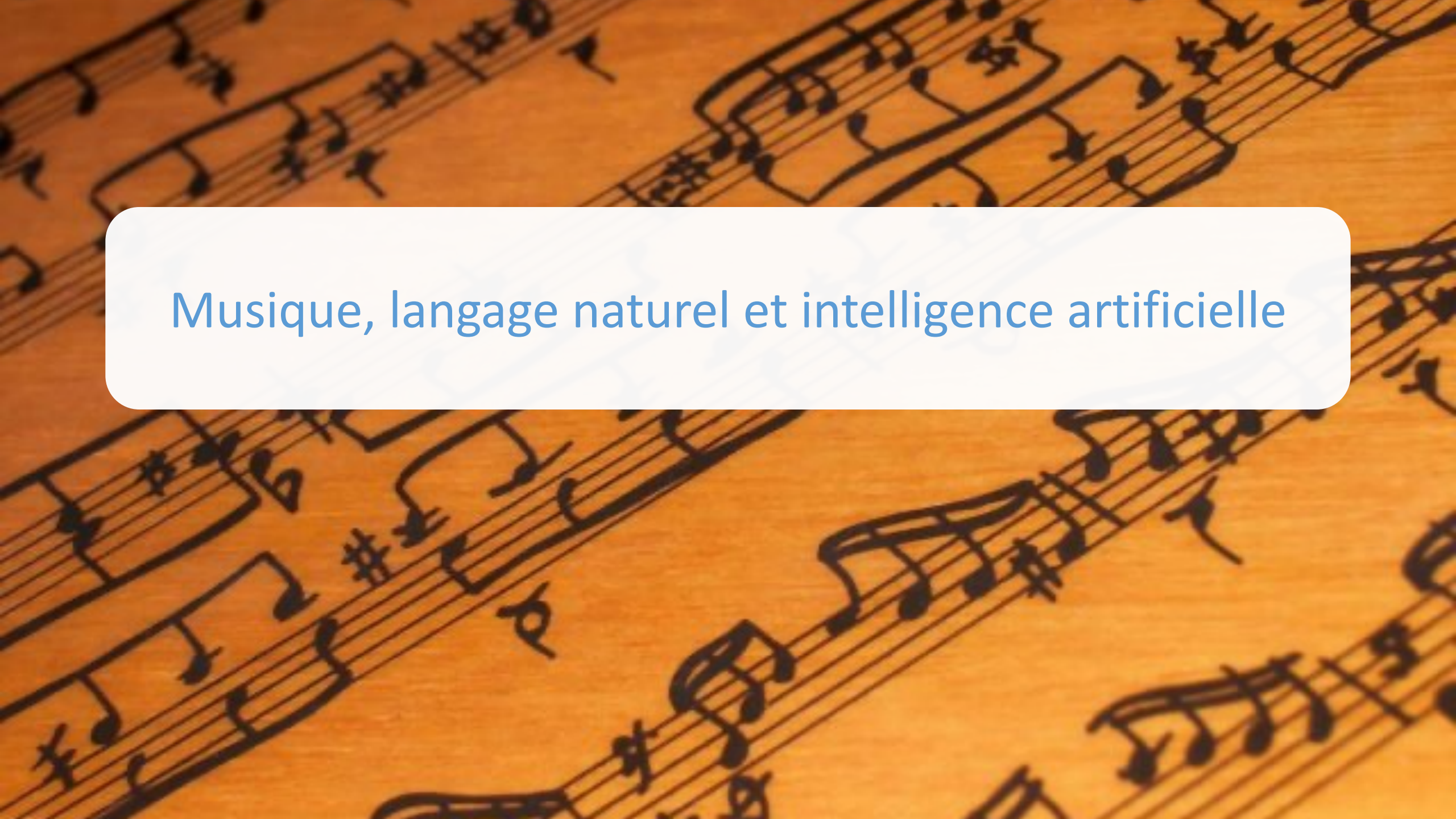


Twenty Flight Rock (Eddie Cochran)

Continuation de *guitare rythmique* par **imitation de texture**



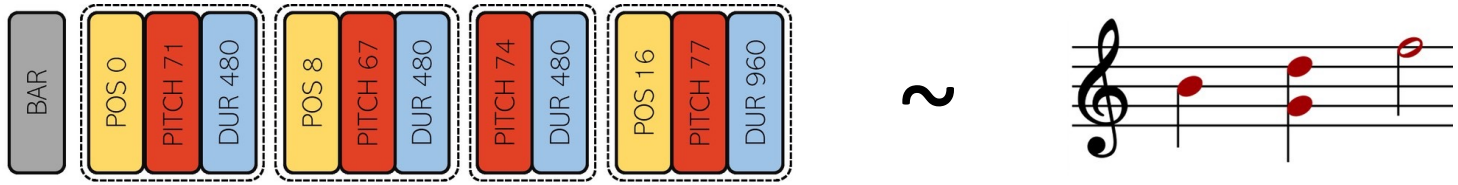
Miss You (The Rolling Stones)



Musique, langage naturel et intelligence artificielle

Représentations et algorithmes

- Adaptation/déformation de représentations



- Vers le développement d'architectures dédiées ?

Musique et langage

*« A **cadence** is an effect of temporary or permanent conclusion marking the termination of a **phrase**. »*

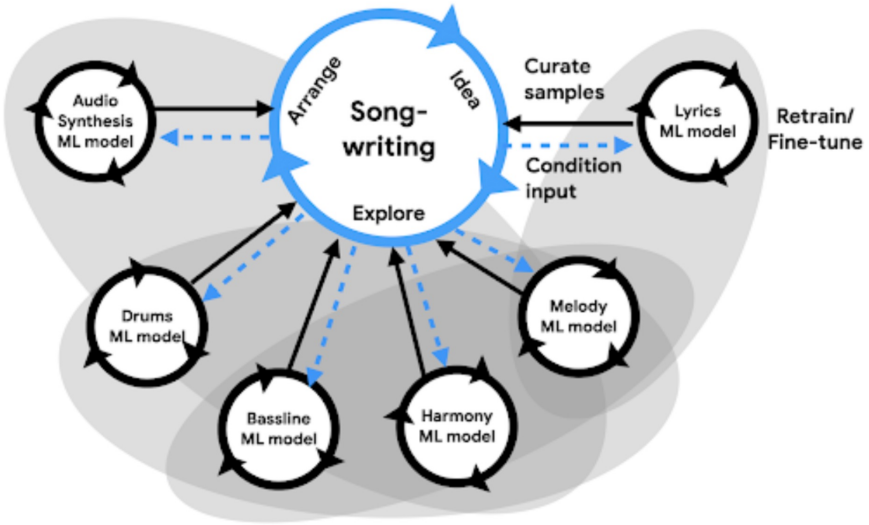
*« A **phrase** is a unit of musical structure terminated by a **cadence**. »*

- Bockman and Starr, *Perceiving Music: Problems in Sight and Sound.* 1962

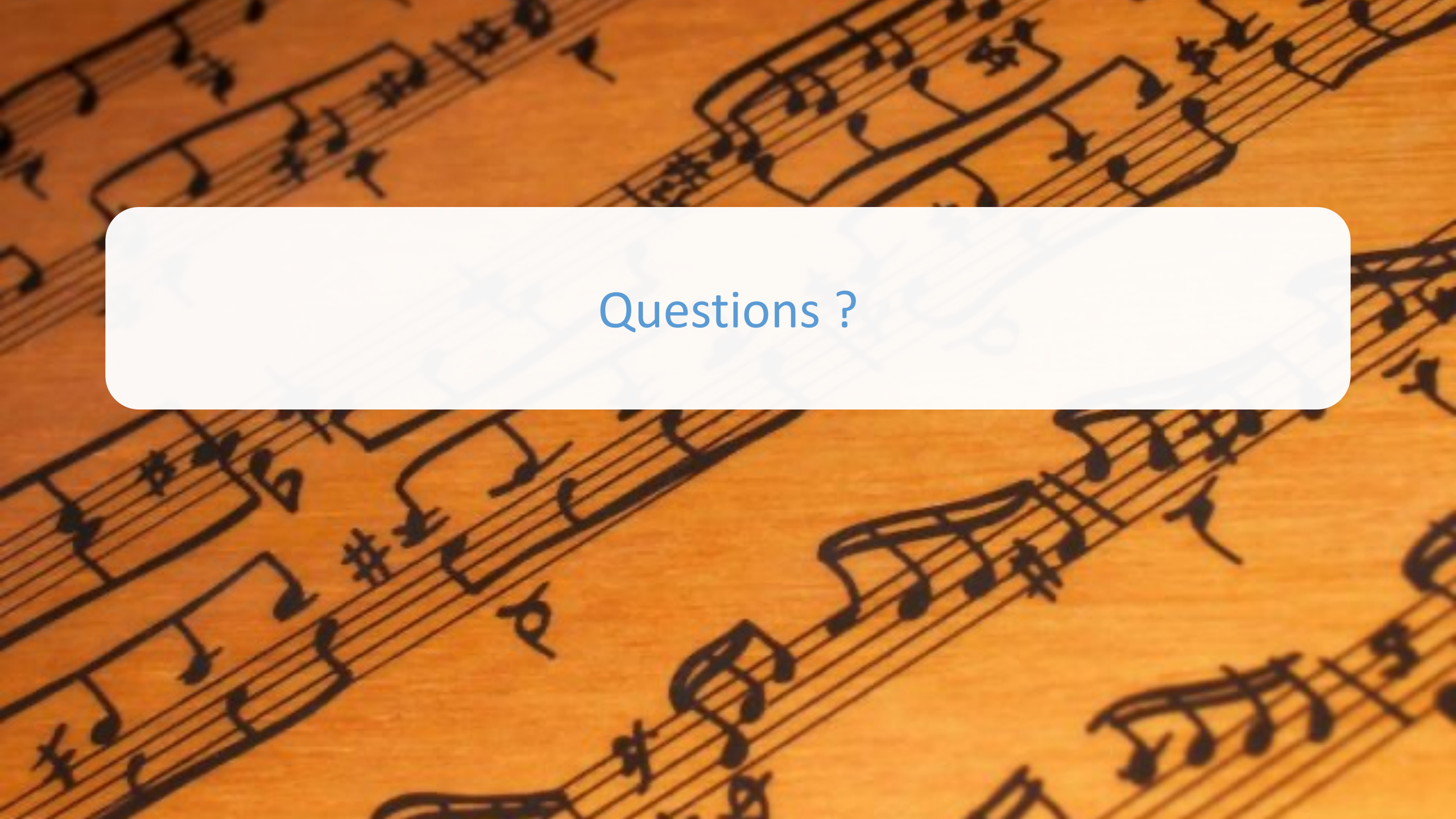
Composition musicale et Intelligence Artificielle

- L'assistance *ponctuelle* dans le processus de composition

- L'enjeu du renouvellement des pratiques de composition



- Huang et al. "AI song contest: Human-AI co-creation in songwriting." 2020


Questions ?