

La main, le geste instrumental et la pensée créative

CG3D, Contrôleur Gestuel Tridimensionnel

Bertrand Merlier

Université Lumière Lyon 2
département Musique
Bertrand.Merlier@univ-lyon2.fr

En premier lieu, cet article analyse les instruments de musique électroniques du XX^e siècle, essentiellement sous l'angle de l'interface gestuelle et de l'ergonomie.

Un bref historique de l'évolution de la lutherie électronique (synthétiseur, échantillonneur, transformation du son...) au cours des cinquante dernières années permet de mettre en évidence trois phénomènes :

- a) les instruments sont de plus en plus réalisés par des moyens informatiques ;*
- b) le potentiel de créativité et de qualité sonore ne cesse de croître ;*
- c) les interfaces gestuelles sont toujours inspirées des paradigmes des siècles passés et l'ergonomie de ces instruments n'est souvent pas à la hauteur.*

Cet article présente ensuite les résultats d'une recherche sur une Interface Gestuelle Spatiale (CG3D) destinée à un contrôle complexe de type instrumental. Le geste des mains est analysé par l'intermédiaire d'une caméra et d'un logiciel de suivi du mouvement ; aucun instrument n'est visible ! Elle sort donc du contexte mécanique habituel des interfaces instrumentales classiques. Nous présenterons les particularités liées à l'absence de repères visuels et de contraintes mécaniques, ainsi que l'intérêt de la programmabilité et du contrôle simultané de plusieurs paramètres par un seul geste simple.

L'application première est la génération, les transformations et la spatialisation de la musique électroacoustique en direct sur scène. De nombreuses autres applications artistiques sont envisageables dans le domaine du multimédia, telles que la génération et la transformation d'images vidéo en direct.

Le projet 4 Hands – duo instrumental multimédia – utilise 2 CG3D pour la création de sons et de vidéo en direct. Il a été présenté en septembre 2002 au Festival Ars Electronica (Linz - Autriche).

Mots-clés : instrument virtuel, interface gestuelle de type instrumentale, interprétation de la musique électroacoustique, analyse du geste de la main par caméra.

État des lieux

Les instruments classiques

Les instruments classiques offrent une richesse gestuelle (cause) et sonore (effet) exceptionnelles, fruit de longues années - ou siècles - de développement. Deux caractéristiques fondamentales de cet instrumentarium sont :

- a) des potentialités intrinsèques importantes ; Dans un instrument acoustique, il est extrêmement fréquent qu'un seul geste instrumental ou qu'un seul organe contrôle simultanément plusieurs paramètres du son. Cela rend souvent l'apprentissage long et délicat, mais contribue à rendre ces instruments riches et intéressants.
Exemple : le souffle du trompettiste contrôle simultanément la hauteur, l'intensité, le timbre, la durée et l'enveloppe du son. D'infimes variations permettent aussi de contrôler « l'intérieur du son » : vibrato, trémolo, flatterzung...
- b) une standardisation et une stabilité organologique, dues à une mécanique précise et sophistiquée, mais aussi à des siècles de répertoire musical, à des millions d'instruments vendus ; ces faits rendent difficile toute tentative d'expérimentation ou d'évolution. Seul un luthier expérimenté ou un laboratoire de recherche peuvent se lancer dans la modification d'un instrument acoustique qui devra rester compatible avec le répertoire ancien s'il veut avoir droit de cité.

Les instruments électroniques du XX^e siècle, avant 1983

Avec la maîtrise de l'électricité, puis de l'électronique, de nombreux instruments ont vu le jour au XX^e siècle. Cette technologie naissante s'accompagne d'abord de simplifications instrumentales extrêmes : le contrôle gestuel est souvent à la mesure des procédés de synthèse : quelques oscillateurs aux formes d'ondes simplistes et figées ; un geste contrôle un paramètre du son¹. Le travail de recherche porte le plus souvent sur des procédés de synthèse du son et sur leur réalisation électronique, plutôt que sur la conception d'un véritable instrument avec une ergonomie nouvelle.

Le paradigme du clavier

Mis à part quelques expériences ponctuelles (dont le Thérémin dans les années 1920), la majeure partie des instruments électroniques de création sonore (orgues, synthétiseurs) utilise pour interface gestuelle le paradigme du clavier de piano ou celui de l'orgue : découpage de l'échelle des hauteurs par demi-tons, percussion digitale² et couplage du contrôle des hauteurs, des nuances et de la durée. Deux molettes (pitch bend et modulation wheel) permettent le contrôle de deux paramètres du son en temps réel (en général : hauteur et vibrato). Les pédales de sustain et de volume sont généralement en option. Ce choix est loin d'être le plus intéressant pour un jeu instrumental avec le timbre.

La modularité

À la différence des instruments acoustiques, les instruments électroniques possèdent souvent une architecture modulaire : oscillateur, générateur d'enveloppe, filtre... ; Il en est de même pour l'interface gestuelle : claviers, molettes, pédales, potentiomètres, boutons... La fabrication et le contrôle d'un son est ainsi réparti sur les deux mains et les deux pieds de l'interprète (voire son souffle, s'il utilise un *breath controller*). L'instrumentiste peut espérer jouer 5 notes à la main droite, tout en contrôlant 3 paramètres du son (main gauche, pieds droit et gauche). Le geste instrumental se trouve réparti sur les quatre membres de l'instrumentiste, avec quatre gestes élémentaires plutôt simplistes (mouvement dans une seule dimension, un geste = un paramètre sonore). Cet éclatement du geste nuit évidemment à l'efficacité et à la virtuosité.

Les réglages du son ou la naissance de la lutherie électronique

À la différence du piano, un synthétiseur dispose de beaucoup plus de paramètres sonores à contrôler simultanément. Les réglages de « l'intérieur du son » – le contrôle du timbre et de son évolution, l'enveloppe du son, le filtrage, le mode de vibrato... – sont gérés par des organes de commandes situés sur la façade avant de l'appareil, de type potentiomètre (rectiligne ou rotatif) ou interrupteur (poussoir ou ON/OFF). Ces organes sont peu ergonomiques et peu propices à la virtuosité : le potentiomètre monopolise facilement trois doigts de la main. Il est possible de bouger simultanément plusieurs potentiomètres rectilignes voisins, mais au détriment de la précision.

Chaque paramètre du son étant doté d'un ou plusieurs réglages³, ces organes gestuels de commande peuvent aisément dépasser la centaine⁴, alors que l'instrumentiste ne possède que deux mains... ; On en arrive au paradoxe que plus ces instruments offrent de réglages des paramètres du son, plus il devient difficile de les contrôler en direct par un geste de type instrumental.

Pour s'y retrouver, ils sont regroupés logiquement, souvent en dehors de toute considération de virtuosité. Leur rôle est plus de l'ordre de la lutherie que de l'ordre de l'interprétation : les boutons de réglage servent à fabriquer des sons, dans une phase préparatoire, hors du temps de l'interprétation.

¹ Exemple : dans le Thérémin (ca. 1920), l'élévation de la main droite contrôle la fréquence, l'éloignement de la main gauche contrôle l'amplitude.

² Digital : du latin digitus, le doigt.

³ Inversement, il est extrêmement rare qu'un organe de commande pilote simultanément plusieurs paramètres, comme c'est souvent le cas dans les instruments acoustiques. Seul le SYTER – développé au GRM par J. F. Allouis & co. au GRM dans les années 1980 – proposera une surface d'interpolation multiparamètres. Une boule représente l'état de n paramètres sonores. Le déplacement de la souris entre plusieurs boules permet – par un geste simple – d'explorer un espace sonore à n paramètres. Cette fonctionnalité s'est transmise aux GRM Tools.

⁴ Leur nombre ne cessera d'augmenter entre les années 1920 et les années 1980, à mesure des progrès de la synthèse du son.

La notion de lutherie électronique fait son apparition : la programmation de l'instrument dans l'objectif de fabriquer de nouveaux sons devient partie intégrante du travail du musicien : compositeur ou interprète.

Les instruments électroniques et numériques après 1983

Les années 80 voient successivement deux révolutions extrêmement importantes du point de vue technologique et par suite du point de vue ergonomique.

La norme MIDI et le DX7.

La norme MIDI permet à tous les instruments de musique de communiquer entre eux grâce à un protocole informatique. Conçue en 1982-83, elle devient très rapidement un standard mondial grâce à sa simplicité et son efficacité. La norme MIDI code les gestes instrumentaux. Elle conforte la notion de modularité en permettant une dichotomie totale entre organes gestuels (clavier maître) et modules de fabrication du son (expandeur). Elle conforte aussi le paradigme du clavier et de la musique tonale.

En 1983, le DX7 YAMAHA introduit - outre un nouveau procédé de synthèse assez révolutionnaire - un nouveau concept d'interface utilisateur, pilotée par microprocesseur et de type menu : l'utilisateur sélectionne le paramètre à modifier dans une liste et il peut en modifier la valeur à l'aide d'un potentiomètre unique. Fini la centaine de boutons et de potentiomètres sur les faces avant des appareils !

Le procédé est très économique et facilite la mémorisation (par la machine) des paramètres du son de plus en plus nombreux. Par contre, du point de vue geste instrumental, l'interprète ne peut plus contrôler qu'un seul paramètre à la fois.

Malgré son aspect fort peu ergonomique, ce type d'interface s'est très vite généralisé dans tous les instruments électroniques.

Dans les années 85-90, la technologie numérique se généralise. Ainsi, de nombreux instruments à base de composants électroniques analogiques sont peu à peu remplacés par des instruments à base de microprocesseurs et de composants de type informatiques. Vers les années 95, apparaissent des instruments de musique sous la forme d'un simple logiciel fonctionnant sur un ordinateur personnel muni d'une carte son⁵. Un clavier maître MIDI permet de jouer de cet instrument *virtuel*⁶ ; l'interface standard de pilotage devient la souris d'ordinateur, qui ne permet de modifier qu'un seul paramètre à la fois (éventuellement 2 si l'on mesure le déplacement en X et Y de la souris).

Les contrôleurs MIDI

En dissociant le codage du geste de la production du son, le MIDI - ou encore les autres protocoles informatiques - permet toutefois l'apparition de quelques organes gestuels présentant une certaine originalité et/ou une certaine richesse. La tablette WACOM, utilisée à la place de la souris permet d'accéder au contrôle simultané de 3 paramètres : position en X et en Y et force de l'appui du stylet. Les pupitres de contrôle MIDI (du type PEAVEY PC1600 : 16 faders + 16 poussoirs MIDI) permettent de renouer avec la tradition des façades de synthétiseurs analogiques. Malheureusement, la disposition de type table de mixage ne permet d'envisager aucune virtuosité instrumentale⁷.

En matière d'interface instrumentale originale, l'offre dans le domaine commercial et industriel est assez limitée, voire inexistante. Les autres modèles ergonomiques qui ont vu le jour (guitare, flûte, saxophone ou percussion MIDI...) restent plutôt anecdotiques ou confidentiels.

Conclusion

Cet historique fait prendre conscience que les inventeurs d'instruments électroniques au XX^e siècle⁸ se sont essentiellement focalisés sur l'élaboration de procédés de synthèse ou

⁵ L'instrument est alors vendu sous la forme physique d'un simple CD-ROM informatique.

⁶ Virtuel, car ces instruments informatiques produisent des sons uniquement par calculs, à l'aide des équations acoustiques ou physiques des véritables instruments, en bois, en acier ou en silicium...

⁷ Le mouvement simultané d'une demi douzaine de potentiomètres est envisageable, mais nous amène rapidement aux limites du débit offert par la norme MIDI.

⁸ Du moins, jusqu'aux années 90.

de manipulation du son, l'interface utilisateur de l'instrument reprenant bien souvent à grand trait les paradigmes des instruments classiques. On doit admettre que la majorité des instruments électroniques du XX^e siècle a été conçue pour jouer de la musique tonale et que le timbre est alors accessoire par rapport à la musique des notes. La notion de rentabilité commerciale n'est pas étrangère à cet état de fait.

La recherche sur les nouvelles interfaces instrumentales

Depuis une cinquantaine d'années, de nouveaux champs d'exploration se sont ouverts pour le compositeur et l'interprète : le timbre et l'espace. Au milieu du XX^e siècle, les premières expériences musicales se pratiquent avec des machines, en studio ou en laboratoire de recherche. Apparaissent ensuite des instruments, permettant de jouer de la musique électroacoustique en direct sur scène.

À partir des années 1990, certains chercheurs (ou musiciens) prennent conscience de la richesse des transformations du timbre et de l'espace et abordent la fabrication de nouveaux instruments spécifiquement sous l'angle de l'interface instrumentale.

La musique interactive

La musique interactive – le dialogue entre un instrumentiste et un ordinateur – peut être analysée comme la recherche d'un « instrument augmenté » qui bénéficierait d'une part de toute la richesse de l'interface gestuelle de l'instrument classique et d'autre part des immenses possibilités de transformation du son par ordinateur.

Ces réalisations utilisent les interfaces gestuelles des instruments classiques pour des applications ponctuelles, dans le cadre d'une œuvre et d'un compositeur. L'objectif de la musique interactive est d'avantage le résultat sonore ou l'œuvre plutôt que la réalisation d'un nouvel instrument. Toutefois, la technologie mise en œuvre rejoint souvent celles décrites dans les paragraphes qui suivent.

Le sujet a déjà été abordé dans la littérature (par exemple : Merlier, 1990) et ne sera pas plus développé ici.

La lutherie électronique (suite)

Dans certains laboratoires de recherche, il est possible de trouver de nombreuses interfaces « en kit ». Dernière réalisation en date : fin 2002, l'IRCAM et la société Eowave proposent l'**eo•body**⁹, une puissante interface convertissant les signaux analogiques de 16 capteurs en MIDI. La mise en œuvre de capteurs du type : micro-contacts, résistances variables, cellules photoélectriques, capteurs de pressions, barrière infrarouge, mesure de signaux de type ECG... ouvre la porte à la confection d'interfaces gestuelles originales¹⁰.

Elle transforme aussi le musicien en un véritable luthier qui peut être amené à réaliser des travaux d'électronique, de tôlerie, de menuiserie, de couture...

Les nouveaux instruments du XXI^e siècle

On peut aisément recenser une bonne douzaine de ces nouveaux instruments. En France : le Métainstrument¹¹ (Serge De Laubier), BioMuse¹² (Atau Tanaka). Aux USA : le radio batton (Max Matthews), le Mattei Data glove¹³ (Butch Rovin), l'hyperinstrument¹⁴ (Tod Machover). Et aussi : les mains¹⁵ (Michael Waiswiz) L'auteur de cet article a lui aussi développé plusieurs instruments, notamment pour le spectacle : Les couleurs du vent¹⁶.

Ce sont le plus souvent des prototypes de laboratoire¹⁷, réalisations d'un chercheur (ou d'une équipe). L'objectif premier est la sophistication de l'interface gestuelle au profit d'une richesse du jeu instrumental. Pour cela le geste est analysé par des capteurs, codé et transmis à l'ordinateur. Il est fréquent de trouver plusieurs capteurs couplés contrôlés par

⁹ <http://www.eowave.com/human/eobody.html> visité en Février 2003.

¹⁰ Le site de Cycling'74 (Max/MSP) : <http://www.cycling74.com/community/guide.html> recense bon nombre de ces réalisations.

¹¹ Studios Puce Muse, E-mail : pucemuse@free.fr

¹² <http://www.gyoza.com/ate/atau/>

¹³ www.triketec.com

¹⁴ <http://brainop.media.mit.edu/Archive/>

¹⁵ <http://www.xs4all.nl/~mwais/The%20Hands%202.htm>

¹⁶ <http://tc2.free.fr/Merlier/>

¹⁷ Seul le Mattei data glove a été commercialisé à grande échelle (mais dans le monde du jeu vidéo).

un même geste, ce qui permet d'établir des relations de cause à effet complexes, donc instrumentalement intéressantes.

Ces nouvelles interfaces instrumentales ne sont plus systématiquement inspirées de celles des instruments acoustiques.

Deux courants distincts apparaissent :

- les instruments « réels », comportant une interface mécanique sophistiquée, avec un savant ajustement ergonomique de contacts et de capteurs ;
- les réalisations qui abandonnent tout support et toute contrainte mécaniques au profit d'une détection des mouvements des doigts, de la main ou du corps, par des systèmes optiques, ultrasons, infrarouge ou ondes radios... ; on parle alors d'instruments virtuels, puisque aucun instrument physique n'est plus visible.

Tod Machover a introduit le terme d'hyper-instrument. Serge De Laubier parle de méta-instrument. Cette terminologie apparaît avec l'introduction de l'informatique dans les instruments. Dans un instrument classique, la cause (le geste) et l'effet (le son produit) sont liés par des relations simples (les lois de l'acoustique ou de la mécanique) : un geste déclenche un son. Exemple : le pincement d'une corde met celle-ci en vibration.

Dans un instrument réalisé à base de programmation informatique, il est possible qu'un geste simple puisse déclencher des dizaines de résultats ou encore un résultat très complexe. L'exemple le plus simple est celui des arrangeurs automatiques dans les orgues de variété : l'appui d'une note sur le clavier génère un accord arpégé suivant un rythme choisi à l'avance (tango, rock, salsa...). Il y a bien sûr des usages plus intéressants en musique électroacoustique ! tels que contrôler simultanément les nombreux paramètres de la fabrication d'un timbre ou ceux de trajectoires de spatialisation, avec un seul geste.

L'usage de la programmation informatique permet de renouer avec une complexité instrumentale qui s'était un peu perdue au XX^e siècle.

CG3D / Eyecon

L'instrument informatique CG3D est basé sur le logiciel Eyecon (*video motion tracking software*) développé par Frieder Weiss¹⁸. Ce logiciel commercial est à l'origine destiné aux spectacles de danse et à la réalisation d'environnements multimédia interactifs : les mouvements des danseurs contrôlent la génération d'éléments sonores ou multimédia.

Des cription d e l' i nstru ment



L'CG3D permet de générer et de contrôler des sons (ou des images¹⁹) à l'aide de mouvements de la main (ou des deux mains) dans l'espace.

Figure 1 : La fenêtre *display*

Elle permet d'une part de préparer l'interface instrumentale et sert d'autre part de retour visuel en phase de jeu.

¹⁸ <http://www.palindrome.de/pps.htm>

¹⁹ Dans une autre application présentées ci-après, la production et la transformation des images utilise le logiciel Visual Jockey.



Figure 2 : Présentation de l'CG3D.

L'interprète déplace les mains dans le champ de la caméra. Le moniteur permet à l'instrumentiste de disposer d'un retour visuel : la position de la main par rapport aux zones sensibles. Toutefois, dans la mesure où le rendu sonore est évident, il devient vite envisageable de se libérer de la surveillance du moniteur.

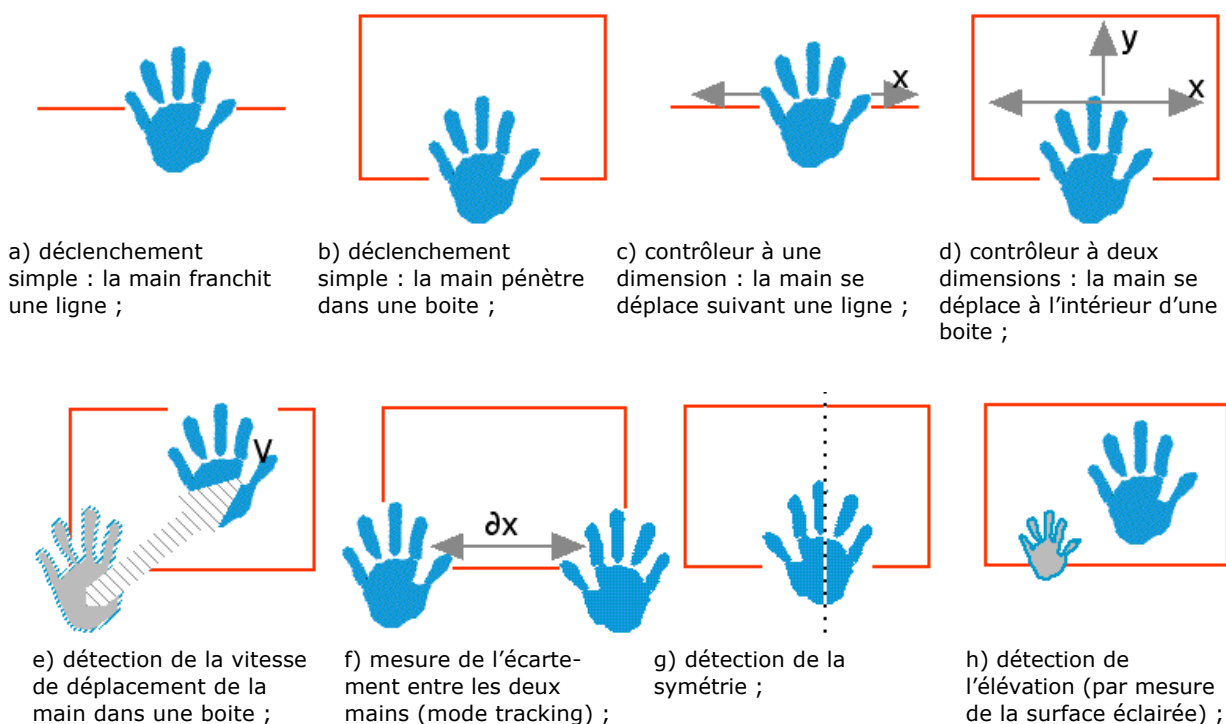


Figure 3 : la détection des gestes élémentaires dans l'CG3D.

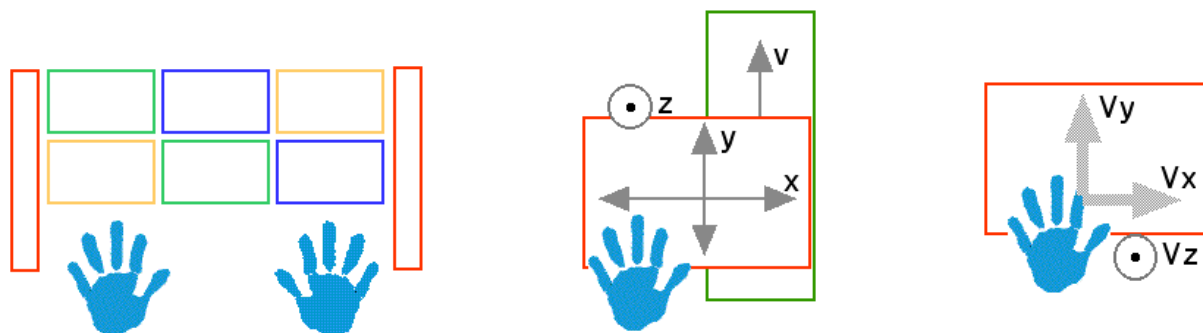


Figure 4 : les gestes instrumentaux dans l'CG3D.

- Le suivi de mouvement est réalisé par le système EyeCon. Ce logiciel fonctionne sur PC. Il requiert une carte d'acquisition vidéo²⁰ et est peu gourmand en matière de ressources processeur. Le moniteur de l'ordinateur renvoie l'image de la main et des zones de détection (voir figure 1).
- La production et la transformation des sons est programmée sous MAX/MSP.

Les gestes des mains sont filmés par une caméra, analysés par le logiciel, puis transmis aux moyens de production de sons (ou d'images). Ainsi, ils permettent de déclencher, contrôler, transformer les éléments sonores (ou visuels), en temps réel (voir fig. 1 et 2).

L'instrument va être présenté suivant deux grandes directions qui sont la capture du geste (input) et la génération de signaux de contrôle (output).

La capture du geste

Nous avons recours à six types de gestes ou mouvements instrumentaux, suivant les besoins de la composition :

- 1) le déclenchement simple, c'est-à-dire la présence (ou absence) de la main (ou du doigt) dans une zone de l'espace (voir figure 3a et 3b) ;
- 2) la position en X-Y de la main dans une zone d'espace (mode statique) ou son déplacement (mode dynamique) (voir figure 3c et 3d) ;
- 3) la taille de la surface éclairée ; ce paramètre peut correspondre au degré d'expansion ou de contraction de la main ou encore à l'éloignement de la main par rapport à la caméra ; La combinaison de ces deux fonctions permet de disposer d'une sorte de joystick tridimensionnel (X-Y-Z) d'environ 1 m³ (voir figure 3h) ;
- 4) l'énergie ou vitesse du mouvement dans une certaine zone d'espace permet d'ajouter un facteur dynamique aux déclenchements (voir figure 3e) ;
- 5) le suivi de trajectoire est envisageable, ainsi que la mesure de la position relative des deux mains l'une par rapport à l'autre, grâce à la fonction *tracking* (voir figure 3f) ;
- 6) il est enfin possible de mesurer le degré de symétrie droite-gauche²¹, ou encore la luminosité, la largeur, la hauteur et la longueur du contour (voir figure 3g) ;

Ces six fonctions de base peuvent évidemment faire l'objet de plusieurs occurrences simultanées et être combinées entre elles (voir figure 4). On dispose alors d'un instrument avec des sources de déclenchement sensibles à la dynamique et de nombreux contrôleurs.

La libre combinaison de ces déclencheurs et de ces contrôleurs permet encore d'aller plus loin : il est possible de superposer un déclencheur et des contrôleurs : ce couplage de fonctions permet d'envisager des gestes extrêmement sophistiqués. On peut par exemple déclencher une action avec le poing fermé et la moduler en ouvrant la main.²²

Il est aussi possible de coupler plusieurs contrôleurs entre eux. Une première envie de l'auteur a été de réaliser un joystick en trois dimensions (voir figure 3b et 3c).

La détection de la vitesse (ou de l'énergie) est superposable avec toutes les autres zones de détection. Dans les claviers MIDI, on a l'habitude du couplage Note ON + vélocité. Celui-ci est tout à fait reproductible avec l'CG3D. Le couplage contrôleur + vélocité est par contre beaucoup plus original et ouvre la porte à de nouveaux champs d'exploration.

La génération de signaux de contrôle

Le logiciel Eyecon permet – en interne – de générer et de contrôler de nombreux éléments multimédia : lecture et manipulations simples de fichiers de son, d'images fixes ou de vidéo numérique, etc. Dans de nombreuses applications de spectacle interactif, le logiciel peut se suffire à lui-même, à condition de rester dans des déclenchements et manipulations simples.

Pour des applications plus complexes, il est possible d'émettre des codes MIDI ou OSC. C'est la solution que nous avons adoptée.

²⁰ Une version compatible DirectShow est en cours de finalisation. Elle permet d'utiliser tous les périphériques vidéo (analogique, DV, WebCam...).

²¹ Il s'agit uniquement d'une mesure de la surface et du facteur de symétrie et non pas une véritable opération de reconnaissance de forme.

²² Dans un clavier MIDI, il faut avoir recours aux deux mains (clavier + molette) ou à une main et un pied (clavier + pédale) pour obtenir un résultat similaire.

La fabrication du son

La description de l'interface instrumentale de l'CG3D (en page précédente) a mis en relief de nouvelles possibilités gestuelles : couplage de déclencheurs et de contrôleurs, couplage de plusieurs contrôleurs, contrôleurs dotés de vélocité. La norme MIDI étant très ouverte, il reste néanmoins possible de coder ces gestes sans problème. Par contre, l'architecture des synthétiseurs ou des échantillonneurs du commerce (matériel ou logiciel) est souvent incapable de gérer efficacement ces couplages multiples²³. Certains signaux gestuels nécessitent quelques calculs : filtrage, recadrage de l'ambitus, combinaison (plus ou moins) linéaire de 2 ou 3 contrôleurs, transformation de contrôleurs en Note On / Note Off...

L'auteur a donc développé un échantillonneur grâce au logiciel MAX/MSP. Ainsi toute contrainte sur les limitations ou les couplages entre contrôleurs disparaît. Compte tenu des potentialités énormes de cette nouvelle interface gestuelle, il eut été dommage de s'imposer des limitations en matière de génération et manipulation du son.

Analyse du geste instrumental

La spatialité du geste

L'ISG propose un volume actif d'environ 1 m³ : le champ d'activité s'étend sur environ 1 mètre dans les trois directions²⁴, ce qui est énorme par rapport à un instrument acoustique. Pour des raisons physiques évidentes, les instruments acoustiques possèdent un axe privilégié (en X) correspondant en général au contrôle des hauteurs : un manche de guitare mesure environ 90 cm, le clavier du piano mesure entre 1,20 et 1,50 mètre. Mais, suivant les axes Y et Z, les déplacements sont de l'ordre du millimètre ou du centimètre.

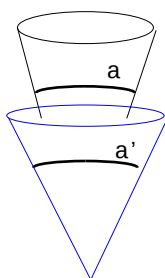


Figure 5 : mesure de l'élévation dans l'CG3D.

Suivant l'axe vertical (Z), le principe de détection est tout à fait différent. L'CG3D mesure en fait l'éloignement de la main par la réduction de la surface éclairée (voir figure 2h). Dans la plupart des situations, cette « limitation » n'est pas gênante.

La polyphonie de l'instrument et les types de geste

Le logiciel d'analyse permet d'atteindre une précision de l'ordre du centimètre (fonction de la caméra, de l'objectif et de l'éclairage). Cette précision permettrait de détecter indépendamment les mouvements des 10 doigts ; mais en pratique, elle s'avère illusoire. Dans la mesure où l'interprète est privé de tout repère mécanique ou visuel direct, la recherche d'une position absolue précise dans l'espace n'est pas facile. Il apparaît donc plus raisonnable de s'éloigner des modèles instrumentaux acoustiques, pour se tourner vers un paradigme plus proche de celui du chef d'orchestre. Le geste de l'interprète sera beaucoup plus efficace dans des déclenchements simples et peu nombreux, ainsi que dans des déplacements relatifs, basés sur des contours morphologiques ou sur l'énergie (détection de la vélocité).

Pratiquement, il vaut donc mieux envisager CG3D comme un instrument monophonique ou biphonique (à 2 mains).

Les modes de jeu

Le jeu mélodique ou rythmique est assez difficile, en l'absence de repère d'espace et de retour de force mécanique. L'écriture et l'interprétation musicales sont donc concentrées sur le timbre et les nuances, sur la morphologie et l'énergie du geste instrumental et des sons. La détection des mouvements de la main ou de l'avant-bras en trois dimensions et la sensibilité à l'énergie se montrent alors tout à fait adaptées.

²³ La raison est bien souvent tout simplement la limitation du nombre de contrôleurs MIDI simultanés !

²⁴ Ces paramètres sont déterminés par le choix de la caméra, de l'objectif et du mode d'éclairage. Le volume est en fait de forme tronconique.

La programmabilité de l'interface

La programmation informatique offre au créateur une grande souplesse dans la fabrication et la manipulation des matériaux (sons ou images). Dans l'CG3D, quelques instructions permettent instantanément de changer le nombre, la disposition, l'ambitus et le fonctionnement des zones de déclenchement et de contrôle. La programmation permet ainsi de déterminer quel geste instrumental sera associé à tel son ou telle image, telle déformation ou telle transformation. En intervenant à la fois sur les paramètres de la cause et de l'effet, il devient par exemple envisageable de définir une gestuelle instrumentale appropriée à l'écriture musicale. Une musique « planante » s'accommodera mieux de gestes doux, de type caresses, alors qu'une musique rythmée adoptera plutôt des mouvements rapides, percussifs, saccadés.

Le travail avec l'CG3D requiert à la fois de prendre en compte le choix du geste, la définition du dispositif de capture et la programmation du dispositif de génération des médias. La lutherie et le geste instrumental entrent ainsi pleinement dans le processus de création²⁵.

De nouvelles situations instrumentales

L'absence d'instrument visible est une situation relativement nouvelle – voire troublante –, à la fois pour l'interprète et pour le public.

L'interprète perd les repères visuels, les facilités ergonomiques et les contraintes mécaniques inhérents à la lutherie classique. Il acquiert en échange une immense liberté dans la conception du geste. Au-delà des fonctionnalités liées à l'interprétation, le geste peut devenir porteur d'autres significations, devenir l'objet d'une préoccupation esthétique en elle-même²⁶.

Le geste de l'interprète participe à rendre le son visible ou l'image lisible. Et cela est d'autant plus important que le geste instrumental produit et contrôle des médias habituellement fixés sur support : musique électroacoustique ou vidéo.

Montrer ce qui est d'habitude caché

La dissociation entre geste et production confère également à la gestuelle un sens qu'elle n'a que rarement dans les situations traditionnelles. Elle donne ici directement une lecture du fonctionnement de l'instrument, de ce qui relie l'intention de l'interprète à ce que le public perçoit. Le geste instrumental se retrouve au premier plan, puisqu'on ne voit plus l'instrument ; c'est un peu comme si on dévoilait une partie de l'instrument qui échappe d'habitude au regard, mais qui est déterminante pour comprendre comment il peut produire une telle musique (ou de telles images).

4 Hands

[4 Hands] est un duo instrumental multimédia, utilisant deux CG3D. Jean-Marc DUCHENNE, vidéaste et interprète, joue en direct des images vidéo projetées sur un grand écran situé en fond de scène et Bertrand MERLIER, compositeur et interprète, joue de la musique électroacoustique en direct, projetée sur deux haut-parleurs. Les deux interprètes sont sur scène et jouent chacun d'un instrument invisible.

Quatre mains virevoltent, caressent, frappent, s'étirent, décrivent des arabesques, des figures insolites. Les gestes des deux instrumentistes contrôlent manifestement les images et les sons, mais aucun instrument n'est visible !

Les images des quatre mains sont également projetées sur deux écrans latéraux. L'éclairage des mains crée des jeux d'ombres sur les murs ou le plafond.

La simplicité apparente de l'ensemble du dispositif, la scénographie volontairement dépouillée, le choix d'éclairages intimistes permettent de mieux focaliser l'attention du public sur le geste lui-même et sur les éléments essentiels du discours multimédia.

Divers éléments de présentation sont disponibles sur le Web à l'adresse <http://tc2.free.fr/4hands/>

²⁵ L'informatique permet ainsi paradoxalement de retrouver des modes de relation plus directs, proches de ceux rencontrés dans les sociétés traditionnelles.

²⁶ L'esthétique du geste est bien sûr également présente avec les instruments classiques, mais ce phénomène se trouve ici accentué par l'immatérialité et l'invisibilité de l'instrument.

Conclusion

Nous avons présenté la réalisation d'une nouvelle interface gestuelle destinée à la production et au contrôle de processus musicaux ou multimédia en direct sur scène. Le geste des mains est analysé par une caméra et un logiciel de suivi du mouvement. Il s'agit d'un instrument virtuel puisque l'CG3D est réalisé par programmation informatique et qu'il n'y a aucun organe mécanique, rien n'est visible. Si l'absence de retour mécanique et visuel limite les performances mélodiques ou rythmiques, elle favorise par contre une grande liberté d'interprétation et une grande virtuosité dans le travail du timbre et de la dynamique, dans la mesure où l'on accepte de s'éloigner des paradigmes des instruments traditionnels. L'interface gestuelle de l'CG3D présente certaines similitudes avec celle d'un instrument acoustique, dans le sens où elle offre : des déclencheurs, de nombreux contrôleurs, des possibilités de contrôle de l'énergie, liés sous un geste unique de la main.

Il est enfin possible de programmer la relation entre le geste instrumental et le résultat sonore, intégrant ainsi la lutherie dans l'acte de création.

Remerciements

Ce projet a été en partie réalisé lors de l'*international workshop "Realtime & presence – Composition of virtual environments"* qui s'est déroulé à Hellerau (Dresden – RFA) en juillet 2002. Il a ainsi bénéficié d'une aide de l'Union Européenne dans le cadre du programme Culture 2000.

Remerciement à Jean-Marc Duchenne pour sa relecture, Freider Weiss (Palindrome), Klaus Nikolaï et l'équipe de TMA (Trans Media Akademie – Dresden) et Hélène Planel (Thélème Contemporain) pour leur soutien dans la réalisation de ce projet.

Bibliographie

Duchenne Jean-Marc, Merlier Bertrand, 4 Hands, an interactive live audio & video performance, in "Realtime and Presence", Trans Media Akademie, Dresden, 2003.

Genevois Hugues et De Vivo Raphael (sous la dir. de), les nouveaux gestes de la musique, Ed. Parenthèses, 1999.

Merlier Bertrand, New instruments for playing and spatializing electroacoustic music, Symposium : "Medienkunst - Verknüpfung der Sinne" 27 Nov 98, COMTECart'98 - DRESDEN - RFA

Merlier Bertrand, A la conquête de l'espace, Actes des JIM 1998 (Journées d'informatique musicale), pp. D1-1 à 9, publications du CNRS-LMA, n° 148, MARSEILLE, ISBN : 1159-0947

Merlier Bertrand, Les musiques interactives, vers de nouvelles relations entre l'interprète, le compositeur et l'ordinateur, colloque "Musiques nouvelles", BORDEAUX, 1992 (publié en Mai 92 par le CEFEDM Lyon)

Vinet Hugues et Delalande François (sous la dir. de), Interfaces homme-machine et création musicale, éd. Hermès, 1999.

Wanderley Marcello and Orio Nicolas, Evaluation of input devices for musical expression : borrowing tools from HCI, CMJ, Vol. 26, N°3, Fall 2002.

Wanderley Marcello et Battier Marc, Trends in gestural control of music, CD-ROM, IRCAM – Centre Georges Pompidou, 2000.

Bertrand MERLIER (Bertrand.Merlier@univ-lyon2.fr)

Compositeur de musique électroacoustique et instrumentale,
Maître de conférences en informatique musicale à l'Université Lyon2.

Depuis plusieurs années, il mène des travaux de recherche sur les interfaces gestuelles en musique électroacoustique, sur la musique interactive et la spatialisation du son...

<http://sir.univ-lyon2.fr/musicologie/Merlier.html>