



Nous sommes les Hackers, les tâcherons de l'abstraction, à la fois les bousilleurs et les novateurs – les dépeceurs, les limiers d'univers. Nous produisons de nouveaux concepts, de nouvelles perceptions, de nouvelles sensations, hackées à partir de données brutes. Quel que soit le code que nous hackons, serait-il langage de programmation, langage poétique, mathématique ou musique, courbes ou couleurs, nous sommes les extracteurs des nouveaux mondes. Que nous nous présentions comme des chercheurs ou des écrivains, des artistes ou des biologistes, des chimistes ou des musiciens, des philosophes ou des programmeurs, chacune de ces subjectivités n'est rien d'autre qu'un fragment de classe qui advient peu à peu consciente d'elle-même.

McKenzie Wark, Un Manifeste Hacker (2002)

proton photon, Dessiner sur la ville, Poitiers (2017)

## proton photon

PROTON PHOTON fait du divertissement.  
PROTON PHOTON fait de la diversion.  
PROTON PHOTON fait avec divers.  
PROTON PHOTON fait de la création.  
PROTON PHOTON fait de l'interaction.  
PROTON PHOTON fait de l'interjection.  
PROTON PHOTON hack, remixe, code, décode,  
reproduit, détourne, joue, amplifie, ré-  
duit, parralélise, collimate, orchestre.  
PROTON PHOTON fait du laser.  
PROTON PHOTON fait plus que ça.

Notre collectif d'artistes hackers vise à une création ouverte, en recherche de collaboration active avec des artistes et de partages avec tous les publics.

Il offre de nouvelles expériences et sensations où code et interactivité sont au service de la connexion entre les lieux, les gens, les perceptions et le sens.

PROTON PHOTON est inscrit dans la culture du hack, du logiciel libre et du partage. Né au hackerspace /tmp/lab sous le nom de /team/laser, le collectif a progressivement développé une démarche esthétique autour de plusieurs axes incluant le jeu, le vectoriel, la synthèse lumineuse, les systèmes émergents, la symbiose avec l'architecture et la musique.

Pour cette esthétique, il cherche de nouveaux partenariats autour de plusieurs axes : expositions-installations in situ, collaborations avec des musiciens et artistes du spectacle, ateliers de jeux et d'apprentissage populaire.

PROTON PHOTON veut démocratiser les lasers, en pleine conscience du respect nécessaires des contraintes de sécurité associées à ce medium.



Sam, Logo Neurohack



Alban, SONOPTIC (2020)



Loloster, nozoids

## le collectif

### Sam Neurohack

Membre du /tmp/lab, Sam Neurohack détourne les technologies dans l'objectif d'allier recherche artistique, biologie et physique. Il s'intéresse aux thématiques neuro-scientifiques et a exposé depuis 2010 des installations-performance dans des institutions comme le MacVal, la Gaité Lyrique ou le Carreau du Temple. Un jour, il ramena un laser...

### Loloster

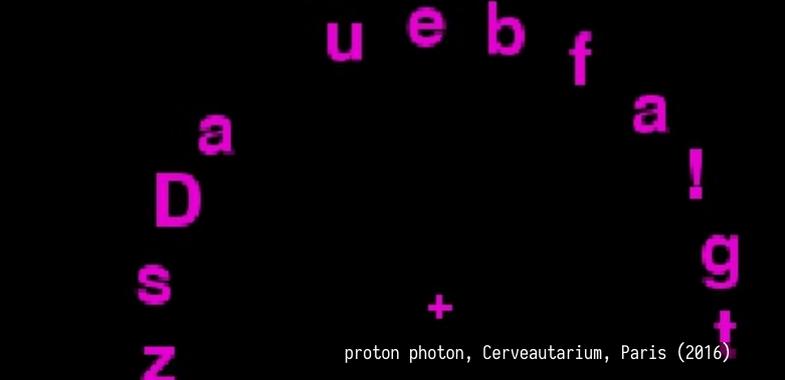
Membre du /tmp/lab canal historique, loloster est un punk devant l'éternel qui a voué une partie de son existence aux réseaux ad hoc, à la musique et à l'autonomie. Il modifie les interfaces nozoid et s'acharne à transmettre sa passion pour la synthèse sonore et ses représentations visuelles. Et l'inverse.

### Alban Crommer

Membre du /tmp/lab, Alban est un artiste hacker, à la fois musicien, plasticien, développeur, et administrateur système. Il mène au sein de proton photon diverses activités. En particulier, il développe des systèmes émergents, l'analyse du paysage sonore, et les intelligences artificielles appliquées à visée artistique.

### Leo

Membre du Fuz, Leo est un hacker spécialisé dans la programmation système qui s'intéresse au sein du Collectif à la création de jeux et plus généralement aux interactions directes entre le public et les dispositifs artistiques.



## réalisations : 2014-2016

### **Cerveautarium**

Installation projetant par lasers une petite partie de l'activité cérébrale des participants sur les murs, comme un cerveau à la taille de la pièce. à "La Générale" (Paris). Sur un écran sont affichés des formes qui peuvent devenir des lettres, puis des phrases dotées de sens ou non. On montre quelques unes des différents aires cérébrales recrutées dans le traitement de certains stimuli visuels.

### **Gamers Assembly "Jouer sur la ville"**

En partenariat avec l'association Futurolan qui organise chaque année la "Gamers Assembly", pendant plusieurs jours, dès la nuit tombée et pendant plusieurs heures. Jeux : Pong, Asteroid, Hexagon.

### **Fête des associations de Choisy-le-Roi**

#### **Asteroid au Jardin d'Alice en 2014**

Projection sur un immeuble de plusieurs étages du jeu asteroid avec la participation active du public. Première iteration de ce qui allait devenir "jouer sur la ville", format ouvert d'échanges.

## réalisations 2017

### **Gamers Assembly "Jouer sur la ville"**

L'animation dans le centre ville sur la mairie de Poitiers, avec des jeux lasers recidive. Plus de joueurs, plus de jeux : à côté de laser pong, laser asteroids et laser hexagon, une nouveauté par Kushulain, un space shooter qui utilise les fenestres du bâtiment. Toujours l'étonnement, plaisir du jeu, compétition amicale, récits d'expériences, questionnements et invariablement, des personnes véritablement touchées par la nostalgie provoquée. Jouer ne peut pas être la seule finalité de ces événements.

### **Laser Game Jam**

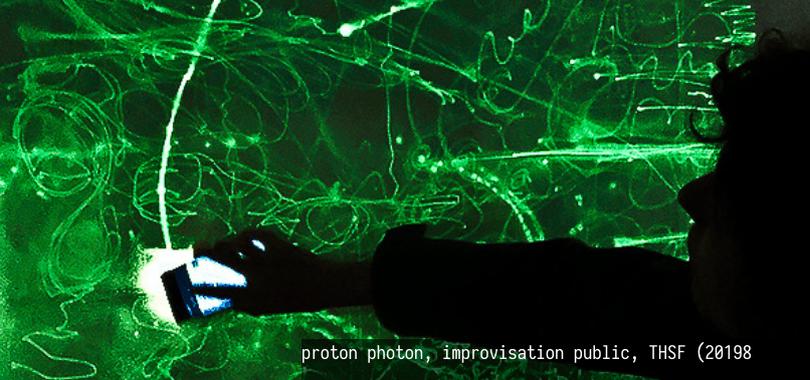
Une vingtaine de participants ont pu se familiariser avec nos lasers couleurs, leurs contrôleurs et proposer du code.

### **Demoparty Cookie 2017**

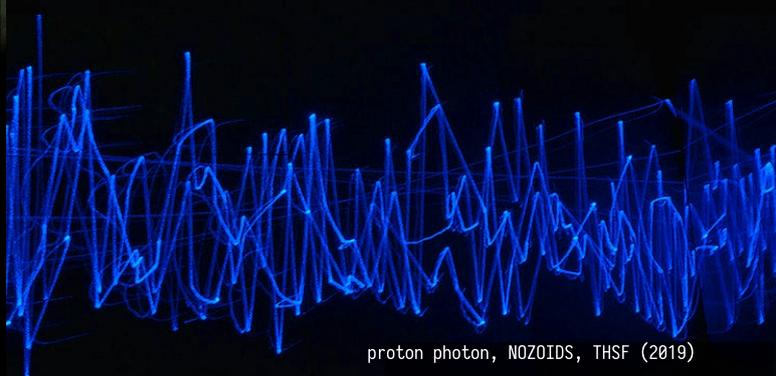
Création et organisation de la première "laser compo".

### **Laser et sécurité**

Présentation au Jack (Montreuil) et à l'Electrolab (Nanterre)



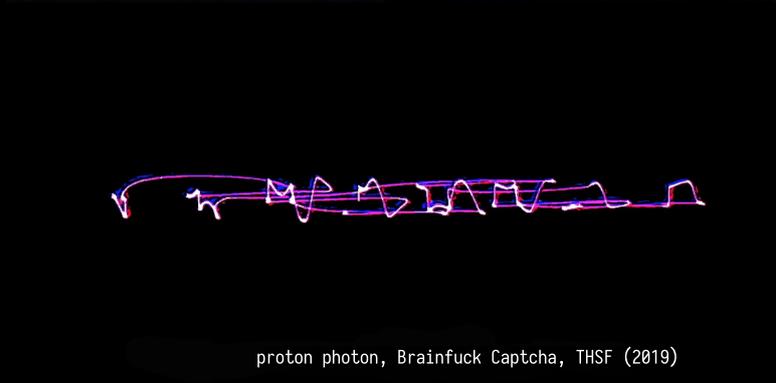
proton photon, improvisation public, THSF (20198)



proton photon, NOZOIDS, THSF (2019)



proton photon, Polarizon Sceaux (2018)



proton photon, Brainfuck Captcha, THSF (2019)

## réalisations 2018

### THSF 9

Danse, lasers, photographie et visiteurs. Un danseur improvise avec une forme animée circulaire commandée par les visiteurs. Pas de règle stricte, mais une suggestion : alterner les moments où l'initiative est prise par la lumière ou par le performeur.

Utilisation de gants avec des leds colorées au bout des doigts pour les mouvements humains et algorithmiques.

Mise à disposition d'un poster phosphorescent pour le public en libre expression  
Recherche Nozoid : Extraire et visualiser toutes les variations utilisées dans la synthèse semi modulaire des synthétiseurs hardware open source Nozoids.

### Polarizon à Sceaux

2 ateliers laser l'après midi : /tmp /rnlzrd (synthèse musicale) et lasersynth (synthèse lumineuse). Jeux laser et improvisations la nuit tombée sur le bâtiment.

### Cookie demoparty

Laser compo à La Folie Numérique.

## réalisations 2019

### THSF 10

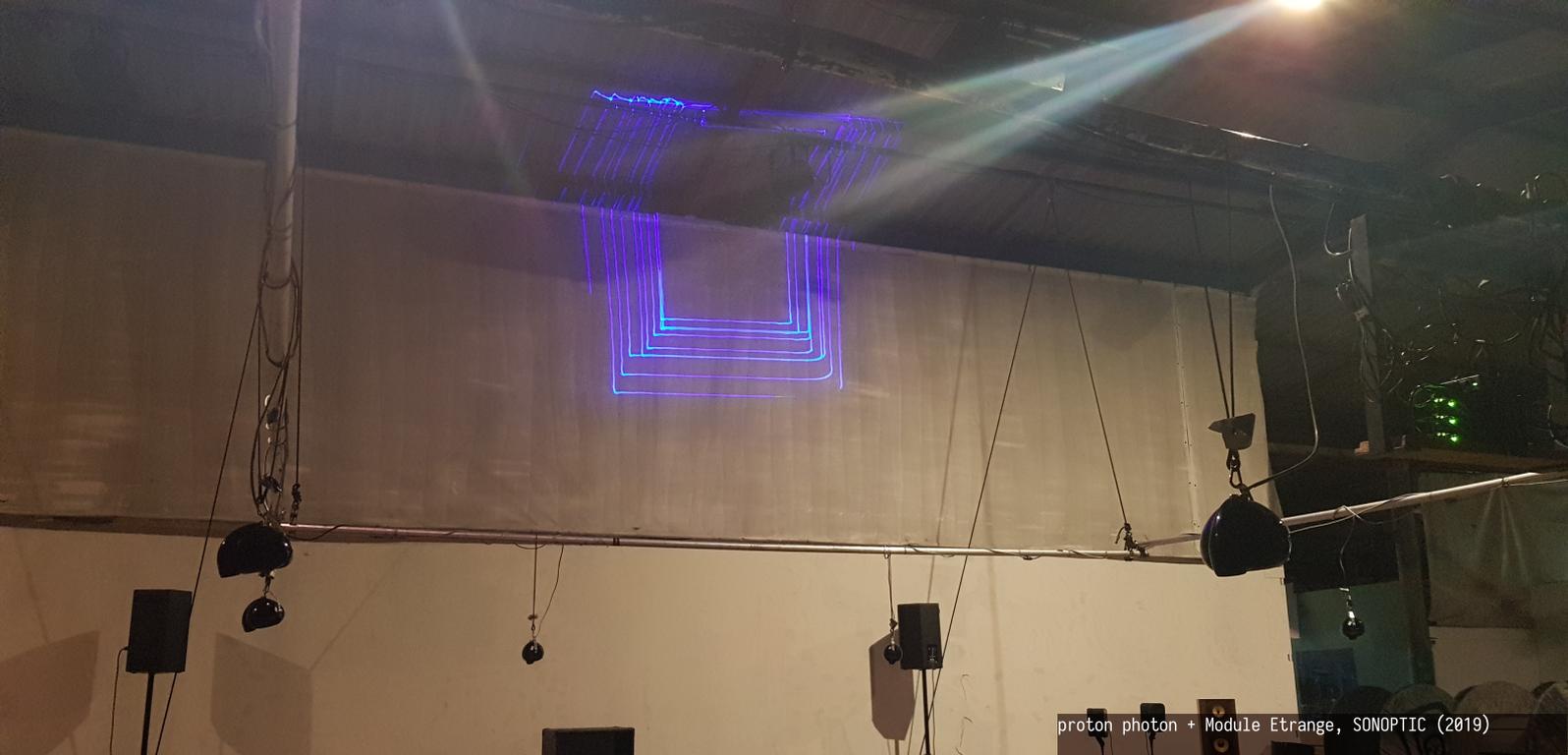
Ateliers public de synthèse lumineuse abstraite par petits groupes, inspiré du "par l'expérience, la connaissance" de Kamerlingh Onnes. La synthèse est abordée pratiquement, simplement grâce à la mise à disposition d'ordinateurs permettant de visualiser chaque modification.

Recherches sur la synthèse sonore et ses représentations visuelles.

Brainfuck captcha : captcha est un test de défi-réponse utilisé en informatique pour vérifier que l'utilisateur n'est pas un robot, ou l'identification de lettres est rendue difficile par plusieurs procédés. Brainfuck captcha est une animation générée en direct reprenant l'idée d'ajout de lignes et ajoute des formes mouvantes, ébauches des lettres sans jamais devenir identifiables. Le système cérébral de reconnaissance et le circuit du langage sont constamment sollicités sans résolution possible.

'Laser battle' : Confrontation esthétique et improvisée entre shaders et synthèse.

<https://player.vimeo.com/video/314356860>



## réalisations 2020

### **SONOPTIC (Toulouse)**

Résidence active d'une partie d'une partie du collectif, suivie d'une restitution en public.

Première mise en situation des lasers en accompagnement d'un acousmonium installé par Module Etrange.

Plusieurs progressions techniques : Mise au point de clitools, de redilysis, de miredis, de lj-packer, réécriture du logiciel d'optimisation des tracés, utilisation d'un gestionnaire de playlists pour changer les programmes envoyés aux lasers.

Développements de nouveaux axes créatifs :

- \* Jeu vidéo de plateformes
- \* Système de particules utilisant la détection de mouvements des mains par caméra infra-rouge
- \* Systèmes de particules réagissant à la musique

### **HSF (Choisy le Roi)**

Atelier permanent pour faire découvrir les possibilités aux visiteurs et artistes graphiques et sonores.

Laser battle : shader vs synthèse

#### **Autres améliorations**

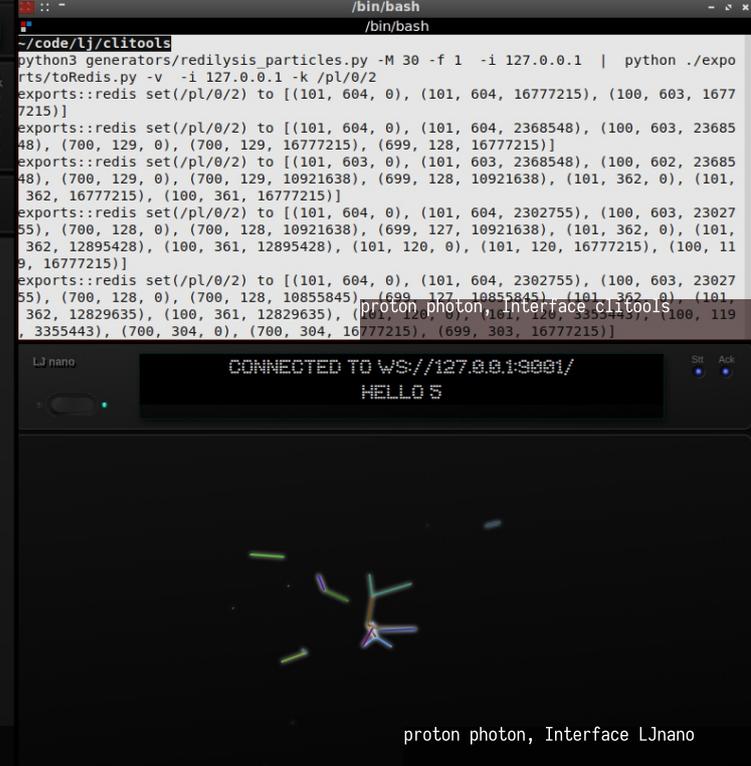
De nouvelles compatibilités avec les formats :

- \* d'animations : graffiti markup langage et ilda.
- \* De séquences génétiques : fasta.
- \* De polices vectorielles : Hershey.

#### **Contributions extérieures**

Avec l'aide des membres de Proton Photon, plusieurs utilisateurs de LJ ont rajouté le support OSC des manettes de jeu et les visualisations :

- \* De simulations scientifiques de différents phénomènes biologiques.
- \* De courbes de Lissajou.



## Outils logiciels produits

### LJ

LJ est notre outil de pilotage des lasers. Il démarre des services qui s'interfaçent entre les clients qui generent des points et le hardware (tracé par les lasers).

L'un des nombreux avantages de LJ est son interface web qui permet de changer en temps réel les paramètres des lasers pilotés (taille, position, nombre de points par seconde, intensité, etc.) mais aussi de simuler les points qui sont envoyés au laser via un canvas HTML5.

Un aspect fondamental de LJ est l'ouverture aux protocoles pour recevoir des listes de points à tracer et partager des informations en temps réel :

- Le support d'OSC permet à quantité de logiciels divers (Puredata, vcvrack...) d'instantanément avoir une sortie laser sans nécessaire connaissance en programmation.
- L'utilisation la base de données clef/valeur REDIS pour stocker les points et données qui seront envoyés.

<https://git.interhacker.space/protonphoton/LJ>

<https://git.interhacker.space/protonphoton/lj-packer>

### clitools

Système de génération de programmes Présentée simplement, cette solution permet de produire des lignes de commande utilisant les pipes UNIX pour envoyer aux laser des les données générées par un programme.

Cette solution simplifie la démarche de création de programmes pour LJ et offre une grande capacité d'adaptation et de variation.

Elle est particulièrement utile pour prototyper rapidement des programmes, quelque soit le langage choisi.

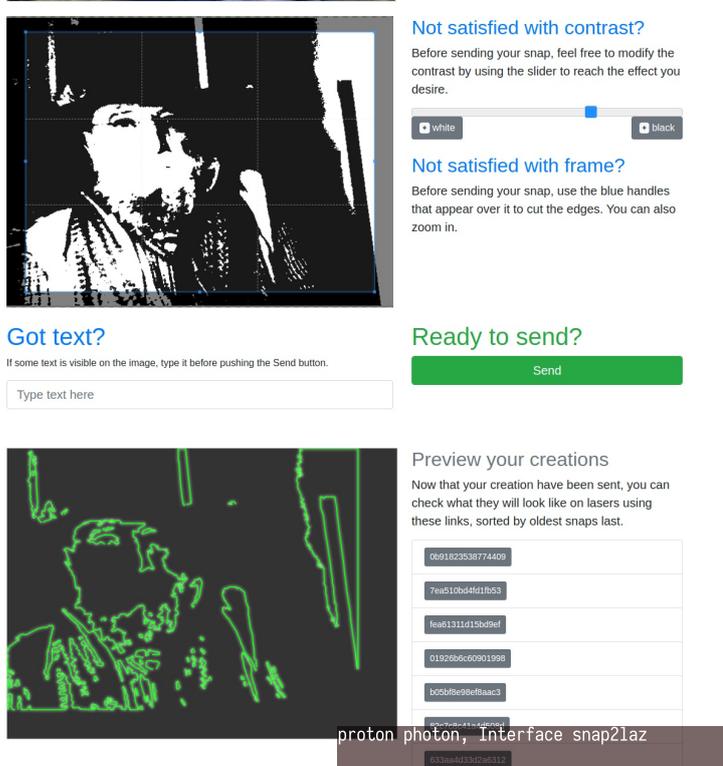
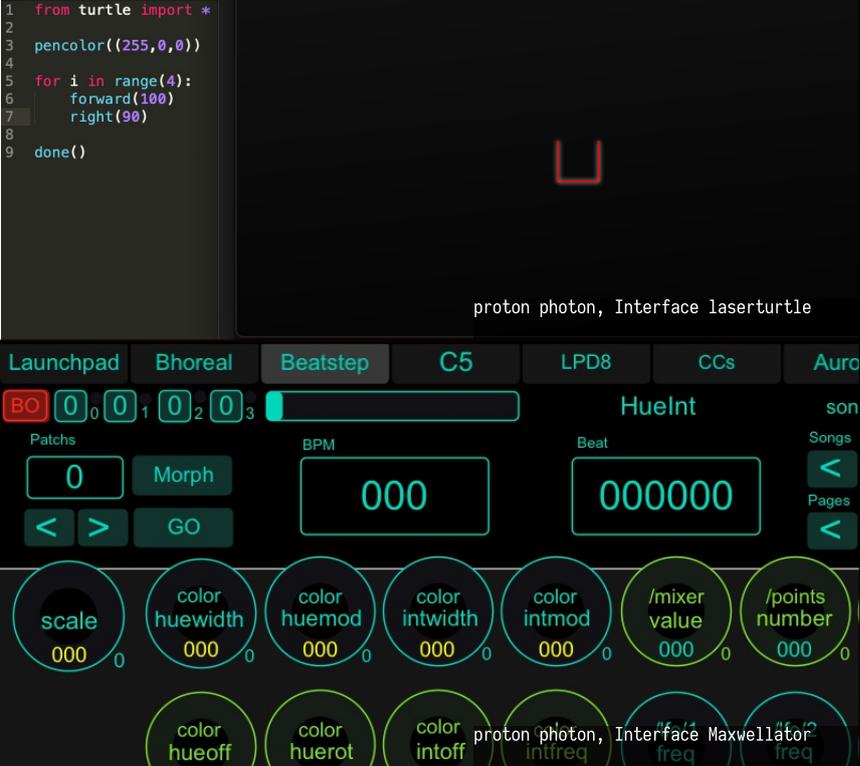
### LJnano

Ljnano ne fournit que clitools et un simulateur de points dans le navigateur. Ce dernier permet de prévisualiser ce qui sera envoyé au laser via un websocket direct. LJnano est léger et pratique.

### LJ-packer

Afin de simplifier la vie des utilisateurs de LJ et la qualité de son code, cette solution compile des images virtuelles.

<https://git.interhacker.space/samm/LJnano>



## Outils logiciels produits

### redilysis

Ce logiciel utilise des algorithmes d'analyse audio (spectrogrammes, détection de tempo) et les stocke dans une base de données accessible en temps réel aux différents programmes. Il est particulièrement utile pour rendre les performances réactives à la musique diffusée.

### jamidi

Cette solution permet de transmettre sur Internet des informations midi ou OSC produites à distance. Elle nous est utile pour recevoir des collaborations de musiciens sur de longues distance. Elle supporte notamment les patches ORCA pour du livecoding.

### miredis

Une solution simple pour transmettre à une base de données réactive les événements MIDI et OSC, ce qui permet aux programmes de prendre en compte ces événements. Elle nous permet par exemple de développer rapidement des programmes utilisant les instruments et contrôleurs physiques MIDI.

<https://git.interhacker.space/protonphoton/miredis>

<https://www.teamlaser.fr/jamidi/>

<https://git.interhacker.space/protonphoton/miredis>

### snap2laz

Orientée vers les smartphones, cette application permet de prendre des photos et de les convertir automatiquement en tracés utilisables par les lasers.

### laserturtle

En référence au LOGO, un langage d'apprentissage de l'informatique basé sur les déplacements graphiques d'une tortue, nous avons développé cet environnement qui permet d'expliquer aux novices le fonctionnement du code et des lasers.

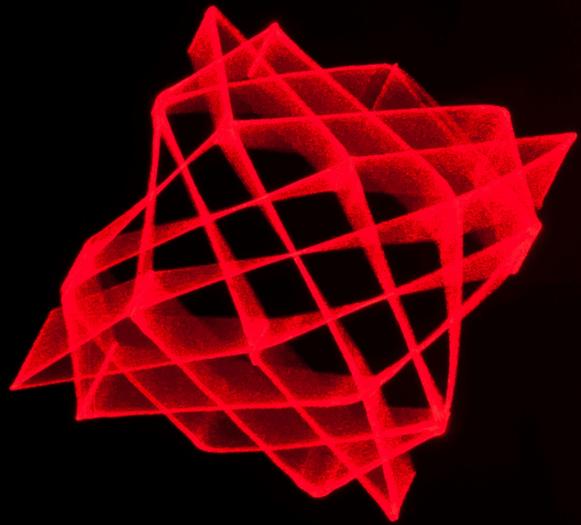
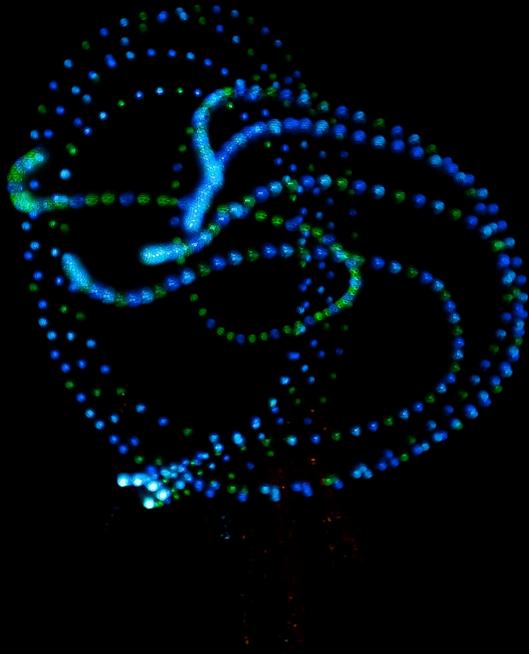
### Maxwellator

Ce logiciel est une version repensée du logiciel propriétaire Maxwell que nous utilisons pour générer des courbes laser avec une interface visuelle.

Cette nouvelle version dépassera les limites du logiciel précédent. Elle sera capable de piloter plusieurs lasers et d'utiliser des interfaces physiques pour rendre plus sensible la modification des paramètres de génération.

<https://git.interhacker.space/protonphoton/snap2laz>

<https://github.com/tmpbci/Maxwellator>



proton photon, laser + Gants LED, THSF (2019)

## Collaborations artistiques

### **Minuit digital**

<https://minuitdigital.com/>

### **Raphael Holt**

<http://www.raphaelholt.com/art-films.html>

### **Joan Giner**

<https://joanginer.myportfolio.com/>

### **Etienne Brunet**

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tienne\\_Brunet\\_\(musicien\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tienne_Brunet_(musicien))

### **Pierre Mersadier-Vigroux**

<https://50hz.club/pierrepierrepierre/>

### **Module Etrange**

<http://www.module-etrange.org/>

### **Remy Carré**

<https://carre-r.bandcamp.com/>

### **Nina Verstraete**

[https://www.researchgate.net/profile/Nina\\_Verstraete](https://www.researchgate.net/profile/Nina_Verstraete)

### **Mix'art Myrys**

<http://mixart-myrys.org/>

### **Cookie Collective**

<https://cookie.paris/>

## projets artistiques : interactions avec le son

### Systèmes de simulations de particules

Nos expérimentations sur ces systèmes sont concluantes sur les plans graphiques et conceptuels. Nous avons plusieurs nouvelles dimensions créatives à l'étude : simulation de partages d'informations et de cellules biologiques, comportements mutualisés, paramètres modifiables en temps réel.

### Synthèse sonore des mouvements du laser

Nous projetons d'utiliser des micro piezo afin de capter les oscillations des moteurs des lasers. Ces sons pourraient être utilisés pour fournir une matière sonore diffusée durant les projections.

### Live

Une réflexion est en cours avec plusieurs musiciens :

\* Correspondance entre concepts et théorie musicale et synthèse musicale pour le contrôle de lasers pendant le jeu.

\* Construction, intégration de faisceaux comme instrument lumineux dans la continuité du light organ de Scriabin. Pièces écrites et improvisations.

### Utilisation des données de spectrogrammes dans les jeux vidéos

Nous souhaitons implémenter une réactivité à l'environnement sonore dans des jeux vidéo. Celle-ci fournirait des événements intégrés comme l'apparition de nouveaux obstacles ou la vitesse générale.

### Utilisation de l'analyse de tempo dans des générateurs de points et des filtres

Cette possibilité est prometteuse pour accompagner des musiques rythmées. Associées à d'autres techniques elle permettrait une meilleure immersion des programmes laser dans l'environnement sonore.

### Utilisation d'algorithmes de synthèse procédurale

Parmi le large éventail de ces algorithmes nous envisageons d'utiliser ceux qui reproduisent des formes du vivant, comme Voronoï, Slime mould, Reaction-Diffusion, et les synthèses de formes organiques en général.



proton photon, Cerveautarium (2016)

## projets artistiques : interactions avec le public

### Collecte d'images

Nous souhaitons utiliser l'application snap2laz pour proposer au public de participer activement à la production de visuels. La première piste envisagée serait d'inviter les habitants / usagers à photographier "les mots du territoire" qui seraient rediffusés sur laser lors des restitutions. Mais la liste des sujets à proposer. Considérons par exemple l'axe abstraction / figuration : nous pouvons demander ou dériver des formes les abstraites, et à l'opposé proposer une thématique sur les portraits.

### Utilisations des smartphones

En mettant à profit les capteurs intégrés aux appareils, nous pourrions proposer aux spectateurs d'intervenir en temps réel sur la diffusion en cours. Les accéléromètres, gyroscopes, et magnétomètres en particulier présentent l'avantage de permettre le positionnement et l'adaptation à la dynamique du mouvement, lesquels seraient intégrables dans des systèmes de particules.

### Ateliers

Nous pratiquons régulièrement l'éducation populaire dans la communauté du logiciel libre et proposons des thèmes adaptés à différents publics.

Tous publics:

- \* laserturtle  
Initiation au code
- \* snap2laz  
Initiation à l'usage de l'application
- \* maxwellator  
Initiation à la synthèse de formes

Développeurs / artistes:

- \* clitools  
Création de programmes, envoi au laser
- \* génération de particules  
Création de programmes autonomes
- \* etherdream  
Gestion de ses propres lasers
- \* sécurité laser  
Apprentissage des fondamentaux sécurité



proton photon, Cookie @ Folies (2018)

## projets artistiques : interactions avec l'image

### Conversion vidéos en laser

L'affichage d'un flux vidéo en temps réel est un de nos objectifs. Nous avons plusieurs pistes qui permettraient d'atteindre cet objectif et de nombreuses idées d'application. Techniquement, la complexité consiste à paralléliser le traitement des images pour permettre une bonne qualité. Les applications iraient de la retransmission live de danseurs à un traitement des zones d'intérêt permettant d'interagir avec la diffusion en cours.

### Utilisation de shaders

Les shaders sont des programmes exécutés sur carte graphique pour le rendu des images de synthèse. Des expérimentations menées dans ce domaine devraient être poursuivies.

### Association vidéoprojections et lasers

Cette piste est transversale à d'autres (vidéo temps réel / shaders / mapping). L'une des idées serait d'obtenir de la "vidéo augmentée" ouvrant une nouvelle couche d'interprétation comme nous le faisons pour la musique.

### Synthèse lumineuse

Nous avons l'intention de continuer à développer le logiciel Maxwellator pour étendre ses capacités à de nouvelles formes de synthèse et de l'interfacer avec diverses sources d'informations.

### Expérimentation Réalité Virtuelle/3D

Qu'il s'agisse de 3D avec casque ou avec lunettes anaglyphiques, nous envisageons d'expérimenter la relation entre images projetées et simulations de volumes associées aux lasers.



proton photon

```
class Particle(object):
    def __init__(self, x, y, m):
        self.x = x
        self.y = y
        self.m = m
        self.dx = 0
        self.dy = 0
        self.connectedTo = []

        self.decay = random.randint(10, max time)
        self.color = (random.randint(128, 256) - int(12.8 * self.m),
                    random.randint(128, 256) - int(12.8 * self.m),
                    random.randint(128, 256) - int(12.8 * self.m))
        self.color = (255, 255, 255)
        #debug( self.color )

    def interact(self, bodies):
        self.connectedTo = []
        spec = redisData["spectrum 10"]
        power = int(sum(spec[4:6]))
        for other in bodies:
            if other is self:
                continue
            dx = other.x - self.x
            dy = other.y - self.y
            dist = math.sqrt(dx*dx + dy*dy)
            if dist == 0:
                dist = 1
            if dist < 100 and random.randint(0, power) > 0.5 :
                self.connectedTo.append(other)
                self.decay += 2
            factor = other.m / dist**2
            high_power = sum(spec[8:9]) if sum(spec[8:9]) != 0 else 0.01
            self.dx += (dx * factor * self.m)
            self.dy += (dy * factor * self.m)
            #print "factor %f" % (factor,)

    def move(self):
        spec = redisData["spectrum 10"]
        x_friction = (2.2 - (1+spec[7])/2)
        y_friction = (2.2 - (1+spec[7])/2)
        #x_friction = 1.02
        #y_friction = 1.04
        self.dx /= x_friction if x_friction != 0 else 0.01
        self.dy /= y_friction if y_friction != 0 else 0.01
        self.x += self.dx
        self.y += self.dy
        if self.x > max_width:
            self.dx = - self.dx / 8
            self.y = max_width
```

proton photon

## projets artistiques : interactions avec L'intelligence artificielle

### Utilisation d'un "Director Pattern" pour gérer les événements à envoyer aux lasers

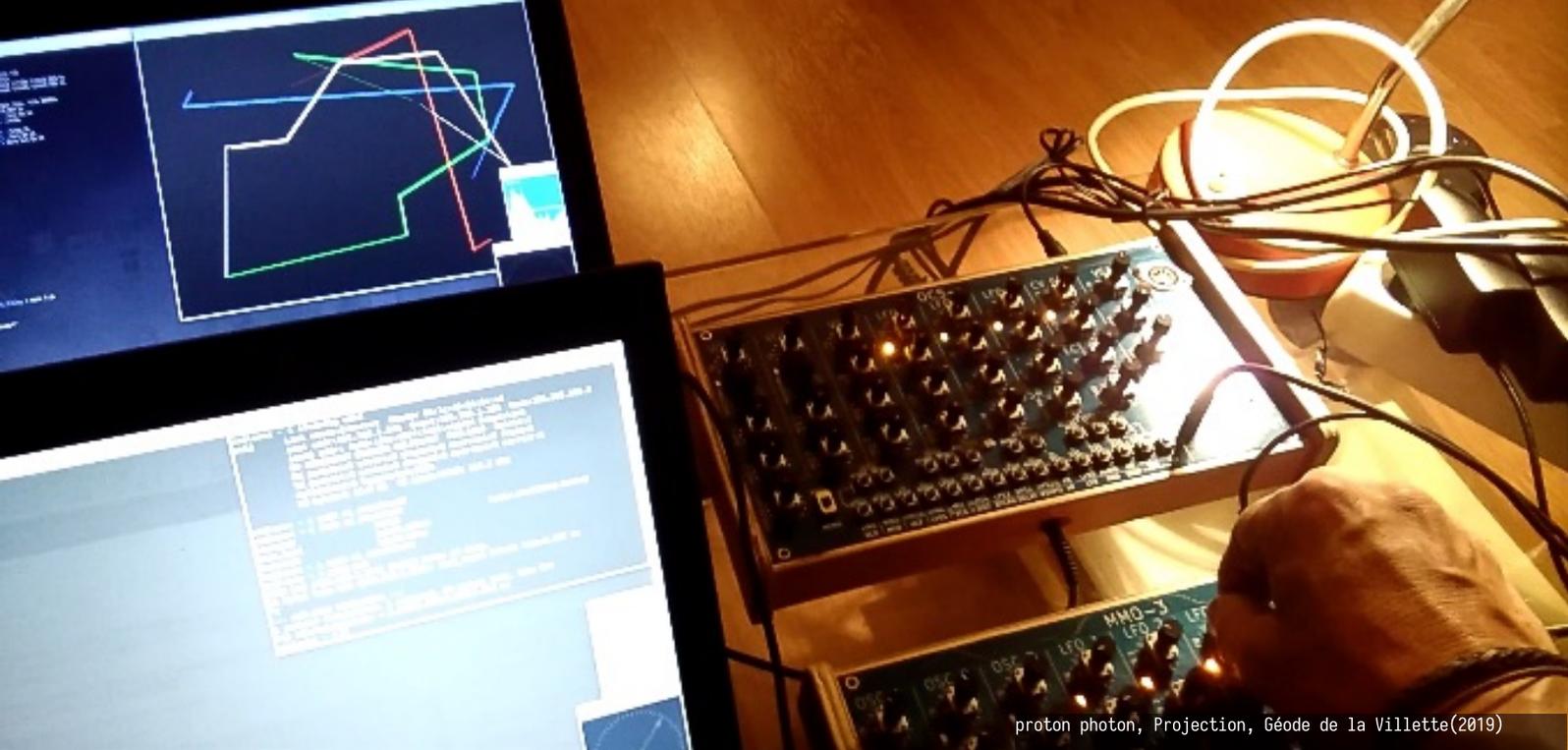
Ce concept permettrait de dépasser l'aspect "passivement réactif" des systèmes de génération de particules. Le "directeur" aurait une conscience du spectacle produit, et pourrait gérer la tension dramatique, par exemple en les changeant et en modifiant leurs paramètres.

### Reconnaissance et mise a disposition des elements d'un visage analysé sur smartphone en temps reel

Nous disposons déjà d'une solution qui utilise la reconnaissance faciale dans le navigateur, pour envoyer les points d'un visage aux lasers. Cette génération de points, également possible à partir d'une "webcam", pourrait être pertinente dans le cadre de certaines collaborations artistique. L'association avec un classificateur d'émotions enrichirait également le "director pattern".

### Utilisation de Machine Learning / DNN

Nous envisageons d'utiliser des recherches menées dans le domaine de réseaux neuronaux avec apprentissage profond appliquées au traitement de la voix. Ceci permettrait de générer des textes visualisables et "lisibles" par des interprètes synthétiques. Ceci pourrait être appliqué dans le cadre d'une collaboration avec des diffusions acoustiques ou à des applications d'intelligence artificielle narrative.



proton photon, Projection, Géode de la Villette(2019)

## projets artistiques : interactions objets

### Architecture

Plusieurs projets visent la projection de laser en rapport avec des objets architecturaux.

L'un d'eux serait de faire un mapping mixant vidéo et laser pour explorer l'intérieur (réel ou augmenté) d'une façade en fil de fer.

Un autre serait d'utiliser la photogrammétrie d'un lieu pour en extraire des vues filaires mises en abyme.

### Création d'une performance scénique combinant effets de lumières et lasers

Établir un dialogue entre un spectacle vivant et les lasers est une idée de collaboration que nous envisageons avec des danseurs et artistes du spectacle vivant.

### Interaction avec des appareils physiques

Nos expérimentations sur les dispositifs tactiles qui activent/désactivent des comportements ou en modifient les caractéristiques sont amenés à être approfondis.

### Création de paysages visuels

En synchronisation avec un acousmonium installé dans un lieu public ou un bâtiment clos, les lasers seraient projetés sur des écrans ou des murs et répondraient spatialement aux événements sonores dans l'espace.

### Projection en espace naturel / land art

La capacité des lasers à projeter sur de grandes distances ouvre de nombreuses perspectives, sous réserve de s'assurer qu'elles ne blessent pas des animaux vivants sur le territoire.

### Captation des mouvements du public

Nous avons entamé une recherche visant à déterminer les positions du public dans une surface d'exposition de la manière la plus simple et anonyme possible. Cette représentation nous donnerait l'opportunité d'interagir avec les acteurs-spectateurs de manière globale et intuitive.



proton photon

## projets logiciels

### **Partage des points, attracteurs, et répulseurs entre plusieurs générateurs**

Nous envisageons des méthodes de partage d'objets qui attirent et/ou repoussent des particules entre plusieurs systèmes de particules pour faire interagir leur production.

### **Intégrer une synchronisation via des timecodes réseaux**

Utiliser la synchronisation de vidéos et de musiques dans les programmes laser serait possible via des solutions de timecode comme MTC et SMPTE.

### **Firmware alternatifs pour nozoids**

Nous travaillons sur des firmwares permettant de connecter directement les synthés nozoids aux lasers<sup>[1]</sup>.

### **Utilisation à distance de synthétiseurs nozoid via une interface en ligne**

Une interface en ligne permettant de modifier à distance la production sonore des synthétiseurs nozoids et de l'afficher avec les lasers va continuer à être développée et améliorée.

### **Analyse du code et des solutions alternatives de pilotage de laser**

Plusieurs solutions libres permettent d'interfacer les lasers. Il nous semble judicieux de mener une analyse pour comprendre quels processus sont à reprendre. L'optimisation des tracés en particulier est un processus clé pour les lasers. Trop de points et le tracé ralentit, pas assez et il devient imprécis. Il existe par ailleurs des lasers nativement pilotables via Ethernet, nous devons confirmer cette possibilité matérielle.

### **Créer un processus d'envoi via TCP**

Afin de favoriser les lives à distance, nous envisageons de produire un export / import en TCP qui améliore la qualité du transport pour les collaborations sur Internet.

[1] <https://github.com/looloster/mmo-3> et <https://github.com/looloster/ocs-2>



Wardenclyffe par Tremens

## références artistiques : Light Art

### Historique

Scriabine, Prométhée (1910) et l'invention du clavier à lumières

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Clavier\\_%C3%A0\\_lumi%C3%A8res](https://fr.wikipedia.org/wiki/Clavier_%C3%A0_lumi%C3%A8res)

Otto Piene, Light Ballet (1961)

<https://www.moma.org/collection/works/192057>

### Installations

Edwin van der Heide, LSP (2004+)

<https://www.evdh.net/lsp/>

Robert Henke, Werk III (2005)

[http://www.roberthenke.de/installations/werk\\_III.html](http://www.roberthenke.de/installations/werk_III.html)

Stephan Reusse, Monkeys (2008)

<http://www.stephanreusse.com/arbeiten/monkey/>

Matthew Schreiber, Crystalline Lattice (2010)

<https://www.juxtapoz.com/news/the-laser-and-fluorescent-works-of-matthew-schreiber/>

Yvette Mattern, Global Rainbow (2012)

<https://www.thisiscolossal.com/2012/03/global-rainbow/>

Memo Akten, Laser Forest (2013)

<http://www.memo.tv/works/laser-forest/>

White Void, Fluidic (2013)

<https://www.whitevoid.com/fluidic/>

united visual artists, Parallels (2014)

<https://www.designboom.com/technology/mini-united-visual-artists-parallels-laser-installation-04-15-2014/>

Studio Nick Verstand, Aura (2017)

<https://www.dezeen.com/2017/11/25/aura-installation-translates-emotions-into-beams-of-light-studio-nick-verstand-dutch-design-week/amp/>

Stanford University, The Grid (2018)

<https://scopeblog.stanford.edu/2018/06/08/laser-art-installation-commemorates-frankenstein/>

Luftwerk, Geometries of Light (2019)

<https://www.thisiscolossal.com/2019/11/geometries-of-light/>

James Clar, Noise Field (2019)

[https://www.jamesclar.com/portfolio\\_page/noise-field-1-2019/](https://www.jamesclar.com/portfolio_page/noise-field-1-2019/)

KORAKRIT ARUNANONDCHAI and ALEX GVOJIC (WITH BOYCHILD), No history in a room filled with people with funny names 5 (2019)

<https://www.numero.com/fr/art/performa-19-roselee-goldberg-tarik-kiswanson-paul-maheke-charles-aubin-ed-atkins-carlo-mollino-maria-hassabi-nkisi>

Jun Ong, Quantum (2019)

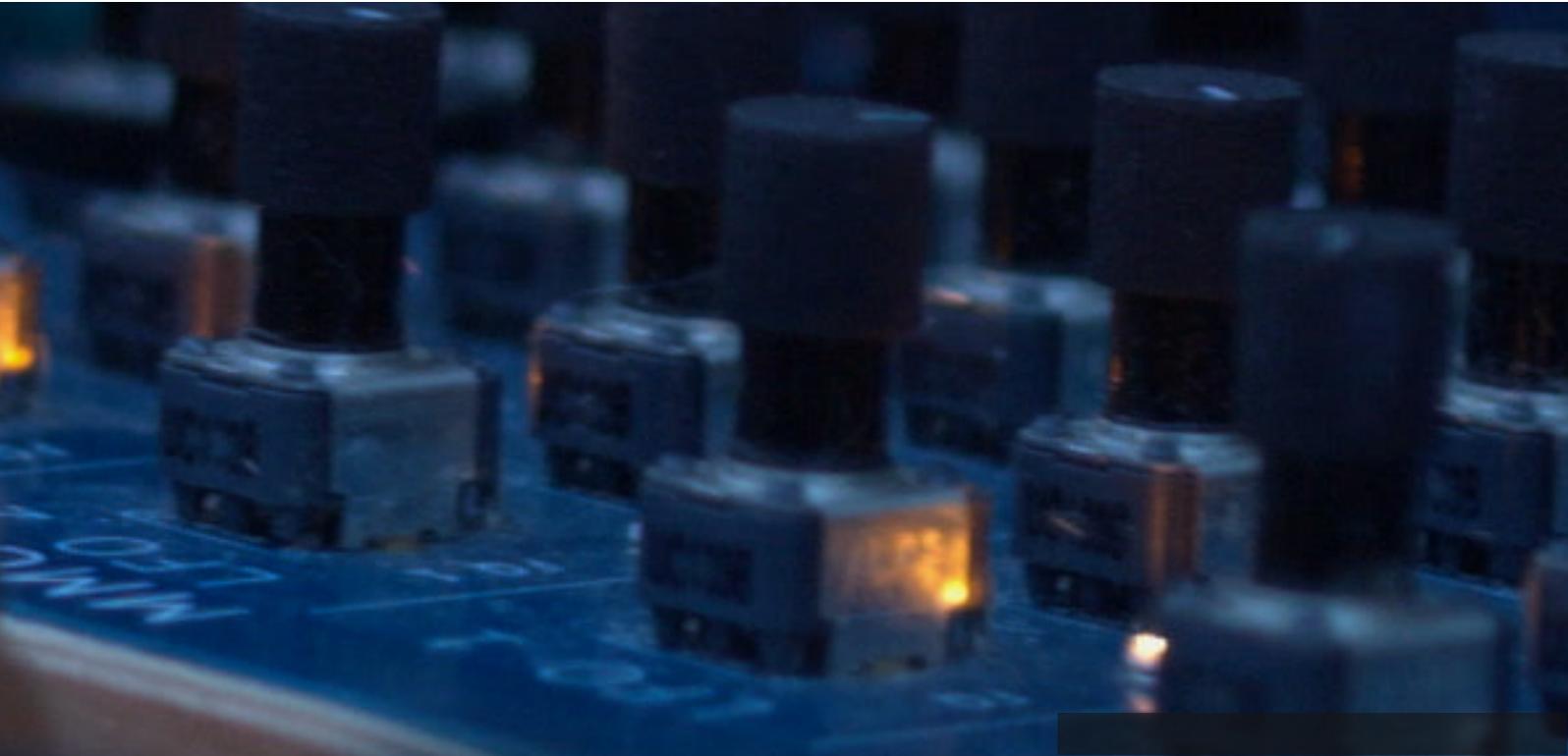
<http://inyala.my/home/from-lines-to-light/>

@404.zero 8.0.1(2020)

<https://player.vimeo.com/video/378468864>

Art and Electronic Media (Phaidon, 2009)

Frank POPPER, Art of the electronic age (Harry N. Abrams, 1993)



## **références artistiques : comportements émergents**

Les phénomènes émergents sont des phénomènes macroscopiques imprévisibles voire inexplicables, qui prennent la forme de régularités statistiques, de structures relationnelles ou même d'entités originales.

### **Phénomènes émergents dans la vie**

Example Emergent Phenomena

<https://evolutionofcomputing.org/Multicellular/Emergence.html>

### **Phénomènes émergents dans l'art**

Emergent Narrative

<https://tvtropes.org/pmwiki/pmwiki.php/Main/EmergentNarrative>

### **Installations**

Marcel Duchamp, élevage de poussière (1920)

<https://www.centrepompidou.fr/cpv/ressource/cMa5Ad/rrgx6qj>

Leonel Moura, BeBot (2003)

[http://www.leonelmoura.com/bebot\\_works/](http://www.leonelmoura.com/bebot_works/)

Michel Blazy, Patman 2 (2006)

<http://www.galeriedesgaleries.com/invites/michel-blazy/patman-2>

Collectif, Orb Swarm (2007)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Orb\\_Swarm](https://en.wikipedia.org/wiki/Orb_Swarm)

Bernard WALLISER, Les phénomènes émergents, ENPC, EHESS, 2006

