



Annoter, modéliser, interpréter : vers un paradigme quanti-qualitatif et collaboratif de l'analyse musicale avec Tonalities

Thomas Bottini, Anne-Emmanuelle Ceulemans, Achille Davy-Rigaux, Christophe
Guillotet-Nothmann, Marco Gurrieri

► To cite this version:

Thomas Bottini, Anne-Emmanuelle Ceulemans, Achille Davy-Rigaux, Christophe Guillotel-Nothmann, Marco Gurrieri. Annoter, modéliser, interpréter : vers un paradigme quanti-qualitatif et collaboratif de l'analyse musicale avec Tonalities. MeSSH26 (Méthodes pour les sciences sociales et les humanités), HumNum; Progedo; Campus Condorcet, Jul 2026, Aubervilliers, France. <hal-05688752>

HAL Id: hal-05688752

<https://hal.science/hal-05688752v1>

Submitted on 10 Jul 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ETALAB - Open licence



Annoter, modéliser, interpréter :

**vers un paradigme quanti-qualitatif et
collaboratif de l'analyse musicale avec Tonalities**

Thomas Bottini

Anne-Emmanuelle Ceulemans

Achille Davy-Rigaux

Christophe Guillotel-Nothmann

Marco Gurrieri

MeSSH 2026

Méthodes pour les Sciences sociales et les humanités

Campus Condorcet, 9-10 juillet 2026

IREMUS

Problème : pluralité interprétative en analyse musicale

Analyse musicale comme interprétation : les catégories analytiques (mode, tonalité, forme, etc.) dépendent de cadres théoriques historiquement situés.

Pluralité des lectures : une même œuvre peut recevoir plusieurs analyses légitimes selon les modèles et les questions mobilisés.

Défi des humanités numériques : les approches computationnelles exigent une formalisation explicite des concepts analytiques.

Un paradigme musicologique quanti-qualitatif

- Montée des approches computationnelles en musicologie appliquées au langage musical.

=> Besoin d'un **paradigme hybride et réflexif quanti-qualitatif** qui articule 3 niveaux :

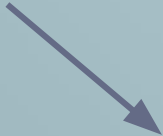
- 1- annotation humaine interprétative permettant de produire et confronter plusieurs analyses ;
- 2- modélisation formelle des concepts correspondant aussi bien à des théories contemporaines des corpus traités, que des grilles théoriques destinées à mettre en valeur différentes dimensions ;
- 3- introduction d'analyses computationnelles des données pour aider à l'interprétation des résultats.

- Hypothèse : ces niveaux peuvent se nourrir mutuellement

=> Développement de **Tonalities** comme environnement de médiation : une plateforme collaborative reliant annotation, modélisation sémantique et analyse automatisée.

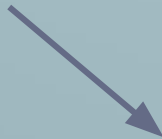
Tonalities : une plateforme d'annotation collaborative

IReMus (UMR 8223 du CNRS, Sorbonne université, BnF, ministère de la Culture)



Projet européen ***Polifonia: a Digital Harmoniser for Musical Heritage Knowledge*** (Horizon 2020 - RIA)

[<https://polifonia-project.eu>]



Tonalities [<https://data-iremus.huma-num.fr/tonalities/>]

Tonalities : une plateforme d'annotation collaborative

Le flux de travail sur **Tonalities** en trois passages fondamentaux :

1. Modélisation (ontologies OWL) de formulations théoriques identifiables et documentées ;

2. Annotation analytique =

♪ sélection d'un ou plusieurs éléments musicaux (une note ou de segments complexes, même non contigus ou imbriqués)

+

👁 association à une propriété analytique et/ou à un concept issu du modèle théorique.

Atouts :

- association récursive (un concept parent peut lui-même contenir des concepts enfants qui renvoient à des sous-ensembles) ;
- manuelle et/ou à l'aide de routines d'extraction de connaissances (notes fondamentales, cadences, tessiture, etc.).

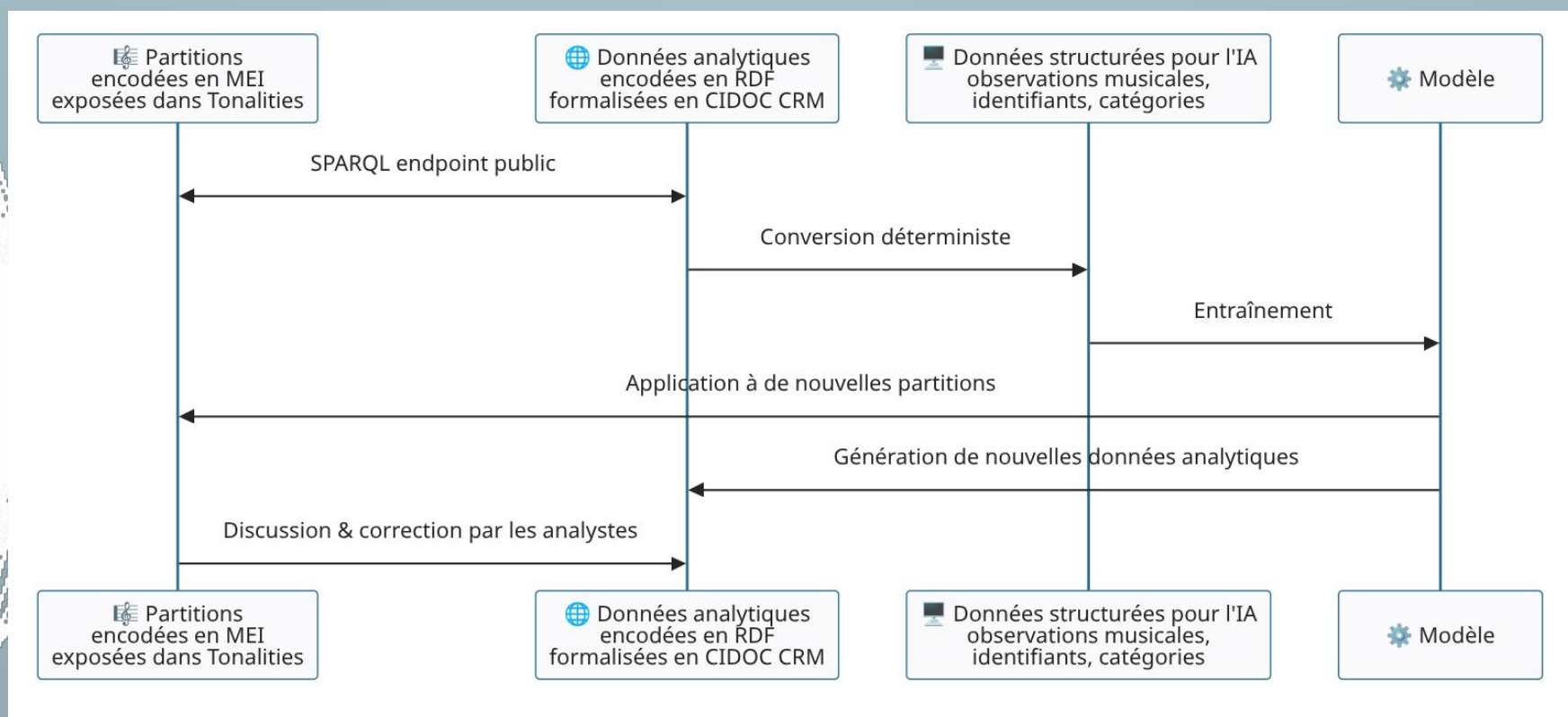
Tonalities : une plateforme d'annotation collaborative

3. Possibilité de commenter les analyses dans l'espace collaboratif, de comparer les différents points de vue et de faciliter le débat de la communauté scientifique.

Points forts :

- les commentaires sont signés et identifiables ;
- espace collaboratif au profit de projets d'équipe ;
- contextualisation des énoncés analytiques par l'argumentation, la réfutation et la comparaison ;
- possibilité d'étudier l'évolution des approches analytiques au fil des siècles.

Les annotations humaines entraînent les modèles ; les modèles produisent de nouvelles annotations ; les analystes les valident et enrichissent ainsi le savoir collectif...



Traduire l'interprétation : vers une modélisation quanti-qualitative des formes musicales

Réseau neuronal 3D :

Architecture encodeur-décodeur inspirée de la segmentation sémantique en vision par ordinateur.

Représentation multidimensionnelle :

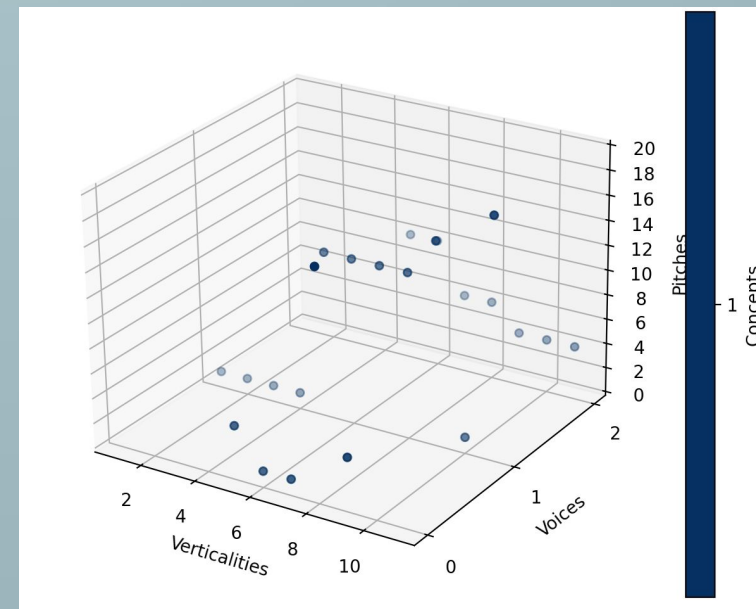
Les partitions sont converties en segments qui décrivent les événements musicaux et leurs relations.

Analyse contextuelle :

Le modèle identifie des configurations cadentielles complètes plutôt que des motifs isolés.

Génération d'hypothèses analytiques :

Les prédictions sont projetées sur la partition sous forme de propositions d'annotation.



Une boucle interprétative quanti-qualitative

Boucle d'enrichissement : Les annotations humaines entraînent les modèles, qui génèrent à leur tour de nouvelles annotations.

Amplification de l'expertise : L'automatisation augmente l'échelle sans remplacer l'analyse musicologique.

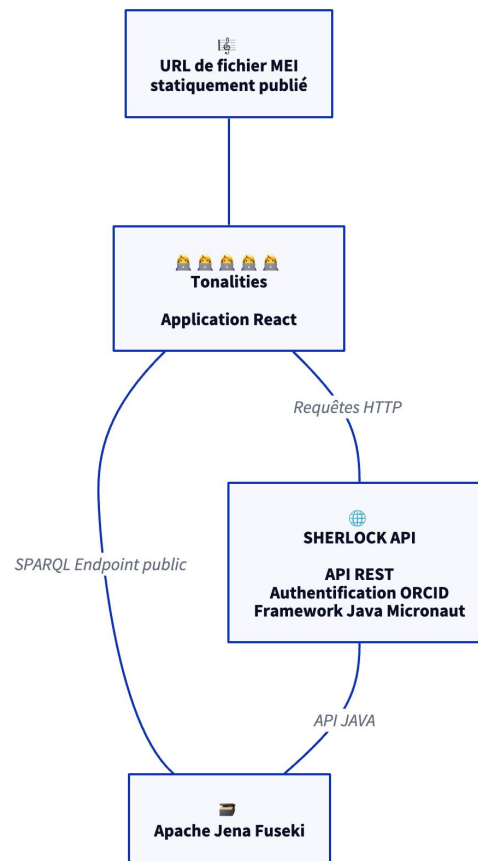
IA non neutre : Les modèles reproduisent et incorporent les cadres interprétatifs des données d'apprentissage.

Interprétations calculables : Les divergences analytiques deviennent comparables et explorables à grande échelle.

Une architecture hybride d'annotation

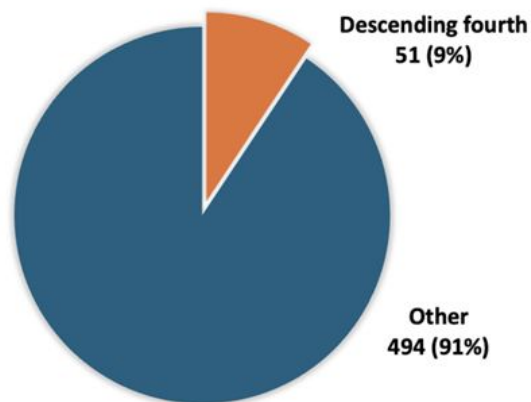
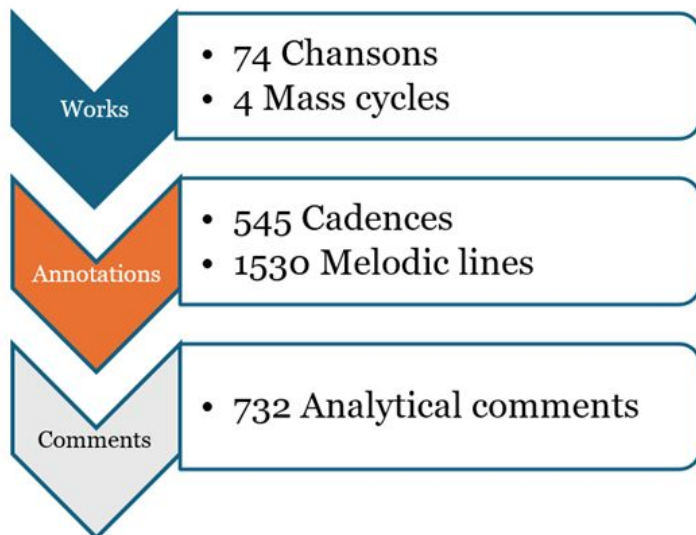
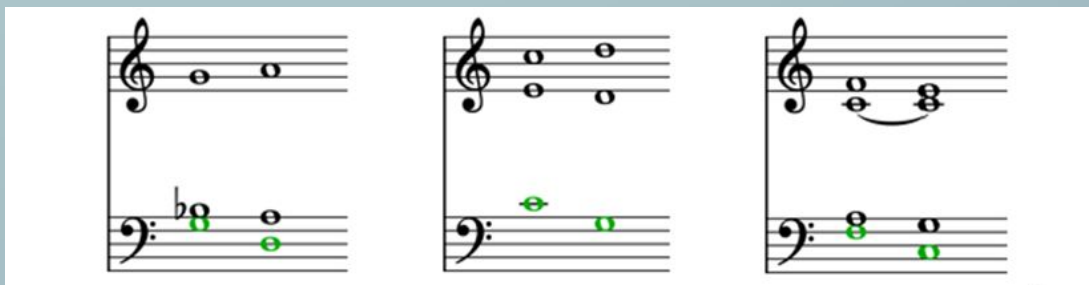
- Hypothèse de départ : les données sont 100% CIDOC CRM
 - Paradoxalement, la généricité du CRM lui permet d'exprimer des entités matérielles ou symboliques dont la structure est très complexe, en séparant nettement :
 - le structurel (assuré par les entités de bases du CRM) ;
 - et le sémantique (les connaissances métier sont représentées dans des vocabulaires externes qui viennent typer les entités structurelles du CRM).
 - Identification et formalisation extrêmement précises :
 - des zones à annoter sur la partition (structures hiérarchiques dans la source) ;
 - des apports de connaissance (« entités analytiques » également organisées de manière hiérarchique) ;
 - du contexte de l'annotation (auteur, date, cadre théorique historique, arguments...).
 - Pérennité des données (standard international dont le périmètre ne cesse de s'accroître).
 - Ce formalisme est adapté aux approches quanti/algorithmiques, car tout est explicite, et ainsi aisément calculable (qui ? quoi ? où ? comment ? quand ?).
- Toutes les données sont accessibles en lecture seule via un SPARQL endpoint.
- Application cliente (React + Verovio).
- Service Web contrôlant les requêtes d'écriture de l'application, via une API REST authentifiée (ORCID).

Une architecture hybride d'annotation



Étude de cas : les cadences à saut de quarte descendante chez Guillaume Dufay (1397-1474)

La cadence à saut de quarte descendante est bien attestée mais partiellement formalisée théoriquement à l'époque de Dufay.



Dans 40 % des cas, la cadence par chute de quarte ne peut être interprétée comme une simple variante de la cadence sur *mi* =>

analyse qualitative et confrontation des interprétations

Étude de cas : les cadences à saut de quarte descendante chez Guillaume Dufay

← Pour ce que veoir je ne puis
Selected score

Cadences FiliberGuillotelGurrieri 2023
Selected model [CHANGE](#)

Search...

Available concepts [SELECT ALL](#)

- > Cadence
- > LineFunction
- > MelodicLine
- > StepNote
- > Step



Individual with 8 items

A C Simplex
09/04/2024, 17:52

Sub-individual A =
09/04/2024, 17:53

Je ne pense pas. Je dirais que la cantans est absente et fait ré-mi, si l'on considère que ta-ré est tenorizans.

C Alitzans_a CN

Sub-individual A =
09/04/2024, 17:54

A C Bassizans_P

A Interruption !
09/04/2024, 17:53

C Interruption CN
24/03/2024, 12:39

Sub-individual A =
09/04/2024, 17:54

A La tenorizans n'est pas résolue.

...phrygienne. CN

A C Tenorizans_T

La collaboration dans Tonalities permet de confronter les interprétations et de les stabiliser par comparaison avec le corpus, ici en validant une lecture (cadence sur *mi*) généralisée à des cas analogues.

Étude de cas : les cadences à saut de quarte descendante chez Guillaume Dufay

Tonalities ne résout pas les conflits interprétatifs, mais les rend visibles, comparables et discutables à l'échelle du corpus, ouvrant la voie à des questionnements étayés sur le langage musical et l'histoire de sa théorie.

← Agnus Dei
Selected score

Search...

Available concepts

- > Cadence
- > LineFunction
- > MelodicLine
- > StepNote
- > Step

SELECT ALL

Cadences FilaberGuillotelGurrieri 2023
Selected model [CHANGE](#)

Search...

1 ... 4 ... 16

di, mun

- di, mun

- ve, do

- ve, a - - - - ve,

30

di, di,

- mi - - - - na

do - - - - mi - - - na

Individual with 11 items

Sub-individual
25/09/2024, 13:21

A C Altizans_a

Sub-individual
25/09/2024, 13:22

A C Altizans_A

Plagal CN
27/09/2024, 16:03

Sub-individual
25/09/2024, 13:21

A C Tenorizans_T

A C Simplex
25/09/2024, 13:21

Sub-individual
25/09/2024, 13:22

A C Bassizans_P

Conclusions et perspectives

Analyse non neutre : L'analyse musicale repose sur des cadres théoriques situés et interprétatifs.

Apport de Tonalities : Articulation inédite entre annotation humaine, modélisation sémantique et calcul.

Résultats méthodologiques : Passage à l'échelle, comparabilité des analyses, et formalisation des divergences.

Résultats épistémologiques : L'IA reproduit des choix interprétatifs et rend les modèles explicites et pluriels.

Résultats musicologiques : Mise en évidence de régularités et de limites théoriques à partir de corpus annotés : dans le cas de Dufay, la cadence à saut de quarte est majoritairement liée à la cadence sur *mi* (ca.60 %), tout en résistant à une modélisation univoque (ca.40 % de cas divergents).

Pérennité des données : exprimer avec l'ontologie CRMdig les exécutions de processus computationnels, les données qu'ils prennent en entrée et les données qu'ils génèrent, afin de documenter et archiver les expérimentations.

Ouvertures : Extension aux données audio, aux performances et à d'autres dimensions du fait musical.