

LE PROJET *LUNGTA*, MUSIQUE VISUELLE PHYSIQUE

Patrick Saint-Denis

Université de Montréal, Musiques numériques
patrick.saint-denis@umontreal.ca

RÉSUMÉ

[Français] Suite à la démocratisation des technologies à laquelle nous assistons depuis les années 1990, une nouvelle phase de démocratisation est actuellement en cours avec le matériel libre. Après des décennies d'avancées au sein du paradigme logiciel, l'interfaçage avec le monde physique est actuellement un des courants les plus importants en informatique créative.

L'informatique musicale est au cœur de ces nouveaux développements et de nombreux artistes sonores s'inscrivent dans cette mouvance. En marge des travaux reliés au développement d'instruments numériques et de l'utilisation de capteurs à des fins artistiques, plusieurs s'affairent à interfaçer avec le monde physique par le biais d'actionneurs.

Le projet *Lungta*, une performance audio-robotique, poursuit cette idée de relier le monde physique à celui de l'informatique pour faire en sorte que les gestes musicaux se retrouvent étendus et transformés en mouvement physique.

1. INTRODUCTION

Cet article traite du projet *Lungta*, une performance audio robotisée et une installation interactive mettant en scène un dispositif électromécanique interactif. Le dispositif correspond à une matrice physique de 192 moteurs/ventilateurs actionnant une série de feuilles de papier disposées de manière à former une grille bidimensionnelle. Agissant à titre d'écran ou plutôt de synthétiseur vidéo, la matrice dévoile un ensemble d'interactions entre le son, la capture vidéographique et la gestuelle performative.

Ce projet poursuit une recherche en musique visuelle initiée il y a plusieurs années. Suite à un travail axé sur la vidéo audio réactive en direct, le projet *Lungta* cherche à transposer dans l'espace physique l'emphase sur la forme, la couleur et le mouvement rencontrée traditionnellement en musiques visuelles.

L'article aborde l'œuvre sous différents angles en débutant par une mise en contexte historique. Vient ensuite une description des aspects technologiques du projet à savoir le dispositif électromécanique et ses composantes logicielles ainsi que le logiciel *kinki*, développé en partie pour ce projet. Suite à une brève analyse d'une section de l'œuvre, l'article

se termine en abordant la problématique entourant la pérennité des œuvres reposant sur les technologies numériques.

2. MUSIQUE VISUELLE PHYSIQUE : SONS, IMAGES ET OBJETS COMME SUPPORT DU MOUVEMENT

En périphérie des musiques visuelles, l'art cinétique, dont les racines remontent plus ou moins au début des années 1910, constitue le socle sur lequel une autre manifestation du mouvement vient s'ériger. Des œuvres des futuristes ou de Marcel Duchamp (1887-1968), tout comme les structures mobiles d'Alexandre Calder (1899-1976) vont jeter les bases d'une pratique artistique dont les ramifications sont encore bien actives.

Les œuvres cinétiques de l'Op Art des années 1950 comme celles de Victor Vasarely (1906-1997) ou encore Bridget Riley (1931) font un usage du mouvement surtout orienté vers une mise en valeur de phénomènes rattachés à la vision, comme la persistance rétinienne ou l'illusion d'optique. C'est plutôt chez Len Lye (1901-1980) que des références explicites au mouvement en tant que média vont apparaître en premier. Certains textes de Lye remontant aussi loin que 1935 expriment clairement ce désir d'un *Art du mouvement* s'exprimant alors principalement au cinéma mais dont la pleine expression viendra plus tard dans les années 1960 avec son œuvre sculpturale. « Movement is strictly the language of life. Movement is the unpremeditated being; it is the uncritical expression of life.[2] » À l'instar de Rimington (*Color-Art*)¹ et plus tard de Wilfred (*Lumia*)² propo-

1 . Le peintre anglais Alexandre Rimington (1854-1918) est l'inventeur du fameux *Color-Organ*, un instrument à lumière imposant de plus de trois mètres de hauteur munis de lampes colorés au-dessus d'un clavier comprenant cinq octaves. Les couleurs sont associées aux touches du clavier en fonction d'une subdivision du spectre lumineux selon les différents intervalles de la gamme chromatique. Un fait intéressant à noter est que l'instrument de Rimington ne produit aucun son et son auteur recommande de ne pas accompagner son usage de musique afin de pouvoir apprécier davantage la couleur et le mouvement. [4]

2 . Thomas Wilfred (1889-1968) est l'inventeur du *Clavilux* un dispositif qui ressemble étrangement à nos consoles d'éclairage modernes ou l'interprète manipule une série de potentiomètres. À l'instar de Rimington, les œuvres de Wilfred, qu'il nomme lui-même *Lumia*, sont destinées à être observées sans musique. Ce dernier donne aussi par contre des représentations accompagnées de musique dont une en 1926 avec le Schéhérazade de Rimsky-Korsakov interprétée par l'Orchestre de Philadelphie. [3]

sant un art de la couleur, cet art du mouvement souhaité par Lye multiplie les références à la musique. Lye parle de composition lorsqu'il s'agit de traiter d'organisation du mouvement. Pour *Harmonic* (1960), il compose le mouvement en changeant la force et le radius d'un mouvement rotatif appliqué à une tige de métal poli. La tige de métal épouse différentes courbes elliptiques en fonction des manipulations effectuées. Chez Lye, les matières animées ne sont qu'une seule et même chose, i.e. des supports du mouvement. Ainsi le son, l'image cinématique du cinéma ou encore les objets et matières mobiles de l'art cinétique n'existent que pour rendre manifeste le mouvement ; un mouvement *per se* s'exprimant préférentiellement en dehors d'une association à un sens ou un récit spécifique.



Figure 1. *Harmonic*, Len Lye (1960). Reproduit avec l'autorisation de la Len Lye Foundation Collection, Govett-Brewster Art Gallery.

Plusieurs créateurs développent aujourd'hui un corpus d'œuvres poursuivant en quelque sorte le travail entamé par Lye. Parmi eux se trouvent bon nombre de compositeurs et artistes sonores de sorte que la proximité entre cette manifestation du mouvement et le monde du son demeure encore aujourd'hui avec la même pertinence qu'il y a environ 100 ans. Mentionnons à ce sujet la création du collectif

Cod.Act³ avec entre autres *CYCLOID-E* (2009) et *Pendulum Choir* (2010). Mentionnons aussi la série *Frequencies* du compositeur Nicolas Bernier⁴ ou encore *Cinétose* du collectif Projet EVA⁵. Il va sans dire que le projet *Lungta* s'inscrit dans cette mouvance.

3. PIXELS PHYSIQUES

Le projet *Lungta* est conçu autour d'un dispositif électromécanique aux dimensions imposantes (2.5 x 7.3 mètres). Ce dernier est composé de 192 petits moteurs électriques munis d'une hélice permettant d'envoyer un jet d'air réglant individuellement l'élévation verticale de feuilles de papier suspendues devant eux. La matrice réagit en direct au son, à un système de captation par caméra et à un système faisant usage de la Kinect⁶ de Microsoft. Chaque feuille de papier est en réalité une sorte de pixel physique permettant d'afficher des images rendues à très basse résolution.

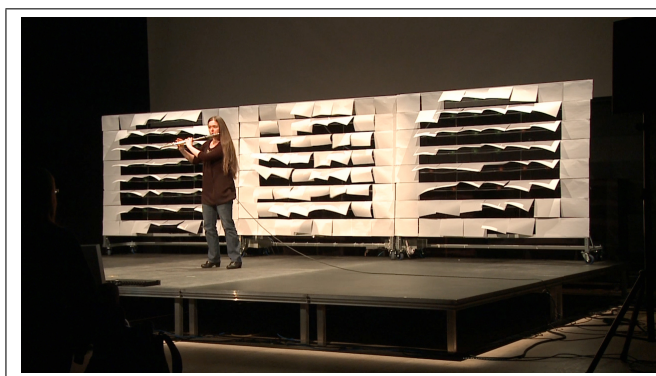


Figure 2. *Lungta* (2012). Patrick Saint-Denis.

Les interactions avec le dispositif sont encadrées par deux composantes logicielles réalisées en c++ (*openFrameworks*⁷). La première consiste en un module de rendu graphique tandis que la seconde comprend un algorithme de compression vidéo qui permet en aval de convertir les images rendues en tension électrique à acheminer aux moteurs.

La plupart des animations sont construites à partir de formes géométriques primaires (cercle, rectangle, etc.). Elles comportent des éléments aléatoires de sorte qu'à chaque renouvellement, des changements s'opèrent tout en gardant des comportements d'ensemble constants. Ces animations, rendues à l'intérieur d'un FBO⁸, sont acheminées à un module

3 . codact.ch

4 . nicolasbernier.com

5 . projet-eva.org

6 . La Kinect est un périphérique destiné initialement à la console de jeux vidéo Xbox 360. Elle permet de contrôler des jeux vidéo sans utiliser de manette.

7 . *openFrameworks* est une collection de fonctions facilitant le développement d'applications créatives. www.openframeworks.cc

8 . Les FBO, ou *frame buffer objects* (tampon de trame en français) correspondent à des canevas virtuels ou des images peuvent être rendues sans

d'analyse d'image qui en calculera la luminosité générale en fonction d'un quadrillage correspondant à chaque feuille de papier ou « pixel » du dispositif. Le résultat de cette analyse peut être apprécié au coin inférieur droit de l'interface de contrôle (voir figure no.3) et l'image résultante offre une pixelisation des animations en fonction de 16 niveaux de luminosité correspondant aux 16 positions d'élévation des feuilles de papier.



Figure 3. Interface de contrôle avec rendu visuel du module de transfert entre images et moteurs.

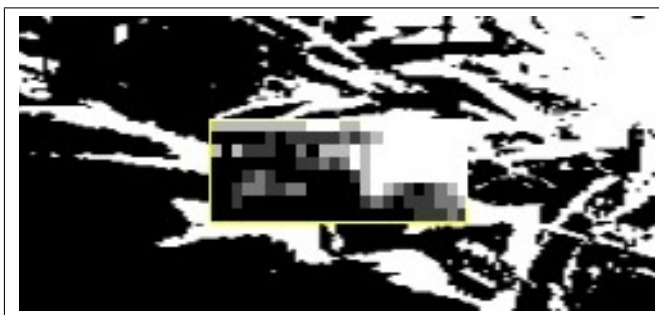


Figure 4. Image identique avec emphase sur le module de transfert.

En réalité, la résolution maximale en terme de luminosité et de niveaux de voltage envoyés aux moteurs est de 8 bit soit 255 valeurs différentes. Cette définition n'étant pas perceptible visuellement, une définition plus grossière a été utilisée (4 bit). De plus, l'envoi des valeurs correspondant au voltage est géré par un module qui reprend dans les grandes lignes le principe du codec vidéo H.264. Ce codec de compression vidéo permet de réduire grandement la taille de fichiers vidéo en supprimant l'information par rapport aux pixels qui demeurent identiques entre deux cadres successifs. Ce principe est repris et permet de limiter l'information circulant sur le port série avant d'être acheminée à des circuits imprimés Arduino⁹. Ces circuits récupèrent l'information envoyée sur

être nécessairement affichées.

9. Arduino est un API, un IDE et un circuit imprimé qui ont été conçus pour l'exploration en arts électroniques. L'ensemble comprend une plateforme de programmation texte et un circuit imprimé facilitant l'usage de microcontrôleurs. (voir : www.arduino.cc)

le port série et la traduisent en voltage à être acheminé aux moteurs.

4. KINECT KREATIVE INTERFACE (KINKI)

En marge des interactions avec le dispositif, les musiciens évoluent aussi dans un environnement audio interactif. Cet environnement fait usage de la Kinect de Microsoft et d'une interface graphique développée spécialement pour le projet. Cette interface est une application *openFrameworks* basée sur une implémentation des bibliothèques *OpenNI*¹⁰, *NITE*¹¹ et *SensorKinect*¹². L'application facilite la conception d'un espace interactif tridimensionnel. Elle permet de définir différentes zones d'interaction ainsi que leur mise en relation avec différentes parties du corps d'un utilisateur.

Il existe aujourd'hui quelques options permettant d'utiliser la Kinect à des fins créatives. *Synapse*¹³, une application écrite et distribuée par Ryan Challinor, fait partie du nombre et est actuellement une des options les plus utilisées. Lorsque le projet *Lungta* a été débuté, ces options n'existaient pas, le développement d'outil s'est avéré alors nécessaire.

4.1. La kinect de Microsoft

La Kinect, un périphérique pour la console de jeu XBOX 360 de Microsoft, a été lancée commercialement en 2010. Le principe du périphérique consiste à permettre aux utilisateurs de jouer à des jeux vidéo sans manette via un système de reconnaissance de commandes vocales et de reconnaissance du mouvement. Positionné idéalement à un mètre environ en face de l'utilisateur, le périphérique comprend un projecteur et une caméra infrarouge, ainsi qu'une caméra standard. L'ensemble est installé sur un socle motorisé permettant de faire pivoter les capteurs optiques et le projecteur infrarouge afin d'adapter le champ de vision du périphérique en fonction du positionnement des utilisateurs. L'accessoire a connu un succès commercial immédiat avec plus de huit millions d'unités vendues¹⁴ en un peu moins de deux mois après sa sortie. L'intérêt qui lui est porté aujourd'hui dépasse largement l'industrie vidéoludique.

10. <http://structure.io/openni>

11. <https://github.com/PrimeSense/NiTEControls>

12. <https://github.com/avin2/SensorKinect>

13. <http://synapsekinect.tumblr.com>

14. <http://fr.reuters.com/article/technologyNews/idFRPAE70501720110106>



Figure 5. Kinect, périphérique pour la console de jeu XBOX 360 de Microsoft. (c) Creative Commons

Le système de reconnaissance du mouvement de la Kinect, développé par la firme israélienne PrimeSense, est basé sur un système d'imagerie en profondeur. L'imagerie en profondeur fait référence à un ensemble de technique servant à représenter la profondeur sur une image 2D en teintant les pixels d'une image en fonction d'un code de couleurs ou de luminance.

Dans un premier temps, le projecteur infrarouge de la Kinect projette une série de motifs lumineux invisibles pour l'œil nu. Ces motifs sont ensuite captés par la caméra infrarouge et cette captation est analysée, de sorte qu'une série d'informations puissent être déduites de cette analyse, tels que la profondeur des pixels ou encore la reconnaissance d'une silhouette humaine.



Figure 6. Motifs lumineux infrarouges projetés par la Kinect. (c) Creative Commons.

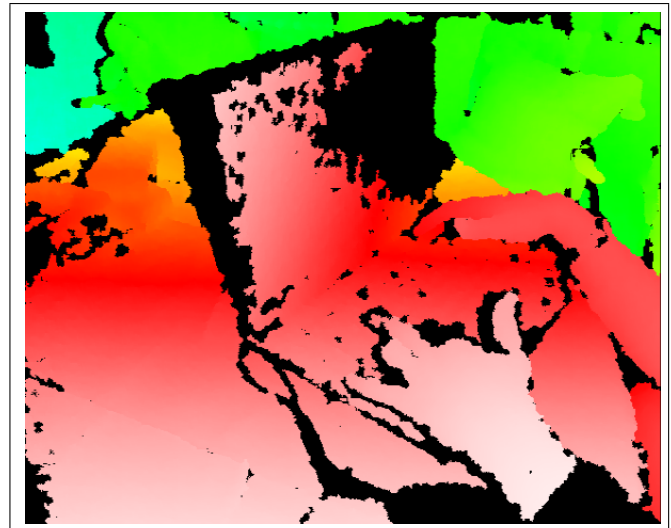


Figure 7. Imagerie en profondeur (depth image) issue de l'analyse par lumière structurée. (c) Creative Commons.

4.2. kinki (Kinect Kreative Interface)

Kinki¹⁵ est une application *openFrameworks* permettant de définir différentes zones d'interaction ainsi que leur mise en relation avec différentes parties du corps. De par l'utilisation du protocole OSC, l'application permet de relier une gestuelle performative à un environnement de création sonore ou visuelle.

L'application est construite sur l'architecture logicielle d'*OpenNI* et comprend deux modes de fonctionnement soit le mode d'édition (*edit mode*) et le mode de performance. Le mode d'édition permet d'ajouter ou de modifier des objets qui consistent en des zones d'interaction qui peuvent être fixes ou rattachées à un utilisateur. Les objets sont regroupés sous la forme de scènes, de manière à pouvoir changer rapidement les configurations d'objets. Par défaut, l'application est calibrée pour un seul utilisateur mais il est possible d'augmenter ce nombre jusqu'à 8 utilisateurs simultanés.

L'interface comprend différents contrôles permettant de moduler les objets (position, format, etc) ainsi que la partie du corps de l'utilisateur qui activera la zone d'interaction.

15 . <https://github.com/patrick88/kinki>

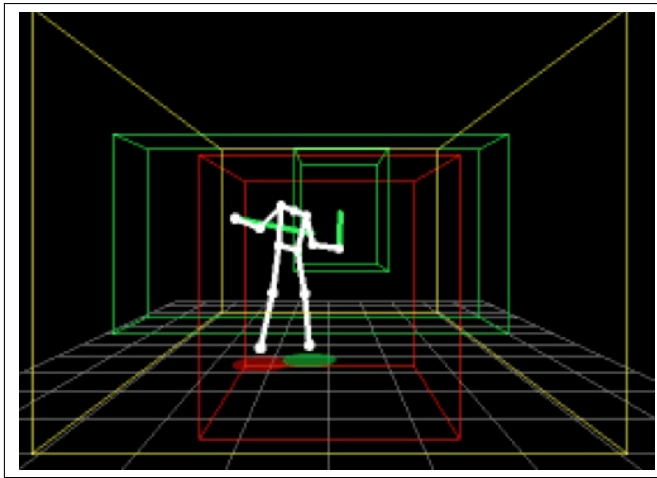


Figure 8. kinki (Kinect Kreative Interface).

Tous les messages OSC d'un projet sont envoyés sur un port unique selon la nomenclature suivante :

Si une boîte n'est pas activée ¹⁶ :

```
/oscTag 0
```

Si une boîte est activée :

```
/oscTag 1 xPosition yPosition zPosition  
rho phi teta distCenter
```

Les arguments correspondant à la position en x, y et z (xPosition, yPosition et zPosition) varient entre 0 et 1 tandis que les arguments associés aux coordonnées sphériques (rho, phi et teta) sont rapportés entre 0 et 360. Le dernier argument (distCenter) correspond à la distance par rapport au centre de la zone d'interaction et varie toujours entre 0 et 1.

5. SCHÉMA RÉCAPITULATIF

Le diagramme à la figure 9 résume l'ensemble des composantes matérielles et logicielles de l'œuvre. Les différentes interfaces d'acquisitions de données sont dans des encadrés jaunes. Les modules de manipulations numériques (audio, images de synthèse) sont en blanc tandis que les dispositifs de sortie (le mur de papier, les haut-parleurs) sont dans des encadrés verts.

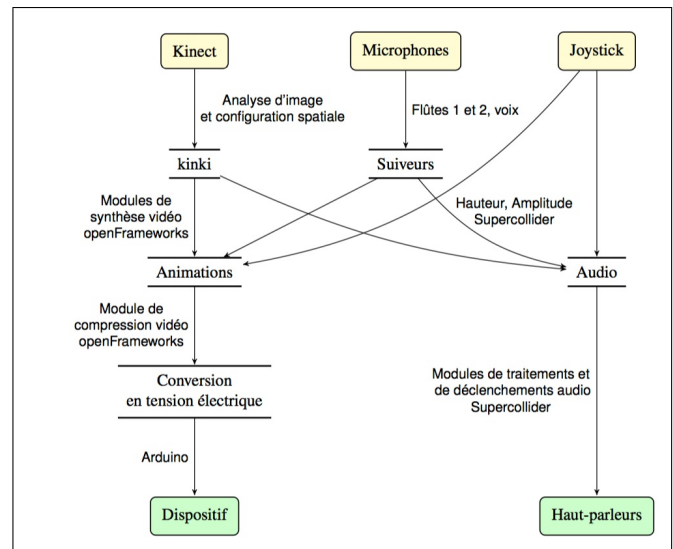


Figure 9. Résumé des composantes de l'œuvre.

6. ANALYSE DESCRIPTIVE DE LA SECTION CENTRALE

La section centrale de *Lungta* ¹⁷, pour voix de femme et interactions audio-robotique, offre un concentré de toutes les composantes du projet sur quatre minutes environ. Au début, la chanteuse ne fait que souffler directement sur la membrane d'un microphone à large diaphragme. Un suiveur d'amplitude permet de déclencher par seuil d'amplitude de courtes séquences audio (4-8 secondes) générées par micro-montage. Le son du souffle fait aussi l'objet d'un traitement en direct. Dans un premier temps, une chaîne FFT permet de séparer le signal bruité du souffle et celui plus périodique de la voix chantée. Une modulation d'amplitude, dont les fréquences sont gérées de manière aléatoire, est ensuite appliquée au signal périodique. Le tout est ensuite ajouté au signal bruité et retourné aux enceintes. La détection des passages où l'amplitude de la voix dépasse un seuil prédéfini déclenche aussi une série de mouvements sur le dispositif. Ces mouvements physiques correspondent à des animations initiées à partir du centre où 12 à 20 rectangles vont effectuer des translations latérales vers les deux côtés. La vitesse de déplacement, le nombre de rectangles et la direction sont définis de manière aléatoire de sorte que le mouvement se renouvelle continuellement tout en présentant des profils de masse identiques.

¹⁶ . i.e. si la partie du corps associée à l'objet est à l'extérieur de la zone d'interaction

¹⁷ . www.vimeo.com/878901,77

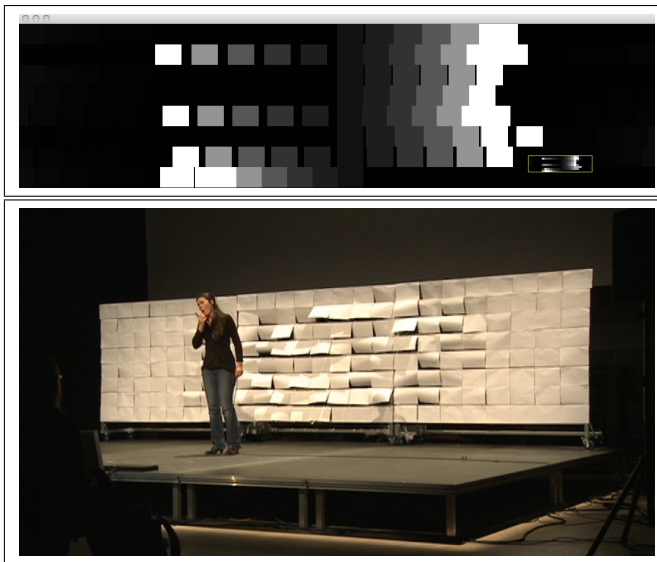


Figure 10. Animation et résultat sur le dispositif.

La chanteuse commence ensuite à effectuer une série de rotations avec la main droite. La Kinect déposée au sol au milieu de l'avant-scène permet de détecter la position tridimensionnelle de sa main droite. Les données recueillies servent ensuite à alimenter un Synth composé de générateurs de bruits. L'amplitude du Synth est contrôlée par l'éloignement de la main par rapport au point central de la rotation lorsque celle-ci se situe dans la moitié avant du cercle. La spatialisation du son en stéréo est déterminée par la position de la main effectuant les rotations. Ces données génèrent aussi du mouvement au niveau du dispositif. Lorsque la main se situe dans la moitié arrière du cercle, une animation reprenant sa position permet de représenter sur le dispositif une sorte de vague initiée par la chanteuse.

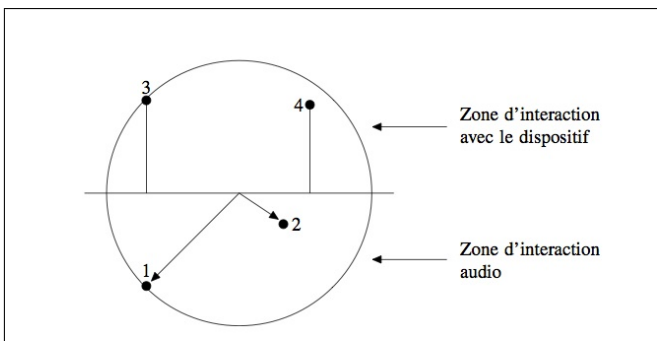


Figure 11. Visualisation des interactions spatiales. Vue de haut. 1 = interaction audio, volume maximal et panning côté jardin. 2 = interaction audio, volume faible et panning côté cour. 3 et 4 = Volume audio à 0. Interaction avec le dispositif, l'animation suit la droite normale par rapport à la ligne du diamètre.

L'interprète chante continuellement de sorte que sa voix

n'est amplifiée que lors du passage du microphone devant sa bouche. Cette intervention va durer un moment pour créer une accumulation et un resserrement des rotations. Vers la fin de l'accumulation, la voix devient moins soufflée et plus chantée. Une longue tenue dans le moyen aigu est entendue. Il s'agit de la seule hauteur fixe de l'œuvre.

7. ESTHÉTIQUE DE L'ÉPHÉMÈRE

La vraie générosité envers l'avenir consiste à tout donner au présent.

-Albert Camus

Lungta est nécessairement vouée à une existence éphémère. Les outils développés pour l'œuvre sont soumis aux impératifs reliés à l'informatique. À titre d'exemple, le logiciel *kinki* nécessite déjà au moment d'écrire ces lignes une mise à jour majeure. Microsoft vient tout juste de lancer la Kinect 2 qui n'est pas compatible avec les modules d'*OpenNI* sur lesquels l'application repose et Apple, qui vient récemment d'acheter la firme PrimeSense, à procéder à l'arrêt complet d'*OpenNI*. Il se sera écoulé à peine un an avant que l'obsolescence inhérente aux nouvelles technologies ne rattrape ce travail.

Des observations similaires peuvent être faites sur le dispositif. La maintenance et l'utilisation de ce dernier nécessitent un entretien avant chaque performance et ses dimensions causent plusieurs difficultés d'entreposage. Le dispositif reposant sur des outils informatiques, il ne fait aucun doute que des activités d'entretien devront être entreprises éventuellement. Le modèle de reprise des œuvres auquel les traditions associées aux musiques écrites nous ont habitués ne s'applique tout simplement pas avec *Lungta*. La performance nécessite la présence du compositeur tout comme celle des musiciens ayant contribué à sa création. Un manuel d'utilisation n'existe pas et, considérant la nature éphémère de ses composantes matérielles et logicielles, il ne peut pas en exister. *Lungta* ne répond pas seulement d'un art de l'éphémère, il s'agit d'un travail en transformation continu car la performance évolue et est modifiée lors de chaque prestation.

Nous sommes désormais des milliers de créateurs à produire des œuvres numériques nécessairement liées aux outils et aux langages qui les constituent. Si l'art numérique engendre résolument de nouvelles pratiques, il questionne aussi notre attachement à la notion d'œuvre-monument, en tant que legs aux générations futures.

En entretien avec le compositeur et pianiste Michaël Levinas, Danielle Cohen-Levinas relève ceci :

« On imagine mal que les temps à venir sortiront du musée la fameuse 4x (ordinateur au début de l'Ircam) pour la faire fonctionner. Là, il s'agit véritablement d'un transfert. La technologie est telle qu'il y a une capacité de transfert d'un certain nombre de découvertes qui se sont passées en

relation avec une technologie précise. Ce qui n'empêche pas le phénomène d'obsolescence radicale qu'imposent les nouvelles technologies. Ce n'est pas le cas pour les instruments dont tu parles, notamment le clavecin, le piano ou le piano. Ils sont peut-être au musée, mais ils sont également dans les salles de concert [1]. »

La musicologue note ici la différence entre la manière dont semble s'opérer la transmission (le transfert) en informatique et l'idée d'héritage à laquelle la tradition musicale nous a habitués. Le compositeur répond à cette affirmation en soulignant que les supports technologiques n'arrivent pas à se standardiser, que leurs morts sont inscrites dans le fonctionnement économique et industriel [1].

Il est vrai que l'évolution de l'informatique est surtout dictée en fonction des impératifs du marché et que l'art numérique se trouve souvent à la remorque des transformations imposées par l'industrie. Mais du même souffle, il faut reconnaître que les forces du marché peuvent être de formidables moteurs de transformation et de développement des pratiques artistiques. Il faut peut-être lire dans cette transformation de la notion d'héritage à laquelle l'informatique nous confronte le reflet d'une nouvelle relation entre la sphère de l'industrie et celle de la culture.

8. REFERENCES

- [1] Cohen-Levinas, D., *Causeries sur la musique*, L'Harmattan, Paris, 1999.
- [2] Lye, L., *Figures of Motion : Len Lye, Selected Writings*, Auckland University Press, Nouvelle-Zélande, 1984.
- [3] Peacock, K., « Instruments to Perform Color-Music », *Leonardo*, Pergamon Press, Vol. 21, No. 4, Angleterre, 1988, pp. 397-406.
- [4] Rimington, A. W., *Colour-Music, The Art of Mobile Colour*, Hutchinson, Londres, 1912.