

Quand la guitare [s']électrise !

Benoît Navarret,
Marc Battier,
Philippe Bruguière
& Philippe Gonin

MusiqueS

La guitare électrique serait-elle l'instrument emblématique du xx^e siècle? Son histoire a marqué plusieurs générations de musiciens et d'auditeurs: sa sonorité et sa puissance (qu'elle doit aussi à ses composants externes: pédales d'effets, amplificateurs et haut-parleurs), sa versatilité, son impact visuel et toutes les significations qui lui ont été associées en font un objet incontournable, une véritable icône planétaire.

Et pourtant l'étude scientifique de son histoire, de son répertoire ou de sa technologie n'a fait que commencer, tout en allant en s'amplifiant. Peu connue, la recherche menée autour de cet instrument mérite qu'on s'y attarde, tant les approches possibles sont riches et variées: car l'instrument ne peut s'étudier en-dehors de son contexte, ni sans raconter l'histoire de ces pionniers qui se mirent à bricoler des formes hybrides d'instruments, puisant dans l'organologie classique en la mêlant aux techniques de la radio, du microphone et de tout ce que « la fée électricité » a pu apporter en matière d'innovation sonore. L'on ne peut aussi ignorer la construction symbolique de ces figures mythiques, les *guitar heroes*, qui font rêver les foules et alimentent les fantasmes de nombreux amateurs. Sans oublier la multiplicité de ses usages, du club intimiste aux gigantesques stades ou festivals, de son expérimentation dans la musique contemporaine au refus délibéré de la virtuosité dans des genres plus nihilistes, et même dans certaines pratiques religieuses!

QUAND LA GUITARE [S']ÉLECTRISE !

À la mémoire d'André Duchossoir (1949-2020)

MusiqueS

Série « MusiqueS & Sciences » – Instrumentarium

Issue des travaux interdisciplinaires soutenus par l'Institut Collegium Musicae de l'Alliance Sorbonne Université depuis sa création en 2015, la série « MusiqueS & Sciences » est une collection dont le but est de susciter, développer et valoriser les recherches ayant pour sujet les musiques, passées et présentes, de toutes origines. Elle invite ainsi à mêler les disciplines des sciences humaines et des sciences exactes telles que l'acoustique, les technologies de la musique et du son, la musicologie, l'ethnomusicologie, la psychologie cognitive, l'informatique musicale, mais aussi les métiers de la conservation et de la lutherie.

*

Le Collegium Musicae – institut de Sorbonne Université – regroupe des organismes de recherche et de formation spécialisés dans le domaine musical. Il favorise, depuis sa création en 2015, les travaux menés en interdisciplinarité entre sciences exactes, sciences humaines et pratiques musicales. La collection « Instrumentarium », consacrée aux instruments et familles d'instruments, est la première des séries de publications issues des travaux scientifiques du Collegium Musicae. Suscitant le croisement des regards entre acousticiens, musicologues, musiciens et luthiers, ces travaux permettent la confrontation inédite de données et analyses acoustiques, organologiques et techniques, historiques et culturelles, ainsi que celles relevant de la création et de l'innovation.

Composantes du Collegium Musicae : IReMus, Institut de recherche en musicologie (UMR: CNRS, Sorbonne Université, BnF, ministère de la Culture); équipe LAM, Lutheries, Acoustique, Musique (Institut Jean-le-Rond-d'Alembert, UMR: CNRS, Sorbonne Université, ministère de la Culture); STMS-Ircam, Sciences et technologies de la musique et du son (UMR: CNRS, Ircam, ministère de la Culture, Sorbonne Université); ECR, Équipe conservation recherche-musée de la Musique, Cité de la musique – Philharmonie de Paris (Centre de recherche sur la conservation, USR: CNRS, MNHN, ministère de la Culture); équipe SCC, systématique et catégorisation culturelles (ecoanthropologie et ethnobioogie, UMR: CNRS, MNHN, université Paris VII); BMBI, biomécanique et bioingénierie (UMR: CNRS – UTC); PSPBB, pôle supérieur Paris-Boulogne-Billancourt; COSU, Chœur & Orchestre Sorbonne Université; UFR Musique et musicologie (Sorbonne Université); UFR d'Ingénierie (Sorbonne Université).

Benoît Navarret, Marc Battier,
Philippe Bruguère & Philippe Gonin (dir.)

Quand la guitare [s']électrise !

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES
Paris

Ouvrage publié avec le concours du Collegium Musicae
et de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.
Les SUP sont un service général de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.
© Sorbonne Université Presses, 2022
Image de couverture : Music wood photography — pxhere.com

Quand la guitare [s']électrise · édition papier	979-10-231-0714-2
Quand la guitare [s']électrise · PDF complet	979-10-231-2365-4
Éric de Visscher · Avant-propos	979-10-231-2366-1
Marc Battier, Philippe Bruguère, Philippe Gonin & Benoît Bavarret · Introduction	
1 André Duchossoir · Naissance de la guitare électrique : entre progrès technologiques majeurs et quête d'un nouvel idiome musical	979-10-231-2367-8
2 Matthew W. Hill · The hidden history of the electric guitar	979-10-231-2368-5
3 Panagiotis Pouloupoulos · Reflecting the 1950s Popular Lifestyle: The Danelectro 3412 Short Horn Bass	979-10-231-2369-2
4 Arthur Paté · An acoustician's approach of the solid body electric guitar	979-10-231-2370-8
5 Otsol Lähdeoja · Augmenting the Guitar: analysis of hybrid instrument development informed by case studies	979-10-231-2371-5
6 Loïc Reboursière · Traitement sonore polyphonique et contrôle gestuel instrumental : retour sur une mise en œuvre pratique de la guitare hexaphonique	979-10-231-2372-2
7 Régis Dumoulin · Fender et Gibson : de la concurrence au partage du marché	979-10-231-2373-9
8 Steve Waksman · Instruments of Whose Desire? The Electric Guitar and the Shaping of Women's Musical Experience	979-10-231-2374-6
9 Guillaume Gilles · Link Wray, à la recherche du son sale et sauvage	979-10-231-2375-3
10 William Etievent Cazorla · De l'effet de bord à l'effet sonore : la guitare saturée entre performances techniques et performances artistiques	979-10-231-2376-0
11 Viviane Waschbüsch · La guitare électrique puriste et virtuose des années 1940 à 1960 dans les interprétations de Django Reinhardt et George Barnes	979-10-231-2377-7
12 Amy Brandon · Perceptual and visuomotor feedforward patterns as an element of jazz guitar improvisation practice and pedagogy	979-10-231-2378-4
13 Laurent Grün & Pascal Charroin · L'amplification : esquisse d'analyse comparée de l'engagement corporel des bassistes et des guitaristes	979-10-231-2379-1

Direction des publications du Collegium Musicae : Achille Davy-Rigaux
Direction du Collegium Musicae : Benoît Fabre
Mise en page : 3d2s/Emmanuel Marc DUBOIS (Paris/Issigeac)

SUP

Maison de la Recherche
Sorbonne Université
28, rue Serpente
75006 Paris
tél. : (33) (0)1 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

<https://sup.sorbonne-universite.fr>

CHAPITRE 6

TRAITEMENT SONORE POLYPHONIQUE
ET CONTRÔLE GESTUEL INSTRUMENTAL :
RETOUR SUR UNE MISE EN ŒUVRE PRATIQUE
DE LA GUITARE HEXAPHONIQUE

*

THE HEXAPHONIC GUITAR: OVERVIEW
OF A GUITAR PRACTICE IN THE MAKING

141

Loïc Reboursière

*CEAC, EA 3587, Université de Lille 3, TCTS, Institut Numédiart,
UMons*

Section de musique électroacoustique, ARTS2 – École supérieure des Arts

RÉSUMÉ

142

Les microphones monophoniques des guitares électriques mélangent les signaux de chacune des cordes vibrantes de l'instrument avant de transmettre le son à l'amplificateur. À l'inverse, le microphone hexaphonique est un ensemble de six microphones délivrant séparément le signal de chaque corde. Apparue vers le milieu des années 1970 par le biais des guitares-synthétiseurs, le microphone hexaphonique est loin d'avoir entraîné la même révolution que le microphone monophonique. Malgré ce constat, ce microphone nous semble conserver un intérêt certain car il donne accès à deux types d'utilisation permettant d'augmenter les potentiels de l'instrument : le traitement sonore hexaphonique et le contrôle gestuel instrumental précis. D'une part, le traitement sonore hexaphonique consiste en l'application de traitements sonores pouvant être configurés indépendamment pour chaque corde ; d'autre part, le contrôle gestuel instrumental permet, grâce à des algorithmes d'analyses, d'utiliser les gestes effectués par le guitariste sur son instrument comme éléments de contrôle du son qu'il produit. Les six signaux que délivre le microphone hexaphonique permettent la détection simultanée des gestes effectués sur chacune des cordes, ce qui aboutit à une vision précise du jeu du guitariste. Après une présentation historique des guitares qui utilisent, dès le milieu des années 1950, les gestes instrumentaux pour contrôler le son produit ou appliquent des traitements sonores différenciés par corde ou groupe de cordes, cet article exposera les premiers retours sur une mise en œuvre pratique de ces utilisations à travers la performance *Puzzle* d'Ivann Cruz.

BIOGRAPHIE

Loïc Reboursière est titulaire d'un master en scénographie numérique de l'université de Valenciennes (France) et d'un doctorat en organologie de la guitare électrique à l'université de Mons (Belgique). Il a suivi parallèlement une formation aux ateliers de composition électroacoustique du studio Art Zoyd sous la direction du compositeur André Serre-Milan. Depuis 2009,

il est chercheur à l'institut Numediart¹ et s'est spécialisé dans l'utilisation de divers capteurs en situations scéniques et dans la guitare augmentée. En 2014, il est doctorant en cotutelle avec l'université Lille-3 et l'UMons, sur des potentiels gestuels, sonores ou organologiques que la guitare hexaphonique pourrait permettre de développer. Entre 2015 et 2017, il est assistant en section arts numériques à l'école Arts2 de Mons (Belgique) et en master musique à l'université Lille-3. Il enseigne les dispositifs interactifs de manière pratique par l'utilisation de la plateforme Arduino et du logiciel *Pure Data*. Entre 2012 et 2017, il forme des étudiants en cours du soir au logiciel *Pure Data* : <http://www.numediart.org/creative/>. Parallèlement à ce travail de recherche, il collabore à différentes créations artistiques : *Tanukis* (François Zajéga), *Puzzle* (Ivann Cruz), *La Machine* (Philippe Asselin).

143

Contact : loicreboursiere@gmail.com

ABSTRACT

Monophonic pickups of electric guitars mix signals of each of the instrument's vibrating strings before transmitting sound to the amplifier. By contrast, the hexaphonic pickup is a set of six individual pickups that deliver each string's signal separately. The hexaphonic pickup, which appeared in the mid-1970s through guitar synthesizers, did not lead to the same revolution as the monophonic pickup. Despite this observation, this specific microphone seems to have a certain interest as it gives access to two possible uses which augment the potentials of the instrument: hexaphonic sound effect and precise instrumental gestural control. On the one hand, hexaphonic audio effects consist of audio effects that can be independently parametrized for each string; on the other hand, instrumental gestural control enables, through analysis algorithms, the use of instrumental gestures (gestures performed by the guitarist on his instrument) as a way to control any of the elements of the guitarist's sound. The individual strings signals delivered by the hexaphonic pickup

1 En ligne : <http://www.numediart.org>.

enable the detection of the instrumental gestures performed on each string simultaneously, which leads to a precise image of the guitarist's playing. After an historical presentation of guitars that pioneered the use of instrumental gestures to control sound or the use of audio effects applied separately on different strings or groups of strings, this paper will present the results of the development and practical uses of those potentials through the performance *Puzzle* from Ivann Cruz.

BIOGRAPHY

144 Loïc Reboursière holds a master in digital scenography and a PhD in organology of the electric guitar. He concurrently attended electroacoustic composition workshops at the Art Zoyd studio under the direction of the composer André Serre-Milan. Since 2009, he is a researcher at the Numediart institute (technological development for digital arts) specialized in the use of different kind of sensors in scenic contexts and on the augmented guitar. In 2014, he starts a doctoral thesis in cotutelle with the University of Lille-3 and the UMONS on the hexaphonic guitar and the development of new gestural, sonic or organologic possibilities it enables. Between 2015 and 2017, he is the assistant of the digital arts sector of the Arts School of Mons (Belgium) and conducts workshops of practice in the Music Masters at University of Lille 3. Since 2012, he trains students in Pure Data <http://www.numediart.org/creative/>. In parallel with his research, he collaborates in various artistic works: *Tanukis* (François Zajéga), *Puzzle* (Ivann Cruz), *La Machine* (Philippe Asselin).

Contact : loicreboursiere@gmail.com

INTRODUCTION

Le traitement sonore polyphonique et le contrôle gestuel instrumental appliqués à la guitare sont apparus lorsque les microphones ont permis la captation séparée du son de chaque corde et lorsque les contacts entre les frettes et les cordes ont été utilisés comme « interrupteurs ». Le terme « polyphonique » a été historiquement utilisé dans ce contexte pour définir l'application de traitements sonores différenciés par corde. Malgré sa polysémie, il permet de décliner ces outils à n'importe quel instrument à cordes intégrant un microphone pour chacune d'entre elles (guitare basse, guitare sept ou huit cordes, violon, etc.). L'expression « guitare hexaphonique » fait spécifiquement référence à une guitare six cordes intégrant un microphone hexaphonique. Celui-ci est constitué de six microphones, chacun d'entre eux captant le son d'une corde spécifique. Cette captation individualisée permet de fait l'utilisation de traitements sonores configurés indépendamment pour chaque corde. Le contrôle gestuel instrumental correspond à l'utilisation des gestes effectués (notes, accords, techniques de jeu, etc.) par le musicien pour contrôler des traitements sonores qui sont appliqués à l'instrument ou à des éléments sonores différents du son de l'instrument. L'utilisation d'un microphone hexaphonique, dans ce cas, facilite la détection précise de ces gestes car il délivre une « image » détaillée du jeu du guitariste². Sur une période de deux ans, un travail de création a été mené autour de l'utilisation d'une guitare munie d'un microphone hexaphonique connectée à un logiciel de traitements sonores hexaphoniques et de spatialisation, à un logiciel de détection des techniques de jeu de la guitare et à un logiciel permettant de déclencher et de moduler toute une série d'enregistrements vocaux. Cet article présente les diverses spécificités du système et les premières conclusions quant à son utilisation.

2 À titre de comparaison, les microphones monophoniques présents sur les guitares électriques mélangent le son de toutes les cordes, ce qui rend complexe l'extraction des gestes du musicien sur chacune des six cordes.

ORGANOLOGIE DU TRAITEMENT SONORE POLYPHONIQUE ET DU CONTRÔLE GESTUEL INSTRUMENTAL APPLIQUÉE À LA GUITARE

146

Le traitement sonore polyphonique et le contrôle gestuel instrumental appliqués à la guitare trouvent leurs racines dès la fin des années 1950 avec les guitares stéréophoniques³ et dans les années 1960 avec les guitares-orgues⁴. Les premières permettent la captation séparée des cordes graves de celle des cordes aiguës par l'utilisation de microphones spécifiques; les secondes utilisent le contact entre la corde et la frette⁵ pour contrôler une sonorité différente de celle de la guitare (dans ce cas, celle du circuit d'un orgue électronique intégré à l'intérieur de la guitare). L'apparition du microphone hexaphonique, avec les guitares-synthétiseurs⁶, affine les processus et permet le traitement du son de chaque corde séparément ainsi que la détection des notes jouées grâce à l'utilisation de programmes d'analyse du signal audio. Les recherches sur les gestes instrumentaux et sur les instruments augmentés ouvrent les potentiels que les guitares-synthétiseurs avaient, de manière générale, limité au seul contrôle d'instrument de synthèse.

LES PRÉCURSEURS

Les guitares stéréophoniques: un dispositif technique précurseur

Avec le développement de la diffusion stéréophonique dans les années 1950, des guitares stéréophoniques apparaissent. Les premières

3 Exemples: Gibson *ES-345* (1958), Gretsch *Country Club* (1958), VEGA *1200* (1959). Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Les guitares stéréophoniques: un dispositif technique précurseur », p. 146.

4 Exemples: Vox *V251* (1964), Musisonics International *B-300* et *M-340* (1968). Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Les guitares-orgues: la première utilisation du contrôle gestuel », p. 148.

5 Barrette métallique incrustée dans la touche de la guitare qui délimite la position des différentes hauteurs présentes sur la corde.

6 Exemples: Roland *GR-500*, *GM-70*, *VG-99*. Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Les guitares-synthétiseurs », p. 150.

marques à se lancer dans l'expérience sont Gibson et Gretsch en 1958 : la première propose sur ses modèles *ES-345* et *ES-355* une sortie distincte par microphone alors que la seconde, avec son système « Project-O-Sonic », intégré sur les modèles haut de gamme *Country Club* et *White Falcon*, propose une sortie pour les cordes graves et une sortie pour les cordes aiguës. Ces deux agencements deviennent les archétypes que l'on retrouvera dans la plupart des propositions de guitare stéréophoniques : le système « Rick-O-Sound » de Rickenbacker, par exemple, développé au début des années 1960 reprend le concept de Gibson, alors qu'en 1976, la *Modulator* de Shergold propose un module reprenant le concept de Gretsch.

Ces deux agencements proposent deux approches différentes. Dans le premier cas, la présence d'une sortie distincte par microphone permet de travailler le son de l'instrument plus finement en ayant un système d'amplification adapté à chaque microphone. Elle se rapproche plus de l'augmentation de la qualité du rendu sonore de l'instrument que de la création d'un espace sonore entre deux points de diffusion. La captation stéréophonique proposée par le second système permet d'appliquer un traitement sonore et/ou un mode de diffusion différencié par groupe de corde. Il ne s'agit donc pas d'une amélioration du rendu sonore de l'instrument mais plus d'une modification du timbre de celui-ci. Un tel dispositif rend par exemple possible lors d'un jeu en accord, l'utilisation de doigtés différents qui seraient choisis en fonction de la répartition des notes sur les points de diffusion ; un jeu en arpège autoriserait, quant à lui, des mouvements d'aller-retour entre les deux points de diffusion.

On peut noter ici deux autres guitares dont les conceptions développent le principe de séparation des cordes : la Vega *1200* stéréophonique (1959) propose un microphone en position manche et un microphone en position chevalet pour chaque corde. Ces signaux sont ensuite répartis sur une sortie stéréophonique séparant les cordes graves des cordes aiguës. Avec cette guitare, les premiers systèmes de captation hexaphonique émergent⁷.

7 Bien que le son soit réduit en stéréophonie.

En 1965, Vox sort les *Phantom Stereo VI* et *XII*⁸ (respectivement à six et douze cordes), guitares possédant trois microphones captant séparément les cordes graves et les cordes aiguës et deux potentiomètres de contrôle (volume⁹ et tonalité¹⁰) par corde. Avec ces guitares, ce sont les premiers microphones et traitements polyphoniques qui se dessinent. Ajoutons, ici, que le microphone *Submarine*, dont la campagne de financement participatif s'est terminée avec succès en 2015¹¹, propose une nouvelle approche en matière de captation stéréophonique de la guitare. En effet, celui-ci permet d'amplifier deux cordes (soit les deux cordes graves, soit les deux cordes aiguës) en plus de l'amplification de base de l'instrument auquel il est ajouté. Cette approche s'inscrit dans la continuité de la captation stéréophonique proposée par Gretsch.

Comme nous le voyons dans les exemples cités, les guitares stéréophoniques se développent de manière éparse au cours des décennies qui suivent l'avènement de la diffusion stéréophonique. Malgré ce développement discret, le second agencement ainsi que les exemples de la Vega 1200 et des *Phantom Stereo* de Vox posent les premiers jalons du traitement sonore polyphonique et d'une nouvelle relation à l'instrument. Ces jalons seront, par la suite, repris et développés pour certaines guitares-synthétiseurs et dans les instruments augmentés.

Les guitares-orgues :

la première utilisation du contrôle gestuel instrumental

Les guitares-orgues se développent quelques années après l'avènement des guitares stéréophoniques et sont les premières guitares à utiliser le geste instrumental pour contrôler le timbre d'un instrument autre que la

8 En ligne : <http://www.voxshowroom.com/us/guitar/phanst12.html>, consulté le 27/4/2022.

9 Le potentiomètre de volume permet d'atténuer l'intensité du signal de la guitare avant que ce-dernier ne soit modifié par les pédales d'effets ou l'amplificateur.

10 Le potentiomètre de tonalité permet de modifier la fréquence de coupure d'un filtre passe-bas appliqué au signal de la guitare et adapte ainsi la «brillance» du son de la guitare.

11 En ligne : <https://fr.ulule.com/submarinepickup/>, consulté le 27/4/2022.

guitare. Avec ce type d'instrument, les amplitudes sonores des notes jouées sont converties en tensions ; ces tensions sont utilisées pour moduler un circuit électrique (intégré directement à l'intérieur de l'instrument) produisant le son d'un orgue électrique. Notons ici que l'orgue est le premier instrument qui supprime la relation physiologico-acoustique directe présente chez tout instrument acoustique (la main, la bouche ou le pied qui par leurs actions sur des cordes, clés, anches ou peaux, mettent des structures acoustiques en vibration) pour utiliser les touches du clavier, les tirants de jeux ou les pédales d'expression, comme des actionneurs. Dans le cas de l'orgue électrique, la pression sur les touches du clavier agit comme un interrupteur que l'on ferme, permettant ainsi aux tensions d'alimenter les composants qui créent le son de l'instrument. C'est ce principe qui est adapté aux guitares-orgues : chaque frette est séparée en six segments qui, lorsqu'ils sont en contact avec la corde, activent le son d'orgue à la hauteur de la note jouée. Chaque corde est connectée à un circuit indépendant, ce qui rend le système polyphonique¹². Ce système permet en outre d'obtenir les sons d'orgue sans avoir à pincer les cordes avec la main droite mais seulement en appuyant sur les cases du manche ; cette technique se retrouvera dans les guitares dites « MIDI »¹³ détaillées ci-après¹⁴. Dès 1964, avec la mise sur le marché de la première guitare-orgue, la Vox *V251*¹⁵, ces spécificités préfigurent les guitares-synthétiseurs et les guitares augmentées par l'utilisation du geste instrumental de base (le pincement d'une corde) comme contrôleur d'une source sonore autre que le son de la guitare.

12 C'est-à-dire que plusieurs notes d'orgues peuvent être produites et entendues simultanément (par exemple, pour l'exécution d'accords).

13 Le MIDI, ou « musical instrument digital interface », est un protocole de communication entre des instruments électroniques (sampler, boîte à rythme, etc.) ou entre des interfaces de contrôle (pédalier, contrôleur MIDI, etc.) et des éditeurs audio. La norme MIDI définit aussi un format de fichier sonore et un format de partition numérique.

14 Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Les guitares-synthétiseurs », p. 150.

15 En ligne : http://www.voxshowroom.com/us/guitar/guitar_organ.html, consulté le 27/4/2022.

Les guitares-synthétiseurs

Les guitares-synthétiseurs sont, comme leur nom l'indique, des guitares qui peuvent contrôler n'importe quel son de synthèse (analogique ou numérique) à partir des notes jouées par le guitariste. Elles apparaissent dès la fin des années 1970 et suivent l'évolution de la synthèse sonore. Le terme « guitare-synthétiseur » regroupe cependant des réalités différentes qui évoluent en fonction des développements technologiques.

150

Les premières guitares-synthétiseurs analogiques correspondent basiquement dans leur structure à une guitare reliée à un synthétiseur, la plupart du temps préexistant. La captation des gestes instrumentaux d'exécution de notes (appui sur la corde et pincement de celle-ci) est effectuée soit à partir des signaux séparés d'un microphone hexaphonique, soit par l'utilisation d'un système de division des frettes identique à celui des guitares-orgues. Les tensions obtenues contrôlent ensuite les composants électroniques du synthétiseur qui génèrent et modulent le son (oscillateur, filtre, générateur d'enveloppe, etc.). D'abord monophoniques (par exemple, ARP *Avatar*¹⁶ en 1977), les synthétiseurs contrôlés par ces guitares deviennent polyphoniques (Roland *GR-500*¹⁷ en 1977), puis numériques (Roland *GM-70*¹⁸ en 1986), en passant par des modèles hybrides utilisant des sons analogiques contrôlés par un système numérique (Roland *GR-700*¹⁹ en 1985).

Les sons des guitares-synthétiseurs sont souvent les mêmes que ceux présents dans les synthétiseurs commandés par des claviers : le Korg *Z3*²⁰,

16 En ligne : <http://www.vintagesynth.com/arp/avatar.php>, consulté le 27/4/2022.

17 Jones, Wayne Scott, « Roland GR-500 Paraphonic Guitar Synthesizer », en ligne : <http://www.jones.com/gr300/GR-500.html>, consulté le 11/06/2017.

18 *Id.*, « Roland GM-70 Pitch-to-MIDI Converter », en ligne : <http://www.jones.com/gr300/GM-70.htm>, consulté le 27/4/2022.

19 *Id.*, « Roland GR-700 Programmable Analog Guitar Synthesizer », en ligne : <http://www.jones.com/gr300/GR-700.htm>, consulté le 27/4/2022.

20 *Id.*, « Korg Z3 Guitar Synthesizer and ZD3 Drive », en ligne : <http://www.jones.com/gr300/korgz3.htm>, consulté le 27/4/2022.

par exemple, utilise une puce de synthèse FM²¹ (la puce Yamaha *YM2414* composée de huit canaux FM utilisant chacun quatre opérateurs²²) présente dans les Yamaha *TX81Z* et *DX11*.

Les guitares-synthétiseurs numériques se répartissent en deux grandes familles : les systèmes *pitch-to-midi*, appelés aussi guitares MIDI (Roland *GM-70*) et les contrôleurs dont la forme s'apparente à celle de la guitare (*SynthAxe*²³ et Stepp *DGI*²⁴ en 1986). Dans ces deux cas, les gestes du musicien sont réduits à des informations caractéristiques (hauteur, durée et vitesse²⁵ de la note) encodées dans la norme MIDI pour contrôler les instruments de synthèse. Quelques systèmes permettent d'enrichir ces informations gestuelles de base : c'est le cas de la barre *whammy*²⁶ virtuelle

- 21 La modulation de fréquence est une technique de traitement de signal qui, appliquée à la synthèse sonore, permet de créer des spectres fréquentiels complexes et dynamiques par la modulation de la fréquence d'un oscillateur audio par un autre oscillateur. Une simple variation de l'amplitude de l'oscillateur modulant permet d'induire une évolution du contenu harmonique sur l'oscillateur modulé. Cette technique rend possible l'élaboration de sons riches et évolutifs avec un petit nombre d'oscillateurs/opérateurs (voir la comparaison avec la technique additive dans la note suivante) là où, par exemple, la technique additive en demanderait des dizaines.
- 22 Les opérateurs de la synthèse FM sont l'unité de base de cette technique de synthèse. Ils sont composés d'un oscillateur, d'un amplificateur contrôlé en tension et d'un générateur d'enveloppe (évolution de l'amplitude du signal généré dans le temps). À titre de comparaison, l'unité de base de la synthèse additive est le couple oscillateur / générateur d'enveloppe (dont le son est additionné à celui d'autres couples) et celui de la synthèse soustractive est le bruit blanc (dont on filtre des fréquences).
- 23 En ligne : <http://www.hollis.co.uk/john/synthaxe.html>, consulté le 27/4/2022.
- 24 En ligne : <http://www.muzines.co.uk/articles/stepp-dg1-digital-guitar/1508>, consulté le 27/4/2022.
- 25 La notion de vitesse d'une note (tiré de l'anglais *velocity*) apparaît avec les claviers maître MIDI (interface de type piano qui peut être utilisée avec n'importe quel logiciel intégrant le MIDI pour le pilotage des sons de synthèse) est une mesure de la force et de la rapidité avec laquelle une touche de clavier est enfoncée. Cette mesure permet aux instruments de synthèse d'avoir une production sonore respectant, jusqu'à un certain degré, les nuances du jeu l'instrumentiste.
- 26 La barre *whammy* ou barre de vibrato (appelée aussi de manière erronée barre de trémolo, le trémolo correspondant à une variation périodique de

de la guitare Ibanez *IMG2010* ou encore de la fonction « *split* » (Axon *100 USB*) qui permet la création, sur le manche, de zones auxquelles différents sons de synthèse peuvent être assignés. Ces deux enrichissements du contrôle gestuel ne restent cependant que des épiphénomènes dans les développements des guitares-synthétiseurs. Les contrôleurs dont la forme s'apparente à celle d'une guitare proposent une version complètement revisitée, voire déstructurée (*SynthAxe*²⁷) de l'instrument. Les notes sont, la plupart du temps, détectées grâce à des systèmes de captations intégrés dans le manche de l'instrument qui actualisent le concept technique utilisé dans les guitares-orgues. Ces types de guitares-synthétiseurs réduisent la guitare en un instrument aphone²⁸ qui ne produit de son que s'il est connecté à un générateur sonore sachant interpréter la norme MIDI (comme un *sampler*). Dans le cas des systèmes *pitch-to-midi*, les hauteurs des notes jouées par le guitariste sont détectées grâce à des algorithmes traitant individuellement les signaux des cordes délivrés par le microphone hexaphonique : ces systèmes ne constituent que des instruments partiellement aphones puisque le son de la guitare peut être utilisé conjointement aux sons de synthèse. Ces deux types de guitares-synthétiseurs sont accompagnés d'un module matériel électronique qui embarque les algorithmes de synthèse et crée le son résultant en fonction des caractéristiques gestuelles captées. Depuis les années 2000, ces modules

l'amplitude d'un son) est un système mécanique présent sur certaines guitares électriques qui permet, par appui et relâchement de celle-ci, de tendre ou de détendre les cordes et ainsi de modifier la hauteur de la ou des notes jouées. La barre whammy virtuelle de la guitare *IMG2010* d'Ibanez n'a aucune influence sur les cordes et ne constitue qu'un capteur dont l'action peut être programmée.

- 27 La *SynthAxe* possède deux jeux de cordes : le premier permet de déclencher les notes sélectionnées sur le second. Les deux jeux sont physiquement séparés et observent un angle d'environ 120 degrés. Il s'agit plus dans cet exemple précis d'une adaptation du concept de guitare.
- 28 Terminologie proposée par Romain Bricout (2010) pour désigner les interfaces de contrôle qui apparaissent avec les « pratiques de controllerism, forme de "lutherie sauvage" électronique où le musicien devient lui-même luthier ». Cette appellation paradoxale met en avant le fait que ces instruments ne produisent de son que s'ils sont associés à leurs générateurs sonores ou instances de calcul.

sont virtualisés (Fishman *TriplePlay* et Jam Origin *MIDI Guitar* en 2012), comme un grand nombre de générateurs ou traitements sonores matériels. Nous pouvons noter ici qu'avec les systèmes *pitch-to-midi*, les premiers microphones hexaphoniques adaptables sur la plupart des guitares sans modifications de l'instrument apparaissent (Roland *GK-1*²⁹ en 1984, Korg *ZD3* en 1989), ce qui permettra l'utilisation de matériels autres que les modules de synthèse commercialisés avec les guitares-synthétiseurs.

La guitare et les instruments augmentés

Le terme « instruments augmentés » désigne des instruments auxquels sont ajoutées des possibilités gestuelles soit par l'utilisation de capteurs de données gestuelles (capteurs de pression, d'accélération, de distance) comme moyen de contrôle de paramètres sonores électroniques ou audionumériques, soit par la modification du rendu sonore des gestes instrumentaux (notes, accords, techniques de jeu). Marcelo Wanderley (2001, p. 41-44) appelle l'utilisation de capteurs de données gestuelles « captation directe », et l'utilisation d'algorithmes analysant le jeu du guitariste « captation indirecte ». Dans le premier type de captation, les informations fournies par les capteurs sont directement liées au geste effectué physiquement par l'instrumentiste et sont utilisées pour contrôler un ou plusieurs paramètres sonores ; dans le second type de captation, ce n'est qu'après la détection et la caractérisation des différents gestes à partir de combinaisons d'algorithmes d'analyses (détection d'attaque ou de la fréquence fondamentale, par exemple) que ceux-ci sont reliés à des paramètres de traitements sonores. L'extraction de données gestuelles par des capteurs ou par l'analyse du signal de l'instrument s'accompagne d'une étape de *mapping*³⁰. Celle-ci permet de définir la relation entre les

29 Jones, Wayne Scott, « Roland GK-1 Synthesizer Driver », en ligne : http://www.joness.com/gr300/gk1_kit.htm, consulté le 27/4/2022.

30 Mapping pourrait être traduit en français par « mise en relation ». Dans le contexte qui est le notre il s'agit donc d'une mise en relation des informations gestuelles captées avec les paramètres sonores. (Pour un développement de cette notion, voir Hunt et Kirk, 2000 ; Wanderley et Depalle, 2004).

informations gestuelles captées et le ou les paramètres sonores auxquels celle-ci sont reliées³¹. Cette étape est fondamentale puisque c'est elle qui va définir comment le programme sonore va « réagir » aux gestes de l'interprète et, par corrélation, par quelle sonorité le son de l'instrument sera augmenté.

Ces instruments découlent des recherches sur le contrôle expressif des sons de synthèse de la fin des années 1960. À la suite des travaux précurseurs de John Chowning (1973) et de Jean-Claude Risset (Risset et Mathews, 1969 ; Risset, 1966) sur la synthèse sonore, il apparaît clairement que le geste instrumental est un élément essentiel pour l'obtention d'un son de synthèse expressif. À la suite de cette découverte, tout un pan de la recherche en informatique musicale s'oriente vers l'étude des gestes de l'instrumentiste et de la création d'interface gestuelle (ou contrôleur) à même de contrôler les sons de synthèse. Plusieurs typologies gestuelles sont ainsi définies³². Les instruments augmentés font suite à ces travaux

-
- 31 Notons ici que si ce terme apparaît avec les instruments augmentés, il ne naît pas avec eux, mais est intrinsèque aux instruments musicaux : les différents types de bois, les types de microphones, les composants électroniques des traitements sonores ou de l'amplification sont tous des cas de mapping en ceci qu'ils ont chacun une influence sur la relation geste-son. La particularité des instruments augmentés est que cette relation geste-son est programmée et configurée par le « luthier numérique » sans aucune relation induite préalable (telles que la signature acoustique d'un bois spécifique par rapport à un autre ou encore la signature sonore de l'amplification à lampes par rapport à celle produite par les transistors).
- 32 Delalande (1988), après avoir étudié les performances du pianiste Glenn Gould, étend la notion de geste à tous les gestes effectués par le musicien, qu'ils soient directement « effecteurs » (leur action entraîne la production ou la modulation d'un son), « auxiliaires » (les gestes de l'instrumentiste qui n'entraînent pas la production de son) ou « figuratifs » (tout mouvement musical procurant une sensation d'évolution à l'auditeur). Cadoz (1999), dans une approche mécanique, construit sa typologie autour du geste « d'excitation » (geste qui fournit l'énergie nécessaire à la production du phénomène sonore) et du geste de « modulation » (geste qui permet de moduler l'énergie fournie par le geste de d'excitation). Martin Laliberté (1999) définit les gestes de « percussion » et de « modulation » comme archétypes gestuels entre lesquels toutes pratiques instrumentales peut s'inscrire. Romain Bricout (2009), dans son étude des outils de la création électroacoustique et des interfaces de contrôle gestuel, développe la notion

dans le but de contrôler des sons de synthèse et traitements sonores audionumériques à partir d'instruments existants. Les instruments augmentés font l'objet de plusieurs définitions complémentaires (Wanderley et Miranda, 2001 ; Belivacqua *et al.*, 2006 ; Lähdeoja, 2010) ; on les trouve ainsi identifiés sous les termes « *hyperinstruments* » (Machover, 1992), « instruments étendus », « *cyberinstruments* » ou encore « *hybrid instruments* » (Bongers, 2000).

Plusieurs exemples d'augmentations de la guitare par captation gestuelle directe ou indirecte sont présents dans la littérature scientifique : Otso Lähdeoja (2009) utilise un gyroscope pour calculer la position du manche sur l'axe vertical ou encore des capteurs piézo-électriques pour détecter la position d'une percussion manuelle sur le corps de l'instrument. Dans le premier cas, la position du manche contrôle le volume d'un traitement sonore de *freeze*³³ et dans le second, chaque percussion manuelle déclenche des fichiers sonores de cloches percutées. Reboursière *et al.* (2010) utilisent trois capteurs de pression pour caractériser le mouvement de la guitare autour du ventre. Ces informations sont associées au contrôle de la fréquence de résonance d'un effet *wah-wah*³⁴. Graham (2012) ajoute à son instrument un algorithme détectant les notes jouées pour

de « g-son » (à la suite du concept d'« i-son » développé par François Bayle, les « g-son » représentent la suggestion du geste et de l'élan physique par le son) qu'il décline en « indiciel » (archétypes gestuels de base : percussion et modulation), « iconique » (mouvement d'organisation des « g-son indiciels » dans le temps) et « symbolique » (geste qui laisse apparaître une temporalité pure).

33 Le freeze est un traitement sonore donnant l'impression que le son de la guitare dure indéfiniment. Ce traitement est obtenu soit par la lecture en boucle d'un court fragment de son enregistré, soit par des procédés d'analyse et de synthèse (technique utilisée par Otso Lähdeoja).

34 L'effet wah-wah tire son nom d'un rapprochement avec la sonorité de la voix humaine prononçant le son « oua ». Il correspond à la modulation de la fréquence de résonance d'un filtre passe-bande de petite bande passante (Verfäille, 2003, p.83) (filtre qui ne laisse entendre qu'une plage de fréquences spécifique du son auquel il est appliqué) avec un mouvement répété de va-et-vient. Ce mouvement de va-et-vient est obtenu pour la guitare électrique par l'utilisation d'une pédale de contrôle continu connectée aux composants électroniques formant le filtre.

caractériser le mode et le contour mélodique³⁵ de son jeu. Il utilise ensuite ces informations pour spatialiser le son de sa guitare.

Les guitares augmentées permettent d'aller au-delà du mimétisme de la pratique instrumentale utilisé par les guitares-synthétiseurs. Par la définition de nouvelles relations geste-son elles étendent le vocabulaire gestuel et sonore de l'instrument et par corrélation la nature même de la guitare.

LES TRAITEMENTS SONORES POLYPHONIQUES

156

Un traitement sonore polyphonique est un traitement pour lequel une configuration différente peut être appliquée à chaque note jouée simultanément. Dans le cas de la guitare, ce type de traitement est rendu possible par l'utilisation de capteurs magnétiques, piézo-électriques ou encore optiques affectés à chacune des cordes de l'instrument.

En 1977, Roland propose avec le *GR-500*³⁶ une section « *Polyensemble* » permettant la génération sonore de quatre voix (notes) simultanées. La même année ARP produit l'*Avatar*³⁷ qui donne accès à une distorsion et une amplification hexaphonique. Au début des années 1980, Roland introduit sur le marché la *GR-100* et la *GR-300*. La première est une distorsion polyphonique et la seconde est un module sonore de guitare-synthétiseur dans lequel on trouve un *harmonizer*³⁸ hexaphonique. C'est à cette période que les entrepreneurs Keith McMillen et Matthias Grob développent chacun leurs pédales analogiques de distorsion polyphonique, respectivement la *PolyFuzz*³⁹ et

35 Le contour mélodique correspond à l'évolution de la hauteur des notes jouées par l'instrumentiste. Cette évolution permet de créer des schémas que l'auditeur intègre à sa mémoire et qu'il peut percevoir indépendamment de la gamme dans laquelle est jouée le schéma. (Pour un développement de cette notion, voir Graham, 2012, p.68-72).

36 En ligne : <http://www.joness.com/gr300/GR-500.html>, consulté le 27/4/2022. Voir la n. 15, p. 138.

37 L'*harmonizer* est un traitement sonore qui permet de transposer le son de l'instrument.

39 McMillen, Keith, « Keith McMillen Timeline », en ligne : <https://fr.scribd.com/document/285966587/Keith-Mcmillen-Timeline>, consulté le 27/4/2022.

la *PolyDistortion*⁴⁰. Notons que de tous ces exemples, seule une version de la *PolyDistorsion* de Matthias Grob (qui développe d'autre part en 1985 la *Polysubbass*⁴¹) donne au guitariste un contrôle du traitement indépendant pour chaque corde ; tous les autres exemples utilisent des commandes globales qui pilotent différemment le traitement appliqué à chaque corde. Depuis les années 2000, on assiste à une réappropriation de la question du traitement sonore polyphonique par la recherche académique : Miller Puckette a rendu disponible son logiciel de traitements sonores et de synthèse basé sur un microphone hexaphonique, *SMECK* (2007). Le CNMAT⁴² a quant à lui développé en 2004 une librairie d'objets *Max/MSP*⁴³ pour le traitement sonore hexaphonique. Reboursière *et al.* (2010) ont eux présenté en 2010 un *harmonizer* hexaphonique harmonisant le jeu du guitariste selon une gamme présélectionnée⁴⁴. Différentes mises en œuvre artistiques de la spatialisation d'une guitare dont les cordes sont traitées séparément ont été proposées : la première présente trois compositions pour guitare hexaphonique où chaque corde est diffusée sur une enceinte séparée (Bates *et al.*, 2008), tandis que la seconde propose une spatialisation qui s'adapte en fonction du contour mélodique de la performance (Graham, 2012). De même, au niveau industriel, il faut attendre les années 2000 pour que soient implémentés numériquement des systèmes donnant

40 Grob, Matthias, « The Development History Of The Paradis Guitar Sound », en ligne : <http://www.matthiasgrob.org/pEE/sndhist.htm>, consulté le 27/4/2022.

41 La *Polysubbass* n'est pas spécifiquement hexaphonique mais plutôt « triophonique » puisque des systèmes permettant d'abaisser le son joué d'une octave (octaver) sont ajoutés aux trois cordes basses de l'instrument. Voir n. 39.

42 Le Center for New Music and Audio Technologies est un centre de recherche de l'université de Berkeley (Californie) dédié à la recherche pluridisciplinaire et à l'utilisation créative du son.

43 En ligne : <https://cycling74.com/>, consulté le 27/4/2022.

44 Le choix de l'intervalle d'harmonisation est fixé par le guitariste, indépendamment pour chaque corde. Si la note harmonisée est en dehors de la gamme choisie, le facteur d'harmonisation est modifié automatiquement pour obtenir la note de la gamme la plus proche.

un accès simultané à plusieurs traitements sonores polyphoniques⁴⁵ : *plugin VST*⁴⁶ Mathons *PolyPlug*⁴⁷ en 2004, Roland *VG-99*⁴⁸ en 2007 et Keith McMillen *String Port*⁴⁹ en 2009. Notons cependant que ces trois exemples industriels sont dans des états de développement et de maintenance hétérogènes : la production du Roland *VG-99* a été arrêtée ; la seconde version du *String Port*, présentée après plusieurs années d'arrêt de la production de la première version, semble n'être qu'à l'étape du prototype et n'est pas encore commercialisée ; les Mathons *PolyPlug*, quant à eux, sont disponibles uniquement par envoi de mail aux développeurs.

158

Précisons que la captation et l'utilisation différenciées du signal de chaque corde ne concernent pas uniquement la guitare. Nous pouvons citer l'exemple emblématique du violon électrique de Max Mathews. Ce violon, développé en 1985, utilise une captation différenciée de chaque corde pour leur appliquer une configuration d'amplification et de diffusion spécifiques (Boulanger, 1985).

UNE ÉVOLUTION À DEUX VITESSES

Bien que le traitement sonore polyphonique et le contrôle gestuel instrumental se développent peu de temps après l'industrialisation à grande échelle de la guitare électrique à corps plein, les deux concepts ne se développent pas de la même manière. L'utilisation du contrôle gestuel instrumental des paramètres des traitements sonores ou des sons de synthèse a été intégrée à des produits industriels dès le développement

45 Roland met sur le marché en 1995 le VG-8 qui intègre la première distorsion polyphonique numérique.

46 VST ou Virtual Studio Technology : norme de plug-in de traitement sonore développée par Steinberg en 1982 qui permet de concevoir des programmes de traitement, de synthèse ou d'analyse sonore pouvant être intégrés dans des applications hôtes (comme des séquenceurs et des éditeurs audio).

47 En ligne : <http://www.mathons.com/polysystem.htm>, consulté le 27/4/2022.

48 En ligne : <https://www.roland.com/fr/products/vg-99/>, consulté le 27/4/2022.

49 En ligne : <https://www.keithmcmillen.com/labs/stringport-2/>, consulté le 27/4/2022.

des guitares-synthétiseurs. De plus, le fait que la thématique plus générale du contrôle gestuel expressif des sons de synthèse soit centrale dans les musiques électroniques⁵⁰ permet à ce type de pratiques de s'ancrer dans une communauté beaucoup plus large. À l'inverse, le traitement sonore polyphonique, même s'il est intégré à des solutions commerciales éparses dont le développement est continu depuis le milieu des années 1980, reste en grande majorité confidentiel et peine à s'inscrire dans une communauté de pratique suffisamment développée pour que cette approche de l'instrument devienne pérenne.

RETOUR SUR UNE UTILISATION DE LA GUITARE HEXAPHONIQUE

Pendant plusieurs étapes de résidence réparties sur deux années autour de la création *Puzzle* d'Ivann Cruz⁵¹, le contexte technique (fig. 1) et les outils permettant d'utiliser des traitements sonores polyphoniques appliqués à la guitare et le contrôle gestuel instrumental ont été développés, utilisés et confrontés à la réalité de la performance *live*. *Puzzle* est une pièce pour guitare hexaphonique, traitements sonores monophoniques et hexaphoniques, enregistrements vocaux et spatialisation. Les outils développés permettent d'utiliser une grande partie des potentiels du traitement sonore polyphonique et du contrôle gestuel instrumental en temps réel : utilisation de toute la chaîne sonore hexaphonique (traitements sonores et diffusion), accès aux paramètres individuels des traitements sonores corde par corde, possibilité d'utiliser la détection de notes et toutes les techniques de jeu de base de la guitare (*hammer-on*⁵², *pull-off*⁵³,

50 La plupart de ces musiques utilisent des contrôleurs aphones (Bricout, 2009) pour pouvoir « jouer » les sons synthétiques qu'elles utilisent.

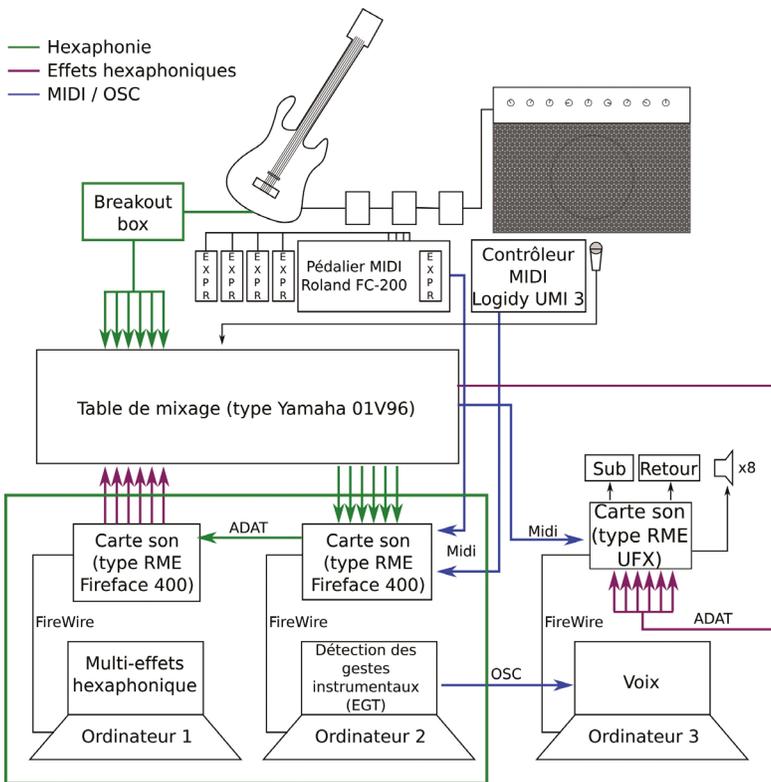
51 En ligne : <http://muzzix.info/Cruz?lang=fr>, consulté le 27/4/2022.

52 Le *hammer-on*, ou *legato ascendant*, est obtenu par le martèlement d'une corde par un doigt de la main gauche (pour un guitariste droitier).

53 Le *pull-off*, ou *legato descendant*, est obtenu en tirant une corde avec un doigt de la main gauche (pour un guitariste droitier).

*slide*⁵⁴, *bend*⁵⁵, harmoniques⁵⁶ de cordes, *palm mute*⁵⁷) comme éléments de contrôle, paramétrage des relations geste-son (*mapping*), diffusion différenciée des cordes, etc. Il faut noter que ces outils se placent dans une volonté d'entièreté : d'une part, dans l'accessibilité donnée à tous les paramètres des traitements sonores hexaphoniques⁵⁸ ; d'autre part, dans la détection et l'utilisation comme moyen de contrôle d'un grand nombre de techniques de jeu⁵⁹.

- 54 Le slide ou glissé correspond à une note attaquée par la main droite dont la hauteur est altérée par glissement du doigt de la main gauche vers une nouvelle case du manche (pour un guitariste droitier).
- 55 Le bend ou tiré de corde correspond à une note attaquée par la main droite dont la hauteur est altérée en faisant glisser la corde sur la frette avec la main gauche (pour un guitariste droitier).
- 56 Les fréquences harmoniques d'une note sont des multiples de la fréquence fondamentale de cette note (c'est la hauteur de la fréquence fondamentale qui donne son nom à la note). Elles sont obtenues à la guitare par pincement de la main droite et effleurement de la corde par la main gauche (pour un guitariste droitier) à des positions correspondant à des fractions entières de la longueur de la corde. Effleurer la corde à la moitié de la longueur de la corde (frette 12) permet d'entendre la 2^e harmonique, effleurer la corde au tiers de la longueur de la corde (frette 7) permet d'entendre la 3^e harmonique, etc.
- 57 Le *palm mute* est un étouffement de la note jouée par appui de la paume de la main droite sur la corde.
- 58 Les développements industriels autour du traitement sonore polyphonique réduisent tous, d'une manière ou d'une autre, les paramètres sonores contrôlables par le guitariste : les pédales *GR-100*, *PolyFuzz*, *PolyDistortion*, etc. que nous avons évoquées précédemment (se reporter à la partie intitulée « Les traitements sonores polyphoniques », dans le présent article, p. 156.) n'offrent que des contrôles globaux et non différenciés par corde. Certains outils numériques récents proposent cependant la configuration indépendante du traitement de chaque corde (objets Max/MSP du CNMAT, programme SMECK de Miller Puckette).
- 59 Les diverses références scientifiques citées pour le contrôle gestuel sont soit techniques et non appliquées concrètement dans des conditions live (Guaus et Arcos, 2010; Barbancho et al., 2012; Lähdeoja et al., 2012; Penttinen and Välimäki, 2004), soit technico-pratiques et limitées à l'utilisation d'un ou deux gestes pour le développement d'une idée musicale spécifique (Lähdeoja, 2010; Graam, 2012).



1. Puzzle, Ivann Cruz, 2016 (configuration technique)

CONTEXTE TECHNIQUE

Le dispositif mis en place pour ce projet utilise une guitare Godin *Multiac* (à cordes nylon) munie d'un microphone hexaphonique. Ce microphone est constitué de six capteurs piézo-électriques directement intégrés aux pontets de l'instrument, dont les signaux, après amplification, sont traités via deux logiciels⁶⁰ : un multi-effets hexaphonique (fig. 1, ordinateur 1) développé avec le programme *Max/MSP* et le logiciel de détection des gestes instrumentaux de base de la guitare⁶¹ *Enriched Guitar Transcription* (fig. 1, ordinateur 2, *EGT* ; Reboursière et Dupont, 2013). Le son résultant est constitué de traitements sonores monophoniques (pédales d'effets), de traitements sonores hexaphoniques et d'enregistrements vocaux (fig. 1, ordinateur 3) déclenchés et modulés par les gestes du guitariste, puis spatialisés par l'ingénieur du son à partir de la table de mixage.

162

TRAITEMENTS SONORES HEXAPHONIQUES

Le multi-effets hexaphonique utilisé dans ce projet met à disposition des versions hexaphoniques de traitements sonores couramment utilisés avec la guitare électrique : distorsion⁶²,

60 Une *breakout box* de fabrication « maison » est utilisée pour adapter le connecteur DIN 13 broches du microphone hexaphonique vers des connecteurs Jack 6,35 mm et ainsi faciliter les connexions avec le matériel audio (table de mixage, carte son, etc.). Le connecteur DIN 13 broches est celui utilisé historiquement par les guitares-synthétiseurs de chez Roland et il s'est établi comme un standard. Ce postulat doit aujourd'hui être nuancé. En effet, les microphones hexaphoniques Ubertar utilisent un connecteur DIN 7 broches et les microphones hexaphoniques Nu de chez Cycfi utilisent un connecteur LEMO 19 broches.

61 Ces gestes instrumentaux de base comprennent la détection des notes jouées et la détection des techniques de jeu de la guitare. Par rapport aux classifications précédemment citées, ces gestes entrent dans les catégories des « gestes d'excitation » et de « modulation » (Cadoz, 1999), des « gestes effecteurs » (Delalande, 1988), des « gestes percussifs et de modulation » (Laliberté, 1999) et des « g-son indiciels » (Bricout, 2009).

62 Dans le contexte de la guitare électrique, le terme distorsion désigne implicitement un traitement de distorsion harmonique par saturation qui,

harmonizer, *delay*⁶³, modulateur en anneau, trémolo⁶⁴, *flanger*⁶⁵, réverbération⁶⁶ et *freeze*. Cet outil reprend l'approche d'un *pedalboard*⁶⁷ de guitariste électrique : chaque traitement sonore hexaphonique est un bloc (ou unité) de traitement que le guitariste connecte aux autres (ou avec l'instrument ou l'amplificateur). Notre outil permet cependant de définir et de modifier en temps réel le chaînage des traitements sonores grâce à une matrice de connexions (là où le chaînage des pédales d'effets physiques est, la plupart du temps, fixé à l'avance). Dans cette configuration par « bloc », le son de chaque corde est donc le résultat d'un chaînage identique des traitements sonores. Une seconde approche est de configurer le chaînage des traitements sonores pour chaque corde (toujours par le biais de la matrice de connexion) de manière indépendante. Cette approche par « corde » est le pendant de la première approche par « bloc » et toutes les hybridations peuvent en résulter. Nous pourrions, par exemple, envisager un groupe de cordes avec un chaînage de traitements sonores identiques

en amplifiant un signal, le compresse et fait apparaître des harmoniques inexistantes au départ.

- 63 Le delay ou ligne à retard est un traitement sonore qui permet de retarder le signal de la guitare d'une certaine durée. Couplé au son original non retardé de l'instrument, cet effet permet de répéter les notes jouées. Un taux de réinjection (feedback) permet de définir la quantité de signal retardé réintroduit à l'entrée du traitement pour obtenir plusieurs répétitions.
- 64 Le trémolo et le modulateur en anneau (ou ring modulator) correspondent à des configurations différentes d'une même chaîne de traitement. Dans les deux cas, l'amplitude du son est modulée par un signal, la plupart du temps, sinusoïdal.
- 65 Le flanger est un traitement sonore consistant à mélanger un son avec sa copie décalée dans le temps tout en appliquant une modulation sur le temps de retard (modulation généralement périodique et lente, causée par un LFO, acronyme de low frequency oscillator).
- 66 « La réverbération d'un son est la somme des réflexions du son original sur les parois d'un espace clos. C'est un indice perceptif fort qui nous permet de reconnaître le type de lieu. » (Verfaille, 2001, p. 19.) Le traitement sonore de réverbération permet de modifier la perception du lieu dans lequel le son de l'instrument est diffusé.
- 67 Le pedalboard permet de réunir et d'organiser facilement les unités de traitements sonores utilisées par le guitariste au sein d'une même structure physique. Par extension, il désigne l'ensemble créé par cette structure et les pédales qu'il contient.

(approche par « bloc ») et un autre groupe de cordes chacune avec des chaînages d'effets spécifiques (approche par « corde »). Nous pourrions, également imaginer, que les trois premiers effets soient identiques pour toutes les cordes (approche par « bloc ») et que le reste de la chaîne de traitements soit spécifique à chaque corde (approche par « corde »). Il nous faut préciser ici que seule la première approche (par « bloc ») a été utilisée dans le projet *Puzzle*. Deux fonctions viennent compléter ces traitements : le paramétrage des effets peut être réglé précisément (par la saisie directe de la valeur ou par l'ajustement d'un *slider*⁶⁸) corde par corde ou globalement pour les six cordes. Chaque effet contient un système d'enregistrement et de gestion de configurations des paramètres (ou *presets*) permettant le rappel de configurations enregistrées et l'interpolation entre deux d'entre elles.

En ce qui concerne la diffusion sonore, deux approches peuvent être utilisées : soit chacune des six cordes est envoyée vers une sortie séparée et le son hexaphonique est directement spatialisé via la table de mixage, soit le schéma de spatialisation est intégré au programme grâce à la matrice de connexions et la table de mixage ne sert que de système de conversion vers le système de diffusion. Plusieurs configurations des cordes ont été testées avec les schémas de diffusion suivant : stéréophonie (centrée et alternée), quadriphonie et hexaphonie⁶⁹. Cependant, lors des performances *live*, seule la stéréophonie alternée a été utilisée, les autres schémas n'ayant été que rapidement testés pendant les sessions de recherche faute de temps.

68 Dans ce contexte, un *slider* fait référence à un objet graphique permettant de modifier une valeur numérique (ici, celle d'un paramètre d'un traitement sonore) par le déplacement d'un curseur. Celui-ci est l'adaptation graphique des potentiomètres à glissière que l'on trouve sur les tables de mixage, par exemple, et qui permettent de contrôler le volume de chaque piste audio.

69 Les diffusions stéréophonique, quadriphonique et hexaphonique permettent de répartir le son de chaque corde respectivement sur deux, quatre ou six enceintes. Avec la stéréophonie centrée, le son de chaque corde est placé à égale distance des deux enceintes, alors que pour la stéréophonie alternée, le son de chaque corde est réparti alternativement sur l'une ou l'autre des enceintes. Avec la quadriphonie, la répartition est choisie par le guitariste. La diffusion hexaphonique connecte le son de chaque corde vers une sortie indépendante dans le but d'être spatialisé directement à la table de mixage.

Le guitariste interagit avec le multi-effets hexaphonique via un pédalier MIDI (Roland *FC-200*), un contrôleur MIDI (Logidy *UMI 3*) et cinq pédales d'expression (voir **fig. 1**, p. 161). Le pédalier MIDI est affecté à l'activation/désactivation des différents traitements sonores, le contrôleur MIDI à la manipulation de différentes configurations⁷⁰ de l'effet *freeze*. Les pédales d'expression, quant à elles, permettent de régler des interpolations entre deux configurations de *delay*, entre deux configurations de réverbérations, de gérer les niveaux d'entrée globale du signal hexaphonique et de l'effet de distorsion hexaphonique ainsi que la vitesse de lecture des courts fragments audio utilisés par le *freeze* hexaphonique⁷¹.

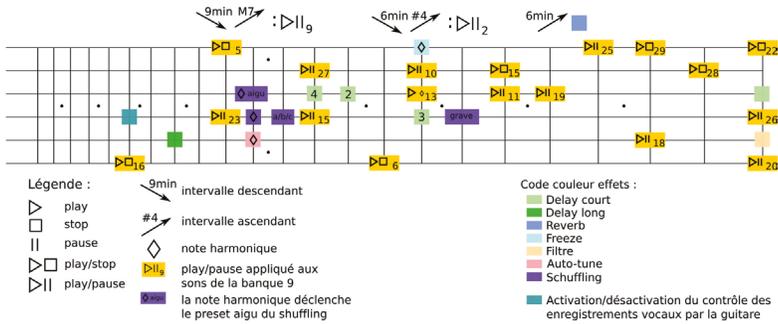
CONTRÔLE GESTUEL DES ENREGISTREMENTS VOCAUX

Le logiciel *Enriched Guitar Transcription (EGT)*, utilisé pour la détection des gestes et des techniques de jeu de base de la guitare, a fait l'objet de précédentes publications (Reboursière *et al.*, 2012 ; Lähdeoja *et al.*, 2012 ; Reboursière et Dupont, 2013). Les algorithmes mentionnés dans ces publications permettent de détecter les techniques de jeu suivantes : *hammer-on*, *pull-off*, *slide*, *bend*, harmoniques d'une corde et *palm mute*. Cependant, seules les détections des notes, des *hammer-on*, des *pull-off* et des notes harmoniques sont pour l'instant intégrées au logiciel (celui-ci est toujours en cours de développement). Ces détections sont transmises en temps réel via OSC⁷² au programme *Max/MSP*

70 Deux configurations sont utilisées : une configuration permet de contrôler aléatoirement la vitesse de lecture des fragments enregistrés et une autre configuration utilise une pédale d'expression pour transposer les fragments sonores de toutes les cordes jusqu'au demi-ton supérieur.

71 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexfreeze-random?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 04/03/2018.

72 L'open sound control (OSC) est une surcouche des protocoles de communication réseau permettant de transmettre facilement des informations de commande entre deux ou plusieurs systèmes logiciels et/ou matériels (à base de microprocesseurs ou de microcontrôleurs).



2. Carte des assignations gestuelles de *Puzzle*, 2016.

gérant les enregistrements vocaux⁷³ (voir fig. 1, p. 161, ordinateur 3). Dans le contexte de mise en œuvre artistique présenté ici, les notes, les harmoniques et les intervalles joués ont été assignés au contrôle et à la modulation d'enregistrements vocaux. L'ensemble de ces assignations est repris sur la figure 2.

La majorité des gestes assignés concerne les déclenchements des enregistrements vocaux. Les autres gestes utilisés contrôlent l'application de configurations préenregistrées de divers traitements sonores (*delay*, réverbération, filtre, etc.) aux enregistrements vocaux déclenchés. Ces enregistrements sont regroupés par types (listes de chiffres, extraits de textes littéraires, réponses à des questions spécifiques, etc.) et par durées (onomatopée, mot, phrase, etc.)⁷⁴. La vitesse de lecture peut être modifiée sans altérer la hauteur de la voix enregistrée⁷⁵ (ces deux variables sont, de base, liées puisqu'un son lu à une vitesse plus rapide est transposé dans

73 Ce programme contient un module permettant la décomposition des messages OSC et l'extraction des informations utiles.

74 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/declenchement-enregistrements?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022. Dans cet extrait sonore, tous les enregistrements vocaux et traitements sonores (notamment l'effet de *freeze*) qui leurs sont appliqués sont déclenchés par les gestes du guitariste. Il faut noter qu'un effet de *flanger* hexaphonique est appliqué au son de la guitare.

75 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/declenchement-changement?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

l'aigu, et réciproquement ; la non modification de la hauteur de la voix nécessite des algorithmes spécifiques). Plusieurs fonctions simples de déclenchement ont été définies (*play, stop, pause, play/stop, play/pause*)⁷⁶. Le couplage des différents types d'enregistrements vocaux, des traitements sonores appliqués et des modalités de contrôle utilisées offrent une grande flexibilité dans les différents types de paysages sonores créés. Notons ici que les deux intervalles utilisés pour déclencher les enregistrements vocaux de la banque 2 (neuvième mineure et septième majeure) sont réalisés à partir du même doigté (comme ceux déclenchant les enregistrements vocaux de la banque 9). Ce type de configuration permet d'assigner à un intervalle une action particulière, indépendamment de l'ordre dans lequel les notes de l'intervalle sont jouées et de la position de l'intervalle sur le manche.

SPÉCIFICITÉS DU SYSTÈME

Ce travail a permis de mettre au jour plusieurs éléments importants par rapport aux possibilités du contrôle gestuel instrumental et des traitements sonores polyphoniques. Un premier ensemble d'éléments concerne la complexité du système mais aussi des idées musicales à laquelle le guitariste peut accéder rapidement et qualitativement par l'utilisation de sa pratique experte⁷⁷. Le deuxième ensemble propose un début de catégorisation des configurations des traitements sonores hexaphoniques utilisés. Le dernier ensemble met en avant les différents types de stratifications sonores présents dans le projet.

76 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/declenchement-play-pause-stop?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

77 L'utilisation d'un ensemble de capteurs de données gestuelles aurait nécessité un apprentissage du système par le guitariste. Ce temps d'apprentissage est ici minimisé grâce à l'utilisation de sa technique personnelle comme moyen de contrôle de sons de synthèse.

Les différents éléments techniques présentés ci-dessus ne sont pas fondamentalement novateurs. Comme nous l'avons spécifié dans la première partie⁷⁸, le traitement sonore polyphonique et le contrôle gestuel instrumental existent depuis le milieu des années 1950 et n'ont eu de cesse d'être actualisés (à des rythmes différents) tant par les développements industriels que par la recherche scientifique. Cependant, c'est plus l'accumulation de ces outils et de leurs potentiels musicaux qui fait la véritable spécificité de ce projet. Cette accumulation fait apparaître une complexité à trois niveaux :

168

1. le premier niveau est le résultat de l'accumulation importante des éléments techniques listés dans la partie précédente. En effet, les différents traitements sonores, la quantité importante d'enregistrements vocaux, l'ensemble des stratégies de contrôle (relations geste-son paramétrables, interpolation entre configurations préenregistrées, etc.) et de schémas de diffusion disponibles apportent un nombre important de paramètres supplémentaires et de choix possibles. Remarquons ici que le traitement sonore hexaphonique est déjà en soit un vecteur de complexité puisque le nombre de paramètres est multiplié par six ;
2. le deuxième niveau de complexité, qui découle directement des possibilités apportées par ces outils, se situe au niveau des idées musicales que le guitariste peut développer. Celles-ci doivent être, dès le départ, conscientisées par le guitariste. Cette complexité rompt avec une certaine simplicité d'utilisation de la guitare électrique et marque la nécessité d'avoir une connaissance développée de son instrument. L'utilisation d'intervalles spécifiques comme éléments déclencheurs d'enregistrements vocaux nécessite des connaissances en harmonie et une connaissance précise de la répartition des notes sur le manche de la guitare. Une technique de jeu rythmique sur plusieurs cordes par exemple, combinée à un effet de *delay* hexaphonique avec une

78 Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Organologie du traitement sonore polyphonique et du contrôle gestuel instrumental appliquée à la guitare », p. 146.

configuration différente pour chaque corde, permet au guitariste d'engendrer une polyrythmie⁷⁹ et d'obtenir une variabilité dans les répétitions des notes directement contrôlables par ses gestes instrumentaux. Ce type d'utilisation nécessite l'individualisation conscientisée des doigts employés pour le jeu ;

3. le troisième niveau de complexité est celui des textures sonores développées par le guitariste⁸⁰. Celui-ci s'appuie sur un contrepoint quasi systématique entre la production sonore de la guitare (due aux traitements monophoniques ou hexaphoniques appliqués) et le traitement de la matière sonore vocale. Cette accumulation de textures, bien que celles-ci soient réparties dans l'espace sonore, développe un contexte sonore riche dans lequel les différentes sources sont par moments difficilement différenciables.

Cependant, pour le guitariste, l'accès à ces niveaux de complexité est facilité par deux éléments. Tout d'abord, l'utilisation de sa pratique gestuelle experte comme moyen de contrôle lui permet un temps d'accès plus rapide aux idées musicales et aux textures sonores complexes. D'autres gestes (tels que ceux associés à l'ajout d'une interface de contrôle – sur la guitare ou aux pieds du guitariste – ou à l'utilisation de gestes auxiliaires [Delalande, 1988]) auraient pu être envisagés pour contrôler les traitements sonores polyphoniques ou le déclenchement des enregistrements vocaux. Cependant, un temps non négligeable d'intégration de ces gestes à la pratique du guitariste aurait été nécessaire. Le second élément facilitateur est la présence d'ingénieurs sur le projet. En effet, le système présenté ici est un système en construction. La présence d'ingénieurs pour développer les outils et configurer les différents scénarios d'utilisation est donc

79 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexdelay-polyrythmie1?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022 et en ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexdelay-polyrythmie2?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

80 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/developpement-01?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022 et en ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/textures-sonores-complexes?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

nécessaire. Le guitariste est dans une relation indirecte aux outils auxquels il accède grâce à la médiation des ingénieurs. L'expérience du synthétiseur Yamaha *DX7* a montré que peu d'utilisateurs étaient susceptibles de surmonter la complexité de l'instrument pour modifier les configurations préenregistrées disponibles. La présence d'ingénieurs sur le projet *Puzzle* permet au guitariste de se concentrer directement sur ses idées musicales sans passer par le filtre de la configuration technique.

DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS DES TRAITEMENTS SONORES HEXAPHONIQUES

170 Le travail effectué sur le multi-effets hexaphonique dans le cadre de cette création a permis de mettre en avant trois types de configurations différents :

- une configuration identique des paramètres de chaque corde : bien que l'intérêt de l'hexaphonie soit de configurer différemment les traitements sonores pour chaque corde, il peut être utile, selon les volontés artistiques, d'utiliser des configurations identiques pour les six cordes. Dans la plupart des cas, cette configuration équivaut au son obtenu avec des versions monophoniques des traitements sonores. L'exception à cette règle est la distorsion hexaphonique⁸¹ qui amène une sonorité tout à fait spécifique et reconnaissable par rapport à la version monophonique. En effet, là où la distorsion monophonique, dans un jeu en accord, nivèle la perception des différentes notes jouées, la version hexaphonique amène une « clarté » de chacune des notes, notamment dans le jeu en accords ;
- une configuration différenciée des paramètres de chaque corde » pensée globalement » : dans cette configuration, une unité sonore est recherchée dans la configuration indépendante de chaque corde. Le résultat sonore est de l'ordre de l'enrichissement par rapport aux équivalents monophoniques des traitements. Les différentes configurations créées pour l'effet de *delay* hexaphonique sont un exemple de cet enrichissement. La plupart d'entre elles utilisent un

81 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexdistorsion?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

taux de signal réinjecté (*feedback*) élevé⁸² identique pour chaque corde, conjointement à un temps de retard différent pour chaque corde. Ces configurations ont pour effet la naissance d'une polyrythmie⁸³, qui, si elle ne permet pas à l'auditeur de discerner très clairement les différentes cordes, enrichissent très nettement les possibilités sonores de l'instrument. La « pensée globale » de ce type de configuration est donc de l'ordre de la création d'un traitement sonore plus riche que la version monophonique, et moins de l'ordre de l'individualisation de chaque corde ;

- une configuration différenciée et contrastée des paramètres de chaque corde : dans cette configuration, c'est le contraste entre le son des cordes qui est recherché. Cela a pour conséquence de rendre chaque « voix » (chaque corde) de la polyphonie très clairement différenciable au niveau de l'écoute. L'utilisation, dans le projet *Puzzle*, du *flanger*⁸⁴ hexaphonique ou celle du *freeze* hexaphonique sont des exemples de cette différenciation marquée. Dans ce dernier cas, lorsque l'enregistrement des courts fragments sonores est effectué, chacun d'entre eux est diffusé de la même manière sans différenciation (le résultat sonore est équivalent à l'utilisation d'une version monophonique du *freeze*). La modification aléatoire des vitesses de lecture de chaque fragment grâce au contrôle correspondant, entraîne l'harmonisation de chaque corde avec un intervalle différent et l'individualisation sonores des différentes cordes⁸⁵. Ce type de configuration ne propose une individualisation claire des six cordes/voix de l'instrument plus qu'un enrichissement par rapport à une version monophonique du traitement.

82 Un taux de réinjection élevé permet aux sons retardés d'être répétés un plus grand nombre de fois.

83 Pour des extraits sonores de cet enrichissement amené par la polyrythmie, voir la n. 77.

84 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexflanger?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

85 En ligne : <https://soundcloud.com/medicationtime/hexfrezze-random?in=medicationtime/sets/colloque-quand-la-guitare-selectrise>, consulté le 27/4/2022.

La configuration technologique utilisée dans ce projet ainsi que les choix artistiques posés entraînent une stratification du son à plusieurs niveaux. Le premier niveau est celui des différents timbres contrôlés par la guitare. Le son hexaphonique et les enregistrements vocaux sont les deux strates sonores auxquelles le guitariste accède (en plus de celle de base du son monophonique de l'instrument) par le biais du microphone hexaphonique et des algorithmes de détection du logiciel *EGT*. Cette stratification sonore est accentuée par des choix artistiques. En effet, à chaque strate est adjointe une zone de diffusion spatiale spécifique. Le son monophonique est diffusé à travers l'amplificateur de la guitare placé à côté du guitariste ; le son hexaphonique est diffusé par la stéréophonie présente en avant-scène ; les enregistrements vocaux sont diffusés à travers plusieurs enceintes présentes dans la salle. Il faut noter que la strate correspondant au son des enregistrements vocaux est de même nature que celle du contrôle du son que l'on trouve dans les guitares-orgues et les guitares-synthétiseurs. Elle participe de la transformation de l'instrument en contrôleur et apporte un ou plusieurs timbres radicalement différents de celui de l'instrument. Le son hexaphonique, quant à lui, amène un second niveau de stratification. En effet, en individualisant chaque corde par rapport aux autres, le microphone hexaphonique crée une stratification que l'on pourrait qualifier de « structurelle ». Celle-ci ne modifie pas la structure physique de l'instrument mais la structure du signal que la guitare délivre. Les configurations de *delay* et du mode aléatoire du *freeze* que nous venons d'évoquer sont des exemples de la mise en œuvre de cette stratification. Chacun d'entre eux représente un degré différent d'individualisation des cordes et donc, de mise en avant de la structure polyphonique⁸⁶ de l'instrument.

86 Voir, dans le présent article, la partie intitulée « Différentes configurations des traitements sonores hexaphoniques », p. 170.

DISCUSSION

L'étude des potentiels apportés par l'utilisation du microphone hexaphonique dans le projet *Puzzle*, fait apparaître plusieurs points de discussion.

Le premier point de discussion concerne l'utilisation des outils mettant en œuvre les potentiels de l'hexaphonie. Le multi-effets hexaphonique tel que nous l'avons développé oriente les choix du guitariste dans son appréhension de l'hexaphonie. Même s'il est évident que tous les outils orientent d'une manière ou d'une autre l'utilisation que l'on en fait, la proximité de cet outil avec un *pedalboard* classique entraîne, pour le chaînage des traitements sonores hexaphoniques, la prédominance de l'approche par « bloc » au détriment de l'approche par « corde ». En effet, même si les deux approches peuvent être mises en œuvre par la matrice de connexions, la première est celle qui est graphiquement et facilement accessible à l'ouverture du programme, alors que la seconde l'est par la modification d'options contenues dans des sous-programmes. L'utilisation de cette dernière n'est donc pas facilitée par les choix effectués au niveau de l'interface graphique. La création d'une interface vide (comme pour les logiciels « page blanche » du même type que *Max/MSP*⁸⁷ par exemple) dans laquelle l'utilisateur pourrait créer lui-même son multi-effets hexaphonique pourrait être une solution. Il pourrait ainsi choisir à partir d'une liste des traitements sonores dans leurs versions hexaphoniques (approche par « bloc ») ou les traitements sonores dans leurs versions monophoniques, dans le but de les intégrer directement dans la chaîne sonore de chaque corde (approche par « corde »). De cette manière, aucune des deux approches ne serait privilégiée par rapport à l'autre. D'autre part, les outils de *mapping* utilisés pour la mise en relation des gestes instrumentaux avec le déclenchement et la modulation des enregistrements vocaux n'ont pas été abordés dans une vision généraliste mais seulement du point de vue du projet. Il est donc nécessaire de

87 Les logiciels tels que *Max/MSP* ouvrent une page blanche dans laquelle l'utilisateur crée son programme en ajoutant des objets graphiques ayant une fonction de traitement, d'analyse ou de synthèse sur le son produit.

créer un outil spécifique intégrant un certain nombre de règles de *mapping* prédéfinies et identiques pour tous les projets les utilisant. La généralisation de ces deux outils est une condition obligatoire à la mise en place d'un protocole expérimental d'analyse précis permettant d'intégrer un panel plus large de guitaristes et de pièces musicales.

En ce qui concerne la stratification apportée par le microphone hexaphonique, notons qu'un niveau supplémentaire pourrait être obtenu. En effet, la différenciation du signal sonore de chaque note par l'utilisation d'un algorithme de détection des notes jouées pourrait créer une nouvelle strate sonore. Celle-ci modifierait encore les relations gestuelle qui altéreraient le timbre de l'instrument en permettant l'application de traitements sonores spécifiques pour chacune des notes. Notons que la création de zones (Axon *USB 100*) ou d'ensembles de frettes (Reboursière *et al.*, 2010) sur le manche est une stratification intermédiaire entre la stratification apportée par le microphone hexaphonique et celle, extrême, obtenue à partir de la détection des notes jouées.

174

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cet article a permis de dégager les origines historiques de l'utilisation du traitement sonore polyphonique et du contrôle gestuel instrumental. Trouvant leurs racines dans les guitares stéréophoniques et les guitares-orgues à partir du milieu des années 1950, ces deux technologies se développent parallèlement à des rythmes différents : le contrôle d'instruments de synthèse devient une thématique de recherche féconde à partir des travaux sur la synthèse instrumentale de John Chowning et Jean-Claude Risset à la fin des années 1960 et s'intègre dans les guitares-synthétiseurs du milieu des années 1970. Les recherches scientifiques en informatique musicale appréhenderont dès les années 1980 le geste dans une vue d'ensemble plus large dans le but d'obtenir un contrôle plus expressif des sons synthétiques et ces recherches se trouveront en partie intégrées dans des outils de création pour la musique « électronique ». Le traitement sonore polyphonique ne connaît pas le même développement. Différentes propositions industrielles et scientifiques se succèdent à partir de la fin des années 1970 mais elles sont liées à une communauté

de pratique restreinte. Le projet *Puzzle* présenté dans cet article s'inscrit directement dans ces thématiques de recherche puisqu'il utilise une guitare munie d'un microphone hexaphonique permettant de traiter et de diffuser séparément le son de chaque corde ainsi que d'utiliser de manière précise les gestes instrumentaux du guitariste comme moyen de contrôle d'une source sonore autre que celle de la guitare. Les gestes choisis pour déclencher et moduler les enregistrements vocaux étant issus de la pratique personnelle du guitariste, ce dernier obtient, grâce à son expertise instrumentale, un accès qualitatif et quasi instantané aux possibilités du système. La médiation des ingénieurs présents sur le projet lui permet de se focaliser sur les idées musicales et textures sonores qu'il peut rapidement complexifier, sans passer par l'étape de la configuration technique. Les différentes configurations des traitements sonores hexaphoniques utilisées décrivent des degrés différents du surgissement de la structure polyphonique de l'instrument. La structure polyphonique de l'instrument apparaît comme un ensemble de strates sonores dont l'accès est rendu possible par l'utilisation du microphone hexaphonique. Cette stratification sonore se retrouve de manière globale dans les différents types de timbres que le guitariste peut contrôler (traitements monophoniques, hexaphoniques et enregistrements vocaux).

Bien que les utilisations du traitement sonore polyphonique et du contrôle gestuel instrumental soient abordées conjointement dans cet article, il s'agit de deux utilisations différentes du microphone hexaphonique, tant en matière de résultats sonores que d'intégration dans les pratiques musicales. Le contrôle gestuel instrumental correspond à une virtualisation de l'instrument dont seuls les archétypes gestuels sont conservés et utilisés. Ce concept se retrouve dans la plupart des instruments augmentés et de manière plus large dans les contrôleurs utilisés dans les musiques électroniques et/ou électroacoustiques (Bricout, 2009). Le contrôle gestuel instrumental s'insère dans le mouvement global de numérisation des technologies musicales et s'intègre de plus en plus aux pratiques musicales actuelles⁸⁸. L'une des questions principales

88 Le logiciel d'édition et de performance sonore Ableton *Live*, qui est devenu depuis quelques années le standard pour la production de musique

qu'il sous-tend est celle de l'association programmée entre le geste et les paramètres des traitements et programmes sonores. Le traitement sonore polyphonique, quant à lui, permet d'atteindre directement à partir de la pratique instrumentale de nouvelles strates sonores qui redéfinissent à la fois les relations geste-son et le timbre de l'instrument. Là où toutes les cordes étaient traitées comme un ensemble, le microphone hexaphonique apporte un deuxième niveau d'action qui permet d'individualiser chacune d'elles par rapport aux autres. Le timbre de la guitare électrique est altéré et s'élargit jusqu'à la transformation de l'ensemble en six voix distinctes. Là encore, le geste reste la condition d'accès à cette technologie et à ces nouvelles sonorités. D'autres pratiques, comme celle de la guitare préparée, permettent de modifier l'ensemble sonore formé par les six cordes de l'instrument. Les préparations telles que l'insertion de différents types d'objets sur ou entre ses cordes modifient complètement la vibration des cordes et donc le timbre initial de l'instrument. L'application de préparations spécifiques pour chaque corde permet l'individualisation de chacune d'entre elles et l'émergence d'une pensée polyphonique de l'instrument. Dans ce cas précis, la guitare est prise, dès le départ, dans une mutation qui l'amène « hors d'elle-même ». À l'inverse, l'utilisation d'un microphone hexaphonique et de traitements sonores polyphoniques ne modifient pas la vibration des cordes de l'instrument en amont mais seulement comment ces vibrations sont transmises au reste de la chaîne électroacoustique. Ce microphone est la base technique fondamentale de nouvelles relations geste-son tout comme l'avait été le microphone monophonique à la naissance de la guitare électrique ; cette nouvelle appropriation relationnelle ne serait-elle pas le signe d'une nouvelle étape organologique dans l'évolution de la guitare ?

« électronique », repose en partie sur la facilité d'intégration de contrôleurs MIDI génériques. Cette facilité d'intégration permet de ne plus seulement produire la musique « électronique » mais de la jouer et donc d'utiliser le geste comme source de contrôle du sonore.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBANCHO, Ana M., K LAPURI, Anssi, TARDON, Lorenzo J. & BARBANCHO, Isabel, « Automatic Transcription of Guitar Chords and Fingering From Audio », *IEEE Transaction of Audio, Speech and Language Processing*, vol. 20, n° 3, 2012, p. 915-921.
- BATES, Enda, FURLONG, Dermot & DENNEHY, Donnacha, « Adapting Polyphonic Pickup Technology for Spatial Music Performance », *Proceedings of International Computer Music Conference*, 2008.
- BOULANGER, Richard, « Toward a New Age of Performance: Reading the Book of Dreams with the Mathews Electronic Violin », *Perspectives of New Music*, vol. 24, n° 2, p. 130-155, 1986.
- BRICOUT, Romain, « Les interfaces musicales : la question des instruments “aphones” », conférence dans le cadre du séminaire de recherche « L’instrument de musique : approches ontologiques et esthétiques » organisé par Bernard Sève, université Charles-de-Gaulle-Lille 3, UMR 8163 – STL, 23 mars 2010.
- , « Les enjeux de la lutherie électronique : de l’influence des outils musicaux sur la création et la réception des musiques électroacoustiques. », thèse de doctorat, école doctorale sciences de l’homme et de la société, université Lille 3, 2009.
- CADOZ, Claude, « Musique, geste, technologie », dans Hugues Genevois & Raphaël de Vivo (dir.), *Les Nouveaux Gestes de la musique*, Marseille, Parenthèses, 1999, p. 47-92.
- DELALANDE, François, « La gestique de Gould : éléments pour une sémiologie du geste musical », Guertin, Ghyslaine (dir.), *Glenn Gould Pluriel*, Québec, Louise Courteau, 1988.
- GRAHAM, Richard, « Expansion of electric guitar performance: Practice through the application and development of interactive digital music system », PhD dissertation, Faculty of Creative Arts, University of Ulster, 2012.
- GUAUS, Eric & ARCOS, Josep Luis, « Analyzing left hand fingering in guitar playing », *Proceedings of Sound and Music Computing*, 2010.
- HUNT, Adrian & KIRK, Robert, « Mapping strategies for musical performance – trends in gestural control of music », Wanderley & Battier (dir.), *Trends in Gestural Control of Music*, Paris, Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musicque – Centre Pompidou, 2000, p. 231-258.
- LÄHDEOJA, Otso, « Une approche de l’instrument augmenté : la guitare électrique », thèse de doctorat, école doctorale esthétique, sciences et technologies des arts, université Paris VIII, 2010.

- LÄHDEOJA, Otso, REBOURSIÈRE, Loïc, DRUGMAN, Thomas, DUPONT, Stéphane, PICARD, Cécile & RICHE, Nicolas, « Détections des techniques de jeu de la guitare », *Actes des Journées d'informatique musicale*, 2012.
- LALIBERTÉ, Martin, « Archétypes et paradoxes des nouveaux instruments », in Hugues Genevois & Raphaël de Vivo (dir.), *Les Nouveaux Gestes de la musique*, Marseille, Parenthèses, 1999, p. 121-138.
- PENTTINEN, Henri et VÄLIMÄKI, Vesa, « Time-domain Approach to Estimating the Plucking Point of Guitar Tones Obtained with an Under-saddle Pickup », *Applied Acoustics*, vol. 65, n° 12, 2004, p. 1207-1220.
- PUCKETTE, Miller, « Patch for guitar », *Proceedings Of Pd-Convention*, 2007.
- REBOURSIÈRE, Loïc, FRISSON, Christian, LÄHDEOJA, Otso, ANDERSON MILLS, John, PICARD, Cécile & TODOROFF, Todor, « Multimodal Guitar: A Toolbox for Augmented Guitar Performances. », *Proceedings of New Interfaces for Musical Expression*, 2010.
- REBOURSIÈRE, Loïc, LÄHDEOJA, Otso, DRUGMAN, Thomas, DUPONT, Stéphane, PICARD, Cécile & RICHE, Nicolas, « Left and Right-hand Guitar Playing Techniques Detection », *Proceedings of New Interfaces for Musical Expression*, 2012.
- REBOURSIÈRE, Loïc & DUPONT, Stéphane, « EGT : Enriched Guitar Transcription », *Intelligent Technologies for Interactive Entertainment*, INTETAIN 2013, *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, sous la dir. de Matéi Mancas, Nicolas d'Alessandro, Xavier Siebert, Bernard Gosselin, Carlos Valderrama & Thierry Dutoit, vol. 124, Springer, Cham.
- VERFAILLE, Vincent, « Effets audionumériques adaptatifs : théorie, mise en œuvre et usage en création musicale numérique », thèse de doctorat, université Aix-Marseille 2, 2003.
- WANDERLEY, Marcelo M., « Interaction musicien-instrument : application au contrôle gestuel de la synthèse sonore », thèse de doctorat, université Paris VI, 2001.
- WANDERLEY, Marcelo M. et Depalle, Philippe, « Gestural control of Sound Synthesis », *Proceedings of the IEEE*, 92(4), 2004, p. 632-644.

KEYWORDS

Traitement sonore polyphonique, contrôle gestuel instrumental, guitare hexaphonique, microphone hexaphonique

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	
Éric de Visscher	7
Introduction	
Marc Battier, Philippe Bruguière, Philippe Gonin & Benoît Navarret	9
CHAPITRE 1	
Naissance de la guitare électrique : entre progrès technologiques majeurs et quête d'un nouvel idiome musical	
<i>Birth of the electric guitar: between major technological progress and the quest of a new musical idiom</i>	
André Duchossoir	11
CHAPITRE 2	
The hidden history of the electric guitar	
<i>L'histoire cachée de la guitare électrique</i>	
Matthew W. Hill	33
CHAPITRE 3	
Reflecting the 1950s Popular Lifestyle: The Danelectro 3412 Short Horn Bass	
<i>Un reflet du mode de vie populaire des années 1950 : la Danelectro 3412 Short Horn Bass de Danelectro</i>	
Panagiotis Pouloupoulos	63
CHAPITRE 4	
An acoustician's approach of the solid body electric guitar	
<i>Approche de la guitare électrique solid body par l'acoustique</i>	
Arthur Paté	99
CHAPITRE 5	
Augmenting the Guitar: analysis of hybrid instrument development informed by case studies	
Guitare augmentée : analyse du développement d'instruments hybrides, appuyée par deux études de cas	
Otso Lähdeoja	115

CHAPITRE 6

Traitement sonore polyphonique et contrôle gestuel instrumental :
retour sur une mise en œuvre pratique de la guitare hexaphonique
The hexaphonic guitar: overview of a guitar practice in the making

Loïc Reboursière..... 141

CHAPITRE 7

Fender et Gibson : de la concurrence au partage du marché
Fender and Gibson: from competition to market share

Régis Dumoulin..... 179

CHAPITRE 8

Instruments of Whose Desire? The Electric Guitar and the Shaping of
Women's Musical Experience

*L'instrument de qui ? Qui désire ? La guitare électrique et les contours de
l'expérience musicale féminine*

Steve Waksman..... 209

CHAPITRE 9

Link Wray, à la recherche du son sale et sauvage
Link Wray, in pursuit of the dirty and wild sound

Guillaume Gilles..... 227

CHAPITRE 10

De l'effet de bord à l'effet sonore : la guitare saturée entre performances
techniques et performances artistiques

*From amplified sound to the sound of amplifiers: technical and artistic
performances of the overdriven guitar*

William Etievent Cazorla..... 279

CHAPITRE 11

La guitare électrique puriste et virtuose des années 1940 à 1960 dans les
interprétations de Django Reinhardt et George Barnes

*The purist and virtuoso electric guitar between the 1940s and 1960s in the
performances of Django Reinhardt and George Barnes*

Viviane Waschbüsch..... 331

CHAPITRE 12

Perceptual and visuomotor feedforward patterns as an element of jazz
guitar improvisation practice and pedagogy

*Modèles de prédiction perceptifs et visuo-moteurs comme un élément
de la pratique de l'improvisation et de la pédagogie de la guitare jazz*

Amy Brandon..... 351

CHAPITRE 13

L'amplification : esquisse d'analyse comparée de l'engagement corporel
des bassistes et des guitaristes

*The amplification: comparative analysis of corporeal involvement of bass
players and guitarists*

Laurent Grün & Pascal Charroin..... 371

Table des matières 385

