HAL
open science

La préservation des œuvres du répertoire IRCAM : Présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel

Serge Lemouton, Samuel Goldszmidt

To cite this version:

Serge Lemouton, Samuel Goldszmidt. La préservation des œuvres du répertoire IRCAM : Présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel. Journées d'Informatique musicale, 2016, Albi, France. hal-01944619

HAL Id: hal-01944619

https://hal.science/hal-01944619

Submitted on 4 Dec 2018

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.

LA PRESERVATION DES ŒUVRES MUSICALES DU REPERTOIRE DE L'IRCAM :

PRESENTATION DU MODELE SIDNEY ET ANALYSE DES DISPOSITIFS TEMPS REEL

Serge Lemouton
IRCAM-CGP
lemouton@ircam.fr

Samuel Goldszmidt
IRCAM-CGP
goldszmidt@ircam.fr

RÉSUMÉ

La durabilité des œuvres de musique avec dispositif électronique temps réel est une question cruciale aujourd'hui. Si l'on veut que les œuvres utilisant des technologies d'informatique musicale continuent à vivre, quelles pratiques doit-on mettre en œuvre en vue de préserver la possibilité de jouer ces œuvres dans les années futures, dans un contexte d'obsolescence technologique sans cesse accélérée ?

Puisque depuis plus d'une dizaine d'années, l'Ircam (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) a développé des systèmes de bases de données destinées à archiver, préserver et documenter les œuvres de son répertoire, on a désormais la possibilité de considérer l'ensemble des programmes informatiques de ces pièces comme un corpus sur lequel on peut avoir une vue d'ensemble synthétique voire même statistique…

Dans cet article, nous présenterons, dans un premier temps, une introduction au système de conservation des œuvres du répertoire utilisé à l'Ircam. Ensuite, nous évoquerons des outils permettant l'exploration statistique des contenus de ces archives.

1. UN CORPUS D'ŒUVRES AVEC DISPOSITIF ELECTRONIQUE : LE REPERTOIRE IRCAM

Parmi les nombreuses missions de l'Ircam, la création musicale est essentielle. Ce qui caractérise principalement les œuvres créées à l'Ircam est la notion de dispositif électronique lié à l'œuvre. Au fil du temps, les créations se sont succédées, générant un corpus d'œuvres que l'on peut étudier en tant que répertoire. Les nombreux compositeurs (on en compte environ 180, d'une cinquantaine de nationalités différentes) qui sont passés par l'Ircam se sont tous positionnés d'une façon ou d'une autre par rapport à la notion de temps réel et plus généralement de dispositif électronique.

D'un point de vue quantitatif, en 40 ans d'existence (de 1976 à 2016), 726 œuvres y ont été produites (soit une moyenne de 18 pièces/an). Environ 3/4 de ces œuvres relèvent de la catégorie "temps réel". 95% des œuvres temps réel sont programmées à l'aide d'un logiciel, Max (anciennement Max/MSP, initialement développé à l'Ircam, aujourd'hui commercialisé par Cycling 74).

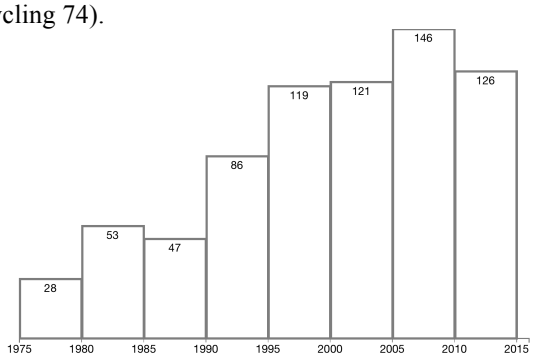

Illustration 1 : Nombre de créations à l'Ircam.

2. PRESERVER LE TEMPS REEL

A l'époque des œuvres pionnières du temps réel musical, personne ne se posait les questions de la diffusion après la création et de la préservation de ces musiques. Les œuvres qui étaient reprises étaient transmises de façon orale. On s'est rendu compte bien vite des risques encourus. Diffusion et préservation, assurées ordinairement et très efficacement par la partition musicale et les instruments de musique, achoppaient sur l'obsolescence rapide (et parfois programmée dans les produits commerciaux en usage) des technologies utilisées. La problématique de la préservation de ce répertoire a été soulevée depuis assez longtemps. On tente de trouver des solutions techniques depuis le début du 21ème siècle (cf., par exemple, [1], [2], [3] et [4]), mais on n'a bien sûr toujours pas assez de recul pour savoir si les mesures prises assureront la conservation de ce répertoire — et pour combien de temps …

Ce qui lie la question de l'obsolescence et la nature ontologique du "temps réel" (quelle qu'en soit la définition) c'est la rapidité, caractéristique de notre époque impatiente, où l'on attend tout en temps réel (non seulement l'information et la communication mais aussi les services bancaires, administratifs, etc.) Le problème de la pérennité de ces œuvres n'est donc pas qu'une

question liée à la création musicale, mais c'est bien un reflet actuel de notre civilisation. La question du vieillissement accéléré de toutes les productions humaines en notre époque de forte dépendance technologique est une question de civilisation, à tel point que l'on peut se demander quelle trace notre époque laissera.

Cette prise de conscience de la nécessité de penser d'une certaine mesure le futur des développements entrainés par la réalisation de telles œuvres aura des conséquences sur la pratique du temps réel, l'utilisation de bonnes pratiques doit permettre de prolonger la vie des œuvres et de faciliter leur diffusion. Un exemple de cette prise de conscience est exprimé par Miller Puckette, à propos du logiciel qui lui-même doit être "à l'épreuve du futur" :

> *« Autant que possible, le programme doit être "à l'épreuve du futur". Ce que j'entends par là, c'est qu'il doit être résistant à tout changement du matériel, du système d'exploitation, des librairies logicielles, des attentes de l'utilisateur et de tout autre développement imprévu de quelque sorte que ce soit. S'il est compliqué de rendre opérationnel un nouveau logiciel, ce n'est rien comparé à la difficulté de le faire fonctionner pendant plusieurs décennies. J'estime le temps que j'ai passé à développer du logiciel, à faire de la musique par ordinateur, à environ 10% de création et 90% de maintenance. Prendre en compte ce fait dès la phase de développement s'avère payant sur le long terme.*
>
> *Cela est lié à l'écriture du code-source lui-même. Par exemple, plus le code est autonome – moins il a de dépendances avec des ressources extérieures, telles que des librairies – moins facilement il cessera de fonctionner parce que quelque chose aura changé ou disparu. »*[1]

Un autre problème qui se pose souvent lorsque l'on veut reprendre une œuvre de ce répertoire est celui de l'hétérogénéité des supports : supports de stockage des données (bandes, cartouches, disquettes, etc.), hétérogénéité des logiciels utilisés (si Max est le logiciel principal, de très nombreux autres logiciels commerciaux ont pu être utilisés, souvent plus disponibles ou maintenus), hétérogénéité des matériels (synthétiseurs, capteurs, etc.). Jusqu'à présent, le matériel nécessaire à la reprise des œuvres du répertoire était physiquement stocké dans des boites dans les archives de l'Ircam.

Pour préserver le répertoire de l'Ircam, il ne suffit pas, bien évidemment d'archiver les éléments utilisés lors de la création des œuvres : conserver, préserver une œuvre temps réel, c'est garder la possibilité de réinterpréter l'œuvre (ce qu'Angelo Orcalli nomme une "remédiation" [6])

Préserver pour le court/moyen/long terme ? On ne peut pas prétendre préserver une œuvre sur le long terme (quelques siècles) sans le préserver sur le court terme (quelques années). Il faudrait, de manière itérative, s'attacher à vérifier que l'on est en mesure de rejouer les pièces à l'échelle de quelques années et d'effectuer, éventuellement, les mises à jour nécessaires. Néanmoins, si l'on veut préserver pour un an, dix, cinquante ou cent ans, les solutions techniques seront différentes. Ce n'est pas parce que l'on peut rejouer une pièce dix ans après sa création qu'elle est sauvée pour l'éternité. Mais si une pièce n'a pas été rejouée dans les dix années qui suivent sa création (ce qui est quand même la règle dans le domaine de la création musicale contemporaine), alors il sera encore plus difficile de la reprendre. La question se pose également de savoir s'il faut préserver exhaustivement le répertoire ; il semble bien difficile de faire un tri, l'histoire de la musique nous montrant qu'il est impossible de préjuger de l'avenir de l'œuvre d'un compositeur.

En plus de la question de la durée pour laquelle on veut pouvoir préserver les morceaux, se pose la question du destinataire de l'archive, puisque l'on veut préserver les œuvres pour de multiples raisons. On veut à la fois :

- pouvoir rejouer (réinterpréter)
- archiver (conserver)
- étudier (fins musicologiques)
- développer (accumuler des pratiques, progresser)

Par rapport à d'autres types d'archives, il existe des difficultés posées par la nature même de la création artistique ; des spécificités liées à l'individualité de chaque compositeur, de chaque œuvre. En effet, il n'y a pas d'utilisation réellement standard des outils, qui sont le plus souvent détournés de leur usage par les créateurs. Les compositeurs sont plus des créateurs de processus plutôt que d'objets, et ce sont ces processus (rarement explicites) qu'il faudra préserver, et donc expliciter.

Alors qu'au vingtième siècle on archivait les pièces Ircam sur des supports physiques (papier, CD ROM, bandes, ….) dans des boites-archive, depuis 2004, avec le « premier » système en ligne "Mustica", on utilise des outils informatiques (serveurs, disque dur, base de données) comme support physique de préservation. La pérennité des supports matériels de stockage informatique n'étant ni suffisante (on s'est rendu

---

[1] Dans la préface de [5].

"To the extent possible, code should be "future proof", that is, made as unlikely as possible to break down because of changes in hardware, operating systems, software libraries, distribution media, user expectations, and other unforeseen developments of all sorts. Although it is sometimes hard to get a new piece of code working, it is easy compared to the difficulty of keeping it running for a few decades. I would estimate my own software development and computer music production work as 10 percent creation and 90 percent maintenance. Thoughtfulness during the creation part of the game pays off manyfold in the long run.

Some aspects of this relate to the code itself. For example, the more self-contained the code is - the less it relies on outside resources such as libraries - the less frequently it will break because something changes or disappears."

compte à nos dépens qu'il pouvait parfois être difficile de relire des sauvegardes de dix ans d'âge), ni assez dynamique (puisqu'il fallait re-graver un CD-Rom, réimprimer un nouveau cahier d'exploitation à chaque nouvelle version), on préfère désormais dématérialiser le stockage pour le rendre plus pérenne. Depuis 2008 le serveur Sidney a remplacé Mustica : on a pu ainsi mesurer les avantages et inconvénients d'une préservation "immatérielle" comparée à celle de supports "physiques" tels que papier, CD-Rom, bandes, etc. L'inconvénient d'une archive numérique est qu'elle a besoin d'une source d'énergie permanente pour se conserver, mais étant donné que les éléments technologiques ne peuvent pas se préserver de façon autonome sur le long terme (ils ont besoin de copies, de mises à jour et de vérifications périodiques) la solution qui consiste à tout stocker sur un serveur en ligne semble être la meilleure solution.

Une autre question qui se pose est celle de connaître la nature des éléments à sauvegarder lorsque l'on veut préserver une œuvre musicale. Faut-il préserver le matériel ou le logiciel ? Suffit-il de préserver un enregistrement des sons, ne faut-il pas aussi conserver les processus qui ont généré ces sons, ou bien encore les intentions du compositeur ? Une archive bien conçue doit permettre de sauvegarder de façon cohérente à la fois le résultat, le comment et le pourquoi des œuvres préservées.

Une autre question liée à la destination de l'archive et aux objectifs de la préservation conditionne les éléments que l'on va devoir prendre en compte. En un premier lieu, on va vouloir préserver les éléments d'exploitation, c'est à dire la "version concert" de l'œuvre, qui doit permettre de rejouer l'œuvre dans l'état où elle a été donnée lors du dernier concert. Il peut être aussi souhaitable de conserver les éléments de production, c'est à dire des traces du travail en studio qui a abouti à la version définitive de l'œuvre (mais jusqu'à quel point peut-on parler de version définitive dans le contexte du "live electronics" ?). Les éléments de production peuvent en effet avoir un intérêt non seulement pour des études génétiques de l'œuvre, mais aussi pour d'éventuelles ré-implémentations de la partie technologique de l'œuvre. D'autre part, les portages successifs des œuvres doivent être préservées de façon incrémentale et correctement documentées de façon à garder une trace de l'évolution des différentes implémentations de la même œuvre. Tous ces éléments (le résultat, la version concert, la version studio et toutes les éventuelles versions successives) doivent être sauvegardés de façon à faciliter la mise en œuvre ou la remise à jour de l'œuvre.

3. LE MODELE "SIDNEY"

La base de donnée Sidney est un sous-ensemble de Brahms (brahms.ircam.fr), la base de documentation sur la musique contemporaine de l'Ircam. Une partie non accessible en dehors de l'institut (pour le moment) et dont l'objectif est d'archiver et de documenter la partie technologique de l'intégralité des pièces électroniques créées à l'Ircam, dans l'état technologique de la création ou de la dernière exécution. La technologie principale utilisée pour la construction du site brahms est le framework Django[2]. Les données sont structurées dans une base de donnée MySQL grâce au mapping objet-relationnel (ORM) fourni par Django. Le modèle de données sous-jacent à la partie Sidney est présenté dans l'illustration 2. Sidney s'appuie sur les informations disponibles dans la base Brahms ; ce qui nous permet d'externaliser les informations "factuelles" sur l'œuvre dans le but de se concentrer sur le dispositif électronique.

La notion essentielle de cette base de donnée (depuis Mustica) est la notion de version. À chaque création Ircam, on pourra associer autant de versions que d'exécutions publiques de celle-ci ; en effet, bien souvent, à chaque fois qu'on reprend une œuvre il faudra procéder à des modifications de la partie technologique.

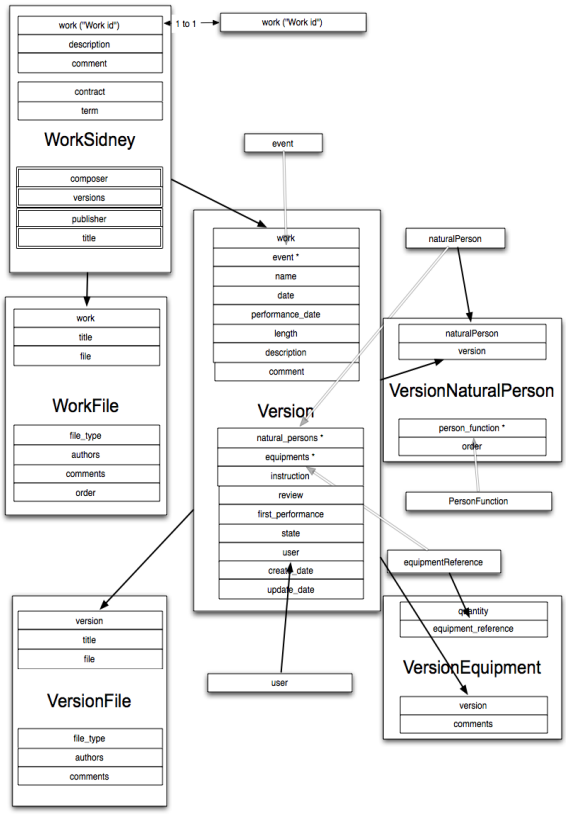

Illustration 2 : Sidney data model.

Le modèle de Sidney semble assez efficace car il est désormais adopté par tous les réalisateurs en informatique musicale de l'Ircam qui s'en servent pour systématiquement documenter et stocker leurs patchs après chaque création, chaque reprise. Pour cela, il fallait que le système soit en ligne, et d'utilisation pas trop contraignante ; même s'il reste encore reste des améliorations à opérer, cela permet aux réalisateurs de gagner du temps sur la documentation des œuvres. La création d'une version est simple et la documentation

[2] https://www.djangoproject.com

peut être saisie de façon assez libre. Avant d'être validée (c'est à dire potentiellement diffusable à l'extérieur de l'Ircam), chaque version peut passer dans les états suivants :

- *inconnu* (0), c'est l'état par défaut des documentations
- *archivé* (1), résultant du transfert direct et non documenté des boites archives ou de mustica.
- *en cours* (2), pièce créée en attente de documentation, en attente de portage, ou bien en cours de documentation
- *documenté* (3), en attente de validation
- *validé* (4) jouée en concert ou non (dans le cas d'un portage)
- jouable hors Ircam (sans réalisateur)

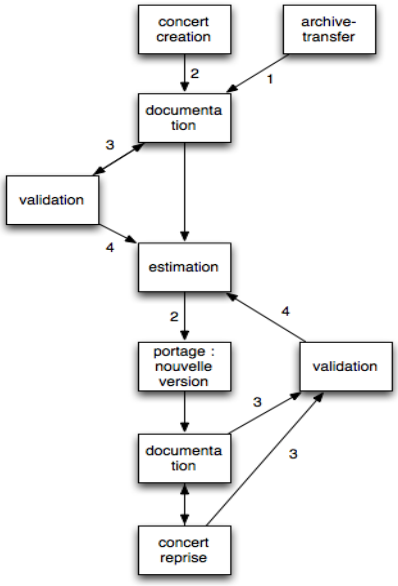

Illustration 3 : Cycle de vie des versions.

Ce schéma tente de représenter les différents états dans lesquels on peut trouver la documentation d'une œuvre Ircam (si elle est dans Sidney), selon qu'elle a été seulement créée ou a déjà été reprise et a fait l'objet d'un portage à cette occasion. Une phase importante est celle de validation d'une fiche existante, étape qui permet d'indiquer que l'œuvre est exploitable en l'état (à l'instant où elle est validée, et pour une durée dépendant de l'évolution trop rapide des technologies utilisées). La phase d'estimation consiste en une évaluation des ressources nécessaires pour mettre à jour une pièce qui n'est plus exploitable en l'état. Il existe une charte de documentation évolutive, transmise à chaque contributeur lors de son inscription. Les contributeurs doivent la respecter autant que possible afin que les éléments d'exploitation soient complets, permettent une reprise de l'œuvre et facilitent les portages futurs. L'étape de validation consiste à vérifier que la documentation répond aux différents points de la charte. Un barème d'estimation permet de mesurer approximativement la difficulté de portage d'une œuvre.

Ce qui est stocké dans les fiches-versions de Sidney, c'est en quelque sorte la "partition" (sans solfège) d'une œuvre mixte, puisque c'est ce qui permet de rejouer celle-ci. C'est à la fois une documentation écrite, des instructions d'interprétation, une archive numérique qui devrait pouvoir, idéalement, assurer sa préservation.

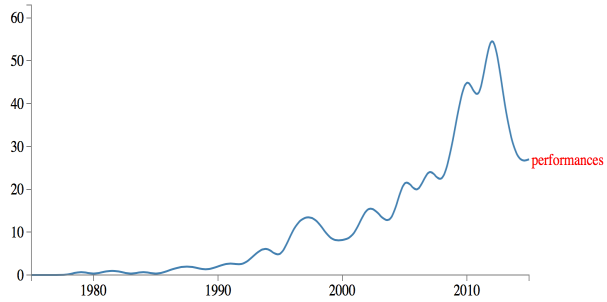

Illustration 4 : Nombre de versions documentées sur Sidney par dates de performance.

En janvier 2016, 444 œuvres différentes sont sauvegardées sur le serveur (sur les quelques 726 œuvres réalisées à l'Ircam depuis l'origine). Cela représente 795 versions au total, car sont préservées non seulement les œuvres mais aussi les différentes versions. Ces chiffres augmentent à un rythme assez soutenu avec la documentation des nouvelles créations et avec des campagnes (menées parfois en coopération avec les éditeurs de musique contemporaine) de numérisation et d'archivage des pièces du répertoire.

La question que l'on se pose actuellement est la suivante : qui doit assurer la diffusion/archivage des œuvres ? le compositeur lui-même (s'il n'est pas indifférent, mais est sensibilisé à cette question), l'institut (mais est ce la vocation de l'Ircam ?) ou les éditeurs (quand il y en a, mais quelle est la pérennité des éditeurs de musique "contemporaine") ? La réponse semble reposer dans une étroite collaboration entre ces trois acteurs.

On peut faire l'hypothèse que la connaissance et l'histoire du temps réel s'incarne dans l'expertise des réalisateurs en informatique musicale. Ils peuvent les transmettre entre eux, mais aussi aux compositeurs, aux interprètes et au futur. Alors, préserver la pratique du temps réel serait préserver l'expertise des réalisateurs en informatique musicale.

La préservation des œuvres électroacoustiques ne peut pas se faire sans ses interprètes, qui sont les réalisateurs en informatique musicale, à la fois archéologues d'un passé proche, spécialistes des technologies obsolètes, herméneutes des textes musicaux et virtuoses des nouvelles lutheries. Sur eux repose la responsabilité de transmettre avec authenticité la volonté du compositeur.

On peut imaginer qu'un système comme Sidney, qui résout les questions de stockage des fichiers informatiques et des informations factuelles liés aux œuvres, permettrait de faire émerger un langage

commun pour la transmission de ce savoir autrement que par l'oralité.

4. LE TEMPS REEL EN NOTIONS, POUR UNE ETUDE TYPOLOGIQUE DES PATCHES

Il est possible d'étudier les pratiques de la réalisation en informatique musicale en utilisant le corpus de données qui nous est fourni par le stockage des patchs de concert sur Sidney. Sur la base de données actuelle, une proportion très significative de l'ensemble des créations Ircam est déjà stockée avec souvent plusieurs versions différentes, sur le plan historique et technologique. L'élaboration et la maintenance d'un système d'archivage des patchs nous entraînent assez naturellement à développer des méthodes et des outils d'analyse du contenu des programmes informatiques utilisés en concert.

4.1. Les critères du temps réel

En analysant le contenu des patches, on peut classifier dans un premier temps les différentes pièces en fonction de l'utilisation qu'elles font du temps réel. (Pour une recension des différentes définitions de la notion de temps réel en musique, on pourra se reporter à [7].)

- En premier lieu, la latence du système qui est, historiquement, un des premiers critères de définition de ce qu'est le temps réel.
- L'absence de son préenregistré, (qui peut se mesurer par l'empreinte mémoire du dossier informatique) indiquera une œuvre strictement temps réel.
- La présence ou l'absence d'un système de suivi de partition (successivement explode, f9, detonate, ou antescofo) est également un indicateur important.
- Bien d'autres critères peuvent être identifiés qui nous permettront de classifier les différentes œuvres du corpus.

4.1.1. Critères typologiques

On peut nommer les différents éléments que l'on retrouve dans la plupart des systèmes temps réel en utilisant le vocabulaire de l'informatique musicale. La pratique du temps réel en musique a son jargon, la langue des réalisateurs en informatique musicale, dans laquelle on parle couramment de :

- suiveur
- « qlist »
- preset
- effet
- matrice
- harmonizers
- spatialisation
- etc.

En fonction de la présence, de l'absence et de la façon d'utiliser ces différents éléments on peut établir une typologie des patch max du répertoire.

D'autres éléments seront à prendre en considération :

- type de déclenchement
    - clic trac
    - audio
    - visuel
    - déclenchement par pédale
    - musicien
    - chef
    - suivi de partition
    - detonate
    - antescofo
    - suivi de geste
    - déclenchement par le réalisateur (en régie)
    - clavier maître : trigger (partition plus ou moins musicale, interprétée. On peut comparer à cet égard, par exemple, *Related Rocks* de Magnus Lindberg à *Quartett* de Luca Francesconi.
- échantillons
    - préenregistrés
    - enregistrés en direct
- traitements sonores (transformations)
    - en direct
    - pré-enregistrés
- écriture des événements électroniques
    - patch (message boxes)
    - qlist
    - pattr
    - antescofo
- nombre de sections, d'événements dans la partie électronique

En fonction de ces différents critères on va pouvoir décrire et classer les pratiques du temps réel et soulever différentes questions. Par exemple : des pièces où les transformations sont faites en direct mais où le musicien suit un click-track (tels que *Metallics* de Yan Marezs ou *Animus 2* de Luca Francesconi, par exemple) rentrent elles bien dans la catégorie du temps réel ?

On peut trouver aussi, pour la même oeuvre, différentes versions avec chacune une réalisation radicalement différente de la partie temps réel. Pour des raisons souvent d'ordre pratique les compositeurs ont réalisé des versions "sur bande" de leurs pièces en temps réel. Est-ce qu'il s'agit bien à chaque fois de la même œuvre, laquelle est la plus authentique ? On peut citer comme exemples *Richiamo* d'Ivan Fedele, *Metallics* de Yan Maresz, *Congruences* de Michael Jarrell.

Grâce à cette typologie, on peut étudier de façon systématique l'ensemble des patches stockés sur le serveur de l'Ircam. Nous avons procédé dans un premier temps à un échantillonnage en sélectionnant un ensemble de 30 œuvres représentatives (sur l'ensemble

des 444 archivées actuellement). Cf. en annexe, la liste des 30 patchs d'œuvres analysées.

4.2. Description automatique d'un patch

4.2.1. Analyse

Un programme qui parcourt automatiquement un patch Max et toutes ses dépendances (sous-patches et abstractions) a été développé afin de générer une liste de tous les objets, sous la forme d'un dictionnaire.

A partir de la liste des objets présents dans le patch et d'une taxonomie complète des objets de max, un fichier contenant une description à la fois quantitative et qualitative du patch est généré, qui montre quelles sont les différentes catégories d'objets utilisés.

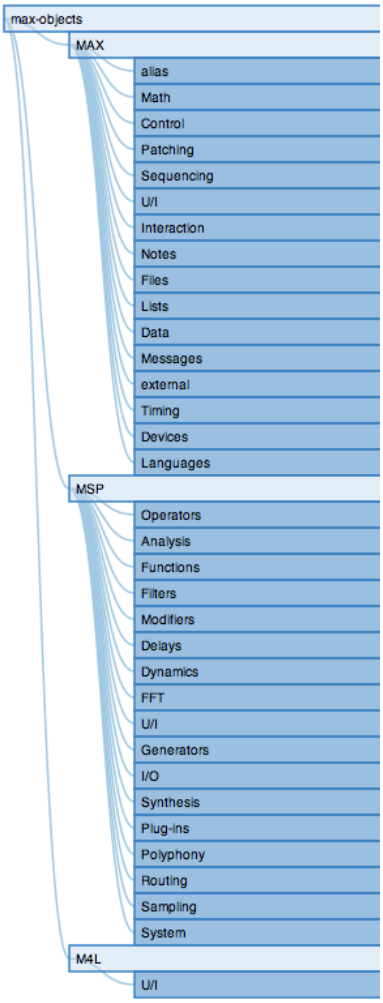

Illustration 5 : Taxonomie des objets max.

4.2.2. Base de donnée

Pour chaque patch analysé, les données suivantes sont sauvegardées dans le fichier de description :

- nom du patch
- numéro de la version dans sidney
- compositeur
- réalisateur
- nombre d'objets total
- nombre d'objet du plus grand patch ("largeur du patch")
- profondeur maximale (nombre de sous-patcher ou abstractions récursifs maximum)
- densité des commentaires
- nombre d'objets inconnus ("third party")
- nombre d'objets par catégories
- …

L'ensemble de ces fichiers constitue une base de métadonnées décrivant le contenu des patchs Max.

4.2.3. Cartographie des patchs

Un premier corpus d'une trentaine de patch choisis arbitrairement dans Sidney a été analysé. Différentes visualisations du contenu des analyses quantitatives et qualitatives de ce corpus sont proposées :

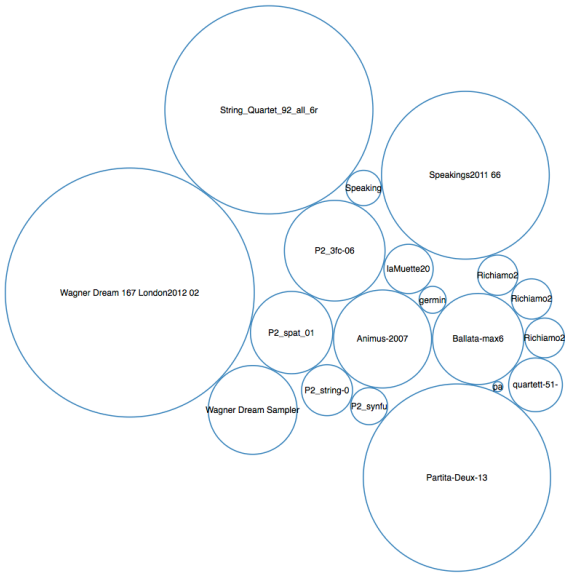

Illustration 6 : Tailles relatives (nombres d'objets des patchs).

La cartographie des patches des parties électroacoustiques présentée en annexe (ill. 8) est une tentative d'avoir une vue synthétique sur l'ensemble du répertoire étudié. Elle permet de visualiser, de classifier et peut-être aussi de révéler des tendances historiques, voire les styles des réalisateurs en informatique musicale.

L'axe horizontal est l'axe du temps, en haut les pièces les plus "temps-réel", en bas celle qui relèvent de la catégorie "temps-différé", la taille des cercles est proportionnelle aux nombre d'objets. Les formes des triangles représentent la largeur et la profondeur (tels que définis précédemment).

5. PERSPECTIVES

On envisage d'étendre l'analyse du contenu des patchs, ici présenté sur un échantillonnage des œuvres à

l'ensemble du répertoire Sidney. Pour cela, il faudra intégrer le système d'analyse et de visualisation des données dans Sidney. D'un point de vue plus prospectif, on peut imaginer une validation automatique du contenu et du fonctionnement des programmes.

D'autre part, l'architecture et la maturité de ce système de préservation doivent permettre dès maintenant son ouverture à l'application d'autres répertoires électro-acoustiques que celui de l'Ircam.

6. REFERENCES

[1] Tiffon, V. *Les musiques mixtes : entre pérennité et obsolescence*. Revue Musurgia, XII(3), 2005.

[2] Bonardi, A. & Barthelemy, J. *The Preservation, Emulation, Migration, and Virtualization of Live Electronics for Performing Arts: An Overview of Musical and Technical Issues*. ACM J. Comput. Cultur. Heritage, vol. 1, 2008, p. 6.

[3] Teruggi, D., ed. *Musique et Technologie. Préserver. Archiver. Reproduire*. INA, 2013.

[4] Gerzso, A. *La pérennité des œuvres pour instruments et électronique à l'époque du numérique.* http://www.ens-louis-lumiere.fr/formation/recherche/cahier-louis-lumiere/cahier-9.html, 2013.

[5] Lyon, E. : *Designing Audio Objects for Max/MSP and Pd*, A-R Editions, 2012.

[6] Orcalli, A. : « Traces sonores du XXe siècle. Pour une critique des sources audiovisuelles », in *Musique et Technologie. Préserver. Archiver. Reproduire*, Paris, INA, 2013, pp. 33-74.

[7] Barkati, K. : *Entre temps réel et temps différé – Pratiques, techniques et enjeux de l'informatique dans la musique contemporaine*. Thèse de Doctorat, Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis, 2009.

	Work	composer	year	Rim	patch date
	Mantra	stockhausen	1970	puckette	2007
1	Prologue	grisey	1978	daubresse	2012
	Jupiter	manoury	1987	puckette	2011
2	Jupiter	manoury	1987	lippe	2011
3	Congruences	jarrell	1989	muller	2013
4	Spirali	stroppa	1989	lemouton	2014
5	Rhizomes	jarrell	1993	hummel	2013
6	Alma Luvia	baschet	1993	baschet	2014
7	Entsagung	essl	1993	lemouton	2014
8	En echo	manoury	1994	stuck	2010
9	Richiamo	fedele	1994	de coudenhove	2013
10	Metallics	maresz	1995	lorieux	2012
11	Animus	francesconi	1995	meudic	2014
12	Spira Manes	baschet	1995	lemouton	1995
12	Spira Manes	baschet	1995	lemouton	1995
13	Anthèmes II	boulez	1997	nouno	2013
14	Related Rocks	lindberg	1998	lemouton	2014
15	Ballata	francesconi	2002	daubresse	2002
16	Noon	manoury	2003	lemouton	2011
17	4th quartet	harvey	2003	nouno	2011
18	Filastrocca	baschet	2003	faia	2014
19	Swarming essence	fujikura	2006	poletti	2010
20	Wagner Dream	harvey	2007	nouno	2012
20	Wagner Dream	harvey	2007	nouno	2012
21	AnimusII	meudic	2007	francesconi	2013
22	Speakings	harvey	2008	nouno	2011
22	Speakings	harvey	2008	nouno	2011
23	La Muette	baschet	2010	lemouton	2010
24	Mimesys	vitoria	2011	vitoria	2011
25	Quartett	francesconi	2011	lemouton	2013
26	Foris	cendo	2012	bruckert	2012
27	Unendlichkeit	kahn	2012	goepfer	2012
28	Partita II	manoury	2012	lemouton/nouno	2012
28	Partita II	manoury	2012	lemouton/nouno	2012
28	Partita II	manoury	2012	lemouton/nouno	2012
28	Partita II	manoury	2012	lemouton/nouno	2012
28	Partita II	manoury	2012	lemouton/nouno	2012
29	Germination	herve	2013	lemouton	2010
30	Branenwelten 6	platz	2013	meier	2013

Table 1 : Liste des 30 patchs d'œuvres analysées.

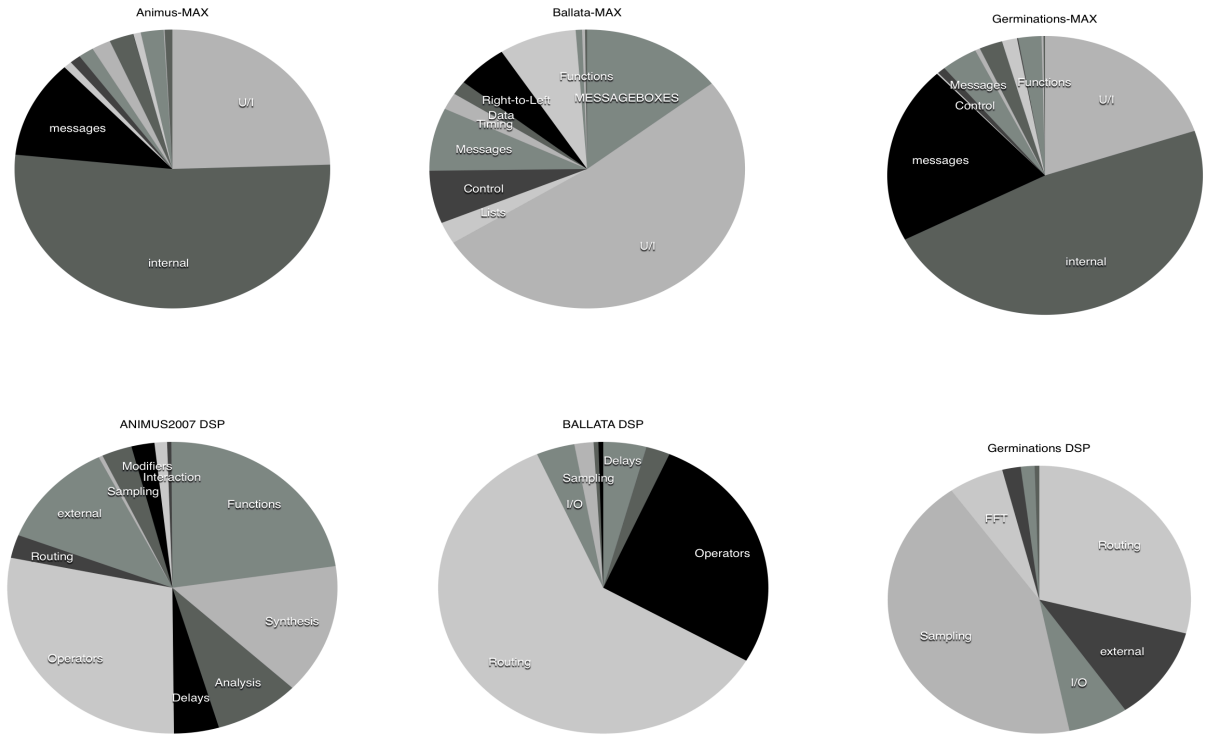

Illustration 7 : Composition des patchs.

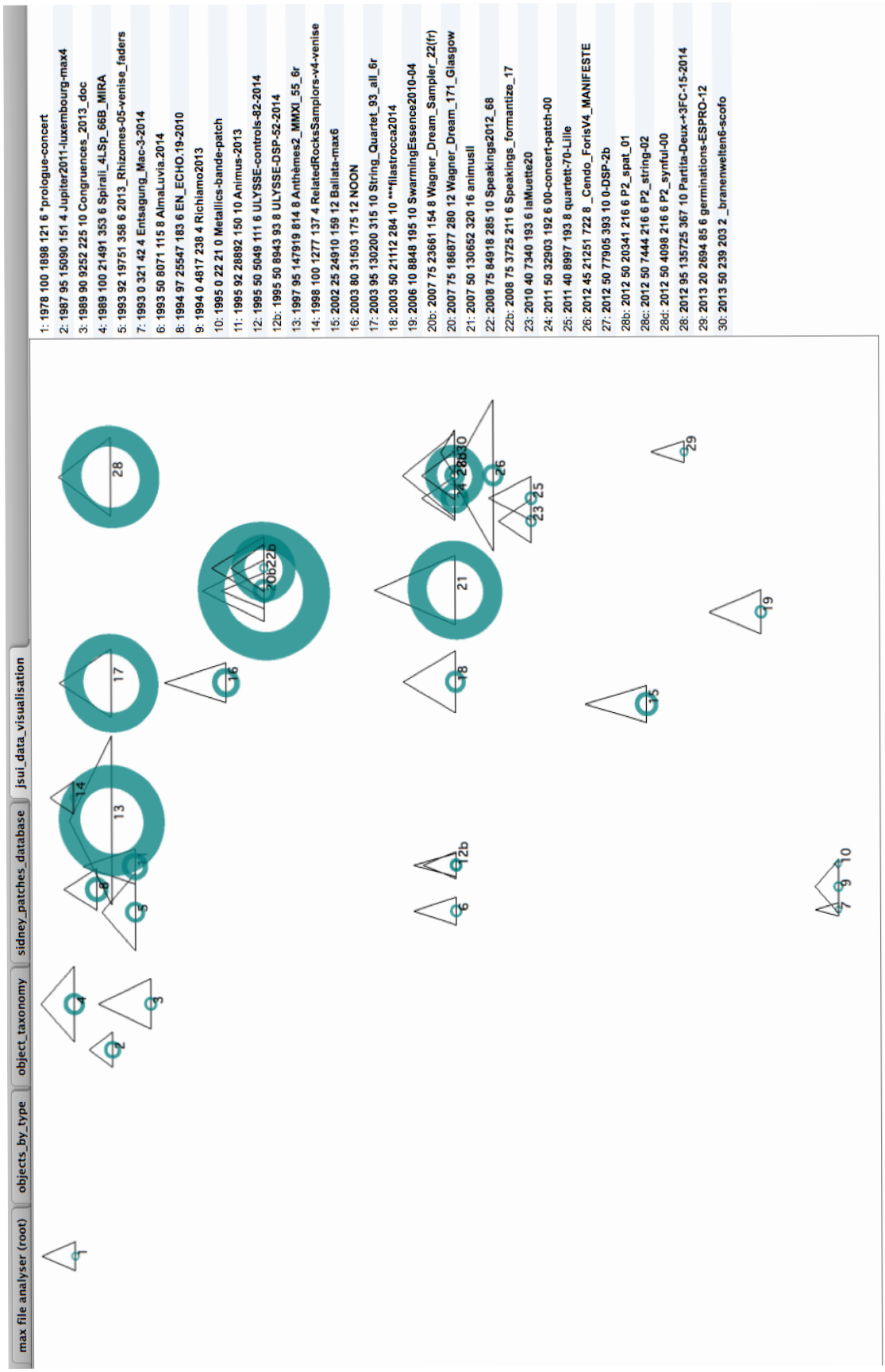

Illustration 8 : Cartographie des patchs.