



Pendule Acoustique
Virgile Abela

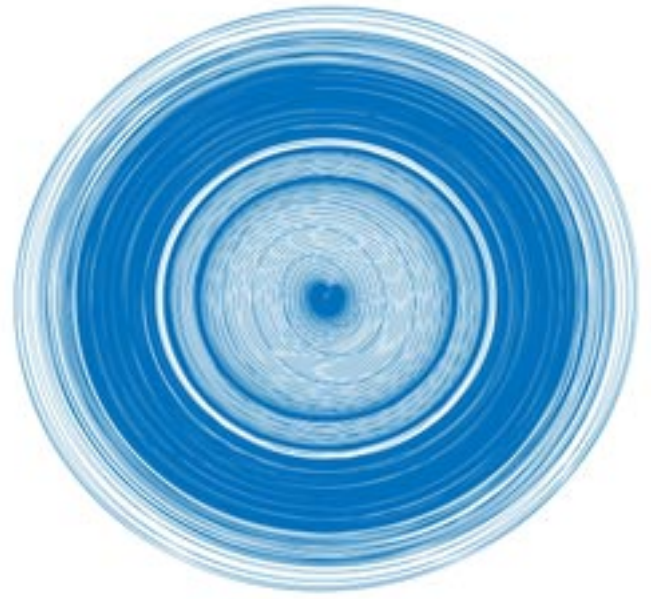
de la Gravité au Son

Pendule Acoustique est une oeuvre générative mettant en corrélation acoustique et gravité. Cette installation cinétique s'inscrit dans le prolongement de *Pendulum Music* de Steve Reich, faisant osciller des micros à l'aplomb de hauts-parleurs disposés au sol. Ici, le dispositif est inversé : le micro est fixe et ce sont les hauts-parleurs disposés au sein du pendule qui bougent dans l'espace, entre équilibre et chaos.

Au départ immobile, un pendule oscille très légèrement à hauteur d'homme et progresse à la vitesse de sa fréquence de résonance, jusqu'à se balancer amplement dans tout le lieu d'exposition. De lignes en ellipses, le pendule redessine les contours architecturaux de l'espace que le visiteur découvre, à l'écoute d'un « chant infini » finement modulé par le mouvement.

Avec son moteur audio basé sur le feedback, Pendule Acoustique opère une translation du mouvement vers le son dans l'empreinte acoustique du lieu d'exposition. Le son évolue lentement dans le temps comme un flux musical issu de la combinaison de la fréquence de résonance du pendule et de celle de l'espace.

Par un maillage complexe d'interpolations harmoniques, ce projet offre au visiteur une perception synesthésique résultant d'un équilibre subtile entre le mouvement du pendule et le son complété par les réflexions des surfaces acoustiques de l'espace, faisant de cette installation une oeuvre résolument *in situ*.



En écho au Pendule de Foucault, cette installation méditative propose au public une expérience esthétique de l'immatérialité et de la pesanteur, connectée à notre nature cosmique. Chaque élément vibratoire qui la compose contribue à animer cette oeuvre dans un équilibre nécessaire, issu de l'interaction permanente entre le comportement prédictible du mouvement et la détermination stochastique du son.

Fort de 3 années de recherche Art-Science au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique du CNRS à Marseille, institution mondialement réputée pour les travaux de Jean-Claude Risset, ce projet reçoit le soutien de nombreuses structures culturelles sous formes de bourses, de résidences artistiques et de communication.

Cette oeuvre est inspirée de la poésie métaphysique émanant de recherches telles que la physique quantique, et s'inscrit parfaitement dans les préoccupations de la création contemporaine. En tant que proposition esthétique très simple, elle s'adresse à un large public, quelque soit son niveau de savoir ou d'éducation.



Les bases d'une recherche

L'immobilité, en tant que point de départ de tout mouvement, s'impose comme l'origine de cette recherche : comment donner naissance à un mouvement pendulaire naturellement fluide et entretenu sans limite dans le temps?

Fréquence = 1/Temps nous dit la physique. Ainsi, le principe de fréquence de résonance s'invite comme l'élément central de l'approche technique au service d'une recherche proposant au spectateur une expérience physique de l'immatérialité. Dans l'état de grâce vibratoire, quelle est la part d'Équilibre et de Permanence qui y reside? Comment interroger ces concepts de manière **esthétique, dynamique** et **sonore**, dans la forme **écosystémique** d'une installation?

Esthétique/

Pendule Acoustique s'impose par sa présence comme *les bornes du temps* de Stanley Kubrick, à la différence que son point d'ancrage est en hauteur, et rayonne dans de multiples directions. Ses dimensions proposent un volume à mesure d'homme, apaisant par ses formes, inquiétant par son mouvement.

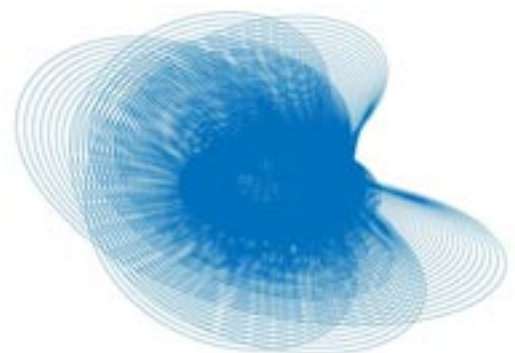
D'allures brutes mais soignées, les matériaux sont essentiellement en métal pour la structure, et en plexiglass pour la sphère. L'objet recherche une certaine élégance dans la simplicité de ses lignes, et son esthétique émane de sa conception technique, sans autre artifice. La sphère transparente dévoile l'animalité mécanique de ses moteurs, courroies, bielles et poulies, suscitant de prime abord la curiosité. Puis, une fois son fonctionnement assimilé par le regard, ce dernier l'oublie pour ne porter attention qu'aux mouvements sonifiés du paysage qui se déploie devant lui.

L'objet revêt un design qui rappelle une certaine esthétique propre à la science-fiction et nous invite ainsi à l'imaginaire anthropomorphique de la robotique, avec son œil de cyclope, ses organes mobiles, ses oreilles-membranes, son déplacement fluide et ses capteurs lumineux.

Dynamique/

Dès la phase de conception, le projet a été significativement associé au champ lexical de la danse avec en premier lieu la recherche du « geste juste » s'inscrivant dans un temps qui prend le temps d'être là. Une temporalité qui n'a pas d'autre vocation que de s'effacer au profit d'une trace, comme celle de la mémoire d'un dessin, à l'instar du corps lors de l'acte chorégraphique.

Latéral, elliptique ou circulaire, le mouvement de l'installation résulte techniquement de la mise en œuvre d'un **pendule-double** linéaire, en ce que la gravité compense cycliquement vers le centre du dispositif le déséquilibre causé par le décentrement périodique de la masselotte [contrepoids ajouté à un système mécanique afin de modifier son équilibre], qu'elle transforme en mouvement, à la manière d'une balançoire.



Lithographie
modélisation du mouvement
Edition Berville 2020

Le transfert de poids qui déplace le point d'équilibre est depuis longtemps exploré en danse contemporaine, comme en témoignent encore les récentes créations des chorégraphes Yoan Bourgeois avec *Scala*, ou Angelin Preljocaj avec *Gravité*. Si un danseur travaille à partir de sa conscience gravitaire associée à une connaissance accrue de son corps, Pendule Acoustique doit inmanquablement varier ses vitesses angulaires pour moduler justement ses amplitudes.

Sa fréquence de résonance est relevée, puis mise à jour en temps réel à partir des données d'une centrale inertielle qui trace toutes les angles des plans x, y et z de son oscillation. Au moment de partir dans le sens inverse, le pendule traverse un bref instant d'immobilité que la centrale inertielle renseigne par un 0, transformé en Bang. Ainsi, entre deux Bang, on obtient un Temps (= Fréquence). Ce temps est appliqué au balancement de la masselotte en 3 vitesses angulaires (accélération, constante et décélération) de manière à obtenir un mouvement proche du sinus. Chaque groupe de vitesses angulaires est ainsi calculé au centième prêt, afin de parcourir la bonne distance dans la bonne durée, entre les apex de chaque oscillation.

La fluidité de sa progression est obtenue en invitant l'inertie naturelle du pendule à achever chacune de ses oscillations. Pour ce faire, le moteur exécute 60 % de sa course durant les 25 premiers degrés de sa progression, puis à 40 % les 25 suivants, laissant à l'inertie le soin d'amener le pendule jusqu'à l'instant d'immobilité recherché, que la centrale traduit en Bang pour relancer une nouvelle commande dans le sens opposé, et ainsi de suite. Le pendule commence à osciller, en augmentant d'un degrés son angle et ses vitesses toutes les cinq oscillations.

De la sorte, le pendule peut s'animer seul depuis l'immobilité, jusqu'à une amplitude de 5 mètres au sol, selon la hauteur de sa portée. Ainsi, c'est par la conjonction des forces électromécaniques, gravitaires et inertielles que le pendule trouve dans sa fluidité naturelle, une forme d'animalité recherchée dans la diversité de son comportement.

Pour finir, le pendule dispose à son accroche d'un moteur de rotation, utilisé seul ou conjugué au moteur d'oscillation. Ces rotations permettent de créer des ellipses ou des cercles dans l'espace, et favorisent une projec-



Video Link
Acoustic Pendulum
Interstice festival Teaser
September 2021

Le flux sonore émis est un « chant acoustique » *in situ* entre les hauts-parleurs et le micro présent dans l'espace. Le moteur audio multiplie le signal entrant en 4 unités programmables en matrice. Au sein de chaque unité, il est réinjecté sur lui-même avec un retard de 10 secondes, créant un continuum. Les données de la centrale inertielle sont routées dans le moteur audio et viennent exciter selon les phases temporelles appelées *paysages*, divers options de modulations sonores, notamment sur le temps de réinjection d'où résultent des effets granulaires relativement complexes. Ainsi, le pendule devient l'interprète sonore de l'installation. Par moment, on obtient une parfaite synchronisation entre le mouvement et le son, provoquant toutes sortes d'effets naturels de phases et de dopplers [décalage fréquentiel lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie dans le temps et l'espace, induisant des détimbrages], qui participent à l'immersion auditive du spectateur. On entend parfois des mélodies, faites d'intervalles de secondes et de tierces majeures, des quintes ou d'octaves, etc... Ce sont des variations aléatoires purement électroacoustiques issues des harmoniques naturelles de la fondamentale du feedback, que le pendule en mouvement module dans l'empreinte acoustique du lieu de l'installation. L'essentiel du travail sonore est porté sur une approche spectrale des timbres, sur la projection du son et sa réception par réflexion acoustique, dont la densité et la couleur varie selon les espaces et la vitesse d'oscillation.

Les sons obtenus s'apparentent parfois à des instruments acoustiques à vent, des basses électriques ou des carillons, ou bien à de la synthèse modulaire. Par ailleurs, la courroie d'entraînement du moteur est audible, et révèle le caractère métronomique de la fréquence du pendule. Elle participe à la matière sonore globale, comme une pulsation.

Techniquement, les deux hauts-parleurs du pendule sont câblés en stéréo. Le choix des hauts-parleurs a été déterminant. Il s'agit de modèles HiFi Focal 100ICW6, conçus pour fonctionner sans VAS [volume d'air équivalent à l'élasticité de la suspension de la membrane], n'imposant pas à la sphère de jouer un rôle de baffle pour exprimer l'ensemble des fréquences au bon rendement. Les basses, sont externalisées via un sub [haut-parleur basses fréquences], participant à la sensation immersive de l'installation du fait de la spatialisation fréquentielle du son.

Enfin, tout autre son exogène à l'installation est susceptible de rentrer dans la boucle de réinjection, favorisant le caractère *in situ* d'une œuvre résolument évolutive.



Performance à GAMERZ le 14/11/2019, photo Valerie Texier



Ecosystémique/

Pendule Acoustique induit une conception globale circulaire entre la machine et le vivant ; la partie informatique conçue sur max/msp constitue ainsi le cerveau de la boucle. D'autres logiciels interviennent tels que Python pour la concaténation des messages envoyés par liaison série aux steppers [drivers des moteurs pas-à-pas], puis du C sur le logiciel Arduino, pour la programmation des capteurs.

Le principe général de la programmation s'anime comme un corps composé de différents organes dont chacun joue un rôle précis, coordonné aux autres. La partie qui calcule la fréquence de résonance s'impose ainsi comme l'organe cardiaque du système global. La partie qui concerne essentiellement le mouvement et le son est séquencée sous formes de phases appelées *paysages*. Chacune d'elles se succède, comme dans une partition, offrant un cadre temporel à l'installation. Cette dernière trouve sa permanence dans l'équilibre entre le fonctionnement prédictible du mouvement et le comportement chaotique du son, le tout synchronisé au rythme des oscillations conditionnées par la gravité.

3 Déclinaisons

> **Pendule Acoustique (Installation) :**
Un dispositif génératif et autonome où le mouvement module le flux sonore dans l'empreinte acoustique du lieu d'exposition.

> **Feedback Acoustique (Performance) :**
Un dispositif instrumental où le pendule est détourné en lutherie électroacoustique, interprété depuis une surface de contrôle développée sous max/msp pour une performance de 30 minutes.

> **Sinus (Exposition d'estampes) :**
Représentations graphiques ou partitions imaginaires, ces icônes sont des modélisations temporelles du mouvement dans le temps imprimées sous formes de lithographies, et éditées par les Editions Berville à Uzès, au sein d'un catalogue d'artistes contemporains.

