



Transposition

Musique et Sciences Sociales

Hors-série 1 | 2018

Musique, histoire, sociétés

De la simulation dans l'approche anthropologique des savoirs relevant de l'oralité

Le cas de la musique traité avec le logiciel Djazz et le cas de la divination

Marc Chemillier



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/transposition/1685>

DOI : 10.4000/transposition.1685

ISSN : 2110-6134

Éditeur

CRAL - Centre de recherche sur les arts et le langage

Référence électronique

Marc Chemillier, « De la simulation dans l'approche anthropologique des savoirs relevant de l'oralité », *Transposition* [En ligne], Hors-série 1 | 2018, mis en ligne le 30 janvier 2018, consulté le 11 février 2020.

URL : <http://journals.openedition.org/transposition/1685> ; DOI : 10.4000/transposition.1685

Ce document a été généré automatiquement le 11 février 2020.



La revue *Transposition* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

De la simulation dans l'approche anthropologique des savoirs relevant de l'oralité

Le cas de la musique traité avec le logiciel Djazz et le cas de la divination

Marc Chemillier

- 1 Le séminaire « Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité » que j'organise à l'École des hautes études en sciences sociales porte sur l'étude des savoirs techniques développés en contexte de tradition orale et plus particulièrement sur l'étude des savoirs musicaux relevant de l'ethnomusicologie. On entend par *modélisation* au sens large la recherche des principes de cohérence qui organisent ces savoirs et qui en déterminent la logique implicite. Le problème central qui se pose est de comprendre dans quelle mesure cette logique est consciente pour les experts des savoirs concernés. On discute ces questions dans le séminaire en prenant en compte différentes manières de mener l'enquête auprès des détenteurs de ces savoirs dans un contexte social donné. On aborde des savoirs ancrés dans de petites sociétés, en Afrique notamment¹, se rapportant à des répertoires musicaux traditionnels ou à des activités techniques non musicales, aussi bien que des savoirs s'intégrant dans un contexte social plus large, celui de l'improvisation dans le jazz et dans les musiques électroniques actuelles et sur ce dernier point, on s'intéresse plus particulièrement aux technologies liées à ces savoirs (instruments traditionnels et/ou dispositifs numériques).
- 2 Ce séminaire créé en 2008 a permis d'accueillir comme conférenciers invités de grandes figures de l'ethnomusicologie française parmi lesquels Gilbert Rouget, Bernard Lortat-Jacob et Simha Arom, des musiciens d'horizons variés : jazz, musique traditionnelle, musique électronique, ainsi que des collègues de différentes disciplines, par exemple le philosophe Bernard Stiegler. Les vidéos de ces différentes interventions sont disponibles sur les chaînes vidéos du séminaire². Celui-ci prolonge le séminaire « Jazz et anthropologie » qui a été organisé de 2001 à 2009 par Jean Jamin et Patrick Williams dans lequel on s'intéressait entre autres aux techniques musicales et instrumentales mises en œuvre dans le jazz et aux savoirs qui leur sont associés³. J'y avais participé à

plusieurs reprises pour y présenter des travaux préfigurant les recherches qui ont constitué la matière de mon séminaire. Un autre séminaire complète également cette approche, intitulé « Mathématiques avec et sans discipline. Ethnomathématique, anthropologie, histoire »⁴, et j'ai eu l'occasion d'exposer les liens entre les questionnements ethnomathématiques et mon travail ethnomusicologique dans un entretien publié par la revue *ethnographiques.org*⁵.

- 3 L'approche pluridisciplinaire de ce séminaire et son orientation méthodologique expliquent qu'il soit rattaché au domaine « Méthodes et techniques des sciences sociales » de l'affiche de l'École. Aucune connaissance mathématique n'est requise pour y participer, mais on y adopte un regard réflexif sur la manière dont certaines propriétés peuvent être extraites à partir des données collectées sur le terrain relativement à divers phénomènes culturels. Cette approche à visée épistémologique rejoint, par certains aspects, celle que Jean-Claude Gardin avait thématisée de manière plus systématique il y a une quarantaine d'années sous le nom de logicisme dans son séminaire de l'École des hautes études en sciences sociales intitulé « Analyse logiciste et intelligence artificielle »⁶.
- 4 Le but de cet article est de donner quelques repères concernant l'approche développée dans ce séminaire en précisant l'articulation des concepts de modélisation, d'expérimentation et de simulation et en les illustrant d'exemples concrets tirés d'un travail de terrain à Madagascar. L'immersion du chercheur dans son contexte d'enquête avec différents degrés d'observation et de participation s'appuie généralement sur l'usage d'artefacts (crayons, carnets, caméras, enregistreurs audio, etc.) qui peuvent prendre aujourd'hui des formes très sophistiquées avec le développement de l'informatique. Par exemple, le logiciel Djazz⁷ qui sera décrit plus loin a été développé pour improviser de la musique en captant celle qui est jouée par un musicien. La confrontation d'un dispositif de ce type avec la réalité du terrain ouvre des perspectives nouvelles qu'il faut interroger. En particulier, il convient de se demander dans quelle mesure, à quel prix et avec quel bénéfice de tels outils peuvent être immergés dans un contexte traditionnel relevant de l'oralité. C'est la question que l'on envisage d'aborder ci-après, en précisant d'abord ce que l'on entend par modélisation, expérimentation et simulation, puis en présentant le logiciel en question. On montrera ensuite comment il est utilisé sur le terrain avec des musiciens malgaches jouant de la cithare. Enfin, on confrontera cette approche avec une autre similaire menée sur un sujet non musical, la divination, avec un autre logiciel qui permet de simuler certaines connaissances des devins malgaches.

Modélisation, expérimentation, simulation : le logiciel Djazz

- 5 Modéliser des faits observés dans diverses manifestations de la vie sociale, c'est d'abord chercher à y voir des régularités. L'étymologie du terme « régularité » fournit des significations complémentaires qui montrent le cheminement de la pensée dans le processus de modélisation allant des faits observés au modèle. L'adjectif régulier désigne d'abord « ce qui se répète à intervalles fixes » en introduisant l'idée de répétition qui renvoie, du point de vue de la modélisation, à la recherche de traits récurrents dans les faits qu'on étudie. Mais régulier désigne également « une chose conforme à la règle⁸ » en élargissant le point de vue vers l'idée d'un énoncé synthétique

auxquels les faits doivent se conformer. Or c'est en cela précisément que consiste la modélisation : transformer l'observation des choses qui se répètent (certaines régularités dans les faits) en énoncé de propriétés synthétiques qui caractérisent ces choses répétées (des règles)⁹.

- 6 Il arrive, dans certains cas, que les énoncés synthétiques soient traduisibles dans un langage plus formalisé (théorèmes mathématiques, programmes informatiques), mais ce n'est nullement une condition pour que l'on puisse parler de modélisation. On distingue en effet la *formalisation* qui est l'expression de règles dans un système formel spécifique (mathématique ou informatique), et la *modélisation* dans un sens plus large, qui est la recherche de cohérence exprimée sous une forme générale. Modéliser n'implique pas le recours à un langage mathématique comme on le voit, par exemple, lorsqu'on parle de « modèle réduit » d'un avion. On désigne dans ce cas une vision simplifiée de la réalité représentée par la maquette de l'avion mais, si la construction de cette maquette nécessite la prise en compte explicite ou implicite d'un certain nombre d'hypothèses sur la manière dont est constitué un avion, elle ne fait usage d'aucun système formel spécifique¹⁰.
- 7 Lorsqu'on produit des énoncés synthétiques à partir de l'observation de certaines récurrences dans les faits analysés, on produit un modèle qui a, par lui-même, une capacité à rendre intelligible la réalité étudiée. Mais ce modèle peut également avoir des applications plus concrètes lorsqu'il est traduisible en un programme informatique capable d'engendrer des substituts des phénomènes étudiés, c'est-à-dire de produire artificiellement, de manière logicielle, certains objets culturels conformes à ceux qui sont produits par des savoirs traditionnels. Dans le cas de savoirs musicaux, les objets produits sont des séquences sonores (on en verra un exemple avec le logiciel Djazz) mais cela peut s'appliquer à d'autres objets, comme on le montrera plus loin, par exemple des configurations divinatoires dans le cas de savoirs concernant la géomancie. Il est alors possible, dans une perspective anthropologique, de mener des expériences intéressantes de confrontation de ces substituts à la réalité du terrain.
- 8 La production de ces faux objets culturels pose la question de leur acceptation au sein d'une culture donnée, c'est-à-dire de leur validation par le jugement des informateurs locaux. On peut distinguer deux niveaux de confrontation entre ces faux et la culture qu'ils imitent renvoyant sur le terrain à l'opposition observation/participation qui caractérise l'immersion du chercheur dans le contexte de son enquête¹¹. Lorsque la confrontation a lieu à l'écart de la société étudiée, indépendamment du contexte où se déroule habituellement le phénomène, on peut parler d'*expérimentation* et le chercheur joue un rôle extérieur d'observateur¹². Lorsque les substituts sont confrontés aux objets culturels originaux dans le contexte même où ces originaux sont produits, on parlera plutôt de *simulation* et le chercheur devient, dans une certaine mesure, participant. Ce deuxième cas est similaire à celui d'un ethnomusicologue qui apprend à pratiquer lui-même des instruments sur le terrain pour reproduire les musiques qu'il étudie et s'intégrer dans des orchestres locaux, notion thématifiée par Mantle Hood sous le terme de bi-musicalité¹³. On dit alors bi-musical comme on dit de quelqu'un parlant une langue étrangère qu'il est bilingue. Dans l'expérimentation et la simulation comme dans l'apprentissage d'un instrument, c'est le jugement des informateurs qui décide si les imitations proposées sont acceptables au sein de la société et conformes aux normes culturelles que l'on s'efforce de comprendre, mais dans le cas de l'expérimentation, l'évaluation a lieu hors contexte alors que dans le cas de la simulation, on s'efforce de le

faire dans le contexte propre aux objets qu'on essaie d'imiter, et c'est ce point qui sera envisagé plus particulièrement dans la suite de cet article.

- 9 Je travaille depuis 2009 au développement d'un logiciel destiné à l'improvisation musicale que j'ai créé au Centre d'analyse et de mathématique sociales en poursuivant une lignée de recherches sur l'improvisation initiées il y a une quinzaine d'années à l'Institut de recherche et de coordination acoustique/musique¹⁴. Le principe des logiciels issus de ces travaux est de capter une séquence jouée par un musicien et de produire en retour une improvisation en recombinaison des fragments de ce qui a été joué. Ce faisant, l'ordinateur matérialise un processus inhérent à l'activité d'improvisation elle-même, car un improvisateur ne part jamais de rien quand il improvise mais se sert toujours à des degrés divers de phrases musicales déjà enregistrées dans sa mémoire, ne serait-ce que parce que la maîtrise de son instrument passe par un apprentissage de telles séquences sous la forme d'automatismes corporels.
- 10 La principale caractéristique du logiciel Djazz est de prendre en compte le cadre rythmique défini par une pulsation régulière ce qui le distingue des premières expériences d'improvisation avec ordinateur que nous avons réalisées dans le domaine de l'improvisation libre. Cette différence est essentielle car les capacités de synchronisation propres à Djazz permettent de l'utiliser dans des musiques où la pulsation joue un rôle prépondérant comme le jazz ou certaines musiques traditionnelles, notamment la musique de cithare malgache. L'opposition pulsé/libre rejoint la distinction idiomatique/non-idiomatique introduite par Derek Bailey :

J'ai employé les termes « idiomatique » et « non-idiomatique » pour décrire les deux principales sortes d'improvisation. L'improvisation idiomatique, de loin la plus répandue, est surtout liée à l'expression d'un langage musical : jazz, flamenco, musique baroque, par exemple. C'est ce langage qui lui confère vigueur et identité. L'improvisation non-idiomatique, présente généralement dans l'improvisation dite « libre », a d'autres préoccupations. Bien qu'elle puisse elle aussi être très stylisée, elle n'est généralement pas liée à un langage particulier¹⁵.
- 11 L'intérêt du terme idiome utilisé par Bailey, avec sa connotation linguistique, est de mettre en avant l'existence d'un contexte culturel et d'une communauté de personnes partageant cet idiome comme on partage une langue. Autrement dit, la question de la prise en compte du contexte dans l'évaluation des productions d'un logiciel d'improvisation, question centrale dans une approche de simulation comme on l'a exposé plus haut, se pose de manière plus pertinente quand il s'agit d'improvisation idiomatique (pulsée) que dans le cas non-idiomatique (non pulsée).
- 12 En plus de la recombinaison de fragments de séquences musicales captées dans le jeu d'un musicien, Djazz permet de leur appliquer certaines transformations en temps réel qui modifient la physionomie de ces séquences (nous allons donner plus loin des exemples de ces opérations très simples : bouclage sur un certain nombre de pulsations, accélération ou ralentissement, saut d'octave, etc.). Mais lorsqu'on se trouve dans le contexte d'un idiome particulier, les résultats obtenus en appliquant ces transformations peuvent s'avérer déplacés, voire saugrenus. Ainsi le développement du logiciel et son utilisation dans un contexte culturel particulier ne sont pas séparables d'un travail de terrain portant sur les genres musicaux propres à ce contexte et sur les institutions dans lesquelles ils s'expriment (festivals de jazz, rituels de musique traditionnelle, etc.) afin de recueillir le jugement des musiciens spécialistes de l'idiome concerné pour évaluer les résultats produits par le logiciel. Les travaux qui ont permis le développement de Djazz ont donc été accompagnés d'une enquête au sens

ethnomusicologique portant sur les réactions des musiciens confrontés à la machine. C'est principalement avec le jazzman Bernard Lubat que nous avons travaillé au cours d'échanges qui se sont prolongés sur le plan artistique par l'utilisation du logiciel en situation de concert à différentes occasions¹⁶. Le propos de cet article n'est pas de rendre compte de l'application de Djazz à tous les champs possibles de pratique musicale (jazz, musiques traditionnelles, etc.), et encore moins d'envisager la question de l'improvisation dans sa généralité. Le lecteur qui souhaite plus d'informations sur l'enquête menée auprès de Bernard Lubat pourra se reporter à l'article que nous avons écrit sur le sujet¹⁷. Le but du présent article est de montrer l'utilisation de Djazz dans un contexte spécifique qui est celui de la cithare malgache *marovany*.

Simulation dans le cas de la musique de cithare *marovany* à Madagascar

- 13 La cithare est l'instrument national de Madagascar. Il en existe deux types, l'une appelée *valiha* de forme tubulaire en bambou jouée principalement sur les hautes-terres du centre du pays, et l'autre appelée *marovany*, plus rustique et plus sonore, de forme rectangulaire avec des cordes en câbles de freins de moto détressés jouée principalement sur les côtes. Ce deuxième type est l'un des principaux instruments utilisés dans les séances de transe rituelle pratiquée pour le culte de possession *tromba*. On joue alors la cithare pendant des plages de temps extrêmement longues (plusieurs heures sans interruption) avec un accompagnement de hochets et les frappements de mains de l'assistance. Durant les quelques séances de possession auxquelles j'ai assisté dans le Sud du pays, j'ai été frappé par l'interaction très forte entre le cithariste et la personne qui devait tomber en transe, celle-ci réagissant par des tressaillements contrôlés et synchronisés avec la musique tout en invectivant parfois violemment le musicien pour lui réclamer une participation plus active à la venue de la transe.
- 14 Pour analyser cette musique et pour comprendre son fonctionnement, il est nécessaire de réaliser des transcriptions de ce qui a été joué. Les ethnomusicologues le font généralement à l'oreille en ralentissant le signal de l'enregistrement pour mieux discerner les notes jouées et leurs positions précises dans le temps. C'est un travail fastidieux qui demande un nombre d'heures considérable et dans le cas de la cithare, ce travail prend des proportions démesurées du fait de la durée des enregistrements. On peut bien sûr ne pas tout transcrire et sélectionner certains passages significatifs. Mais l'un des problèmes soulevés par cette musique est précisément celui de son étirement dans le temps : comment font les musiciens pour occuper un temps aussi long en renouvelant l'intérêt des auditeurs malgré le recours à un stock limité de formules instrumentales et en suivant par ailleurs d'aussi près que possible l'état de l'officiant du culte qui doit tomber en transe ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de disposer de transcriptions intégrales des enregistrements de ces séances. C'est ce qui nous a conduit à initier un projet de transcription automatique de la cithare *marovany* permettant de convertir le signal audio en données de type MIDI¹⁸.
- 15 J'ai analysé avec ce système de transcription automatique le jeu de Velonjoro, un virtuose de la cithare *marovany* originaire du Sud du pays. Lors d'une mission à Madagascar en juillet 2014, un corpus de ses improvisations a été enregistré par un dispositif de captation adapté, puis analysé par Dorian Cazau grâce au logiciel de

détection (les fichiers audio – vingt fichiers, un par cordes de la cithare – étaient envoyés par Internet au laboratoire Lutherie, acoustique, musique et les transcriptions MIDI étaient renvoyées par le même canal). La notation en piano-roll (Fig. 1) montre la forme générale d'un extrait d'une improvisation de Velonjoro¹⁹.

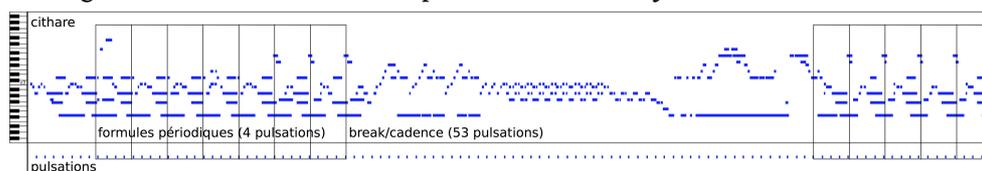


Figure 1

- 16 On voit clairement sur cette image que Velonjoro utilise deux modes de jeu. Le premier consiste à répéter des petites formules qui sont jouées chacune plusieurs fois avant de passer à la suivante. La plupart d'entre elles ont une périodicité de quatre pulsations bien que certaines soient de périodicité plus longue (huit pulsations). On a reproduit ci-dessous (Fig. 2) l'une de ces formules, celle qui est encadrée par le rectangle le plus à gauche de l'extrait, en la transcrivant en notation musicale. La transcription a été faite à la main, mais du point de vue rythmique, il faut préciser que lorsque Velonjoro a joué, il entendait dans le casque des écouteurs une partie de hochet pré-enregistrée de sorte que la position des pulsations a pu être associée de façon précise à ce qu'il jouait par le système de captation²⁰. Ces informations essentielles ont permis ensuite de noter l'exemple de façon solfégique avec une structure métrique correcte de quatre pulsations ternaires notées en 12/8.

Figure 2

- 17 Le second mode de jeu de Velonjoro introduit des sortes de breaks ou de cadences qui interviennent quand il exécute de brillants motifs tels que des gammes en notes répétées (*la-la-sol-sol-fa#-fa#-mi-mi-ré-ré*) ou des séries de tierces alternées (*la-do / sol-si /*

la-do / sol-si, etc.). On observe un break de ce type au milieu du piano-roll précédent (Fig. 1) dans la partie qui n'est pas entourée par des rectangles. Durant ces passages, le tempo rapide est maintenu de façon stricte mais la périodicité est rompue, c'est-à-dire que les pulsations ne se groupent plus par quatre ou par multiples de quatre. Dans le cas présent, le break a une durée de cinquante-trois pulsations qui n'est pas un multiple de quatre ($53 = 13 \times 4 + 1$).

- 18 Il est possible avec le logiciel d'improvisation de simuler le modèle du jeu des citharistes (enchaînement de motifs plus ou moins préfabriqués : formules périodiques fortement rythmées d'un côté et guirlandes ayant une fonction d'intermède de l'autre) et de produire des sortes d'improvisations virtuelles en enchaînant de façon plus ou moins aléatoire les différents motifs répertoriés. Les premières expériences d'utilisation d'un tel logiciel avec des séquences de cithare *marovany* ont eu lieu en mai 2014 au laboratoire Lutherie, acoustique, musique avec le musicien malgache Kilema vivant en Espagne qui était invité à Paris pour cette occasion. Quand Kilema a entendu les résultats produits par la machine à partir de ses propres improvisations, il a relevé des anomalies dans le phrasé des séquences jouées par l'ordinateur. On pourrait penser que ces problèmes sont dus à une défaillance des capteurs dans le processus de détection des phrases émises par la cithare, mais cela ne semble pas être la bonne explication. Il s'agit plutôt d'un phénomène que l'on a rencontré en plusieurs occasions avec différents musiciens, y compris dans des cas où les données provenaient d'un clavier MIDI, c'est-à-dire sans l'intermédiaire de capteurs, par exemple dans les sessions avec Bernard Lubat où celui-ci jouait du synthétiseur.
- 19 En effet, quand les résultats produits par la machine sont jugés mauvais par le musicien, celui-ci tend à mettre en cause ses propres erreurs de phrasé dans le processus d'enregistrement des séquences qu'il a jouées. Il existe une notion forte de correction dans l'improvisation idiomatique, notamment lorsqu'elle suit une pulsation régulière, qui correspond à ce que les musiciens appellent la « mise en place rythmique », et il apparaît une distance entre le phrasé idéal que l'improvisateur a en tête et celui qu'il joue effectivement. Le logiciel d'improvisation tend à accroître cette distance en particulier dans le cas où des transformations telles que le bouclage sont appliquées aux séquences car un mauvais placement rythmique d'une note peut être acceptable quand il est joué une fois, mais il ne l'est plus quand il est répété plusieurs fois à l'intérieur d'une boucle. Bernard Lubat a relié cet aspect à la notion d'erreur dans le jeu d'un musicien en introduisant le concept de « trombinaison²¹ ». Selon lui en effet, il apparaît toujours des erreurs dans l'improvisation et un bon improvisateur doit s'efforcer de les *trombiner*, c'est-à-dire de les distordre et de les transformer dans un sens plus musical (Lubat fait ici un jeu de mot avec le verbe « combiner » décrivant le processus de calcul appliqué aux séquences jouées par le musicien)²². Du point de vue de l'improvisation produite par le logiciel, c'est le rôle de l'interface reliée à l'ordinateur (une matrice de boutons multicolores, voir la photo Fig. 3) de permettre à l'utilisateur de choisir en temps réel les bonnes transformations afin de changer le

cours des choses quand la séquence jouée par l'ordinateur comporte des erreurs de phrasé.



Figure 3

- 20 Notre deuxième session d'expérimentation avec un joueur de cithare malgache a eu lieu à Madagascar en juillet 2014 lors d'une mission consacrée au travail avec Velonjoro dont on a présenté plus haut les transcriptions. Il faut préciser que sa pratique musicale est confinée à un contexte social très particulier qui est celui de l'accompagnement des rituels de transe *tromba* et qu'il a rarement l'occasion de jouer en dehors de ce contexte²³. Pourtant, il a joué en duo avec la machine sans aucune difficulté (voir la photo Fig. 3) et le fait qu'un ordinateur réponde à ce qu'il faisait ne lui a pas posé de problème²⁴. Il a même réagi très positivement comme on le voit sur l'image en s'exprimant par des sourires, des applaudissements ou le pouce pointé vers le haut. C'est là un des critères permettant de décider si les séquences produites par l'ordinateur sont acceptables ou non dans un contexte idiomatique : le fait qu'un musicien spécialiste de l'idiome puisse jouer en duo avec le système indique que les substituts proposés par la machine sont, dans une certaine mesure, acceptables.
- 21 Plus précisément, quand Velonjoro a entendu les improvisations réalisées à l'aide du logiciel à partir de son propre jeu, il a semblé particulièrement réceptif au placement rythmique des notes. Il joue en général dans un tempo très rapide d'environ 200 BPM (battements par minute) et son pincement des cordes est sec avec des attaques de notes très précises. Velonjoro paraissait apprécier la qualité du placement rythmique de l'ordinateur. Effectivement, quand celui-ci enregistre le jeu d'un musicien, il garde une trace des positions de la pulsations avec une précision de quelques millisecondes de sorte que dans le processus de recombinaison, le placement rythmique des notes est conservé avec la même exactitude.
- 22 Quand j'ai commencé à appliquer des transformations aux séquences générées par le programme (bouclages, accélérations), il a paru d'abord surpris, puis il a écouté attentivement ce que faisait la machine et ses réactions indiquaient qu'il appréciait le résultat. Voilà un exemple de transformations appliquées à l'une des formules périodiques de quatre pulsations (Fig. 4). Les deux dernières pulsations sont répétées en boucle, puis la boucle est réduite à une pulsation, puis elle est accélérée 1,5 fois la vitesse normale de sorte que ces transformations successives constituent une espèce de

resserrement de la formule initiale. Velonjoro a fait le commentaire suivant : « *Mahay raha avao longo io. Il sait bien le faire, le camarade* ».



FIGURE 4

- 23 Au-delà de la possibilité de jouer en duo, un critère supplémentaire d'acceptabilité concernant la simulation musicale pourrait être que l'ordinateur soit capable de remplacer un musicien traditionnel *dans les circonstances mêmes de la vie sociale* où cette musique est jouée habituellement, en l'occurrence dans une séance de rituel de transe. J'ai demandé à Velonjoro si l'ordinateur pouvait accompagner le culte de possession *tromba*. Voilà sa réponse transcrite²⁵ d'après un dialogue du 9 juillet 2014 :

– Lanto : *Mety mampijotso tromba va ho rehe raha ataony io ?* Pourrait-on faire tomber quelqu'un en transe avec ce que joue l'ordinateur ?

– Velonjoro : *Mete ka !* Bien sûr on pourrait !

– Lanto : *Ndreky tsy mitovy fanonon'ny raha io ?* Même si ce n'est pas le même son [que la cithare] ?

– Velonjoro : *Magneno roe satria andesy ty koran !* Ça sonne bien parce qu'il y a l'électricité [les haut-parleurs amplifiant le son de l'ordinateur] !

– Lanto : *Eka fe hafa avao ty fanonon'ny raha titihy io.* Oui mais ce n'est pas le son des cordes pincées.

– Velonjoro : *Magneno toy fa maivany ambany fa iroy magneno satria andesy ty koran. Origa io fe ça va. Tsara io !* La cithare sonne bien, mais elle a un son faible alors que le son est plus fort avec les haut-parleurs. C'est un son d'orgue, mais ça va. C'est bon !

- 24 En fait, Velonjoro entendait les séquences produites par l'ordinateur au format MIDI jouées avec un son de piano²⁶. Il appelait ce son un « orgue » (*origa*), mais de toutes façons cela n'avait pas d'importance pour lui que le son soit celui d'une cithare, d'un piano ou d'un orgue. C'est une caractéristique générale des musiques de Madagascar que le jeu d'un instrument peut être transposé sur un autre. Par exemple quand l'accordéon a été importé dans le pays, il a été introduit dans les rituels de transe au point qu'il est devenu l'un des instruments favoris de ces pratiques. Ce que Velonjoro apprécie le plus dans le son de l'ordinateur, c'était le fait qu'il soit amplifié (il a utilisé le terme *koran* qui vient du mot français « courant ») de sorte que le son a plus de puissance. Cela doit sans doute être mis en relation à une situation observée à Mayotte, l'île des Comores qui est restée française et qui est la plus proche de Madagascar, où il y a une large communauté de Malgaches et où le culte de possession *tromba* a été décrit. Dans ce cas, la musique accompagnant le rituel ne provient pas d'instruments réels mais d'une chaîne stéréo²⁷. En fin de compte, le point important à retenir des réactions de Velonjoro ne concerne pas le son mais plutôt le rythme car c'est le placement précis des notes qui a le plus attiré son attention.

Simulation dans le cas de la divination malgache *sikidy*

- 25 Nous allons présenter un deuxième exemple de simulation qui ne concerne pas la musique, mais une activité très pratiquée à Madagascar, la divination par les graines appelée *sikidy*. Le lecteur principalement intéressé par les recherches sur la musique pourra être étonné, voire rebuté, par l'intrusion de ce sujet non musical. Pourtant s'il a un peu de curiosité pour lire la suite, il verra que la question de la simulation et de son insertion dans un contexte de tradition orale s'y pose de manière encore plus frappante²⁸.
- 26 Le devin-guérisseur malgache joue un rôle essentiel de notable dans son village ou son quartier et il est consulté en toutes occasions : construction d'une maison, voyage, maladie, vols ou conflits, récolte, mariage. C'est à lui qu'il appartient de faire le choix lorsqu'il s'agit de fixer une date ou un lieu. Trois éléments concourent à définir la compétence reconnue aux devins : la possession d'objets sacrés appelés *mohara* (cornes de zébu évidées et décorées par des rangées de perles, contenant une sorte de pâte épaisse et noire dans laquelle sont plantées des lames de ciseaux, et qui se transmettent de générations en générations), la connaissance des essences végétales, appelées *volohazo*, et de leurs vertus médicinales (plantes que l'on pile ou petits morceaux de bois que l'on gratte pour obtenir une poudre ayant des propriétés curatives), et enfin la maîtrise de la technique des graines (c'est-à-dire le *sikidy* à proprement parler). Pour devenir expert dans ce domaine et se distinguer du simple connaisseur, il faut une forme d'esprit particulière et une capacité d'assimilation de règles abstraites assez complexes comme on va le voir²⁹.
- 27 Les devins-guérisseurs construisent des tableaux en disposant des graines sur une natte. Ces tableaux sont constitués d'une partie supérieure appelée mère (*renin-tsikidy*) et d'une partie inférieure appelée filles. Chaque case du tableau contient une ou deux graines. La mère comporte quatre lignes et quatre colonnes, et les filles sont formées de huit colonnes de quatre éléments chacune. Les figures de la divination sont des suites de quatre éléments (une ou deux graines) qui apparaissent dans le tableau et qui sont disposées en ligne ou en colonne. Par convention, elles sont reliées à des points cardinaux :
- figures du Nord : 1222, 2212, 1112, 1212,
 - figures du Sud : 2222, 1111, 1122, 1121,
 - figures de l'Est : 2122, 2211, 2112,
 - et figures de l'Ouest : 2221, 1211, 1221, 2121, 2111.

- 28 Lorsque dans un tableau l'un des points cardinaux n'apparaît qu'une seule fois, on dit que le tableau est *toka* et il est considéré par les devins comme doué d'un pouvoir considérable.

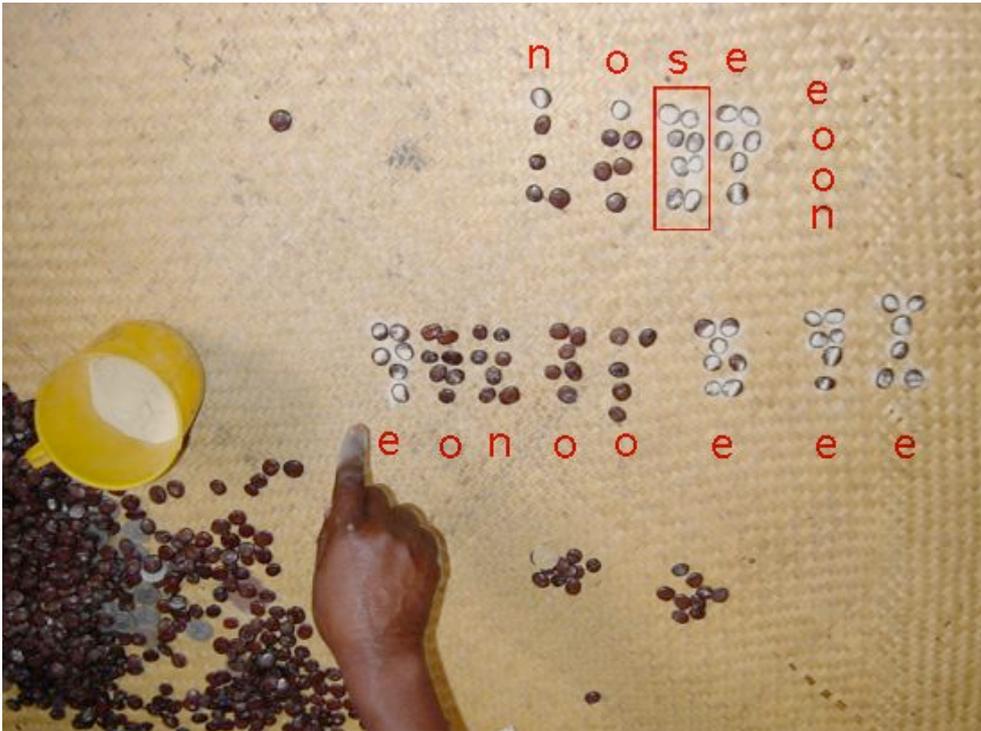


Figure 5

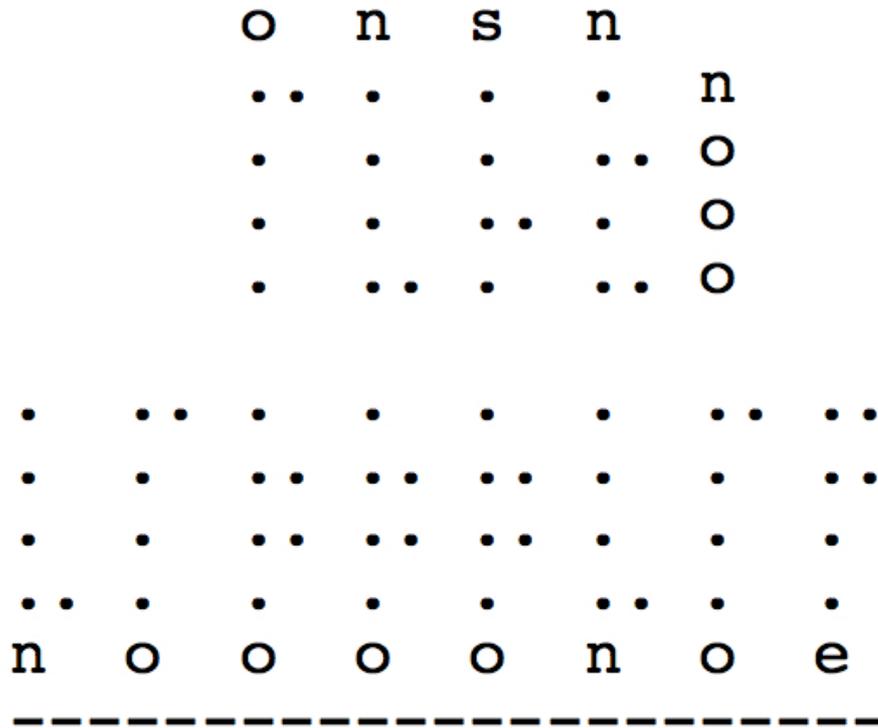
- 29 Par exemple, le tableau reproduit sur la photo (Fig. 5) est *toka* pour la figure 2222 (figure encadrée en rouge sur l'image qui est la seule du Sud). Dans ce cas, le devin capte la force symbolique de cette figure unique (et éventuellement d'autres figures) en la recouvrant d'une poudre blanche obtenue en grattant des morceaux de bois qui ont des propriétés thérapeutiques. Après avoir retiré les graines, il recueille la poudre dans un récipient et la mélange à d'autres ingrédients (feuilles pilées, miel, lait caillé, sang d'un animal sacrifié). La décoction est utilisée de diverses manières, en la dispersant dans un lieu où l'on veut éliminer un mauvais sort, en la faisant inhaler par le patient ou en lui donnant à boire, ou en aspergeant celui-ci pendant que l'on récite diverses invocations.
- 30 Il n'est pas évident de construire des tableaux ayant cette propriété de *toka*. À l'intérieur de la partie du haut (mère), il existe une relation de dépendance entre lignes et colonnes de sorte que si l'on s'efforce de remplir les quatre colonnes en ne faisant apparaître qu'une seule fois l'un des points cardinaux, on n'est pas assuré qu'il n'apparaîtra pas également parmi les lignes. Ensuite, il existe une relation de dépendance entre la partie du haut et les filles qui sont calculées en fonction des figures de la mère selon des règles précises. Le calcul consiste à additionner entre elles des colonnes et des lignes de la mère (les lignes sont lues de droite à gauche) avec une règle de combinaison :

31 $1 + 1 = 2$

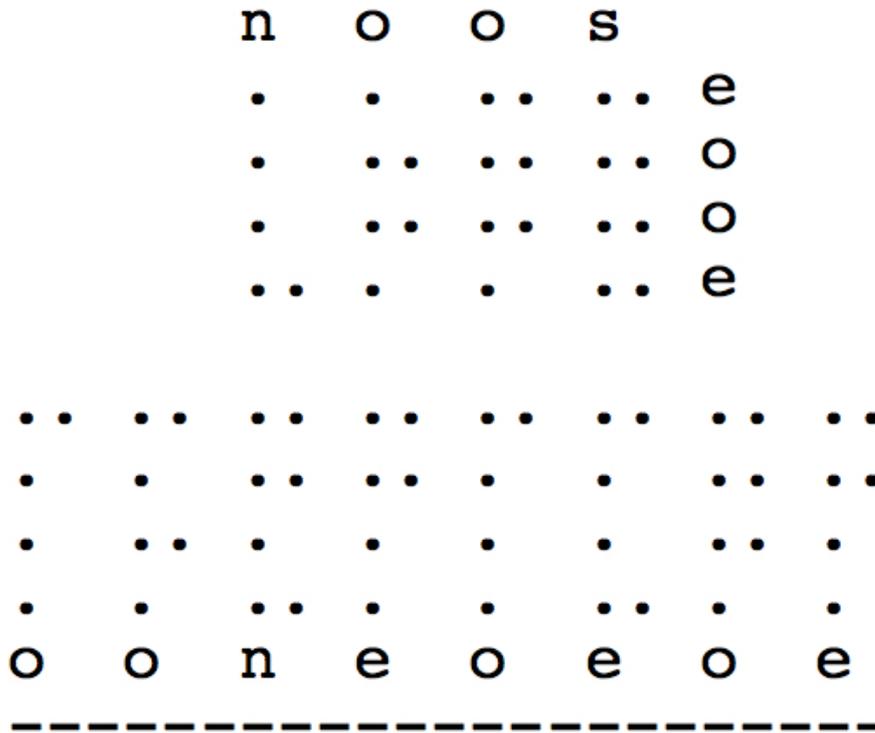
32 $2 + 2 = 2$

33 $1 + 2 = 1$

- 34 Par exemple, la fille en bas à gauche est obtenue en additionnant les deux dernières lignes de la mère (lues de droite à gauche). Sur la photo (Fig. 5), cette fille pointée du doigt par le devin est la figure 2211. On peut vérifier qu'elle est bien la combinaison de 1221 et 1212 apparaissant dans les deux lignes du bas de la mère (lues de droite à gauche). Lorsque le devin effectue une prédiction, il tire au hasard les éléments de la mère (ce tirage aléatoire permet à la destinée du consultant de se manifester), puis il construit mécaniquement les filles du bas qui fournissent en quelque sorte des informations complémentaires permettant de dévoiler l'avenir.
- 35 Quand le devin est seul chez lui, il consacre de longues heures à manipuler les graines sur la natte pour chercher des tableaux *toka* et il les note dans des carnets. En général, il ne note que les matrices mères puisque, comme on l'a vu, les filles s'en déduisent. Les connaissances ainsi accumulées contribuent à entretenir sa réputation et elles peuvent faire l'objet de transactions entre devins. Un moyen simple de connaître un plus grand nombre de *toka* est en effet d'en acheter à d'autres devins et les tableaux ou séries de tableaux de *sikidy* considérés comme importants peuvent s'acquérir pour un prix élevé. Dans le Sud de Madagascar, chez les Antandroy où le bétail est un moyen de mesurer la richesse des individus, une page de carnet de *sikidy* peut valoir un ou plusieurs zébus.
- 36 On peut calculer le nombre maximal de tableaux possibles dans ce système de divination. On a vu que les filles se déduisent des lignes et des colonnes de la mère de sorte qu'il suffit de choisir arbitrairement les seize éléments de la mère. On a deux possibilités pour le premier (une ou deux graines), deux pour le deuxième et ainsi de suite jusqu'au seizième élément, soit au total $2 \times 2 \times \dots \times 2$ (16 fois) = $2^{16} = 65\,536$ tableaux possibles. Il n'est pas raisonnable de penser qu'un devin ait pu énumérer une telle quantité de tableaux. En revanche un ordinateur peut le faire en quelques secondes et c'est ainsi qu'apparaît l'idée de simulation. J'ai réalisé un programme informatique qui passe en revue très rapidement tous les tableaux possibles et sélectionne ceux qui vérifient certaines propriétés, par exemple celle d'être *toka* pour une figure donnée dans une position donnée.
- 37 Le programme de simulation permet d'effectuer un calcul exhaustif des tableaux *toka* analogues à celui de la photo (Fig. 5) et de montrer qu'il y en a exactement quatre-vingt-neuf avec la figure 2222 (appelée *asombola*) dans la deuxième colonne en haut à droite unique représentante du Sud. Ainsi, pour chaque figure et pour chaque position du tableau, on peut calculer tous les *toka* possibles. Leur nombre très variable oscille entre zéro solution pour certaines figures et plusieurs centaines pour les *toka* les plus nombreux. Parmi les *toka* qui sont rares, on peut citer celui de la figure 1121 du Sud dans la deuxième colonne en haut à droite dont il n'existe qu'un seul exemplaire :



- 38 D'autres sont impossibles à obtenir comme le *toka* de la figure 2121 dans la deuxième colonne en bas à gauche (figure *alohotsy* dans la position *ombiasy*). En général, bien qu'ils n'aient jamais procédé à un inventaire exhaustif comme celui de l'ordinateur, les devins connaissent ces tableaux rares et ces impossibilités et il est probable que dans certains cas, même s'ils ne s'expriment pas spontanément sous forme d'argumentation déductive comme le ferait un logicien, ils sont conscients que certaines propriétés permettent d'expliquer pourquoi on ne peut obtenir plus de *toka* pour telle figure dans telle position³⁰.
- 39 Les réactions des devins à l'intrusion de l'ordinateur dans le déroulement de l'enquête se manifestent dans cet entretien du 6 décembre 2005 avec Njarike, un devin réputé de Tuléar au sud-ouest de Madagascar. La discussion porte sur les *toka* de la figure 2222 (*asombola*) dans la première colonne en haut à droite du tableau (position appelée *tale*, d'où le nom *asombola tokane an-tale* donné à ces tableaux). Le calcul de l'ordinateur montre qu'il en existe exactement cent cinquante et un, dont voici un exemplaire :



40 L'échange avec Njarike a donné lieu au dialogue suivant :

– Lanto : *Falesoa koa va hoy reke mahay?* Falesoa [un jeune devin], c'est un connaisseur ?

– Njarike : *Mahay fa itoy tsy aviny isany. Asombola tokane an-tale heriny in-jato!* C'est un connaisseur, mais ces tableaux-là [il montre des pages de son carnet], il ne peut pas en avoir beaucoup. J'ai cent tableaux *asombola tokane an-tale!*

Zay manahirana ahy fa hahavy iareo mahavy telopolo efapolo fa zato zany manisatsy. C'est cela qui est important car on peut arriver à en avoir trente ou quarante de ce type, mais cent tableaux, c'est exceptionnel.

Asombola, tokane an-tale, asombolane tokane an-tale, zay sarotsy zay, toy avao fa manahirany asaky... [Il montre les pages qui contiennent les cent tableaux]. *Asombola, tokane an-tale, asombolane tokane an-tale,* c'est vraiment difficile, rien que tout cela, déjà, c'est compliqué donc si...

– Lanto : *Henteany ao asa mana firy reke.* On va voir combien il en a, lui [elle désigne l'ethnologue].

– Njarike : *Izay, avelao ie hanenty.* C'est ça, laisse-le chercher. [après un moment qui correspond au calcul de l'ordinateur] *Firy ty azy?* Il en a combien ?

– Lanto : *Zato naho dimapolo raiky amby.* Cent cinquante et un.

– Njarike : *Zato naho dimapolo raiky amby? Aia ho reke nazahaoany zay? Ia nanome azy zay?* Cent cinquante et un ? Où les a-t-il trouvés ? Qui lui a donné tout ça ?

– Lanto : *Masiny ty avao naome azy.* C'est cette machine qui lui a donné tout ça.

– Njarike : *Paia ao avao zany? Fa tsy nisy ambiasa nahazoany azy fa paia ao avao?* Il a cherché là-dedans ? Ce n'est pas un devin qui lui a donné tout ça mais il a seulement cherché là-dedans ? [Il est perplexe et réfléchit en hochant la tête]

Zato? Dimapolo raiky amby naho zato! Lisatsy zay! Oridinatera ty fahatrarany zay fa tsy tenae. Cent ? Cent cinquante et un ! C'est exceptionnel ! C'est grâce à l'ordinateur qu'il a pu en avoir autant, mais pas de lui-même.

– Lanto : *Aha ! Oridinatera ty avao manao azy.* C'est l'ordinateur qui lui a donné.

– Njarike : *Zay! Zay tsy ho hitae. Zato fa ato toy zao, laha tsy fa tena ambiasa tsy fahatrarany zay, fa amin'ity ato biby!* C'est bien ça ! Ceux-là, il ne les trouvera pas. Ces

cents tableaux qui sont déjà là [il montre son carnet], si ce n'est pas un vrai devin, on ne peut pas les obtenir, mais l'ordinateur est une bête !

- 41 Le rapprochement de la technologie informatique avec le statut d'animal est intéressant. L'ordinateur est en quelque sorte ce qui déshumanise l'échange entre les humains. Bien que cela ne soit pas présent dans l'esprit de Njarike, on ne peut s'empêcher de relier cette comparaison avec l'expression « calcul bestial » utilisée par les mathématiciens pour désigner une approche purement calculatoire d'un problème qui ne cherche pas les raisons profondes justifiant telle ou telle solution (les mathématiciens aiment bien souligner que ce sont les idées qui priment dans leur discipline et non pas les calculs). L'inventaire exhaustif des tableaux divinatoires effectué par l'ordinateur relève de cette approche bestiale alors que les devins travaillent avec des méthodes manuelles, heuristiques, qui s'efforcent de simplifier la recherche de *toka* en se limitant à certaines classes particulières de tableaux qui les intéressent plus spécifiquement³¹.
- 42 Au-delà de la référence épistémologique, la comparaison de Njarike montre que l'échange de tableaux *toka* entre devins est un phénomène social dans lequel interviennent de nombreux facteurs : intérêt des devins pour tel ou tel type de tableaux en fonction de leur signification symbolique et cosmologique, importance du nombre de *toka* accumulés par un devin qui contribue à augmenter son prestige, et par voie de conséquence, contraintes économiques qui pèsent sur la circulation de ces *toka*. Un devin ne donne pas n'importe quel *toka* à n'importe qui, et cet échange a un prix comme on l'a vu plus haut. La remarque de Njarike « l'ordinateur est une bête » peut être interprétée comme une manière de souligner que la machine est étrangère à toutes ces déterminations sociales qui touchent la recherche de *toka* et leur circulation parmi les devins. Cela étant dit, même si l'ordinateur est une bête, il permet à l'ethnologue de s'insérer partiellement dans ce jeu d'échanges en simulant la production de *toka*. Durant les missions que j'ai effectuées à Madagascar au cours de cette recherche, il m'est arrivé souvent d'imprimer au cyber-café de la ville la plus proche une série de *toka* qu'un devin m'avait demandés en échange de la permission de photocopier certaines pages de son carnet. Ainsi la simulation, même si elle ne rend pas

compte de l'intégralité du phénomène social étudié, permet d'approfondir de manière nouvelle et féconde certains aspects qui ont été correctement modélisés.



Figure 6

Conclusions

- 43 La possibilité d'utiliser les outils technologiques dans une approche anthropologique des savoirs musicaux non écrits ouvre des perspectives intéressantes pour la modélisation de ces savoirs. Sur le plan musical, le logiciel d'improvisation décrit précédemment permet de simuler la réalité sonore en générant des séquences qui ressemblent à celles que produit un musicien traditionnel. La confrontation de ces substituts avec les musiciens eux-mêmes permet de recueillir des jugements à propos de ces expériences qui informent le chercheur sur la manière dont la musique est conçue. J'ai donné ailleurs d'autres exemples de cette approche qui procède par essais et erreurs, les jugements négatifs recueillis lorsque les résultats de la simulation sont mauvais permettant d'améliorer le processus de simulation lui-même³². Dans le cas de la musique malgache, les expériences décrites ici montrent qu'il est possible d'explorer avec ces moyens, pour des travaux futurs, les questions les plus fascinantes soulevées par cette musique qui touchent à la façon dont les musiciens enchaînent les motifs et conduisent leur discours musical dans une conception du temps exceptionnellement étirée sur le plan de la durée.
- 44 Mais il faut souligner qu'au-delà de cet aspect analytique, l'intrusion de la technologie en contexte traditionnel soulève des questions de fonds qui sont apparues à travers les propos des informateurs aussi bien dans le cas de la divination que dans celui de la musique. L'exemple de la divination a bien montré comment les simulacres pouvaient être acceptables culturellement tout en laissant apparaître un manque sur certains aspects : les configurations divinatoires calculées par ordinateur étaient bien

identiques à celles que cherchaient les devins, mais il leur manquait d'avoir transité par un réseau d'échanges humains qui est constitutif de l'activité du devin. Il faudrait replacer ces questions dans une réflexion plus large sur le thème de la globalisation ce qui n'est pas mon propos ici, mais je voudrais terminer en faisant quelques remarques sur le cas de la musique.

- 45 Dans les expériences musicales décrites précédemment, l'intrusion de la technologie au sein d'une pratique traditionnelle procède en quelque sorte de l'intérieur, c'est-à-dire non pas en faisant table rase des pratiques existantes mais en s'efforçant de s'intégrer à leur contexte. Or la confrontation des savoirs traditionnels avec les nouvelles technologies ne va pas toujours sans difficultés et conduit parfois, dans le cas de la musique, à la disparition pure et simple de ces savoirs lorsque, par exemple, la radio ou Internet remplacent progressivement et accélèrent la disparition de certaines musiques traditionnelles. Les expériences d'interaction avec Djazz ouvrent des perspectives pour une alternative plus douce à cet envahissement brutal de la technologie en s'intégrant simplement à ce qui existe déjà.
- 46 En effet, le logiciel Djazz n'a pas seulement pour vocation de faire des expériences ethnomusicologiques de simulation de répertoires traditionnels. La vocation première des travaux sur l'improvisation avec ordinateur dont il est issu, qui est artistique comme on l'a vu, consiste à proposer de nouvelles pratiques d'improvisation dans le jazz notamment, en permettant à un musicien de jouer avec lui-même comme le fait Bernard Lubat qui se sert depuis plusieurs années de ce système et des prototypes qui l'ont précédé. Aussi les expériences de simulation en contexte traditionnel malgache font-elles apparaître une piste intéressante pour utiliser le logiciel de façon créative en renouvelant les pratiques existantes afin de donner naissance à des formes inédites de créolisation dans lesquelles les répertoires traditionnels sont transformés par la rencontre avec des modèles d'improvisation exogènes, comme en témoignent les travaux que nous menons depuis 2016 avec le musicien Charles Kely Zana-Rotsy (un guitariste virtuose de Madagascar vivant en France)³³. L'une des voies possibles de cette exproation est l'idée de « présence musicale virtuelle » que j'ai eu l'occasion de mettre en œuvre lors du colloque Folk Music Analysis à Paris le 11 juin 2015 en improvisant en trio ordinateur-cithare-hochet avec Charles Kely Zana-Rotsy qui jouait de la *marovany* et Kilema au hochet (celui-ci avait été invité à Paris par les organisateurs du colloque). Le logiciel improvisait à partir des transcriptions de Velonjoro en provoquant une sorte de rencontre virtuelle entre ce dernier et les musiciens présents à Paris car on peut dire, d'une certaine manière, que Charles Kely Zana-Rotsy et Kilema ont joué « avec » Velonjoro bien qu'il ne se soient jamais rencontrés. On retrouve cette idée dans une autre expérience que j'ai faite avec le pianiste de jazz Louis Mazetier, spécialiste du stride, ce style de piano jazz apparu à Harlem au début des années 1920 dont l'un des grands maîtres était le pianiste Fats Waller (1904-1943). J'ai joué en duo avec Louis Mazetier en fournissant au logiciel des transcriptions de Fats Waller dont j'avais ajusté les notes une par une à partir de ses enregistrements pour restituer son phrasé original, de sorte que le logiciel a joué dans le style de Waller. Le jugement positif de Louis Mazetier sur la partie générée par la machine, lui qui est l'un des meilleurs connaisseurs actuels de Fats Waller, montrait que l'on pouvait d'une certaine manière ressusciter quelque chose de ce grand musicien disparu à travers les échos qu'en donnait le logiciel.

BIBLIOGRAPHIE

- ANGER, Violaine, « La notion d'“ingénierie artistique”, cadre pour la recherche du Département “arts-musique” de l'université d'Évry-Val d'Essonne ? », journée d'étude du jeudi 8 janvier 2009, en ligne : http://www.univ-evry.fr/modules/resources/download/default/Recherche/Les%20laboratoires/RASM/pdf/Violaine_Anger.pdf
- ASSAYAG, Gérard, BLOCH, Georges, CHEMILLIER, Marc, CONT, Arshia et DUBNOV, Shlomo, « OMax brothers: a dynamic topology of agents for improvisation learning », *AMCMM'06 1st ACM workshop on Audio and music computing multimedia*, 2006, p. 125-132.
- BAILEY, Derek, *L'improvisation. Sa nature et sa pratique dans la musique*, trad. Isabelle Leymarie, Paris, Outre Mesure, 1999
- CAZAU, Dorian, ADAM, Olivier et CHEMILLIER, Marc, « Système de captation optique pour la transcription automatique de la musique de cithare malgache *marovany* », *JIM 2013 Journées d'informatique musicale*, Saint-Denis, 2013, p. 51-58.
- CAZAU, Dorian, CHEMILLIER, Marc et ADAM, Olivier, « Design of an Automatic Music Transcription System for the Traditional Repertoire of the Marovany Zither from Madagascar: Application to Human-Machine Music Improvisation with ImproteK », KOSTAGIOLAS, Petros, MARTZOUKOU, Konstantina et LAVRANOS, Charilaos (eds.), *Trends in Music Information Seeking, Behavior, and Retrieval for Creativity*, IGI Global, 2016, chapitre 10.
- CHEMILLIER, Marc, *Les Mathématiques naturelles*, Paris, Odile Jacob, 2007.
- CHEMILLIER, Marc, « L'improvisation musicale et l'ordinateur. Transcrire la musique à l'ère de l'image animée », *Terrain* 53 (2009) « Voir la musique », p. 67-83.
- CHEMILLIER, Marc, « La machine aksak et les fascinantes formules asymétriques du petit luth de Turquie (à propos du livre de Jérôme Cler : *Yayla, musique et musiciens de villages en Turquie méridionale*) », *L'Homme* 211 (2014), p. 129-140.
- CHEMILLIER, Marc, « Ruse et combinatoire tsigane. De la modélisation informatique dans les répertoires musicaux traditionnels (à propos du livre de Victor A. Stoichita : *Fabricants d'émotion. Musique et malice dans un village tsigane de Roumanie*) », *L'Homme* 211 (2014), p. 117-128.
- CHEMILLIER, Marc, « Le bœuf du joli-ciel logiciel », *Programme de la 38^e Hestejada de las arts*, Uzeste, 2015, p. 7, en ligne : <http://www.uzeste.org/wp-content/uploads/2015/07/PROG-38e-web.pdf>
- CHEMILLIER, Marc, JACQUET, Denis, RANDRIANARY, Victor et ZABALIA, Marc, « Aspects mathématiques et cognitifs de la divination *sikidy* à Madagascar », *L'Homme* 182 (2007), p. 7-40, en ligne : <http://www.cairn.info/revue-l-homme-2007-1-page-7.htm>
- CHEMILLIER, Marc, POUCHELON, Jean, ANDRÉ, Julien et NIKA, Jérôme, « La contramétricité dans les musiques traditionnelles africaines et son rapport au jazz », *Anthropologie et Sociétés* 38/1 (2014), p. 105-137.
- CHEMILLIER, Marc et NIKA, Jérôme, « “Étrangement musical” : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImproteK », *Cahiers d'ethnomusicologie*, 28 (2015), p. 61-80.
- GOLD, Raymond L., « Roles in sociological field observation », *Social Forces* 36/3 (1958), p. 217-223.
- GARDIN, Jean-Claude, « Le questionnement logiciste et les conflits d'interprétation », *Enquête* 5 (1997), en ligne : <http://enquete.revues.org/1043>

GARDIN, Jean-Claude, « “Le raisonnement contrôlé” : analyse comparée du discours scientifique dans deux disciplines, l'archéologie et la biologie », 2003, texte inédit en ligne : <http://ehess.modelisationsavoirs.fr/seminaire/seminaire15-16/02-02dec2015/J.C.Gardin-2003.pdf>

HELL, Bertrand, « Négocier avec les esprits *tromba* à Mayotte. Retour sur le “théâtre vécu” de la possession », *Gradhiva*, 7 (2008), dossier « Le possédé spectaculaire », p. 6-23.

HOOD, Mantle, « The Challenge of “Bi-Musicality” », *Ethnomusicology* 4/2 (1960), p. 55-59.

JAMIN, Jean et WILLIAMS, Patrick, *Une anthropologie du jazz*, Paris, CNRS Éditions, 2010.

PICOCHÉ, Jacqueline, *Dictionnaire étymologique du français*, Le Robert, 1979, article « roi ».

REY, Alain (ed.), *Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, 1992, article « régulier ».

VANDENDRIESSCHE, Éric, « De l'ethnomusicologie à l'ethnomathématique. Entretien avec Marc Chemillier », *ethnographiques.org* 29 (2014), dossier « Ethnologie et mathématiques », <http://www.ethnographiques.org/2014/Vandendriessche,Chemillier>.

Simha, film sur l'ethnomusicologue Simha Arom (réalisé par Jérôme Blumberget produit par Gabriel Chabanier), Le Miroir et CNRS Images, 2015.

NOTES

1. Les terrains qui illustrent les réflexions du séminaire sont ceux sur lesquels j'ai travaillé, en République centrafricaine et à Madagascar.

2. <http://www.dailymotion.com/chemilli>, https://www.youtube.com/channel/UCDNemx5n7iFDWT4UJ_vouJg. Ces chaînes sont accessibles depuis la page du séminaire <http://ehess.modelisationsavoirs.fr>. Parmi les musiciens ayant été invités, citons Bernard Lubat, Erik M, Jovino Santos Neto, Rajery, Kilema, Louis Mazetier, Charles Kely Zana-Rotsy, Louis-Marie Vigne, Raphaël Imbert.

3. JAMIN, Jean et WILLIAMS, Patrick, *Une anthropologie du jazz*, Paris, CNRS Éditions, 2010.

4. Ce séminaire est animé par Sophie Desrosiers, Eric Vandendriessche, Giovanna Cifoletti et moi-même.

5. VANDENDRIESSCHE, Éric, « De l'ethnomusicologie à l'ethnomathématique. Entretien avec Marc Chemillier », *ethnographiques.org* 29 (2014), dossier « Ethnologie et mathématiques », <http://www.ethnographiques.org/2014/Vandendriessche,Chemillier>. Voir aussi CHEMILLIER, Marc, *Les Mathématiques naturelles*, Paris, Odile Jacob, 2007.

6. GARDIN, Jean-Claude, « Le questionnement logiciste et les conflits d'interprétation », *Enquête* 5 (1997), en ligne : <http://enquete.revues.org/1043>. GARDIN, Jean-Claude, « “Le raisonnement contrôlé” : analyse comparée du discours scientifique dans deux disciplines, l'archéologie et la biologie », 2003, texte inédit en ligne : <http://ehess.modelisationsavoirs.fr/seminaire/seminaire15-16/02-02dec2015/J.C.Gardin-2003.pdf>

7. <http://digitaljazz.fr>

8. REY, Alain (ed.), *Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, 1992, article « régulier ».

9. L'étymologie de régulier (*regula*) renvoie à la famille du mot « roi » (*rex, regis*) qui donne également le mot « droit » (étymologie *di-rectus*) dans lequel on retrouve le même mouvement de pensée : une ligne droite est une ligne régulière et sans déviation (aspect factuel) alors que le droit est un ensemble de règles juridiques (énoncés synthétiques). Voir PICOCHÉ, Jacqueline, *Dictionnaire étymologique du français*, Le Robert, 1979, article « roi ».

10. On prend soin de faire cette distinction entre modélisation et formalisation car les deux sont parfois confondus, la modélisation étant supposée recourir à une forme de mathématisation (par exemple GARDIN, « “Le raisonnement contrôlé” : analyse comparée du discours scientifique dans

deux disciplines, l'archéologie et la biologie », *op. cit.* ; et ANGER, Violaine, « La notion d'«ingénierie artistique», cadre pour la recherche du Département «arts-musique» de l'université d'Évry-Val d'Essonne ? », journée d'étude du jeudi 8 janvier 2009, en ligne : http://www.univ-evry.fr/modules/resources/download/default/Recherche/Les%20laboratoires/RASM/pdf/Violaine_Anger.pdf.

11. GOLD, Raymond L., « Roles in sociological field observation », *Social Forces* 36/3 (1958), p. 217-223.

12. On peut rattacher à cette catégorie les travaux menés par Simha Arom et son équipe à la fin des années 1980 sur les échelles africaines grâce à un synthétiseur imitant le son du xylophone et dont les musiciens autochtones pouvaient régler la hauteur à leur guise. Pour des extraits vidéos de ces expériences, voir *Simha*, le film sur l'ethnomusicologue Simha Arom (réalisé par Jérôme Blumberget produit par Gabriel Chabanier), Le Miroir et CNRS Images, 2015. Ces expériences étaient réalisées hors contexte, c'est-à-dire en dehors des circonstances sociales au cours desquelles on jouait habituellement ces xylophones.

13. HOOD, Mantle, « The Challenge of "Bi-Musicality" », *Ethnomusicology* 4/2 (1960), p. 55-59.

14. Le premier logiciel d'improvisation né de cette lignée de recherches, appelé OMax, a été créé à l'IRCAM en 2001. Destiné à l'improvisation libre, il était conçu à des fins artistiques pour être utilisé dans le domaine de la création contemporaine et du free jazz. À partir de 2009, une nouvelle version du logiciel, appelée ImproteK, a permis d'explorer l'improvisation dans un cadre rythmique et tonal prédéfini prenant en compte une pulsation régulière (cette version a été développée par Jérôme Nika et moi-même à l'occasion d'une collaboration entre l'IRCAM et l'EHESS). Grâce à ces nouvelles possibilités rythmiques, le logiciel a pu être utilisé dans des musiques fortement ancrées au sein d'un contexte social donné (jazz, musiques traditionnelles). En 2016, une variante du logiciel, appelée Djazz, a introduit de nouveaux réglages afin d'explorer plus avant cette utilisation « contextuelle » du logiciel initiée par les expériences de simulation décrites ici. Sur le logiciel OMax voir ASSAYAG, Gérard, BLOCH, Georges, CHEMILLIER, Marc, CONT, Arshia et DUBNOV, Shlomo, « OMax brothers: a dynamic topology of agents for improvisation learning », *AMCMM'06 1st ACM workshop on Audio and music computing multimedia*, 2006, p. 125-132 et CHEMILLIER, Marc, « L'improvisation musicale et l'ordinateur. Transcrire la musique à l'ère de l'image animée », *Terrain* 53 (2009) « Voir la musique », p. 67-83 ; sur ImproteK voir CHEMILLIER, Marc et NIKA, Jérôme, « "Étrangement musical" : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImproteK », *Cahiers d'ethnomusicologie*, 28 (2015), p. 61-80.

15. BAILEY, Derek, *L'improvisation. Sa nature et sa pratique dans la musique*, trad. Isabelle Leymarie, Paris, Outre Mesure, 1999, p. XIV

16. Notamment lors du festival d'Uzeste en août 2015 ; voir CHEMILLIER, Marc, « Le bœuf du joli-ciel logiciel », *Programme de la 38^e Hestejada de las arts*, Uzeste, 2015, p. 7, en ligne : <http://www.uzeste.org/wp-content/uploads/2015/07/PROG-38e-web.pdf>.

17. CHEMILLIER et NIKA, « "Étrangement musical" : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImproteK », *op. cit.*

18. La norme MIDI permet de coder les séquences sous forme de débuts et de fins de notes sans prendre en compte le timbre des instruments, puis de les afficher à l'aide de piano-rolls en représentant le temps sur l'axe horizontal, les hauteurs sur l'axe vertical et les notes par des segments horizontaux. Les travaux de transcription de la cithare ont été effectués avec Olivier Adam et Dorian Cazau au laboratoire Lutherie, acoustique, musique de l'Université Pierre et Marie Curie. Plusieurs systèmes de captation ont été testés sur la cithare, d'abord des capteurs optiques, puis des micros piézo placés sur le chevalet de chaque corde afin de séparer les signaux produits par chacune d'elles. Dorian Cazau a développé dans le cadre de sa thèse de doctorat un logiciel de traitement de ces signaux pour convertir les données en informations MIDI.

19. Cette notation est fournie de façon automatique par le système. C'est l'un des avantages de ce type de système de pouvoir donner instantanément une vue d'ensemble d'une improvisation aussi longue soit-elle. Le piano-roll est calculé automatiquement et il suffit de faire un simple zoom arrière pour voir d'un seul coup d'œil l'ensemble de la séquence et faire ressortir ses principales articulations.
20. Pour l'analyse du rythme du hochet, voir CHEMILLIER, Marc, POUCHELON, Jean, ANDRÉ, Julien et NIKA, Jérôme, « La contramétricit  dans les musiques traditionnelles africaines et son rapport au jazz », *Anthropologie et Sociétés* 38/1 (2014), p. 105-137.
21. CHEMILLIER et NIKA « " trangement musical" : les jugements de goût de Bernard Lubat à propos du logiciel d'improvisation ImproteK », *op. cit.*, p. 71.
22. Lors d'un atelier sur le rythme organisé en octobre 2014 à Abu Dhabi par la New York University, le tromboniste de jazz George Lewis a proposé l'aphorisme suivant en réaction amicale aux propos de Bernard Lubat (communication personnelle en français) : « Pour bien trombiner, il faut tromboner ». En effet, les glissandi de son instrument sont particulièrement adaptés au triturage du phrasé.
23. Velonjoro est décédé le 10 janvier 2017 à l'âge de cinquante-quatre ans. Il habitait le village Ankili Mahafahitsy près d'Ambovombe au Sud de Madagascar en pays Antandroy (l'un des groupes ethniques de l' le), et il n'était jamais venu dans la capitale Antananarivo avant les premières expériences réalisées avec lui en 2011. Après quelques années nécessaires à la mise au point du système, il a été possible de mener en 2014, puis en 2016, des essais d'interaction musicale entre lui et l'ordinateur qui sont évoqués ici.
24. On peut écouter un extrait de ce duo sur le site <http://improtekjazz.org>.
25. C'est mon épouse Lanto, que je remercie, qui a joué le rôle d'interprète et qui a effectué ces transcriptions.
26. Le son était généré par le logiciel Pianoteq qui permet de reconstituer un excellent son de piano avec un système de synthèse sonore par modèle physique.
27. HELL, Bertrand, « Négocié avec les esprits *tromba*   Mayotte. Retour sur le "théâtre vécu" de la possession », *Gradhiva*, 7 (2008), dossier « Le possédé spectaculaire », p. 12.
28. Rappelons que c'est l'une des vocations de l' cole des hautes études en sciences sociales que d'encourager ce type de rapprochements en favorisant la pluridisciplinarité.
29. CHEMILLIER, *Les Mathématiques naturelles*, *op. cit.* ; CHEMILLIER, Marc, JACQUET, Denis, RANDRIANARY, Victor et ZABALIA, Marc, « Aspects mathématiques et cognitifs de la divination *sikidy*   Madagascar », *L'Homme* 182 (2007), p. 7-40, en ligne : <http://www.cairn.info/revue-l-homme-2007-1-page-7.htm>.
30. CHEMILLIER, *Les Mathématiques naturelles*, *op. cit.*, p. 189 et 198.
31. On en donne un exemple dans *Les Mathématiques naturelles* (p. 198) concernant la classe des tableaux ayant quatre colonnes mères identiques.
32. CHEMILLIER, Marc, « La machine aksak et les fascinantes formules asymétriques du petit luth de Turquie (  propos du livre de Jérôme Cler : *Yayla, musique et musiciens de villages en Turquie méridionale*) », *L'Homme* 211 (2014), p. 129-140 ; CHEMILLIER, Marc, « Ruse et combinatoire tsigane. De la modélisation informatique dans les répertoires musicaux traditionnels (  propos du livre de Victor A. Stoichita : *Fabricants d'émotion. Musique et malice dans un village tsigane de Roumanie*) », *L'Homme* 211 (2014), p. 117-128.
33. Sur les projets artistiques récents menés grâce au logiciel Djazz avec le guitariste Charles Kely Zana-Rotsy, ou avec Bernard Lubat dans le cadre du projet Jazz augmenté, voir <http://digitaljazz.fr>.

RÉSUMÉS

Cet article présente les enjeux du séminaire « Modélisation des savoirs musicaux relevant de l'oralité » de l'EHESS en développant les concepts de modélisation, d'expérimentation et de simulation et en les illustrant d'exemples concrets tirés d'un travail de terrain à Madagascar. L'immersion du chercheur dans son contexte d'enquête avec différents degrés d'observation et de participation s'appuie généralement sur l'usage d'artefacts (carnets de terrain, caméras, ...) qui peuvent prendre aujourd'hui des formes très sophistiquées avec le développement de l'informatique. Il arrive parfois que les modèles proposés par le chercheur puissent être traduits en programmes d'ordinateurs capables d'engendrer des substituts des phénomènes étudiés, c'est-à-dire de produire artificiellement avec l'informatique certains objets culturels conformes à ceux qui sont produits par des savoirs traditionnels. La confrontation de dispositifs de ce type avec la réalité du terrain ouvre des perspectives nouvelles qu'il faut interroger et c'est en cela que consiste la simulation. On en montre deux exemples, l'un concernant un logiciel d'improvisation musicale utilisé avec des joueurs de cithare, l'autre concernant le calcul de tableaux de graines étudiés par les devins malgaches.

INDEX

Mots-clés : savoirs traditionnels, modélisation, simulation, improvisation musicale, divination

AUTEUR

MARC CHEMILLIER

Ancien élève de l'École normale supérieure de Fontenay-aux-roses, Marc Chemillier est mathématicien, informaticien, musicologue et anthropologue. Après un stage à l'IRCAM, il entreprend une thèse en informatique musicale, puis s'oriente vers l'ethnomusicologie en travaillant sur la musique de harpe des Nzakara de République centrafricaine. Il s'est tourné ensuite vers Madagascar où il a réalisé l'une des premières études ethnomathématiques de terrain à propos de la divination malgache, dont il a rendu compte dans son livre *Les Mathématiques naturelles* (Odile Jacob, 2007), puis il s'est intéressé à la musique de cithare marovany associée à la transe tromba. À partir des années 2000, sa rencontre avec le musicien de jazz Bernard Lubat a donné naissance à une famille de logiciels d'improvisation qu'il développe en collaboration avec l'IRCAM. En 2007 il est élu Directeur d'études à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales. Ces dernières années son travail a surtout porté sur la création de projets artistiques autour de l'idée d'improvisation musicale avec ordinateur.