

Une approche de l'instrument augmenté :

Le cas de la guitare électrique

Otso Lähdeoja

CICM MSH Paris Nord Université Paris 8
4, rue de la croix faron 93210 St Denis
otso.lahdeoja@free.fr

RESUME

Ce document présente l'état des travaux d'une recherche doctorale portant sur l'instrument de musique augmenté. Le travail entrepris se veut un point de rencontre entre l'expertise du musicien instrumentiste et un regard analytique à la fois théorique et technologique. Un aperçu général est porté sur l'instrument en tant qu'interface, sur les problématiques principales de l'augmentation, ainsi que sur leurs déclinaisons dans le cas particulier de la guitare électrique. Une double analyse de l'instrument comme qu'objet-outil et du geste musical qui s'y rapporte est développée pour explorer le concept de « points de rencontre » conçu pour une « cartographie » de l'environnement instrumental. Cette modélisation permet de dégager des possibilités d'augmentation en liaison intime avec la technique instrumentale et les propriétés physiques de l'instrument. Des travaux en cours portent sur un prototype expérimental combinant la guitare électrique, diverses techniques de captation et l'environnement de programmation max/msp.

MOTS-CLES : Instrument augmenté, guitare électrique, rapport geste-son dans l'instrument de musique

ABSTRACT

This paper describes an ongoing PhD research on augmented instruments, focusing especially on a digital enhancement of the electric guitar. An analysis of the gesture-object relationship as a series « contact points » creates the theoretical frame where an experimentation with sensor and signal analysis takes place, producing a prototype of an augmented guitar described here.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.5.5 [Sound and music computing]: Systems; H.5.2 [User Interfaces]: Input devices and strategies.

GENERAL TERMS: Human factors, Design

KEYWORDS: Augmented instrument, hyperinstrument, electric guitar, sound and gesture relationship

L'INSTRUMENT AUGMENTE

Le terme de l'« instrument de musique augmenté » est communément employé pour désigner le résultat d'une hybridation entre lutherie acoustique, électromécanique et numérique. Les travaux de recherche actuels des équipes de l'IRCAM [2][8], du MIT [6], ou du CREATE [7] dessinent une tendance de l'instrument augmenté en tant qu'un instrument acoustique auquel l'on rajoute un dispositif de captation de son et de données contrôlant un logiciel de traitement et/ou de synthèse sonore. Le principe est celui d'une « greffe » électronique et numérique sur un instrument le plus souvent issu de la tradition de lutherie occidentale. D'une manière générale, la recherche sur les instruments augmentés a pour but d'étendre la palette sonore disponible pour le musicien-instrumentiste et de provoquer ainsi la rencontre entre l'univers sonore de notre époque et la tradition du jeu instrumental. On peut envisager l'instrument augmenté comme un système dont les parties principales seraient : **a)** l'instrument initial, **b)** le dispositif de captation et de contrôle, **c)** le logiciel **d)** le système de diffusion, **e)** le musicien.

Un réseau d'échange d'énergie et d'information relie ces cinq parties entre-elles. D'un côté, le musicien se connecte à son instrument à travers plusieurs canaux sensoriels comprenant les sens du toucher, de l'ouïe et de la vue. De l'autre, la « machine » intègre simultanément des signaux analogiques et numériques. Elle renvoie également un *feedback* vers le musicien, tout d'abord par ondes sonores, mais aussi par le toucher (retour d'effort), et parfois par une interface visuelle.

ELARGISSEMENT ET AUGMENTATION DE L'INSTRUMENT

L'instrument augmenté est un dispositif hybride où plusieurs couches technologiques se superposent. Le dispositif initial est mécanique, étendu en premier lieu par une technologie électrique analogique, puis par le numérique.

L'instrument « traditionnel » qui se trouve à la base du projet d'augmentation est en soi un environnement complexe reliant l'homme et l'objet. Son

fonctionnement repose sur une transduction de l'énergie cinétique fournie par le geste d'abord en énergie mécanique, puis en énergie acoustique : le travail musculaire du musicien provoque la vibration mécanique d'un corps, immédiatement transmis à l'air environnant sous forme d'ondes acoustiques. Le geste et la production du son y sont ainsi inséparables, unis par un lien de causalité direct [3][4]. Le fait de jouer sur l'état physique de l'objet vibrant lui-même est source d'une grande intimité du rapport entre l'homme et son instrument. Le corps du musicien peut s'étendre et percevoir l'instrument en tant que son prolongement, selon le phénomène de l'« extension du schéma corporel » décrit par Berthoz [1]. De manière similaire que nous sentons la surface du papier à travers le stylo que nous tenons dans la main, le musicien entraîné peut sentir le son qu'il provoque avec son instrument. Cette continuité entre l'homme et l'objet permet au musicien d'incorporer son instrument, de « jouer directement avec le son », et elle crée les conditions pour un grand potentiel d'expression musicale en temps réel.

Lors du passage aux instruments électriques et numériques la nature du lien entre le geste et le son se trouve modifiée : le musicien devient « contrôleur », fournissant des commandes de contrôle à une machine sonore mais pas l'énergie de son fonctionnement. Il nous faut dès lors imaginer une réorganisation du rapport entre le geste et sa traduction sonore, tout en tenant compte des contraintes posées par le corps humain, les limites de la technologie et l'obligation d'un temps réel.

Une tendance du passage de l'acoustique à l'électrique et au numérique est l'élargissement de l'instrument et l'apparition d'interfaces multiples. D'un seul objet vibrant l'on passe à des structures modulaires avec une répartition de tâches dédiées : accès gestuel, production sonore, amplification, diffusion. L'électromécanique a ainsi donné naissance à de véritables instruments élargis, combinant divers éléments reliés entre eux, rendant le contrôle simultané de l'ensemble des modules impossible par une seule personne, ne serait-ce que par la seule taille du dispositif.

Dans le cas des instruments numériques un défi supplémentaire se pose au niveau de la disproportion entre les énormes possibilités sonores offertes par l'audio numérique et le peu de données de contrôle que peut fournir un musicien avec ses deux mains et le reste de son corps. La production de traitements ou de synthèse sonores de qualité nécessite la multiplication de paramètres, de questions d'hierarchie, de comportement et de *mapping* demandant la mise au point de stratégies avancées de traitement de données, posant à l'heure actuelle des défis considérables pour l'éclosion d'un véritable instrumentarium numérique temps réel. L'instrument augmenté, avec sa triple nature mécanique, électroacoustique et numérique, réunit les possibilités et

les problématiques des trois technologies employées. Sa conception doit traverser et lier ces trois niveaux en un ensemble auquel le corps du musicien peut se connecter.

LA GUITARE ELECTRIQUE – PRECURSEUR DE L'AUGMENTATION

En soi, la guitare électrique est déjà une « première augmentation » électromécanique par rapport à sa version acoustique, dans un sens détaché de la « réalité augmentée ». L'instrument initial s'est élargi afin d'y inclure des microphones, des modules de traitement du son (effets, pédales) et d'amplification. Avec le passage à l'électrique, profitant des techniques de traitement de signal analogique, d'énormes possibilités sonores et technologiques se sont ouvertes. La guitare électrique figure dès lors au centre d'une intense expérimentation industrielle qui en fait un emblème de l'innovation en matière d'instrument de musique. Dès les années -80, elle devient le premier instrument analogique grand public à se connecter au protocole MIDI avec le *Guitar Synthesizer* (Roland GR-700, 1984 [9]), qui repose sur la conversion des attributs de la corde vibrante (fréquence, amplitude, durée) en information à la norme MIDI. Aujourd'hui, la guitare concrétise la banalisation de la connexion des instruments analogiques à l'ordinateur, avec l'apparition des interfaces de conversion analogique-numérique « *plug and play* » telle que la *Digital Guitar* de Gibson (2006) qui comporte une sortie ethernet directement sur la guitare elle-même. Il est d'intérêt de noter qu'à travers ces mutations technologiques la guitare a gardé sa source sonore initiale – ses cordes – et ainsi le rapport privilégié entre geste et son propre aux instruments acoustiques. Même connecté à l'ordinateur, il retient son « instrumentalité » couplé d'un dispositif de contrôle.

UN REGARD SUR LA GUITARE - ANALYSE PAR « POINTS DE CONTACT »

Le projet d'augmentation que nous avons entrepris trouve ses fondements dans l'observation que l'instrument de musique n'est pas simplement un objet, aussi complexe qu'il soit, mais un point de rencontre entre un geste et un objet. Le rendu sonore d'un instrument se rapporte de manière déterminante à l'homme qui en joue. Lors du jeu d'un instrument, le corps manipule l'objet avec un répertoire de mouvements très précisément défini : c'est la « technique instrumentale ». Chaque partie du corps connectée à l'instrument a son propre « vocabulaire » gestuel adapté à sa tâche et aux contraintes de l'objet. Nous appelons « points de contact » ces convergences entre geste et objet qui ont pour résultat la production ou la modification d'un son. Ils sont définis à la fois par une localisation et une typologie gestuelle. Dans le cas de la guitare, à partir d'une technique instrumentale assez étendue, l'on peut répertorier un ensemble de points de contact. Chaque main a une zone de travail spécifique.

- La main gauche travaille sur la manche. Son répertoire de gestes comprend :

- a) appuyer, combinaisons des quatre doigts sur la matrice créée par les cordes et les « cases » de demi-tons
- b) effleurer, sons harmoniques
- c) vibrato vertical et horizontal
- d) *légato* (*hammer-on* et *pull-off*)
- e) glissé

- La main droite pince les cordes avec les doigts ou avec un médiateur. Elle peut également intervenir sur le corps de la guitare ou sur la touche :

- a) pincer une ou plusieurs cordes
- b) frapper (cordes ou caisse),
- c) appuis véloces sur la touche, « *tapping* »
- d) pincer en bloquant la corde (harmoniques main droite)

Ces gestes forment la technique de jeu de la guitare, chaque geste comporte en soi ses propres « dimensions » telles que la force ou la localisation précise, et qu'ils se combinent dans le jeu.

Lors du passage à la guitare électrique le répertoire gestuel de la main droite s'étend à de nouveaux points de contact : tourner un potentiomètre (volume, brillance), actionner un interrupteur (choix de microphone), appuyer sur la barre de vibrato. Aussi, avec l'utilisation de pédales d'effets, un nouveau point de contact se crée impliquant le pied du guitariste, avec un répertoire de mouvements lié à la nature de la pédale (commutateur « *on/off* » ou pédale d'expression). L'étendue de la technique instrumentale s'accroît parallèlement à l'instrument lui-même

Nous pouvons ainsi établir une « cartographie » des « points de contact » entre le musicien et l'instrument et analyser leur nature du point de vue gestuel et mécanique, en rapport avec leur résultat sonore. L'intérêt de cette démarche est double. D'un côté, en brisant la complexité du jeu instrumental en faveur d'un ensemble de « méta-gestes » et leurs correspondants sonores, elle permet de mettre au point des stratégies de captation de la technique standard motivées par une intime connaissance du geste et du support. De l'autre côté, la cartographie des points de contact permet d'articuler l'instrument selon une typologie de « zones actives » participant à la production du discours musical et de « zones muettes » - convergences de geste et de localisation qui n'ont pas de rôle dans la production du son. A partir de cette « carte » de l'instrument, nous pouvons alors imaginer des manières d'« activer » les zones muettes, en créant de nouveaux points de contact et de nouveaux gestes qui s'y rapportent.

Exemples d'activation

La mise en pratique de ces idées a débouché sur une série d'augmentations réalisées sur une guitare électrique. Ces exemples illustrent l'activation de nouveaux points de contact geste-objet sur la guitare.

Elles ont été réalisées et sont en cours de développement au sein de l'équipe du CICM (<http://cicm.mshparisnord.org>), sous la coordination scientifique d'Anne Sedes, avec l'expertise de Benoît Courribet pour l'analyse et le traitement du signal, de Julien Bréval pour les interfaces logicielles, de Timothée Baschet pour les capteurs, et de Guilherm Carvalho pour le cadre théorique de la musique et mutations technologiques.

L'inclinaison. Un capteur d'inclinaison deux axes a été attaché au corps de la guitare, permettant de récupérer son inclinaison et son accélération en tant que données de contrôle du logiciel. Pour le musicien, cela correspond à « activer » le mouvement de son buste dans les directions frontale et latérale. Ce geste apparaît naturellement chez la plupart d'instrumentistes, et il peut être consciemment contrôlé pendant le jeu. Il s'agit d'une extension de la technique de jeu vers d'autres parties du corps que les mains déjà sursollicitées par la technique standard.

La corde sensible. Un dispositif d'analyse du signal a été développé pour détecter la position d'attaque de la main droite sur la corde. La démarche consiste à capter et à traduire numériquement le déplacement des attaques de la main droite – technique de contrôle de brillance très utilisée dans la technique standard notée *sul tasto / ponticello* dans les partitions. Partant de l'observation que la brillance augmente quand le point d'attaque se déplace vers l'extrémité de la corde (chevalet), nous avons effectué des mesures de brillance en fonction du point et de la force d'attaque. Cela a permis de créer un modèle informatique qui élimine le facteur force, donnant une estimation du point d'attaque d'après une mesure de la brillance (*centre de gravité spectral*) du signal.

Le corps de la guitare. La percussion sur la caisse de résonance de la guitare acoustique est une technique largement employée (par ex. les *golpe* de la technique *flamenca*). Sur la guitare électrique, la caisse est une « zone muette » dû à sa construction et à la nature des microphones utilisés. Nous avons donc développé un dispositif de captation des gestes percussifs sur le corps de la guitare afin d'« activer » cette zone. Un microphone « de contact » piezoélectrique installé sur le manche capte les vibrations du corps de la guitare lorsqu'on la percute. Selon l'endroit de contact et la densité du bois, le son percussif produit des spectres différents, reconnaissables par l'analyse du contenu fréquentiel du son. Nous pouvons ainsi utiliser la percussion sur la guitare pour déclencher divers sons synthétiques ou échantillonnés, ainsi qu'exploiter le son capté lui-même, rajoutant une dimension percussive à la guitare électrique.

L'approche de l'augmentation adoptée dans ces expériences se veut aussi plurielle que possible. Elle

utilise des techniques de captation directes et indirectes [11], une variété de capteurs de grandeurs physiques, ainsi que plusieurs techniques d'analyse du signal (détection d'attaques, contenu spectral). Notre démarche combine la captation de données inhérentes au jeu de la guitare (gestes, analyse du signal) [2] avec la mise en place des accès gestuels nécessitant un contrôle séparé et donc d'une technique instrumentale « augmentée » [7].

EXPERIENCES SUR LE RAPPORT GESTE – SON

En liaison avec le gestuel associé aux « points de contact » de notre guitare augmentée, une série de travaux logiciels de traitement sonore a été réalisée avec l'environnement max/msp. L'idée qui sous-tend la recherche des sonorités pour notre guitare augmentée est issue de la comparaison des qualités instrumentales entreprise par Martin Laliberté [5]. De ses recherches ressort le fait que les instruments sont orientés, ils résolvent chacun de manière originale les questions de l'accès gestuel et de la production du son, créant ainsi leur propre spécificité : l'un ayant une palette plus d'étendue dans le domaine des timbres, un autre serait « spécialisé » dans l'articulation des durées, par exemple. En analysant la guitare électrique par rapport à d'autres instruments, nous pouvons nous rendre compte de ses « points faibles », de ses aspects sonores peu développés que l'on pourrait souhaiter améliorer.

Nous avons ainsi dégagé un premier axe d'augmentation sur les durées : la guitare produit des sons d'une durée moyenne, ni très longs, ni très courts ou percussifs. Profitant de notre interface qui « active » le geste d'inclinaison de la guitare, nous avons mis au point un *sustainer* qui prolonge les sons joués potentiellement à l'infini avec un procédé de réinjection du signal. Par la guitare attachée à son buste, le musicien accède à un contrôle sensible directement lié aux mouvements de son corps. L'action de jouer sur la durée d'un son acquiert une qualité tangible et corporelle qui s'est avérée pertinente dans notre expérience d'instrumentiste. Pour les sons courts, l'activation de la caisse de la guitare en tant que source sonore et de données de contrôle nous ouvre la voie vers un univers de sons brefs et percussifs, synthétiques, échantillonnés ou simplement amplifiés. Dans notre prototype, nous faisons appel à une technique de détection d'attaques et d'analyse spectrale qui nous permet de distinguer trois zones de percussion sur la guitare, chacun contrôlant un lecteur d'échantillons. modulé par la force d'attaque et par le centre de gravité spectrale du son.

Notre recherche actuelle porte sur les possibilités de traitement et de synthèse audio-numériques qui pourraient permettre une plus grande ouverture dans le domaine des timbres. Les effets adaptatifs [10], et les techniques de (re)synthèse en temps réel ont particulièrement attiré notre attention. Ces techniques font objet d'une expérimentation au cas par cas avec l'instrument

augmenté, dans le but de déceler des combinaisons entre geste et son validés par le ressenti corporel du musicien.

PERSPECTIVES

Le travail entrepris est destiné à se développer en deux directions complémentaires. Dans sa partie théorique, le concept de « point de contact » semble ouvrir des possibilités intéressantes pour penser la combinaison d'une interface et d'une technique instrumentale augmentées, tout en donnant la priorité à la qualité sensible de l'accès gestuel. Pour cela, la nature de gestes instrumentaux demande d'être précisée, afin d'en dégager des modèles plus fins et subtils. La partie pratique des travaux est conduite en parallèle, et elle a un rôle fondamental pour tester, (in)valider et proposer des intuitions. Les possibilités technologiques seront toujours confrontées au vécu corporel du musicien, qui sert de référence pour juger de la qualité instrumentale du dispositif. Aussi, la qualité sonore et musicale revêt pour nous une importance particulière.

Directeur de thèse : Horacio Vaggione (CICM, Professeur)

Codirecteur de thèse : Anne Sedes (CICM, MCF HDR)

Début de la thèse : Novembre 2006.

BIBLIOGRAPHIE

1. Berthoz A. *La décision*. éd. Odile Jacob, Paris, 2003 pp. 153-155
2. Bevilaqua F. *Interfaces gestuelles, captation du mouvement et création artistique L'inouï #2*, éd. Léo Scheer 2006
3. Cadoz C. *Musique, geste, technologie*. In *Les nouveaux gestes de la musique* éd. Parenthèses, Marseille, 1999 pp. 49-53
4. Genevois H. *Geste et pensée musicale : de l'outil à l'instrument*. In *Les nouveaux gestes de la musique*. Parenthèses éd. 1999 p. 36
5. Laliberté M. *Facettes de l'instrument de musique et musiques arabes* In *De la théorie à l'art de l'improvisation* éd. Delatour, Paris 2005 pp. 270-281
6. Machover T. *hypeinstruments homepage* <http://www.media.mit.edu/hyperins/>
7. Overholt D. *The Overtone Violin*, Proceedings of NIME05, Vancouver, Canada, 2005 p. 34
8. Rasamimanana N. H. *Gesture Analysis of Bow Strokes Using an Augmented Violin* Mémoire DEA Université Paris VI 2004
9. *Roland database* <http://www.geocities.com/SiliconValley/9111/roland.htm#guitars>
10. Verfaillie V. *Effets audio-numériques adaptatifs* Thèse de Doctorat à l'Université de Aix-Marseille II, 2003 pp. 167-211
11. Wanderley M. *Interaction musicien-instrument : application au contrôle gestuel de la synthèse sonore* Thèse de doctorat à l'Université de Paris VI 2001 pp. 40-44