

La Cymatique : la science à la croisée des arts et des œuvres comportementales audio-visuelles.

Cymatics: science at the crossroads of the arts and audio-visual behavioral works.

Triki Sabrine

[#]Département design, Institut Supérieur des Arts et Métiers de SFAX (ISAMS), Université de Sfax- TUNISIE

Route Mahdia Km 7 Sakiet Eddayer, 3011 Sfax, TUNISIE

sabrinetriki@gmail.com

Résumé— La Cymatique – science du son rendu visible. C'est la science qui étudie la visualisation figurative des effets périodiques des vibrations acoustiques d'une onde sonore. Elle est considérée comme une belle forme d'art naturel – un miroir qui s'ouvre sur la nature. Cette pratique de 'La visualisation d'une substance qu'on ne voit pas' a beaucoup inspiré et influencé les concepteurs des œuvres audio-visuelles comportementale. Dans cet article nous traitons une approche alliant la cymatique et l'enaction en une approche globale qui se base sur trois niveaux de mouvement : le mouvement figuratif – le mouvement sonore et le mouvement corporel. En effet la cymatique présente un pont fascinant entre les ondes sonores et la matière, elle s'intègre au cœur de l'art et de la science. L'alliance Nature – Sciences – Art – et Nouvelles technologies présente une thématique récemment tenue en compte au près de plusieurs organismes, qui sont à la recherche de l'innovation. Ils adoptent cette approche qui ouvre les parenthèses sur l'expérience sensorielle et cognitive du public en s'inspirant des principes de l'art Cymatique. Ceci en disposant un travail interdisciplinaire collaboratif entre artistes, designers, biologistes... Néanmoins, ceux qui traitent cette approche en s'appuyant de plus sur la fascination, l'immersion et l'inclusion sociale prennent la forme la plus innovante : la conception et la création des œuvres comportementales 'audio visuelles' en se basant sur l'art Cymatique.

Mots clés : cymatique – science – arts audio-visuels — œuvre comportementale – enaction.

Abstract—Cymatics—the science of making sound visible. It is the science that studies the figurative visualization of the periodic effects of the acoustic vibrations of a sound wave. It is considered a beautiful form of natural art—a mirror reflecting nature. This practice of 'visualizing an unseen substance' has greatly inspired and influenced the creators of behavioral audiovisual works. In this article, we discuss an approach combining cymatics and enaction into a holistic approach based on three levels of movement: figurative movement, sonic movement, and bodily movement. Indeed, cymatics presents a fascinating bridge between sound waves and matter, fitting seamlessly into the heart of both art and science.

The alliance between Nature, Science, Art, and New Technologies presents a theme recently embraced by several organizations seeking innovation. They adopt this approach, which opens up possibilities for the public's sensory and cognitive experience, drawing inspiration from the principles of Cymatic art. This is achieved through collaborative, interdisciplinary work between artists, designers, biologists, and others. However, those who further develop this approach by emphasizing fascination, immersion, and social inclusion are taking the most innovative form: the design and creation of behavioral, audiovisual artworks based on Cymatic art.

Keywords: cymatics – science – audio-visual arts — behavioral work – enaction.

I. INTRODUCTION

De nos jours, plusieurs organismes sont à la recherche de nouveaux dispositifs de sensibilisation et d'acquisition favorisant la préservation de la culture et de la nature, auprès des visiteurs de leurs espaces. L'émergence des nouvelles technologies immersives et des nouvelles formes d'arts audio-visuels performatifs a beaucoup influencé les pratiques de la disposition de l'information et des contenus pour les visiteurs – consommateurs, ceux qui exigent de nouvelles formes de présentation allant avec leurs attentes. Les musées, les centres de recherches, les maisons de culture, les centres de biotechnologie... tous ces organismes de préservation adoptent de nouveaux dispositifs d'ostentation pour l'attractivité du public et la transmission des savoirs-contenus, en faisant joindre la matière et le contenu à l'activité sociale. Ceci dans le but de mettre à jours leurs évènements, expositions, colloques, pour assurer la visite de nouveau.

La Cymatique – science du son rendu visible – c'est considéré comme une belle forme d'art naturel qui a beaucoup inspiré les concepteurs de ces dispositifs créatifs et des œuvres comportementales.

Après avoir participé aux journées de technologie de séquençage à haut débit en biotechnologie - MGI’ DNBSEQ : The New Era of Sequencing - organisées dans le Centre de biotechnologie de Sfax, en avril 2025; Nous avons eu l'idée d'élaborer cet article dans le but de présenter les étapes indispensables pour la mise en œuvre de ces pratiques interdisciplinaires auprès de ces organismes, ce qui peut enrichir les journées de leurs événements. Ceci en se basant sur une première partie de définition terminologique et conceptuelle, et une deuxième partie d'observation phénoménologique des travaux du collectif ASCIDIACEA. Une dernière partie de discussion de résultats aurait lieu.

Notre problématique est la suivante : Dans quelle mesure la CYMATIQUE peut-elle influencer et inspirer les pratiques de la conception des œuvres comportementales – performatives ?

la cymatique : une inspiration scientifique - innovante pour la conception des œuvres comportementales

La Cymatique – science du son rendu visible : c'est la science qui étudie les formes produites par les ondes sonores. Elle correspond à la visualisation des effets périodiques pour chaque fréquence des vibrations acoustiques l'émission du son. Il s'agit des effets esthétiques figuratifs qui touchent plusieurs éléments naturels : poudres, poussière, liquides. Cette science a servi à la création d'œuvres d'art en différents domaines : arts plastiques, musique. De nos jours, la Cymatique est considérée comme une belle forme d'art naturel qui serve au domaine de l'audiovisuel et des installations.

A ce stade, nous trouvons indispensable d'avoir les informations nécessaires qui tournent autour de la cymatique : terminologie, origine, histoire, différentes formes, domaines d'application...

Pour l'origine du terme, nous avons trouvé que le mot 'Cymatique' - Cymatics, est d'origine grec « $\kappa\mu\alpha$ » "chima", qui signifie la "vague".

En 1787, le physicien - musicien allemand Friedrich Chladni(1756-1827) publie son livre : Découvertes sur la Théorie du Son dans lequel il a présenté les fondements de l'acoustique moderne en insistant sur la science du son. Ses recherches visaient à concevoir une méthode pour rendre les ondes sonores visibles. Ses expériences ont été faites par le frottement d'un archet de violon sur les bords de plaques lisses recouvertes de sable fin. Le résultat était un ensemble de motifs et de formes impressionnantes : des motifs réguliers et reproductibles qui apparaissent à la faveur du déplacement de la matière le long des zones en oscillation [9]. Il s'agit des célèbres « figures de Chladni ». La figure suivante nous montre les figures de Chladni :

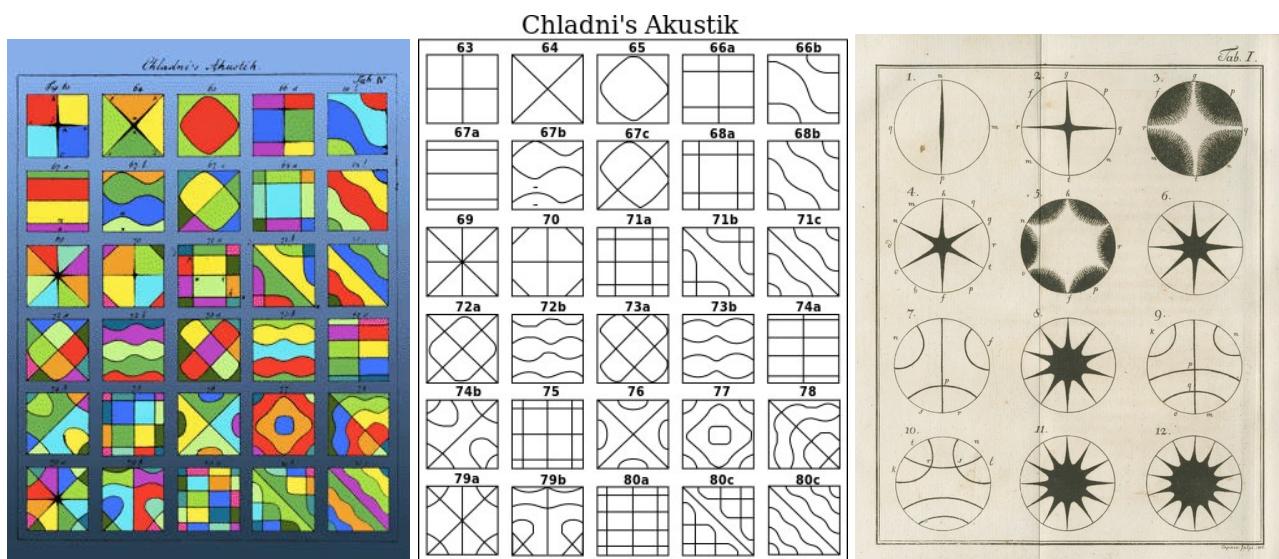


Fig. 1 Les figures de Chladni

A travers ses recherches et ses expériences, Chladni a réussi à démontrer que le son affecte la matière physique et qu'il a le pouvoir de créer des motifs géométriques [9]. De ce fait, il nous montre que le son et la vibration, affectent vraiment la matière.

AU XXe siècle, les figures et les recherche de Chaldni ont attirés l'attention du scientifique suisse, Hans Jenny (1904-1972). Celui qui a inventé en 1967 le terme cymatique pour décrire les effets périodiques des vibrations sonores sur la matière. A l'aide d'un équipement moderne, Hans Jenny a réussi à expérimenter et photographier ce phénomène physique en testant de différents matériaux : liquides, sables, poudres fines. Il a présenté alors un développement des perspectives de Chladni en utilisant toujours une plaque métallique comme support, mais cette fois il reliait un oscillateur commandé par un générateur de fréquence pour produire un ensemble diversifié de vibrations. Le résultat était un ensemble de belles images, qui montrent comment la résonance peut provoquer des formes dans la matière.

La figure suivante nous montre l'équipement utilisé par Hans Jenny pour son expérience ainsi que les figures obtenues pour le sable – sur la plaque métallique, lors du contact à une vibration de différentes fréquences - d'ondes sonores :



Fig. 2 L'expérience de Hans Jenny et ses figures Cymatiques.

Dans son livre : "CYMATICS : A Study of Wave Phenomena 1967", Hans Jenny étudiait une variété d'images et une variété de modèles trouvés dans la nature : il nous parle des forces invisibles de la nature ; l'impact des vibrations et des sons sur la matière. Hans Jenny a identifié deux pôles indivisibles constituant la Cymatique ; à savoir 'la vibration et la périodicité', et aussi 'la forme et le mouvement'.

La figure suivante résume les deux pôles constitutifs de la Cymatique :

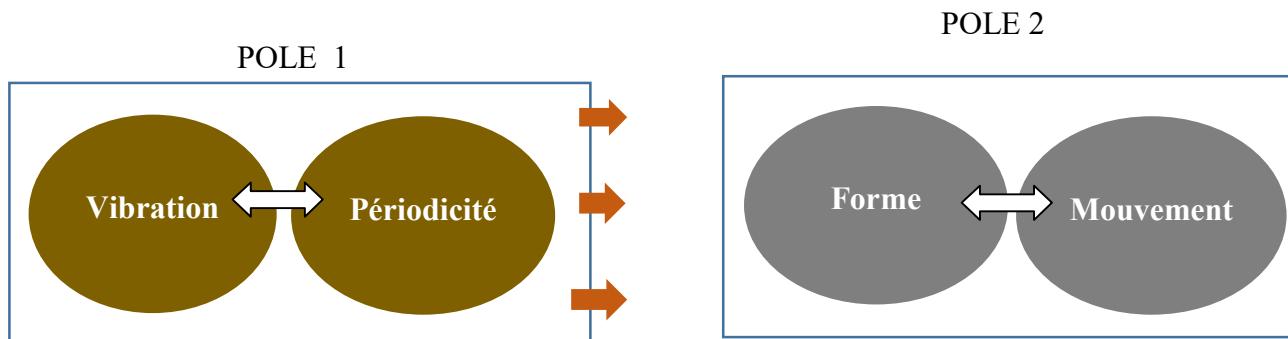
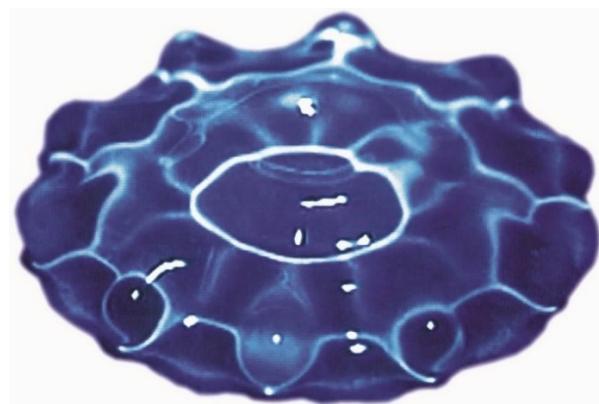
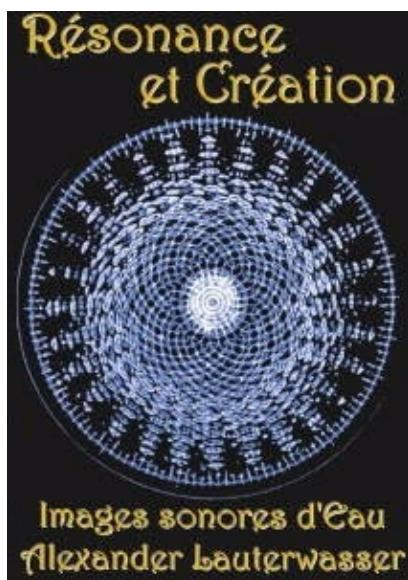


Fig. 3 Les deux pôles constitutifs de la Cymatique

En 1984, le chercheur – photographe allemand Alexander Lauterwasser a essayé de creuser de plus dans les recherches de Chladni et Jenny. Son ouvrage « images sonores d'eau » publié en 2005 traite les vibrations sonores diffusées dans l'eau, en rapport avec des fréquences sonores bien définies : les fréquences audibles par l'être humain (de 20 à 20 000 Hertz). Il s'est spécialisé dans l'étude des formes et des figures cymatiques produite par la résonance de l'eau suite l'excitation par les ondes sonores. Dans ce contexte Alexander Lauterwasser décrivait ces formes sonores en disant ; «La forme est un son coagulé».

La figure suivante nous explore la beauté des images sonores de l'eau :



La résonance d'une goutte d'eau

Fig. 4 La résonance de l'eau par les ondes sonores

Quelques années plus tard, à partir de 2014, plusieurs musiciens s'inspiraient des expériences cymatiques en créant des 'vidéos clips Cymatics' qui illustrent les fréquences utilisées par l'artiste pour le morceau musical. Il s'agit d'une sorte de la visualisation de la musique et des sons émis : la musique rendu visible.² Nous trouvons que les expériences de la cymatique sont également utilisées dans le domaine artistique. Elle s'est considérée comme une très belle forme d'art naturel ; qui a beaucoup inspirait les artistes et les créateurs des domaines des arts performatifs, de musique et d'audio-visuel. Ceci est au niveau du procédé à travers lequel ils peuvent allier le mouvement sonore au mouvement formel-figuratif (comme expliqué dans la figure5), pour plus d'explication nous rappelons que le :

- Le mouvement sonore : c'est la propagation des ondes sonores selon une fréquence bien définie (cycle par seconde)
- Le mouvement formel – figuratif : c'est le changement de l'image-figure cymatique selon la variation de la fréquence de résonnance de la matière. Celle qui est déjà en rapport avec la variation de la fréquence de l'onde sonore (cycle par seconde).

Aussi, Ce qui est impressionnant c'est la soumission de ces variables à la justesse du facteur temps. C'est par apport à la périodicité de la fréquence (la période T) (voir figure5). Ce qui va avec les intérêts des designers et des concepteurs du son et de la musique et des œuvres performatives. La figure suivante résume la linéarisation temporelle des variables de la Cymatique alliant le mouvement sonore au mouvement figuratif selon un cycle temporel bien défini :

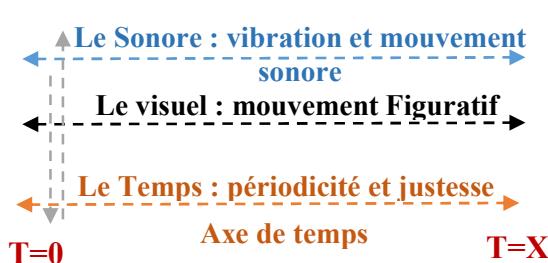


Fig. 5 La linéarisation temporelle des variables de la Cymatique

Tous ces critères ont favorisé la tenue de la cymatique en tant qu'une belle forme d'art enrichissante au près des domaines artistiques qui sont ajusté au facteur temps (le tempo) : la musique, les arts en audiovisuel – les installations et les œuvres performatives, les créations sonores en design sonore....

Dans la partie suivante, nous avons essayé d'étudier la prolifération de l'art cymatique faces aux autres types d'arts.

II. LA CYMATIQUE A LA CROISEE DE LA MUSIQUE ET DES ŒUVRES COMPORTEMENTALES AUDIO-VISUELLES

- **la cymatique et la musique : la musique rendue visible et la beauté du son:**

Comme déjà expliqué, la cymatique a vraiment un caractère artistique ajusté au facteur temps ce qui rend possible de connecter des appareils de cymatique à des chansons qui jouent et à des vidéos qui tournent. Ce qui offre la possibilité de « voir » ce qui est joué. Cette approche donne une nouvelle dimension esthétique souvent souhaitée : pouvoir percevoir les créations sonores et musicales autrement. C'est désormais possible à l'aide de l'art cymatique.

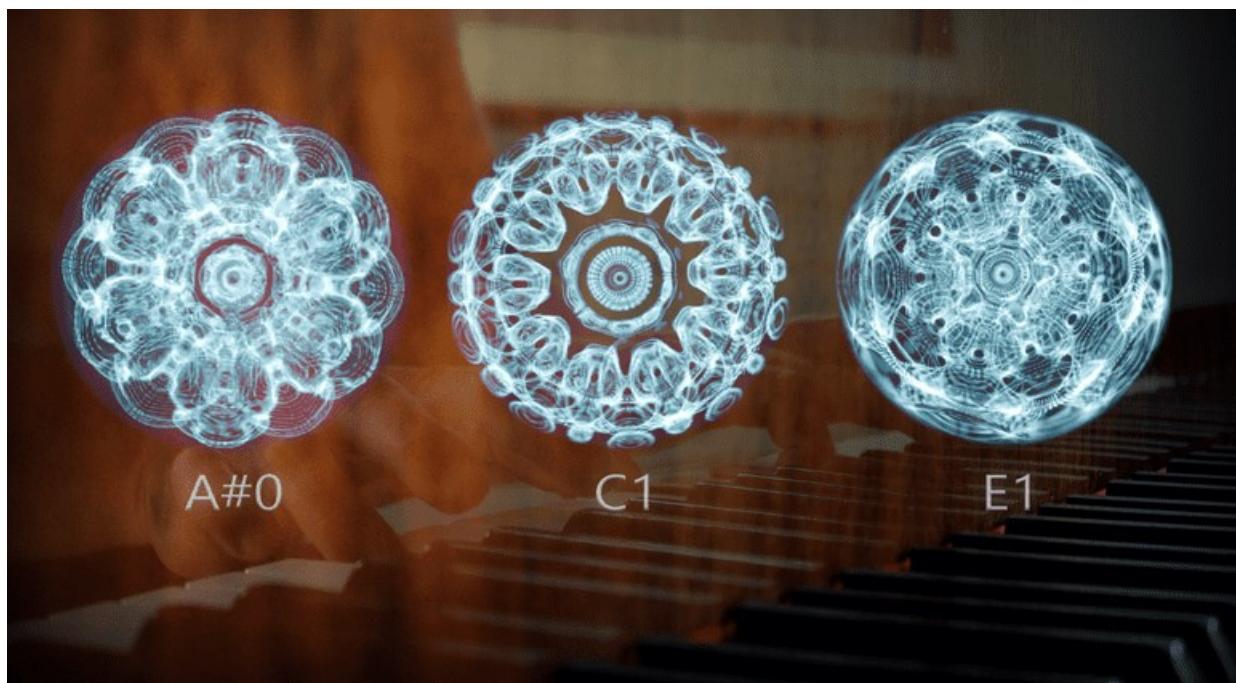


Fig. 6 Cymatique et musique : la musique rendue visible

La cymatique à l'ère du numérique : œuvres comportementales audivisuels et performance sociale :

Cette forme d'art s'intègre idéalement dans cette ère où tout est numérique alors qu'il n'est pas récent en soi. Elle présente aussi un domaine en émergence pour les futures générations qui se situe à l'intersection de l'art et de la physique.

Cependant, à cette ère l'alliance Nature – Sciences – et Nouvelles technologies présente une thématique récemment tenue en compte auprès de plusieurs organismes qui sont à la recherche de la préservation de la culture et de la nature. Ceci en adoptants de nouveaux dispositifs interactifs – performatifs. Il s'agit d'œuvres comportementales qui font joindre le visuel - l'auditif et la performance du visiteur. Certainement, ces nouvelles perspectives mettent en avant l'expérience de visite des utilisateurs des espaces : leur expérience sensorielle (la perception à travers les 5 sens) et cognitive. Ceci en faisant concevoir un équilibre bien réfléchi entre ce qui est perçu et ce qui est acquis. Ce qui ouvre les parenthèses sur la relation triangulaire : perception, action, acquisition... comme le montre la figure suivante :

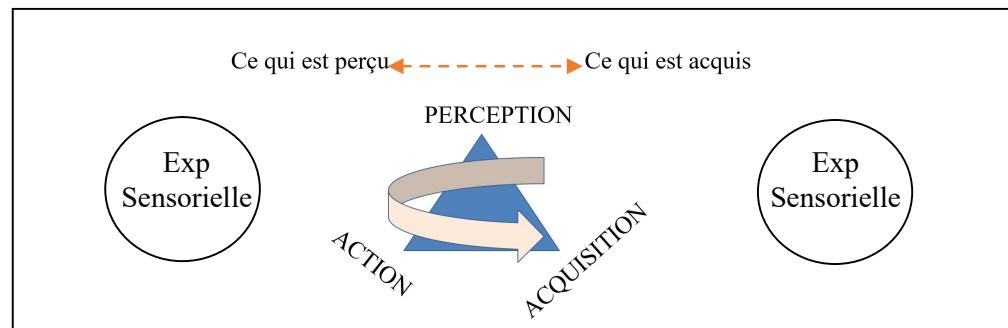


Fig. 7 les différents composants de l'expérience de la visite

En effet, plusieurs recherches scientifiques, créations artistiques, et projets culturels traitent cette nouvelle approche innovante en disposant un travail interdisciplinaire collaboratif entre artistes, designers, biologistes... Néanmoins, ceux qui traitent cette approche en s'appuyant de plus sur l'immersion et l'inclusion sociale (interactions sociales) prennent la forme la plus innovante : Conception et création des œuvres comportementales participatives 'audio visuelles' pour la découverte.

Ces œuvres comportementales disposent un haut potentiel cognitif et relationnel, d'où l'importance des apports des théories cognitives et de l'enaction : allant du sensoriel au social. Il s'agit de l'élaboration de cinq niveaux d'organisation : moléculaire, cellulaire, cérébral, psychologique, et social [12].

La disposition des œuvres comportementales se repose donc sur les théories de l'enaction ; une théorie de la science cognitive qui fait appel à l'étude de la manière à travers laquelle le sujet peut agir et être modulé par les éléments perçus [1] : Modeler l'action par les éléments perçus. Dans ce sens, plusieurs nouvelles recherches ont été creusées pour l'étude de la relation 'perception – action', en ouvrant de nouveaux champs d'étude valorisant la croisée des cinq sens pour modeler l'action du sujet – utilisateur de l'œuvre performative. La plus marquante c'est la croisée de la vue (percevoir lumière, couleurs, formes) et de l'audition (percevoir le signal sonore : il fait appel à l'imaginaire, à l'image mentale et aux autres sens). D'où la croisée des arts visuels et auditifs, sur laquelle se base la Cymatique : la science qui étudie la visualisation des ondes sonores (comme déjà expliqué ci-dessus).

Cette pratique a beaucoup inspiré et influencé les concepteurs des œuvres audio-visuelles performatives. D'où la tendance de sculpter la matière avec le son, aussi la valorisation de l'alliance triple : «matière – substance» et «émission sonore» et «Jeu performatif – gestuel» en temps réel. Il s'agit d'une nouvelle approche alliant la cymatique et l'enaction en une approche globale qui se base sur l'alliance de trois types de mouvements : le mouvement figuratif – le mouvement sonore et le mouvement corporel (l'action du sujet) ; pour assurer une meilleure performance sociale. La figure suivante résume cette approche schématiquement :

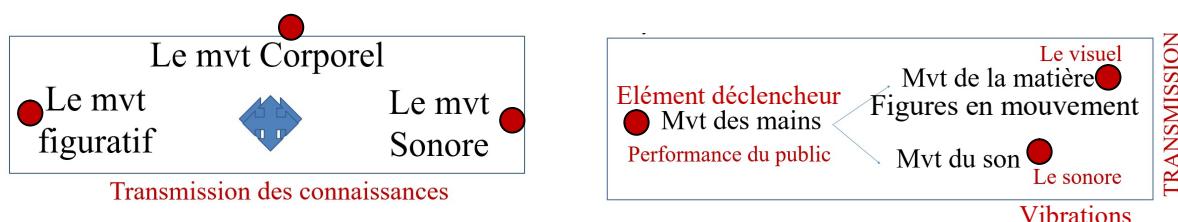


Fig. 8 Une approche tridimensionnelle se basant sur la cymatique et l'enaction.

Pour mieux définir les œuvres comportementales audiovisuelles, porteuses de cette nouvelle approche qui relie la cymatique à l'enaction et à la performance sociale, nous avons choisis d'explore et d'analyser un ensemble de travaux ; à savoir les travaux du collectif Ascidiacea qui nous montrent du près le résultat de la mise en œuvre de cette nouvelle approche globale alliant la cymatique et l'enaction lors de l'élaboration des œuvres audio-visuelles comportementales.

III. CORPUS : LES TRAVEAUX DU COLLECTIF ASCIDIACEA

Asciidiacea est une boîte d'étude et de conception des œuvres audio-visuelles performatives qui intègrent le corps du spectateur - acteur dans une expérience sensorielle et sociale ; en se basant sur la cymatique et l'éaction. Son travail vise à trouver des solutions innovantes pour assurer l'attractivité du public, et pour accroître le nombre de visite au profit des organismes de la préservation de la culture et de la nature. Ceci en faisant la découverte de la biodiversité et de la culture en articulant le mouvement sonore, visuel, et corporel [3]. Les figures suivantes nous montrent dans l'ordre, trois travaux du collectif Asciidiacea :

- « **Au Bord** » : une œuvre performative projetée au sol d'une maison de culture ; dont la forme représente le continent arctique au gré des saisons. Elle invite le spectateur - acteur à une performance en temps réel, où la présence de son corps perturbe les figures de la projection en accordant une liaison entre ce qui entendu et ce qui projeté.

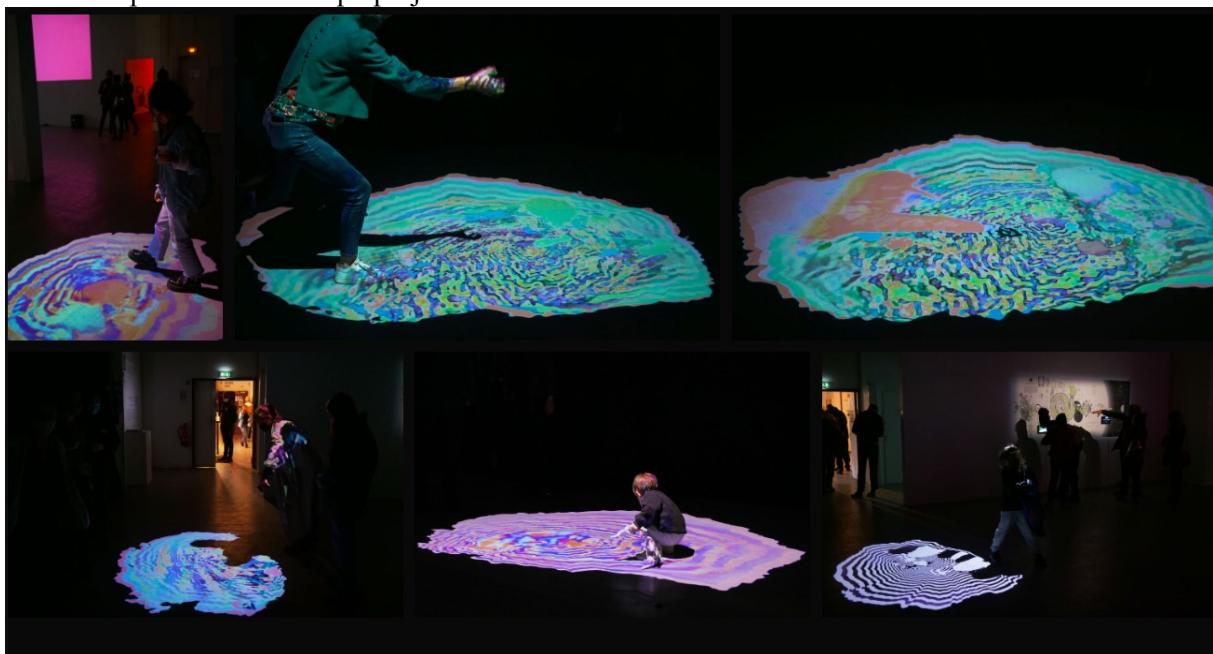


Fig. 9 L'œuvre sonore performative « Au Bord »

Dans la figure suivant nous avons essayé de schématiser la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre « Au Bord » : alliant les variables de la cymatique (voir figure6) aux variables de l'éaction (voir figure9) :

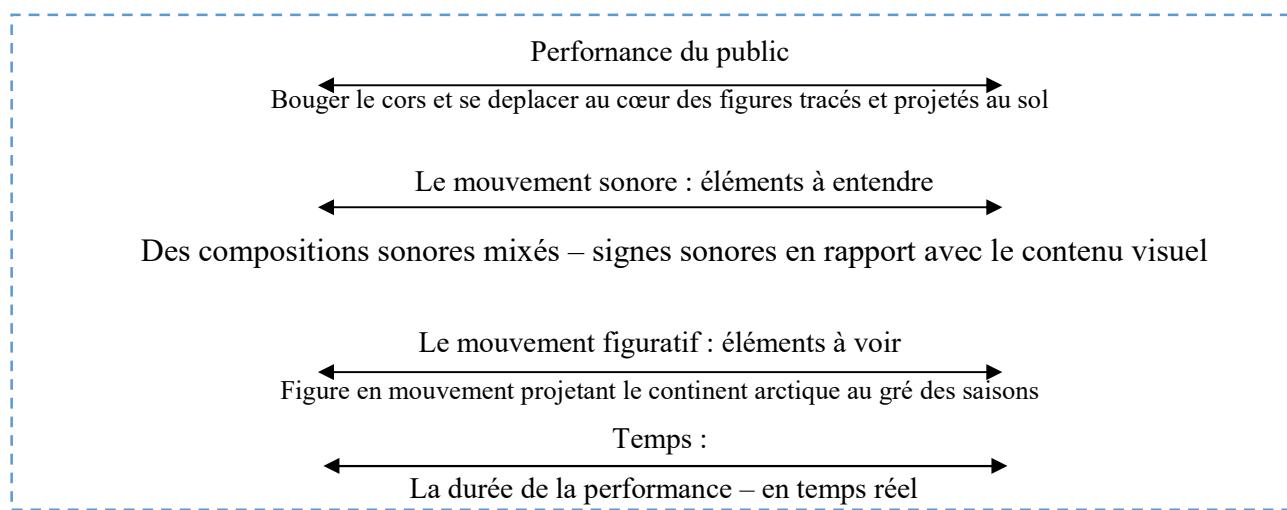


Fig. 10 la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre sonore performative « Au Bord »

- « **NucleoSynthesis** » : Une installation au profit d'un laboratoire des expérimentations en physique nucléaire. Le public joue à une matière mystérieuse et insaisissable qui s'écoule dans le dispositif. Le

mouvement de leurs mains aide à contrôler la matière et à l'animer et à la diffusion du son. Il s'agit d'une expérience originale alliant les imaginaires de la science et l'activité sociale.

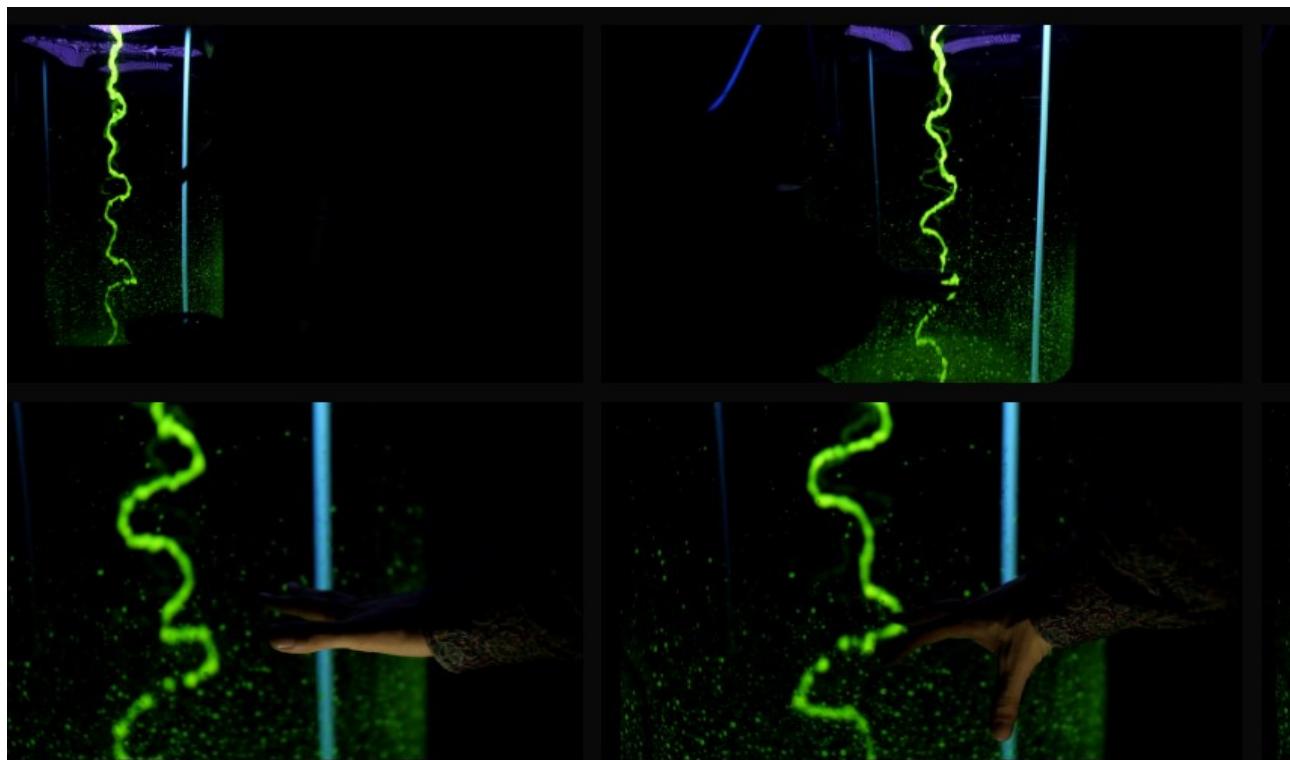


Fig. 10 L'œuvre sonore performative « NucleoSynthesis »

Dans la figure suivant nous avons essayé de schématiser la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre « NucleoSynthesis » : alliant les variables de la cymatique (voir figure6) aux variables de l'enaction (voir figure9) :

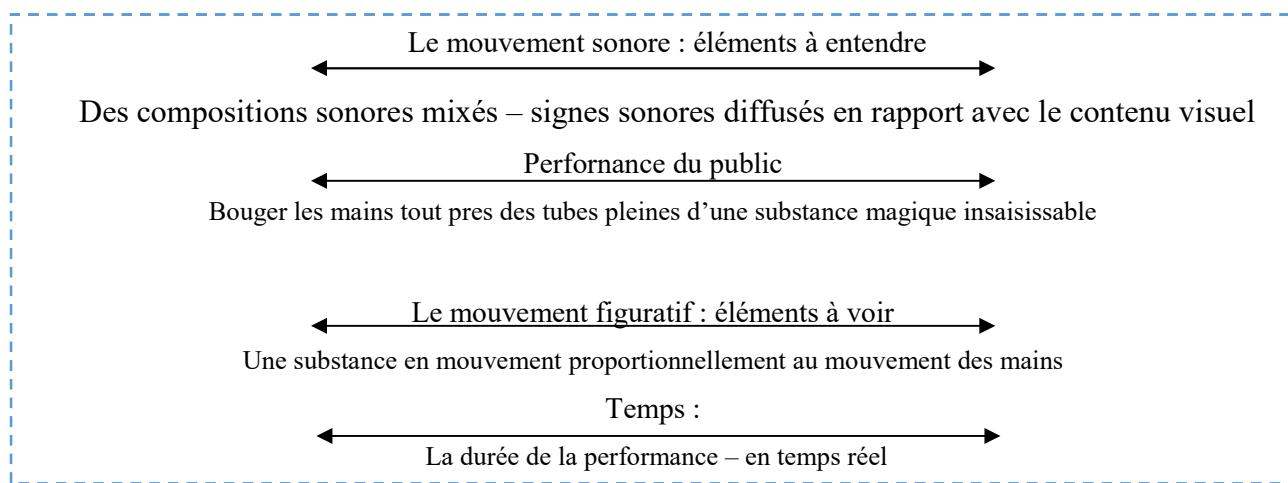


Fig. 11 la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre sonore performative « NucleoSynthesis »

- « SONOS » : Une sculpture sonore performative installée à l'espace extérieur d'un musée ; constituée d'une grande coupole et d'un miroir cylindrique central. A travers une performance corporelle collective, le public se déplace au tour du totem pour interagir avec les contenus audiovisuels et pour

découvrir le contenu culturel du musée. Le mouvement figuratif et la diffusion sonore changent proportionnellement au changement du mouvement du corps public et du déplacement des individus.



Fig. 12 L'oeuvre sonore performative « SONOS »

Dans la figure suivant nous avons essayé de schématiser la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre « Au Bord » : alliant les variables de la cymatique (voir figure6) aux variables de l'enaction (voir figure9) :

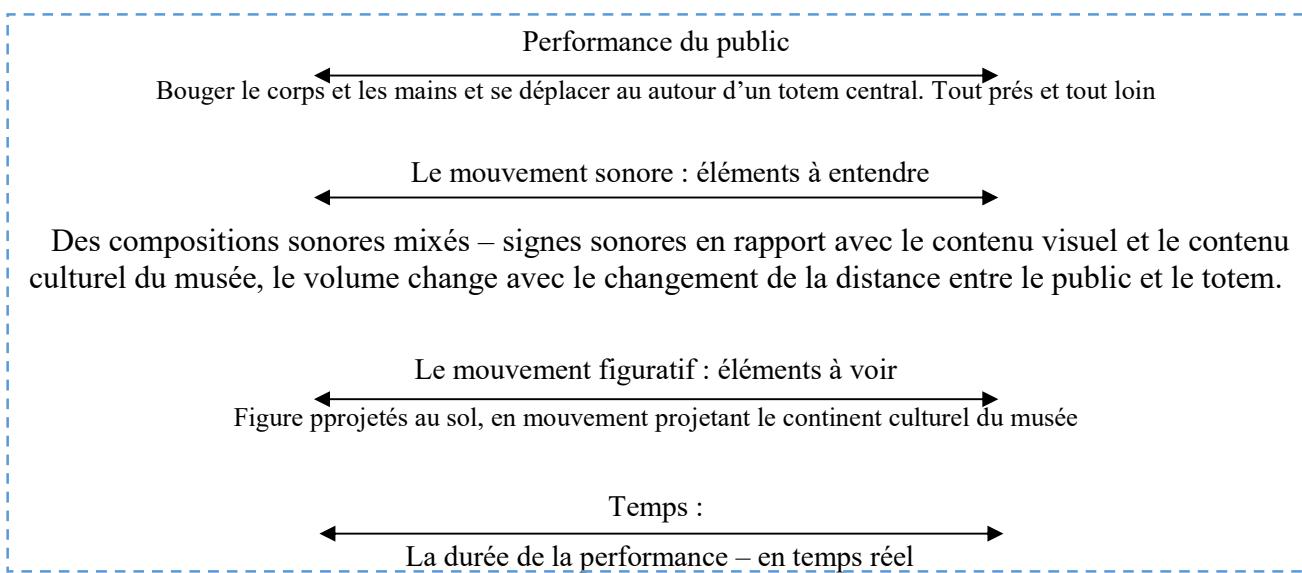


Fig. 13 la linéarisation de l'expérience du public de l'œuvre sonore performative « SONOS »

Tous ces travaux se reposent alors sur les théories de l'enaction (modeler l'action du public à travers les éléments perçus) et aussi sur la pratique de la cymatique (sculpter la matière avec le son). Les figures ci-

dessus nous met clair l'articulation des trois niveaux de mouvement : le mouvement figuratif – le mouvement sonore et le mouvement corporel (l'action du sujet) dans les différents organismes, ce qui assure la valorisation de leurs contenus et de leurs évènements.

IV. RESULTATS

Dans cette partie, nous allons rapprocher les arguments, les concepts et les résultats dégagés des dernières parties; dans le but de dégager les étapes indispensables pour la mise en œuvre de ces pratiques interdisciplinaires. En effet, ceci s'ajuste aux étapes du processus de conception en Design énoncés par professeur Ikbel CHARFI lors du séminaire appliquée «L'ANALYSE EN DESIGN * METHODES ET OUTILS» qui s'est tenu le 16 novembre 2024 au centre de recherche en numérique de Sfax CRNS. La figure suivante résume les étapes indispensables de la conception en design :

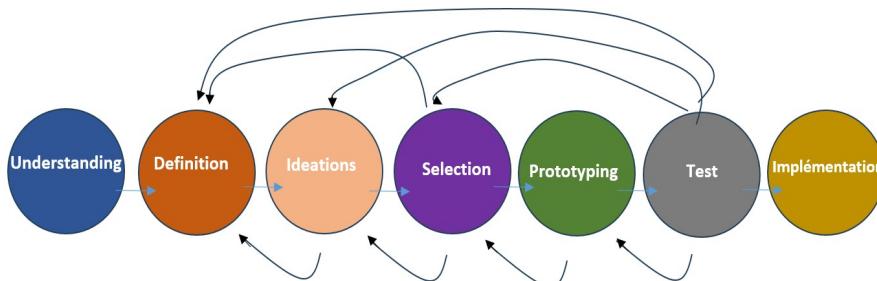


Fig. 14 Les 7 Etapes du processus de conception en Design

Comme déjà mentionné, cette approche interdisciplinaire : sociale, cognitive, et esthétiques serve à la conception des œuvres performatives en temps réel: la performance live du public. Elle se repose sur une démarche reflexive qui oscille entre recherches théoriques, sociologiques et techniques tout en s'inspirant des principes de l'art cymatique et de l'enaction. Pour la conception de nouveaux dispositifs dites "socio-techniques" qui mettent en relation des personnes à des dimensions sonores et des dimensions visuels. [3].

A la fin de l'élaboration de cet article, nous déduisons que pour concevoir une œuvres performative audiovisuelle, il faut respecter les étapes suivants :

- Une première étape de réflexion, d'étude, et de collecte de données est indispensable. Il s'agit des étapes 'understanding' et 'Definition' ; Pour ces étapes, il faut prendre en considération les éléments qui composent l'espace étudié : corps humains, formes et acoustique de l'espace, agencements... Durant ces étapes il faut élaborer une étude sociologique.
- Après, il faut passer à un travail d'idéation : fixer le choix du système interactif adapté à la situation et au lieu étudié; système de diffusion sonore, scénarisation du mouvement corporel. Il s'agit d'une étape d'exploration sociologique technologique et culturelle.
- Après, il faut passer aux étapes 'Selection', 'Prototyping' et 'Test', pour tester le dispositif à travers l'expérimentation des premiers dialogues avec publics et la relation entre eux, durant la performance. Il s'agit des étapes d'expérimentation.
- Enfin, une étape d'implémentation aurait lieu: c'est l'étape de la finalisation. Ceci correspond à la diffusion de l'œuvre, en s'appuyant sur l'improvisation sonore et visuelle de la performance corporelle du public. Il faut mettre l'accent sur la simplicité et la liberté de l'accès à l'œuvre pour les différents types de visiteurs possibles.

V. CONCLUSIONS

La qualité de l'expérience esthétique de la visite de la part du public présente l'intérêt d'une performance jouée dans une œuvre comportementale, nous pouvons observer son engagement pour l'acquisition des savoirs et pour l'interactivité sociale. En effet, l'acquisition et la transmission sont conditionnés par l'action décidée par les acteurs. Cependant, la prise en conscience de la cymatique et de l'enaction dans la conception des œuvres comportementales, nous montre le pouvoir de la science pour la recherche et pour l'innovation : la cymatique (science du son rendu visible), les sciences de l'ingénierie informatique, les sciences cognitives et les sciences sociales au carrefour des arts audiovisuels performatifs.

Loin de la production de très belles figures, la cymatique est tenue aussi pour d'autres pratiques significatives en différents domaines : ingénierie des matériaux, agriculture et architecture.... L'adoption des principes de la cymatique peuvent aussi toucher le bien-être de l'Homme, des plantes, de l'environnement et

de la santé. Dans la fin, il est important d'affirmer que la cymatique insiste sur l'importance de l'harmonie et de l'équilibre dans notre interaction avec le monde.

REFERENCES

- [1] Papadopoulou, M. (2022). Review of [Breton, H. (2022). L'enquête narrative en sciences humaines et sociales. Malakoff : Armand Colin]. *Formation et profession*, 30(2), 1–3. <https://doi.org/10.18162/fp.2022.a265>
- [2] Hans Jenny (1967) "CYMATICS : A Study of Wave Phenomen" 325p
- [3] A. Lauterwasser (2005) « images sonores d'eau » 128p
- [4] Chevalier, P., Urrutiaguer, D. *Le musée par la scène: Le spectacle vivant au musée. Pratiques, publics, médiations*. Deuxième Epoque, 2018
- [5] ascidiacea (24 novembre 2015). Collectif Ascidiacea. Collectif Ascidiacea. Consulté le 1 juillet 2025 à l'adresse <https://doi.org/10.58079/d17q> F. Mérédieu. Arts et nouvelles technologies, Art vidéo / Art numérique. Grafica Editorial. 2003
- [6] E. Dacheux, Les relations entre espace communicationnel, espace médiatique et espace public. in 00000624. https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00000624/document 2003
- [7] Ch.Ikbel, (2024, novembre), Séminaire appliqué: « L'ANALYSE EN DESIGN » Sfax, Tunisie
- [8] Frank ecquet , Esace et representation sonore , université Paris Panthéon-Sorbonne, january2020 https://www.researchgate.net/publication/338450018_ESPACE_ET_REPRESENTATION_SO_NORE_1
- [9] Schirmer, K. (2012). Le paysage sonore : concevoir un patrimoine du son ? *Eurostudia*, 8(1-2), 123–148. <https://doi.org/10.7202/1026635>
- [10] Gentès Annie et Jutant Camille, « Nouveaux Médias au musée : le visiteur équipé », *Culture & Musées*, no 19, 2012, p. 67-91, [En ligne]. [Consulté le 11 avril 2019]. URL: https://www.persee.fr/doc/pumus_1766-2923_2012_num_19_1_1648. DOI: 10.3406/pumus.2012.1648
- [11] La nature de l'eau « DYNAMIQUE DE L'EAU: La Cymatique et les ondes stationnaires », 2015, Consulté le 20-05-2025 URL <http://www.greenmedinfo.com/blog/cymatics-science-visible-sound-has-just-taken-giant-leap-future>
- [12] Bevilacqua, F., Houix, O., & Françoise, J. (2016). MIMES - Gestes et imitations pour un design sonore expressif [Vidéo]. IRCAM. <https://ressources.ircam.fr/fr/media/x3479a8>
- [13] Mental Waves. (s.d.). Cymatics: la science du son rendu visible. <https://www.mental-waves.com/cymatics-la-science-du-son-rendu-visible/>
- [14] Université de Montréal, Jan 2019 Cours PPA6445 Raisonnement pédagogique de l'enseignant Université de Montréal : Autour de l'éaction et de Francisco Varela in Diapositive 1
- [15] Blog, la nature de l'eau "cymascoe", 2022, consulté le 30-07-2025 URL https://www.cymascope.com/cyma_research/physics.html
- [16] Mauss, Marcel. 1934. « Les techniques du corps » in *Sociologie et anthropologie*, Paris, PUF : 365-386.
- [17] McCracken, Grant. 1986. « Culture and Consumption: A Theoretical Account of the Structure and Movement of the Cultural Meaning of Consumer Goods », *Journal of Consumer Research*, Vol. 13, no 1 : 71-84.
- [18] ascidiacea (24 novembre 2015). Collectif Ascidiacea. *Collectif Ascidiacea*. Consulté le 1 juillet 2025 à l'adresse <https://doi.org/10.58079/d17q>
- [19] ascidiacea (9 septembre 2016). Débat autour de la ville sonnante. *Collectif Ascidiacea*. Consulté le 1 juillet 2025 à l'adresse <https://doi.org/10.58079/d17x>
- [20] ascidiacea (12 avril 2016). Pour une étude des pratiques de présentation et de représentation de la composition musicale au travers de la relation image et son en live des années 2010 à nos jours. *Collectif Ascidiacea*. Consulté le 1 juillet 2025 à l'adresse <https://doi.org/10.58079/d17w>
- [21] Michel Chion, *Son et Image au cinéma*, 3eme édition, Armand Colin, 2014

- [22] Jean-Yves Bosseur, *Le sonore et le visuel, intersections musique/arts plastiques aujourd’hui*, Éditions Dis Voir, 1992
- [23] François Delalande, *Le son des musiques, entre technologie et esthétique*, coll. Buchet/Chastel, édit. Institut National de l’Audiovisuel.
- [24] Etienne Souriau, *La correspondance des arts*, p. 242, Edit. Flammarion, coll. Science de l’Homme, 1969
- [25] R. Normandeau,, *Le cinéma pour l’oreille*, thèse,(R. Normandeau 1992,p.117).
- [26] Gentès Annie et Jutant Camille, « Nouveaux Médias au musée : le visiteur équipé », *Culture & Musées*, no 19, 2012, p. 67-91, [En ligne]. [Consulté le 11 avril 2019]. URL: https://www.persee.fr/doc/pumus_1766-2923_2012_num_19_1_1648. DOI: 10.3406/pumus.2012.1648
- [27] Gentès Annie et Jutant Camille, « Nouveaux Médias au musée : le visiteur équipé », *Culture & Musées*, no 19, 2012, p. 67-91, [En ligne]. [Consulté le 11 avril 2019]. URL: https://www.persee.fr/doc/pumus_1766-2923_2012_num_19_1_1648. DOI: 10.3406/pumus.2012.1648