

VERS UNE PRÉSERVATION PÉRENNE DU RÉPERTOIRE DES ŒUVRES MUSICALES AVEC ÉLECTRONIQUE : DÉVELOPPEMENT DU SYSTÈME ANTONY

Malena Fouillou^a, Serge Lemouton^b, Laurent Pottier^c, Jacques Warnier^a, Thomas Bottini^d, Alain Bonardi^e

^aConservatoire National Supérieur Musique et Danse de Paris

^bIrcam – CGP

^cECLLA-UJM

^dIReMus

^eCICM/Musidanse - Université Paris 8

RÉSUMÉ

2025 est une année consacrée au développement de la plateforme Antony destinée à la préservation, la documentation collaborative et la diffusion des œuvres musicales avec électronique. Dans cet article nous présentons les principes et les choix techniques qui ont présidé au développement de cette plateforme.

1. CONTEXTE

1.1. Pourquoi ?

L'expérimentation et la création musicales se sont largement appuyées, depuis la seconde moitié du XXe siècle, sur le développement des technologies électroniques et numériques. Un corpus de milliers d'œuvres de musiques mixtes, notamment, a déjà été constitué, utilisant des techniques et des technologies extrêmement diverses. Les acquis de cette révolution qui touche aux supports de la création musicale n'ont toutefois pas la garantie d'être pérennes.

Intrinsèquement liée à la durée de vie de logiciels en perpétuelle évolution et de langages de programmation non-interopérables, la sauvegarde d'une œuvre mixte ne dépend souvent que de la capacité de rares personnes, réalisateurs-ice-s en informatique musicale ou compositeur-ice-s, à mettre à jour les programmes développés (« patches ») au gré de la reprise de l'œuvre, conditionnant ainsi sa pérennité à ses interprétations. À ces difficultés inhérentes aux formats des œuvres utilisant des technologies numériques s'ajoute une problématique de conservation et de diffusion : à l'exception de la base de données Sidney [1], archive numérique des œuvres mixtes créées à l'Ircam, un nombre très réduit d'initiatives institutionnelles pérennes n'ont pas permis d'organiser systématiquement la conservation des patches tant pour leur sauvegarde que pour leur mise à disposition des artistes et des chercheurs. Le groupe de travail Antony, financé de janvier 2018 à décembre 2019 par l'Association Francophone d'Informatique Musicale (AFIM), se consacre à l'« Archivage col-

laboratif et préservation créative des œuvres de musique informatique » [2]. Il a fait le constat suivant : les technologies utilisées dans le cadre des créations musicales utilisant les technologies numériques (à l'instar de l'ensemble des technologies numériques qui constituent notre environnement contemporain) se transforment sur des temps de plus en plus courts, ce qui ne permet pas d'établir une traduction et une transmission des savoirs et des pratiques.

Le projet Antony est né en réponse au risque important qui pèse sur un pan entier du patrimoine musical des dernières décennies. Il s'agit d'une application Web permettant à la fois la sauvegarde, la documentation, le versionnage et la mise à disposition des composantes électroniques d'œuvres musicales utilisant des technologies numériques. L'enjeu de ce projet est donc de lutter contre le caractère éphémère de ces musiques. La rejouabilité des œuvres est une condition nécessaire à la possibilité de leur diffusion, de leur mûrissement et à l'établissement d'un répertoire musical.

1.2. Quoi ?

Le nom du groupe de travail [3] et du projet de plateforme a été choisi en hommage à David Wessel (compositeur disparu en 2014) et dont l'œuvre Antony [4], réalisée en 1977 sur un ordinateur DEC PDP 11 dans un Ircam encore en préfiguration, a été créée à l'International Computer Music Conference (ICMC) 1977 à San Diego. C'est la plus ancienne œuvre documentée dans la base de données Sidney de l'Ircam. Les travaux du groupe de travail Antony ont donné lieu à la réalisation d'un prototype logicielle qui a été présenté à la Maison des Sciences de l'Homme Paris-Nord en 2021 lors d'un colloque international « Antony - Préservation collaborative pour la musique avec électronique »¹ qui avait permis de réunir la communauté des acteurs s'intéressant à la sauvegarde de

1. <https://www.mshparisnord.fr/event/colloque-international-antony-preservation-collaborative-pour-la-musique-avec-electronique/2021-10-21/>

ces musiques. Ce colloque a également permis une prise de conscience des institutions culturelles de la nécessité d'agir pour préserver ce patrimoine en danger.

L'année 2025 est consacrée au développement d'une version opérationnelle d'Antony, grâce à un financement du Fonds d'accompagnement à la transformation numérique et à la cybersécurité (FTNC) du Ministère de la Culture. Ce développement est confié à la société Logilab sous la responsabilité du Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris.

2. CAHIER DES CHARGES

Les paragraphes suivants énumèrent et décrivent les onze points sur lesquels reposent le cahier des charges du projet Antony. Ces points expriment les caractéristiques et les choix qui président au développement du projet.

2.1. Ouvert

Le logiciel s'appuie exclusivement sur des technologies libres, standards et éprouvées, bénéficiant d'une communauté active et d'une documentation complète. Son code source est publié en Open Source sous licence AGPL. Son interopérabilité est assurée par une API documentée, permettant notamment l'échange avec d'autres bases de données telles que MusicaSearch du consortium Musica2/HumaNum ou la base de données Sidney de l'Ircam. Le système privilégie systématiquement les formats de données ouverts et documentés, en évitant toute dépendance à des services propriétaires.

2.2. Un système dynamique

Antony doit permettre la mise à jour incrémentale des éléments déposés dans la base de données, qui évoluent continûment selon les différentes versions des œuvres. Il doit également permettre de suivre l'évolution des logiciels que ces œuvres utilisent, si l'on veut pouvoir continuer à les jouer.

2.3. Pérennité

La pérennité du système repose sur une approche globale. Au niveau des données, le système doit permettre des sauvegardes périodiques à long terme sur les serveurs d'Huma-Num (Nakala), de la BNF, avec un dispositif de backup sur des datacenters géographiquement distincts assurant la traçabilité et l'intégrité des données. L'architecture technique est conçue de manière modulaire pour faciliter la maintenance et l'évolution du système. Les technologies Open Source retenues présentent des garanties de pérennité à travers leur communauté et leur documentation. Un protocole de mise à jour de sécurité doit être établi sur le long terme. Le code source est structuré selon les bonnes pratiques de développement et accompagné de tests automatisés couvrant les fonctionnalités principales.

D'autre part, l'engagement institutionnel a permis de pérenniser un financement de fonctionnement de la plateforme Antony pour prendre en charge les coûts d'hébergement et de maintenance.

2.4. Innovant dans son développement

Le développement du projet utilise des modèles et des méthodes de développement innovants, afin de fournir une API-Rest documentée et se conformer aux standards du web sémantique. Un export RDF en CIDOC CRM est prévu. La gestion des fichiers est prise en charge par l'Object Storage Minio.

2.5. Standards, Ontologies/Thesaurus

La refonte d'Antony s'appuie sur une réécriture du modèle conceptuel originel selon les propriétés et les relations de l'ontologie CIDOC CRM [5], étendue par les ontologies DOREMUS [6] et FRBRoo/LRMoo [7]. Le CIDOC CRM est une ontologie standard dans le champ du patrimoine, des musées, de l'archéologie, des sciences, et plus récemment de la recherche en lettres et sciences humaines et sociales. Sa présence toujours croissante dans les milieux culturels, scientifiques et artistiques est due d'une part à sa longévité (elle est un standard ISO depuis presque vingt ans), et d'autre part à son caractère générique et abstrait, qui la rend opérationnelle et conceptuellement féconde dans ces domaines d'activité. Sa promesse est ainsi de proposer une manière commune de représenter les objets physiques/sémiotiques/conceptuels, les phénomènes historiques et sociaux, et toute forme d'activité humaine avec leur contexte.

Le consortium Musica2 d'Huma-Num a pour objectif de communiquer auprès de la communauté musicologique francophone sur les apports heuristiques du CRM et sur sa mise en œuvre pratique dans les projets de bases de données. L'enjeu pour le CNRS est de positionner le CRM comme langage conceptuel commun pour la modélisation et la documentation des objets étudiés et produits par les musicologues, afin de réaliser l'interopérabilité conceptuelle et technique de données sous-jacentes. En tant qu'ontologie abstraite et générique, le CIDOC CRM n'a pas vocation à inventorier et caractériser l'ensemble des objets propre à notre domaine métier (« compositeur », « RIM », « version d'une œuvre musicale », « patch Max », « fichier Faust », « concert », « Yamaha DX7 », etc.). Ces entités métier seront ainsi toutes modélisées avec des classes génériques du CRM (« Personne », « Objet informationnel »), mais le CRM encourage leur typage avec des thésaurus qui fixent la sémantique des entités propre à chaque métier. Ainsi, Antony produira des thésaurus pour inventorier les concepts, les notions, les types et les mots spécifiques aux domaines qui le concernent, et les mettra à disposition de la communauté sur l'instance Opentheso publique d'Huma-Num.

Ainsi la démarche de modélisation s'appuie-t-elle sur deux dimensions toujours en dialogue : la caractérisation et l'organisation des choses (avec une ontologie) et l'inventaire des mots qui désignent ces choses et leur affecte une sémantique partagée (avec des thésaurus). Sur le plan de la gestion de projet, cette distinction est vertueuse car elle autonomise le travail sur les mots/types/concepts lié au développement logiciel réalisant la logique de l'application : les acteurs spécialistes du métier peuvent gérer leurs thésaurus dans un outil autonome et les valoriser dans leurs communautés indépendamment du processus de construction de l'application, que les développeurs iront consommer pour nourrir les écrans.

2.6. Collaboratif, démarche participative, publics visés

Antony s'adresse à une grande diversité de compétences, à des contributeurs de différentes professions (RIMs, musiciens, interprètes, compositeur-ice-s, organisateur-ice-s, éditeur-ice-s, etc...). L'interface de la plateforme doit permettre à plusieurs acteur-ice-s de travailler simultanément sur la même version d'une œuvre. Il s'agit d'un projet dont l'ambition est d'encourager la participation d'acteur-ice-s appartenant à des communautés variées afin d'ouvrir le plus largement les répertoires des œuvres et des pratiques utilisant des moyens électroacoustique ou d'informatique musicale. Un objectif avoué du projet est de construire un modèle permettant de répondre aux besoins d'acteur-ice-s appartenant à des répertoires artistiques différents de celui des productions actuellement stockés sur Sidney.

2.7. Gestion des droits, enjeux légaux

Étant donné qu'Antony est destiné à stocker, documenter et offrir la possibilité de diffuser des œuvres musicales reposant sur des droits d'auteurs, des droits voisins d'interprète et des responsabilités d'éditeurs de musique, cet outil permettra une gestion des droits numériques (DRM). Son interface présentera des Conditions générales d'utilisation en conformité avec la législation du droit d'auteur, pour savoir déjà si un déposant a les droits de le faire et permettre de gérer les droits voisins sur les enregistrements, les patches et logiciels, des interprètes et des RIM (réalisateur-ice en informatique musicale), ainsi que les licences sur les logiciels et sur les documentations produites sur la plateforme. La gestion des droits d'accès sera stricte et différenciée en fonction du statut des utilisateurs (administrateur, responsable d'institution déposante, reviewer, documentaliste, public en simple consultation). Les droits au téléchargement des éléments électroniques d'une pièce seront conditionnés aux droits des utilisateurs de la base de données.

2.8. Documentation

La documentation permet d'accompagner le projet à plusieurs niveaux complémentaires. Pour les utilisateurs, le système présente un mode d'emploi en ligne détaillant

les recommandations et bonnes pratiques pour documenter les œuvres. La page d'accueil propose un formulaire pour contacter les administrateurs ainsi que des ressources pédagogiques. La documentation technique couvrira l'architecture du système, son API, les procédures de déploiement et d'exploitation. Elle intégrera également l'historique et la justification des choix techniques, facilitant ainsi la compréhension et l'évolution future du projet. Un guide de contribution au code source complétera l'ensemble, permettant l'implication d'autres développeurs dans le respect des standards établis. Cette documentation évoluera tout au long du projet en collaboration avec le Conservatoire et ses partenaires, assurant ainsi sa pertinence et son utilité pour les différents publics concernés.

2.9. Accessible

Les utilisateur-ric-e-s majoritaires n'étant pas technophiles, l'accent est mis sur l'ergonomie du système d'administration en proposant une interface séduisante et réactive ainsi qu'une version réactive (responsive) et mobile du projet.

2.10. Sécurisé

Pendant la phase de développement, le code est passé en revue et validé par des pairs. Dans le cadre d'une CI/CD, il est prévu de mettre en place des scan automatiques SAST et DAST pour réaliser une veille sur des brèches de sécurité potentielles. Des environnements séparés de développement, de tests et de production sont également prévus. Lors de la livraison, l'outil doit répondre à un audit de sécurité via des pentest et scan de vulnérabilité.

2.11. Frugal, au bilan carbone raisonné

Des solutions doivent être proposées pour répondre aux exigences de sobriété demandée pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il est prévu d'éviter le stockage des captations audio et vidéo haute-définition pour la partie documentaire d'Antony lorsque ces captations existent sur d'autres plateformes, de chasser les fichiers redondants en les partageant s'ils sont communs à plusieurs pièces ou plusieurs versions d'une pièce, ou encore de stocker en données froides les données non exploitées, avec des solutions d'accès adaptées. La société Logilab² a été choisie car elle met en œuvre des bonnes pratiques de sobriété numérique comme l'hébergement des données par des fournisseurs français, le partage et le recyclage des ressources informatiques ou encore la limitation des déplacements.

3. ANTONY 2025

3.1. Modèle de données

Le modèle de données utilisé, et représenté Figure 1, repose sur une rationalisation et un généralisation du modèle de données de Sidney [8]. Ce modèle est conçu de façon à

2. <https://www.logilab.fr/societe>

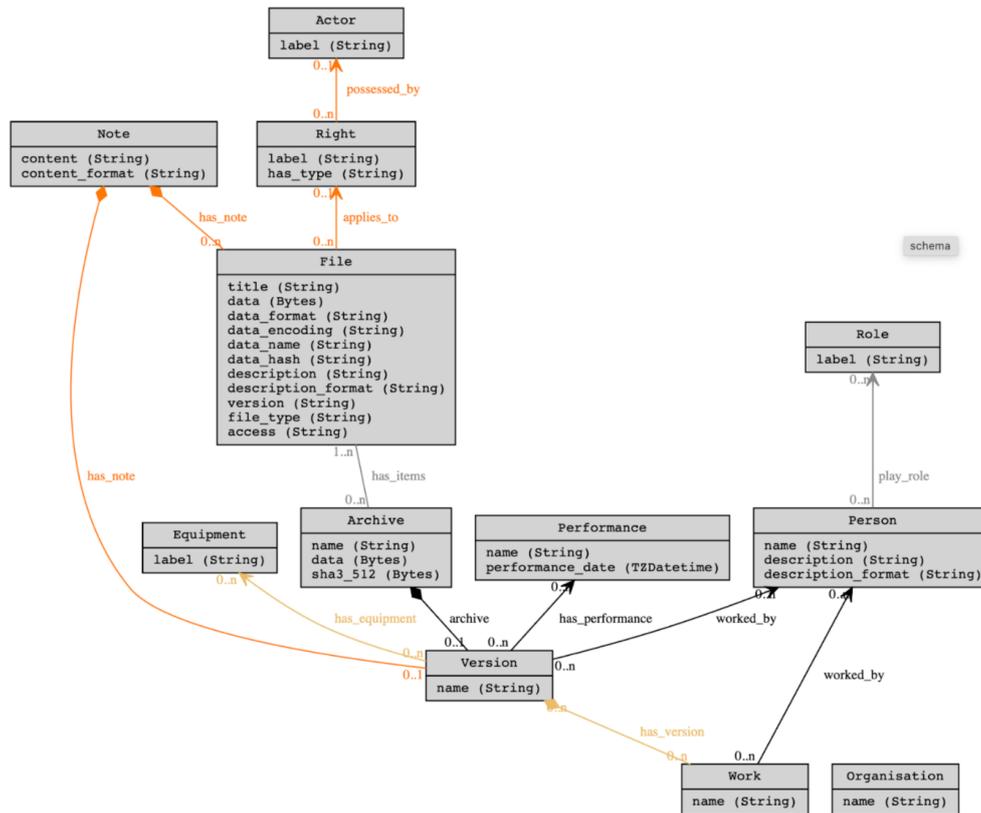


Figure 1 – Modèle de données d'Antony

permettre une exportation des métadonnées répondant aux ontologies standards du domaine décrites précédemment.

3.2. Planning 2025

La convention signée entre le Ministère de la culture et le CNSMDP fixe un planning (voir Figure 2) sur une année de janvier 2025 à janvier 2026.

Une fois les rôles définis, la liste des tâches inventoriées, la procédure de marché public pour choisir un prestataire faite, voici schématisé ci-après le déroulement du projet. Une première moitié de l'année est consacrée au développement d'une version beta d'Antony. C'est une version vouée aux tests à mener auprès de la communauté des musiques électroniques. Ces tests portent sur les procédures

de créations de compte et de statut d'utilisateur. Ils portent également sur les fonctionnalités de dépôts et gestions des fichiers, de leur documentation en mode collaboratif, de la gestions des droits. Ils permettent de confronter le modèle de données à la description de la multitude des pratiques musicales et pourquoi pas à d'autres univers du monde du spectacle vivant utilisant des technologies numériques. Une fois analysés les retours utilisateurs courant juillet, il est prévu la finalisation de la version 1 pour un déploiement fin 2025. Deux rendez-vous avec le ministère sont prévus ; un point d'étape sur le projet le 17 juin et l'autre le 17 janvier 2026 pour rendre compte et pour clore l'année.



Figure 2 – Planning du développement d'Antony sur l'année 2025

3.3. Projet participatif : répertoires musicaux, publics visés

Puisqu'Antony s'adresse à des acteurs appartenant à des communautés professionnelles variées (RIMs, musicologues, interprètes, compositeur-ice-s, organisateur-ice-s, éditeur-ice-s, etc.), l'interface permet à plusieurs acteurs de travailler simultanément sur une même version. Un objectif avoué du projet est de construire un modèle permettant de répondre aux besoins d'acteurs appartenant à des répertoires artistiques différents de celui des productions actuellement stockés sur Sidney.

3.4. Gouvernance - ou comment est organisé Antony

L'enjeu patrimonial du projet a nécessité de mobiliser différentes institutions culturelles. Celles-ci ont répondu présent et ont statué sur le constat de péril auquel est voué le répertoire utilisant des dispositifs technologiques et sur la nécessité de désigner parmi elles un porteur de projet pour héberger le projet, d'accepter la solution Antony et d'en financer le développement et le fonctionnement récurrent. D'autre part Antony est porté par le consortium Huma-Num Musica 2 qui permet d'interroger une communauté élargie de chercheurs dans les domaines de toutes les musiques avec dispositif. C'est l'occasion d'ouvrir Antony à d'autres expressions musicales avec dispositifs électroniques que la musique mixte. C'est aussi un soutien conceptuel de nommage et de description des objets stockés dans le dispositif.

Le schéma relationnel représenté Figure 3 décrit l'organisation du projet. Le CNSMDP, représenté par sa directrice Emilie Delorme, est porteur et hébergeur du projet. Le lien avec le financeur, le service numérique du Ministère de la culture, est une convention FTNC (Fond d'accompagnement à la numérisation et à la cybersécurité) jusqu'en janvier 2026. Un comité de suivi réunissant les institutions culturelles partenaires, se compose de la DGCA, de la MMC, de la Sacem, de la BNF, du CEMF, de l'Ircam et du CNSMDP. Le bureau coordonne le projet. Il émane du groupe de travail Antony créé en 2018. Le groupe éditorial est prévu pour administrer et gérer la modération de la plateforme. Des groupes de travail sont montés en fonction des thématiques telles que les droits d'auteurs, le développement des thésaurus ou encore le travail sur le modèle de données.

4. PERSPECTIVES

Au cours de l'année 2025, le développement et le beta testing du site Antony sera l'occasion de rassembler et de fédérer une communauté internationale d'utilisateurs concernés par la préservation, la diffusion et la mise à jour des dispositifs logiciels et matériels nécessaires à la performance des musiques faisant appel à des moyens informatiques et électroacoustiques. La liste de diffusion pu-

blique « antony-news »³ permet de suivre l'avancement du projet et de participer aux tests du prototype en ligne, en mettant à disposition les instructions suivantes : création d'un compte, CGU et rappel juridique, attente de l'équipe de développement. Un mode d'emploi de la plateforme est intégrée à la page d'accueil. Il est prévu de mettre en place un questionnaire pour recueillir les remarques des utilisateurs/testeurs concernant la facilité de connexion pour la création de compte de login, les bugs rencontrés, l'ergonomie de la plateforme, la simplicité et la compréhension de son fonctionnement. Nous souhaitons également recueillir l'avis des utilisateurs extérieurs concernant la capacité du modèle Antony à décrire d'autres champs musicaux ou d'autres pratiques artistiques utilisant des technologies.

5. CONCLUSION

Les solutions telles que Sidney à l'Ircam ou Antony ici sont incomplètes bien sûr d'un point de vue archivistique. Mais nous avons affaire à un objet si particulier qu'il a demandé de faire un pas de côté. Notre objet d'étude est un ensemble de fichiers numériques multiple et disparate, unique, dont le sens dépend d'un environnement technologique et de pratiques-métiers capables de les mettre en œuvre. Quelques années d'évolution de ces technologies et l'oubli des pratiques de mise en œuvre rendent notre archive numérique inutilisable. Cette archive étant la partie électronique d'œuvres musicales, si elle n'est plus fonctionnelle, l'œuvre qu'elle accompagne ne peut plus être jouée.

Antony propose donc une solution d'archivage de l'ensemble des fichiers nécessaires pour jouer l'électronique d'une œuvre musicale utilisant des technologies audio-numériques. Antony permet d'inventorier en détail l'ensemble des fichiers versés pour une archive et d'y associer un identifiant, un droit, et une documentation. Antony propose de documenter la mise en œuvre du dispositif électroacoustique fonctionnant avec cette archive. Antony décrit les contextes, les pratiques techniques, les rôles, les instruments, les logiciels, les fonctions au plus juste, nécessaires pour jouer les œuvres. Antony, outil collaboratif, permet à plusieurs acteurs experts d'abonder la documentation pour qu'elle soit le plus explicite possible. Il est en effet primordial car jusque-là rien d'extravagant du point de vue archivistique. Mais un jour, l'archive disponible n'est plus jouable intégralement. Il faut modifier certaines choses pour s'adapter à la disparition de certains logiciels jusque-là utiles au jeu de l'œuvre. Antony offre la possibilité de créer une nouvelle version de l'archive. C'est une nécessité qui bouscule les usages bien sûr mais c'est la solution défendue par Antony, ou Sidney, que certains appelleront la préservation créative des œuvres.

3. <http://listes.Ircam.fr/sympa/info/antony-news>



Figure 3 – Organisation du projet Antony

Références

- [1] Lemouton S. Bonardi A. Pottier L. et Warnier J. "On the Documentation of Electronic Music". *Computer Music Journal*, 2019.
- [2] Bonardi A. Pottier L. Warnier J. Lemouton S. et Pellerin G. "Archivage Collaboratif et Préservation Créative Rapport Final du Groupe de Travail 2018/19". Technical report, Association Francophone d'Informatique Musicale, 2020.
- [3] Lemouton S. Bonardi A. Pottier L. et Warnier J. "Présentation du groupe de travail AFIM "Archivage collaboratif et préservation créative" . *Actes des Journées d'Informatique Musicale (JIM 2018)*, Amiens, p. 11-12 , 2018.
- [4] MacCallum J. GoodheartM. et Freed A. "Antony : A Reimagining". *Conference Paper, International Computer Music Conference*, 2015.
- [5] ICOM CIDOC. "CIDOC CRM Special Interest Group. Classes & Properties Declarations of CIDOC-CRM version : 7.1.3", 2025.
- [6] Cecconi C. Leresche F. Voisin M. Choffé P. Delahousse J. Destandau M. Le Meur T. et Puyrenier F. "Documentation du modèle DOREMUS (Version 1.1)". Bibliothèque Nationale de France (Paris), 2024.
- [7] ICOM CIDOC. "International Working Group on FRBR/CIDOC CRM Harmonisation. Classes & Properties Declarations of LRMoo version : 1.0", 2025.
- [8] Lemouton S. et Goldszmidt S. "La préservation des œuvres du répertoire IRCAM : Présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel". *Journées d'Informatique musicale*, 2016.