



**Composition d'œuvres pour hyper-flûtes
et traitement audionumérique interactif**

par

Cléo Palacio-Quintin

Faculté de musique

Thèse présentée à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Docteur en Composition (D.Mus.)

décembre 2011

© Cléo Palacio-Quintin, 2011

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Cette thèse intitulée :

**Composition d'œuvres pour hyper-flûtes
et traitement audio-numérique interactif**

présentée par :

Cléo Palacio-Quintin

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Robert Normandeau,	président-rapporteur et représentant du doyen de la FES
Jean Piché,	directeur de recherche
Marcelo M. Wanderley,	co-directeur
Lise Daoust,	membre du jury
Aaron Liu-Rosenbaum,	examineur externe

Thèse acceptée le : 17 mai 2012

RÉSUMÉ

Cette thèse présente la démarche compositionnelle relative à six œuvres de musique mixte interactive pour hyper-flûtes, soit des flûtes traversières munies de capteurs gestuels électroniques reliés à un ordinateur. Le jeu instrumental est ainsi augmenté par des composantes électroacoustiques qui peuvent être contrôlées par l'interprète.

Une grande partie de cet ouvrage est consacrée à la recherche autour de ces œuvres. On peut y lire un bref historique de la musique mixte qui souligne l'apport de la flûte à la musique électroacoustique. On se penche sur les défis de synchronisation du son instrumental et électronique auxquels font face les compositeurs depuis les années 1950, pour ensuite déterminer en quoi consiste la composition interactive. Après avoir défini la notion de geste instrumental, en particulier en ce qui concerne le jeu de la flûte traversière, on aborde les détails de la lutherie électronique de l'hyper-flûte et de l'hyper-flûte-basse. Ces descriptions techniques sont précédées de commentaires sur différents instruments augmentés et spécifiquement sur les différentes flûtes connues. Cette partie se termine par un exposé concernant l'interaction et les stratégies de mappage des données gestuelles vers les correspondances sonores.

La suite est consacrée aux compositions. On peut d'abord y lire mon point de vue sur la composition interactive et l'improvisation. Six chapitres décrivent ensuite en détail chacune des œuvres. On y présente les sources d'inspiration et une analyse formelle sommaire de chaque pièce, puis on élabore sur les composantes instrumentales et électroacoustiques, en explicitant les types d'interactions utilisés. Soulignons que quatre de ces œuvres ont été élaborées autour de textes poétiques. Finalement, une courte conclusion résume les objectifs artistiques réalisés dans le cadre de ce doctorat et les pistes envisagées pour la poursuite de mon travail créateur avec les hyper-flûtes.

Mots clés : hyper-flûte, traitement audionumérique, geste, musique mixte, composition interactive, improvisation, capteurs, lutherie électronique, poésie, synchronisation

ABSTRACT

This dissertation presents the compositional processes of six pieces with live interactive electronics for hyper-flutes : flutes equipped with electronic motion sensors connected to a computer. Instrumental techniques are thus augmented by electroacoustic components that can be controlled by the performer.

A significant portion of this document is focussed on the research framing these works. A brief history of «*musique mixte*» is presented, underlining the contribution of the flute to electroacoustic music. The challenges associated with the synchronization of instrumental and electronic sounds with which composers have been faced since the 1950's are then addressed, providing the context for establishing the essential nature of interactive composition. After having defined the notion of instrumental gesture, particularly as it concerns flute techniques, details of the electronic design of the hyper-flute and the hyper-bass-flute are considered. The descriptions of these techniques are prefaced by observations about other augmented instruments and more specifically the different known flutes. This part concludes with a presentation of the interaction and mapping strategies of gestural data as it relates to the corresponding audio elements.

The sections that follow focus attention on the compositions. I begin by elaborating my own perspective on interactive composition and improvisation. Six chapters then provide detailed descriptions of each of the pieces, starting with the sources of inspiration and a brief formal analysis. I go on to explain their instrumental and electroacoustic components, detailing the types of interactions used. Of particular note is the fact that four of these works were developed based on poetic texts. Lastly, a short conclusion summarizes the artistic objectives realized during my doctoral tenure as well as the potential opportunities for the continuation of my creative work with the hyper-flutes.

Key words : hyper-flute, live electronics, gestural interaction, musique mixte, interactive composition, improvisation, sensors, hyperinstrument, poetry, synchronisation

Table des matières

Résumé	v
Abstract	vii
Table des matières	ix
Liste des figures	xiii
Liste des tableaux	xiv
Liste des sigles et abréviations	xv
Remerciements	xvi
Introduction	1
1 De la musique mixte à la composition interactive	5
1.1 Définition et bref historique de la musique mixte	5
1.2 Premières œuvres électroacoustiques avec flûte	9
1.3 Défis de synchronisation : flûte et traitement en temps réel	10
1.4 Composition interactive	12
2 Gestes de l'instrumentiste	13
2.1 Introduction	13
2.2 Définition du geste	13
2.3 Acquisition des gestes	16
3 Lutherie électronique	19
3.1 Capture gestuelle et instruments augmentés	20
3.2 Quelques flûtes augmentées	22
3.3 L'hyper-flûte	24
3.3.1 Bref historique et dénomination	24
3.3.2 Conception et interface	25
3.3.3 Capteurs	26
3.4 L'hyper-flûte-basse	31
3.4.1 Conception	31

3.4.2	Interface	32
3.4.3	Capteurs	33
3.5	Fixation des capteurs	37
4	Interaction	39
4.1	Lien instrumental ou <i>mappage</i>	39
4.2	Incidences, avantages et limitations de l’usage des capteurs	40
4.3	Stratégies de mappage	43
4.4	Correspondances geste – son	46
5	Composition interactive et improvisation	49
5.1	Contexte	49
5.2	Types d’interaction	52
5.3	De l’improvisation à la composition	54
5.4	Outils logiciels	55
6	<i>L’Alchimie de Psyché</i>	57
6.1	Introduction	57
6.2	Inspiration et forme	58
6.3	Première version pour viole de gambe	59
6.3.1	Traitement audionumérique	60
6.3.2	Interaction	61
6.4	Deuxième version pour flûte basse	62
7	<i>Tableaux de Kandinsky</i>	65
7.1	Inspiration : Vassili Kandinsky	65
7.2	Forme de l’œuvre et antécédents	66
7.3	<i>Tableaux</i> pour hyper-flûte solo	68
7.3.1	<i>Composition V</i> (1911)	68
7.3.1.1	Inspiration	68
7.3.1.2	Partie instrumentale	69
7.3.1.3	Partie électroacoustique et interaction	71

7.3.2	<i>Improvisation à la gorge (1914)</i>	73
7.3.2.1	Inspiration	73
7.3.2.2	Partie instrumentale	74
7.3.2.3	Partie électroacoustique et interaction	74
7.4	La suite...	75
8	<i>Protée ou les quatre virus en plastique mou</i>	77
8.1	Introduction et inspiration	77
8.2	Conception et forme de l'œuvre	79
8.3	Partie instrumentale	79
8.4	Partie électroacoustique et interaction	81
9	<i>La marée dans la bouche</i>	83
9.1	Introduction et inspiration	83
9.2	Conception et forme de l'œuvre	85
9.3	Interaction	85
9.4	Partie électroacoustique : voix	86
9.5	Parties instrumentales et traitement audionumérique	87
9.6	Version pour flûte basse	88
10	<i>Le cercle des catharsis</i>	91
10.1	Introduction et inspiration	92
10.2	Conception et forme de l'œuvre	92
10.3	Partie instrumentale	93
10.4	Partie électroacoustique et interaction	96
10.5	Partie vocale : poème inséré dans l'œuvre	100
11	<i>Synesthesia 4 : chlorophylle</i>	103
11.1	Introduction et inspiration	103
11.2	Conception et forme de l'œuvre	105
11.3	Partie instrumentale	107

11.4	Partie électroacoustique et interaction	108
11.4.1	Analyse sommaire des données des capteurs	109
11.4.2	Synthèse sonore et traitement audionumérique	113
11.5	Partie visuelle	115
	Conclusion	119
	Bibliographie	123

	Annexes	133
A	Liste des documents numériques et audiovisuels sur DVD	135
B	Partitions	139
B.1	L'Alchimie de Psyché	140
B.2	Tableaux de Kandinsky : Composition V	141
B.3	Tableaux de Kandinsky : Improvisation à la gorge	143
B.4	Protée ou les quatre virus en plastique mou	144
B.5	La marée dans la bouche	149
B.6	Le cercle des catharsis	150
B.7	Synesthesia 4 : chlorophylle	158
C	Articles	163
C.1	Article 1 : NIME 2008	164
C.2	Article 2 : ICMC 2008	170

Liste des figures

3.1	Capteurs installés sur le joint de la tête et du corps de la flûte.	29
3.2	Capteurs installés près de la main gauche.	29
3.3	Capteurs installés près de la main droite.	30
3.4	Capteurs installés au pied de la flûte.	30
3.5	Schéma technique : Arduino Mini.	33
3.6	Photo : Arduino Mini.	33
3.7	Schéma technique : ultrason et accéléromètre.	35
3.8	Photo : circuit de l'ultrason et de l'accéléromètre.	35
3.9	Hyper-flûte-basse : photo de capteurs et de l'interface Arduino Mini. .	36
3.10	Hyper-flûte-basse : photo de capteurs (main droite).	37
4.1	Mappage multiparamétrique appliqué au son de la flûte.	45
6.1	Max/MSP : fenêtre principale de <i>L'Alchimie de Psyché</i>	61
7.1	Kandinsky : <i>Composition VII</i>	67
7.2	Kandinsky : <i>Composition VIII</i>	67
7.3	Kandinsky : <i>Improvisation 26 (Ramer)</i>	67
7.4	Kandinsky : <i>Composition V</i>	69
7.5	Max/MSP : fenêtre principale de <i>Tableaux de Kandinsky</i>	72
7.6	Kandinsky : <i>Improvisation à la gorge</i>	73
8.1	Extrait du manuscrit de <i>Protée ou les quatre virus</i>	80
10.1	Dessin technique de Xenakis : pans de verre ondulatoires.	93
10.2	Esquisse de la forme miroir de l'œuvre <i>Le cercle des catharsis</i>	94
10.3	Max/MSP : fenêtre du script principal pour <i>Le cercle des catharsis</i> . .	96
11.1	Analyse spectrale de la voix récitant le poème <i>VERT</i>	106
11.2	<i>Synesthesia 4 : chlorophylle</i> , mesures 1 à 4.	107
11.3	Graphique des courbes de données gestuelles en lien avec la partition. .	110
11.4	<i>Synesthesia 4 : chlorophylle</i> en concert, section V.	116
11.5	<i>Synesthesia 4 : chlorophylle</i> en concert, sections E2, R2, T1, T3. . .	117

Liste des tableaux

3.1	Capteurs sur l'hyper-flûte.	27
3.2	Capteurs sur l'hyper-flûte-basse.	34

Annexe A

Liste des documents numériques et audiovisuels sur DVD

1. Palacio-Quintin_THESE.pdf
- Version numérique de la thèse complète, avec liens interactifs.
2. Palacio-Quintin_chap06-Alchimie_de_Psyche_partition.pdf
- *L'Alchimie de Psyché*, partition.
3. Palacio-Quintin_chap06-Alchimie_de_Psyche-flutebasse.aif
- *L'Alchimie de Psyché* version pour flûte basse et dispositif électronique. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin. Enregistrement en concert le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 12 :20 minutes.
4. Palacio-Quintin_chap06-Alchimie_de_Psyche-viole.aif
- *L'Alchimie de Psyché* pour viole de gambe et dispositif électronique. Œuvre interprétée par Elin Söderström (viole de gambe) et Cléo Palacio-Quintin (électronique). Enregistrement en concert le 16 août 2007 à la Cathédrale Christ Church de Montréal, dans le cadre du Festival Jusqu'aux oreilles. Durée 13 minutes.
5. Palacio-Quintin_chap07-Tableaux_de_Kandinsky_partition.pdf
- *Tableaux de Kandinsky : Composition V, Improvisation à la gorge*, partition.
6. Palacio-Quintin_chap07-Tableaux_de_Kandinsky.aif
- *Tableaux de Kandinsky : Composition V, Improvisation à la gorge* pour hyperflûte. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin. Enregistrement en concert

le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 9 :50 minutes.

7. Palacio-Quintin_chap08-Protée_partition.pdf
- *Protée ou les quatre virus en plastique mou*, partition.
8. Palacio-Quintin_chap08-Protée.aif
- *Protée ou les quatre virus en plastique mou* pour viole de gambe, hyper-flûte et dispositif électronique, sur un poème de Bertrand Laverdure. Œuvre interprétée par Elin Söderström et Cléo Palacio-Quintin (avec la voix de Bertrand Laverdure). Enregistrement en concert le 30 avril 2011, à la Maison de la culture Pointe-aux-trembles, dans le cadre de *Veillez signaler un poème*, Productions (sic). Durée 5 :50 minutes.
9. Palacio-Quintin_chap09-Maree_dans_la_bouche_partition.pdf
- *La marée dans la bouche*, partition.
10. Palacio-Quintin_chap09-Maree_dans_la_bouche-duo.aif
- *La marée dans la bouche* pour clarinette basse, flûte basse et dispositif électronique, sur un poème de Kim Doré. Œuvre interprétée par Lori Freedman et Cléo Palacio-Quintin (avec la voix de Kim Doré). Enregistrement en concert le 30 avril 2011, à la Maison de la culture Pointe-aux-trembles, dans le cadre de *Veillez signaler un poème*, Productions (sic). Durée 6 :40 minutes.
11. Palacio-Quintin_chap09-Maree_dans_la_bouche-solo.aif
- *La marée dans la bouche* pour flûte basse et dispositif électronique, sur un poème de Kim Doré. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin (avec la voix de Kim Doré). Enregistrement en concert le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 6 :11 minutes.
12. Palacio-Quintin_chap10-Cercle_des_catharsis_partition.pdf
- *Le cercle des catharsis*, partition.
13. Palacio-Quintin_chap10-Cercle_des_catharsis.aif
- *Le cercle des catharsis* pour hyper-flûte-basse, sur un poème de Kim Doré. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin. Enregistrement en concert le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 13 :15 minutes
14. Palacio-Quintin_chap11-Exemple_voix_VERT.aif
- *VERT* : récitation du poème utilisé pour la composition et la synthèse granulaire dans *Synesthesia 4 : Chlorophylle*. Voix de Jessica Vigneault. Enregistrement en studio, 2001. Durée 18 secondes
15. Palacio-Quintin_chap11-Synesthesia4_chlorophylle_partition.pdf
- *Synesthesia 4 : Chlorophylle*, partition.

16. `Palacio-Quintin_chap11-Synesthesia4_chlorophylle.aif`
 - *Synesthesia 4 : Chlorophylle* pour hyper-flûte et vidéo interactif. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin. Enregistrement audio en concert le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 17 :13 minutes
17. `Palacio-Quintin_chap11-Synesthesia4_chlorophylle.mov`
 - *Synesthesia 4 : Chlorophylle* pour hyper-flûte et vidéo interactif. Œuvre interprétée par Cléo Palacio-Quintin. Enregistrement vidéo en concert le 21 octobre 2011 au Studio MMR, McGill University, dans le cadre de la série *live@CIRMMT*. Durée 18 :01 minutes

La version intégrale de cette thèse est disponible uniquement pour consultation individuelle à la Bibliothèque de musique de l'Université de Montréal (www.bib.umontreal.ca/MU).