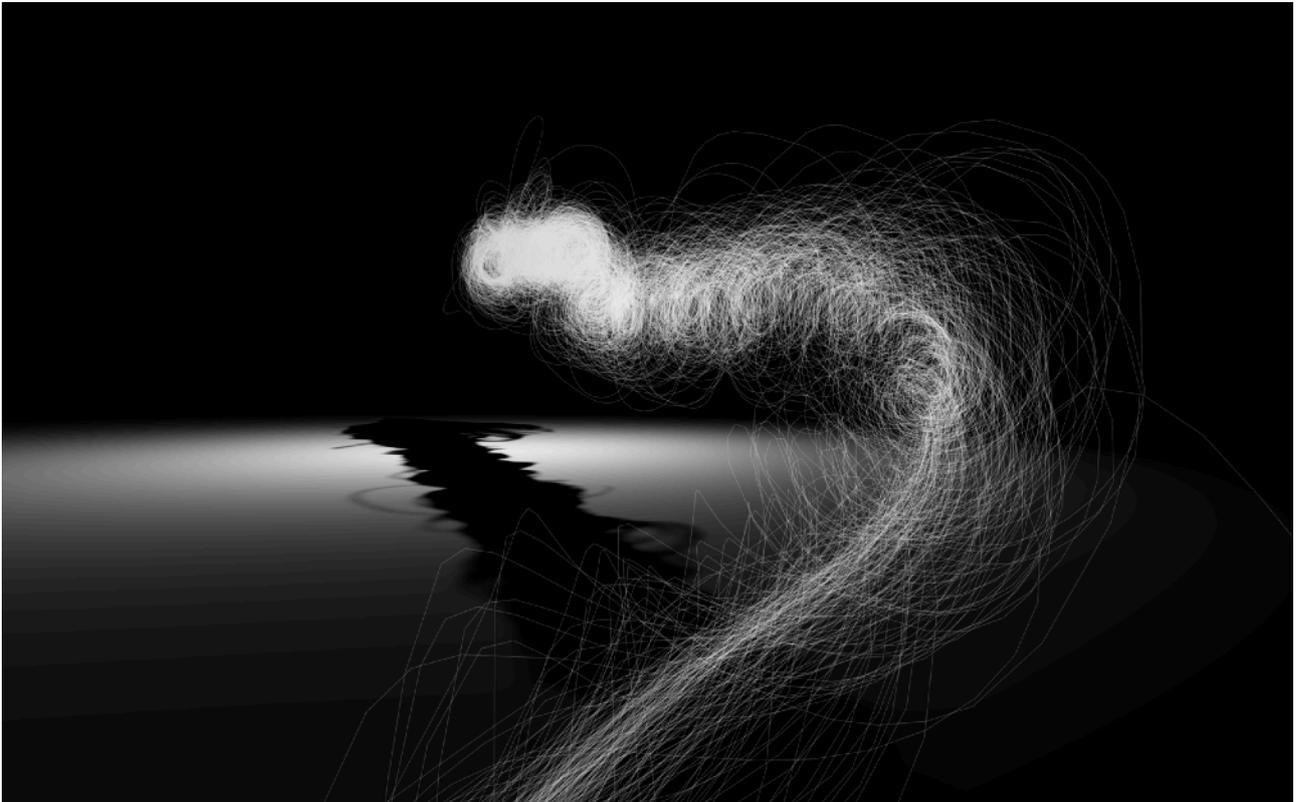


# [Volumes]

installation interactive immersive

**Mathieu Chamagne**



Mathieu Chamagne | [mathieu.chamagne@gmail.com](mailto:mathieu.chamagne@gmail.com) | +33(0)603159192  
<http://mathieuchamagne.com>

*[Volumes] est une expérience immersive qui propose d'explorer collectivement un espace virtuel peuplé d'objets sonores interactifs ; une installation à explorer par le geste et l'écoute.*

*[Volumes] est une invitation à expérimenter de nouveaux modes d'interaction, à confronter des points de vue et d'écoute indépendants, à observer et toucher des sons, à essayer d'écouter avec les yeux et à voir avec les oreilles...*



## **SOMMAIRE**

[Note d'intention : entendre le geste... et voir le son](#)

[\[Volumes\] synopsis](#)

[Un espace de jeu musical collectif](#)

[Objets sonores / Écoute réduite / Écoute augmentée](#)

[Audio || Visuel ?](#)

[Description technique du dispositif](#)

[Fiche technique](#)

[Calendrier de réalisation](#)

[Courriers de soutiens](#)

---

## Note d'intention : entendre le geste... et voir le son

Ce nouveau dispositif, à la frontière entre installation interactive et lutherie numérique, questionne le sens et le rôle du geste musical dans la musique électronique. Il propose aux visiteurs d'explorer et de s'approprier un instrument virtuel et innovant en jouant avec de nouvelles formes d'interprétation interactive.

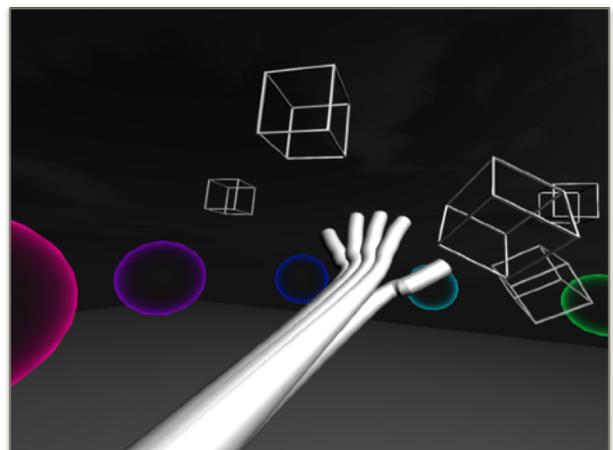
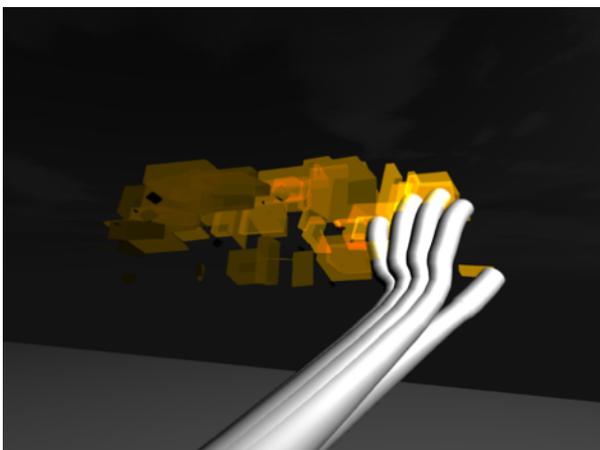
J'envisage cette nouvelle installation [Volumes] comme une suite à [Apertures] 2015, dans laquelle le geste n'est plus circonscrit à des cadres, mais toute la pièce devient un espace de captation et de diffusion.

Chaque utilisateur a son propre point de vue / point d'écoute indépendant.

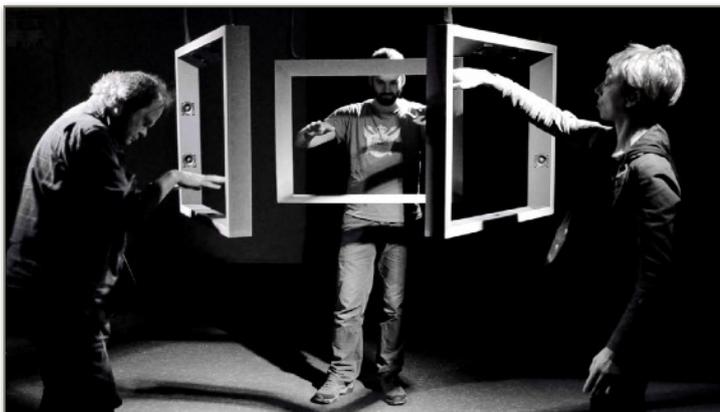
Dans l'installation **Kem** (Mathieu Chamagne / GMEA Fête de la science à Albi - 2011 - <http://www.mathieuchamagne.com/kem/>) - installation interactive dans laquelle il était déjà question de captation gestuelle et d'objets sonores virtuels -, j'avais utilisé un seul cadre suspendu face à un écran de projection (les gestes étaient captés par une caméra Kinect située devant l'utilisateur). Le visiteur était ainsi placé face à une représentation graphique de ses propres gestes et des objets virtuels qu'il manipulait, l'écran montrant une silhouette stylisée et une visualisation des zones d'interaction.



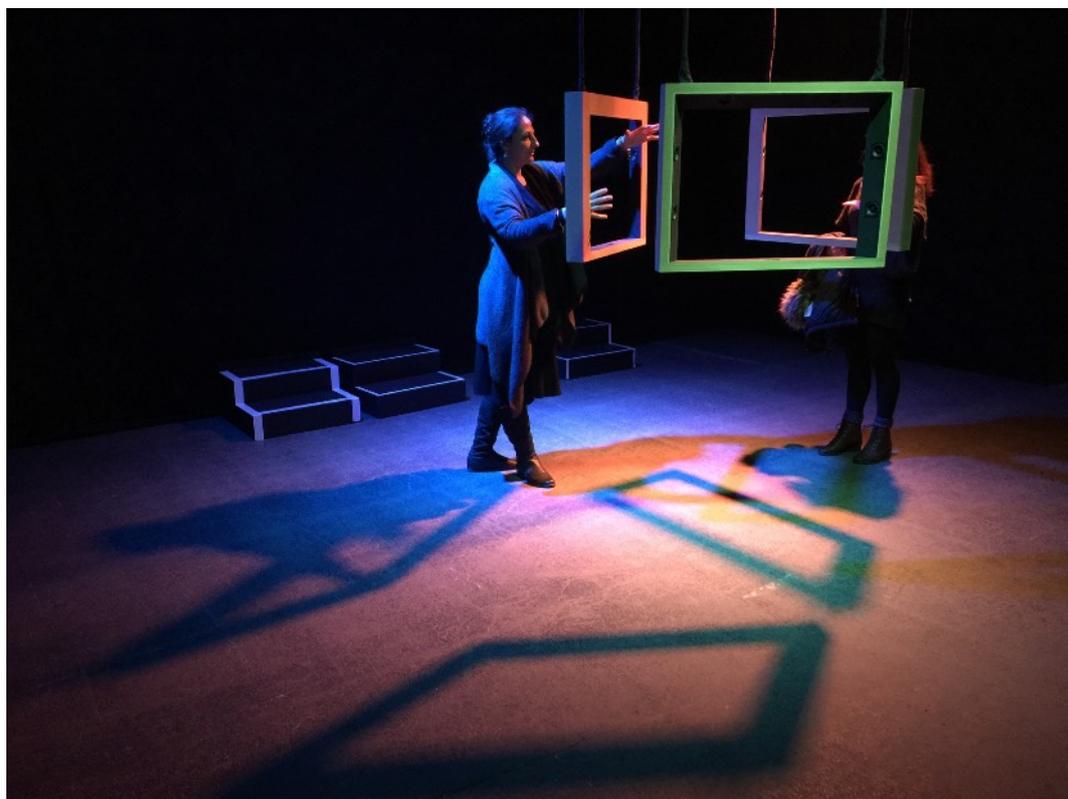
Face à un écran, le pouvoir d'attraction de l'image animée prend très souvent le dessus sur l'écoute et la musique. J'ai pu constater dans ce mode d'interaction que c'était le retour visuel qui guidait le plus souvent les gestes, et non l'écoute et l'intention musicale.



Dans **[Apertures]** <http://www.mathieuchamagne.com/apertures/> (Mathieu Chamagne - Césaré CNCM - 2015) - l'idée principale étant d'inviter les visiteurs à s'appropriier le dispositif par le geste et l'écoute, et surtout de participer à une expérience de création / improvisation / interprétation musicale collective - j'ai donc décidé d'épurer l'aspect visuel du dispositif, pour ne laisser paraître que le strict nécessaire au bon fonctionnement et à la compréhension de l'ensemble, mais sans vidéo.



Les cadres d'[Apertures] sont vides et immobiles : seuls les gestes les habitent. En situation de jeu collectif, les participants se font face, peuvent s'observer, s'imiter, communiquer par les gestes et les regards. N'offrant aucun retour physique, le sens du toucher n'est pas sollicité lorsque l'on joue de cet instrument. L'écoute n'en est donc que plus essentielle.



---

## [Volumes]

[Volumes] est une **expérience immersive multi-utilisateurs** qui propose d'explorer indépendamment les aspects visuels et sonores dans un **espace virtuel interactif**.

Cette nouvelle installation aborde la question du corps dans l'espace numérique en expérimentant et en jouant avec différentes modélisations d'objets sonores - particules élémentaires de la **musique électroacoustique**.

Une sculpture sonore virtuelle, à l'échelle d'une pièce, est donnée à explorer aux visiteurs.

Cette sculpture est constituée d'objets sonores interactifs qui réagissent aux déplacements et aux gestes des visiteurs.

3 casques audio sans fil équipés de capteurs de position et d'orientation (HTC Vive Trackers), ainsi qu'un casque de réalité virtuelle (VR) HTC Vive sont à la disposition du public.

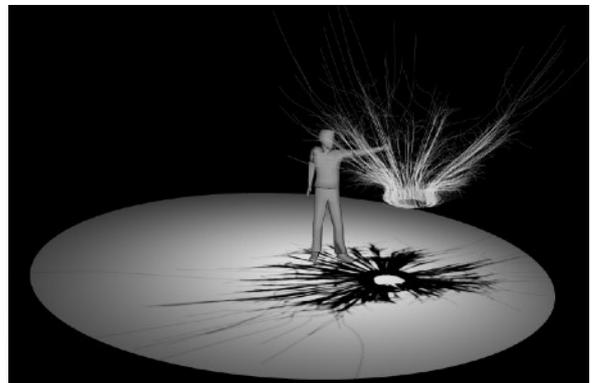
Il est donc possible, au choix, soit de regarder, soit d'écouter cette sculpture.

Jusqu'à quatre personnes peuvent explorer le dispositif simultanément.

Les techniques de **spatialisation audio 3D binaurales** permettent de simuler de façon extrêmement réaliste les positions et les déplacements de sources sonores virtuelles dans un espace tridimensionnel, mais aussi de déformer et modeler cet espace acoustique de manière tout à fait inhabituelle et inouïe :

- \* étirer ou compresser les distances artificiellement
- \* modifier la façon dont l'air et les matériaux filtrent les sons
- \* changer les propriétés acoustiques de portions d'espaces ou de certains objets (zone de résonance, réverbération, ...)

L'association de la spatialisation binaurale et de la captation très précise de la position de la tête du visiteur (head-tracking grâce au capteur monté sur le casque audio) permet une réelle immersion dans un espace sonore virtuel.

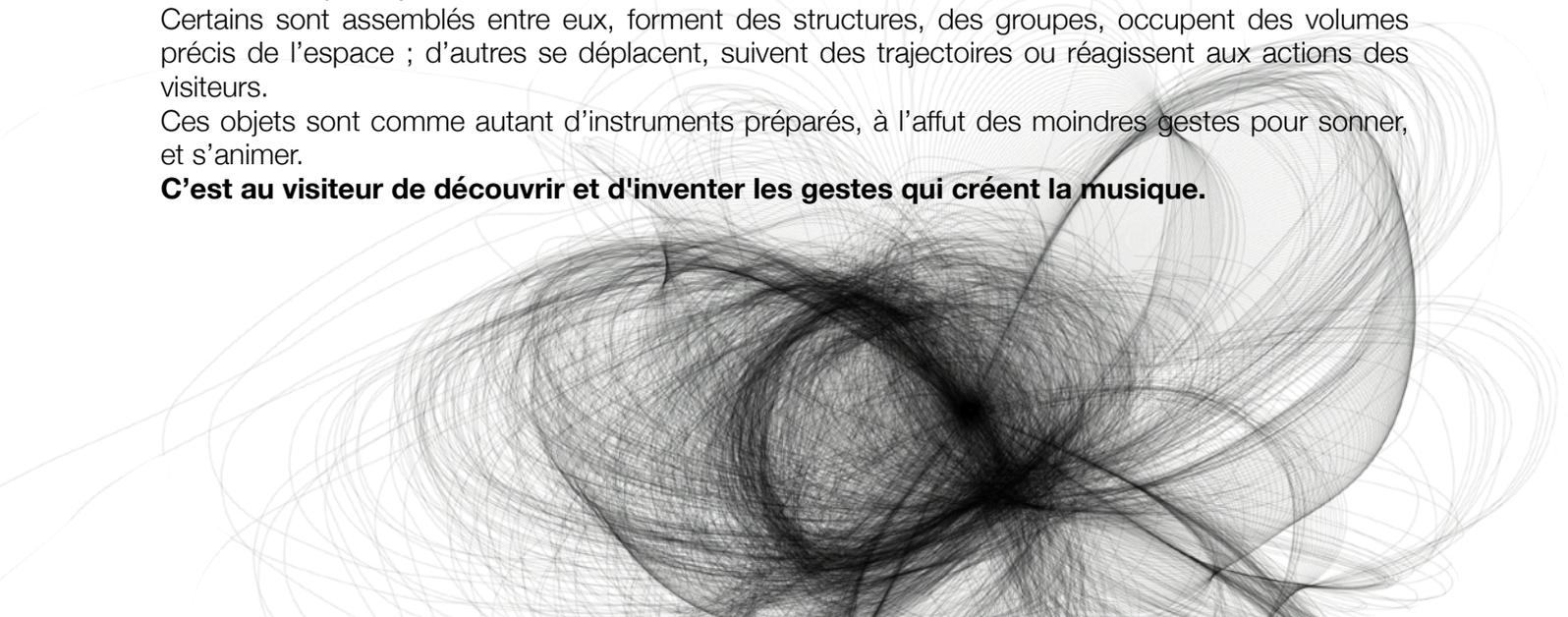


Dans ce contexte, on parvient alors très naturellement à localiser et à identifier uniquement par l'écoute chaque objet sonore virtuel.

Certains sont assemblés entre eux, forment des structures, des groupes, occupent des volumes précis de l'espace ; d'autres se déplacent, suivent des trajectoires ou réagissent aux actions des visiteurs.

Ces objets sont comme autant d'instruments préparés, à l'affût des moindres gestes pour sonner, et s'animer.

**C'est au visiteur de découvrir et d'inventer les gestes qui créent la musique.**



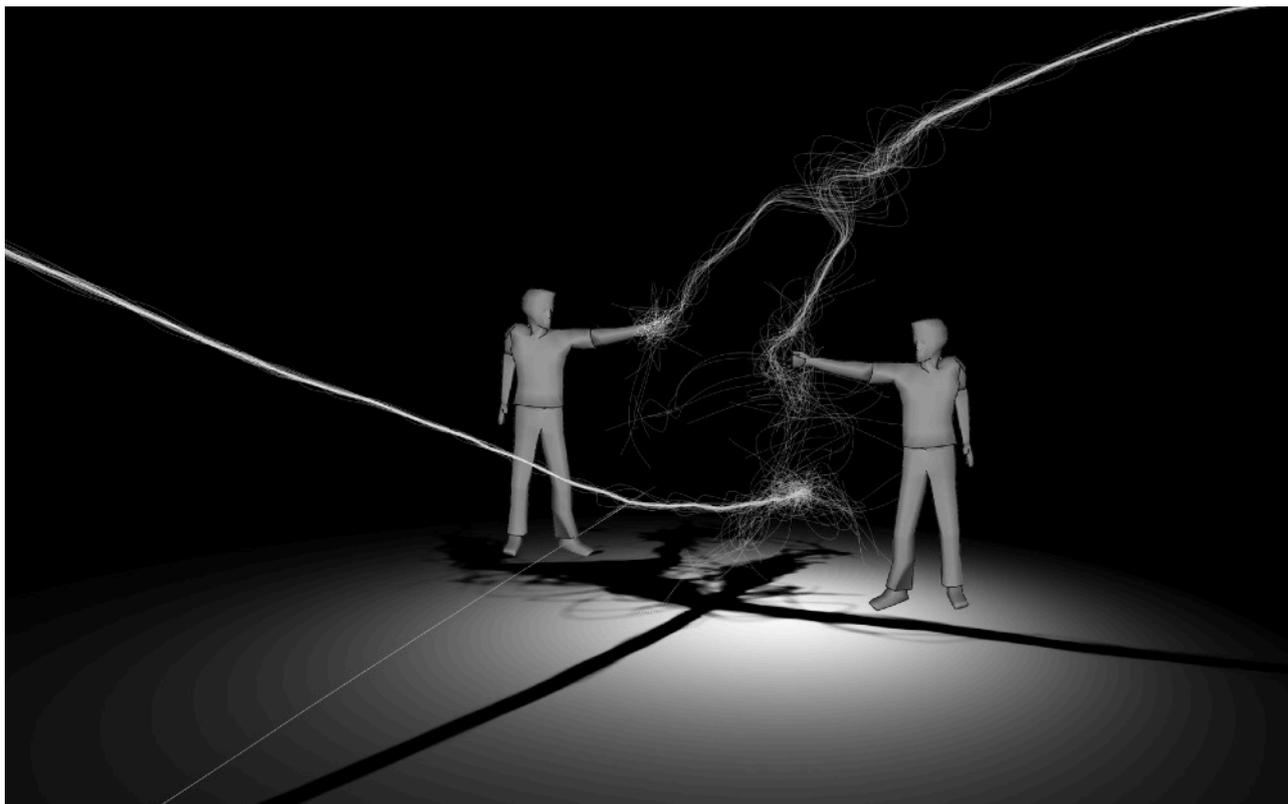
---

## Un espace de jeu musical collectif

[Volumes] est conçu pour être exploré et joué à plusieurs, soit de manière individuelle et autonome, soit en complémentarité les uns avec les autres.

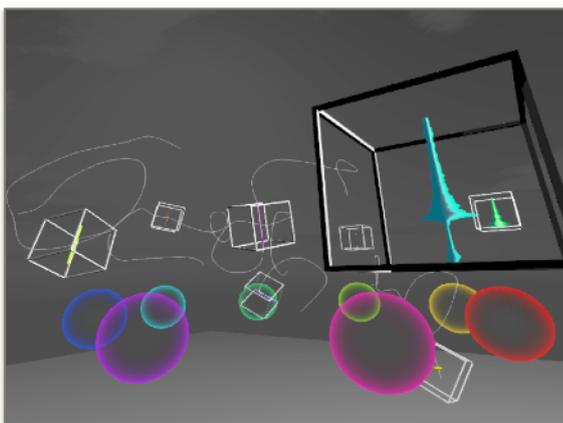
Les visiteurs / participants peuvent y partager un temps d'écoute et de création musicale collective. A travers ce dispositif, une forme de communication non verbale s'établit naturellement : on s'écoute, on s'observe, chaque geste apporte de nouveaux sons, propose de nouvelles idées qui viennent alimenter cette conversation polyphonique.

**L'interaction ne se fait pas uniquement avec le dispositif, mais aussi entre les participants eux-mêmes.**



Des vidéos et images de [Volumes] (en cours de création) sont visibles à cette adresse : <http://www.mathieuchamagne.com/volumes-medias/>

Voir également [En Réalités #1](#) et [En Réalités #2](#), premières ébauches de ce projet réalisées en 2016-17.

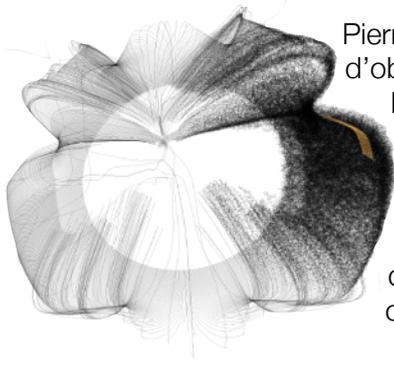


## Objets sonores / Écoute réduite / Écoute augmentée

Michel Chion nous dit :

“ L’objet sonore est défini comme le corrélât de l’écoute réduite : il n’existe pas “en soi”, mais à travers une intention constitutive spécifique. Il est une unité sonore perçue dans sa matière, sa texture propre, ses qualités et ses dimensions perceptives propres. Par ailleurs, il représente une perception globale, qui se donne comme identique à travers différentes écoutes ; un ensemble organisé, qu’on peut assimiler à une “gestalt” au sens de la psychologie de la forme. ” (Chion, 1983)

Plusieurs idées essentielles sont contenues dans cette citation mais une m’intéresse tout particulièrement : l’objet sonore est intimement lié à l’écoute réduite. On ne peut définir l’objet sonore sans définir l’écoute réduite.



Pierre Schaeffer, père de la musique électroacoustique, inventeur du concept d’objet sonore, définissait « l’écoute réduite » ainsi :

Pratiquer l’écoute réduite, c’est faire abstraction du message causal du son afin de se concentrer sur ses caractéristiques acoustiques.

“ Il reste cependant, sous-jacent à tout objet sonore, un événement [...] qui ne permet jamais de faire abstraction de ce pôle naturel [...] que l’attention concentrée sur l’objet de l’écoute réduite se serve de ce qu’elle sait de l’événement, voire du sens, pour mieux comprendre comment l’objet est fait et quelle valeur il a. ” (Schaeffer, 1973)

P i e r r e Couprie. *Le vocabulaire de l’objet sonore. Du sonore au musical*, L’Harmattan, pp.24, 2001. <hal-00807080>

Le son écouté devient objet sonore lors de la pratique de l’écoute réduite.

Dans [Volumes], les objets sonores ont été constitués, sélectionnés et disposés pour constituer une forme de pré-composition.

Par ses gestes et sa trajectoire dans l’espace, le visiteur/auditeur va à la rencontre des objets sonores et compose son propre moment d’écoute.

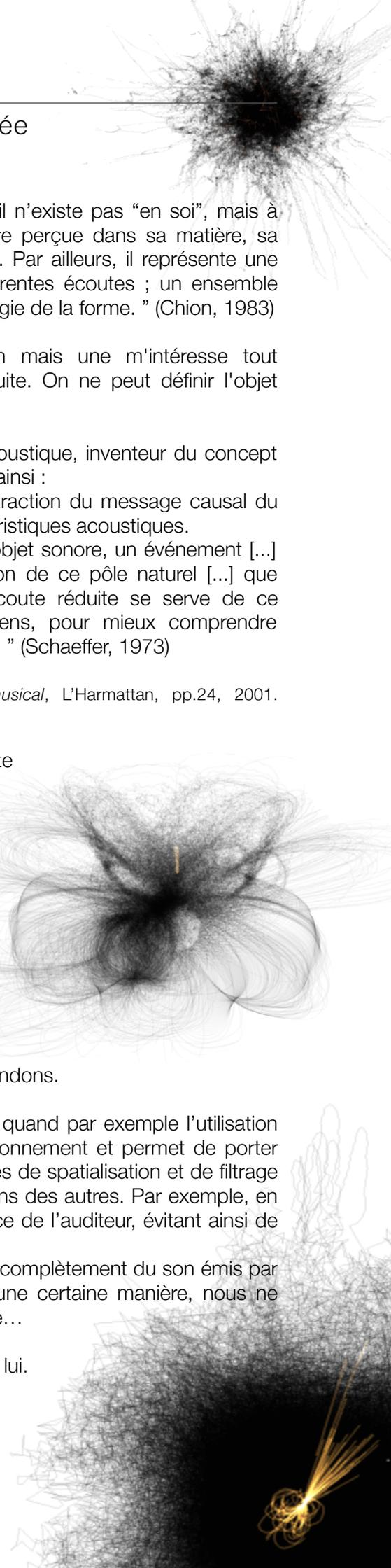
Les objets étant matérialisés dans l’espace de réalité virtuelle, nous pouvons y voir une forme d’analogie avec l’objet sonore décrit par Pierre Schaeffer. Mais, il s’agit d’une expérience d’écoute étendue. Grâce à l’écoute binaurale dans l’espace VR, nous pouvons agir sur la façon dont nous les entendons.

À la manière des effets de profondeur de champs dans le cinéma, quand par exemple l’utilisation d’une grande ouverture de diaphragme isole un sujet de son environnement et permet de porter toute l’attention du spectateur sur un détail de l’image, les techniques de spatialisation et de filtrage utilisés dans le dispositif permettent d’isoler les objets sonores les uns des autres. Par exemple, en ne rendant audible que les objets qui sont à une très courte distance de l’auditeur, évitant ainsi de toujours percevoir tous les objets présents dans la pièce.

Chose impossible à faire dans le monde réel : on ne pourrait s’isoler complètement du son émis par un instrument en s’éloignant de seulement quelques mètres... D’une certaine manière, nous ne sommes pas dans l’écoute réduite mais dans une écoute augmentée...

L’Écoute est aussi active : écouter un objet, c’est déjà interagir avec lui.

Illustrations : prototypes de représentation 3D d’objets sonores



---

## audio || visuel ?

Nous sommes habitués à être submergés d'images et de sons entremêlés, essayons pour une fois de briser cette dépendance en jouant à permuter les sens des visiteurs : Ouïe / Vue / Toucher.

Dans [Volumes] les objets virtuels interactifs sont observables en VR (casque VR HTC Vive),  
OU audibles (VR-audio : casques audio sans fil augmentés)  
...mais pas nécessairement les 2 à la fois.



Sons et images ne sont plus ici directement liés et présentés conjointement comme au cinéma, mais sont deux vecteurs indépendants et dissociés ouvrant sur un même univers virtuel interactif.

En n'imposant pas une image sur un son (ou inversement), l'imagination est libre de compléter le ressenti : laisser le visiteur imaginer comment pourraient « sonner » les objets virtuels qu'il observe, ou se représenter à quoi pourraient ressembler les objets sonores invisibles qu'il est en train de manipuler et écouter...

A l'instar d'Apertures, [Volumes] propose une expérience de jeu musical dans laquelle l'instrument aurait disparu. Pas d'interface, pas d'instrument visible, le geste instrumental est déconnecté de tout support ou contact matériel et physique.

Et si les sens du toucher et de la vue étaient remplacés par l'ouïe ?

Essayons de relier directement le geste à l'oreille en plongeant les mains dans un univers invisible dans lequel le geste est l'instrument.

Les visiteurs portant les casques audio évoluent dans un espace de réalité virtuelle uniquement sonore : ils interagissent avec les objets virtuels et entre eux dans l'espace réel.

Celui qui observe le dispositif à travers le casque de réalité virtuelle ne voit plus les autres visiteurs directement, mais une représentation stylisée de leur silhouette et de leurs actions sur une représentation des objets sonores virtuels.



La visualisation des objets sonores à travers le casque de réalité virtuelle n'est donc pas une finalité, mais plutôt une autre manière d'appréhender le dispositif, comme un point de vue particulier, un regard extérieur.

Cette représentation graphique immersive joue le rôle à la fois de mode d'emploi et de clef de compréhension du dispositif, et surtout doit inciter les visiteurs à se prêter au jeu de la **réalité virtuelle sonore**.

*En pratique, rien n'empêchera un visiteur de porter à la fois le casque VR ET un casque audio.*

## Description technique du dispositif

Un espace de 25 m<sup>2</sup> environ, vide et délimité, dans lequel 4 visiteurs peuvent pénétrer simultanément 1 personne équipée d'un casque de VR HTC Vive et 3 personnes équipées de casques audio sans fil dotés de capteurs de position / orientation ( HTC Vive Trackers).

Dans cet espace d'interaction sont disposés différents types d'objets sonores virtuels et interactifs.

Ces objets sont visibles uniquement dans la réalité virtuelle (à travers le casque HTC Vive).

Ces objets sont audibles uniquement à travers les casques audio sans fil.

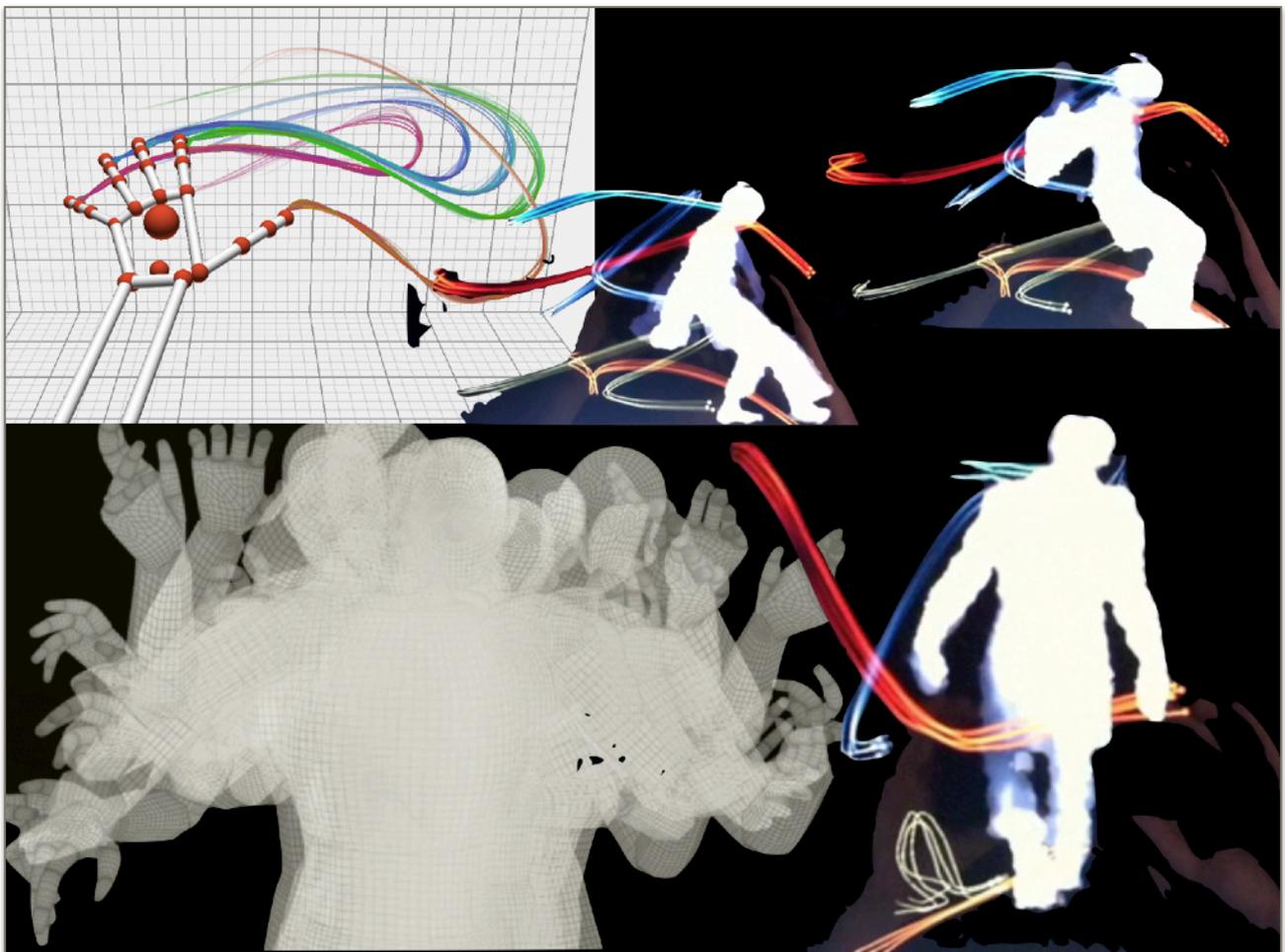
Ces objets sont interactifs dans l'espace réel : différents systèmes de captation gestuelle permettent aux visiteurs d'interagir avec les objets :

- les Vive trackers montés sur les casques audio sans fil, qui délivrent un suivi très précis de la position et de l'orientation des têtes des visiteurs

- une (ou plusieurs) caméra(s) Kinect montée(s) à la verticale de l'espace de captation (nécessité d'avoir une hauteur sous plafond de 3 ou 4 mètres)

L'analyse de l'image de profondeur (depth) de la Kinect permet d'identifier les zones actives (analyse de la quantité et orientation des mouvements en 3D)

- des capteurs LeapMotion (hand/finger tracking) dédiés à un suivi très précis et réactif des mains dans des zones très localisées pourraient également être disposés dans l'espace de jeu (par exemple en matérialisant ces zones de captation par de simples cadres, reprenant le principe d'Apertures).



Les objets virtuels sont modélisés dans le logiciel **boxMapper** (outil d'édition de mapping en cours de développement et utilisé pour l'installation [Apertures] ©MathieuChamagne).

BoxMapper permet de définir des zones tridimensionnelles de forme arbitraire, à l'intérieur desquels on peut spécifier des règles de mapping complexes.

Chaque zone (« box ») contient un ou plusieurs procédé(s) de synthèse sonore temps réel (patch Max). Les paramètres contrôlables de ce générateur sont pilotés par les données issus des capteurs gestuels (position / orientation / vitesse / ... des mains des visiteurs à l'intérieur de la « box » en question).

Les diverses techniques de captation à différentes échelles (Kinect / LeapMotion ...) sont combinées, permettant aux visiteurs d'évoluer librement dans tout l'espace de captation et d'interagir avec les multiples objets virtuels.

Pour chaque objet, des « règles du jeu » différentes sont définies (mappings d'interaction complexes écrits dans BoxMapper).

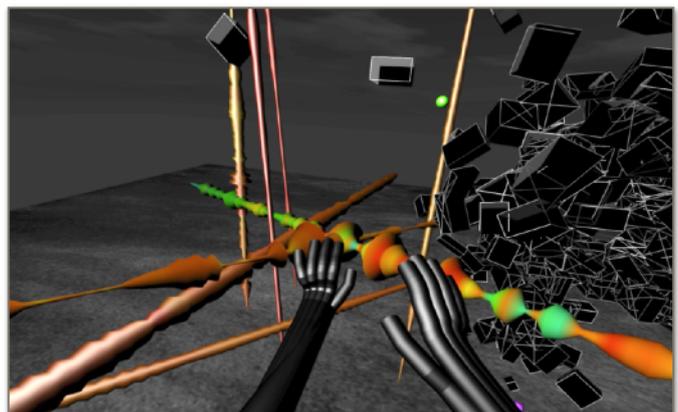
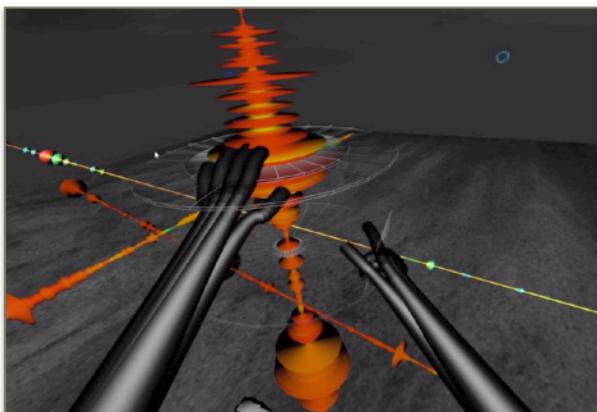
Chaque objet est comme un nouvel instrument à explorer par le geste et l'écoute.

Les objets doivent pouvoir être simultanément explorés par plusieurs visiteurs.



Pour [Volumes], BoxMapper devra être adapté à un environnement de réalité virtuelle, pour permettre une interaction avec les objets graphiques.

Un module spécifique sera développé pour intégrer le tracking à l'échelle de la pièce entière à l'aide d'une ou plusieurs caméra(s) Kinect v2.



---

## Spatialisation binaurale 3D

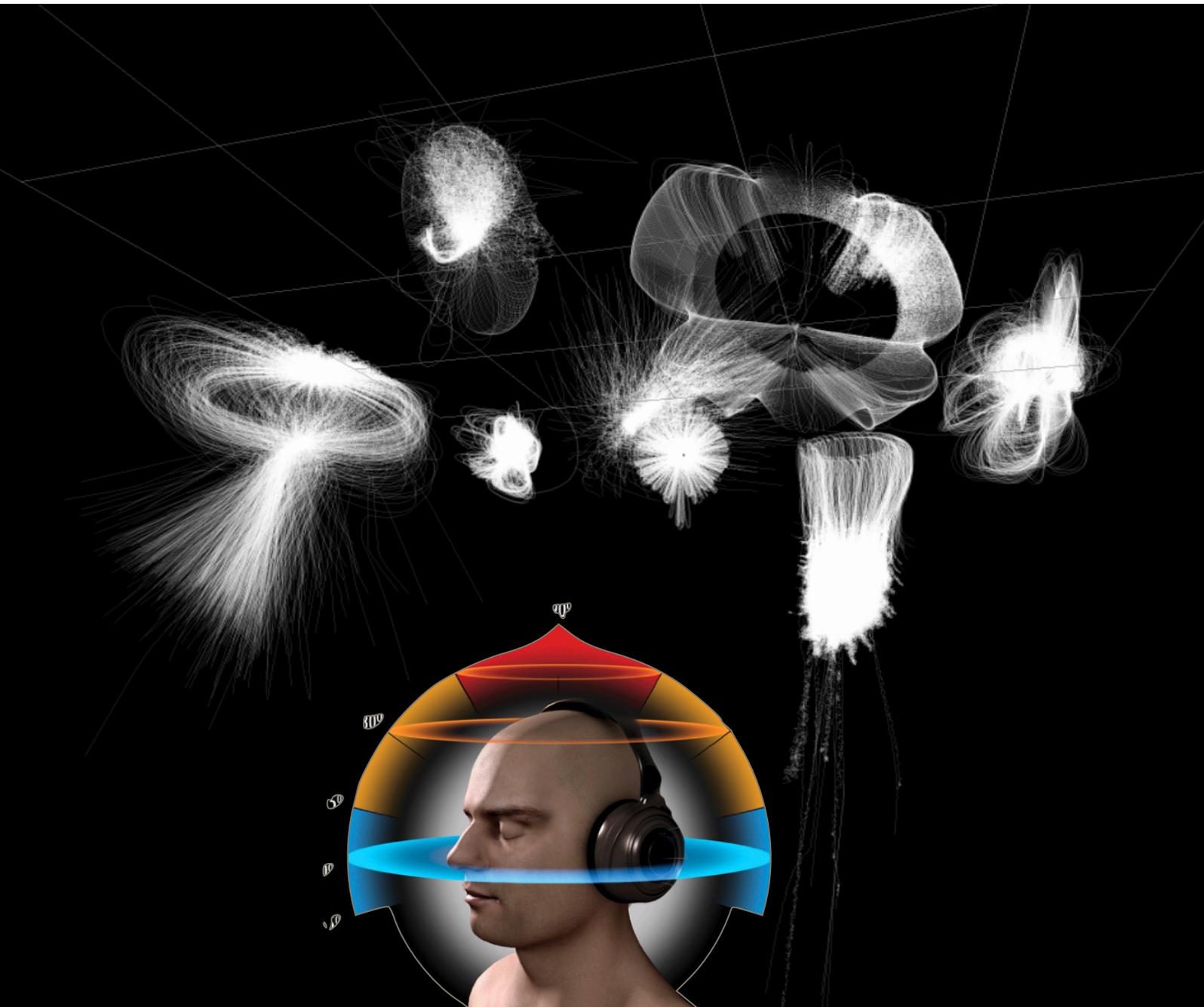
Chaque auditeur a son propre point de vue sonore. La spatialisation binaurale 3D permet de positionner chaque source sonore très précisément dans l'espace de diffusion 3D, **indépendamment pour chaque auditeur**.

Chaque visiteur portant un casque audio peut donc, uniquement grâce au son, localiser précisément chaque objet sonore.

En se déplaçant dans l'espace d'interaction, il peut librement choisir d'aller écouter individuellement chaque objet, tourner autour, entrer à l'intérieur, et interagir avec lui.

Toute la partie audio du dispositif doit donc être calculée en temps réel sur un ordinateur dédié (Mac Mini, ou MacBookPro récent).

**(patches Max développés spécifiquement pour ce projet).**



---

## Fiche technique

### Lieu :

Un pièce ou un espace vide et délimité d'au moins 25 M2  
(de préférence à l'abri de la lumière direct du soleil, et isolé phoniquement)  
Hauteur sous plafond : au moins 4 mètres

### matériel :

pour le tracking et la réalité virtuelle :

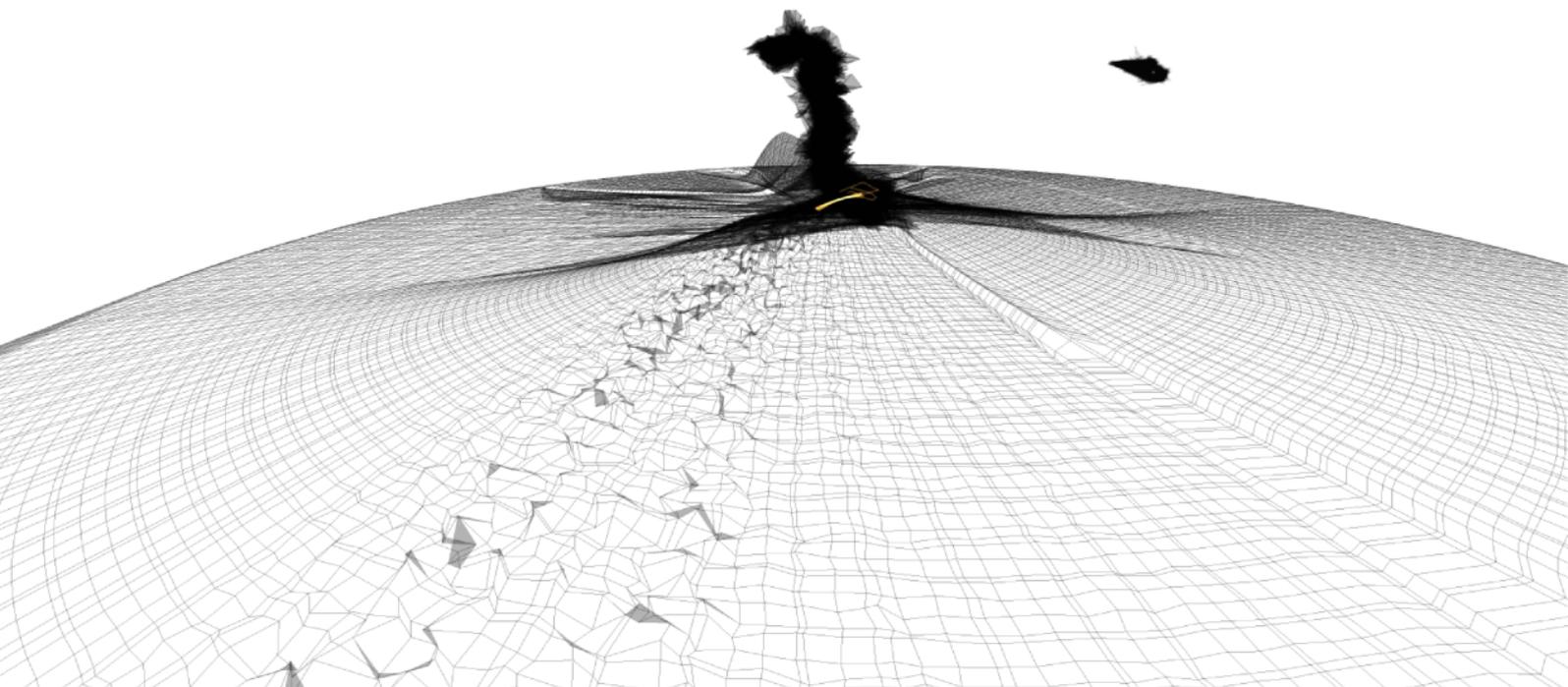
- 1 PC sous windows 10, processeur intel quad Core i7 récent, 16 Go de RAM, carte graphique Nvidia GTX 1080
- 1 casque de réalité virtuelle HTC Vive
- 3 HTC Vive Trackers
- 1 Kinect 2 pour windows
- structure et point d'accroche pour suspendre la Kinect et les HTC Vive Lighthouse

### audio :

- 1 ordinateur Apple (Mac Mini dernière génération, ou macBookPro quad core i7)
- interface audio numérique avec au moins 6 sorties séparées (RME Fireface, Motu, ...)
- 3 casques audio sans fil (type Sennheiser RS 120) (chaque casque doit être capable de recevoir un signal stéréo indépendant)

### Logiciel :

captation, synthèse sonore et spatialisation temps réel, visualisation 3D pour casque de réalité virtuel :  
développement spécifique dans Max.  
(développement : mathieu Chamagne)



---

## Calendrier de réalisation

Depuis mi-2016 : exploration des nouvelles possibilités offertes par les dispositifs de réalité virtuelle  
Recherche et développement sur l'intégration dans l'environnement de développement Max  
Expérimentation de nouvelles techniques et dispositifs d'interaction gestuelle en lien avec un espace de réalité virtuelle (LeapMotion, Kinect, ...)

Travail sur les algorithmes de spatialisation sonore binaurale 3D temps réel.

Une maquette de ce projet a été réalisée en 2017 (auto-production), et a permis d'éprouver les bases techniques du dispositif (réalité virtuelle, tracking, spatialisation binaurale 3D, ...):

[En Réalités #1](#) et [En Réalités #2](#)

Dans cette maquette, l'aspect visuel est extrêmement sommaire. Les objets sonores sont représentés de manière très basique, et il n'y a pas encore eu de réel travail de composition / design sonore.

Quelques images et vidéos du travail en cours (nouvel environnement visuel) sont visibles à cette adresse :

<http://www.mathieuchamagne.com/volumes-medias/>

À partir de début 2018 :

Temps de résidence prévu au CCAM, Scène nationale de Vandoeuvre-les-Nancy et à Césaré, CNCM de Reims

- Recherche et création graphique
- Développement des outils pour le tracking multi-utilisateurs
- Optimisation du moteur audio de spatialisation binaurale
- Intégration de l'interaction avec les objets sonores à l'échelle de la pièce entière (captation volumétrique 3D (Kinect), tracking multi-utilisateur)

Diffusion prévue à partir de janvier 2019.

