

# UTILISATION MUSICALE DE DISPOSITIFS DE CAPTATION DU MOUVEMENT DE L'ARCHET DANS QUELQUES OEUVRES RÉCENTES

(*Bogenlied*, *StreicherKreis* de Florence Baschet, *Partita 1* de Philippe Manoury)

Serge Lemouton

IRCAM-CGP

[lemouton@ircam.fr](mailto:lemouton@ircam.fr)

## RÉSUMÉ

Dans cet article, on considérera trois expériences récentes d'oeuvres auxquelles l'auteur a participé en tant que réalisateur en informatique musicale. Celles-ci ont en commun l'utilisation de dispositifs de captation du geste des instrumentistes à archets. Le développement de tels dispositifs de captation est un sujet qui mobilise actuellement, mais de façon relativement récente, de nombreux chercheurs un peu partout dans le monde. Les pièces étudiées ici ont été créées soit à l'Ircam soit au Grame. On évoquera l'état et l'évolution des interfaces logicielles et matérielles utilisées pour l'exécution de ces trois pièces; et comment elles sont utilisées par le compositeur en vue de renouveler la notion de musique interactive. Et finalement, on verra en quoi la notion d'interprétation musicale revient au centre des préoccupations de certains compositeurs et de leurs interprètes par le biais de ces nouveaux dispositifs de captation.

## 1. INTRODUCTION

Ce n'est que relativement récemment que la prise en compte du geste musical des instrumentistes est devenue un sujet de toute première importance en informatique musicale. Dans l'histoire de cette discipline, on a expérimenté des dispositifs tels que les instruments MIDI, le "Radio Baton" de Max Mathews, ou d'autres dispositifs de captation. Mais la captation de l'action des musiciens était alors destinée surtout à déclencher des notes ou des événements, mais ce n'était que très rarement que l'interprétation musicale au sens fort et en particulier sa dimension gestuelle était prise en compte.

Ce domaine s'est développé récemment en grande partie grâce à l'évolution des technologies (en particulier celle des composants micro-électro-mécaniques) de captation du mouvement qui se sont développées et largement disséminées dans d'autres contextes que celui de l'informatique musicale (jeux, interfaces homme-machine, et autres téléphones portables).

On a coutume d'appeler désormais "instruments augmentés" les instruments de musiques auxquels on a adjoint ces types de capteurs afin d'étendre leurs possibilités musicales, tout en respectant leurs sonorités et leur mode de jeu. De même que la réalité augmentée vise à ajouter une ou plusieurs dimensions sensorielles à notre perception, on verra que le but des instruments augmentés va au delà de l'enrichissement de la palette sonore des instruments pour aller vers l'ajout de nouvelles possibilités expressives et d'interprétation, en plus de celles que maîtrise déjà l'interprète virtuose. Les instruments augmentés sont aussi une façon de répondre aux problèmes posés par l'immatérialité des instruments virtuels par une relation directe avec la corporéité par l'intermédiaire de ces interfaces homme-machines très particulières que sont les instruments de musique. Les contraintes techniques inhérentes à la conception d'un dispositif d'augmentation sont assez nombreuses; en effet, il ne doit ni gêner ni modifier le jeu ordinaire du musicien, ne doit pas endommager l'instrument (parfois très coûteux) sur lequel il est appliqué, doit être suffisamment robuste et autonome pour résister aux situations de jeu pendant des concerts, etc.

A l'Ircam, depuis les recherches de Marcelo Wanderley[1], plusieurs équipes ont concentré leurs activités sur la question du geste et de l'intégration des technologies de sa captation dans le domaine du spectacle vivant ("Pôle spectacle", équipe "Geste" dirigée par Frédéric Bevilacqua depuis 2004).

La notion de geste est extrêmement polyvalente. Ici on s'intéressera uniquement au geste instrumental et plus spécifiquement à celui des instrumentistes à cordes.

L'interprétation musicale est à la base de la musique classique occidentale. Le rôle de l'interprète est fortement valorisé depuis le 19ème siècle, et jusqu'à aujourd'hui, puisque le marché du concert et du disque classique repose toujours largement sur le vedettariat des interprètes. Les compositeurs du 20ème siècle ont souvent pris position relativement à l'interprétation de leur musique. L'interprétation musicale est essentielle, elle est médiation entre la construction de l'oeuvre et le

phénomène sonore perçu par l'auditeur. Celle-ci se caractérise par sa variabilité, opposée à la permanence, à l'identité du texte musical. Variabilité d'une version à l'autre d'une même œuvre par le même instrumentiste, variabilités des conceptions d'un artiste à l'autre, variabilité des écoles ...

L'étude de ces variabilités était l'apanage des critiques musicaux ou de quelques très rares musicologues. Mais ces études sont caractérisées par une forte subjectivité. Ce n'est que depuis très récemment que l'on peut considérer l'analyse subjective de ces variabilités qui font l'interprétation musicale. Cette prise en compte moderne de l'interprétation est à son tour considérée par certains compositeurs contemporains. Ceux qui s'y intéressent y voient un enrichissement des possibilités de leur langage, un enrichissement du vocabulaire, ainsi qu'une source d'inspiration très féconde. L'idée d'intégrer le geste de l'interprète à la composition musicale est très riche en potentialités. En raison, d'une part, de la richesse de la notion de geste musical et, d'autre part, par toutes les possibilités de niveau d'insertion de ce geste dans la composition.

#### Fonctions du geste musical:

- production sonore
- gestes expressifs
- gestes ancillaires
- gestes paramusicaux
- gestes parasites

#### Dimensions physiques du geste musical :

- mouvement
- pression
- position
- énergie
- fréquence
- vitesse
- accélération

#### Typologies de l'utilisation des capteurs:

- mapping direct
- mapping complexe
- reconnaissance (des modes de jeu)
- reconnaissance (d'un modèle gestuel)
- suivi
- application à la synthèse
- (auto)-transformation
- transformation du son
- ...

Les caractères importants du geste des musiciens virtuoses sont les suivants: nécessité, expressivité, précision, reproductibilité et individualité. Les compositeurs vont essayer de tirer partie de toutes ces caractéristiques dans leur ensemble, ou bien se focaliseront plus sur un aspect du geste instrumental.

Ces différentes caractéristiques, ainsi que les différents types de mouvement et leurs dimensions physiques pourront être intégrés à l'exécution de l'œuvre grâce à la mise en œuvre de techniques temps réel de captation du geste selon différentes modalités (reconnaissance, suivi, mapping, ...) pour contrôler soit des sons synthétisés par l'ordinateur, soit des transformations du son même des instruments. La prise en compte du geste des interprètes peut aussi avoir lieu dans le temps de la composition, les informations extraites de la captation du jeu instrumental servant à nourrir l'écriture de l'œuvre. On voit que toute une typologie du rôle du geste dans les œuvres musicales récentes reste à établir.

Dans cet article, on va étudier plus en détail et selon cet axe trois œuvres récentes. Ces œuvres ont été choisies non seulement parce que l'auteur y a collaboré, et peut ainsi en parler aisément, mais aussi parce qu'elles abordent de façon originale différentes possibilités de ces dispositifs.

## 2. BOGENLIED

Dans *Bogenlied* de Florence Baschet, composé en 2005, un archet spécialement dédié aux recherches sur les reconnaissances des modes de jeu avait été utilisé. L'objectif de cette pièce était d'utiliser ces trois différents types d'articulation basiques : le détaché, le martelé et le staccato. L'enjeu de la recherche était donc celui de la reconnaissance et de l'extraction automatique de paramètres musicaux, en l'occurrence l'articulation de la main droite du violoniste. Le travail de thèse de Nicolas Rasamimanana [2] a été très précieux pour cette tâche de reconnaissance.

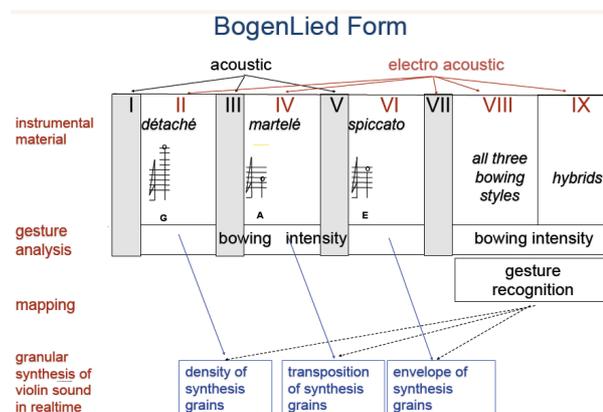


Figure 1. *Bogenlied* : forme.

Après trois sections où ces trois modes de jeu sont exploités successivement, dans la section finale, ils sont utilisés tous ensemble. A chaque mode de jeu est associé un traitement spécifique (principalement le contrôle des paramètres d'une synthèse granulaire utilisant le son du violon) ainsi qu'une hauteur (au détaché correspond la note sol5, au martelé, la3, et au spiccato, mi4). Il est à noter que dans cette section la nature statistique de la reconnaissance est utilisée. Si un coup d'archet est

détecté comme 60% martelé et 40% détaché, il sera alors accompagné d'un intervalle LA-SOL où domine le La). Un des principaux paramètres de contrôle utilisé est l'"énergie" du geste de la violoniste, mesurée en traitant uniquement l'accélération de l'archet le long de l'axe X. Dans certains passages, la compositrice laisse l'instrumentiste libre d'interpréter le texte avec des dynamiques non notées dans la partition. Ce qui permet à la violoniste d'explorer différentes amplitudes gestuelles entraînant différentes réponses électroacoustiques, laissant ainsi une place importante à la qualité de l'interprétation.

La violoniste Anne Mercier, créatrice de l'oeuvre, a réussi à suffisamment "prendre en main" le dispositif pour pouvoir avoir une certaine maîtrise sur le résultat sonore en faisant varier sa façon de réaliser les coups d'archets coutumiers pratiqués par les violonistes. Elle nous a avoué que cette pièce l'avait obligée à modifier certains desdits coups d'archets de façon à influencer sur la partie électronique.

### 3. PARTITA 1

*Partita 1* de Philippe Manoury inaugure un cycle à venir de pièces solistes pour instruments à cordes frottées (d'autres pièces sont déjà en préparation, dont une pour contrebasse, ainsi qu'un quatuor à cordes). Après avoir parcouru le cycle "sonus ex machina", cycle qui a fait date dans l'histoire de la musique mixte (première utilisation du logiciel Max, suivi de partition, instruments MIDI, invention des "partitions virtuelles" ([3]), Philippe Manoury souhaite, dans un esprit prospectif et innovant, explorer de nouvelles possibilités, ouvrir de nouvelles voies. Ces recherches poursuivent néanmoins les réflexions du compositeur sur le suivi de partition et les partitions virtuelles. En 2004, il imaginait les possibilités des cas de figures de contrôle de la synthèse par un "violon étendu"<sup>1</sup>.

*Partita 1*, composée entre juillet et décembre 2006, est une commande du GRAME. Au cours de leur collaboration Philippe Manoury et Christophe Lebreton ont exploré ensemble la synthèse par modèles physiques de cordes frottées ainsi que la réalisation d'un dispositif de captation gestuelle permettant de contrôler cette synthèse. Après de nombreux essais, le modèle physique pour la synthèse a été abandonné, principalement pour des raisons de coût de calcul, au profit du synthétiseur *Synful*<sup>2</sup> d'Eric Lindeman.

La réalisation du dispositif de captation du geste devait répondre aux contraintes préalables suivantes : un système peu coûteux et facile à reproduire, pouvant s'installer facilement sur l'instrument (ne nécessitant pas un dispositif instrumental particulier, comme c'était le cas pour la flûte MIDI, les vibraphones de *Neptune* ou le piano Midi pour *Pluton*, etc. ). La réalisation de ce dispositif a été faite en étroite interaction avec l'altiste Christophe Desjardins de façon à aboutir à quelque

chose qui décrive précisément son geste sans être toutefois une entrave ou une contrainte.

L'oeuvre est construite à partir d'une phrase initiale composée de sept « expressions sonores » (note aiguë, phrase régulière, trille, ricochet, trémolo, crescendo et polyphonie).



Figure 2. extrait de la section 2 de *Partita 1* : exposé des "modes de jeu".

Dans *Partita 1*, neuf parties s'enchaînent, chacune centrée sur une idée musicale ou geste instrumental particulier, les autres modes de jeu restant présentes en arrière-plan, de façon à créer une sorte de "perspective sonore".

- 1.rythme staccato, notes répétées (p.1-18)
- 2.prélude = exposition, énoncé des 7 "expressions sonores" (p. 19-23), notes aiguës.
- 3.phrases en triple croches régulières (p. 23-31)
- 4.trilles sur balancements d'accords (p. 32-40)
- 5.ricochet (p. 41-47)
- 6.section trémolos (p. 48-69)
- 7.section "toupies" (geste crescendo) (p. 69-84)
- 8.cadenza (à 2 voix) (p. 85-92)
- 9.coda (p. 93-97)

Dans la sixième section, focalisée sur le mode de jeu "trémolo", les capteurs servent à synchroniser la vitesse des trémolos de synthèse avec ceux de l'instrument.

Dans la septième section, dans laquelle des "toupies" sonores répondent à des gestes en crescendo, l'accélération dans l'axe longitudinal de l'archet est utilisée pour contrôler la transposition des harmonizers. Dans cette section en forme de forme ouverte, l'altiste peut enchaîner librement les intervalles indiqués en faisant varier les durées et les dynamiques des crescendos. Il lance ainsi quatre voix d'objets musicaux en forme de "toupies sonores" (sons animés d'une rotation interne par effet leslie) dont il va pouvoir contrôler l'évolution de façon réellement interactive.

Dans un passage de la section 6 (p.64), le mouvement de l'archet est comme prolongé par une trajectoire spatiale influencée également par l'accélération longitudinale qui contrôle des paramètres du traitement de spatialisation appliqués aux sons de synthèse.

La pression appliquée par l'index droit de l'altiste, captée par une bague passée au doigt, sert à contrôler

<sup>1</sup> document interne 19 mars 2004 : "projet modes de jeu/suivi de partition"

<sup>2</sup> cf. <http://www.synful.com/>

une fréquence de modulation. Le mode de jeu “écrasé” (que l’on retrouve à plusieurs reprises, par exemple p.42 ou p.73) correspond à un son plus “distordu” par une modulation en anneau.

Dans *Partita 1*, les dispositifs de captation du geste sont utilisés de façon individuelle (i.e. un à la fois) et dans certains contextes musicaux spécifiques bien définis, de façon à ce que le geste du musicien soit mis en correspondance avec un traitement qui prolonge celui-ci.

#### 4. STREICHERKREIS

StreicherKreis, composé par Florence Baschet en 2007/2008, après une période de recherche d’un an (2006/2007), est en quelque sorte la continuation de l’expérience *Bogenlied*. L’objectif initial étant d’étendre les modes de jeu reconnus à un vocabulaire de gestes plus spécifique à la musique contemporaine. Il fallait également équiper l’ensemble des instruments du quatuor, c’est à dire réaliser des dispositifs amovibles adaptables facilement à tous les archets. La difficulté principale était la détection de la pression de l’archet sur la corde. Grâce aux efforts conjugués de Mathias Demoucron [4], Alain Terrier et Emmanuel Flety, nous sommes arrivés à un dispositif mesurant de façon très fiable la pression du crin de l’archet tout en étant très peu intrusif sur l’instrument (quelques millimètres au talon). Ce dispositif a été fait “sur mesure” pour les instrumentistes du quatuor Danel mais est adaptable facilement sur n’importe quel archet.



Figure 3a. Archets augmentés pour *StreicherKreis*.

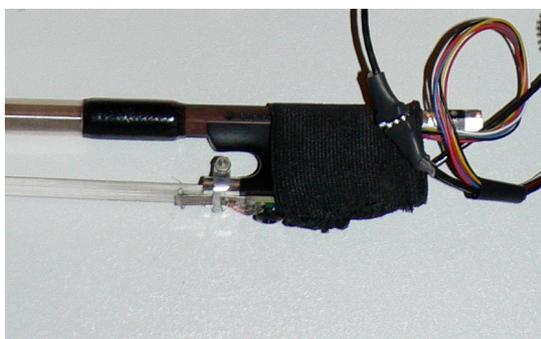


Figure 3b. capteurs pour *StreicherKreis*.

Les capteurs fixés à l’archet émettent six signaux:  
 -accélération longitudinale (axe Z)  
 -accélération dans l’axe des cordes (axe Y)  
 -accélération perpendiculaire à l’archet (axe X)  
 -vitesse de rotation dans l’axe de la baguette (gyroscope)  
 -vitesse de rotation autour du poignet  
 -pression

Dans *StreicherKreis*, tous les signaux de tous les capteurs sont utilisés en permanence (soit 24 signaux échantillonnés à 200 Hz).

Ces capteurs contrôlent les traitements transformant le son du quatuor. Le mapping des capteurs vers les effets est composé de telle façon que les instrumentistes ou les gestes appliqués aux traitements électroacoustiques soient constamment variés en correspondance avec le discours musical.

Le rôle dévolu à ce dispositif évolue au cours de l’oeuvre dans une progression quasi-dramatique. Dans la première partie (ou cycle), chaque instrumentiste contrôle successivement et individuellement sa propre transformation. Dans le second cycle, chaque instrumentiste contrôle successivement et individuellement la transformation du son des trois autres (voir par exemple les gestes du violoncelle à la mes. 212-213). Dans le troisième cycle, ils contrôlent tous ensemble et simultanément la transformation globale en agissant chacun par des paramètres du geste différents sur des paramètres de traitements différents (cf. mes. 279-287).

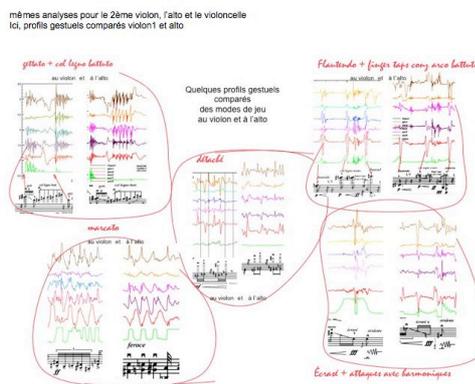


Figure 4. *StreicherKreis* : Comparaison de modèles gestuels.

La période de recherche précédant la composition de *StreicherKreis* a été l’occasion de développer des outils logiciels d’alignement en temps réel permettant d’accéder à la notion d’interprétation musicale par la comparaison de “modèles gestuels” (en fait des réalisations particulières de fragments musicaux exploitant les différents modes de jeu envisagés).

Le fait que *StreicherKreis* soit du genre quatuor à cordes (à la différence d’une pièce du type “instrument solo et électronique”) nous a obligé à aborder la question de la collectivité d’une interprétation dans le cadre de la musique de chambre. Problématique d’un grand intérêt, encore renouvelé par les possibilités ouvertes par l’analyse permise par les instruments

augmentés; il est possible, par exemple, de comparer en temps réel les différentes “stratégies gestuelles” des membres du quatuor dans l'exécution de gestes semblables ou de gestes collectifs. On pourrait également, non seulement comparer l'interprétation de cette oeuvre par différents quatuors, mais aussi comparer leurs différences interindividuelles, en d'autres termes accéder aux relations internes d'imitation ou de différenciation au sein même de cet individu collectif qu'est le “quatuor à corde”.

La réalisation de *Streicherkreis*, qui faisait suite à une longue période de recherche sur la captation du geste des instrumentistes du quatuor, a été l'occasion de développer un dispositif suffisamment robuste et fiable en particulier en ce qui concerne la captation de la pression des archets. Ces systèmes sont désormais adaptables facilement sur tous les archets de la famille du violon, et il y a fort à parier qu'ils seront utilisés dans d'autres pièces à venir.

## 5. CONCLUSIONS

Il est difficile de prévoir la pérennité de tels systèmes de captation. On peut noter que se développent aujourd'hui d'autres dispositifs de captation du geste des instrumentistes à cordes que ceux évoqués ici<sup>1</sup>. Tous ces systèmes ont beaucoup de points communs, en particulier dans les technologies utilisées (MEMS, OSC, ...). Même si les prototypes utilisés dans le cadre des pièces étudiées venaient à disparaître ou n'étaient pas disponibles, il est probable qu'il sera de plus en plus facile de les reconstruire sans trop de difficultés, voire même utiliser directement des instruments augmentés existant sur le marché.

En confrontant trois pièces différentes (parmi d'autres) écrites pour des dispositifs techniques très proches, on peut mettre en évidence des points communs dans les approches compositionnelles, mais on peut surtout mesurer, même dans ce corpus concentré, de nombreuses différences dans l'utilisation des possibilités offertes par la technologie. Ces différences d'approche illustrent bien la grande richesse des possibilités offertes par l'augmentation des instruments de musique. Tout un vocabulaire reste à établir et à explorer, ce qui est stimulant pour la création.

Pour répondre au manque de “naturel”, voire à la froideur des sons des virtuels synthétiseurs, le compositeur va “placer son écoute dans ce **lieu réservé** de l'instrumentiste“ (Baschet) en utilisant des instruments augmentés qui lui permettent de retrouver le “rapport **intime** entre les infimes variations des modes de jeu instrumentaux et le contrôle des sons de synthèse“ (Manoury).

Dans l'ensemble des pièces étudiées, l'implication des instrumentistes a été très grande et cruciale tout au long des périodes de réalisations. Cet investissement

personnel est beaucoup plus essentiel dans le cadre des oeuvres pour “instruments augmentés” que dans celui des oeuvres mixtes. Pendant la période de recherche préliminaire, puisque les instruments augmentés sont encore à construire, l'implication des futurs interprètes est nécessaire pour définir le “design” aussi bien des capteurs que des logiciels exploitant les données provenant de ceux-ci. Ce design ne peut se faire sans leur participation. Dans la phase de composition de l'oeuvre, ils doivent être présents également pour commencer à explorer les possibilités ouvertes au compositeur par l'augmentation de leurs instruments. Enfin, une fois l'oeuvre écrite, les dispositifs de captation du geste et de transformation du son réalisés, ils devront apprendre à “jouer” de ces nouveaux instruments. C'est là qu'est l'étape sans doute la plus importante puisque ce qui est en jeu dans ces oeuvres c'est non seulement l'augmentation des possibilités sonores des instruments de musique mais surtout l'exploitation de nouveaux gestes interprétatifs. Toutes les pièces étudiées ici ne sont que les premiers jalons posés dans des territoires musicaux encore inexploités mais riches en potentialités, dont l'exploration ne se fera pas sans la participation des virtuoses du futur.

## 6. RÉFÉRENCES

- [1] Wanderley, Marcelo and Marc Battier, editors. 2000. *Trends in Gestural Control of Music*. (DVD-ROM) Paris, IRCAM - Centre Georges Pompidou.
- [2] Poepel C., Overholt D. *Recent developments in violin-related digital musical instruments: where are we and where are we going?* Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression, p.390-395. Paris, 2006.
- [3] Rasamimanana, Nicolas. *Geste instrumental du violoniste en situation de jeu : analyse et modélisation*. Thèse soutenue en mars 2008. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 2008.
- [4] Manoury, Philippe. *Considérations (toujours actuelles) sur l'état de la musique en temps réel* (<http://www.philippemanoury.com/?p=319>)
- [5] Demoucron, Mathias. *On the control of virtual violins: Physical modelling and control of bowed string instruments*. Thèse soutenue en novembre 2008. KTH, Stockholm, 2008.

## 7. APPENDICE A : FICHES DESCRIPTIVES DES OEUVRES ÉTUDIÉES

Partita I (2006) de Philippe Manoury  
pour alto et électronique

Date de composition : 2006

Durée : 45 minutes

Éditeur : Durand

Commande : Grame / Ministère de la culture

Dédicace : à Christophe Desjardins

<sup>1</sup> tel que le K-Bow de Keith McMillen. voir <http://www.keithmcmillen.com/kbow/index.html>

Création : 1er Mars 2007, Grame, Villeurbanne, par  
Christophe Desjardins, alto

Information sur le studio : Grame / Ircam  
Réalisateur en Informatique Musicale : Christophe  
Lebreton (GRAME), Serge Lemouton

Effectif détaillé : 1 alto, 1 traitement temps réel

BogenLied (2005) de Florence Baschet  
pour violon augmenté et dispositif électroacoustique  
temps réel

Date de composition : 2005  
Durée : 12 minutes  
Editeur : Jobert  
Commande : association Cumulus, festival Why Note

Création : 26 novembre 2005, Parvis Saint Jean, Dijon,  
par Anne Mercier, violon soliste de l'ensemble  
L'itinéraire

Réalisateur en Informatique Musicale : Serge Lemouton

Effectif détaillé : 1 violon [augmenté], 1 traitement  
temps réel

StreicherKreis (2007-2008) de Florence Baschet  
pour quatuor à cordes « augmenté » et dispositif  
électroacoustique live

Date de composition : 2007 - 2008  
Durée : 25 minutes  
Editeur : Jobert  
Dédicace : à mes amis musiciens, Serge Lemouton,  
Frédéric Bevilacqua, le Quatuor Danel et Nicolas  
Donin. À Nicole, ma mère

Création : 13 novembre 2008, Espace de Projection,  
Ircam.

Information sur le studio : Ircam  
Réalisateur en Informatique Musicale : Serge Lemouton

Effectif détaillé : 1 violon, 1 violon 2, 1 alto, 1  
violoncelle [tous augmentés], 1 traitement temps réel