

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

MODALITÉS COMMUNICATIONNELLES ET STRATÉGIES INTERACTIVES
AGISSANTES D'UN ENVIRONNEMENT SONORE INTERACTIF

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN COMMUNICATION

PAR
MARC FOURNEL

NOVEMBRE 2008

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Ce projet et son document d'accompagnement n'auraient pu voir le jour sans l'apport de plusieurs personnes et organismes que j'aimerais ici remercier.

Je remercie Christina Oltmann, pour ses conseils, sa patience, et son soutien inconditionnel tout au long du projet. Je remercie Serge Provencher pour ses suggestions et son travail d'ingénierie lors des premiers pas du projet. Je ne pourrais jamais assez remercier Thomas Ouellet Fredericks pour son apport crucial dans la programmation du système interactif de Tontauben. Je le remercie pour les nombreuses heures passées ensemble à discuter et à travailler à la production de ce projet. Sans son apport, *Tontauben* n'aurait pas le même visage. Je remercie Charlie Savage, dont le dévouement et la patience m'ont permis de me familiariser avec les systèmes de positionnement spatial. Je serais toujours reconnaissant à Louis-Claude Paquin, mon directeur de recherche, pour sa grande générosité et pour ses judicieux conseils lors de la rédaction de ce mémoire. J'aimerais remercier Daniel Dion et toute l'équipe d'OBORO pour la confiance qu'ils ont eue en ce projet et le soutien qu'ils lui ont apporté. Finalement, je remercie la fondation Daniel Langlois pour l'art, la science et la technologie, le conseil des arts et des lettres du Québec, le Conseil des Arts du Canada ainsi que le CIAM pour leur soutien financier.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	vi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	3
INTENTIONS ET DÉsir	
1.1 Introduction	3
1.2 L'action	3
1.3 Irritabilité et équilibre interne de la machine	5
1.4 Sources sociopolitiques du projet	6
CHAPITRE II	
VISION CONCEPTUELLE	8
2.1 La promesse de l'expérience	8
2.2 La notion de contenu	9
2.3 Les interfaces	10
2.4 Construction du monde	11
CHAPITRE III	
GÉNÉTIQUE	14
3.1 Fondements	14
3.2 <i>Very Nervous System</i>	15
3.3 <i>CYSP 1</i>	16
3.4 <i>Le puits</i>	17
3.5 <i>Virtual Studio Technology (VST)</i>	18
3.6 Synthèse granulaire	19
3.7 Association au projet Tontauben	20
CHAPITRE IV	
DESCRIPTION ET MISE EN ESPACE	22
4.1 Introduction	22
4.2 Les utilisateurs	22
4.3 L'espace de présentation	23

	iv
4.4 Le système de positionnement spatial	23
4.4.1 Historique de son développement	23
4.4.2 Le système actuel	24
4.5 Les interfaces	25
4.6 Le méta instrument	25
4.6.1 Les échantillons sonores	26
4.6.2 Les sons produits en temps réel	26
4.7 Le système de diffusion sonore	26
4.8 Technologies utilisées	27
 CHAPITRE V	
ESTHÉTIQUES	28
5.1 Le ludique	28
5.2 Règles du jeu et conventions	29
5.3 Esthétique sonore	31
5.4 Esthétique spatiale et relationnelle	32
 CHAPITRE VI	
RÉSULTAT DE L'EXPÉRIENCE ET DÉMARCHE D'ENQUÊTE	35
6.1 Introduction	35
6.1 Techniques d'enquête	35
6.3 Échantillonnage	36
6.4 Catégories et méthode d'analyse	36
6.5 Analyse des résultats	37
6.5.1 Âge et sexe des individus	37
6.5.2 Habitudes culturelles	37
6.5.3 Créativité des individus ciblés	38
6.5.4 Forme physique	38
6.6 Ergonomie perceptuelle	38
6.6.1 Aspect général de l'environnement	38
6.6.2 Aspect sonore	38
6.6.3 Aspect visuel	39

6.7 Ergonomie communicationnelle	40	
6.8 Ergonomie cognitive	40	
CHAPITRE VII		
INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET		
PROPOSITIONS DE MODIFICATIONS		42
7.1 Interprétations des résultats	42	
7.2 Propositions de modifications de l'environnement	44	
CONCLUSION		46
ANNEXE A		
DESCRIPTION DU DOCUMENT DE PRÉSENTATION VIDÉO DE		
L'INSTALLATION INTERACTIVE TONTAUBEN		50
NOTES ET RÉFÉRENCES		51
BIBLIOGRAPHIE		56

RÉSUMÉ

Ce mémoire accompagne la création et la présentation de l'environnement sonore interactif *Tontauben*. Ce projet visait la production d'un environnement exploitant le potentiel interactif des actions humaines sur des objets physiques et plus précisément la transformation de leur déplacement en événements sonores à l'intérieur d'un espace de présentation. En s'inspirant d'articles scientifiques, d'oeuvres phares en art technologique et se référant à des auteurs dont les préoccupations abordent des questions de pointes en art, en interactivité, en cybernétique et en communication l'auteur a tenté de préciser les modalités permettant la mise en place d'un environnement s'adressant à l'esprit créatif du grand public et à son goût du jeu. Enfin, le projet visait également l'élaboration d'un environnement favorable à l'émergence d'une collectivité spontanée d'interacteurs. Ce mémoire présente les intentions initiales du projet *Tontauben*, la vision conceptuelle de son créateur, la génétique du projet, sa mise en espace, son approche esthétique, une démarche d'enquête effectuée auprès d'un groupe cible, les changements à apporter à la proposition initiale et enfin, les retombées de cette recherche sur les projets subséquent de son créateur.

Mots clés :

Environnement interactif, algorithmes sonores, jeu, positionnement spatial.

INTRODUCTION

Depuis le milieu des années 1980, nous assistons à une formidable et une prolifique éclosion d'expérimentations artistiques utilisant l'interactivité comme tenseurs relationnels entre l'être humain et l'ordinateur. Certaines de ces oeuvres relèvent beaucoup plus de l'expérience sensorielle que du processus d'intellectualisation de ses contenus de la part de ses visiteurs. Certaines d'entre elles offrent, sans nécessairement le proposer explicitement, des terrains fertiles pour l'émergence de collectivités spontanées d'interacteurs. Les capacités de calcul des ordinateurs et la formidable faculté de l'art à placer la communauté humaine dans de nouvelles relations et de nouvelles attitudes sociales sont d'importants facteurs expliquant l'émergence de telles oeuvres dans le paysage artistique.

Mais, au-delà de ces considérations, il faut reconnaître que les médias interactifs, comme tout autre média de masse, sont depuis longtemps manipulés par les mégas entreprises de l'information. Si l'oeuvre interactive a, jusqu'à présent, échappé à l'étranglement de leurs garrots idéologiques, cela est peut-être dû à sa nature bicéphale. Créature de foire pour le marché de l'art, l'oeuvre interactive est encore un *produit* marginal pour celui des technologies de communication de masse. N'appartenant ni à l'un ni à l'autre, étant en constante révolution face aux milieux dont elle est issue, elle survivra peut-être à la banalisation des impacts technologiques entrevue pour les prochaines années.

Le système économique et social occidental tente d'exploiter toute production humaine et de l'intégrer à un marché spécifique, un ensemble d'opérations commerciales basé sur la valeur des biens et services déterminé par des critères d'évaluation explicites. Cela dit l'oeuvre interactive, comme toute oeuvre artistique ne peut être jaugée que par des critères esthétiques qu'on lui appliquerait. Comme l'indique Marc Jimenez (1999) :

N'oublions pas, en outre, que le problème des critères en art est un faux problème, car un critère esthétique suppose un supra ou un méta-critère qui en détermine la validité et la

fiabilité. Quel est donc le critère du critère, et ainsi de suite. Or, l'histoire de l'art le prouve : le critère du critère n'est jamais esthétique; il est toujours politique et idéologique.¹

Certaines personnes soutiennent que de cette absence de critères découlerait la crise de la critique actuelle qui se contente de décrire les œuvres sans les interpréter ou les situer, évitant ainsi tout jugement de valeur, évitant aussi tout risque de nuire à la *réputation* des artistes ainsi qu'au marché et au monde de l'art. Avec ou sans critères d'évaluation esthétique, embrassant ou non les idéologies et les politiques du marché de l'art et des médias de masse, des œuvres se créent et se diffusent. Mais alors, quelles en sont les composantes, leurs modalités interactives et communicationnelles ainsi que leur appréciation de la part du public?

Ce mémoire accompagne la création et la présentation de l'environnement sonore interactif *Tontauben*. Cette œuvre, visait la production d'un environnement exploitant le potentiel interactif des actions humaines sur des objets physiques et, plus précisément, la transformation de leur déplacement en événements sonores à l'intérieur d'un espace de présentation. Ce document dégage ses principales modalités de mise en place, présente ses principales composantes et expose les stratégies interactives déployées permettant l'émergence d'une expérience significative chez ses utilisateurs. Le document se divise en sept chapitres abordant les intentions initiales du projet, la vision conceptuelle de son créateur, la génétique du projet, sa mise en espace, son approche esthétique, une démarche d'enquête effectuée auprès d'un groupe cible et les changements à apporter à la proposition initiale et enfin, les retombées de cette recherche sur des projets subséquents de recherche et création.

J'ai tenté à travers ce document de rendre compte des idées, approches et réalisations qui ont alimenté mes réflexions sur le multimédia interactif et qui m'ont poussé à produire un environnement sonore interactif.

CHAPITRE I

INTENTIONS ET DÉSIR

Pour qu'il y ait de l'art, pour qu'il y ait une action ou une contemplation esthétique quelconque, une condition physiologique préliminaire est indispensable : l'ivresse. Il faut d'abord que l'ivresse ait haussé l'irritabilité de toute la machine : autrement l'art est impossible.¹

Friedrich Nietzsche, 1888

1.1 Introduction

Deux principes fondamentaux ayant guidé mes recherches et le développement du projet *Tontauben* sont exposés dans cette citation de Nietzsche : l'action et l'irritabilité de la machine.

1.2 L'action

Tout acte de création est un acte de révolution marqué par la transgression des normes établies par les périodes et mouvements artistiques contemporains et antérieurs. Enfant de l'ère moderne je me suis toujours buté à l'omniprésence de *l'objet d'art*. Cette notion, très présente dans le milieu artistique, l'est encore bien plus dans celui du marché de l'art.

Tontauben est une tentative d'abolir l'objet d'art et de le transformer en une chose qui n'est plus un objet, mais une action. Inspiré par les dadaïstes, premiers alchimistes de la transformation de l'objet vers l'action, *Tontauben* désirait emprunter la voie de la présentation en opposition à celle de la représentation. Une des prémisses du projet était qu'en empruntant ce chemin, il était possible de faire un va-et-vient entre l'art et la vie et de redistribuer ainsi la

part jouée par le créateur à l'audience.

Plus qu'un « happening » restreint par des codes de conduite, *Tontauben* se voulait une performance transgressant les frontières de la vie, du rituel et du jeu. En acceptant de *jouer le jeu*, l'audience sautait du mode passif au mode actif. Les spectateurs entraient alors dans une réalité qui les extirpait du mode somme toute confortable de la représentation pour les projeter dans celui, moins connu, de l'expérimentation. De spectateurs en attente, ils devenaient des codes actifs, utilisateurs-interacteurs, partie prenante d'un écosystème artistiquement sensible que l'on pourrait aussi plus précisément qualifier d'environnement sonore interactif.

Dans une performance, comment une chose est faite n'est pas si important. Ce qui importe vraiment c'est qu'elle le soit. En ce sens, nous pourrions ajouter que la performance est beaucoup plus engagée vers le pragmatisme (qu'est-ce que cela fait?) que vers la sémantique (qu'est-ce que cela veut dire?)². Une des principales intentions du projet était l'exploitation du potentiel créatif des actions humaines sur des objets physiques réels et, plus précisément, la transformation de celle-ci en événements sonores. Cette intention impliquait une recherche concernant la création d'interfaces sans fil intégrées à un environnement immersif et menait invariablement vers la conception d'un méta instrument permettant un retour perceptuel des actions posées. Le projet voulait offrir un environnement très accessible faisant appel au côté créatif du grand public. *Tontauben* voulait stimuler le goût du jeu et s'adressait à l'esprit ludique des utilisateurs. Le projet tentait d'offrir un espace libre permettant la création collective d'un environnement sonore évolutif.

Tontauben voulait questionner l'émergence d'une forme nouvelle de spectacle-performance interactif et, par le fait même, portait sur la définition du type d'espace permettant sa présentation. La question du contrôle de son expérience par l'interacteur était centrale au projet. Était-il explicitement souhaitable? Comment pouvait-il s'exercer? Et où se situait-il?

Ce projet de recherche-crédation voulait aussi vérifier si la création d'un tel environnement

pouvait reposer sur une application de la cybernétique qui emploierait des procédés permettant la communication et la transmission à distance de données numériques provenant principalement de l'analyse informatique d'une force appliquée à un objet physique donné et des propositions médiatiques résultantes de son déplacement. Ce genre d'environnement pouvait-il favoriser la constitution d'un groupe d'interacteurs? Si oui, quels en seraient les conventions communicationnelles et les principes de fonctionnement?

1.3 Irritabilité et équilibre interne de la machine

L'irritabilité est une tendance à l'excitabilité excessive, à une influence induite par des excitants extérieurs. L'irritabilité peut aussi être considérée comme la propriété d'un organe qui réagit facilement à un stimulus³. Prise dans le contexte d'oeuvres utilisant les médias interactifs comme moyen d'expression, l'irritabilité implique donc l'excitation de la machine par ses composantes internes et externes. Et si cette machine était faite de plusieurs systèmes? Et si ces derniers s'influençaient mutuellement? Comment installer les modes de communication permettant ces influences, cette irritabilité?

Considérons la machine comme étant le projet *Tontauben* dans son ensemble et ses composantes comme étant son espace physique, ses utilisateurs, ses dispositifs interactifs et son méta instrument. Si nous repositionnons l'irritabilité au sein même du projet *Tontauben* et considérons cette excitabilité excessive comme une cause potentielle de déséquilibre de la machine, alors l'irritabilité serait une des conditions nécessaires à l'équilibre interne du projet, à son homéostasie⁴.

Si l'homéostasie et une certaine pérennité du projet sont souhaitables, l'environnement *Tontauben* devrait donc être doté de mécanismes lui permettant de régler son propre fonctionnement en permanence, de systèmes permettant son autorégulation. Si nous le dotons de tels systèmes, nous aurons alors développé un véritable environnement artistiquement sensible et vivant.

Mais, retournons à la citation de Nietzsche qui sert de base à notre réflexion. Comme nous l'avons vu plus tôt, « Pour qu'il y ait de l'art [...] , une condition physiologique préliminaire est indispensable : *l'ivresse*.⁵»

L'ivresse d'un système se retrouverait-elle dans la potentialité des relations installées entre les composantes de la machine irritable? En d'autres mots : est-il possible de faire naître l'ivresse par la mise en place d'un environnement interactif mettant en rapport les humains, des interfaces sans fil et un méta instrument?

1.4 Sources sociopolitiques du projet

Tontauben procède d'une prise de position vis-à-vis la place qu'occupe la culture dans l'espace social et l'influence que cette dernière a sur les individus. L'utilisation des nouveaux médias dans les arts plastiques n'est pas nouvelle. Au début des années 1960 et tout au long de la décennie 70, différentes expérimentations ont été réalisées (vidéo art, laser art, net art, etc.). Frank Popper a parlé à cette époque *d'art à l'âge électronique*. Une partie de ces travaux s'inspire des thèses utopistes issues des avants gardes russes et du futurisme italien, ou de démarches conceptuelles dérivées des thèses de McLuhan.

Les *nouvelles technologies* sont condamnées à être nouvelles depuis plus de quarante ans, époque de l'apparition des premiers systèmes informatiques réalisés sur la base des thèses de Von Neumann et Alan Turing. Quarante années au cours desquelles les industries allaient se déplacer de la production matérielle vers la production informationnelle (Xerox, IBM, Texas Instruments sont maintenant surpassés par Intel, Microsoft et Google et des consortiums médiatiques tels que Disney). Dans la nouvelle donne du mouvement techno, ce n'est plus de la terre promise des technologies dont il s'agit, mais des répercussions quotidiennes sur notre statut social et humain. Ce n'est pas tant vers une définition esthétique produite par des identités économiques qu'il nous faut tendre, mais vers la définition d'une nouvelle éthique permettant aux artistes d'interagir avec leur contexte.

Le chemin est long à parcourir et je me range au côté de Philippe Breton et de Serge Proulx lorsqu'ils avancent à la page 222 de leur livre *L'explosion de la communication* « Qu'il s'agisse d'information, de culture, de consommation ou d'éducation, c'est aujourd'hui la logique du marché qui semble régner en maître.⁶ ». Si nous considérons les médias interactifs de masse, cette logique est aujourd'hui devenue une règle. Depuis l'ère industrielle et sous la pression des marchés, l'œuvre d'art est devenue *objet d'art*. L'œuvre d'art utilisant les médias interactifs est en surtaxe puisqu'elle appartient à un double marché : le marché de l'art et le marché des technologies. L'œuvre d'art technologique est une créature bicéphale : souvent considérée comme un phénomène de foire par le marché de l'art elle est un produit marginal pour celui des technologies.

Mais, là repose peut-être son salut. N'appartenant ni à l'un ni à l'autre, étant en constante révolution face aux milieux dont elle est issue, elle survivra peut-être à la banalisation des impacts technologiques entrevus pour les prochaines années. Banalisation provoquée par l'insouciance générale qu'éprouvera la population vis-à-vis du contrôle totalitaire exercé par les acteurs sociaux que sont devenus les mégas entreprises de l'information, celles qui contrôlent les politiques et les réseaux de distribution de l'information.

À l'optimisme généralisé des années 90 provoqué par l'apparition des médias interactifs dans notre quotidien (services bancaire, Internet, etc.), je vois émerger depuis peu une réaction de scepticisme et d'indifférence de la part du public visé par les promoteurs des nouvelles technologies. Les artistes utilisant les technologies interactives ont certes contribué à la naissance de cette approche critique face à ces technologies. Un des rôles toujours attribués à l'artiste étant de pointer et de questionner les mécanismes sociaux dont se dote la société dans laquelle il évolue. Critiquer et questionner n'est pas ici synonyme de destruction, mais de révolution, de changement. Les technologies font partie de l'évolution physique et sociale de l'homme. En ce sens, *Tontauben* veut décapier l'art de son statut sacro-saint que la société de consommation occidentale lui a donné⁷ et veut du même coup redonner au citoyen un rôle actif dans la mise en place d'une société artistiquement sensible.

CHAPITRE II

VISION CONCEPTUELLE

2.1 La promesse de l'expérience

Je suis un artiste oeuvrant dans le milieu des arts médiatiques. Je construis et propose des installations vidéo et sonores ainsi que des expériences et des environnements interactifs. Depuis le milieu des années 90, j'expose mes travaux dans des galeries, des musées, des espaces publics et privés. Ces expositions servent de laboratoires où mes idées, intuitions et fantasmes concernant l'interaction, l'interactivité et l'expérience sont testés, confirmés, remodelés ou tout simplement abandonnés.

Comme artiste, mes premières pratiques ont été l'installation visuelle et l'art vidéo. Ces deux champs de la pratique artistique impliquent des modes de communication lourdement codés et exigent un exercice intellectuel soutenu de la part du spectateur (l'interprétation) pour extraire le contenu des oeuvres. Les arts visuels, le film, la vidéo et le théâtre utilisent principalement des mots, des sons, des symboles, des gestes et des images pour livrer leurs contenus et pour générer une expérience esthétique et émotionnelle chez le spectateur. Ces champs de la pratique artistique utilisent fréquemment l'expérience de l'image directe comme moyen de rendre l'expérience plus immédiate, pour faire en sorte que l'audience se sente un peu plus là, un peu plus immergée dans l'oeuvre.

Ces oeuvres restent pourtant des choses qui nous sont servies, qui nous sont données. À l'instar du dompteur qui garde à distance les fauves qu'il présente à la foule, ces oeuvres qui font appel à la monstration imposent une mise à distance entre elles et le spectateur. À l'inverse, les oeuvres interactives portent en elles une certaine promesse que l'expérience artistique peut être une chose que l'on fait plutôt qu'une chose qui nous est montrée. Cette promesse complexifie la perception traditionnelle que nous avons du contenu d'une oeuvre et particulièrement celle associée aux environnements interactifs.

2.2 La notion de contenu

Lorsque l'on considère les oeuvres interactives, la notion de contenu doit être repensée. Le contenu d'une oeuvre ne se limite pas aux sons, images, aux objets proposés et à leur effet de signification. Ces éléments sont certes des composantes importantes permettant de véhiculer des stimuli à nos sens qui génèrent des émotions et qui transmettent des informations, mais dans le cas d'une oeuvre interactive adoptant la structure d'un espace augmenté qu'est-ce qui est exprimé? Où le contenu se retrouve-t-il?

Si le projet *Tontauben* recherche l'action du spectateur, s'il tente de dépasser l'objet d'art et de se transmuter en une *chose* qui n'est plus un objet, mais une expérience; peut-on encore parler de contenu véhiculé par l'oeuvre?

Si nous acceptons la notion scientifique du paradigme comme étant une théorie dominante ayant cours à une certaine époque dans une communauté donnée, je crois sincèrement que nous vivons un changement de paradigme en ce qui concerne le contenu de l'oeuvre artistique et définitivement des environnements interactifs.

Si nous appliquons ici la thèse de Thomas S. Kuhn¹ qui propose que l'apparition d'une anomalie² provoque une révolution et l'apparition de nouveaux paradigmes et si nous considérons ici l'ordinateur et l'interactivité en art comme étant des anomalies, nous vivons présentement une révolution conceptuelle en ce qui concerne la notion de contenu d'une oeuvre interactive. Il nous faut constater que ce changement a été amorcé il y a plus de 40 ans, par le développement de bibliothèques numériques utilisant l'accès associatif plutôt que des requêtes directes de diverses bases de données (NLS par mlab, Engelbart et ses collègues, 1960-70), nommé plus simplement l'hypertexte (Vannevar Bush, puis Ted Nelson) et l'avènement d'interfaces graphiques facilitant l'affichage d'informations textuelles proposées par un environnement informatique ainsi que par l'avènement de l'affichage vidéo en réseau (mlab, Engelbart et Cie, 1968). Ce changement de paradigme n'est certes pas résolu et le but de cette recherche n'étant pas d'en faire la démonstration, je laisserai ici à d'autres le soin de

mener à bien cette tâche.

2.3 Les interfaces

Les interfaces, graphiques ou physiques, guident et influencent notre perception du contenu des données. Elles définissent notre expérience et par le fait même la transforment. Si, selon une vision subjectiviste, le simple fait d'observer une chose la transforme, la manipuler la métamorphose. En manipulant les concepts et les contenus d'une oeuvre via l'interface, nous en changeons l'essence, nous en changeons la nature et la portée.

Les interfaces d'un environnement interactif peuvent définir de façon très précise les chemins d'exploration permis à chaque utilisateur. Mais dans la plupart des cas l'action des interfaces logicielles ou physiques est beaucoup plus subtile. Il n'est pas nécessairement question ici de permettre, mais beaucoup plus d'offrir le chemin le plus facile à l'utilisateur, celui qui offre le moins de résistance. Une interface est habituellement créée pour faciliter certaines actions, certaines opérations. À travers l'interface, son concepteur tente de rendre les opérations plus intuitives ou plus accessibles. En privilégiant certaines activités, elle rend les opérations non assistées plus difficiles et par le fait même probablement moins utilisées. Généralement, le créateur d'une bonne interface optimise l'exécution des opérations les plus susceptibles d'être utilisées. Cette pratique suppose que le créateur sait comment l'interface sera utilisée. Elle tend aussi à encourager les utilisations opérationnelles les plus évidentes, celles qui sont facile à faire et par le fait même encourage l'utilisation à plus soif d'opérations banales. En définissant une façon de capter et d'agir dans un système interactif, l'interface définit la façon d'être de ce système. À travers la conception de l'interface, le créateur définit donc la nature de l'expérience du dispositif par l'utilisateur.

Mais le concepteur dans son désir de créer une *bonne interface* saisit-il bien la notion d'excipient émotif, de guide et de censur que joue l'interface? Se rend-il vraiment compte qu'il crée un sas facilitant, ou non, l'émergence d'émotions chez l'utilisateur? Car une

interface n'est pas simplement un véhicule permettant la communication entre deux systèmes, l'interface joue un rôle de médiateur, elle est une agente double qui prend part à la construction d'états émotifs du côté des utilisateurs. Sans émotion, sans affect provoqués par l'oeuvre, celle-ci reste inanimée, car c'est bien de l'animation³ et de l'expérience de l'oeuvre que jaillissent les émotions des visiteurs.

Tontauben en tant que système global est constitué des gestes des interacteurs, de sons, d'espaces occupés par les objets et des interacteurs eux-mêmes. La dynamique communicationnelle installée entre toutes les composantes de l'environnement vise à faire jaillir des émotions à travers l'action des interacteurs. Ici se crée une brèche entre les oeuvres d'art *classique* et une oeuvre interactive telle que *Tontauben*. Lorsque les premières se proposent de résoudre l'équation perception + émotion = X, les deuxièmes s'attaquent à une équation plus complexe soit : perception + action + émotion = X. La notion de contenu d'une oeuvre interactive comme *Tontauben* se retrouverait donc ainsi dans l'implication corporelle totale des utilisateurs, incluant la motricité, les gestes, ainsi que dans sa capacité de faire émerger des états émotifs plus intenses chez les utilisateurs, parce que vécus d'une façon plus sensuelle.

2.4 Construction du monde

Lorsque nous précisons les paramètres physiques ou logiciels des interfaces utilisées dans un environnement interactif, il est utile de regarder comment nous construisons notre monde. En d'autres termes, quelle est notre interface pour ce que l'on nomme la réalité? De quelle façon perçoit-on le monde? Ou encore mieux, quelle est la nature de notre relation avec celui-ci?

Selon Merleau-Ponty⁴, percevoir c'est se rendre quelque chose de présent à l'aide du corps. Selon lui, les choses demandent à être perçues, elles s'offrent à la perception, la notion d'offrande est ici très importante. Nous sommes si près des choses de ce monde qu'elles finissent par nous interpeller. Elles deviennent quelque chose qui appelle une action de notre

part. Notre rapport perceptif au monde n'en est pas un d'objet à objet, mais plutôt un rapport d'être vivant qui perçoit des objets, des choses et des êtres du monde qui sont en mouvement (réel ou potentiel) dans ce monde. Voici donc la notion de potentialité de l'objet présentée. La potentialité d'une interface porterait donc sur son rapport avec l'interacteur.

Pour Merleau-Ponty, nous sommes une somme de relations. Notre corps est un agent de transmission et de transformation entre le monde extérieur et nous. C'est notre ancrage dans ce monde. Notre corps a des organes, des sens qui sont l'instrument de cette liaison. C'est lui (le corps), ce sont les sens qui m'ouvrent un monde et m'ouvrent au monde; c'est la sensation qui me met en communion avec lui. Mon corps est ainsi *le pivot du monde*.

Ici se tisse un lien étroit avec mes oeuvres artistiques. Je me définis principalement à travers mon corps, mais au-delà de cette prise de conscience individualiste siège la perception de mon corps propre selon les termes de Merleau-Ponty. Mes tentatives artistiques ont toutes comme point de départ ce corps, virtuel et réel, et les perceptions rendues possibles par la relation qu'il entretient avec les choses et objets situés dans le monde. Une expérience intime du corps telle que la perception nous la révèle. Si le lieu est un espace d'information et la communication un espace de relation, mes environnements interactifs se veulent donc des espaces faits de relations et d'informations.

La question centrale de la perception est bien de savoir qui connaît et comment on connaît. Or, celui qui connaît est seulement un *existant*, un *être au monde*, immergé dans un entourage qui est la réalité du monde tel qu'il se donne. Le processus de la connaissance n'est plus dès lors le dévoilement d'un objet par un sujet qui lui est nécessairement extérieur, mais bien connaissance⁵.

Le corps est *le véhicule de l'être au monde* et, à ce titre, il est une vue précédant la conscience constituante. Autrement dit, je ne serais rien sans mon corps, il est le lieu d'épanouissement de mon être; il donne une signification aux choses et prépare l'acte intellectuel; il résume l'acte vital et le résume dans l'immédiateté de la perception.

Une caractéristique commune des nouveaux environnements de création artistique est le fait qu'ils positionnent l'artiste non plus uniquement comme créateur d'objet, mais comme créateur de situations et d'environnements à l'intérieur desquels la créativité du public peut se déployer. Le créateur met en place des dispositifs, un espace, des interfaces, des systèmes interactifs plus ou moins évolués et, ce faisant, il installe un environnement dans lequel les interacteurs peuvent donner libre cours à leur expression artistique. Le créateur s'efface et laisse place aux interacteurs individuels ou collectifs.

CHAPITRE III

GÉNÉTIQUE

3.1 Fondements

Le projet *Tontauben* est principalement issu de mes recherches entourant la production de l'installation interactive *Le Puits* (1998-2000) et celles, plus récentes, portant sur la création d'environnements interactifs sonores.

Le développement du projet *Tontauben* a été fortement inspiré par le travail et les recherches d'artistes utilisant l'espace comme interface tels que David Rokeby avec son *Very Nervous System*, (1982-1991) et par le travail des pionniers d'œuvres cybernétiques tels que Nicolas Schöffer avec sa sculpture *CYSP I'* (1956) et son utilisation dans le spectacle *CYSP I dansant* (1956).

L'aspect sonore du projet s'inspire de multiples recherches entourant les algorithmes sonores, notamment celles développées par Steinberg pour ses VST (virtual studio technology) et celles entourant la synthèse granulaire sonore et, plus précisément, par le travail et les recherches de Ross Bessina² (2006) exposées dans son article *Implementing Real-Time Granular Synthesis* qui propose des méthodes d'implémentation en temps réel de variations déjà connues de synthèse granulaire basée sur le travail de Curtis Roads, un des pionniers en ce qui concerne l'implémentation de système numérique utilisant la synthèse granulaire.

Le caractère ludique de *Tontauben* puise ses sources dans mes jeux d'enfance (ballon chasseur, balle au mur, bolo, yoyo, etc.) et dans la joie qu'ils m'ont procurée et qu'ils me procurent toujours. L'essence même du projet se retrouve en outre dans ma propension à lancer tout objet se retrouvant dans mes mains ainsi que dans ma fascination entourant les relations que nous entretenons avec les objets physiques présents dans notre environnement quotidien et leur influence sur nos comportements et attitudes envers nos pairs.

3.2 *Very Nervous System*

*Very Nervous System*³, une des premières oeuvres de l'artiste canadien David Rockeby sur laquelle il a travaillé principalement de 1982 à 1990, est reconnue comme une des oeuvres interactive pionnière en ce qui concerne la traduction en temps réel de gestes physiques en productions sonores.

Avec *Very Nervous System*, Rockeby utilise littéralement l'espace comme interface. Dans un espace de présentation presque vide⁴, les gestes des visiteurs sont capturés et traduits directement en événements sonores. Le dispositif de *Very Nervous System* utilise une caméra vidéo pour analyser les mouvements du corps des visiteurs en temps réel. Le système discerne et utilise les caractéristiques des mouvements comme base de composition musicale. Le système applique une grille d'analyse graphique à l'image vidéo captée par la caméra. Cette grille d'analyse permet de recenser la densité de mouvement captée par la caméra vidéo et leurs coordonnées d'émergence sur la grille vidéo qui joue le rôle d'une représentation 2D de l'espace de présentation. La musique est produite par le geste avec une latence équivalant à moins de 1/30 de seconde ce qui donne une impression de simultanéité. Chaque pixel vidéo correspond à un son prédéterminé. Le comportement de l'installation repose sur une boucle de rétroaction complexe. Provoquée par les différents comportements adoptés par le dispositif interactif et les utilisateurs, l'installation est ainsi en état de transformation constante. Le dispositif interactif et les utilisateurs s'interpénètrent jusqu'à ce que la notion de contrôle soit perdue et que leur relation devienne une rencontre et une implication réciproque.

Le résultat est une interaction corporelle extrême avec l'ordinateur ou le mode de communication homme/machine est très viscéral, gestuel, intuitif et où l'expérience est dégagée de toute obligation comportementale.

Dans le livre *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*⁵, David Rokeby indique que ce qui l'a en partie poussé à produire *Very Nervous System* est un désir de s'échapper de sa conscience propre et d'aller vers une expérience directe du monde. Il

poursuit en indiquant que dans certaines circonstances, la boucle de rétroaction de *Very Nervous System* peut neutraliser notre conscience et mène vers une transe pouvant être qualifiée de chamanique.

3.3 *CYSP I*

Cette sculpture conçue par Nicolas Schöffer et produite par Philips-France fut présentée pour la première fois le 28 mai 1956 au Théâtre Sarah Bernard à Paris dans le cadre de l'événement *La nuit de la poésie*. Une musique concrète de Pierre Henry accompagnait la présentation de *CYSP I*. Cette oeuvre se présente comme une composition métallique polychrome douée d'une totale autonomie de mouvements. Un *cerveau électronique*, étudié et mis au point par les ingénieurs de Phillips-France, lui donne la possibilité de se déplacer, de tourner sur elle-même et d'animer à diverses vitesses les seize éléments mobiles⁶ qu'elle porte. Chacun des mouvements est déclenché par des signaux lumineux ou sonores, captés par des cellules photoélectriques et des microphones intégrés dans l'ensemble, ce qui donne à l'appareil une sensibilité quasi organique. Le danseur cybernétique *CYSP I* se déplace et s'anime suivant le déroulement du scénario lumineux et sonore conçu par son créateur Nicolas Schöffer⁷.

CYSP I fut présentée la même année lors d'un spectacle de danse organisé dans le cadre du *1er FESTIVAL d'ART d'AVANT-GARDE*, à Marseille en juin 1956 sur le toit de la Cité Radieuse de Le Corbusier. À cette occasion, elle utilisait, en plus des cellules photoélectriques et des microphones, des radars qui lui permettaient de réagir spatialement aux mouvements d'approches et de recul de deux danseurs du corps de ballet de Maurice Béjart⁸. De plus, les plaques colorées de *CYSP I* tournaient en présentant leurs faces différemment. La sculpture participait ainsi à l'esthétique et à la dynamique du ballet.

Dans l'article intitulé *From Participation to Interaction: Toward the Origins of Interactive Art* de la revue *Clicking In*, Söke Dinkla⁹ (1996) indique qu'avec *CYSP I*, Nicolas Schöffer

propose pour la première fois une oeuvre qui n'est pas qu'un simple objet inerte, mais plutôt une machine capable de réagir à un environnement déterminé à l'intérieur duquel peuvent également évoluer et interagir des humains.

Le processus d'anthropomorphisation que suppose la mise en place d'une oeuvre telle que *CYPS I* à l'intérieur d'un espace esthétique qu'il contribue à délimiter, constitue par ailleurs, sur un plan métaphorique, une manière d'instituer un dialogue entre l'homme, la machine et le milieu qu'ils partagent.

3.4 *Le puits*

Le puits est ma première installation interactive. Cette oeuvre fut réalisé en 1998. *Le puits* prend place dans une pièce plongée dans la pénombre comme si, en y pénétrant, on s'engageait dans quelques profondeurs cavernes. Sur le sol est posé un cylindre d'acier d'un mètre de diamètre dont l'ouverture possède un rebord de dix centimètres. Au-dessus de cette ouverture, un feuilletage de cinq disques de verre est suspendu dont un, au centre, est dépoli. Ce disque de verre reçoit l'image vidéo lancée verticalement par un projecteur suspendu au plafond. La bande sonore du vidéo projeté sur les écrans de verre est diffusée par un seul haut parleur installé au fond du puits. Ce haut parleur soutient un miroir circulaire qui renvoie l'image vidéo diffusée créant ainsi un certain effet de profondeur.

Le dispositif interactif de cette oeuvre utilise trois capteurs de présence à infrarouge insérés stratégiquement sous le rebord du puits. De minuscules trous dans le rebord du puits permettent à ces dispositifs de capter les mouvements des mains des visiteurs lorsque ceux-ci les déposent sur le rebord du puits ou effectuent des mouvements au dessus de celui-ci. À chaque capteur correspond une séquence sonore distincte. Lorsqu'un des capteurs détecte un mouvement, le système interactif déclenche la séquence sonore lui étant associée. Les séquences sonores peuvent être diffusées concurremment. Les sons¹⁰ sont distribuées sur huit hauts parleurs installés au périmètre de la salle d'exposition. La distribution des sons se fait

de façon cyclique et circulaire. Aussi longtemps que le capteur est stimulé par les mouvements des visiteurs, aussi longtemps se poursuit la diffusion des sons et leur distribution circulaire dans la salle de présentation. L'originalité de l'oeuvre *Le puits* réside dans son esthétique vidéo et sculpturale ainsi que dans la sémantique interactive déployée qui permet à l'utilisateur de remodeler sans fin son environnement sonore et les séquences d'apparition des sons.

Lors sa première diffusion, je fus très marqué par le fait que la majorité des visiteurs collaborait au dévoilement et à la modification des séquences sonore. L'emplacement des capteurs sous le rebord du puits d'acier ne permettait pas à un seul utilisateur de diffuser les trois séquences sonores de façon simultanée. Pour ce faire, il devait collaborer avec au moins un autre utilisateur. De plus, comme la séquence de distribution programmée pour *Le puits* changeait selon le type et l'intensité des mouvements, ces paramètres changeaient de façon notable selon le nombre d'individus qui stimulaient les capteurs. De nombreux utilisateurs ayant décodé ces règles de fonctionnement de l'installation partageaient leur découverte avec les nouveaux visiteurs de l'installation. Je pris alors conscience que *Le puits* permettait la création d'un collectif spontané d'interacteurs. Ce fut pour moi comme une épiphanie.

3.5 *Virtual Studio Technology (VST)*

À la base, les VST développés par la compagnie Steinberg font référence à un protocole standard permettant l'interfaçage de synthétiseurs audio et de plugiciels audio à des logiciels de montage sonore. La technologie VST permet de remplacer les équipements physiques traditionnels d'un studio d'enregistrement audio par sa contrepartie numérique. Depuis sa sortie en 1996, des milliers de plugiciels programmés selon ce standard ont été créés ce qui en fait l'architecture audio la plus utilisée pour la création de plugiciel. Pour faciliter leur manipulation, plusieurs plugiciels VST, que l'on nomme des instruments VST ou effets VST, offrent une interface graphique à l'utilisateur (GUI) leur permettant ainsi de manipuler virtuellement des boutons de contrôle. Les instruments et effets VST peuvent aussi être

contrôlés via le protocole MIDI.

Utilisés sous plateforme Windows, Macintosh ou Linux par un ordinateur ayant les capacités de calcul suffisantes et une carte audio soutenant le protocole ASIO, les instruments VST peuvent être utilisés pour la synthèse audio en temps réel. Il est possible de créer librement ses propres instruments VST et effet VST en téléchargeant gratuitement l'ensemble de développement Steinberg (SDK) qui est un ensemble de classes pour le langage C++ utilisant l'API (Application Program Interface), un ensemble de routines et de protocoles et d'outils qui facilite la programmation de logiciels et de leur interface graphique.

3.6 Synthèse granulaire

La synthèse granulaire est une technique de synthèse sonore consistant en la création d'une onde sonore complexe à partir de différents fragments sonores de l'ordre de la milliseconde (10 à 50-100 ms), appelés *grains*, joués successivement. On contrôle globalement la densité des grains, leur hauteur, leur longueur, leur enveloppe, leur répartition dans l'espace, leur phase, le plus souvent sous la forme d'intervalles dans lesquels le programme de synthèse choisit des valeurs de manière aléatoire. Le son obtenu constitue une sorte de nuage, composé de l'ensemble des grains.

Le paramètre le plus important pour la qualité du résultat final est la forme de l'enveloppe des grains. Chaque grain peut avoir une forme d'onde différente (sinus, triangle ou une forme plus complexe contenue dans une table d'ondes par exemple). On peut aussi utiliser un son préexistant, de synthèse ou acoustique. Dans ce dernier cas, on parlera plutôt de granulation. Les variations de la forme d'onde définissent l'enveloppe de sortie, le pitch et longueur, tandis que la taille des grains sonores en définit la texture sonore.

Dans son article *Implementing Real-Time Granular Synthesis* (2001), Ross Bencina présente une architecture numérique de synthèse granulaire flexible produite en temps réel pouvant accueillir plusieurs variantes de synthèses granulaires dont, entre autres, une synthèse

granulaire dont l'intensité sonore des grains peut être synchronisée ou non ce qui permet une variation de ses rythmes tonals.

Bencina analyse trois algorithmes permettant la génération d'enveloppe granulaire et présente deux méthodes permettant la génération Stochastique¹¹ de grains selon des temps de génération et de distribution définis.

3.7 Association au projet *Tontauben*

La notion d'espace utilisé comme interface que l'on retrouve dans *Tontauben* a été grandement inspirée du *Very Nervous System*. Cette oeuvre n'est certes pas la seule à utiliser ce type de dispositif interactif à l'heure actuelle et l'utilisation d'un système de positionnement spatial 3D utilisant les fréquences radio distingue grandement *Tontauben* de *Very Nervous System* qui elle, utilise l'image d'une caméra vidéo, donc un plan 2D, pour analyser la position spatiale des ses utilisateurs. Le degré de transparence technologique des dispositifs interactif utilisé dans l'oeuvre de Rockeby est aussi un des principes qui m'a inspiré dans le développement de *Tontauben*. Enfin, le geste comme source de production sonore que l'on retrouve dans *Tontauben* puise certainement sa source dans l'oeuvre de Rockeby. De l'oeuvre *CYPS 1 dansant* de Nicolas Schöffer et Maurice Béjard, *Tontauben* retient la possibilité de proposer un espace relationnel entre des *performeurs* et une *machine cybernétique*. Ce dialogue, qui était presque qu'inimaginable il y a 40 ans est maintenant une composante commune de plusieurs oeuvres interactives.

Bien que *Tontauben* ne comporte pas d'éléments rappelant l'anthropomorphisme de l'automate utilisé par Schöffer dans *CYPS 1*, l'idée que les utilisateurs accordent des qualités et des réactions humaines à l'environnement *Tontauben* a accompagné son élaboration. Enfin, *CYPS 1* a engendré plusieurs éléments de réflexions portant sur l'espace interactif et la *machine cybernétique* qui m'ont mené vers une meilleure compréhension des modes de fonctionnement et des éléments naturels, technologiques et culturels en jeux lors de la

création d'un environnement *artistiquement sensible* tel que se présente *Tontauben*. Des VST et les principes algorithmiques décrits par Bencina ont été intégrés dans la programmation du méta instrument utilisé dans *Tontauben*. Enfin, la notion de collectif spontané d'interacteurs et l'élaboration de dispositifs et stratégies interactifs permettant leur émergence abordés dans la création de mon oeuvre *Le puits* furent approfondis et implémentés dans le projet *Tontauben*.

CHAPITRE IV

DESCRIPTION ET MISE EN ESPACE

4.1 Introduction

Sous sa forme finale, *Tontauben* est un environnement interactif intégrant cinq petites sphères utilisées comme interfaces sans fil du dispositif interactif. *Tontauben* prend place dans un espace physique réel où traînent ici et là sur le plancher les cinq sphères. Les visiteurs peuvent mouvoir librement ces interfaces. Leur manipulation enclenche la création et la diffusion de sons dont les caractéristiques sont modulées par la position spatiale des balles dans l'espace de présentation.

Les principales composantes de l'environnement sont :

- les utilisateurs (interacteurs)
- l'espace physique de présentation
- le système de positionnement spatial
- les interfaces sans fil
- le méta instrument
- le système de diffusion sonore

4.2 Les utilisateurs

Tontauben s'adresse au grand public. Cet environnement ne requiert aucune connaissance technologique préalable. *Tontauben* fait appel, en plus du côté créatif, au goût du jeu et à l'esprit ludique du grand public. *Tontauben* permet à plusieurs personnes d'interagir simultanément de sorte qu'un groupe d'individus peut intervenir de concert sur cet environnement pour en exploiter toute la richesse créatrice. Le projet rend ainsi possible la création d'un groupe spontané d'interacteurs.

4.3 L'espace de présentation

Tontauben peut s'adapter à différents lieux de présentation. La dimension minimale de l'espace interactif requis par *Tontauben* est 8 m X 8 m. La dimension maximale est de 20 m X 20 m. La hauteur minimale est de 3 m.

À ce jour, il a fait l'objet de quatre présentations publiques : deux dans des espaces galerie et deux dans des espaces publics de style hall d'entrée. Lorsque *Tontauben* fut présenté en galerie, je suis intervenu de façon picturale sur la surface des murs de la galerie. Une première intervention consistait en des cercles de diverses grandeurs apposés sur les murs de la galerie. Ces cercles reprenaient les couleurs des interfaces du dispositif et créaient ainsi un rappel 2D de ces dernières. Lors de la deuxième présentation, je me suis restreint à de simples interventions chromatiques sur la tranche des murs et sur les deux colonnes de soutènement présentes dans l'espace. Une fois encore, les couleurs reprenaient celles des interfaces.

Aucune intervention picturale n'a été réalisée sur les murs ou autres éléments architecturaux lors des deux présentations de *Tontauben* dans des espaces publics.

4.4 Le système de positionnement spatial

4.4.1 Historique de son développement

En 2001, le projet tel qu'élaboré exigeait le recensement simultané de la position de cinq objets et la récupération en temps réel de leurs coordonnées sur leurs axes horizontal (X), vertical (Y) et de la profondeur (Z). À cette époque, aucun système de recensement spatial disponible ne répondait aux exigences du projet.

De juillet à octobre 2002, une première recherche technologique et une première phase

d'élaboration d'un tel système utilisant les ultrasons ont été effectuées avec la collaboration de Serge Provencher, M.Sc Génie Électronique.

En décembre 2002, la réalisation physique de ce système a été amorcée dans le cadre d'une résidence effectuée au centre OBORO à Montréal. Malheureusement, une trop basse résolution et une vitesse de transmission des données trop lente rendaient ce système inadéquat pour *Tontauben*. Pour les besoins du projet, un système de repérage spatial ayant une très grande résolution ainsi qu'un haut débit de transmission et de discrimination des données et possédant des composantes miniaturisées devait donc être développé.

En 2003, ce type de système n'existait toujours pas et aucun système de positionnement spatial offert sur le marché n'offrait les caractéristiques que nous recherchions. Je me suis alors associé avec le centre de recherche Poly-Grames rattaché à la Polytechnique de l'Université de Montréal et son directeur le Dr Wu pour développer ce nouveau type de système. Malgré tous les efforts et recherches déployés par le centre Poly-Grames, après plusieurs mois de travail, il était clair qu'un tel système ne pourrait voir le jour avant plusieurs années et ce, au prix de nombreux efforts et d'une mise de fonds considérable. Son développement fut abandonné au début de 2004.

4.4.2 Le système actuel

Entre-temps, j'avais poursuivi mes recherches concernant l'élaboration d'un tel système par de tierces parties. En 2003, la multinationale Siemens annonçait qu'elle développait ce type de système et qu'elle prévoyait sa sortie en 2006¹. J'avais ciblé une seule autre compagnie susceptible de produire un tel système requis pour le projet : la compagnie Ubisense nouvellement formée à Cambridge en Angleterre. En mars 2004, je suis allé rencontrer les fondateurs de cette compagnie en Angleterre et je suis devenu membre de son réseau de développeurs. Ubisense devenait partenaire du projet en fournissant un prototype de leur système pour la réalisation du projet.

Tontauben dans sa forme actuelle utilise la version 3 du système Ubisense. Ce système est constitué de quatre récepteurs placés aux quatre coins de l'espace de présentation et de cinq émetteurs, nommés *tags*, insérés dans les interfaces. Les quatre récepteurs recueillent les fréquences radio émises par les *tags*. Les fréquences utilisées sont les UWB RF (Ultra Wide Band Radio Frequency) qui varient de 5.8 à 7.2GHz. Les quatre récepteurs sont connectés à un réseau local auquel est aussi branché un ordinateur qui recueille les données fournies par chacun des récepteurs via un logiciel créé à cette fin. Ce logiciel permet de recomposer l'espace de détection et fournit ainsi le positionnement spatial de chacun des *tags* dans l'espace de présentation de *Tontauben*.

4.5 Les interfaces

Les cinq interfaces de *Tontauben* sont des sphères d'un diamètre de 20 cm constituées d'un noyau dur entouré d'une mousse de haute densité permettant les rebonds et la protection des composantes électroniques des *tags*. Une enveloppe de vinyle vient enrober le tout donnant ainsi une finition très lisse aux interfaces et leur conférant l'aspect de petits ballons. Chacune des cinq interfaces possède, sa propre couleur soit : rouge, bleu, vert, orange et jaune². Les *tags* insérés dans chacune des sphères sont actifs, deux batteries au lithium de trois volts leur procurent une autonomie de plus de 40 jours (à raison de sept heures de présentation par jour). Elles sont énergétiquement autonomes et communiquent sans fil avec les récepteurs du système de positionnement spatial.

4.6 Le méta instrument

L'architecture sonore de *Tontauben* utilise deux types de sons : des échantillons sonores et des sons produits en temps réel par des algorithmes de génération sonores.

4.6.1 Les échantillons sonores

À quatre des cinq interfaces sont associés quatre échantillons sonores d'une durée de cinq secondes. Ce sont des sons concrets, non traités numériquement : le rire d'un jeune enfant, un son de tonnerre, un son de pluie, et une conversation entre plusieurs personnes dont on ne distingue aucun mot. Lorsqu'une de ces quatre interfaces est soulevée du sol, l'échantillon lui étant associé est diffusé pendant cinq secondes.

4.6.2 Les sons produits en temps réel

Le déplacement de la cinquième interface génère de basses fréquences. Les coordonnées de son positionnement en X, Y et Z sont utilisées comme variables dynamiques par des générateurs d'ondes sinusoïdales. Dans le cas des quatre autres interfaces, plus elles sont soulevées du sol, plus les coordonnées en X, Y et Z de la sphère influencent la transformation de l'échantillon.

Des modulateurs de fréquences et des effets *VST* (*Virtual Studio Technology*) sont appliqués aux sons des quatre premières interfaces pour créer des effets de synthèse granulaire qui affectent en temps réel l'amplitude, la durée, et le degré d'émergence des sons. Les échantillons sonores se trouvent à servir de matière de base pour les sons produits en temps réel. Le système peut aussi analyser la force appliquée aux sphères, la distance parcourue et leur position dans le temps pour contrôler le niveau de diffusion sonore des échantillons.

4.7 Le système de diffusion sonore

Les sons déclenchés, générés ou modifiés par le déplacement des balles sont diffusés par huit enceintes audio. La spatialisation sonore est déterminée par la position de chacune des balles dans l'espace de présentation. C'est-à-dire que le son *suit* le déplacement des interfaces en *sautant* d'un haut parleur à l'autre. La programmation du méta instrument permet aussi aux

utilisateurs de *lancer* les sons dans le haut-parleur de son choix.

Le système de spatialisation sonore utilise une interface audio à huit canaux analogiques, un amplificateur audio à huit sorties contrôlables directement, sept enceintes audio positionnées aux quatre coins de l'espace de présentation ainsi qu'à mi-parcours de chacun des murs et enfin une enceinte de bases fréquences est placée au milieu de l'espace de présentation.

4.8 Technologies utilisées

La structure interactive de *Tontauben* a été programmée avec *Pure Data*. Son dispositif interactif utilise le système de positionnement spatial de la compagnie Ubisense. Un objet *Pure Data* utilisant les API de Ubisense a été spécialement programmé pour permettre la communication entre *Pure Data* et le logiciel Ubisense permettant ainsi de recueillir les données de positionnement spatial des interfaces à l'intérieur de l'environnement *Pure Data*.

Le méta instrument a lui aussi été programmé avec *PureData*. La programmation initiale de *Tontauben* intégrait les VST libres *dfx Buffer Override*, *KTGranulator*, *CrazyIvan*, *grainadditive*, *ParticleFountain*, *Cyanide2*, *Destroy FX*, *mda Limiter* et *ParticleFountain*. Lors de sa première présentation à OBORO en septembre 2004, *Tontauben* utilisait un seul ordinateur fonctionnant sous plateforme Windows XP. La carte FireWire Maudi 410 assurait la diffusion des sons, via un amplificateur à huit voix contrôlables directement vers sept hauts parleurs et une enceinte de basse fréquence.

Cette mise en espace mettait en place un environnement à l'aspect esthétique et au fonctionnement très efficace permettant une très grande liberté de mouvement et de jeu aux utilisateurs de *Tontauben*. Au cours de sa présentation publique du 18 septembre au 23 octobre 2004, plus de mille deux cents personnes ont expérimenté *Tontauben*. Sa dernière présentation a eu lieu en mai 2006 à l'IRCAM³, Paris, France.

CHAPITRE V

ESTHÉTIQUES

Si l'art est changement et lieu de tous les changements, s'il brouille la carte traditionnelle des beaux-arts, cela veut dire qu'il échappe, comme le dit Anne Cauquelin, au site de l'esthétique, et s'il échappe à cette assignation, cela veut dire que la question des critères, des normes, des conventions, des systèmes de légitimation, ne se pose plus. N'oublions pas, en outre, que le problème des critères en art est un faux problème, car un critère esthétique suppose un supra- ou un méta-critère qui en détermine la validité et la fiabilité. Quel est donc le critère du critère, et ainsi de suite. Or, l'histoire de l'art le prouve : le critère du critère n'est jamais esthétique; il est toujours politique et idéologique.¹

Marc Jimenez (1999)

5.1 Le ludique

Tontauben est une installation que l'on peut qualifier de *ludique*. En disant *c'est ludique*, on a souvent l'impression de rejeter hors du champ artistique des objets et des expériences qui ont pourtant la vocation d'être des œuvres. C'est peut-être pourquoi nombre d'observateurs et de théoriciens du numérique hésitent encore à utiliser ce qualificatif en décrivant certaines oeuvres. Pourtant, l'art n'est pas incompatible ni avec le plaisir, ni avec la distraction et on peut constater toute une tradition du ludique dans l'art. Il y a le jeu de l'acteur, il y a le jeu de l'interprète et, comme le note Jean-Louis Boissier (2004), «il y a le jeu nécessaire en mécanique, ce petit flottement qui permet aux choses de s'exercer à l'intérieur de contraintes.²»

Ce qui m'intéresse dans le jeu c'est l'expérience, c'est sa dimension performative. Une œuvre interactive est à *performer* par ses visiteurs, elle est *jouable*. L'interactivité n'est pas simplement ce qui se situe entre le spectateur et l'œuvre. Si elle est entre le spectateur et l'œuvre, c'est qu'elle est aussi à l'intérieur de l'œuvre. Il n'y a interactivité externe que s'il y

a une interactivité interne. C'est la structure interactive interne d'un objet ou d'une oeuvre ainsi que l'optimisation de cette structure qui permet de les jouer. Toujours selon Jean-Louis Boissier (2004), c'est là que se situe la jouabilité.

Le jeu, comme l'art, est protocole et dispositif, exercice et interprétation, distraction et travail. En parlant de jouable, on désigne une qualité, pas un type d'objets [...] des événements, sont rendus jouables, par le numérique et l'interactivité [...] Une esthétique de la jouabilité s'intéresse à une qualité singulière qui est une potentialité ou, plus encore, une virtualité.³

5.2 Règles du jeu et conventions

Il existe des traits communs au jeu et à l'art interactif. Les règles du jeu, les conventions établies, peuvent être mises en parallèle avec les conventions artistiques en tant qu'elles sont respectées, ou transgressées par les artistes.

Ces règles et ces conventions constituent l'ossature du dispositif *Tontauben*, en ce qu'elles régissent à la fois la production et l'expérience de l'œuvre. Les règles du jeu cadrent les modalités de la relation à l'œuvre. Elles renvoient aux conventions définies et fixées par son créateur. L'œuvre interactive doit transmettre, de façon explicite ou non, cette règle du jeu qui en permet la réception et son usage. Selon Bill Moggridge (2007), la connaissance des règles et des conventions est une des quatre composantes importantes qui constituent un design interactif agissant⁴.

L'interactivité trouve ses ancêtres les plus manifestes dans les instruments et les jouets, c'est-à-dire précisément ce que l'on manipule, ce avec quoi on joue. Il n'est donc pas surprenant qu'un des terrains d'achèvement de l'informatique soit le domaine des jeux. La culture numérique est indissociable d'une modalité étendue de la culture ludique. Comme l'indique Marshall McLuhan (1971) :

Tout jeu, comme tout médium d'information, est une extension de l'individu ou du

groupe. Son effet sur le groupe ou l'individu, est celui d'une reconfiguration des parties du groupe ou de l'individu qui ne sont pas étendues ou prolongées. Une oeuvre d'art n'a pas d'existence ou de fonction en dehors de ces effets sur les hommes qui l'observent. Et l'art, comme les jeux ou les arts populaires, et comme les médias de communication, a le pouvoir d'imposer ses propres postulats en plaçant la communauté humaine dans de nouvelles relations et de nouvelles attitudes.⁵

Les interfaces utilisées dans l'environnement *Tontauben* offrent un haut niveau de familiarité à ses utilisateurs. Leurs formes sphériques, leurs couleurs franches ainsi que leur finition très brillante leur confèrent immédiatement un aspect de petits ballons. Nous avons tous un jour ou l'autre manipulé cet objet familier. Nos premières expériences avec cet objet remontent souvent à un très jeune âge, avant même que nous ayons acquis le langage.

Cette familiarité, issue d'un âge où nous ne savions pas encore faire usage de la parole, acquiert une certaine importance si l'on examine la façon dont les utilisateurs de l'environnement *Tontauben* prenaient contact les uns avec les autres par l'intermédiaire des ballons-interfaces. Les utilisateurs roulaient les balles les uns vers les autres, se les lançaient ou tout simplement expérimentaient les sons provoqués par leur roulement sur le sol. Il semblait alors naturel aux utilisateurs de signaler à quelqu'un situé à l'autre bout de la salle de leur retourner le ballon au lieu qu'ils aillent le chercher eux-même. L'établissement de cette communication non verbale était rendu possible par cet objet familier, le ballon, utilisé ici comme interface.

En même temps, l'émission de l'échantillon sonore associé à l'interface et les transformations lui étant appliquées selon son déplacement imposé par l'utilisateur incitaient ce dernier à délaissier les manipulations habituellement appliquées à un ballon. Ainsi débutait une exploration gestuelle opérée par l'utilisateur dont le ballon-interface était le principal vecteur.

5.3 Esthétique sonore

Les explorations sonores et les performances musicales font partie des activités effectuées par les êtres humains depuis des milliers d'années. Notre désir de créer des sons en temps réel nous a mené vers l'exploration d'une très grande variété de technologies et matériaux sonores. Frapper, frotter ou casser des objets trouvés dans la nature est possiblement la façon la plus simple de créer délibérément des sons et était probablement la façon originale dont les matériaux étaient manipulés par nos ancêtres lointains pour *sculpter* les sons. Les êtres humains s'intéressent depuis longtemps aux moyens de contrôler les sons musicaux d'une façon plus articulée. La diversité d'instruments musicaux et de dispositifs sonores utilisés par les musiciens et les artistes sonores démontre l'immense énergie, intellectuelle et physique, qui a été mobilisée au cours des années pour développer différentes façons d'explorer et de contrôler la production de sons.

Nous possédons un immense bagage d'expériences en ce qui a trait aux sons produits. Sans le faire, nous connaissons très bien le son que produirait une roche fracassant une vitre ou encore, le son d'un rire d'enfant. Comme être humain, nous avons, emmagasinée dans notre mémoire, une immense base de données sonore. Un son lointain nous donne toutes sortes d'informations concernant son point d'émission. À l'écoute d'un son, nous pouvons facilement déterminer sa source et la discerner parmi plusieurs autres propositions sonores. Nous faisons constamment des liens sonores. Notre ouïe est un de nos organes les plus stimulés dans notre vie quotidienne. Mais qu'arrive-t-il lorsqu'un son ne retrouve aucun écho dans notre mémoire? Nous sommes alors pour un court instant déstabilisés par la non-signification de cet événement.

À travers ses manifestations sonores, *Tontauben* cherche explicitement à créer un va-et-vient entre une stabilisation et une déstabilisation des utilisateurs. Les échantillons sonores partagent le caractère familier que l'on retrouve chez les ballons-interfaces. Ils font partie des expériences et du quotidien des utilisateurs soit : un rire d'enfant, des gouttes de pluie, un son de tonnerre, une conversation. Cela dit, la nature des transformations effectuées par les

mouvements des interfaces entraîne les utilisateurs vers un champ sonore très peu familier, voire même inconnu. Le lien entre les mouvements et les transformations sonores est ressenti, mais ne peut être prévu. Les transformations sonores empruntent un éventail insolite de sonorités dans lequel l'échantillon initial n'est plus reconnu.

La nature insolite des sons transformés peut provoquer chez les utilisateurs des sensations allant du confort à l'inconfort qui peuvent transformer une expérience sonore agréable en une expérience sonore menaçante. Le registre sonore des échantillons varie du ton aigu du rire d'enfant et des gouttes d'eau à celui plus grave du tonnerre et des basses fréquences. Ces qualités sonores impliquent une expérience corporelle des sons qui va au-delà de la simple vibration de notre tympan, cette expérience mène à une sensation très incarnée, très corporelle de leur résonance. À certains moments, lorsque le son atteint une amplitude où cette résonance est la plus sentie, un sentiment d'inconfort, plus ou moins intense selon les utilisateurs, émerge. Simultanément, les variations sonores peuvent atteindre un haut degré d'intensité. À ce moment peut se former une harmonie, un son plein, total, unique, qui échappe à toute définition et qui provoque un sentiment de volupté pouvant être comparé à la joie ressentie lorsqu'un présent inattendu nous est donné. Ces moments représentent des ouvertures qui émergent malgré les conventions formant les paramètres de l'oeuvre et les règles régissant le jeu. En réalité, autant les moments de volupté que ceux de grand inconfort déjouent le contrôle que les utilisateurs et le créateur pourraient penser avoir sur l'oeuvre.

5.4 Esthétique spatiale et relationnelle

Tontauben offre un espace presque vide où l'oeuvre émerge des gestes et des manipulations des utilisateurs sur les interfaces. L'environnement se définit alors comme un champ de relations. Il permet de reconfigurer les postures et les rôles des utilisateurs, qui se trouvent immergés dans un espace sonore, impliqués dans un processus d'actualisation du geste en signification sonore. Les composantes plastiques, la collaboration des dimensions sonore, visuelle, haptique et kinesthésique, les stratifications des codes ainsi que les dispositifs

interactifs employés permettent la mise en place d'un environnement proposant un retour aux dimensions concrètes (spatio-temporelles, perceptives et relationnelles) de l'écoute et de la production sonore.

Non seulement complexe de stimulations polysensorielles, l'environnement *Tontauben* se définit alors comme un champ de relations intersubjectives. Dans cette perspective, le son devient vecteur de stratégies de territorialisation, d'individuation et de socialisation. Au centre de cette reconfiguration généralisée des postures et des dynamiques, l'écoute et l'émission sonore via le déplacement des interfaces deviennent des tenseurs relationnels puissants.

Par l'intermédiaire de ses dispositifs interactifs, qui commandent des modes communicationnels gestuels et ludiques immédiats, une relation particulière s'instaure entre le spectateur et le système *Tontauben*. Les mouvements de l'utilisateur sont dotés d'une trace sonore, ils construisent avec la machine et les autres participants un système de réactions mutuelles, qui tend à se transformer en dialogue.

Le dialogue est ici beaucoup plus complexe que dans la plupart des instruments traditionnels, car le système *Tontauben* est à même de solliciter des éléments emmagasinés dans la mémoire de l'ordinateur. Le système fait jouer des algorithmes puissants réagissant aux comportements des utilisateurs. Ce dialogue entre ces derniers et le système *Tontauben* s'approche de ce qu'il est convenu d'appeler *le temps réel*, c'est-à-dire un délai acceptable pour le traitement du flux des données qui donne une réalité humaine à l'interactivité. En ce sens, nous pouvons parler ici d'une interactivité en *temps humain*.

Lorsque plusieurs utilisateurs manipulent les interfaces simultanément, les effets provoqués par les sons plaisants et désagréables prennent une importante signification sociale. La sensation désagréable n'est maintenant plus le fait d'un seul individu, mais de la manipulation des interfaces par une collectivité. Le même constat s'applique pour les moments d'intense plaisir. Cela implique que, à la fois le plus plaisant et le plus désagréable des moments sont le fait d'interventions collectives. L'utilisateur est alors confronté à son désir d'engagement ou de non-engagement dans ces actions collectives. L'utilisateur peut manipuler les interfaces

sans tenter de s'ajuster aux autres utilisateurs présents dans l'environnement ou il peut considérer les mouvements des autres et essayer d'atteindre la production d'un environnement sonore qu'il considère comme le plus souhaitable. Dans cette situation, les visées des utilisateurs peuvent être diverses. Pour vérifier jusqu'où le système ira dans son intensité, quelques-uns tenteront peut-être de créer une grande confusion sonore en générant des sons les plus dérangeants possible tandis que certains autres tenteront de créer un environnement sonore le plus harmonieux possible.

Les questions que l'on peut alors se poser sont : Est-ce que je joue avec l'autre? Est-ce que l'autre travaille avec moi? Vers quoi tendons-nous? Et comment diable le négocie-t-on? Serai-je frustré si je ne parviens pas à imposer mes intentions? Devrais-je renoncer? Suis-je confortable avec l'idée de collaborer avec de parfaits étrangers? Suis-je prêt à explorer de nouvelles avenues collectivement? Quand devrais-je arrêter? Devrais-je arrêter maintenant?

Sous un angle sociétal, nous pouvons considérer que *Tontauben* questionne les conventions comportementales auxquelles les individus adhèrent et leur niveau d'adhésion ou de résistance aux conventions établies.

Chapitre VI

RÉSULTAT DE L'EXPÉRIENCE ET DÉMARCHE D'ENQUÊTE

6.1 Introduction

Afin d'étudier l'ergonomie du système, la perception par les utilisateurs des environnements sonores et visuels, l'efficacité des dispositifs interactifs ainsi que le degré d'échange et de collaboration entre les utilisateurs, un groupe cible représentant un modèle du public visé par *Tontauben* a été invité à expérimenter le prototype lors d'une présentation publique à la galerie OBORO à Montréal¹.

6.2 Techniques d'enquête

Un questionnaire écrit comportant 10 questions à développement et huit à choix multiples a été remis à chacun des individus du groupe cible. Chaque individu devait remplir une copie du questionnaire suite à son expérience.

Le questionnaire comportait des questions de fait, des questions d'opinion, des questions directes et indirectes à développement ainsi que des questions fermées à choix multiples.

Les questions ont été divisées en quatre catégories d'analyse :

- 1— Données de faits
- 2— Ergonomie perceptuelle
- 3— Ergonomie cognitive
- 4— Ergonomie communicationnelle.

Pour plusieurs des questions, il ne s'agissait pas tant de classer les réponses, mais plutôt de s'attarder au vocabulaire, métaphores et analogies faites par les individus du groupe cible, particulièrement pour les questions concernant l'ergonomie perceptuelle.

6.3 Échantillonnage

L'échantillonnage du groupe cible représentait le public visé par *Tontauben* soit des individus âgés de cinq (5) à 77 ans n'ayant pas nécessairement de connaissances technologiques spécifiques, mais ayant une certaine *habitude culturelle* (visite d'exposition, écoute de musique, etc.).

15 individus constituaient le groupe cible. Chacun des individus a été contacté individuellement pour en faire partie. Ces derniers devaient se rendre à la galerie OBORO pour expérimenter le prototype. Le personnel de la galerie qui leur remettait le questionnaire restait disponible pour répondre à toute question se rapportant à ce dernier. Le questionnaire rempli de façon anonyme devait être remis avant de quitter la galerie.

6.4 Catégories et méthode d'analyse

Les questions no 1, 2, 3 et 4, 6 et 8 se rapportaient aux données de faits. Les questions no, 5, 10, 11 et 15, voulaient évaluer l'ergonomie perceptuelle. Les questions no 12, 13, 16 et 17 évaluaient l'ergonomie cognitive. Enfin, les questions no 7, 9, 14 et 18 recueillaient principalement des données touchant l'ergonomie communicationnelle.

Les réponses aux questions classées sous la catégorie *Données de faits* ont été compilées et analysées de façon quantitative permettant ainsi un cadrage et une typologie des questions des trois autres catégorics.

Les réponses aux questions appartenant aux trois autres catégories (Ergonomies perceptuelle, communicationnelle et cognitive) ont été compilées et analysées de façon qualitative et comparative dans le but de faire ressortir les concordances dans les réponses fournies. À travers les questions de ces trois catégories, nous ne cherchions pas à obtenir des réponses précises à des questions précises, mais plutôt une appréciation qualitative de l'environnement proposé. La grille d'analyse vise donc à mesurer la perception de l'environnement *Tontauben* par les utilisateurs et le degré de satisfaction de l'utilisateur vis-à-vis son expérience. Ces questions visent aussi à vérifier quelle relation l'utilisateur a établie avec le système interactif de *Tontauben* ainsi qu'avec les autres utilisateurs présents dans l'environnement et enfin ce qu'il a retenu de son expérience.

6.5 Analyse des résultats

6.5.1 Âge et sexe des individus

Tableau 6.1
Groupe d'âge, sexe et nombre d'individus du groupe cible

Groupe d'âge	nombres d'individus	Nombre de femmes	Nombre d'hommes et de garçon
5 à 15 ans	3	0	3
16 à 25 ans	3	2	1
26 à 35 ans	5	1	3
35 à 50 ans	4	4	1
totaux	15	7	8

6.5.2 Habitudes culturelles

Plus de 86 % individus avaient visité entre 6 et 10 expositions au cours de la dernière année. Tous les individus du groupe cible écoutent de la musique durant leur temps libre.

6.5.3 Créativité des individus ciblés

Plus de 86 % des individus du groupe cible se considèrent comme des personnes créatives. Seulement 2 personnes sur 15 se considèrent comme peu créatives.

6.5.4 Forme physique

Plus de 86 % des individus du groupe cible pratique régulièrement une activité physique. Le groupe cible est actif et généralement en bonne forme physique. Il est donc permis de déduire que ces individus sont enclins à s'engager physiquement avec une oeuvre artistique.

6.6 Ergonomie perceptuelle

6.6.1 Aspect général de l'environnement

Tous les individus ont indiqué qu'ils avaient vécu une bonne expérience lors de leur participation à *Tontauben*. Appelés à préciser leur appréciation de l'expérience en leurs propres mots, plusieurs individus ont exprimé le fait qu'ils avaient vécu une expérience amusante, que l'environnement appelait au jeu et à la découverte, offrait une liberté de création et permettait de « se faire des amis »².

6.6.2 Aspect sonore

80 % des individus ont trouvé l'environnement sonore intéressant ou très intéressant. Seulement trois individus ont qualifié l'environnement sonore de *peu intéressant*. Appelés à préciser leur appréciation de l'environnement sonore, ces 3 individus ont indiqué que le choix des sources sonores ne permettait pas d'avoir un rapport de composition avec l'environnement audio, qu'il y avait trop de *bruit* dans l'environnement, que l'environnement sonore manquait de rapport avec l'environnement visuel et enfin qu'il aurait aimé avoir des

propositions sonores plus mélodiques.

Les commentaires des individus ayant trouvé l'environnement sonore intéressant indiquaient que le son les intriguait, que la distribution sonore était intéressante et bien réussie, qu'en jouant avec les interfaces il y avait d'intéressantes transformations sonores, et enfin que cela les inspirait pour créer quelque chose de semblable.

Les personnes ayant jugé l'environnement sonore très intéressant ont indiqué que les harmonies créées en déplaçant les interfaces étaient étonnantes, qu'elles trouvaient très intéressante la transformation des sons en temps réel, que la proposition sonore était nouvelle et mystérieuse, mais en même temps accessible, ils appréciaient la *profondeur des tonalités* et des changements sonores affectés selon leurs déplacements et finalement le haut degré d'interaction de *Tontauben*.

Tous les individus ont perçu des changements dans l'environnement sonore lorsqu'ils déplaçaient les interfaces.

6.6.3 Aspect visuel

Plus de 67 % des individus ont jugé l'environnement visuel de *Tontauben* intéressant ou très intéressant. 26 % l'ont estimé moyennement intéressant et 7 % (un individu) ne l'a pas du tout aimé. Ce dernier considérait que la répétition des sphères de couleur sur les murs de l'espace de diffusion de *Tontauben* créait un rapport trop littéral avec le terrain de jeu, la garderie.

Pour cet individu, l'environnement visuel était trop enfantin. Parmi les individus qui considéraient l'environnement visuel moyennement intéressant, une autre personne considérait que cela appuyait trop sur la notion de jeux, une autre n'appréciait pas les ronds de couleur disposés sur les murs.

Dans le groupe de personnes favorable à l'environnement visuel, plusieurs individus ont indiqué qu'ils aimaient le rapport entre les ronds de couleurs sur les murs et les interfaces,

que l'environnement visuel était très minimaliste, vivant, surprenant et agréable. Une personne a indiqué que cela l'amenait en dehors d'une galerie normale et prêtait à la fête.

Un seul individu, un enfant âgé de 5 ans, a fait une référence directe aux les interfaces en indiquant qu'il avait aimé le visuel : « Par ce qu'on pouvait jouer avec toutes les couleurs (les interfaces) et ça pouvait pas se briser. »

6.7 Ergonomie communicationnelle

73 % des individus ont passé plus de 15 minutes dans l'environnement, 20 % entre 10 et 15 minutes en enfin 7 % entre 5 et 10 minutes.

Tous les individus ont déplacé les interfaces sphériques de façon individuelle majoritairement en les tenant dans leur main (93 %), en les lançant (93 %) ou en les bottant (67 %). Une personne les a même fait tenir sur son front en se déplaçant dans l'espace.

La totalité des individus a interagi avec les autres utilisateurs présents dans l'environnement soit en échangeant simplement les interfaces, soit en jouant à lancer les interfaces avec les autres utilisateurs, en échangeant des paroles ou en communiquant de façon non verbale (sourires, invitations gestuelles).

6.8 Ergonomie cognitive

De façon générale, *Tontauben* est perçue comme un espace créatif permettant une libre production sonore possédant une grande transparence technologique qui permet l'émergence d'un environnement ludique.

Les utilisateurs ont très bien saisi les relations entre les déplacements des interfaces et leurs

incidences sur les événements sonores en découlant.

Tontauben comme espace collectif de création bien que remarqué par plusieurs individus du groupe cible, ne semble pas être une des particularités importantes du projet pour les utilisateurs.

Le groupe définit majoritairement l'oeuvre comme étant une oeuvre d'art doublé d'un jeu. Pour le groupe, il représente beaucoup plus un outil de communication qu'un instrument musical.

CHAPITRE VII

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET PROPOSITIONS DE MODIFICATIONS

7.1 Interprétations des résultats

Le groupe cible est un modèle réduit du groupe cible de l'environnement *Tontauben* soit des individus âgés de 5 à 77 ans n'ayant pas nécessairement l'habitude d'expérimenter des installations interactives, mais ayant une certaine ouverture en ce qui concerne les expériences artistiques et étant ouvert aux nouvelles expériences.

L'environnement sonore de *Tontauben* est reçu très favorablement par les individus. Tous les individus ont déplacé les interfaces de *Tontauben* ce qui confirme les choix en ce qui a trait à l'aspect esthétique des interfaces et affirme les choix concernant les dispositifs interactifs de l'environnement. Bien que certains des individus du groupe cible n'aient pas très bien discerné la diversité des événements sonores, tous les individus considèrent l'environnement sonore comme étant novateur, stimulant et surprenant particulièrement en ce qui concerne la distribution sonore qui est un des aspects les plus intéressants de l'environnement pour l'ensemble des individus. Le manque de discernement des variations sonores par certains individus est probablement dû au fait que ces personnes n'aient pu vivre l'expérience *Tontauben* de façon optimale; soit en raison d'un trop grand nombre de personnes présentes dans l'installation ou parce qu'ils n'étaient pas disposés à accueillir une telle proposition. Les commentaires provenant de ces individus (2 sur 15) indiquent un besoin d'entretenir une relation intime avec l'environnement *Tontauben*.

Une personne du groupe cible a exprimé une certaine frustration concernant le fait qu'une des interfaces n'était pas fonctionnelle lors de son expérience de *Tontauben*. Ce commentaire met en lumière l'importance d'augmenter la robustesse du système et des dispositifs interactifs. L'environnement visuel de *Tontauben* ne fait pas l'unanimité. Une forte proportion du groupe

(64 %) la considère comme étant stimulante et en symbiose avec l'environnement sonore, mais un pourcentage important d'individus (33 %) considère qu'elle est une distraction pour l'oeuvre. Cela peut être expliqué par l'effet très lumineux et coloré des éléments visuels proposés par *Tontauben*. L'ambiance visuelle de *Tontauben* venait à l'encontre de l'ambiance souvent très sombre que l'on retrouve normalement dans la présentation d'oeuvres d'art médiatiques. Pour la présentation du prototype, les fenêtres de la galerie ont été complètement démasquées. La lumière naturelle était la seule source lumineuse. Ce choix esthétique mettait à nu toutes les composantes visuelles de l'installation, les ronds de couleurs appliqués ici et là sur les murs, la blancheur des murs, la présence des interfaces et de différentes composantes technologiques de l'oeuvre (hauts parleurs et capteurs). Cette ouverture à l'oeuvre pouvait provoquer un certain inconfort pour certains individus ou du moins confronter leurs habitudes concernant ce type d'oeuvres.

Une forte majorité des individus (14 sur 15) a passé plus de 15 minutes dans l'environnement *Tontauben* ce qui permet d'affirmer que *Tontauben* propose une complexité stimulante et fait naître un intérêt et une curiosité de la part de ses utilisateurs. Ce temps d'expérimentation permet aussi de supposer qu'une interactivité collective peut émerger. Tous les individus ont interagi avec d'autres individus présents dans l'environnement ce qui souligne l'aspect collaboratif de la proposition.

Le groupe cible a très bien discerné la sémantique et l'ontologie de *Tontauben* et de ses composantes comme étant un espace créatif permettant une libre production sonore possédant une grande transparence technologique qui permet l'émergence d'un environnement ludique. Le jeu est un des éléments saillants de *Tontauben*. Bien que déstabilisant pour certains individus, cet aspect de *Tontauben* est une de ses particularités les plus appréciées par le groupe cible. Paradoxalement, l'aspect social de *Tontauben*, intrinsèque à toute proposition de jeu collectif, ne semble pas être remarqué par l'ensemble du groupe cible. Cela peut être expliqué par la nouveauté de la proposition et par le fait que les utilisateurs doivent tout de même décoder les règles du jeu proposé par l'environnement.

Le groupe définit majoritairement l'oeuvre comme étant une oeuvre d'art doublé d'un jeu. Pour le groupe, il représente beaucoup plus un outil de communication qu'un instrument musical. De ces perceptions nous pouvons déduire qu'un contact plus constant avec l'environnement permettrait le développement d'une habilité de jeu plus élaboré de la part de l'utilisateur et donc une plus grande complexité dans la composition sonore générée par la manipulation des interfaces mises à la disposition des utilisateurs.

7.2 Propositions de modifications de l'environnement

Les commentaires recueillis et l'observation ultérieure des utilisateurs de *Tontauben* ont fait émerger certaines pistes concernant l'amélioration de l'environnement *Tontauben*.

L'ontologie de chacune des interfaces devra être précisée. Pour ce faire, une recherche concernant la programmation d'entités, basée sur le principe des boids¹, se déployant dans un environnement virtuel représentant l'environnement physique dans lequel *Tontauben* prendra place sera développée. Ces entités seront programmées selon un certain nombre de lois de vie (entre trois et quatre) qui guideront les comportements des entités virtuelles. La création de ces entités permettra une plus grande résolution et une complexité des comportements sonores actionnés par le mouvement des interfaces. Une des lois de vie des entités sera de tenter de se rapprocher le plus possible de la position spatiale des interfaces physiques de *Tontauben* (les balles). Une deuxième loi sera de respecter une distance X entre chacune des interfaces. Cette distance sera différente pour chacune des entités. Une troisième loi sera la vitesse de déplacement de l'entité dans l'espace virtuel, une quatrième déterminera son angle d'attaque de son approche vis-à-vis l'interface physique.

L'environnement visuel de *Tontauben* sera changé. L'utilisation de ronds de couleur appliqués sur les murs de l'espace de la galerie a permis initialement d'intégrer le concept de redondance chromatique dans l'environnement, mais comme suite à l'expérience, cette utilisation n'est plus appropriée. *Tontauben* est avant tout un environnement sonore immersif.

Une intervention esthétique sur les parois délimitant l'espace ne semble pas nécessaire. Une recherche concernant l'éclairage se poursuivra.

La robustesse du système sera augmentée. Le problème du non-fonctionnement de certaines interfaces durant la présentation du prototype devrait être résolu par l'intégration dans les interfaces de composantes électroniques plus robustes.

Différentes sources sonores seront utilisées et différents algorithmes sonores seront développés. Une recherche approfondie sera effectuée en ce qui concerne la possibilité d'utiliser des algorithmes sonores évolutifs qui utiliseront la position spatiale des interfaces (les X, Y, Z) comme argument dynamique.

CONCLUSION

À travers ce document, j'ai tenté de présenter les motivations, les influences ainsi que les grands principes qui m'ont mené à la réalisation de l'environnement *Tontauben*. Je voulais aussi exposer les étapes de création menant à mon projet de maîtrise et vérifier la perception de l'environnement interactif par un groupe restreint d'utilisateurs représentant son public cible. Nul document aussi précis et étoffé fut-il ne saurait remplacer l'expérience de l'environnement lui-même. La complexité des processus et des mécanismes opératoires déployés pour la création d'une oeuvre interactive comme *Tontauben* dépasse de loin celle entrevue lors de sa conception.

De l'idée du projet à sa matérialisation, de son fantasme à son expérimentation, quatre années se seront écoulées. Quatre révolutions de la Terre autour du soleil qui m'ont, à maintes occasions, vu errer sur des chemins incertains, empruntant des voies proches du mysticisme où il m'a semblé y rencontrer une *harmonie des sphères*¹ pythagoriciennes, un modèle du monde régit par des rapports numériques harmonieux. L'inspiration et le désir de créer des oeuvres novatrices sont des créatures hétérogènes dont l'amalgame peut quelquefois produire des descendants inattendus. L'environnement *Tontauben* est un héritier des approches esthétiques, technologiques et sociologiques développées au cours des 40 dernières années en art cybernétique. Les nouvelles technologies se sont transmuées en *nouveaux médias* qui eux même se sont transmutés en *médias interactifs*. La transformation se perpétue. Les oeuvres interactives ont d'abord été vues comme un nouveau savoir-faire, des innovations technologiques pour être ensuite considérées comme un nouveau matériau communicationnel. À notre époque elles sont d'abord envisagées comme espace ou objet, véhicules d'informations relationnelles.

Le projet *Tontauben* est un espace fait de relations et d'informations régi par des conventions. En ce sens et au-delà de son statut d'oeuvre interactive, il constitue un jeu, une distraction interactive avec des règles favorisant certains comportements des utilisateurs. Il est dit que

les moments de distraction, d'inattention nous offrent l'occasion de quitter les chemins les plus fréquentés et que pendant un instant, nous pouvons changer le schème de notre pensée, de nos actions. C'est une des promesses de l'expérience artistique. Si *Tontauben* a pour un instant provoqué chez ses utilisateurs une errance métaphysique se rapprochant de la *connaissance* telle que définit par Merleau-Ponty, l'oeuvre aura dépassé, et de loin, les fantasmes de son créateur.

Depuis sa présentation en septembre 2004, le développement de *Tontauben* a été poursuivi. Les technologies développées, les prises de position esthétiques et les stratégies interactives élaborées pour *Tontauben* ont été mises à profit dans plusieurs autres de mes oeuvres qui en constituent le prolongement.

En 2005, je présentais à la galerie SOIL à Régina, la deuxième version de *Tontauben* que je renommais *Transduction*. Cette version reprenait sensiblement la même architecture sonore (utilisation de VST et d'algorithmes sonores exploitant les coordonnées en X, Y et Z des interfaces comme variables dynamiques), mais avec l'ajout d'un système de captation sonore permettant aux utilisateurs d'introduire des sons qui étaient traités et modifiés en temps réel ou, comme nous l'avons vu au chapitre 4, en *temps humain* par le déplacement d'une interface associé au système de captation. Cette nouvelle possibilité offerte aux utilisateurs venait augmenter le sentiment d'identification ressenti vis-à-vis de l'environnement interactif. Cette nouvelle règle du jeu non intrusive permettait à cette version de l'oeuvre d'offrir une palette sonore beaucoup plus riche et inattendue que celle offerte par *Tontauben*. Une troisième production de *Tontauben* fut réalisée au courant de la même année. Elle fut présentée en janvier 2006 à Calgary lors du légendaire festival de performance *Hight Performance Rodeo*. Cette version intégrait le système de captation sonore et un nouveau module d'interaction visuelle qui utilisait une caméra sans fil insérée dans une interface semblable à celle utilisée pour la première et deuxième version de *Tontauben*. Les utilisateurs pouvaient capter l'image vidéo en temps réel selon le déplacement et la ligne de vue qu'ils imposaient à la caméra insérée dans l'interface. Cette image vidéo était diffusée par un projecteur sur un écran stratégiquement positionné dans l'espace de présentation. En déplaçant une deuxième

interface associée au module d'interaction visuelle, les utilisateurs pouvaient transformer l'image vidéo projetée. La programmation du module d'interaction visuelle utilisait une modélisation physique, un univers 3D créé avec *Pure Data* et *GEM*, dans lequel les coordonnées en X, en Y et en Z de l'interface associée étaient intégrées et modifiaient la forme et le mouvement de l'image vidéo projetée. Il s'agissait en somme d'appliquer des vecteurs de forces sur des points d'ancrage fixés à l'image vidéo intégrée dans l'univers virtuel 3D ce qui la modifiait sur ses trois axes (X, Y et Z). C'est le résultat de cette mutation visuelle pratiquée en temps réel qui était diffusé dans l'espace de présentation.

Le commentaire exprimé et l'interprétation des résultats de l'enquête menée auprès du groupe cible ont grandement orienté mes recherches et la production des versions postérieures à *Tontauben*. Ma dernière production interactive *FLOCK* présentée en 2007 à Toronto utilise la dernière version du système de positionnement spatial de Ubisense dont les composantes électroniques insérées dans les interfaces ont été miniaturisées. Les interfaces ont été transformées pour offrir une meilleure protection aux circuits électroniques des *tags* offrant ainsi une robustesse accrue au dispositif interactif. La programmation du méta instrument de cette oeuvre amalgame les principes des *boids* à des algorithmes de synthèse granulaire ce qui crée un environnement sonore beaucoup plus organique dont la distribution est beaucoup plus fluide que celle de *Tontauben*. De plus, cette oeuvre utilise un dispositif robotisé de diffusion visuelle que je nomme le *Robotic Mirror Array* (RMA). Le RMA se présente sous la forme d'une structure faite d'aluminium qui soutient 12 miroirs de 7.5 cm par 7.5 cm disposés sur trois rangées comportant quatre miroirs chacune. Chaque miroir est contrôlé par deux servomoteurs qui lui procurent une autonomie de 180° sur les axes des X et des Y. Le RMA permet ainsi de projeter 12 images vidéo indépendantes dont les comportements et les déplacements dans l'espace de diffusion sont modifiés par les coordonnées spatiales des interfaces sans fil utilisées dans l'installation. À l'instar des sons de *Tontauben*, les entités visuelles suivent le déplacement des interfaces manipulées par les utilisateurs de *FLOCK*.

Mes recherches et réflexions portant sur les environnements interactifs entreprises lors de l'élaboration et la réalisation du projet *Tontauben* m'ont apporté une meilleure compréhension

des enjeux liés à la création d'environnements interactifs. Mon simple désir de créer des sons en lançant des balles et celui d'établir un réel dialogue entre l'humain et la machine m'ont entraîné vers la création d'oeuvres utilisant des principes de vie artificielle appliqués à des environnements interactifs et vers le développement et l'utilisation d'algorithmes comportementaux simulant la vie et le déplacement d'entités virtuelles dont les manifestations visuelles se transposent dans un espace réel et physique de présentation. Les recherches issues de *Tontauben* et des oeuvres en découlant accompagneront et stimuleront encore longtemps l'élaboration et la création de mes futures recherches et productions artistiques.

ANNEXE A

DESCRIPTION DU DOCUMENT DE PRÉSENTATION VIDÉO DE L'ENVIRONNEMENT INTERACTIF *TONTAUBEN*

Un DVD vidéo présentant une documentation de l'environnement interactif *Tontauben* accompagne ce mémoire de maîtrise. Ce DVD vidéo présente l'environnement interactif *Tontauben* tel qu'il était offert au grand public lors de sa diffusion au centre OBORO à Montréal en septembre 2004. La présentation de l'oeuvre est entrecoupée de plusieurs extraits tirés d'une entrevue réalisée par un des auteurs du vidéo avec Marc Fournel, le créateur de *Tontauben*.

Ce document est compatible avec les environnements informatiques Linux, MacIntosh et Windows. Il peut aussi être lu par un lecteur DVD professionnel ou domestique.

Notice bibliographique :

Mastai, Galit et Hart Snider. 2005. *Marc Fournel, Tontauben, prod.* Mastai, Galit et Hart Snider. Montréal: OBORO. DVD vidéo, 5 min 15 s, son, couleur.

NOTES ET RÉFÉRENCES

Introduction

1. Marc Jimenez, « Le défi esthétique de l'art technologique », *Le Portique: Technique et esthétique*, no 3, 1er semestre, 1999.

Chapitre I

1. Friedrich Nietzsche, *Le Crépuscule des Idoles*, In *Œuvres Complètes de Nietzsche*, sous la dir. de G. Colli et M. Montinari, T. 1, vol 1 Paris: Gallimard, 1977, p. 356.

2. Marga van Mechelen et Göran Sonesson. 2000, « Les arts de l'action/Action Art ». *Visio*, vol. 5, no 2.

3. Antidote Prisme, version 4, Montréal (Québec): Druide Informatique, 2004.

4. L'homéostasie est ici considérée comme étant la capacité du système de maintenir un état de stabilité relative de ses composantes internes malgré les variations constantes des données recensées par son dispositif interactif.

5. Nietzsche, Friedrich, op.cit.

6. Philippe Breton et Serge Proulx, *L'explosion de la communication: la naissance d'une nouvelle idéologie*, Paris ; Montréal : La Découverte - Boréal, 1989, p.222

7. L'art comme idole, le créateur comme prêtre, le lieu de diffusion comme temple, la présentation de l'oeuvre comme office religieux.

Chapitre II

1. Thomas. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 1st. ed., Chicago: Univ. of Chicago Pr., 1962.

2. Selon Kuhn, ce serait un phénomène qui ne peut être expliqué par les théories scientifiques acceptées qui force les chercheurs à comprendre les concepts scientifiques traditionnels de façon différente, et à substituer de nouvelles hypothèses aux anciennes.

3. Ce mot proviendrait du langage provençal et espagnol: animar ainsi que de l'italien : animare et anima qui signifie "vie" et "âme".

4. Maurice Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception*, Paris: Gallimard, 1945 542 p.

5. Le sujet et l'objet naissant littéralement de cette relation.

Chapitre III

1. Nom formé des premières lettres de cybernétique et spatiodynamique.

2. Ross Bencina, 2006, « Implementing Real-Time Granular Synthesis », In *Audio Anecdotes III: Tools, Tips, and Techniques for Digital Audio*, sous la dir. de Greenbaum & Barzel, p. 361-368. Natick (Mass): AK Peters.

3. À ne pas confondre avec VNS qui est une palette d'outils électroniques développés lors de la création de *Very Nervous System* et qui depuis 1995 est disponible sous une forme digitale comme plugiciel de MAX/MSP et qui porte le nom de *SofiVNS*.

4. Seuls les hauts parleurs et une caméra installée discrètement dans l'espace sont apparents.

5. David Rockey, 1998, « The Construction of Experience: Interface as Content », In *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*, sous la dir. de Clark Dodsworth, New-York (Mass): ACM Press ; Addison-Wesley, p. 27-47.

6. Tiges d'acier et plaques faites de duraluminium de différentes grandeurs et couleurs.
7. Pour plus d'information concernant l'oeuvre de ce pionnier des oeuvres interactives voir le site que l'observatoire Leonardo pour les Arts et les Techno-Sciences lui consacre : <http://www.olats.org/schoffer/>.
8. La danseuse Michèle Seigneuret et Maurice Bédart lui-même.
9. Söke Dinkla, « From Participation to Interaction: Towards the Origins of Interactive Art. », In *Clicking In: Hot Links to a Digital Culture*, sous la direction de Lynn Hershman Leeson, Seattle: Bay Press, 1996, p. 279-290.
10. Une voix de Carmene qui souffle quelques notes hautes, longues et soutenues, le son produit par une main qui aère prestement les pages d'un livre et enfin, un bruit de pas sur un plancher de bois.
11. Dans le contexte de cette recherche, ce terme désigne des grains contenant des arguments de valeurs aléatoires.

Chapitre IV

1. À cause d'une clause contractuelle limitant son exploitation, Siemens n'a jamais pu commercialiser son système.
2. À l'heure actuelle, les interfaces de *Tontauben* utilisent différentes enveloppes dont certaines sont faites de peluche et d'autre de cuir. Ces différentes enveloppes sont utilisées en fonction des espaces et lieux de présentation.
3. L'IRCAM est un centre de recherche sonore associé au Centre Pompidou. *Tontauben* y était présenté dans le cadre du festival Agora et de la conférence internationale NIME (*International Conference on New Interfaces for Musical Expression*).

Chapitre V

1. Marc Jimenez, loc. cit.
2. Jean-Louis Boissier, *La relation comme forme. L'interactivité en art*, Genève: Mamco, 2004, p. 256.
3. ibid, p. 241.
4. Bill Moggridge, *Designing Interactions*, Cambridge and London: The MIT Press, 2007, 766 p.
5. Marshall Mc Luhan, " Pour comprendre les médias ", Paris: Seuil, 1971, p. 257.

Chapitre VI

1. Cette présentation publique a eu lieu du 18 au 25 septembre 2004.
2. Réponse d'un enfant de 8 ans.

Chapitre VII

3. Un modèle comportemental distribué et basé sur des principe de vie artificiel dont le créateur est Craig Reynolds.

CONCLUSION

1. L'harmonie des sphère est une théorie d'origine pythagoricienne, fondée sur l'idée que l'univers est régi par des rapports numériques harmonieux, et que les distances entre les

planètes dans la représentation géocentrique de l'univers — Lune, Mercure, Vénus, Soleil, Mars, Jupiter, Saturne, sphère des fixes — sont réparties selon des proportions musicales, les distances entre planètes correspondant à des intervalles musicaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Antidote Prisme, version 4, Montréal (Québec): Druide Informatique, 1995-2005.
- Bencina, Ross. 2006, « Implementing Real-Time Granular Synthesis ». In *Audio Anecdotes III: Tools, Tips, and Techniques for Digital Audio*, sous la dir. de Greenbaum & Barzel, p. 361-368. Natick (Mass): AK Peters. 512 p.
- Bérubé, Louise (dir. Publ.). 1991. *Terminologie de neuropsychologie et de neurologie du comportement*. Montréal: Les Éditions de la Chenelière, 176 p.
- Boissier, Jean-Louis. 2004. *La relation comme forme: L'interactivité en art*. Genève: Mamco, 331 p.
- Breton, Philippe et Serge Proulx. 1989. *L'explosion de la communication: la naissance d'une nouvelle idéologie*. Paris ; Montréal: La Découverte – Boréal.382 p.
- Colli, G. et M. Montinari (dir. Publ.). 1977. *Oeuvres Complètes de Nietzsche*. T. 1, vol 1 Paris: Gallimard, 556 p.
- Dinkla, Söke. 1996, « From Participation to Interaction: Towards the Origins of Interactive Art. ». In *Clicking In: Hot Links to a Digital Culture*, sous la direction de Lynn Hershman Leeson, p. 279-290. Seattle: Bay Press.
- Jimenez, Marc. « Le défi esthétique de l'art technologique », *Le Portique*, Numéro 3 -1999, Technique et esthétique, 1999, [En ligne], mis en ligne le 14 mars 2005.
URL: <http://leportique.revues.org/document293.html>. Consulté le 12 octobre 2007.
- Kuhn, Thomas. S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2e édition. Chicago: Univ. of Chicago, 210 p.
- McLuhan, Marshall. 1971. *Pour comprendre les médias*. Paris: Seuil, 404 p.
- Merleau-Ponty, Maurice. 1945. *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard. 542 p.

Moggridge, Bill. 2007. *Designing Interactions*. Cambridge (Mass): MIT Press, 766 p.

Rockeby, David. 1998, « The Construction of Experience: Interface as Content ». In *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology*, sous la dir. de Clark Dodsworth, p. 27-47. New-York (Mass): ACM Press ; Addison-Wesley.

van Mechelen, Marga, et Göran Sonesson. 2000. « Les arts de l'action/Action Art ». *Visio*, vol. 5, no 2.