



**HAL**  
open science

# Identifier et analyser les potentialites sonores d'un instrument numerique

Jacob Hart

► **To cite this version:**

Jacob Hart. Identifier et analyser les potentialites sonores d'un instrument numerique. Journées d'Informatique Musicale, Oct 2020, Strasbourg (en ligne), France. hal-03353973

**HAL Id: hal-03353973**

**<https://hal.science/hal-03353973v1>**

Submitted on 24 Sep 2021

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# IDENTIFIER ET ANALYSER LES POTENTIALITES SONORES D'UN INSTRUMENT NUMERIQUE

Jacob Hart

University of Huddersfield

jacob.dchart@gmail.com

## RÉSUMÉ

Certaines pratiques musicales contemporaines suggèrent le besoin d'une nouvelle réflexion autour de l'ontologie de l'instrument. Dans cette perspective, nous accordons une place importante à l'instrument et sa lutherie dans l'acte créatif et considérons qu'il sera intéressant de proposer un début de méthodologie pour l'analyse de celui-ci. Dans cet article, il s'agira de se focaliser sur la question des potentialités sonores d'un instrument, comment les identifier, les décrire, et ce qu'ils peuvent apporter à l'analyse. Pour illustrer nos propos, nous présenterons un premier cas d'étude autour d'un instrument numérique créé dans *Max* par le musicien, compositeur et programmeur Rodrigo Constanzo. Nous montrerons notamment comment une utilisation de technologies telles que les *descripteurs audio* et les algorithmes de *réduction de la dimensionnalité* peut nous aider dans ce type d'approche<sup>1</sup>. Après avoir présenté ce cas d'étude précis, nous discuterons les possibilités d'étendre ces principes vers un plus grand système, ainsi que vers les instruments non-numériques.

## 1. INTRODUCTION

En parlant de la potentialité refoulée ou enfouie d'un instrument de musique, Hervé Lacombe décrit « le corps physique de l'instrument [*comme étant*] une potentialité créatrice » [5]. Néanmoins, selon lui le potentiel sonore d'un instrument est conditionné par la notation et l'écriture – mais comment aborder les possibilités créatrices d'un instrument singulier, sans bagage historique et issu d'une pratique non-écrite ? Nous souhaitons proposer une méthodologie pour analyser une pratique musicale contemporaine où la lutherie fait véritablement partie de l'acte créateur. Il s'agit de rejoindre Lacombe dans l'idée que l'analyse d'un instrument ne peut se faire sans comprendre l'usage qu'on en fait ; en revanche, nous proposons l'idée que l'instrument possède également une identité poétique qui dépasse cela. Dans le contexte de cet article, avec les *potentialités sonores d'un instrument* nous comprenons bien tous les sons qu'un instrument *peut faire*, et non les sons qu'il a *fait*.

Ceci s'inscrit dans le contexte de pratiques musicales contemporaines marquées notamment par la modification ou l'hybridation des instruments (le piano augmenté de John Cage, les « feedback cellos » d'Alice Eldridge) ; l'intérêt et l'esthétisation d'objets et de sons extra-musicaux (les *objets trouvés* avec des compositeurs comme Pierre Bastien, les enregistrements utilisés par Steve Reich dans *Different Trains*, les *field recordings* de David Vélez) ; un goût pour les technologies numériques et la composition algorithmique (la pratique du *live coding* avec des artistes-programmeurs comme Sam Aaron, les incorporations d'intelligences artificielles dans la composition du *Illiad Suite* jusqu'au *Collosus* de l'ordinateur *Iamus*) ; et les approches DIY (les performances de *Dirty Electronics* ou de Tim Shaw). Nous verrons plus loin que ces pratiques suggèrent une nouvelle perspective de la musique – nous nous inscrirons dans le paradigme du *musicizing* de Christopher Small [11] – et surtout évoquent la nécessité d'une nouvelle réflexion autour de l'ontologie de l'instrument. Cette conception de l'instrument va nous permettre de le considérer comme un objet esthétique riche, ce qui fera de lui un sujet très intéressant pour l'analyse.

Nous commencerons donc par une rapide réflexion autour de l'ontologie de l'instrument. Puis nous verrons comment il serait possible d'identifier et de décrire les potentialités sonores d'un instrument, avant de réfléchir à propos de ce que l'on peut faire de cette information de manière analytique. Pour illustrer ces propos, nous allons présenter un premier cas d'étude : une partie de l'œuvre de Rodrigo Constanzo, un musicien, compositeur et programmeur espagnol. Depuis plusieurs années il crée des systèmes de percussions augmentés par l'ordinateur avec lesquels il réalise des performances improvisées. Nous travaillons avec lui dans le cadre du projet *FluCoMa*<sup>2</sup>. Il s'agira effectivement d'un exemple très précis, se focalisant sur une petite partie numérique de son système – néanmoins nous suggérons que ces principes d'analyse peuvent s'étendre au-delà de l'analyse d'une partie isolée d'un plus grand réseau, et même vers les instruments non-numériques.

<sup>1</sup> L'ensemble des outils est disponible en téléchargement : voir [github.com/jdchart/jh\\_jim\\_2020](https://github.com/jdchart/jh_jim_2020).

<sup>2</sup> Fluid Corpus Manipulation project : un projet ERC à l'université d'Huddersfield.

## 2. L'ONTOLOGIE DE L'INSTRUMENT

### 2.1. L'instrument comme interface

Comme nous l'avons évoqué plus haut, nous nous inscrivons très clairement dans le paradigme du *musicking* de Small – c'est-à-dire ne pas considérer la musique et tant que *nom*, mais en tant que *verbe*, quelque chose qui se fait, une activité. Cette perspective nous pousse vers certaines théories du social comme la théorie de *l'acteur-réseau* de Callon et Latour [7], ou encore le *meshwork* de Tim Ingold [4] qui considère le phénomène social en tant que processus. Bien que nous ne nous souscrivions pas complètement à tous les principes de ces théories, ce sont de très bons modèles pour penser les pratiques musicales contemporaines. Nous allons notamment y puiser deux notions clés pour notre recherche. D'abord, la notion d'*agence* : notamment l'*agence distribuée* et l'*agence* qui est versée aux objets. Cette perspective permet de comprendre le rôle important des objets tels que l'instrument dans le phénomène social, et d'approcher l'analyse de la musique non comme la description d'un objet, mais comme l'observation d'objets en réseaux et la configuration de ces réseaux par des artistes. Deuxièmement, nous y puisons l'idée qu'un réseau sera *délimité par sa fonction*. La théorie de l'acteur-réseau repose sur la construction d'un réseau hétérarchique qui peut potentiellement s'avérer infini : afin de délimiter le réseau, nous considérerons la *fonction* qu'il accomplit, et si un *agent* participe à l'accomplissement de cette fonction.

Une première utilisation de ces théories autour de la musique se trouve dans un article de Benjamin Piekut de 2014 [9] dans lequel il propose une approche à l'histoire de la musique. Il finit par évoquer la notion d'*écologies musicales* qu'il décrit comme étant des « réseaux de relations, des amalgamations d'éléments organiques et inorganiques, biologiques et technologiques qui sont interconnectés et qui s'influencent mutuellement »<sup>3</sup>. Nous souhaitons adopter cette perspective pour penser la performance – nous considérons la performance comme une écologie avec des « frontières variables et ouvertes [... avec un] ensemble variable de relations, de l'indifférence dans la coexistence jusqu'à l'antagonisme hautement intéressée [... et avec] une temporalité variée, avec des processus cycliques et des motifs répétés d'itération qui créent des types dynamiques de stase, aussi bien que la possibilité du changement »<sup>4</sup>.

Dans ce cadre, où se place donc l'instrument ? Nous considérons bien l'instrument en tant que réseau – mais également en tant qu'interface entre d'autres réseaux. Prenons par exemple un réseau de nature gestuelle, le mouvement du corps et des bras, et un réseau de nature sonore : entre ces deux réseaux, il y a quelque chose qui transfère de l'énergie de l'un vers l'autre. Il y a quelque chose qui fait office d'*interface* entre le fonctionnement de ces deux réseaux distincts. C'est dans ce cas que

nous pouvons parler de réseau-instrument. Ce rôle d'interface nous propose un objet d'analyse très riche. Dans son livre de 2013, Alexander Galloway décrit l'interface comme étant *une zone autonome d'activité esthétique* [2]. Avec cet article nous souhaitons proposer un début de méthodologie pour l'analyse de celui-ci.

### 2.2. La pensée musicale inscrite dans l'instrument

Dans son livre *Sonic Writing* de 2019 [8], Thor Magnusson nous explique le concept de *grammatisation* qui provient de Jacques Derrida et de Bernard Stiegler. Dans *La technique et le temps*, Stiegler nous explique la grammatisation : « le processus par lequel les courants et les continuités qui forment nos vies deviennent des éléments discrets. L'histoire de la mémoire de l'Homme est l'histoire de ce processus. L'écriture, la segmentation en éléments discrets du flux de la parole est un exemple d'une étape dans le processus de grammatisation. » [13] Magnusson suggère que par un processus de grammatisation, une trace de la pensée musicale se trouve inscrite dans l'instrument. Il prend l'exemple d'une flûte rudimentaire préhistorique. Bien que nous n'ayons pas de trace écrite de la musique de cette époque sous forme de partition, une partie de la pensée musicale de ces personnes est inscrite dans cet objet. Les trous dans la flûte qui servent à modifier la hauteur des notes se trouvent bien à un endroit et non un autre, ce qui suggère une certaine pensée du tempérament. Il se passe la même chose dans la disposition des cordes d'un violon qui sont accordées en quintes – une grande révélation du fonctionnement du système musical dans lequel l'instrument a été conçu. Similairement, prenons l'exemple des touches du piano qui sont manifestement construites autour de la gamme de *do majeur*.

Pour suivre dans cette direction, nous proposons trois types de *logiques de fabrication* qui peuvent intervenir dans la conception ou modification d'un instrument<sup>5</sup>. D'abord, ce que nous appelons la logique *archaïque* : un instrument qui sera conçu dans l'absence d'un système musical. Nous pouvons imaginer que ce processus se caractérise principalement de manière expérimentale, et une pensée musicale en découlera par la suite. Ensuite, nous proposons la logique *classique* : un instrument qui serait conçu afin de subvenir aux besoins d'un système musical préexistant. Il s'agit des exemples du violon et du piano que nous avons donnés plus haut. Enfin, nous proposons la logique *contemporaine* : ici, l'instrument serait créé *malgré* un système musical préexistant<sup>6</sup>. Bien que cela s'avère dans les trois cas, nous considérons que c'est dans la logique *contemporaine* particulièrement que la fabrication de l'instrument coïncide avec le projet esthétique du fabricant. Il est

<sup>5</sup> Bien entendu, il s'agit de modèles conceptuels pour guider notre réflexion. En pratique, la fabrication d'un instrument pourrait voir intervenir ces trois logiques.

<sup>6</sup> Nous entendons ici la fabrication d'un instrument qui pourrait aller directement ou indirectement à l'encontre d'un système préexistant, qui souhaiterait justement se libérer de contraintes imposées par celui-ci.

<sup>3</sup> [9], p. 212.

<sup>4</sup> *Idem*.

donc raisonnable de suggérer qu'une trace du projet esthétique se trouve dans l'instrument, et une lecture de celui-ci sera intéressant pour nous, musicologues.

Afin d'approfondir nos propos, prenons quelques exemples musicaux. Pensons aux pratiques d'instruments préparés, que ce soit le piano avec John Cage ou Nils Frahm, le violoncelle avec Alice Eldridge ou la guitare avec Glenn Branca ou Yuri Landman. Ce sont tous des artistes contemporains, souvent issus de cadres institutionnels ou ayant une formation académique – les systèmes de musique traditionnels leur sont bien connus. Il semble y avoir chez eux une volonté de subvertir ces systèmes en modifiant ces instruments qui portent en eux beaucoup de bagages historiques et culturels. Il semble également raisonnable de suggérer qu'une grande partie de leur projet esthétique se trouve articulé dans cette subversion.

### 2.3. La nature modulaire des instruments

Il sera donc intéressant pour nous d'analyser non seulement l'instrument, mais également son processus de fabrication. Dans cet article nous proposons une entrée dans cette analyse avec une identification et une analyse initiale des potentialités sonores d'un instrument. Bien entendu, ce ne sera que la facette d'une analyse complète – idée sur laquelle nous reviendrons lors de la conclusion. Comment donc procéder à une analyse ? Revenons rapidement sur notre ontologie de l'instrument.

L'instrument s'insère dans un réseau musical. Il est lui-même un réseau qui a comme fonction de servir d'interface entre d'autres réseaux. Comme nous l'avons dit, ce réseau-instrument se délimite par sa fonction. Les fonctions sont multiples et instables – mais elles sont présentes et nous pouvons les définir et les observer. Il s'agit de la nature modulaire de l'instrument – le réseau serait alors composé d'autres réseaux qui se délimitent et se définissent par rapport à leur fonction. La première étape serait d'identifier ces modules, ces fonctions. Cela peut être plus ou moins transparent selon l'instrument – de plus, ces modules ne sont pas statiques dans le temps.

Afin de nous aider, nous pouvons toutefois admettre certaines fonctions qui reviennent souvent au sein de l'instrument. Deux de ces fonctions se distinguent : la création du son et la modulation du son. Dans le premier cas, la fonction sera souvent déclenchée par une interaction avec un agent humain et sera donc un *point d'interface* très évident. Dans le deuxième cas, elle peut être un module qui se trouve enfoui dans le ventre de l'instrument, ou alors se trouvant à la frontière, juste avant de faire passer le son qui circulait dans l'instrument vers l'extérieur. Nous allons prendre un exemple de ce deuxième type de fonction dans l'instrument que Rodrigo a créé dans le cadre du projet *FluCoMa* pour une performance au mois de novembre 2019. Il s'agit de trois modules dans la partie numérique de son instrument qui servent de moduler un son qui leur est transmis. Dans la figure 1 nous voyons le patch *Max* dans lequel se trouvent ces modules en *mode*

*présentation*. Il s'avère que les trois modules qui nous intéressent sont visuellement bien délimités – les effets *cloud*, *dirt* et *wavefolder*.



Figure 1. Capture d'écran du patch *Max* en mode présentation, principal de l'instrument de Constanzo pour la performance *FluCoMa*.

## 3. IDENTIFIER ET DECRIRE LES POTENTIALITES SONORES D'UN INSTRUMENT

### 3.1. Itération à travers les états d'un instrument

Ces trois modules sont essentiellement des *effets* qui servent à moduler un son d'une manière ou d'une autre. Si nous souhaitons identifier l'ensemble de potentialités sonores de chaque module, il nous faut connaître deux choses : le son que ces modules vont moduler (le corpus) et l'ensemble d'états possibles que ces modules vont pouvoir avoir. Le premier va être informé par l'utilisation de l'instrument. Nous savons qu'il s'agit de percussions augmentées ; plus précisément d'une caisse claire qui sera perçue par le patch à travers un petit micro à condensateur<sup>7</sup>. Cette caisse claire sera jouée de plusieurs manières : en tapant avec le micro, en tirant le micro sur la membrane, avec les doigts, avec des peignes, avec des bâtons etc. Il faut collectionner tous ces sons afin de construire un corpus. Ensuite, il y a tout un ensemble de samples qui sont déclenchés lors de la performance – des samples créés par Constanzo lui-même comme des enregistrements de crotales, ainsi qu'un pack de samples commercial de toute sorte d'objets métalliques frappés. Enfin, il faut prendre en compte que tous ces sons sont également modulés par l'instrument lui-même avant d'arriver à l'effet. Il est

<sup>7</sup> Comme l'est souvent le cas avec les DMI, il est difficile de dire ce qui relève de l'instrument, et ce qui ne l'est pas. Avec la perspective d'instrument en tant que réseau, nous n'allons pas tenter de délimiter ce réseau, mais simplement se focaliser sur des points de concentration d'énergie – nous allons tenter d'identifier vers où *tendent* les différents éléments du réseau.

important de construire ce corpus, car il fait partie de l'identité de l'instrument. Évidemment, ce corpus peut facilement compter plusieurs centaines de sons.

Ensuite il faut connaître tous les états possibles de l'effet. Ce n'est pas plus compliqué que de trouver toutes les combinaisons de paramètres possibles. En tant que produit cartésien, le nombre d'états peut également s'accroître très rapidement. Bien que cette étape soit relativement simple, il faut toutefois noter que sur ces effets il y a plusieurs paramètres qui peuvent se régler de manière linéaire. Cela implique que le nombre d'états possibles est en fait infini. Nous avons dû choisir une résolution pour incrémenter ces paramètres. Un quart de tour (0.25/1) nous a semblé raisonnable dans un premier temps, mais il est bien entendu possible d'envisager une résolution plus fine. À savoir, pour le *wavefolder* avec 6 paramètres et une résolution de 0.25, il y a un total de 15625 états possibles !

Nous avons donc créé un système à l'aide de *Max* qui nous permet de faire passer l'ensemble du corpus à travers chaque effet, dans tous les états possibles de l'effet, et d'enregistrer le résultat. Heureusement nous ne sommes pas obligés de faire ceci en temps réel, mais il s'agit toutefois d'un processus relativement long. Nous nous trouvons donc face à une très grande quantité de données. Qu'allons-nous faire de tout ça ?

### 3.2. Décrire le son avec les descripteurs audio

Nous allons pouvoir véritablement décrire ces résultats avec ce que l'on appelle ses *descripteurs audio*. Il existe plusieurs implémentations de cette technologie : l'*IRCAM* avec *MuBu*<sup>8</sup>, les *externals* d'Alex Harker<sup>9</sup> créés pour sa thèse et les objets du projet *FluCoMa*<sup>10</sup>. Nous avons choisi l'implémentation du projet *FluCoMa* car elle est *open source*, fiable, simple à utiliser et elle existe sous plusieurs formes, notamment en tant qu'objets pour *Max* et en tant que processus pour le terminal. Que sont les descripteurs, et que vont-ils pouvoir nous dire sur le son d'un point de vue musicologique ?

Les descripteurs vont essentiellement nous rendre des statistiques sur le spectre d'un son. Certains tentent de s'approcher d'une perception humaine du son, comme le *loudness*, *inharmonicité* ou encore *roughness*. D'autres vont décrire l'aspect du spectre, comme le *centroid*, *skewness* et *kurtosis* etc. On peut mesurer ces statistiques sur une trame, ou sur plusieurs et en faire toutes sortes de statistiques. Nous avons créé d'abord un patch *Max* puis un script *python* pour décrire nos résultats de plusieurs manières. On pourrait rapprocher cela en quelques aspects, de l'écoute réduite de Schaeffer [10] – nous nous intéressons aux qualités internes du son, sans se soucier de sa provenance ou d'autres éléments extra-sonores.

Cela représente d'ailleurs une des limites que l'on peut trouver aux descripteurs. Il s'agit de descriptions

statistiques et objectives sur le phénomène sonore, mais qui ne prend aucunement en compte les dimensions musicales du son. Bien entendu, deux sons qui, de manières statistique et objective, sont semblables, pourraient se percevoir de manières complètement différentes en deux contextes musicaux différents. Il s'agit de ce que j'appelle la dimension organisationnelle. Dans le cadre de mes recherches de thèse, desquelles découle cet article, nous souhaitons aborder cette question en détail. Néanmoins cela dépasse la portée de ce texte – disons simplement qu'il existe des stratégies envisageables pour répondre à cela qui peuvent s'ajouter aux descripteurs. Il existe également une autre limite, celle du trop-plein de données. Nous avons beaucoup de données à traiter à la fin de l'étape précédente – nous pouvons maintenant nous trouver face à un nombre incompréhensible. Pour chaque résultat, nous pouvons le décrire d'une trentaine de manières différentes, et pour chaque description en tirer une dizaine de statistiques différentes ! Que-faire de tout cela ? Comment faire pour ne pas se noyer dans ce déluge d'informations ?

### 3.3. Visualiser le son avec les algorithmes de réduction de la dimensionnalité

Heureusement pour nous, nous pouvons avoir recours à une autre technologie qui nous permettra de visualiser ces données de manière compréhensible à l'humain. Il existe des algorithmes, par exemple le *PCA* (Principal Component Analysis), le *t-SNE* (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding) ou encore le *Self-Organising Map* qui ont pour but de prendre des données qui sont définies sur un grand nombre de dimensions (pour nous, chaque statistique de descripteur correspond à une dimension) et de les réduire au nombre de dimensions que nous voulons. Par exemple, nous pouvons les réduire en deux dimensions, et donc représenter les données dans un espace 2D. Les axes de cette espace n'auront pas de sens en soi, mais la proximité des données dans l'espace en aura. Cette technique a été démontrée avec le son par l'équipe du projet *FluCoMa* à l'ICMC en 2019 [14] et fut également utilisée par le compositeur James Bradbury pour un projet de recherche compositionnelle toujours en cours – nous souhaitons en faire l'usage à des fins musicologiques.

Voyons les résultats que nous avons obtenus. Pour l'instant, nous avons utilisé l'algorithme *PCA*<sup>11</sup> et l'implémentation trouvée dans le logiciel *Cytoscape*. Veuillez consulter les figures ci-dessous.

<sup>11</sup> Nous avons choisi le PCA pour cette illustration initiale car c'est l'algorithme qui semble le mieux proposer une véritable catégorisation et regroupements dans l'espace pour cet ensemble de données. Un travail sur le choix de différents algorithmes dans différentes contextes musicologiques reste à accomplir.

<sup>8</sup> Voir [forum.ircam.fr/projects/detail/mubu/](http://forum.ircam.fr/projects/detail/mubu/).

<sup>9</sup> Voir [www.alexanderjharker.co.uk/Software.html](http://www.alexanderjharker.co.uk/Software.html).

<sup>10</sup> Voir [www.flucoma.org/download/](http://www.flucoma.org/download/).



**Figure 2.** Représentation du corpus après passage dans l'effet *wavefolder*. Descripteur : MFCC.



**Figure 3.** Représentation du corpus après passage dans l'effet *cloud*. Descripteur : MFCC.

Dans les figures 2 et 3 nous retrouvons la disposition du corpus dans l'espace après réduction de la dimensionnalité après être passés à travers l'effet *wavefolder* (un effet de distorsion) et *cloud*<sup>12</sup> (un effet

<sup>12</sup> Notons que les représentations montrées ici sont faites sur un corpus plus petit, avec un nombre réduit de descriptions. Ceci est dû

de synthèse granulaire). Il faut noter que cet algorithme est déterministe, donc ces deux espaces sont bien entendu comparables (il sera même question de les superposer afin de mieux les comparer<sup>13</sup>, voir ci-dessous). Nous voyons clairement non seulement de grandes différences dans la disposition des éléments, mais également des regroupements très clairs apparaître. Il semblerait que nous avons devant nous une représentation visuelle de l'effet, d'une partie de l'instrument de musique. Nous voyons l'ensemble de potentialités sonores que contient cet instrument. Nous allons discuter à présent du moyen d'approcher la lecture et l'analyse de ces représentations.

#### 4. ANALYSER LES POTENTIALITES SONORES D'UN INSTRUMENT

##### 4.1. Grammatisation d'un réseau

Dans son livre *Une théorie de l'analyse musicale* [3], Dora Hanninen nous propose les idées d'*ensembles associés* et de *paysages d'association*. Un ensemble associé est un ensemble de segments regroupés par un ou plusieurs critères partagés. Hanninen nous propose une manière de voir l'organisation de ces ensembles, notamment avec le paysage d'association : un paysage qui sera peuplé d'espèces et d'organismes. Nous nous retrouvons ici essentiellement avec un réseau d'éléments sans interactions, un paysage rempli d'éléments qui possèdent des propriétés, mais qui pour l'instant n'ont pas de nom. En tant que musicologues, nous allons tenter de grammatiser ce flux, de le segmenter en éléments discrets, tout comme le ferait un biologiste dans un milieu naturel inconnu. C'est notre deuxième moment de modularisation, de grammatisation.

La première grammatisation qui semble assez évidente est de grouper les éléments en clusters – pour cela il existe également des algorithmes comme le *K-means*, *Mean-shift*, *DBSCAN* (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with noise*). Il est aussi envisageable de le faire à l'oreille – nous avons créé un patch dans *Max* pour naviguer sur ce réseau. Le patch prend la forme d'un espace de travail avec ce réseau, l'utilisateur peut se déplacer dans l'espace et cliquer sur un élément. Quand on clique, l'effet en question se met à l'état du résultat et on auditionne un élément du corpus qui passe à travers. La prochaine étape sera de faire de l'interpolation entre les états. Avec cet environnement nous pouvons donc facilement naviguer sur ce réseau et comprendre ce qui fait la proximité des éléments.

Nous pouvons également interroger le réseau de diverses manières. Étant donné que toutes ces informations sont dans l'ordinateur, nous pouvons mettre en place une représentation dynamique, où l'on peut rapidement cacher, colorer, agrandir et réduire les éléments selon tout un nombre de critères. Par exemple

aux difficultés de rendement dans l'ordinateur de réseaux d'un grand nombre d'éléments.

<sup>13</sup> Il faut noter néanmoins que la disposition changera si nous traitons les deux ensembles de données en même temps, telle est la nature des algorithmes de réduction de la dimensionnalité.

il sera possible de mettre en surbrillance tous les éléments où un certain paramètre est à son maximum, ou encore sur une représentation où nous voyons les résultats de deux effets différents dans le même espace, colorer les résultats de chaque effet différemment.

Avec ces représentations, nous voyons très clairement l'aspect d'un instrument. Nous voyons les limites et les extrémités, nous voyons les types de sons relativement réduits que l'on peut obtenir avec quelque chose qui semble être beaucoup plus compliqué. Surtout, nous rendons compréhensible et concevable des idées qui n'auraient pu que rester très vagues avant – sans ces techniques, nous ne pouvions décrire le timbre que par les mots, par des grilles de spectromorphologie [12] ou encore par des spectrogrammes. En revanche, avec cette technique, nous nous approchons d'une représentation qui tente de prendre en compte un élément qui est si important pour le timbre, souvent oublié par ces autres approches – la mise en contexte d'un objet sonore par rapport à d'autres. Afin de comprendre un élément, nous devons comprendre son rapport au réseau. C'est l'idée que nous allons prolonger à présent afin d'envisager une analyse de cet instrument dans la performance.

#### 4.2. Analyses cartographiques et cartologiques

Quand Hanninen propose son idée de *paysages d'association*, elle évoque *l'interaction et le mélange de divers matériaux musicaux*. Effectivement, il va falloir essayer de retrouver l'aspect musical dans notre analyse. Certes, une des critiques que l'on a pu souvent faire aux théories de Latour est la difficulté à prendre en compte le temps dans les analyses. Effectivement, nous avons ici un espace qui est figé dans le temps – il ne s'y passe rien. C'est très très loin de la réalité musicale – nous avons même évoqué plus haut que la modularisation de l'instrument, sa grammatisation, ne sera pas stable dans le temps. C'est pour cette raison que nous allons diviser notre analyse en deux temps : d'abord dans un moment que nous allons appeler analyse cartographique, puis une analyse cartologique. Chaque analyse informera constamment l'autre, mais nous avons effectivement déjà fait une grande partie de la première analyse qui consiste à cartographier l'environnement dans lequel on se trouve – l'espace proposé par l'ensemble de potentialités sonores de l'instrument. Ensuite, avec une analyse cartologique, nous allons lire ces cartes et, surtout, observer les chemins tracés à travers ces environnements par les musiciens lors de la performance.

Nous avons eu de la chance d'avoir l'opportunité de demander à Constanzo de pouvoir mettre en place certains dispositifs pendant sa performance au mois de novembre pour nous aider dans notre analyse. Il a accepté d'enregistrer les entrées et sorties sonores de son instrument à différentes parties de son patch afin de pouvoir nous délivrer un corpus pré- et post-traitement. Cela signifie que nous allons pouvoir suivre le signal et ses transformations au fil du temps. Avec

l'enregistrement du concert, nous allons pouvoir également segmenter sa performance, la traiter de la même manière que plus haut, et l'insérer dans ces paysages, afin d'observer où il se positionne par rapport aux potentialités sonores de l'instrument.

Avec le patch, nous avons également accès aux réglages des effets qu'utilise Constanzo, et à quels moments ils sont activés. Lors d'une performance, nous avons généralement deux options pour changer l'état d'une partie de son instrument : soit l'élément est mappé directement à un point d'interface (c'est-à-dire qu'une interaction de l'agent humain va modifier l'état de l'élément, comme un potentiomètre qui sera mappé directement à un filtre sur une guitare électrique, ou alors les pistons d'une trompette) ; ou avec un point d'interface, nous déclenchons un état préétabli d'un paramètre ou d'un ensemble de paramètres (c'est souvent le cas dans les musiques électroniques contemporaines où le musicien ou un technicien va faire défiler un nombre d'états générales préétablis). En ce qui concerne cette partie de l'instrument, Constanzo se situe le deuxième cas, ce qui rend la lecture des états relativement facile. Nous notons également le concept intéressant de *presets*, et d'états initiaux que le fabricant va définir et qui nous informent grandement sur sa conception de la chose.

#### 4.3. La faktura et performances alternatives

Aux JIM 2009, Olivier Baudouin a publié un article [1] sur la notion de *faktura* qu'il définit ainsi : « des investigations qui ne reposent pas sur la seule perception auditive mais intègrent le contexte technique et scientifique de l'élaboration des œuvres, nécessitant l'acquisition de compétences extérieures au système musical conventionnel. L'analyse s'enrichit alors des éléments esthétiques et stylistiques inhérents à ce contexte. Poussée à l'extrême, elle peut aboutir à une reconstruction intégrale aux vertus régénératrices, pédagogiques et patrimoniales »<sup>14</sup>. Il nous explique la méthode de déconstruction-reconstruction avec une illustration de la pièce *Stria* de John Chowning et l'intérêt de ce type d'approche devient clair.

L'étape de déconstruction fait nécessairement partie de notre méthode – afin d'arriver à une modularisation de l'instrument il nous faut pouvoir le décortiquer et comprendre le fonctionnement de ses différents éléments. La partie reconstruction peut aussi nous être utile. Comme nous analysons les chemins tracés par le musicien à travers les paysages d'association, il peut également être très utile d'analyser les chemins qui ne sont *pas* pris par le musicien. Il s'agit de mettre en place des performances alternatives en appuyant sur des choix qui nous ont semblé critiques. Ceci peut se faire de manière automatisée dans *Max* – une autre source que nous avons pu demander à Constanzo était un enregistrement des diverses données de contrôle provenant d'un potentiomètre linéaire et d'un contrôleur

<sup>14</sup> [1], p. 1.

MIDI. Nous pouvons éditer ces données et mettre en place notre propre performance. Constanzo compte également faire d'autres performances avec cet instrument et sera d'accord pour refaire les mêmes enregistrements.

En reconstruisant l'instrument, nous pouvons également aller au-delà de la *boîte noire* [6] qui nous est présentée par le fabriquant. Nous avons accès aux algorithmes fondamentaux qui ont été grammatisés par la création de paramètres. Ces paramètres sont en eux-mêmes des choix esthétiques pour au moins quatre raisons : d'abord ils sont limités à un étendu prédéfini ; puis les noms qu'on leur donne indiquent une conception du sonore bien particulière – dans le cas du *feedback* le nom reste relativement scientifique, mais qu'entendons-nous par exemple quand nous manipulons le paramètre *profondeur* (*width*) ou encore *taille* (*size*) ? Ensuite, le fabriquant fait un choix dans les variables de l'algorithme qu'il nous laisse manipuler et à quel point nous pouvons les manipuler – un paramètre peut contrôler plusieurs variables en même temps. Certaines variables peuvent être contrôlables et d'autres non. Enfin, la manière dont nous manipulons le paramètre est importante : par exemple il va y avoir une grande différence entre la manipulation d'un potentiomètre classique et un potentiomètre linéaire. Ce sont toutes des choses à prendre en compte quand nous analysons nos points d'interface – la reconstruction nous permet d'entendre ce que l'instrument aurait pu être pour comprendre ce qu'il est.

## 5. CONCLUSION

Quand nous souhaitons traiter des potentialités sonores d'un instrument, nous faisons face à de très grandes quantités de données. Avec ces méthodes, nous proposons une manière d'aborder ces idées d'une façon concrète et dynamique. Rappelons que ceci ne sera qu'un début d'analyse – pour revenir à notre ontologie de l'instrument, ici nous avons traité un seul type d'interface entre deux réseaux sonores. C'est un type d'interface que l'on retrouvera souvent dans l'instrument, l'autre grand type sera l'interface entre un réseau gestuel et un réseau sonore. Nous avons vu également que ces types d'interface peuvent se chevaucher – un instrument présente un ensemble de réseaux qui se superposent, s'entremêlent, et qui s'insèrent de cette manière dans un cadre encore plus compliqué. Il s'agit, en tant qu'analyste, d'identifier les modules qui semblent articuler la pensée musicale qui est inscrite dans l'instrument et voir ce que ceci peut nous dire sur le projet esthétique du fabriquant.

Il est d'ailleurs important de ne pas oublier l'humain derrière l'instrument. Cet article découle d'un projet de recherche de thèse pour lequel nous travaillons avec plusieurs musiciens-luthiers (dont Constanzo) et l'entretien avec ces personnes est une ressource précieuse pour naviguer sur ces systèmes complexes. En performance, un musicien ne sera jamais conscient de tous les éléments d'un réseau – un trompettiste ne

conçoit pas un bouton, un morceau de tissu, un bâton métallique avec plusieurs trous percés dedans, un tube métallique, un ressort... Non, il conçoit un piston ! La manière dont l'instrument existe, et les modules qui se forment, dans l'esprit du musicien sont d'une importance primordiale. C'est pour cette raison qu'il est pertinent d'insister sur l'importance de la notion d'interface. Avec cet article, nous espérons proposer un début de méthodologie pour commencer à approcher ces questions.

*This project has received funding from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation program (grant agreement No 725899).*

## 6. REFERENCES

- [1] Baudouin, O. « La faktura, « outil conceptuel d'analyse » – illustration avec Stria, de John Chowning », JIM 2009, Grenoble, 2009.
- [2] Galloway, A. R. *The interface effect*. Polity Press, Cambridge, United Kingdom, Malden (MA), 2012.
- [3] Hanninen, D. A. *A Theory of Music Analysis: On Segmentation and Associative Organization*. Eastman Studies in Music 92. University of Rochester Press, Rochester (NY), 2012.
- [4] Ingold, T. « Bringing Things Back to Life: Creative Entanglements in a World of Materials », *Realities Working Papers* 15 (2010).
- [5] Lacombe, H. « L'instrument de musique : identité et potentiel », *Methodos. Savoirs et textes* 11 (2011).
- [6] Latour, B. *L'espoir de Pandore: pour une version réaliste de l'activité scientifique*. Ed. la Découverte, Paris, 2007.
- [7] Latour, B. *Pasteur : guerre et paix des microbes*. De. La Découverte, Paris, 2011.
- [8] Magnusson, T. *Sonic writing: technologies of material, symbolic and signal inscriptions*. Bloomsbury Academic, New York (NY), 2019.
- [9] Piekut, B. « Actor-Networks in Music History: Clarifications and Critiques », *Twentieth-Century Music* 11/2 (2014), p. 191-215.
- [10] Schaeffer, P. *Traité des objets musicaux: essai interdisciplines*. Le Seuil, Paris, 2002 (réédition).
- [11] Small, C. *Musicking: The Meanings of Performing and Listening (Music/Culture)*. Wesleyan University Press, Middletown, 2010.
- [12] Smalley, D. « Spectromorphology: Explaining Sound-Shapes », *Organized Sound* 2/2 (1997), p. 107-126.
- [13] Stiegler, B. *Technique et temps*. Arthème Fayard, Paris, 2018.

- [14] Tremblay, P. A., Green, O., Roma, G., Harker, A.  
« From Collections to Corpora: Exploring Sounds  
through Fluid Decomposition », *International  
Computer Music Conference Proceedings 2019*,  
2019.

*Texte édité par Tom Mays*