

# GRAPHOLINE, INSTRUMENT AUDIOVISUEL DE "DESSIN MUSICAL"

Jean-Michel Couturier

Blue Yeti  
jmc@blueyeti.fr

Magnolya Roy

Blue Yeti  
magnolya@blueyeti.fr

## RÉSUMÉ

Grapholine est un instrument de musique numérique qui permet de générer des sons en temps réel par l'analyse des gestes de dessin. Il s'agit d'un instrument entièrement paramétrable et personnalisable qui permet de faire correspondre à un ou plusieurs paramètres du dessin un ou plusieurs paramètres du son.

Grapholine a été conçue pour la composition et l'interprétation de la pièce électroacoustique *Demus*, basée sur la transposition d'intentions graphiques dans le domaine musical. L'utilisation conjointe des modalités visuelle et auditive implique que les productions graphique et sonore et leur imbrication doivent être prises en compte dès la composition. En situation d'interprétation, Grapholine, qui est un instrument bimanuel, requiert un temps d'apprentissage afin d'être utilisée de façon experte.

Le dispositif Grapholine est également utilisé dans différents contextes : ateliers éducatifs, spectacle vivant, événementiel.

## 1. INTRODUCTION

Dessin et musique sont deux pratiques culturelles profondément ancrées dans nos sociétés humaines comme mode d'expression. Si elles ont beaucoup en commun, notamment la création d'œuvres sensibles et d'une certaine forme de communication entre individus, ces deux disciplines ont par définition des différences fondamentales dans leur rapport au temps, dans leur rapport aux sens, mais également dans leur rapport aux gestes.

La problématique que nous avons abordée est la suivante : comment créer des sons et de la musique à partir de l'action de dessiner ?

### 1.1. Croisements entre image, son et interaction

Dès l'Antiquité, la recherche de relations entre couleurs et musique passionne les savants et les artistes. Aristote, dans son *De sensu*, cherche des rapports entre couleurs et intervalles. Au 16<sup>ème</sup> et 17<sup>ème</sup> siècles, Kircher et Newton sont les premiers à utiliser une démarche scientifique pour proposer un rapprochement entre notes et couleurs. Louis Bertrand Castel (1688-1757) conçoit le premier instrument audiovisuel, le *Clavecin Oculaire*, qui comprend un clavier actionnant à la fois les sautereaux d'un clavecin et un système de 60 verres colorés éclairés par des bougies.

Le 19<sup>ème</sup> siècle comprendra des réalisations utilisant des technologies très diverses, comme le *Pyrophone* de

Frederic Kastner (1869) qui génère des flammes alimentées par des jets de gaz ou l'orgue de Bainbridge Bishop qui produit de la lumière grâce à un arc électrique. Le début du 20<sup>ème</sup> siècle est très riche en développements, mettant en œuvre les avancées technologiques dans les domaines de l'optique et de l'électricité ; parmi les réalisations les plus remarquables on peut citer le *Clavilux* (1919) de Thomas Wilfred, le *Lumigraph* (1940) d'Oskar Fischinger et le projecteur *MobilColor* (1930) de Charles Dockum, qui sont des "instruments visuels", développés parallèlement aux premiers instruments de musique électroniques comme le Theremin (1920). Une bibliographie complète des instruments audiovisuels pré-informatiques est disponible dans la thèse de Golan Levin [9].

L'arrivée de l'informatique permet aux concepteurs d'instruments audiovisuels de dépasser les limites inhérentes à la physique, la mécanique et l'optique. En 1969, Max Mathews et Richard Moore mirent au point le système Groove, premier système informatique pouvant être utilisé en concert comme un instrument de musique [10]. L'apparition des interfaces graphiques donne naissance à des instruments ou des outils dans lesquels on manipule des objets graphiques affichés à l'écran pour générer du son. En 1970, Iannis Xenakis invente l'UPIC (cf. chapitre 1.2). En 1989, Serge de Laubier crée le Métainstrument [4], qui exploite un grand nombre de degrés de liberté du corps pour piloter la génération de son et d'image. Actuellement, un des artistes les plus prolifiques est Golan Levin, qui a conçu au MIT Media Lab l'*Audiovisual Environment Suite* (2000) [9], une série d'instruments qu'il a depuis utilisés dans plusieurs œuvres d'art et performances.

### 1.2. Gestes de dessinateurs et gestes de musiciens

Les plasticiens et les musiciens mettent en œuvre des actions bien précises afin de concrétiser leurs intentions artistiques. Dans le cas des arts plastiques, des tâches sont effectuées de façon séquentielle afin d'arriver à un résultat final (un dessin est obtenu par une succession de tracés).

Il existe des situations pour lesquelles l'aspect temporel de la réalisation des actions et la synchronisation des mouvements sont primordiaux. C'est le cas de la musique instrumentale : le "résultat" de l'utilisation des instruments n'est pas situé à la fin d'une chaîne d'actions mais est constitué par le résultat sonore des actions et de leur enchaînement au fil du

temps. C'est aussi le cas de certaines disciplines artistiques ou sportives comme le jonglage et la danse.

Dans le cas de la peinture et du dessin, le rythme et la vitesse d'accomplissement ont généralement une importance moindre car c'est l'œuvre une fois terminée qui importe. On trouvera toutefois des exceptions comme dans le cas de l'Action Painting, ou peinture gestuelle, pour lequel c'est justement l'acte physique de peindre qui fait l'œuvre.

Le crayon a été utilisé comme interface dans les premiers ordinateurs à interface graphique comme le Sketchpad d'Ivan Sutherland (1963), bien avant la souris. Dans les années 1970, le centre CEMAMu, fondé par Xenakis, met au point une première version de l'UPIC, système qui permet de composer la musique sur une table graphique en dessinant des formes d'ondes et des enveloppes d'amplitude qui seront lues par l'ordinateur pour générer le son. Il s'agit de la première utilisation informatique du geste du dessin pour la création musicale.

Les tablettes graphiques constituent des périphériques informatiques intéressants pour le contrôle de la synthèse sonore en temps réel ; elles permettent de capter avec précision un geste qui est connu et maîtrisé : celui du dessin avec un crayon. Elles ont été utilisées pour la conception de nouveaux instruments de musique numériques, comme pour le Voicer [8], réalisé par Loïc Kessous au CNRS-LMA, dans lequel le crayon permet de contrôler l'intonation d'une synthèse vocale par son déplacement dans une représentation hélicoïdale de la hauteur plaquée sur la tablette.

## 2. GRAPHOLINE, QUAND LE DESSINATEUR DEVIENT MUSICIEN

Grapholine est un dispositif sonore interactif, réalisé par Blue Yeti. Il permet de générer du son en temps réel par l'analyse des gestes du dessin effectués sur une tablette-écran. Cet outil est à la fois un instrument de musique et un outil de création graphique.

Grapholine a été initialement conçu pour la composition et l'interprétation temps réel de la pièce électroacoustique Demus. Cette pièce propose d'utiliser l'expressivité du geste du dessin à des fins musicales : en analysant les gestes destinés à la production graphique source et en les utilisant à des fins de production sonore, le dessinateur devient musicien. La notion d'immersion est également un des aspects essentiels de la pièce : les mises en relation entre la disposition spatiale de la production graphique et de la production sonore (la position du crayon est liée à la répartition spatiale des sons dans un espace de diffusion multiphonique) ainsi que les éléments scénographiques (projection de l'image en grand format) contribuent à plonger l'auditeur au cœur de la création.

L'intention de départ est de rapprocher le dessin et la musique au moment de la production de l'œuvre, c'est-à-dire lorsque l'artiste utilise ses gestes pour produire un dessin ou de la musique. Comment l'intention, qui se manifeste dans le geste du dessinateur au moment de la réalisation du dessin, peut-elle être transposée dans le

domaine musical ? En cela, il s'agit d'un questionnement sur l'ambiguïté de l'intention gestuelle selon qu'elle est effectuée dans un contexte graphique ou musical. La création de l'instrument et de Demus est née de cette réflexion.

Les sons produits par Grapholine sont issus d'une synthèse granulaire piochant dans une base d'échantillons sonores qu'il est possible d'enrichir et le lien entre les gestes et le contrôle de la synthèse sonore est entièrement paramétrable : cela permet à chaque interprète de personnaliser l'identité sonore de l'instrument, laissant ainsi une grande liberté dans la création et l'interprétation.



Figure 1. Grapholine, instrument audiovisuel

### 2.1. Interfaces

L'interface de Grapholine est composée de deux contrôleurs dont l'utilisation simultanée, bimanuelle, permet de trouver une gestuelle instrumentale expressive et personnelle. La réflexion menée autour des interfaces de Grapholine, instrument de musique numérique, est basée sur le travail de thèse effectué par Jean-Michel Couturier au CNRS-LMA [3].

#### 2.1.1. Interface de dessin

L'interface de dessin est constituée d'une tablette graphique écran Wacom Cintiq, sur laquelle on peut dessiner directement à l'aide d'un stylet. Les gestes de dessin effectués avec ce périphérique sont similaires à ceux effectués dans une pratique de dessin "conventionnel".

Cette interface permet ainsi de récupérer des données relatives à la manipulation du stylet (positions X,Y du crayon, pression, inclinaison du stylet) ; ces données seront ensuite analysées pour caractériser de nombreux paramètres du geste de dessin (vitesse, rayon de courbure, hachures, points,...).

### 2.1.2. Interface de contrôle des paramètres du dessin

Une deuxième interface permet de contrôler les paramètres du dessin (couleur, type de mine, taille de la mine, rotation de la mine, transparence). Nous avons utilisé pour cette interface un contrôleur Lemur, qui a la caractéristique d'être multipoint et qui permet ainsi de contrôler plusieurs paramètres simultanément, enrichissant ainsi la production graphique et sonore. L'avantage de ce type de contrôleur est qu'il dispose d'une interface graphique, ce qui permet par exemple d'afficher les couleurs et d'en faciliter la sélection.



**Figure 2.** Interface de contrôle des paramètres du dessin. Le choix de la mine se fait sur la partie gauche, les couleurs en haut à droite, et les autres paramètres (transparence, luminosité, taille et rotation de la mine) se trouvent au-dessous.

### 2.1.3. Bimanualité et geste instrumental

L'utilisation de Grapholine requiert donc la manipulation simultanée des deux périphériques de contrôle. On se place donc ainsi dans une logique bimanuelle, dont l'aspect temporel de la réalisation des actions est primordial pour le résultat final. En cela, les gestes du dessinateur deviennent des gestes instrumentaux car le résultat de leur utilisation n'est pas situé à la fin d'une chaîne d'actions mais est constitué par le résultat sonore des actions et de leur enchaînement au fil du temps [3].

Nous avons également constaté que cette bimanualité a un intérêt dans le domaine purement graphique, permettant, grâce à une combinaison de gestes des deux main – position du crayon et modification en temps réel de paramètres de dessin – de réaliser des figures graphiques complexes.

## 2.2. Synthèse sonore

A chaque combinaison couleur et type de mine correspond un échantillon sonore puisé dans une banque de sons stockée dans l'appareil. Lorsque l'utilisateur dessine, l'échantillon sonore correspondant à la couleur et à la mine va être lu et transformé en fonction des mouvements effectués avec le crayon sur la tablette graphique.

Il est possible d'ajouter de nouveaux sons, de modifier l'association sons – couleurs/mines et de régler

la façon dont les caractéristiques des mouvements réalisés avec le crayon (pression, vitesse, courbure,...) vont agir sur l'échantillon sonore.

Grapholine utilise une technique de synthèse sonore appelée synthèse granulaire ; l'algorithme utilisé est celui qui a été développé au GEM [1]. Cette technique de synthèse utilise un extrait sonore qui peut être chargé dans l'ordinateur ou enregistré en temps réel grâce à un microphone relié à l'ordinateur. L'algorithme vient lire des "grains" de sons, qui sont des échantillons sonores très courts, et additionne ces grains afin de créer de nouveaux sons.

## 2.3. Répertoire de gestes, analyse et mapping

Un "répertoire de gestes" a été défini par le référencement des principales méthodes de dessin utilisées (tracé de lignes droites et courbes, hachures, griffonnage, pointillés, ...). Ensuite, nous avons défini, pour chaque association mine/couleur-son, les correspondances qui nous ont semblé les plus pertinentes entre les données issues de l'analyse du geste et les paramètres de contrôle du son.

La programmation logicielle a été effectuée dans l'environnement Max/MSP-Jitter et le module d'analyse du geste a été réalisé en langage C.

Paramètres du dessin	Paramètres du son
Vitesse du tracé	Densité des grains
Rayon de courbure	Variation de hauteur
Sens de la rotation	Sens de lecture de l'échantillon
Angle vif, hachure, point	Lecture d'un échantillon
Transparence (alpha)	Volume
Luminosité	Filtrage grave - aigu
Couleur	Type de son
Type de mine	Type de son
Rotation de la mine	Effet de distorsion
Taille de la mine	Densité spatiale des grains
Pression sur stylet	Volume
Position X,Y du stylet	Spatialisation

**Figure 3.** Exemple de mapping gestes-sons de l'instrument Grapholine. Ce mapping peut être différent en fonction du son choisi.

## 3. EXPERIMENTATIONS MUSICALES

### 3.1. Demus

Demus est une pièce électroacoustique composée en 2006 par Jean-Michel Couturier et interprétée avec Magnolya Roy.

Le propos de la pièce est d'utiliser l'expressivité du geste du dessin à des fins musicales. Elle est conçue pour être jouée en temps réel par deux interprètes, mettant en scène l'instrument Grapholine et un deuxième instrument utilisant également une synthèse granulaire.

Demus est une pièce en deux actes qui retrace le processus créatif du dessinateur musicien. La première séquence est une exploration figurative qui lie étroitement les symboliques véhiculées par les images et par les sons et qui conduit le dessinateur à une remise en question de sa création. Ce questionnement trouve son aboutissement dans la deuxième séquence de la pièce où les intentions visuelles et sonores finissent par s'agencer et se construire de façon autonome et convergente.

### 3.2. Composition

La conception de Demus, en tant qu'œuvre audiovisuelle, nécessite de prendre en compte les aspects à la fois sonores et visuels. La difficulté du travail de composition a été de créer une cohérence à la fois graphique et musicale, porteuse de sens et esthétique.

Grapholine est un instrument qui lie directement la production sonore au geste du dessin. Lorsque le dessinateur lève son crayon, le son s'arrête. Le second instrument utilisé dans la pièce Demus permet ainsi, basé sur les mêmes échantillons sonores que ceux utilisés dans Grapholine, de renforcer les possibilités musicales de la pièce.

Le travail de composition a ainsi exploré les interactions entre les deux instruments, la détermination des moments où l'instrument granulaire vient en précedence ou en continuation du dessin musical, où il vient porter et amplifier la production sonore de Grapholine.

Le paramétrage de Grapholine et la modularité de son mapping ont permis d'ajuster la production sonore à la production graphique, notamment au travers du mapping couleur-mine-son. La construction visuelle est simultanée à la construction sonore, les deux étant indissociables.

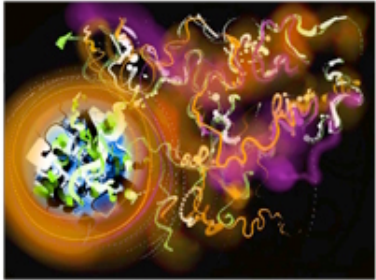
### 3.3. Interprétation

L'expressivité du geste effectué par le dessinateur prend ici toute son importance car elle est directement liée à l'expressivité sonore. Grapholine fait disparaître la dualité entre gestes de dessinateurs et gestes de musiciens (cf. chapitre 1.2). Placée ici dans un contexte musical, la temporalité du geste de dessin devient un élément essentiel, alors qu'elle n'est pas forcément prise en compte dans une pratique picturale traditionnelle, où seul compte le résultat final. L'exécution du dessin s'en trouve donc fortement influencée et oblige l'interprète dessinateur à se placer dans une démarche de création différente.

Pour l'interprétation de Demus, chaque interprète dispose d'une partition sur laquelle est inscrit le déroulement temporel de la pièce ainsi que des indications sur le choix des mines, des couleurs, des interactions avec l'autre instrument et sur l'expressivité du geste à effectuer. Si l'on suit la partition, on peut reproduire le même dessin et aboutir à la même production sonore. La partition donne l'indication du dessin à réaliser ; le dessin montre ce à quoi doit aboutir

l'œuvre, mais il ne suffit pas à définir le déroulement effectif de la pièce. Aussi, les partitions de Demus définissent-elles également des indications de jeu, relatives à la nature du geste et aux interactions avec l'instrument granulaire. Ce principe pourrait être étendu à d'autres pièces composées avec Grapholine. Pour l'heure, ces partitions sont créées manuellement. On pourrait envisager dans le futur que le système intègre un module de génération de partitions.

Demus - partie 2 - durée 05min30s à 12min












EFFACE SPHERE		1. Mine L. bas (noir) Alpha faible Taille moyenne - grosse Du milieu vers les côtés (tableau effacé) - SUITE 2. Tâche bleue - SUITE
CRAQUE REFLETS		Traits fins NOIRS puis tâches progressivement de + en + SUITE
SERPENTS		Serpents obscurs et dégradés SUITE
ONDES		3 ondes blanches Fin reste appuyé -> attendre JM branches -> decrescendo puis STOP
BRANCHES		Quand JM branches installées, branches Puis STOP quand JM voix installées
MOTIFS BLANCS		Voix blanches, lignes et points gribouillis SUITE
MOTIFS VOIX		Voix Viviane (3 couleurs), courbes + mots COOL 4X + Je suis + libre [JM -nuages-] libre 3X dans l'espace - STOP Quand JM COOOOOL, partir volume très faible et monter
CITHARE 1		Alpha faible - tâches diffuses- Alpha augmente, taille diminue - lignes sur branches - SUITE
CITHARE 2		Quand JM cithare forte, tâches diffuses alpha faible puis lignes Fin sur ligne autour boule bleue puis zigzags montants

Figure 4. Partition utilisée pour l'interprétation de la pièce Demus.

## 4. EXPERIENCES CREATIVES ET EDUCATIVES

Nous présentons ici quelques projets ayant pour base Grapholine.

### 4.1. Livre d'or interactif

Dans ce dispositif, c'est le geste d'écriture en particulier qui est capté pour générer du son en temps réel. Ce dispositif ludique est une application commerciale dérivée de Grapholine, destiné à des usages muséographique ou communicationnel.

### 4.2. SAM et virtual tag

Le concept SAM désigne un ensemble de spectacles, performances et installations dans lesquels la peinture, numérique, sonore et animée, sort du cadre de la toile, pour investir des lieux publics.

Les performances SAM mettent en scène les recherches picturales de l'artiste royanais Pascal Garin



[6], directement associées à des explorations sonores instrumentales et électroacoustiques.

SAM repose sur un instrument de création numérique multimédia développé par Blue Yeti à partir du concept de Grapholine pour la réalisation du spectacle ainsi que pour la réalisation d'installations interactives.

Ce nouvel instrument, appelé virtual tag, permet de réaliser des œuvres virtuelles éphémères, créées au moyen d'un crayon-laser et projetée sur des surfaces de grande taille (Ecrans géants, immeubles, falaises,...). L'interface tablette-écran et stylet de Grapholine est ici remplacée par un système de pointeur laser et caméra, plus adapté à des performances publiques temps réel. Le choix du pointeur laser comme outil de dessin est inspiré des travaux et interventions menés par le Graffiti Research Lab [7] autour du système Laser Tag.



**Figure 5.** Dispositif Virtual Tag, contrôlé avec un pointeur laser.

Comme dans Grapholine, une seconde interface permet de choisir et de modifier, en temps réel et en même temps que le dessin se crée, les paramètres du dessin et du son. L'exploitation du concept de bimanualité, faisant ainsi du geste du peintre un geste instrumental, renforce la pertinence des liens entre les images et les sons perçus par le public.

L'outil créé pour SAM exploite les nombreuses possibilités offertes par le multimédia. Il s'agit d'un outil de création à part entière, riche, complexe, pouvant se nourrir de textures fixes ou animées, images ou vidéos. La peinture n'est pas figée, elle bouge et se transforme. Les liens forts existant entre les composantes visuelles et sonores de l'œuvre immergent le public et l'artiste au centre de l'œuvre.

#### 4.3. Malle pédagogique

Passer de l'univers de l'image, des couleurs, du trait, à celui du son, des bruits, de la musique. Tel est le contenu de ce projet à vocation éducative, qui s'appuie sur l'utilisation d'un matériel informatique adapté à l'usage des enfants et adolescents.

Les Francas et la Fédération des Centres Sociaux de Charente-Maritime, avec le soutien de la Direction Départementale de la Jeunesse et des Sports, ont décidé de mettre en œuvre un projet à caractère pédagogique autour du multimédia et de l'instrument Grapholine.

Il s'agit de proposer une action spécifique en direction du public accueilli dans les structures d'accueil d'enfants et de jeunes de Charente-Maritime. Lancée en fin d'année 2007, cette action se déroule dans un premier temps sous une forme expérimentale avant d'envisager son extension à l'ensemble des centres du département de Charente-Maritime.

L'utilisation de Grapholine est perçue par les acteurs éducatifs comme une façon de mettre en œuvre un outil interactif, captant facilement l'attention des publics, mettant en œuvre la créativité des enfants et des jeunes et permettant de les sensibiliser à l'utilisation des outils multimédia.

L'utilisation de ce dispositif conduit à imaginer des situations éducatives variées, dans des contextes extrêmement différents : sensibilisation aux relations entre l'art et la science, compréhension du fonctionnement technologique et informatique du domaine multimédia, attention portée au moindre détail, sollicitation de plusieurs sens, activité extérieure telle que prise de sons en milieu naturel ou urbain, préparation de spectacle, etc.

#### 4.4. Handicap et création : ateliers Grapholine

Dans le cadre de la réflexion et du travail engagés par l'Espace Culture Multimédia (ECM) de Poitiers qui est rattaché à l'Espace Mendès France, autour de la thématique "Handicap et Création" [5], Blue Yeti a animé des ateliers adressés à des enfants en situation de handicap moteur et mental.

"Il semble que la déficience agisse avec une grande force au sein des pratiques artistiques expérimentales et génère une diversité créatrice, fantasmatique et symbolique importante" écrit l'artiste et théoricien Louis Bec. [2]

S'inscrivant dans ce travail, l'objectif des ateliers Grapholine est de favoriser la création des participants, quel que soit leur handicap. En situation de création, la production graphique réalisée par les enfants était projetée sur un écran et la production sonore spatialisée sur un système quadriphonique.



**Figure 6.** Atelier Grapholine organisé à l'Espace Mendès France de Poitiers.

L'atelier s'est déroulé en trois temps. La première étape de l'atelier était une étape d'écoute et d'observation, consistant à faire découvrir aux enfants le dispositif Grapholine et son fonctionnement, ainsi que les différentes associations sons-couleurs paramétrées dans l'instrument. La seconde étape a consisté en la réalisation de dessins sur feuilles papier avec feutres et crayons de couleur. Il s'agissait pour les enfants d'écrire leur propre partition, jouée ensuite lors de la troisième étape avec l'instrument Grapholine. Les enfants, une nouvelle fois placés en situation d'écoute, se trouvaient cette fois face à l'outil numérique.

La prise en main de Grapholine s'est finalement révélée intuitive, car le geste du dessin était un geste familier des enfants. Toutefois, selon le type de handicap, la manipulation du stylet sur l'ensemble de la surface de la tablette écran a pu s'avérer problématique. La question de l'accessibilité et de l'ergonomie du dispositif se pose donc de façon prégnante.

## 5. CONCLUSIONS

### 5.1. Apprentissage et bimanualité

Grapholine est un instrument de musique numérique qui permet de transformer un geste de dessin en un geste instrumental. Comme dans une pratique musicale instrumentale, un temps d'apprentissage est nécessaire pour exploiter le potentiel de l'instrument, même si ce temps est plus court que dans le cas d'apprentissages "traditionnels", car les gestes à effectuer avec Grapholine sont moins complexes.

Tout comme la capacité à synchroniser ou désynchroniser l'action de ses deux mains permet d'enrichir le jeu instrumental de certains instruments de musique, ce qui s'acquiert généralement au terme d'un temps de travail et d'apprentissage, une utilisation complète de Grapholine est favorisée par la mise en œuvre d'une pratique bimanuelle. Les expériences menées avec Grapholine montrent qu'un utilisateur qui découvre l'instrument ne se place pas immédiatement dans une logique bimanuelle, mais séquentielle : d'abord choix des paramètres du dessin puis dessin sur la tablette écran avec le stylet, actions généralement effectuées avec une seule et même main.

Lorsque l'utilisateur acquiert une utilisation bimanuelle experte, c'est-à-dire lorsque l'utilisateur n'a plus nécessairement besoin de regarder les gestes qu'il effectue avec l'interface de contrôle des paramètres du dessin, la production graphique et sonore s'enrichit et permet d'explorer l'expressivité du geste.

### 5.2. Interaction image et son, dualité vue et ouïe

Grapholine est un instrument audiovisuel qui conduit à la production simultanée d'images et de sons. Le propos de départ est d'utiliser les gestes de dessin à des fins musicales. Les différentes circonstances d'utilisation de Grapholine montre qu'un utilisateur "visuel", c'est-à-dire qui privilégie la modalité visuelle à la modalité auditive, utilise d'abord le potentiel graphique de l'instrument

avant d'utiliser son potentiel sonore. Inversement, un utilisateur "auditif" utilise le stylet avant tout pour explorer la dimension sonore de l'instrument, plutôt que sa dimension graphique.

Par ailleurs, les retours utilisateurs montrent que cette dualité vue - ouïe modifie la perception de l'acte de dessin, lui ajoutant une dimension subjective nouvelle. Il serait intéressant de mesurer plus quantitativement, par exemple par des tests cognitifs, l'impact de l'association son-image.

### 5.3. Importance de la pédagogie

Dans des situations d'actions éducatives, l'utilisation de Grapholine en tant qu'outil nécessite de réfléchir à la pédagogie à mettre en œuvre. De façon plus générale, cette question se pose pour l'utilisation de nouveaux dispositifs et outils numériques dans un contexte éducatif. Les enjeux sont de dépasser l'attrait intrinsèque présenté par le caractère technologique des outils pour exploiter leur potentiel créatif et éducatif.

### 5.4. Concevoir des interfaces adaptées

Les réflexions en termes d'interfaces semblent donc essentielles pour franchir cette barrière technologique et les rendre accessibles. Les différents ateliers et projets, utilisant Grapholine, sous ses différentes formes, mettent en avant la nécessité d'avoir des interfaces modulaires, qui puissent facilement être adaptées, voire s'adapter, aux capacités motrices des utilisateurs et aux contextes d'utilisation.

### 5.5. Perspectives

Les travaux désormais engagés concernent le passage de la version actuelle de Grapholine, instrument prototype unique, à une version utilisable de façon autonome (mise en œuvre la plus simple possible), modulaire (possibilités d'adapter les options en fonction du profil utilisateur), personnalisable (paramétrage des couleurs, mines, sons). L'objectif est de rendre Grapholine disponible aux créateurs et aux éducateurs pour son utilisation dans différents contextes d'usage (musique, création graphique, spectacle vivant, décors, art thérapie...).

L'autre axe de travail concerne l'adaptation de l'interface. Les périphériques actuellement utilisés permettent d'avoir une interaction naturelle, cohérente et facilement compréhensible. Néanmoins, le coût du matériel et son encombrement représentent un frein pour son utilisation dans un contexte éducatif. Notre réflexion porte donc sur les façons de dépasser le seul assemblage de périphériques informatiques pour donner à Grapholine une forme fonctionnelle qui ferait du dispositif un instrument à part entière.

## 6. REFERENCES

- [1] Bascou, C. and Pottier, L. "GMU, a flexible granular synthesis environment in Max/Msp", *Proceedings of the Sound and Music Computing International Conference (SMC'05)*, Salerno, Italy, 2005.
- [2] Bec, L. site internet [http://www.cypres-arteck.org/fr\\_rubrique.php3?id\\_rubrique=14](http://www.cypres-arteck.org/fr_rubrique.php3?id_rubrique=14), Cypres, Marseille, 2007.
- [3] Couturier, J-M. "Utilisation avancée d'interfaces graphiques dans le contrôle gestuel de processus sonores", *Thèse de doctorat, spécialité ATIAM (Acoustique, Traitement du signal et Informatique Appliqués à la Musique)*, Université de la Méditerranée, Marseille, 2004.
- [4] De Laubier. S. "Le Méta-instrument a-t-il un son ? Emergence de lois ou de constantes dans le développement d'instruments virtuels", *Les nouveaux gestes de la musique*, p. 151–168, 1999.
- [5] Espace Culture Multimédia de Poitiers, "handicap et création", site internet <http://maison-des-sciences.org/lespace-mendes-france/espace-culture-multimedia/handicap-et-creation>.
- [6] Garin, P. site Internet [www.atelierestuaire.fr](http://www.atelierestuaire.fr)
- [7] Graffiti Research Lab, site internet [http://graffitiresearchlab.com/?page\\_id=76#video](http://graffitiresearchlab.com/?page_id=76#video)
- [8] Kessous, L. "Contrôles gestuels bimanuels de processus sonores", *thèse de doctorat*, université Paris VIII, 2004.
- [9] Levin, G. "Painterly Interfaces for Audiovisual Performance", *Master Thesis*, Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- [10] Mathews M. V., Moore F. R., "GROOVE – a program to compose, store, and edit functions of time", *Communications of the Association for Computing Machinery*, 13 (12), pp 715-721, 1970.