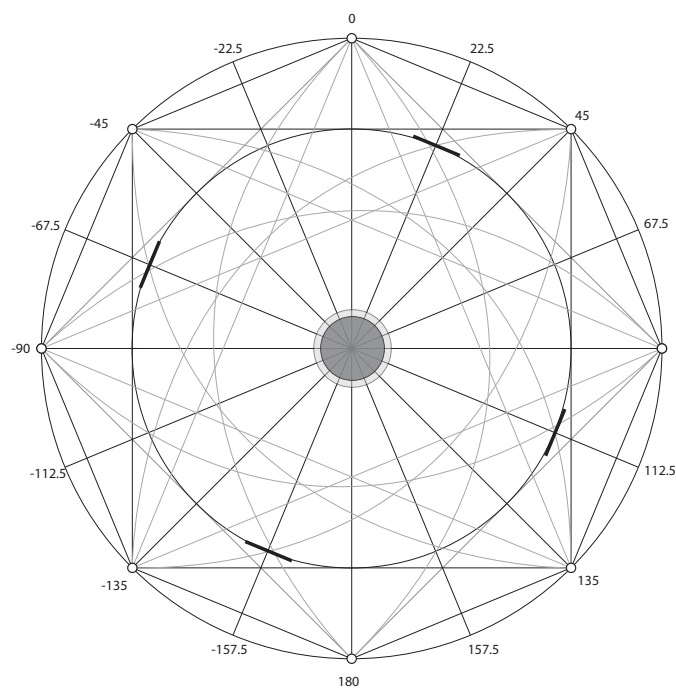


# *Geophonies~*

Quels sons font les bruits ?



]Projet Art-Science Millénaire 2025[  
*Nicolas Germain | Jean-Marc Routoure*

v. 5.0 - jan 2025

## ***Sommaire***

Introduction .....	3
Le projet .....	7
Biographies.....	9
Objectifs .....	11
Etapes de travail.....	12
Bibliographie.....	13
Crédits .....	16
Lexique.....	17
Fiches techniques .....	24
Contact .....	50

***« Captation, amplification et transfiguration de vibrations émises par la matière. Tout comme aujourd'hui on écoute le chant de la forêt et de la mer, demain nous serons séduits par les vibrations d'un diamant ou d'une fleur. »***

Filippo Tommaso Marinetti et Pino Masnata, 1933

**Le bruit** est un son jugé indésirable.

Les sons qui ne se comprennent pas comme la parole ou la musique, s'assimilent souvent au bruit, même si leur perception n'est pas désagréable (bruit ambiant).

Du point de vue de l'environnement, les sons indésirables sont une nuisance. Ceux qui s'en plaignent les assimilent à une pollution. Le niveau de cette pollution sonore est mesuré en décibels.

Pour les musiciens du courant classique européen, un bruit est un son de hauteur indéterminée.

Sur un plan technique, on parle de bruit pour désigner les éléments indésirables qui s'ajoutent à un signal, même si celui-ci n'est pas acoustique. On doit séparer le signal du bruit de fond.

### **Le bruit en tant que signal**

On appelle bruit, la partie du signal électrique qui ne peut être décodée en une information. On peut constituer des signaux de même caractéristique que le bruit, pour vérifier les systèmes.

### **Intégration des bruits dans la musique**

L'orchestre symphonique admet les instruments de percussion non mélodiques au XIX<sup>e</sup> siècle. (Tonnerre, bruits de vagues, chants d'oiseaux...)

Au XX<sup>e</sup> siècle Edgar Varèse utilise abondamment des bruits comme ceux des sirènes, de chocs et de froissements de métal.

Dans «*l'art des bruits*» écrit en 1913, Luigi Russolo soutient l'idée que l'oreille humaine s'est familiarisée avec la vitesse, l'énergie et le bruit de l'environnement sonore urbain et industriel, et que cette nouvelle palette sonore nécessite une approche renouvelée des instruments et de la composition musicale.

Il expose un certain nombre de conclusions dans lesquelles il décrit la manière dont l'électronique et d'autres technologies permettront aux musiciens futuristes de « substituer le nombre limité de sons que possède l'orchestre aujourd'hui par l'infinie variété de sons contenue dans les bruits, reproduits à l'aide de mécanismes appropriés ».

En 1917, Erik Satie présente sa musique pour le ballet *Parade*, dans laquelle figurent divers « instruments bruyants » tels qu'une machine à écrire, un revolver, une roue de loterie et une sirène d'alarme : la musique de Parade est un « bruit inadmissible » pour de nombreux critiques à la création de l'œuvre.



*Hyperprism* est une courte œuvre d'Edgar Varèse écrite en 1922-1923 pour seize percussions et neuf instruments à vent. Première tentative de Varèse de **spatialiser** la musique pour en faire une réalité prismatique dans sa dimension de décomposition, de diffraction, d'éclatement. Référence aussi aux cristaux à partir desquels il compare les interactions des groupes d'instrumentistes dans cette partition avec les attractions et les répulsions, telles qu'elles se déroulent dans les constituants d'un cristal en formation.

La création en a été faite le 4 mars 1923 à New York, sous la direction du compositeur. L'accueil en a été houleux mais le chef d'orchestre Leopold Stokowski prend sa défense et redonne plusieurs fois la pièce la même année.

Varèse déclara à cette occasion : « je m'en fous complètement qu'on n'aime pas ma musique. »

*«Quand un bruit vous ennue, écoutez-le»*

John Cage

*«À l'intérieur d'une fine couche atmosphérique, notre planète s'exprime et résonne selon une infinité de manifestations et phénomènes acoustiques. Et si l'Anthropocène pouvait se raconter et s'expérimenter sous l'angle du son ?»*

Quentin Arnoux, Écouter l'anthropocène 2021

## ***Geophonies, quels sons font les bruits ?***

En tant que sujet d'étude théorique et scientifique, tout en étant source de création musicale, de création visuelle, le bruit ainsi que les déplacements des sons dans l'espace seront au cœur des expérimentations et créations issues d'une collaboration entre un artiste et un scientifique.

Le projet *Geophonies* s'intéresse aux réactions de méduses imaginaires face aux sons qui peuplent leur environnement marin. À la croisée de la bioacoustique sous-marine, de la physiologie cellulaire et de l'éthologie marine, il explore comment ces créatures dépourvues de système nerveux central perçoivent et réagissent aux vibrations acoustiques, qu'elles proviennent de phénomènes naturels (vagues, sons d'autres organismes) ou d'activités humaines (moteurs de bateaux, sonars). Cette recherche propose une réflexion sensible sur la perception sonore des cnidaires et questionne les effets de la pollution acoustique sur la vie marine.

Plusieurs étapes de travail ont déjà été définies : création d'une base de données de bruits de composants, enregistrement et traitement des sons, expérimentations de spatialisation des bruits non synthétiques issus de composants analysés en laboratoire, ainsi que la conception d'un outil permettant de générer et contrôler en temps réel certains bruits spécifiques. En établissant des liens entre les sons des composants électroniques et ceux observés dans la nature, cette recherche ouvre la voie à une compréhension plus large des phénomènes sonores.

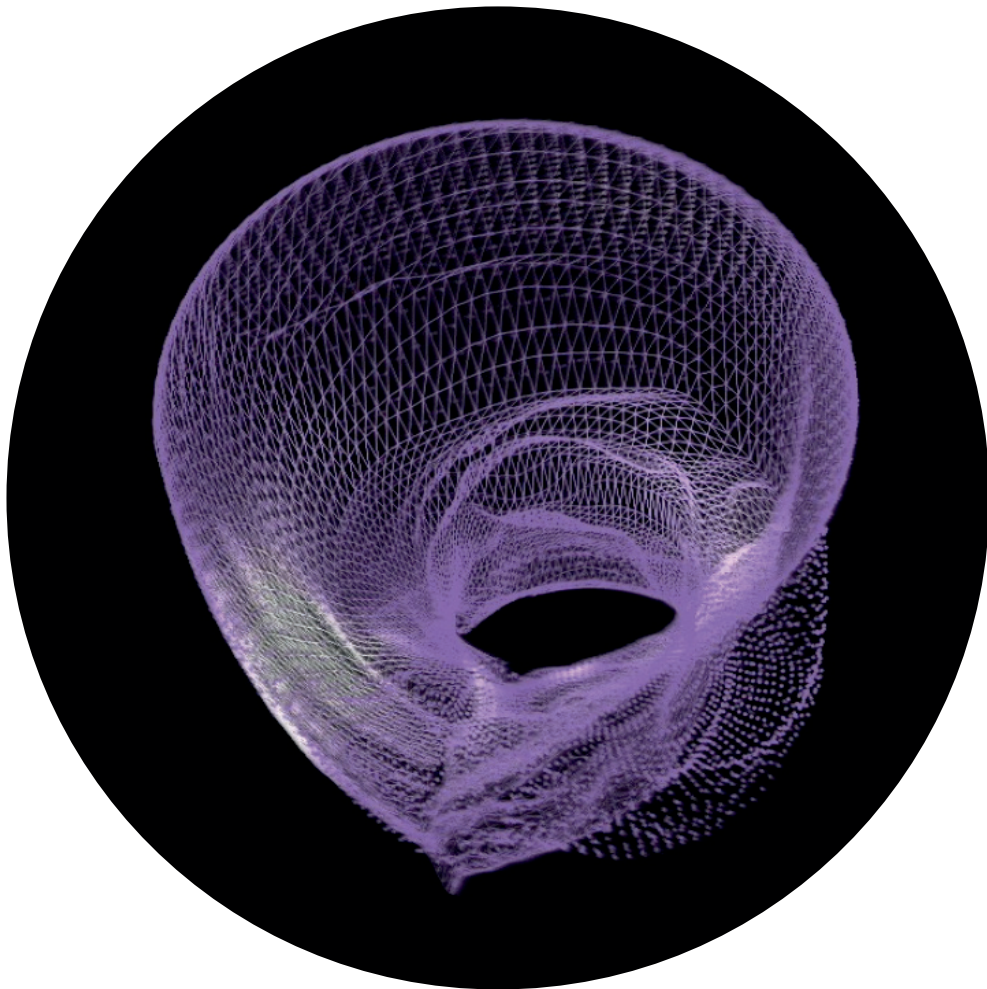
Les sons des composants électroniques, présentant des similitudes potentielles avec des bruits naturels tels que le vent, l'eau ou la vie animale, pourraient ainsi apporter de nouvelles perspectives pour comprendre les mécanismes de transport en jeu et suggérer des analogies entre les systèmes technologiques et les écosystèmes naturels.

Les pistes de recherche incluent également l'utilisation de nouvelles méthodes d'analyse des signaux (comme la décomposition en ondelettes) afin d'enrichir la visualisation des sons, des expérimentations pour traduire en sons et en images les bruits imperceptibles à l'oreille humaine, et la mise en relation de l'analyse spectrale de Fourier dans les domaines scientifique et musical. En s'inspirant des paysages so-

nores de la nature, ces analyses pourraient également donner lieu à des compositions qui résonnent avec des environnements naturels, établissant ainsi un lien poétique entre technologie et nature.

Une scénographie sonore et visuelle des interactions microscopiques, dans une structure cubique rappelant celle des composants semi-conducteurs, permettra de spatialiser le bruit et ses origines microscopiques à une échelle humaine. Ce dispositif immersif, en offrant un espace où l'on peut explorer les effets de déplacement sur le son, permettra également de réimaginer la place de l'homme et de la technologie dans un monde naturel plus vaste, où chaque son raconte une histoire interconnectée.

Ce dispositif fournira un cadre inspirant pour élaborer de nouvelles hypothèses sur les origines microscopiques des fluctuations à basse fréquence, tout en explorant de manière immersive la relation entre technologie, art et nature.





**Nicolas Germain** est artiste sonore, enseignant, et membre du Laboratoire Modulaire à l'ésam de Caen- Cherbourg.

Il développe une recherche autour de la notion d'espaces sonores immersifs, sur la perception des sons en mouvement. La fragmentation spatialisée d'un son continu, par exemple, donne lieu à une expérience auditive où chaque segment fréquentiel est perçu venant de directions distinctes, enrichissant la dimension spatiale de l'écoute. Il travaille avec un synthétiseur modulaire lui permettant de créer une matière sonore unique et modulable en temps réel. Les chorégraphies utilisées en octophonie sont inspirées de la nature (mouvements célestes ou géologiques, des fluides ou du monde vivant, mouvements mécaniques...) pour les confronter de façon poétique par des changements d'échelle.

Il travaille aussi sur des formes de visualisation du son, créées par analyses spectrales (sonogrammes) en créant des paysages en 3 dimensions modulés en temps réel, notamment à partir de sons inaccessibles à l'oreille humaine.

Il diffuse sa musique sous le nom d' *el TiGeR CoMiCs GRoUP*.

Derniers albums :

*After* - (Gestation Production / Station Mir)

*After~Live* - (Gestation Production / Laboratoire Modulaire ésam-C2)



**Jean-Marc Routoure** est professeur des universités à l'université de Caen-Normandie.

Il effectue ses recherches dans l'équipe électronique du GREYC, une unité mixte de recherche Université de Caen, ENSICAEN et CNRS. Il s'intéresse aux fluctuations et aux mécanismes fondamentaux à l'origine des différents types de bruit dans les composants électroniques. Des mesures en fonction de la température ou de l'intensité du courant électrique permettent d'identifier finement les mécanismes à l'origine du transport des charges électriques et de leurs fluctuations associées : plusieurs types de bruit (bruit blanc, bruit en  $1/f$  (ou excédentaire), bruit lorentzien ou encore bruit en pop-corn ) apparaissent lors de mécanismes de dérive, de diffusion, ou de génération recombinaison de porteurs.

Le bruit, observé depuis les années 1930 reste un objet de recherche ouvert car les modèles théoriques restent encore incomplets concernant le bruit en  $1/f$  et son existence jusqu'à des fréquences très faibles. Sa localisation dans les composants est également sujet de discussions : est-ce un effet apparaissant aux interfaces ou bien un effet de volume ( Hooge 1969 ). Dans ce cas, le mouvement brownien des porteurs de charges et les chocs de ces porteurs avec les atomes des réseaux cristallins peuvent permettre d'interpréter les mesures.

## ***Objectifs***

***Rendre audible et visible le bruit en 1/f généré par le composant électronique***

(Amplification - Audification - Sonification - Animation 3D temps réel)

***Mettre en évidence les fluctuations du bruit***

(Synthèse soustractive - focus sur les basses fréquences)

***Utiliser le bruit / matière sonore comme base de composition et comme donnée de spatialisation***

(Synthèse - Sonification)

***Mettre en évidence les liens avec les sons de la nature***

(Création sonore geophonie - Synthèse soustractive - Composition)

***Créer un paysage sonore***

(Fragmentation - Spatialisation - Chorégraphie)

***Créer des espèces aquatiques sensibles à l'environnement***

(Génération d'images 3D sur base de sonogrammes)

Les animaux réagissent de différentes façons au son environnant

(Comportement, couleur, matière, transparence, système de défense...)

Réaliser l'ensemble des manipulations en **temps réel**.

## *Étapes de travail*

Montage circuit d'amplification du bruit (résistance) V.2	2024 ok
Mesures et analyses du bruit par enregistrement	2024 ok
Optimisation du circuit d'amplification + isolation	V3 en cours
Ajout d'un module de variation du courant vers la résistance	nov 2024 ok
Création outils de mesure (densité spectrale)	2024 ok
Création d'outils de filtrage (synthèse soustractive)	dec 2024 ok
Tests traitement de l'audio en temps réel	jan 2025 ok
Création de différents sons dans le domaine de la géophonie	juin dec 2024
Création du dispositif de monstration du circuit électronique (caillou magique) - Réalisation d'un prototype	mars 2025
Création du système de visualisation (génération vidéo et analyse FFT temps réel)	2023-2025
Conception moniteurs-aquariums Réalisation d'un prototype et tests	fevrier 2025
Conception scénographie globale de l'audio et sa spatialisation	juin déc 2024
Test de la mise en relation des modules à l'échelle 1 et en temps réel	dec 2024 > mars 2025
Optimisation du circuit et de la chaine audio	mai 2025
Assemblage des différents traitements (audio - filtrage - composition - spatialisation - animation vidéo)	jan > mai 2025
Réalisation des moniteurs-aquariums et de leur support (système de rotation ?)	juillet 2025
Scénarisation audio - écriture des tableaux	jan > aout 2025
Conception et réalisation des supports et modules de transport	aout 2025
12	



## ***Bibliographie***

- Arnoux, Quentin, *Écouter l'anthropocène. Pour une écologie et une éthique des paysages sonores*, Le bord de l'eau, 2021.
- Bakker, Karen. (2022). *The Sound of Life, How Digital Technology Is Bringing Us Closer to the Worlds of Animals and Plants*, Princeton University Press, 2022.
- Barbanti, Roberto, *Les sonorités du monde. De l'écologie sonore à l'écologie sonore*, Les presses du réel, 2023.
- Bosseur, Jean-Yves, *Musique et environnement*, Minerve, 2016.
- Charles-Dominique, Luc, *Anthropologie historique de la notion de bruit*, Revue Filigrane, 2008.
- Charbonnier, Georges, *Entretiens avec Edgar Varèse*, Belfond, 1970.
- Giomi, Andrea, *Du field recording à l'art de la sonification*, revue Filigrane 2022.
- Grubbs, David, *Les disques gâchent le paysage - John Cage, les années 1960 et l'enregistrement sonore*, Les presse du réel, 2015.
- Hermann, Thomas, Hunt, Andy, & Neuhoff, John G., *The Sonification Handbook*, Logos Publishing House, 2011.
- James, Jamie, *La musique des sphères : Musique, science et ordre naturel de l'Univers*, Editions du Rocher, 1997.
- Kahn, Douglas, *Earth Sound Earth Signal: Energy and Earth Magnitude in the Arts*, University of California Press, 2013.
- Krause, Bernie, *Le grand orchestre animal*, Flammarion, 2013.
- Krause, Bernie (2016). *Chansons animales et cacophonie humaine - Manifeste pour la sauvegarde des paysages sonores naturels*, Actes Sud, 2016.
- Kramer, Gregory, *Auditory Display - Sonification, Audification, and Auditory Interfaces*, CRC Press, 1994.

- Macé, Pierre-Yves, *Musique et document sonore – Enquête sur la phonographie documentaire dans les pratiques musicales contemporaines*, Les presses du réel, 2012.
- Mariétan, Pierre, & Barbanti, Roberto, *Sonorités n° 7, Écologie sonore entre sens, art, science*, Champ Social, 2012.
- Mathevon, Nicolas, *Les animaux parlent, sachons les écouter*, HumenSciences, 2021.
- Mottet, Jean, *La forêt sonore ; de l'esthétique à l'écologie*, Champ Vallon, 2017.
- Muir, John, *Un été dans la Sierra (Journal de 1869)*, Hoëbeke, 1997.
- Schafer, Raymond Muray, *The Sounscape - Our Sonic Environment and the Tuning of the World*, Destiny Books, 1977.
- Sueur, Jérôme, *Le son de la terre - Chroniques radiophoniques*, Actes Sud, 2022.
- Sueur, Jérôme, *Histoire naturelle du silence*, Actes Sud, 2023.
- Truax, Barry, *Acoustic Communication*, Simon Fraser University, 1984.
- Vauclair, Sylvie, *La nouvelle musique des sphères - À l'écoute des étoiles*, Odile Jacob, 2013.
- Volcler, Juliette, *Le son comme arme - Les usages policiers et militaires du son*, La Découverte, 2011.
- Volcler, Juliette, *Contrôle - Comment s'inventa l'art de la manipulation sonore*, La Découverte, 2017.
- Volcler, Juliette, *L'orchestration du quotidien - Design sonore et écoute au 21e siècle*, La Découverte, 2022.
- Walter, Thibault (2023). *Audio Trouble - Étude sur les pratiques aurales d'une école d'art*, Les presses du réel, 2023.
- Zenatti, Arlette, *Psychologie de la musique*, Puf, 1994.

## Crédits

**Production :** *Station Mir • festival ]interstice[*



**Développement du projet et mise en réseau :** *Oblique/s*



**Coordination technique déléguée :** *Manœuvre*



**Partenaires scientifiques :**

**GREYC**, le GREYC est le groupe de recherche en informatique, image et instrumentation de Caen, laboratoire de recherche en sciences du numérique situé à Caen.



Université de Caen Normandie



## ***Crédits***

### ***Circuit électronique***

Conception : Jean-Marc Routoure

Réalisation : Jean-Marc Routoure, Sylvain Lebargy, Julien Gasnier, Lucas Bessin

### ***Bandeau Leds Caillou Magique***

Conception et réalisation : Brice Feli, Marion Lacavalerie, Dorianne Vildey, Adrien Perrin (étudiant.e.s en M1 Information Médiation Scientifique et Technique Université de Caen)

### ***Cache résistance***

Conception et réalisation : Lila Hays, Maika Grenier-Journe, Gabriel Ploquin, Fanny Le Baccon (étudiant.e.s en M1 Information Médiation Scientifique et Technique Université de Caen)

### ***Globe verre caillou magique***

Réalisation : Veramy

### ***Support caillou magique et pieds moniteurs***

Réalisation : Collectif *Manceuvre*

### ***Traitement audio, composition, spatialisation, création vidéo***

Nicolas Germain

## Lexique

### **Bruit blanc**

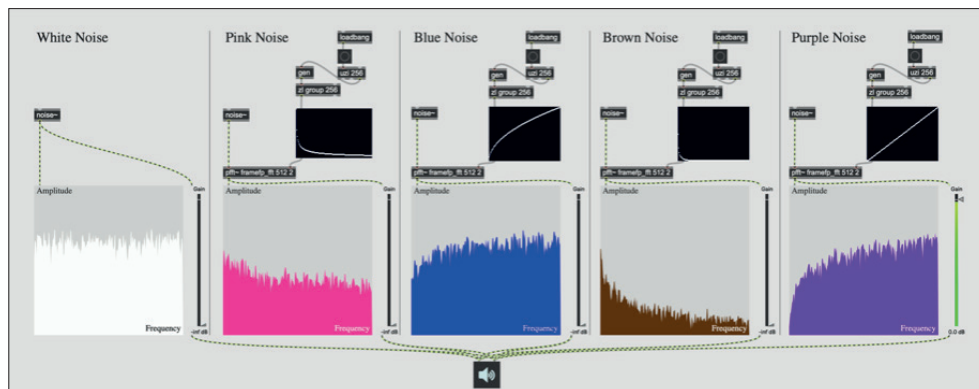
Un bruit blanc est une réalisation d'un processus aléatoire dans lequel la densité spectrale de puissance est la même pour toutes les fréquences de la bande passante. (Wikipédia)

### **Bruit rose**

Tandis que le bruit blanc a une énergie spectrale constante sur l'intégralité de l'échelle des fréquences, soit par hertz, le bruit rose possède lui une énergie constante par bande d'octave.

Par exemple, avec le bruit rose, la bande d'octave s'étalant de 500 à 1000 hertz contient la même énergie que celle s'étalant de 4000 à 8000 hertz. Ainsi le spectre du bruit rose décroît avec les fréquences, contrairement au bruit blanc qui reste constant.

L'un des sons naturels se rapprochant le mieux d'un bruit rose est celui d'un torrent ou d'une cascade, produit par les fréquences aléatoires s'additionnant du choc des masses d'eau plus ou moins importantes sur les rochers. (Wikipédia)



Spectres de bruits colorés : Blanc, Rose, Bleu, Marron, Violet

### **Bruit de scintillation**

Le bruit de scintillation est un bruit électronique toujours présent dans les composants actifs et dans certains composants passifs.

Il est également appelé bruit de scintillement, bruit de papillotement, bruit de basse fréquence ou bruit en excès.

Il fait partie des bruits roses ayant une courbe de puissance en  $1/f$ . (Wikipédia)

### **Bruit thermique**

Le bruit thermique, généré par le passage d'un courant dans la résistance, est également nommé bruit de résistance, bruit Johnson ou bruit de Johnson-Nyquist. Il est le bruit produit par l'agitation thermique des électrons dans une résistance électrique en équilibre thermique.

Le bruit thermique est un bruit blanc dont la densité spectrale de puissance dépend uniquement de la valeur de la résistance. Le bruit thermique peut être modélisé par une source de tension en série avec la résistance qui produit le bruit. Il dépend de la technologie employée pour fabriquer la résistance (carbone, céramique, couche métallique).

(Wikipédia)

### **Amplification**

Action d'augmenter, d'accroître l'étendue, le volume.

Accroissement d'une tension, d'une intensité de courant ou d'une puissance électrique, obtenu à l'aide d'un amplificateur.

### **Audification**

L'amplitude et la fréquence des données mesurées sont transcrites sous forme d'une onde sonore. Il s'agit d'amplifier le signal original, souvent issu de fréquences infra graves ou ultrasoniques pour le transposer dans le domaine de l'audible.

(*Du Field Recording à l'art de la Sonification*, Andrea Giomi 2022)

### **Sonification**

La sonification est la représentation et l'émission de données sous forme de signaux acoustiques non verbaux aux fins de la transmission ou de la perception d'information. (par exemple le compteur *Geiger* en 1913)

«Pour introduire concrètement des **phénomènes du monde réel** dans la sémantique de l'art sonore, pour **assigner aux données** la responsabilité de la **composition générative**, pour utiliser des sons comme médium faisant entendre des phénomènes qui ne **seraient pas perceptibles** autrement»

(*Du Field Recording à l'art de la Sonification*, Andrea Giomi, 2022)

«Quel que soit l'objet étudié, la sonification par **mise en correspondance** consiste à associer à des paramètres saillants de données, des qualités sonores permettant de créer des objets temporels qui **révèlent des formes signifiantes** et interprétables par la communauté de chercheurs. Le son produit ici des **images auditives**.»

(Lorella Abenavoli 2017)

### ***Exemples d'utilisation de la sonification dans le domaine de l'art :***

Alvin Lucier (ondes Alpha)  
Greg Niemeyer (dioxyde de carbone)  
Christina Kubisch (ondes électromagnétiques)  
Andrea Polli (géosonification)  
Hildegard Westerkamp (géosonification)  
Gérard Grisey (Pulsar)  
Ryoji Ikeda (mathématiques)  
Pauline Oliveiros (signaux électriques)  
Gordon Mumma (électronique)  
Robert Barry (gaz inertes, ultrasons)  
Joyce Hinterding (forces énergétiques)  
Herman Kolgen (sismographie)  
Lorella Abenavoli (sismographie)  
Leah Barclay (GPS)  
Andrea Polli (données environnementales)...

### ***Synthèse soustractive***

La synthèse sonore soustractive est un procédé de synthèse sonore qui consiste à générer un signal riche en harmoniques, puis à l'adoucir à l'aide de filtres fréquentiels.

Ce signal est soit un signal périodique caractérisé par une hauteur et un timbre perceptible, soit un signal apériodique, issu d'une oscillation aléatoire, ce dernier sera appelé bruit. (Wikipédia)

### ***Spatialisation***

En mixage de musique, la spatialisation est utilisée pour répartir dans l'espace les différents instruments afin de favoriser leur intelligibilité.

Dans le domaine de la réalité virtuelle, ou du cinéma, la spatialisation participe à la sensation d'immersion.

L'audition humaine est capable de déterminer la position dans l'espace des sources sonores, principalement en se basant sur la comparaison entre les signaux sonores reçus des deux oreilles, mais aussi grâce à la comparaison son direct/réverbération, ou encore par une analyse timbrale du spectre. (Wikipédia)

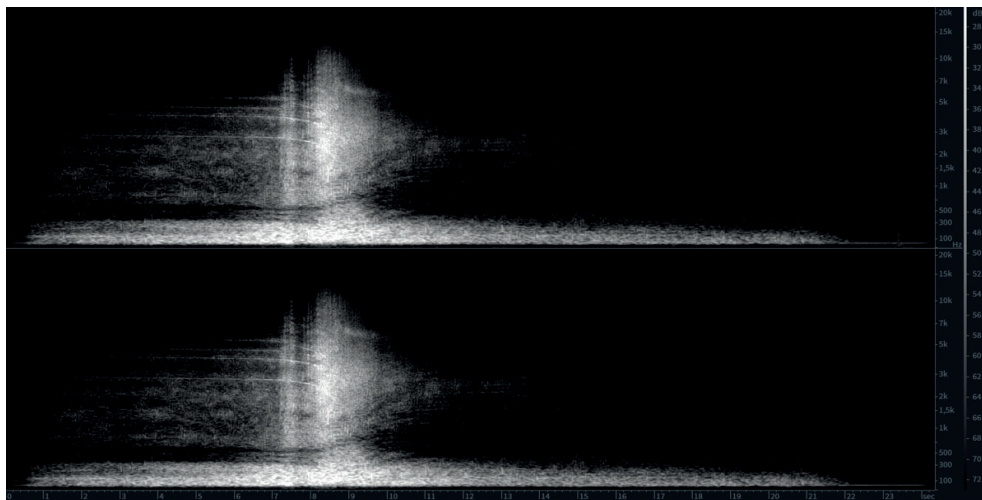
### ***Sonogramme***

Un sonogramme, ou sonogramme, est une représentation, utilisée pour l'analyse spectrale des sons variables, de la pression acoustique ou de la tension associée, selon une graduation de couleur, en fonction de la fréquence et du temps, respectivement portés en ordonnée et en abscisse.

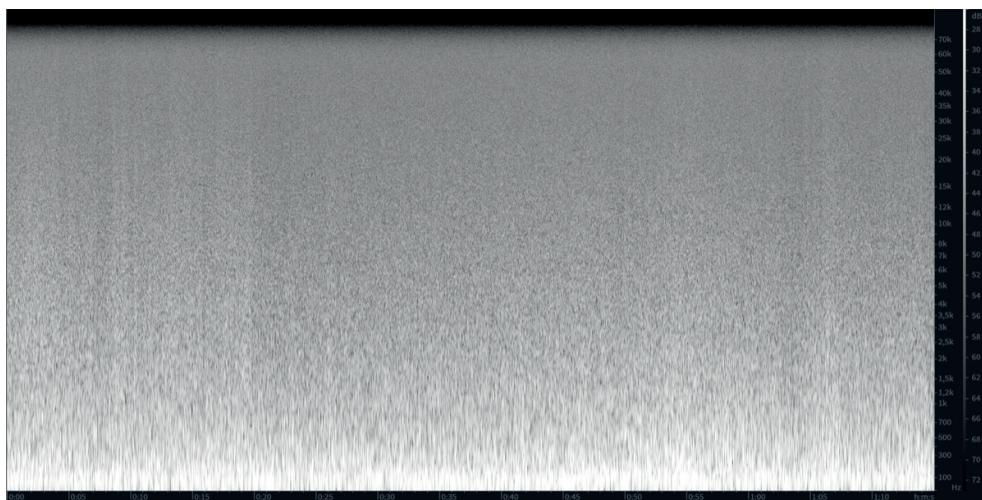
Le sonogramme représente dans un seul diagramme à deux dimensions trois paramètres :

- le temps
- la fréquence
- l'amplitude sonore

La précision avec laquelle on peut identifier la fréquence dépend du temps d'analyse, selon le **principe d'incertitude**. Les plages de fréquences que l'on peut distinguer ont toutes la même largeur absolue  $f_2 - f_1$ , alors que la perception, en particulier la hauteur musicale, se base sur une croissance géométrique, avec  $f_2/f_1$  à peu près constante. Une fenêtre longue rend la dynamique indistincte, une fenêtre courte rend la fréquence imprécise.



Sonogramme d'un avion (x = temps | y = fréquence | intensité = amplitude)



Sonogramme d'un bruit blanc



### **Paysage sonore**

Le terme « paysage sonore » (soundscape en anglais) est un néologisme inventé en 1977 par le compositeur et écologiste canadien R. Murray Schafer dans son ouvrage *The Tuning of the World (The Soundscape)*, traduit en français en 1979 sous le titre *Le Paysage sonore. Toute l'histoire de notre environnement sonore à travers les âges*.

Selon cet auteur, un paysage sonore est composé de trois éléments principaux :

- Les sonorités maîtresses ou toniques

En musique, le terme key désigne la fondamentale, elle n'est pas toujours perceptible par l'auditeur. C'est le son à partir duquel les autres sons seront perçus. Les sonorités toniques ne sont pas toujours conscientisées, mais elles « marquent les tempéraments des personnes qui les vivent » (Schafer).

Des exemples de sonorités toniques dans la nature sont le bruit du vent, de l'eau, des forêts, des plaines, des oiseaux, des insectes et, dans les zones urbaines, le bruit de la circulation.

- Les sons à valeur signalétique ou signaux sonores

Ces sons figurent au premier plan d'un paysage sonore. On les entend consciemment. Ce sont par exemple des signaux d'avertissement tels que le bruit des cloches, des sifflets, des klaxons, des sirènes, etc.

- Les marqueurs sonores

Le terme désigne un son caractéristique d'un endroit.

Bernie Krause scinde le paysage sonore en trois parties : **La géophonie** qui regroupe tous les bruits qui ne sont pas d'origine biologique (le vent, l'herbe, l'eau, un arbre). **La biophonie** (sons produits par les organismes vivants). Et **l'anthropophonie**, les sons venant de l'homme.

Certains articles scientifiques suggèrent alors l'existence une nouvelle couche acoustique , **la technophonie** (Farina 2019)

Pauline Oliveros, compositrice de musique électronique d'après guerre, définit le paysage sonore comme étant « toutes les ondes que les mécanismes de l'oreille transmettent à notre cortex auditif »

### **Anthropocène**

L'anthropocène est une proposition d'époque géologique qui aurait débuté quand l'influence de l'être humain sur la géologie et les écosystèmes est devenue significative à l'échelle de l'histoire de la Terre.

Le terme Anthropocène, qui signifie « ère de l'être humain », a été popularisé à la fin du xxe siècle par le météorologue et chimiste de l'atmosphère Paul Josef Crutzen, prix Nobel de chimie en 1995 et par Eugene Stoermer, biologiste, pour désigner une nouvelle époque géologique, qui aurait débuté selon eux à la fin du XVIIIe siècle avec la révolution industrielle, et succéderait ainsi à l'Holocène.

***Paysage Sonore  
à l'heure de l'holocène***



***Géophonie***



***Biophonie***

*Paysage Sonore  
à l'heure de l'anthropocène*



*Géophonie*



*Anthropophonie*

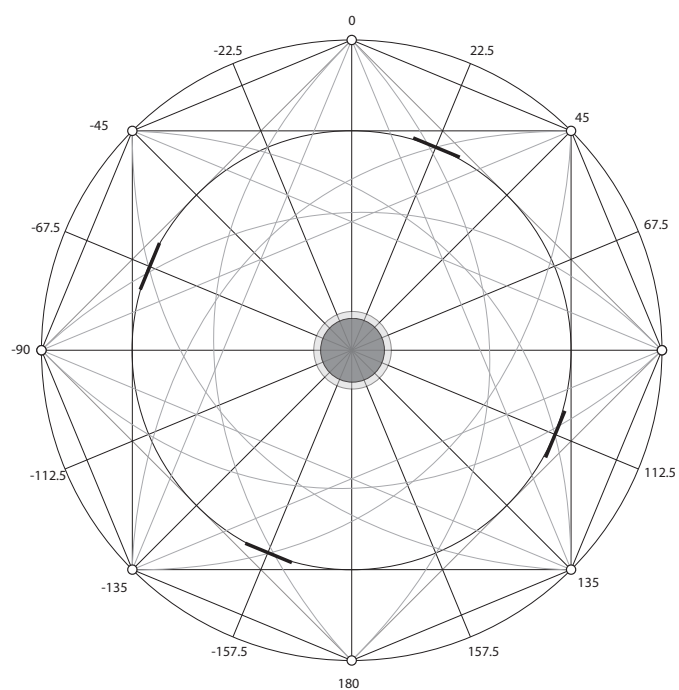


*Technophonie*



*Biophonie*

## *Fiches techniques*



## FT : Amplification

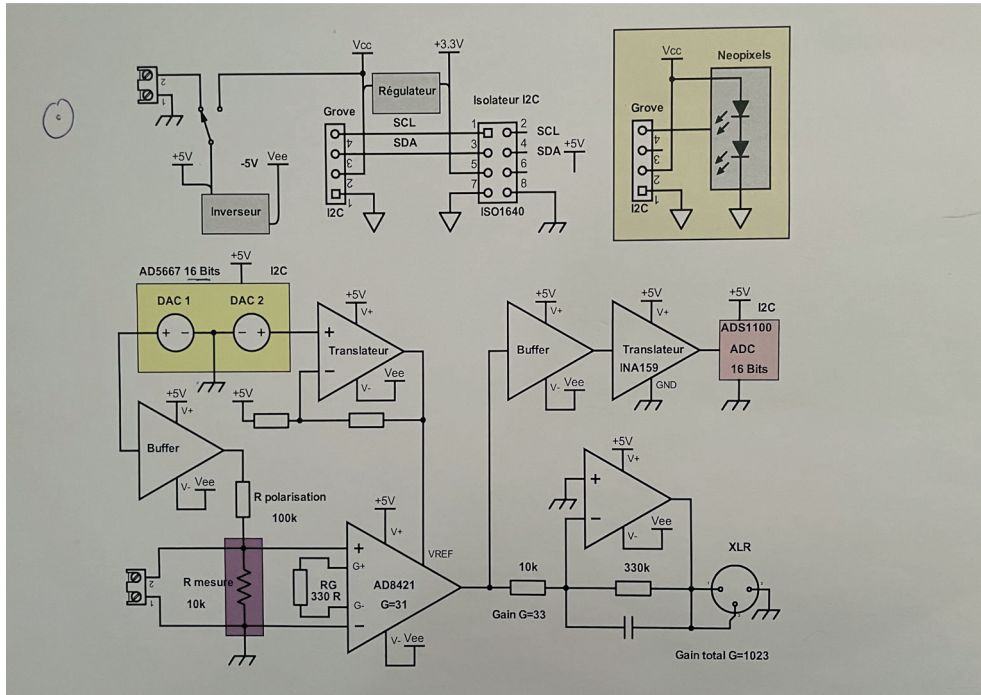
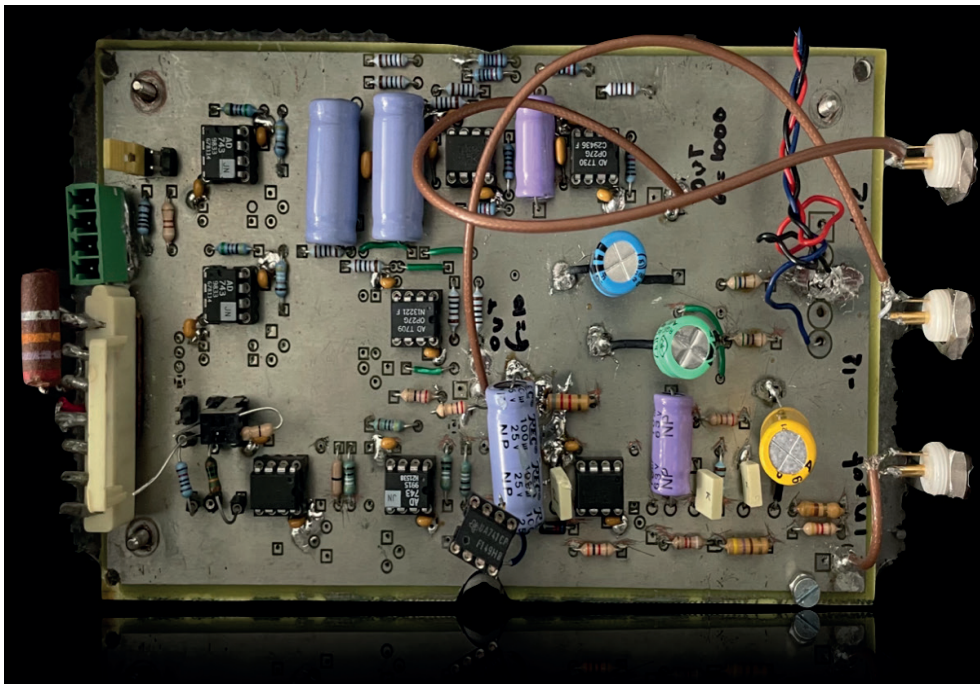


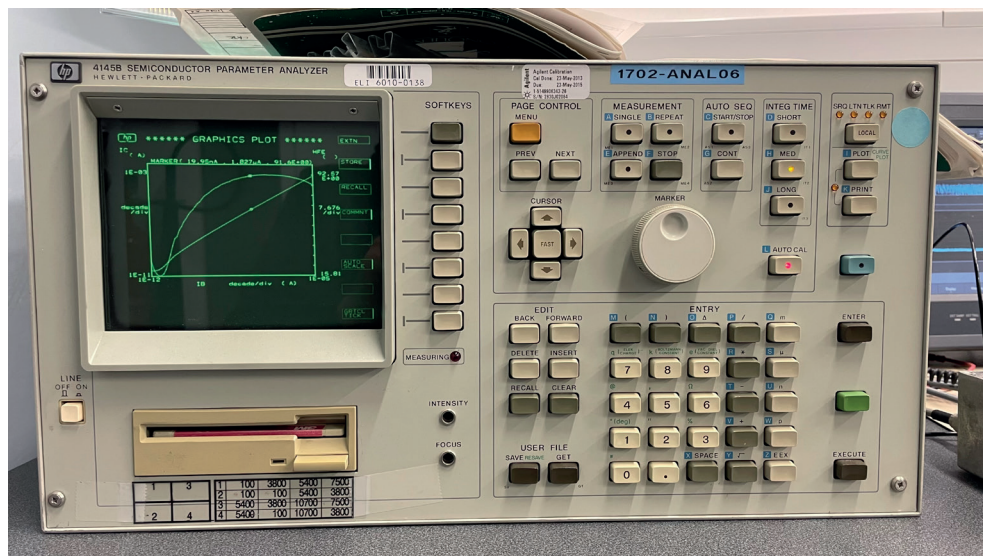
Schéma du circuit d'amplification (J-M. Routoure)



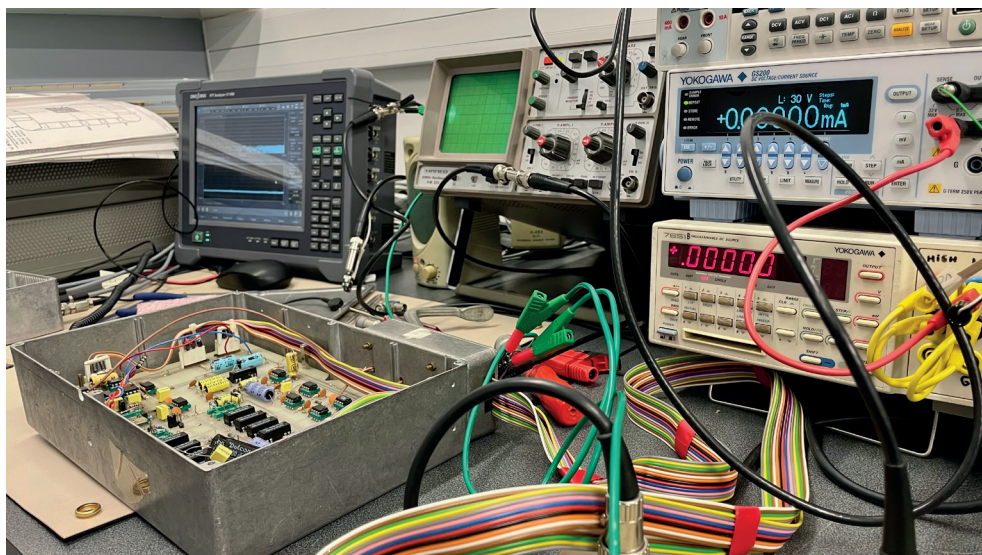
Circuit d'amplification version 1.0 (J-M. Routoure)



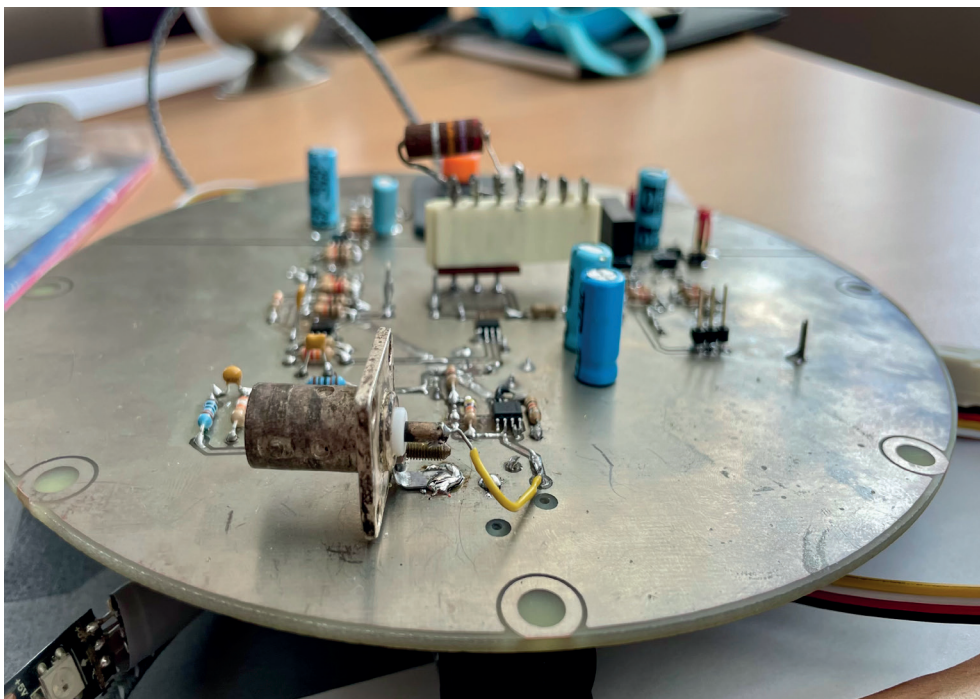
## FT : Analyses



Tests en laboratoire



## *FT : Amplification*



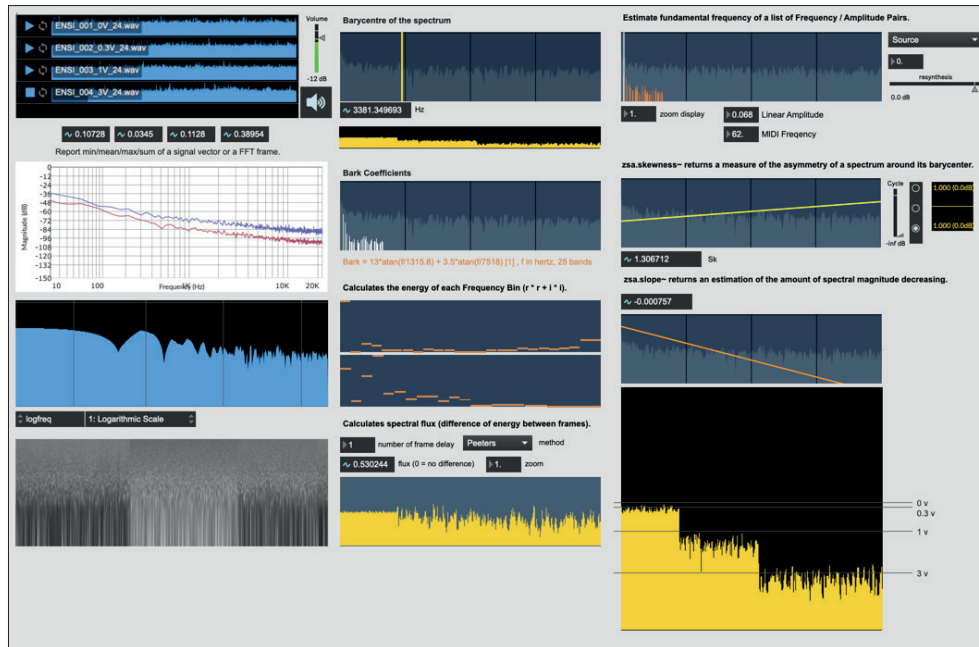
Circuit d'amplification version 2.0 (Jean-Marc Routoure, Sylvain Lebargy, Julien Gasnier, Lucas Bessin)



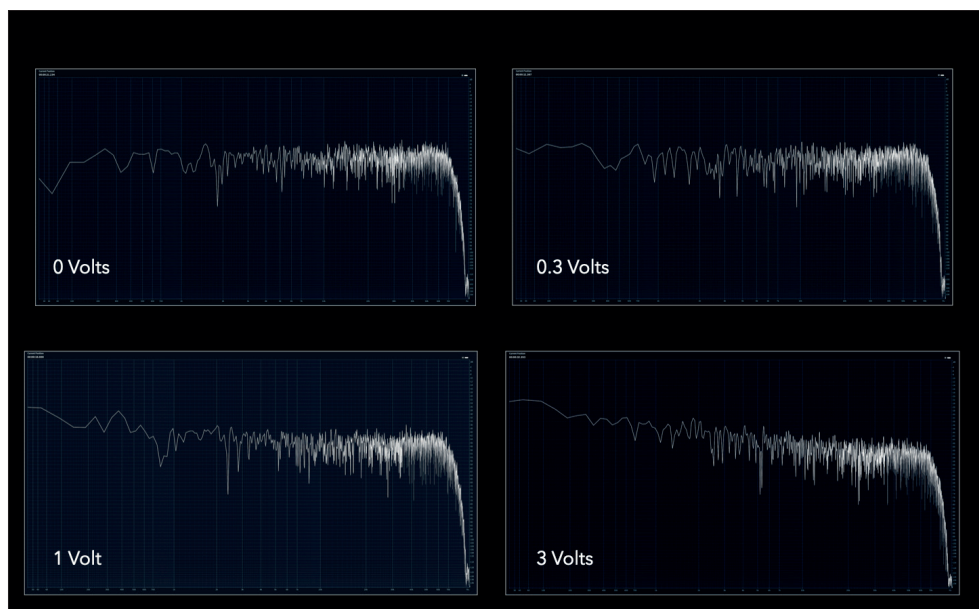
Circuit d'amplification version 3.0 (Jean-Marc Routoure, Sylvain Lebargy, Julien Gasnier, Lucas Bessin)



## FT : Analyses



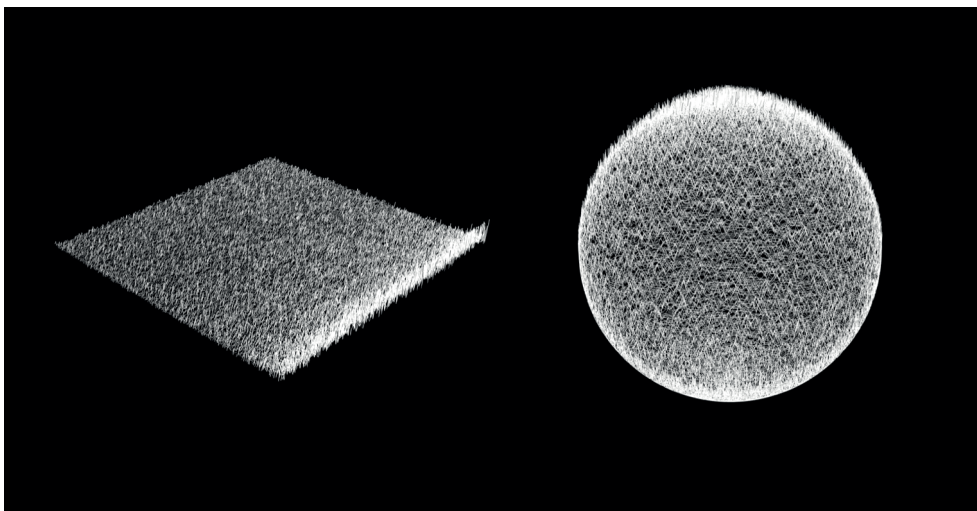
Analyses fluctuations (centre de gravité, énergie, différences, asymétrie, flux, etc.)



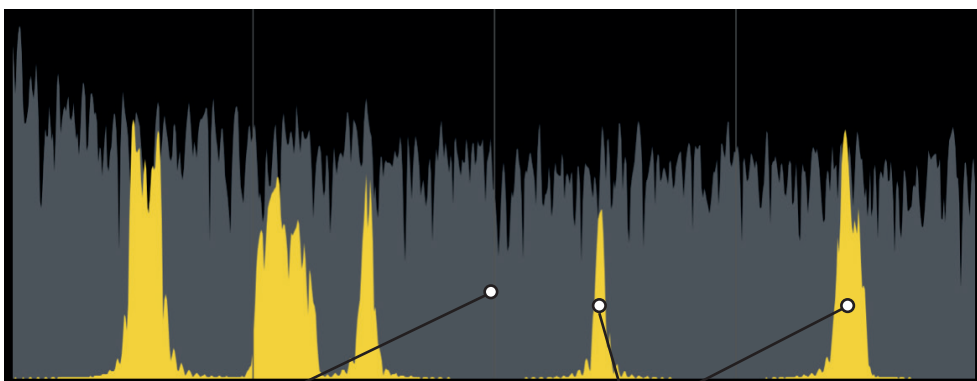
Analyses spectrales (intensité courant électrique)



## *FT : Filtrage*

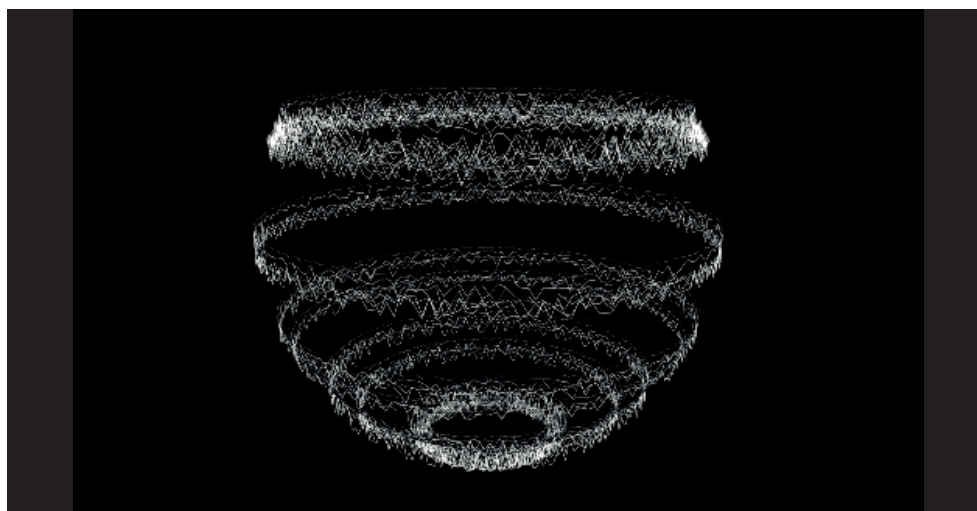


Visualisation bruit - sonogramme 3D



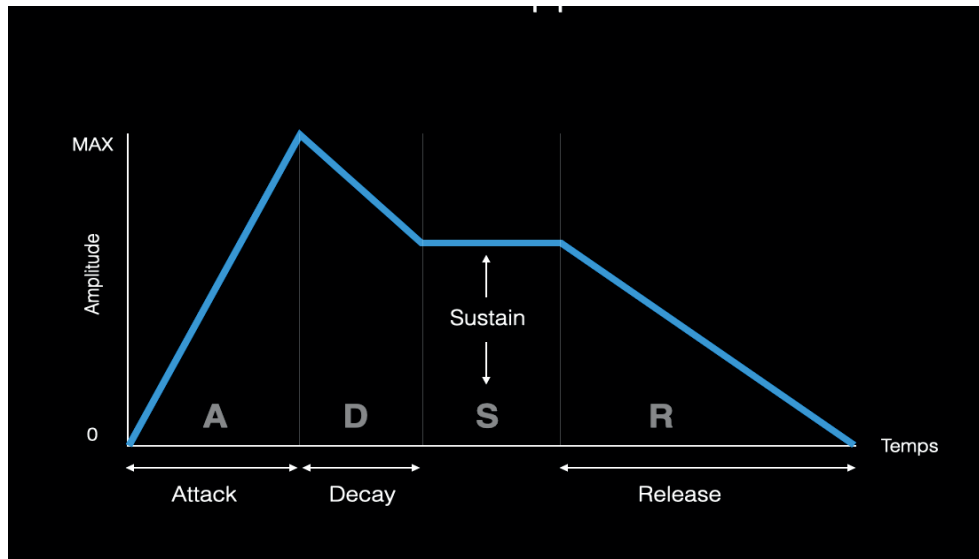
Son original (bruit)

Son prélevé par bandes de fréquences

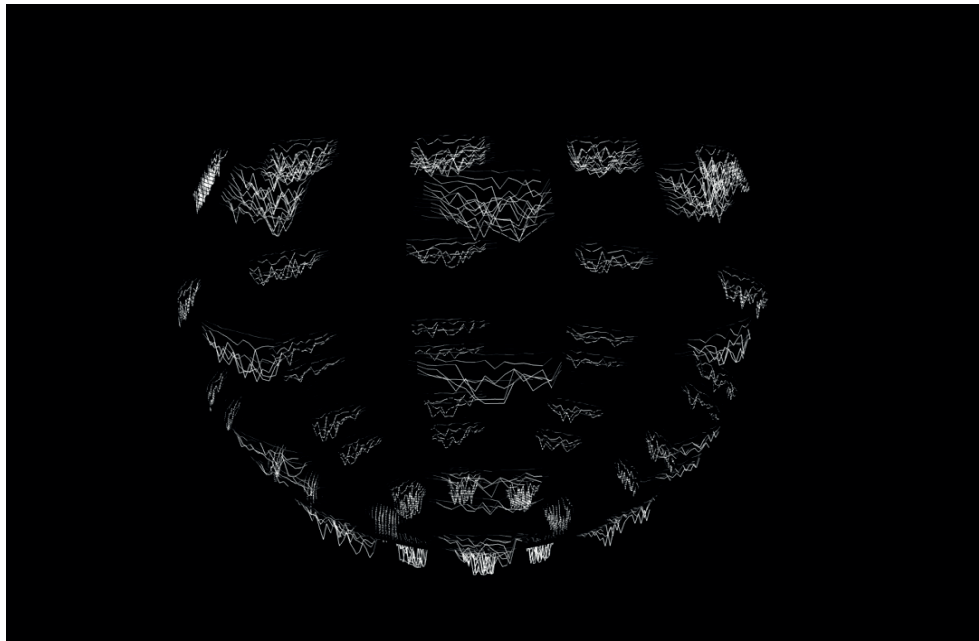


Visualisation bruit filtré - sonogramme 3D

## *FT : Enveloppes*

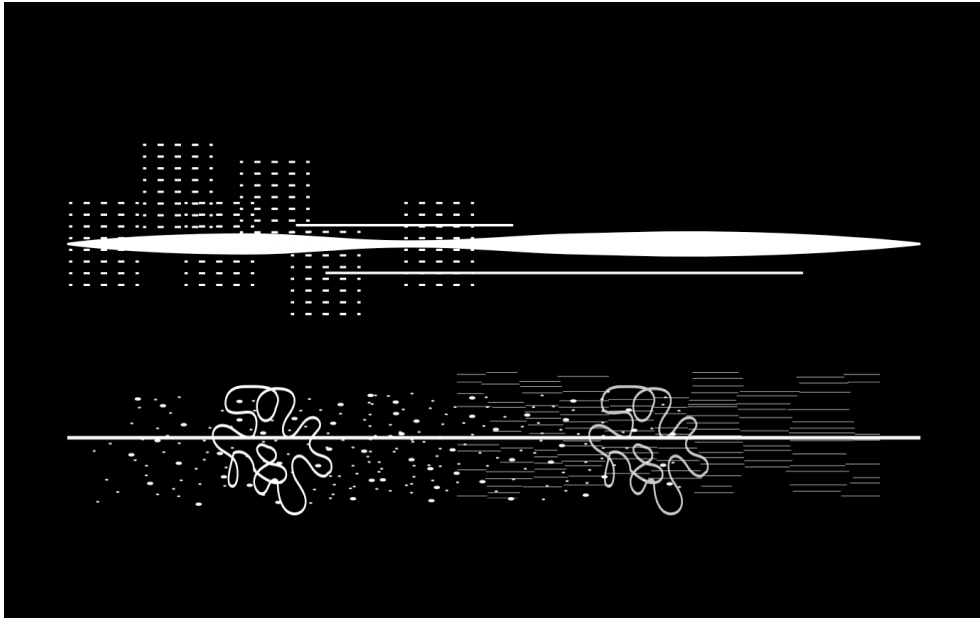


Enveloppe ADSR

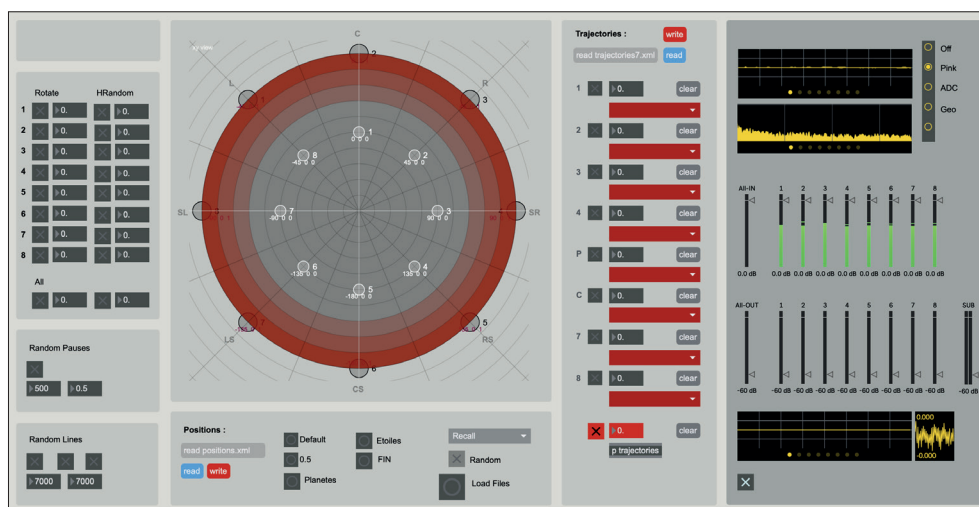


Visualisation bruit découpé et déclenché par envelope - sonogramme 3D

## FT : Composition

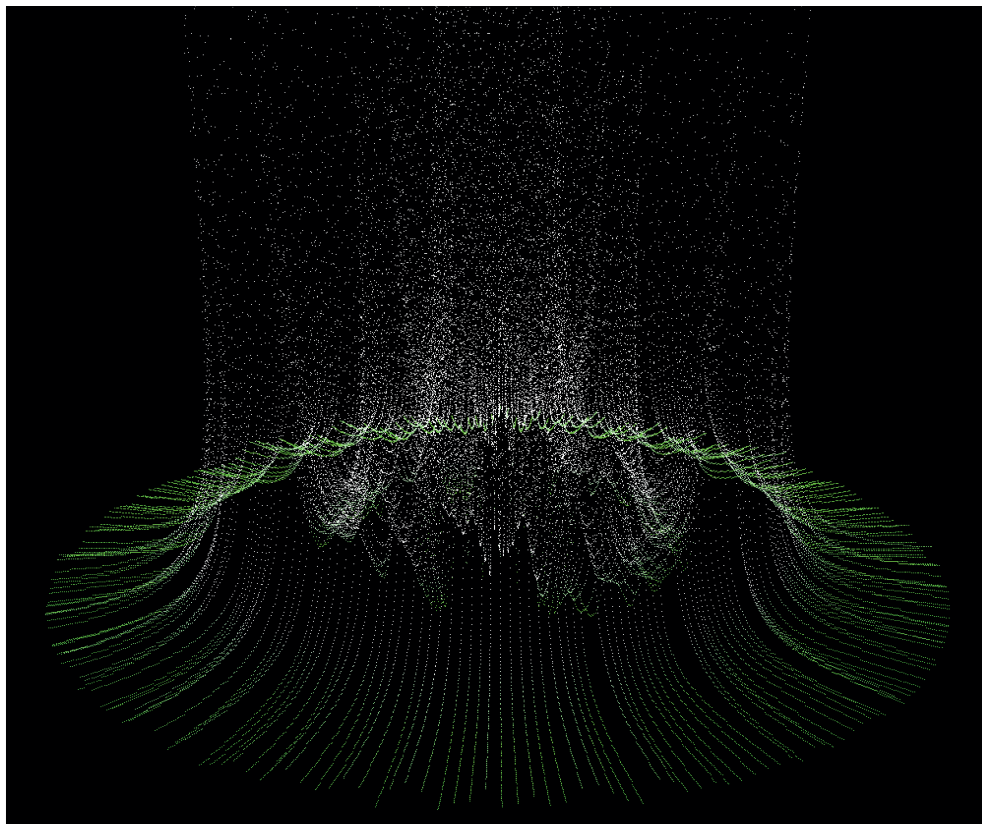
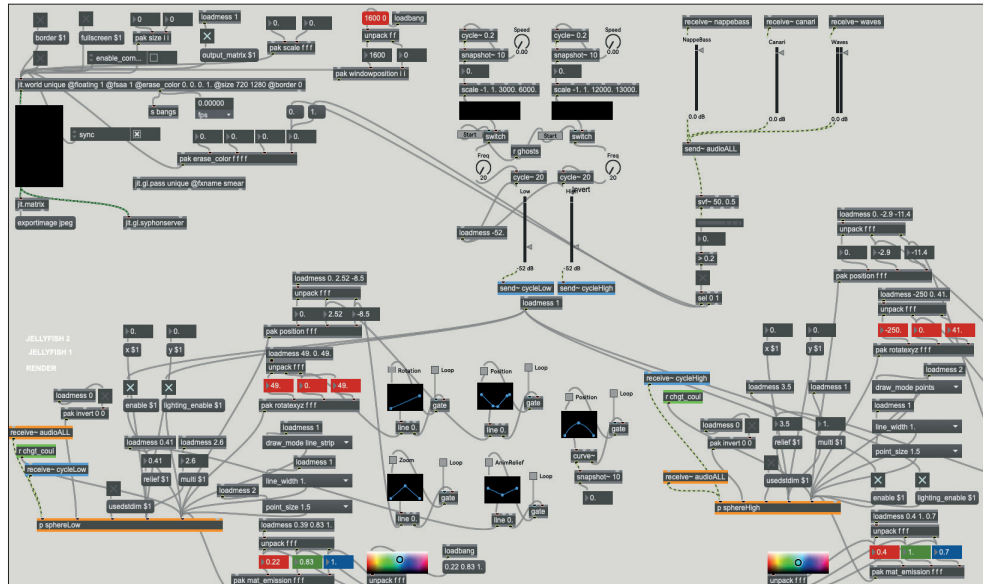


## FT : Spatialisation



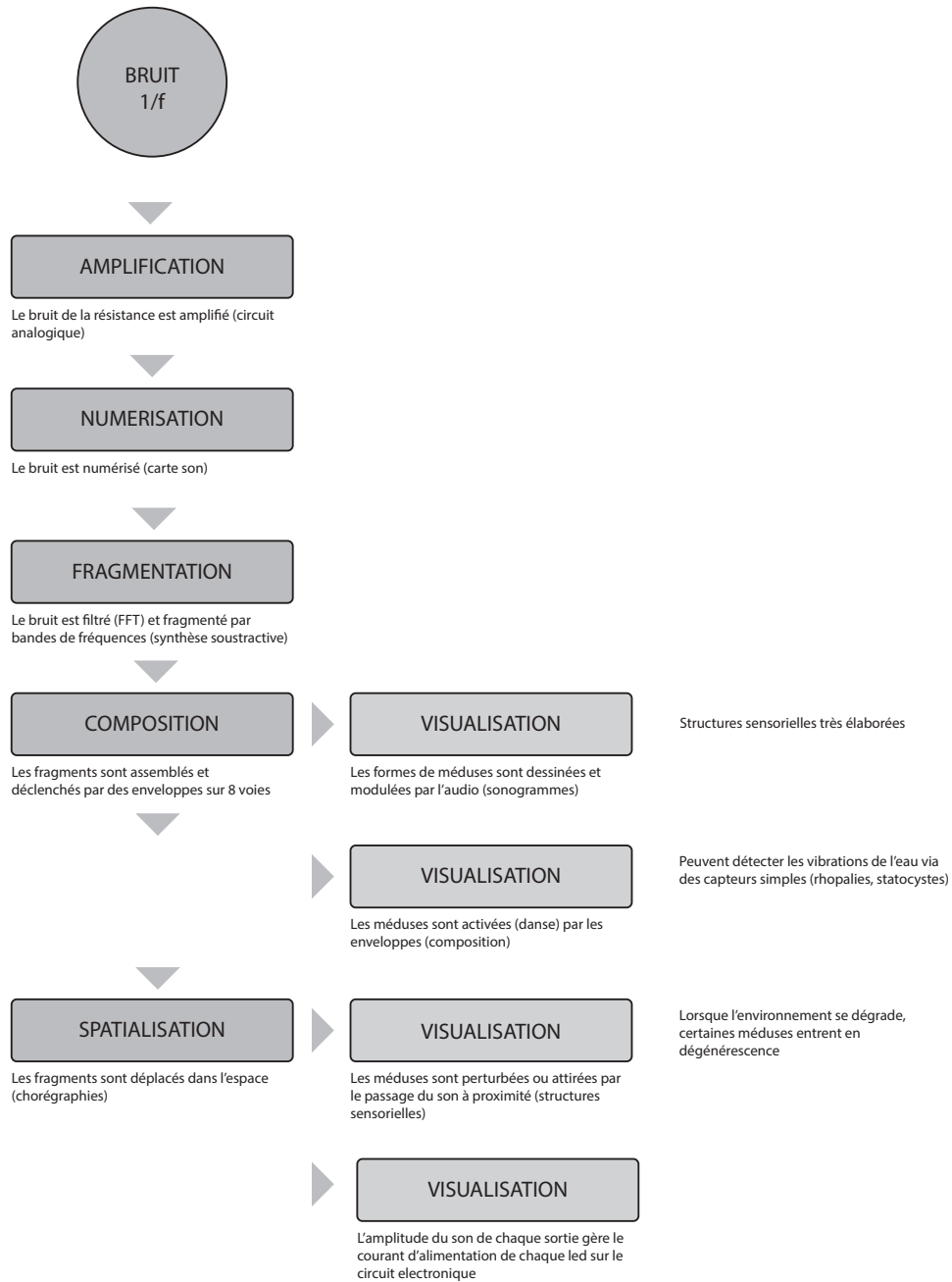
Outil de spatialisation sonore réalisé avec Max et les Ambisonic Tools - ICST Zurich University of the Arts

## FT : Animation 3D



Exemple d'image animée dessinée par le sonogramme

## FT : Le chemin du bruit

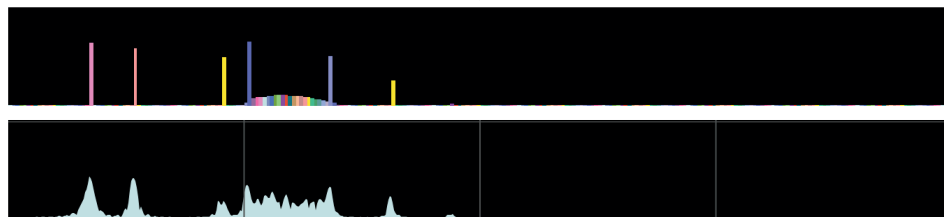


## FT : Le chemin du bruit

Bruit 1/f



Filtrage FFT

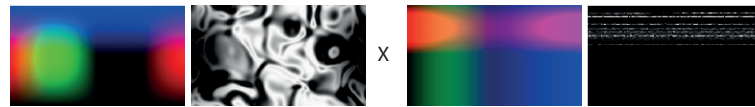


Analyse FFT

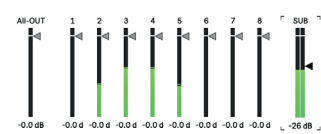
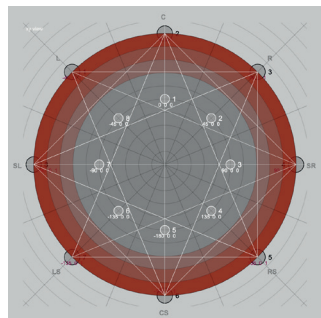
Bruit video

3D

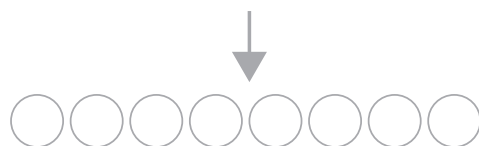
Analyse FFT



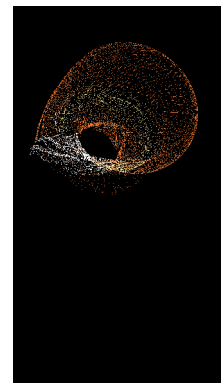
Spatialisation



Sorties audio



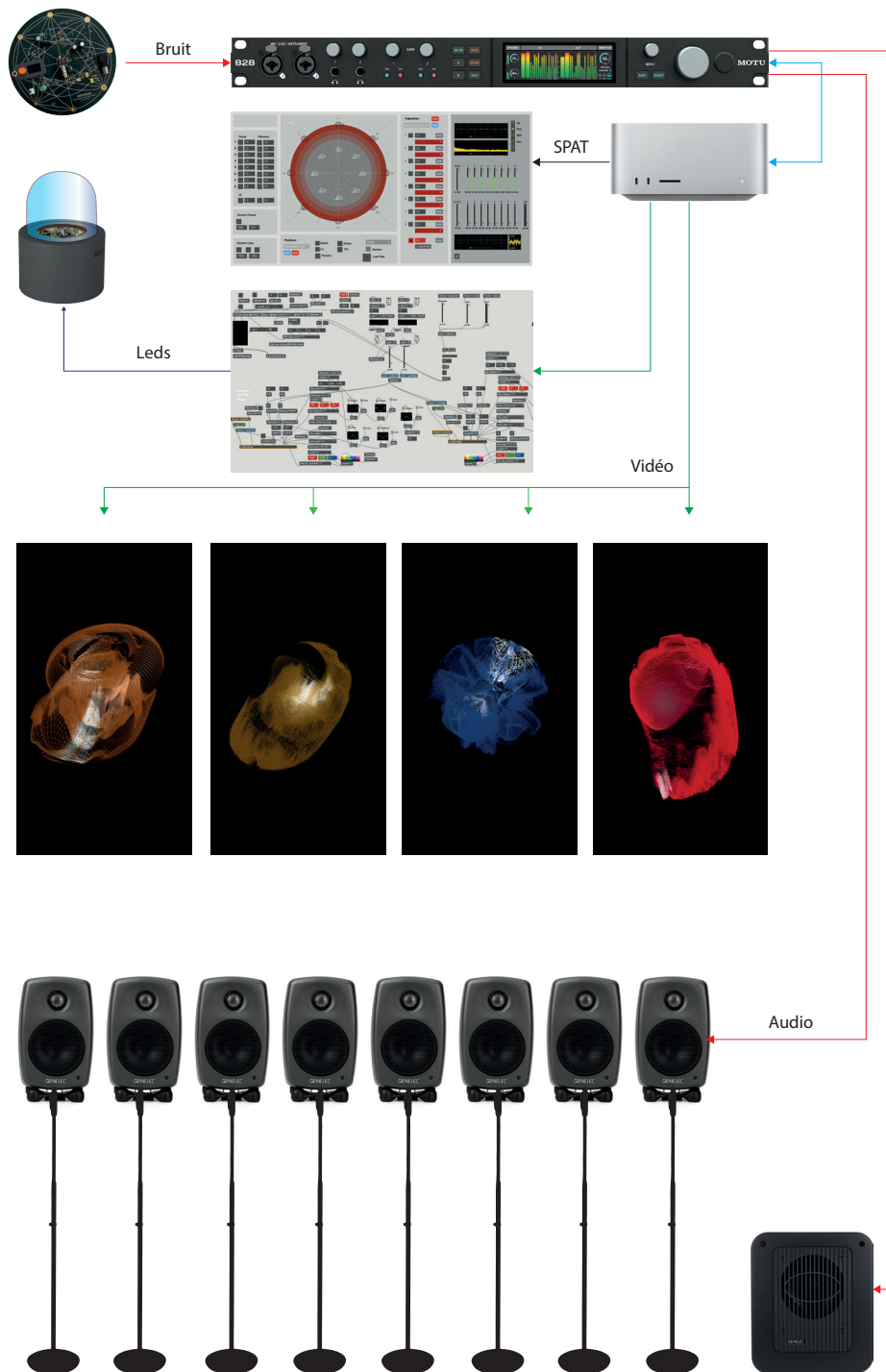
Alimentation Leds



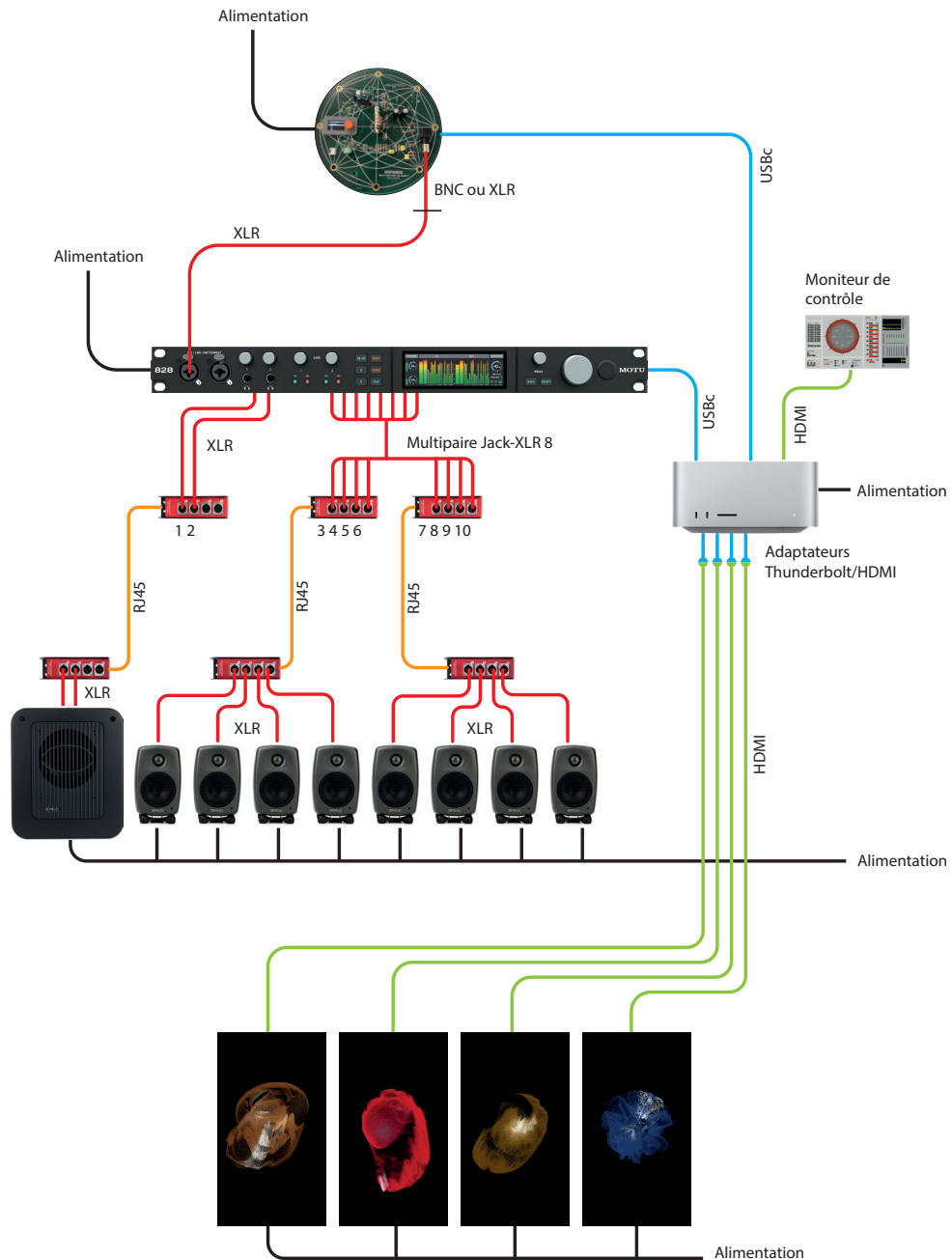
Sorties video



## FT : Connections

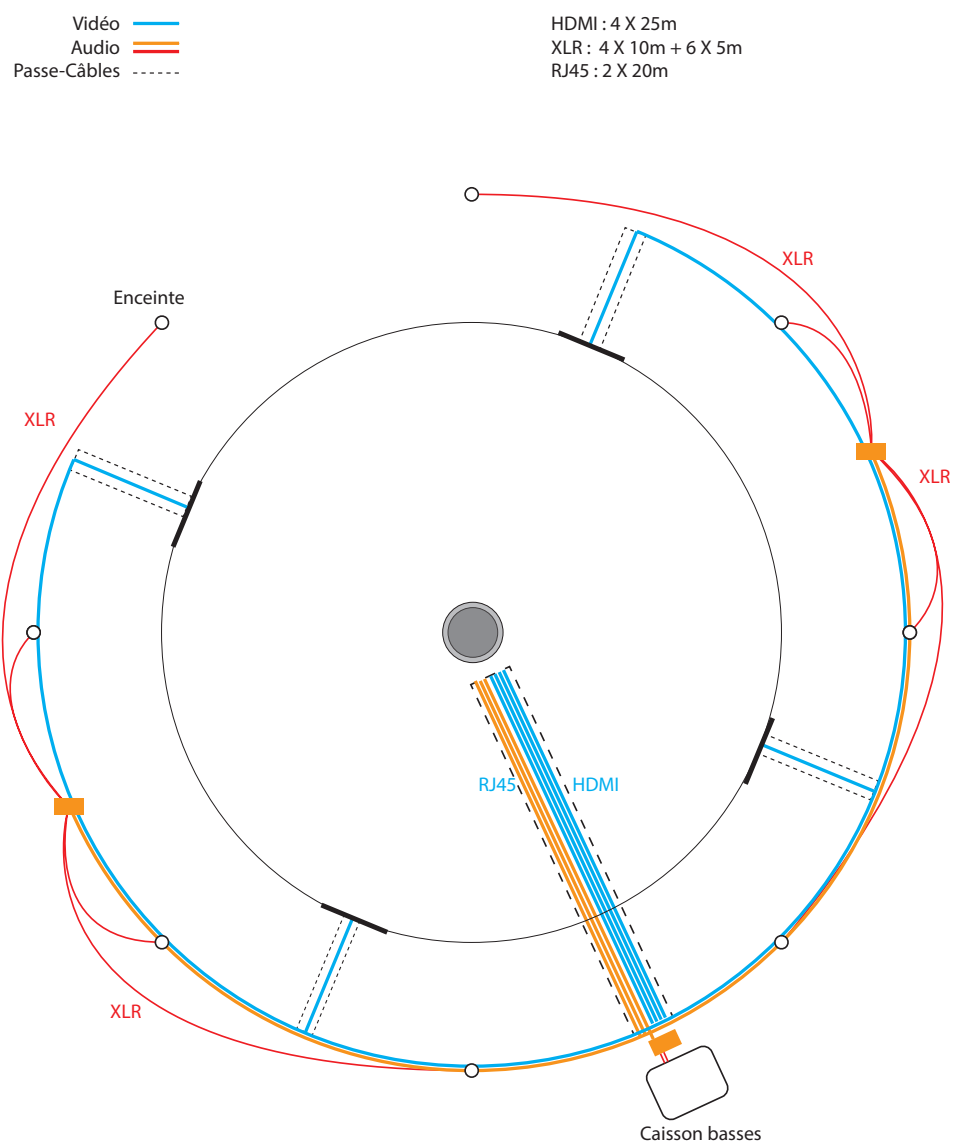


## FT : Connections

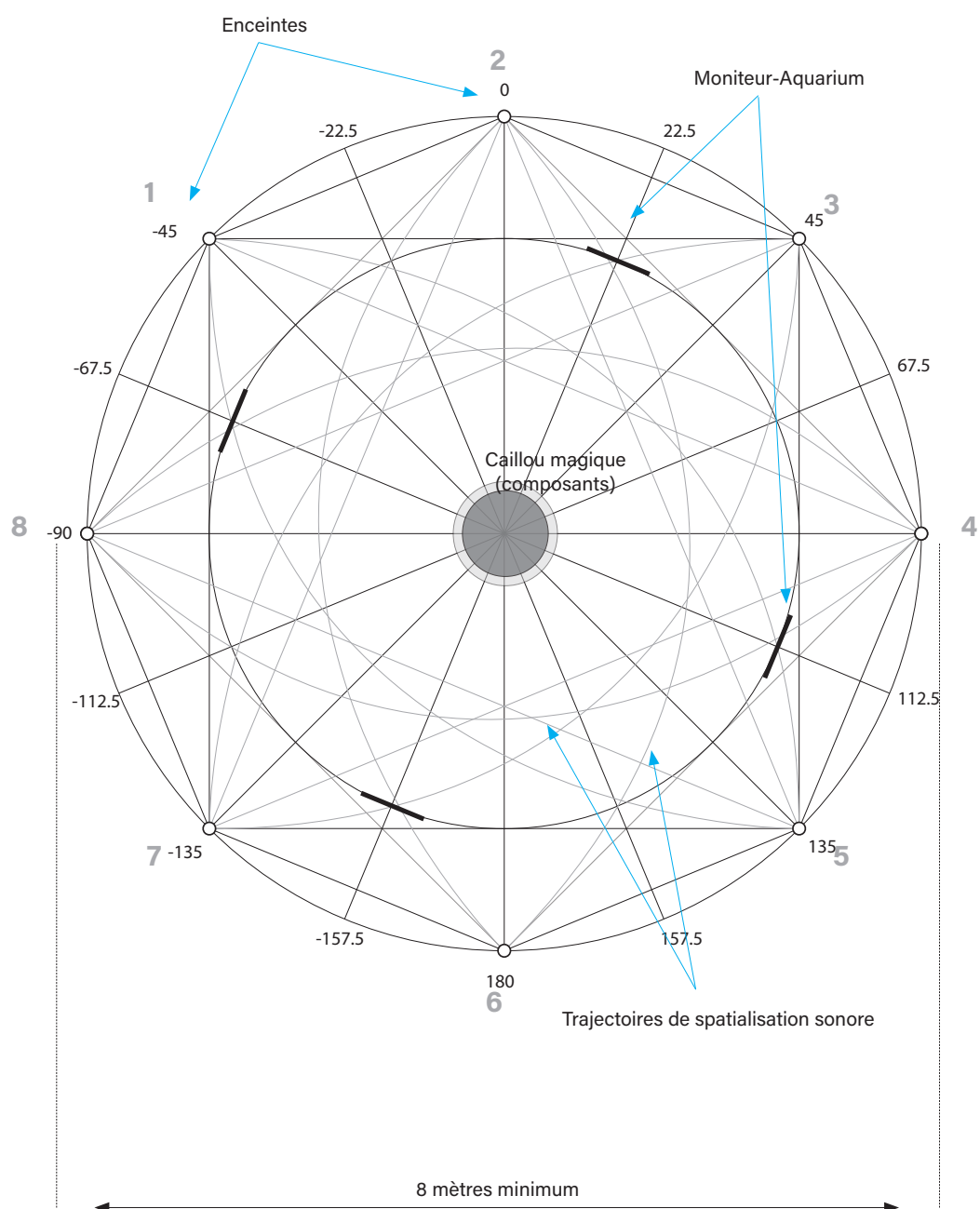




## FT : Plan câblages



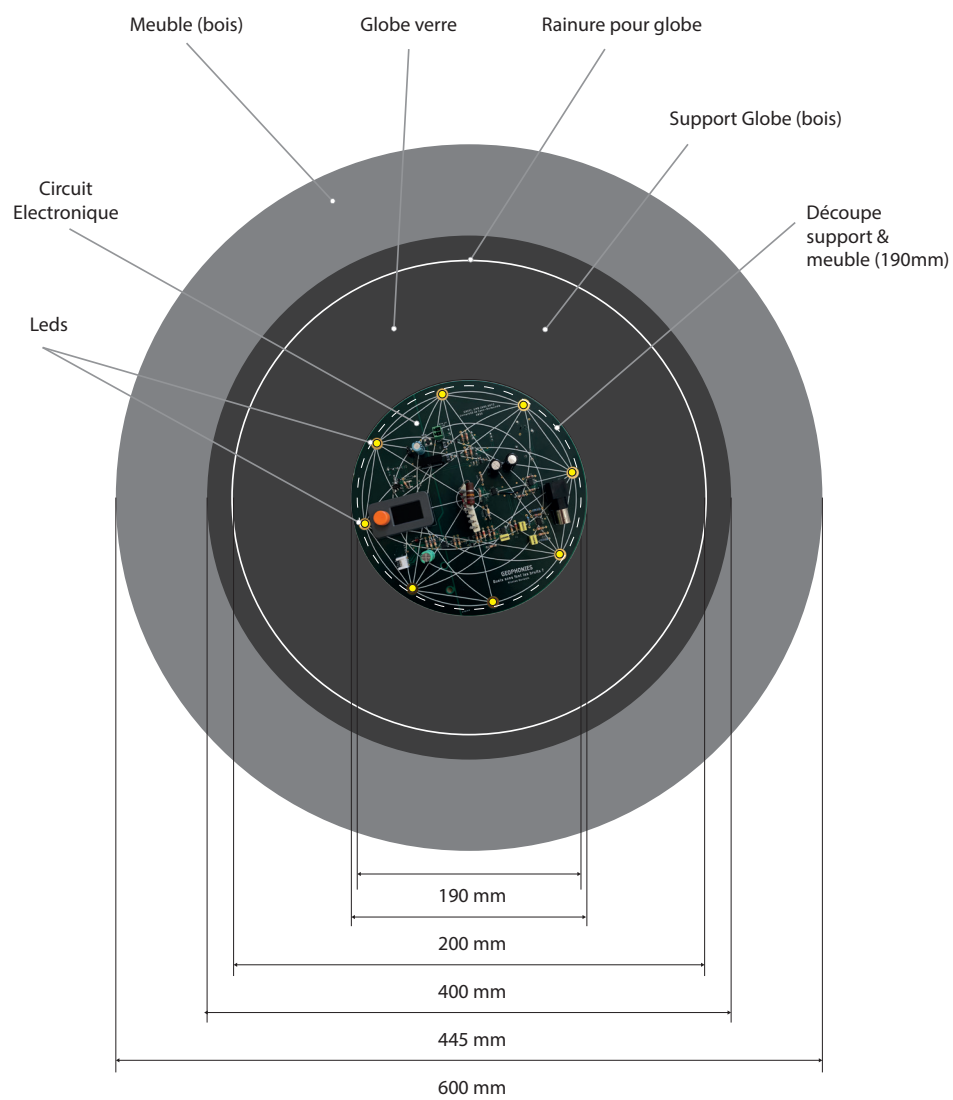
## FT : Scénographie Plan Spatialisation



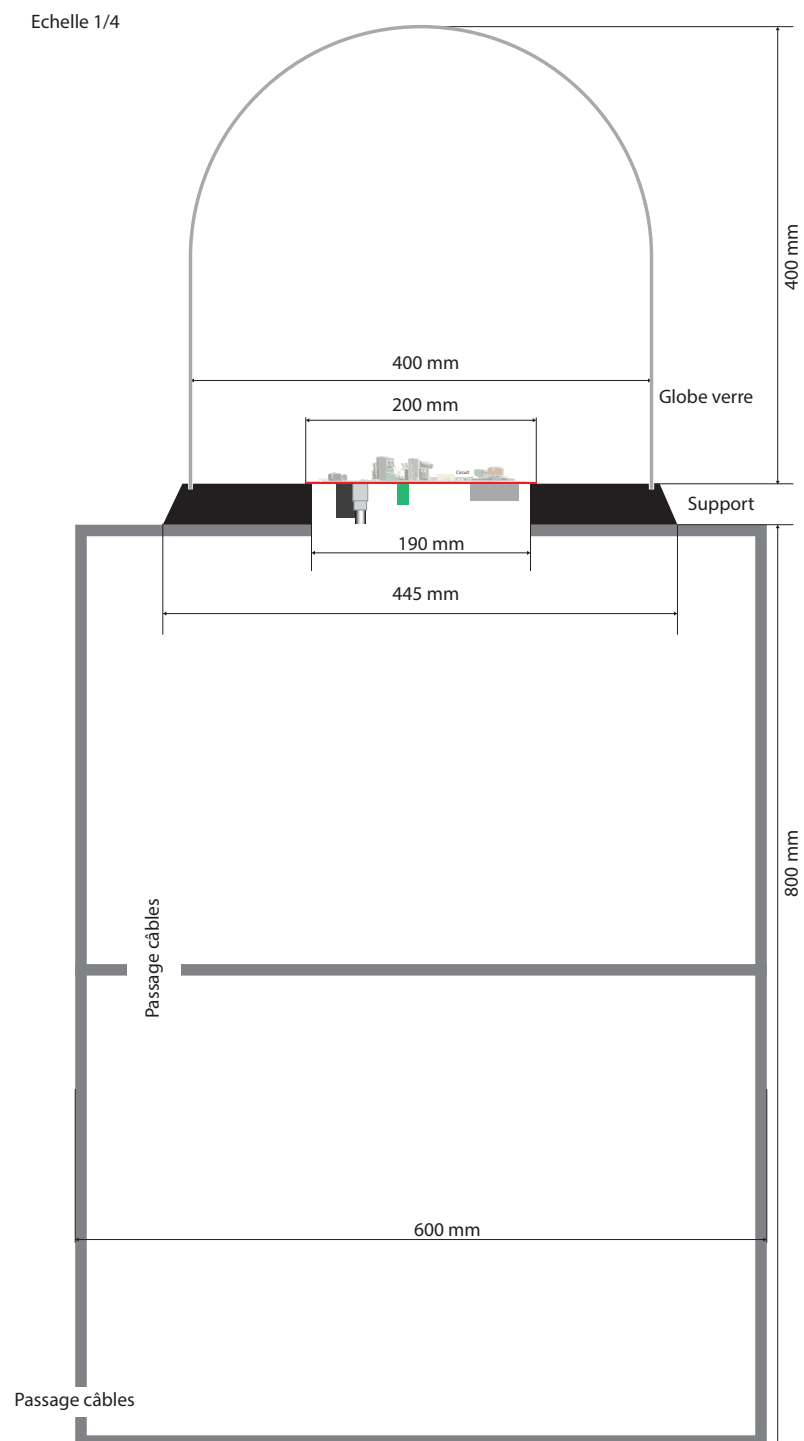
**FT : Circuit** *Caillou Magique (simulation)*



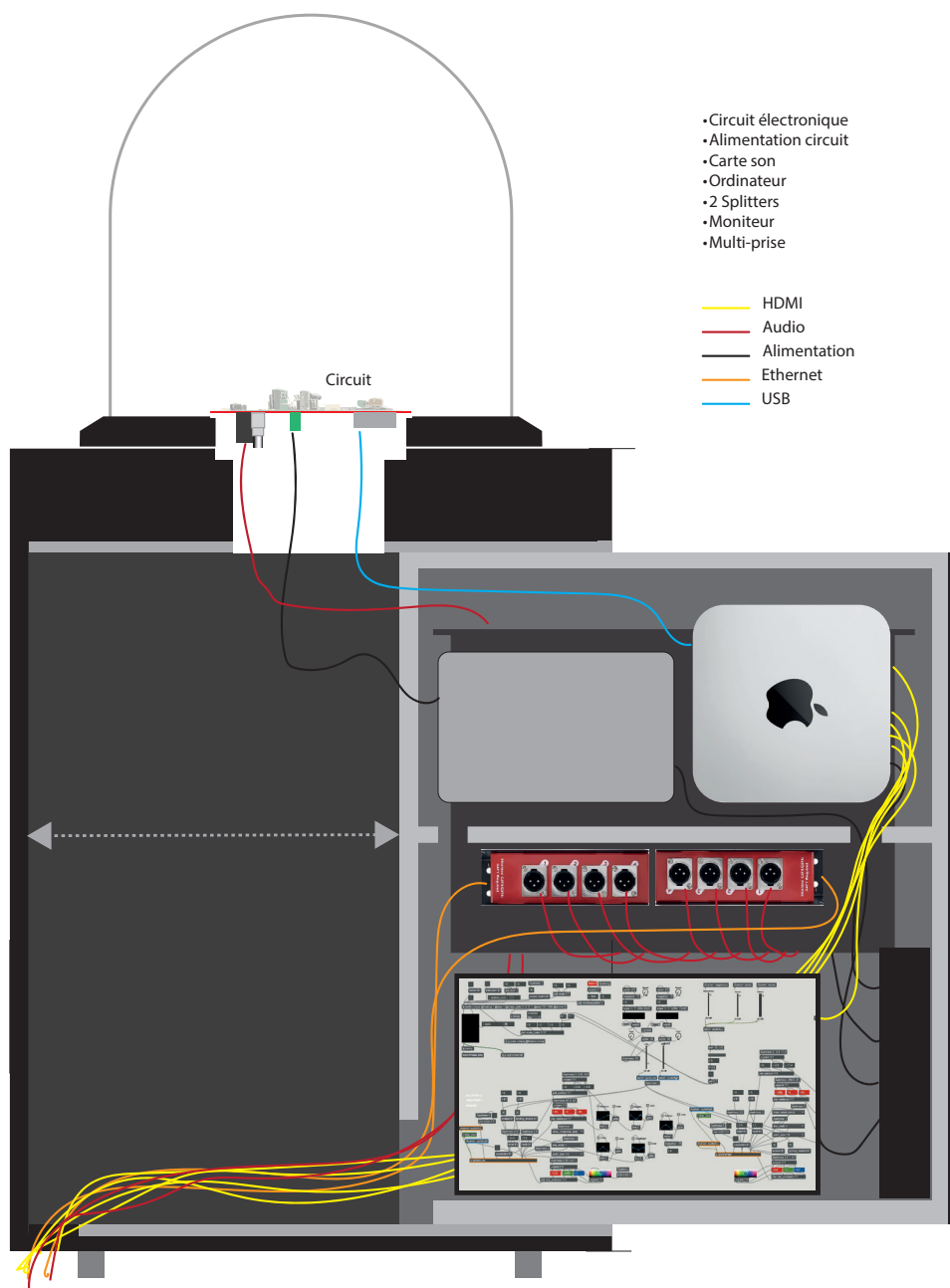
## **FT : Circuit** *Caillou Magique (vue de dessus)*



**FT : Circuit** *Caillou Magique (vue de face)*



## FT : **Circuit** Caillou Magique (avec tiroir et matériel)

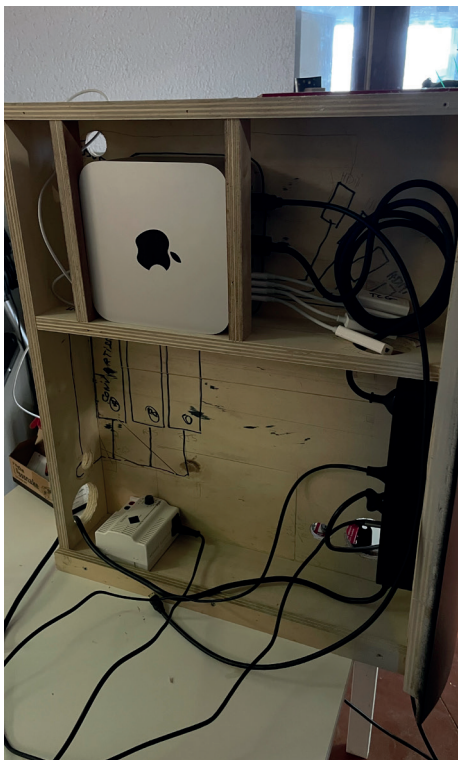


**FT : Circuit** *Caillou Magique (construction)*



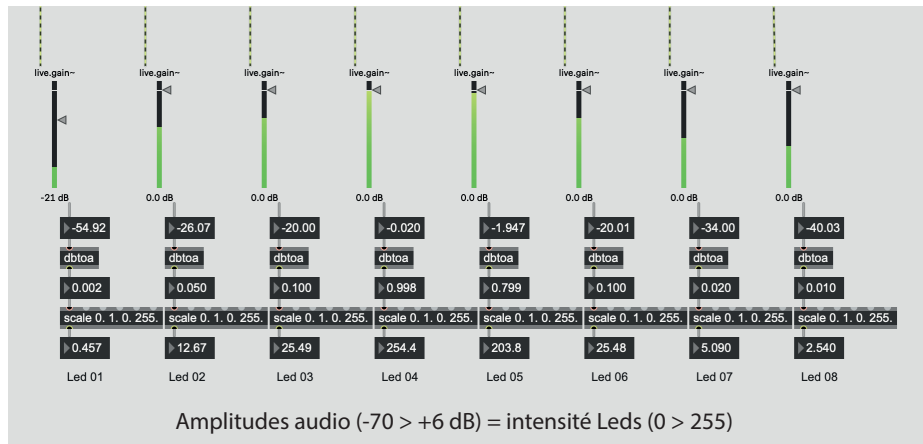


**FT : Circuit** *Caillou Magique (construction)*





## FT : Circuit Alimentation des leds



PRESETS > Random 4 (Couleurs méduses)



Exemple

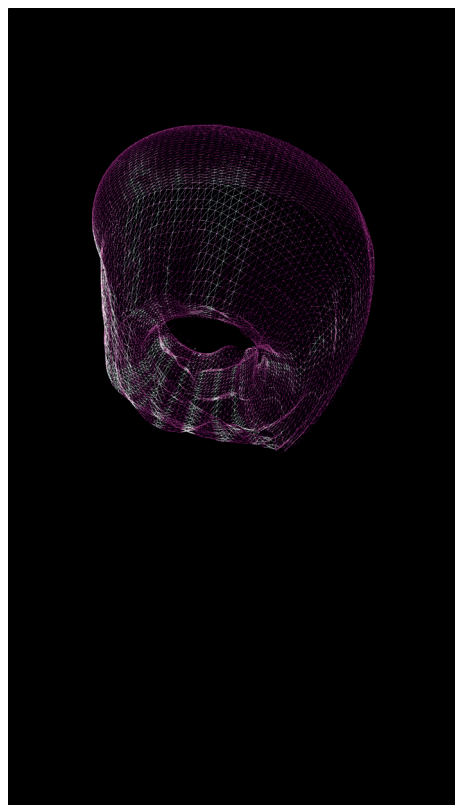
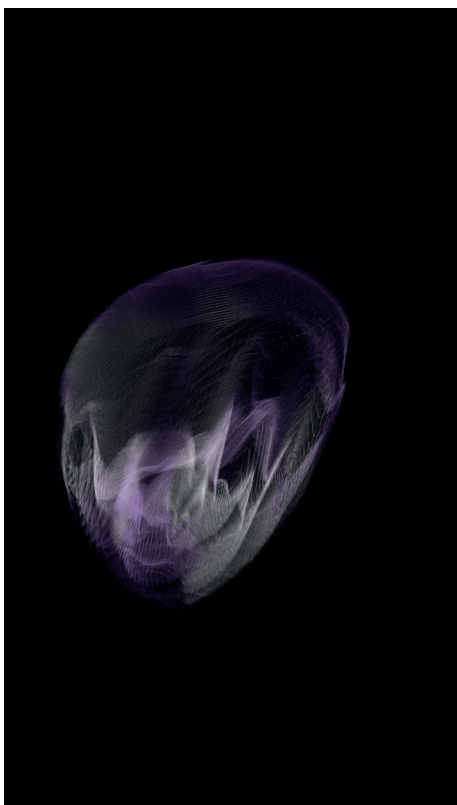
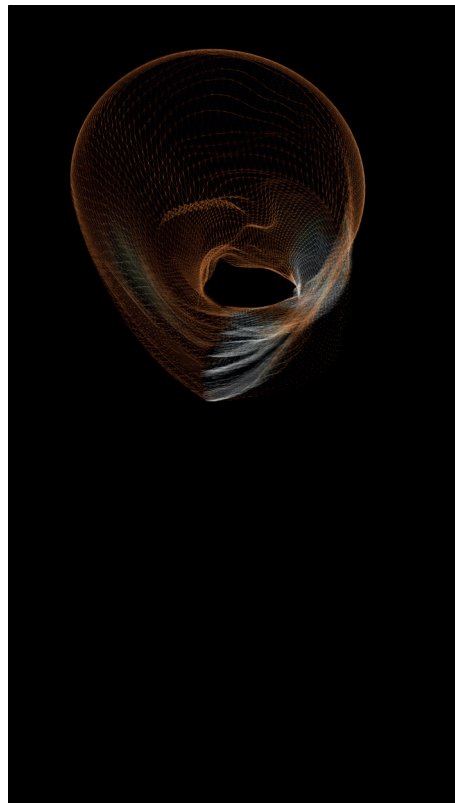
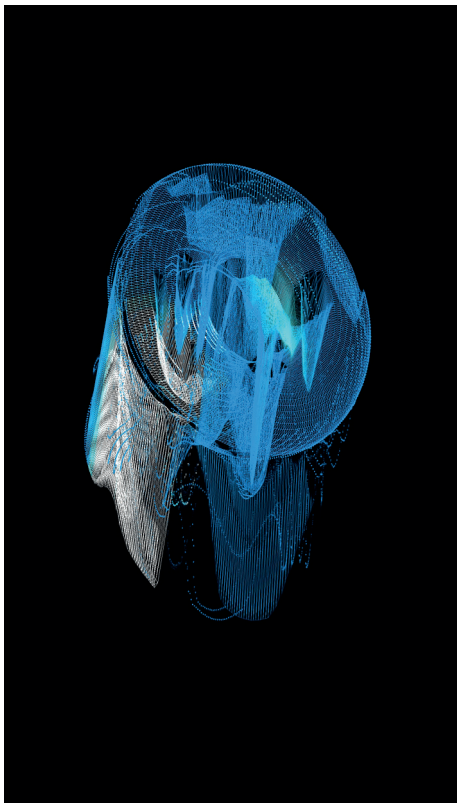
couleur

toutes leds : 23 56 130

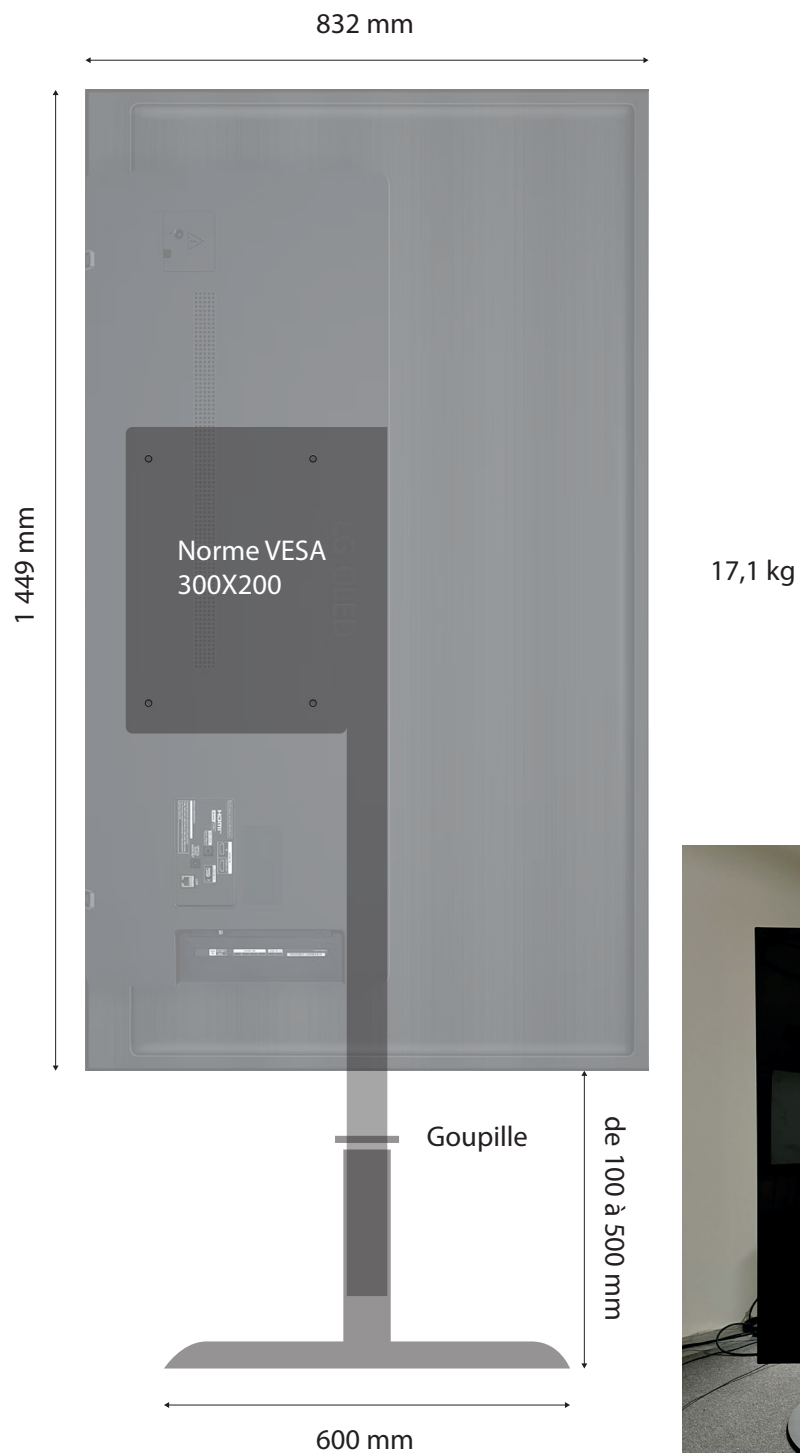
intensité

led 1 : 23 led 2 : 35 led 4 : 60 led 5 : 56 led 6 : 3 led 7 : 124 led 8 : 100

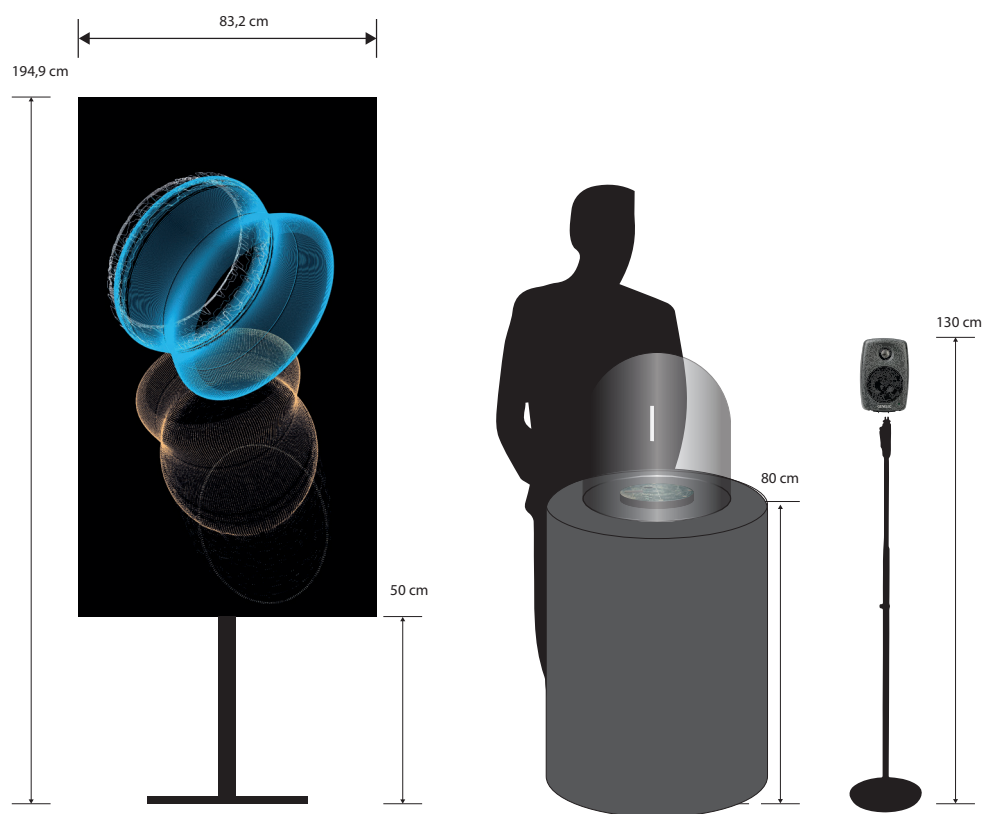
*FT : Moniteurs «Aquariums»*



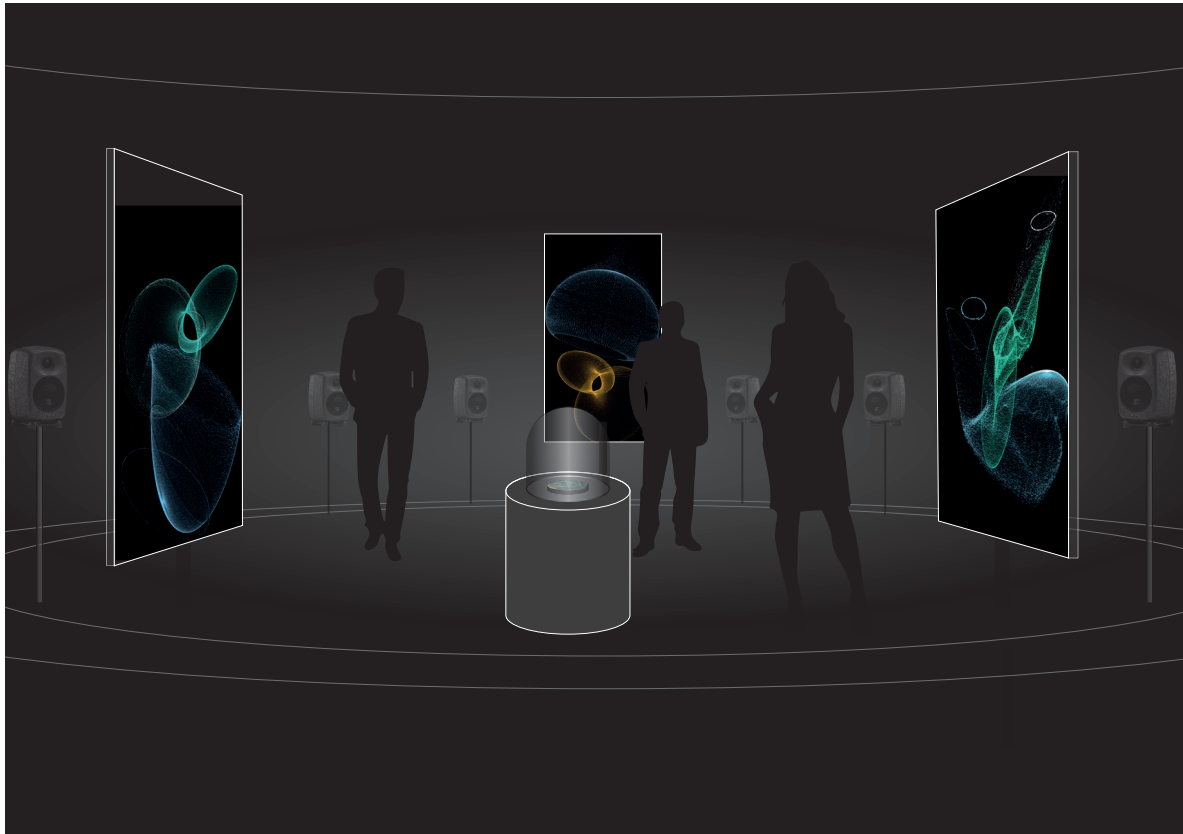
## **FT : Moniteurs «Aquariums»**



## *FT : Echelles*



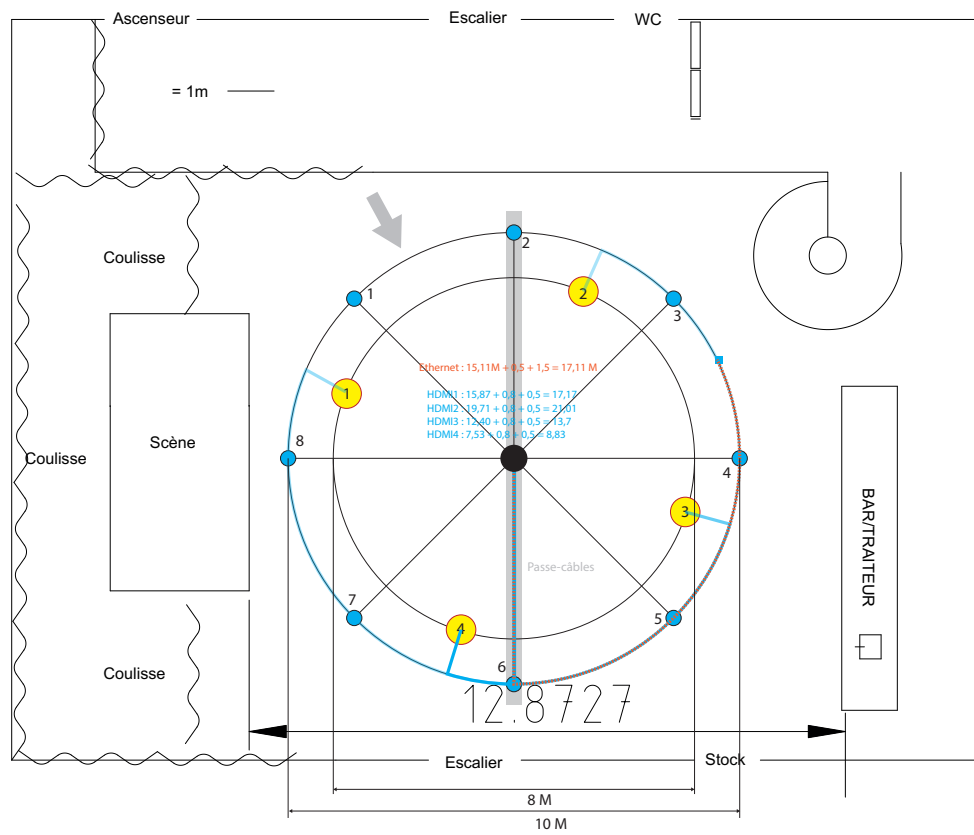
## ***FT : Simulation***



## ***Matériel sur place***

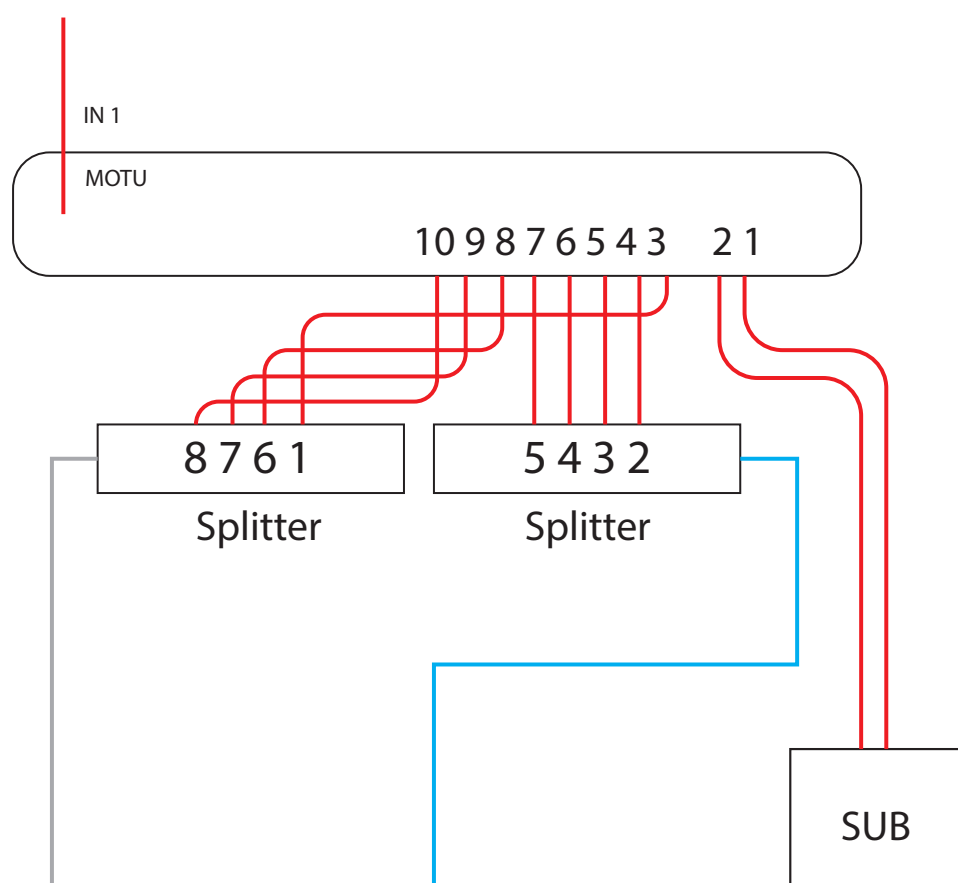
- 1 Circuit électronique sous cloche en verre avec support et éclairage intégré (80cm au sol)
- 4 moniteurs vidéo-aquariums sur pieds (hauteur 190cm)
- 8 enceintes amplifiées sur pieds (hauteur 130cm)
- 1 caisson de basse au sol
- 1 ordinateur de contrôle (dans support cloche)
- 1 carte son 24 bits/96 kHz 10 sorties
- Câblages audio et alimentations

## FT : Scénographie Le Dôme (régie interne)



***FT : Scénographie Le Dôme (splitters audio)***

**Circuit**







Nicolas Germain  
+33 (0)6 79 77 69 69  
[tcg@jujuart.com](mailto:tcg@jujuart.com)

<https://eltigercomicsgroup.bandcamp.com>