

# Formes & perception

This manuscript ([permalink](#)) was automatically generated from [laurentperrinet/2023-01-31\\_formes-et-perception@ca15d14](mailto:laurentperrinet/2023-01-31_formes-et-perception@ca15d14) on 2023-01-30.

## Authors

---

- Laurent U Perrinet

 [0000-0002-9536-010X](https://orcid.org/0000-0002-9536-010X) ·  [@laurentperrinet](https://twitter.com/laurentperrinet) ·  [@laurentperrinet@neuromatch.social](mailto:@laurentperrinet@neuromatch.social)

Institut de Neurosciences de la Timone, CNRS / Aix-Marseille Université

# Résumé

---

Observer une œuvre d'art permet de révéler la relation intime entre la réalité et notre façon de la percevoir. Grâce aux avancées récentes en neurosciences, nous pouvons en découvrir plus sur cette question fondamentale de la philosophie.

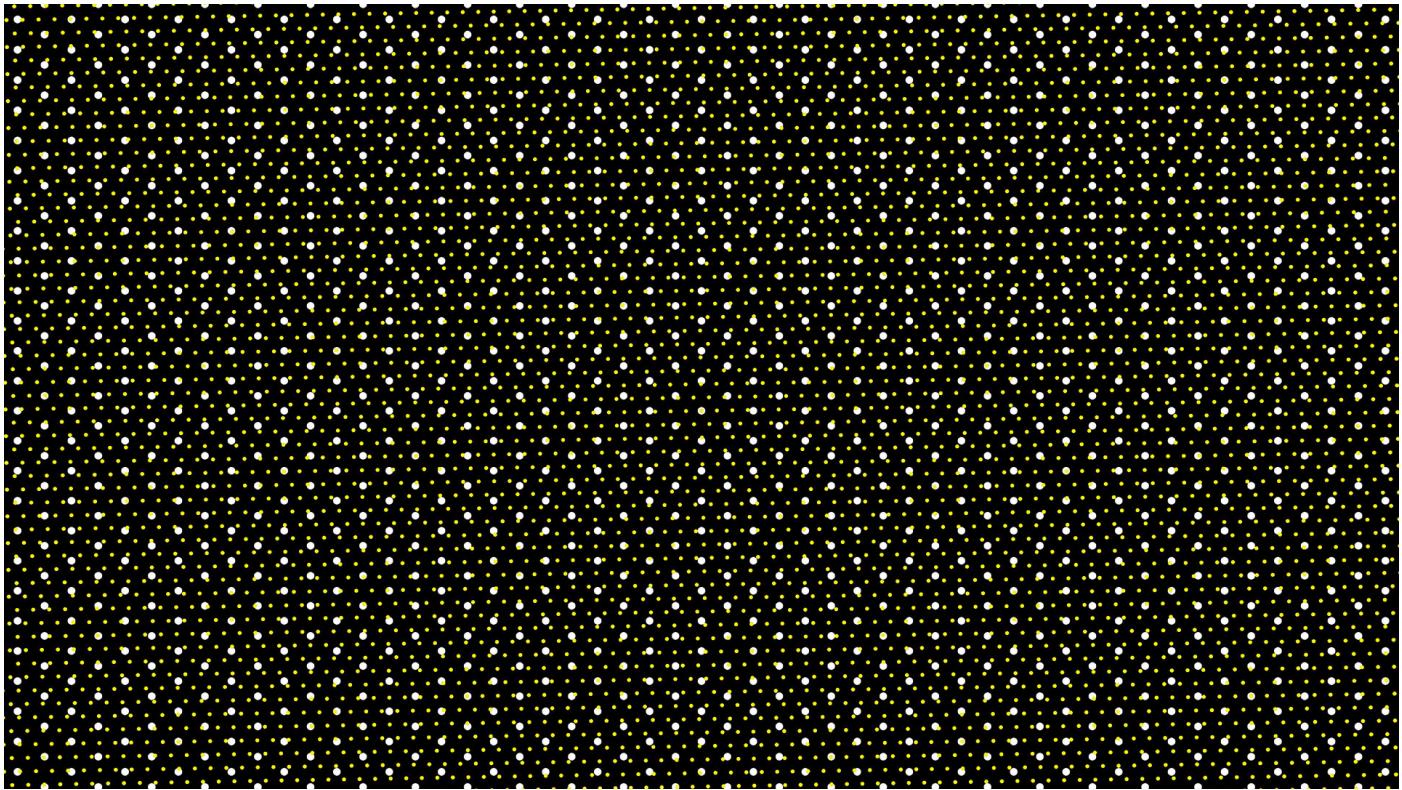
## Matière à voir, la neuroscience de la vision

---

Commençons par imaginer que nous portons notre regard sur un portrait. Notre système nerveux est responsable de notre capacité de voir le monde lumineux qui en résulte. Les photons réflétés sur le portrait et présents dans la gamme de fréquence visible sont alors concentrés par nos yeux pour former une image sur la rétine, cette fine surface qui tapisse le fond de l'œil et qui contient un réseau compact de neurones photosensibles. La rétine transforme cette image en un signal électro-chimique qui entraîne une cascade de processus qui permet de séparer différents caractéristiques de la lumière, comme notamment le contraste, la dynamique ou la couleur, pour finalement former une représentation neurale qui est transmise au reste du cerveau grâce au nerf optique.

Il est remarquable de constater que cette représentation est contrainte par l'anatomie de l'œil et de la rétine. Ainsi, la densité de neurones est bien plus élevée autour du centre de l'axe visuel de l'œil, où environ la moitié de notre acuité visuelle est concentrée sur une zone équivalente à celle de deux fois la taille de l'ongle du pouce vu le bras étendu. Cette zone, appelée fovea, est principalement composée de photorécepteurs sensibles aux couleurs. En revanche, les photorécepteurs en périphérie de cette zone sont principalement insensibles aux couleurs, mais ont la capacité de répondre rapidement aux variations de luminosité mais aussi de s'adapter à des conditions d'éclairage changeantes. Cette contrainte physiologique explique pourquoi les objets peuvent apparaître monochromatiques sous un clair de lune ou pourquoi nous pouvons plus facilement détecter une étoile si on fixe légèrement à côté de celle-ci.

Cette représentation de l'image est ensuite relayée au reste du cerveau, notamment sur les aires visuelles situées sur sa surface, le cortex. Cela se produit grâce à une série de processus qui affine progressivement les caractéristiques visuelles. En premier, l'information de nos deux yeux converge pour former une représentation binoculaire qui va permettre l'extraction de caractéristiques locales basiques : orientation locale des contours, disparité entre les deux yeux, contrastes de couleur, ... Conservant l'arrangement rétinotopique, la moitié de la surface de ces aires traite la zone de la fovea. Depuis cette représentation, des aires spécialisées vont extraire des conjonctions entre ces caractéristiques pour enfin obtenir des indices de plus haut niveau, comme identifier les parties qui constituent le portrait et ensuite déchiffrer l'expression sur l'image du visage.



**Figure 1: Trames** ([Etienne Rey, 2018](#)). Le projet est basé sur des principes d'occultations partielles en couches associées à des trames qui font émerger une dimension immatérielle et instable.

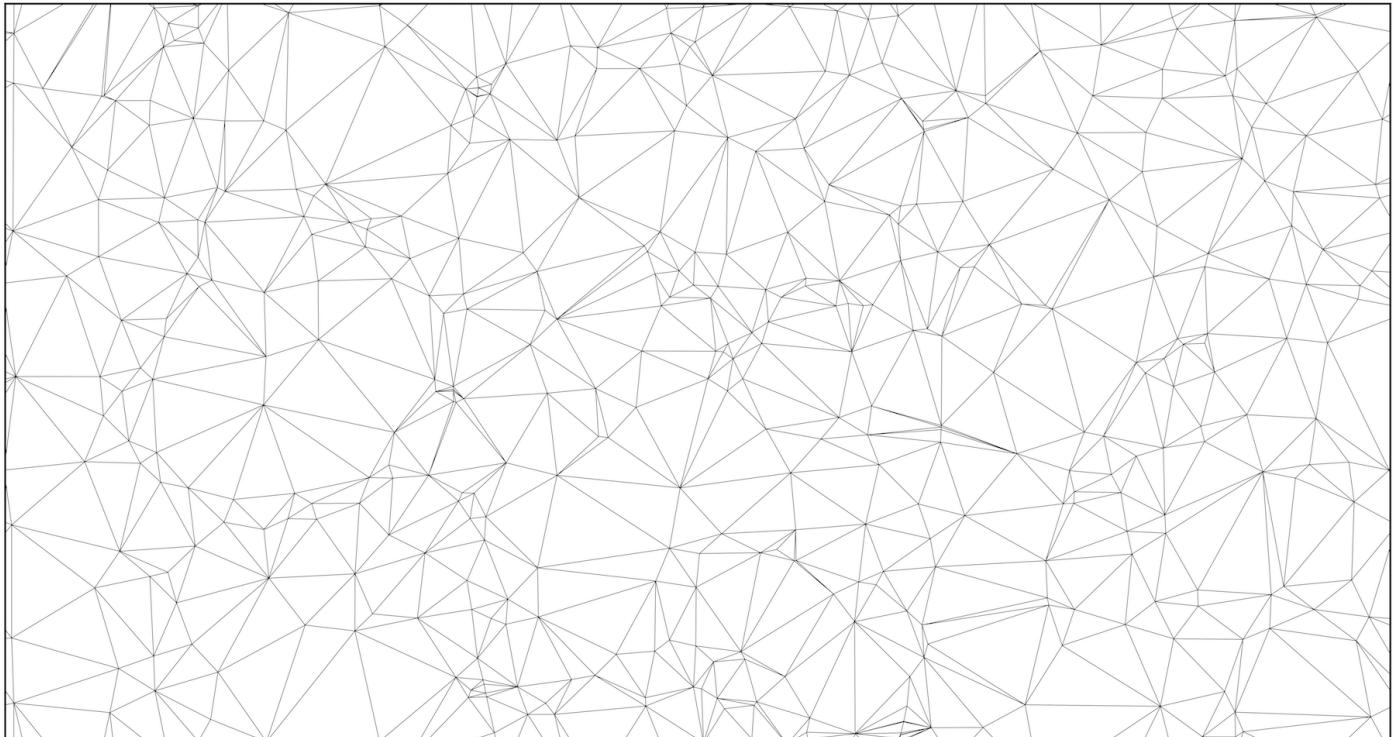
En connaissant ces principes anatomiques de formation de l'image rétinienne, il est possible de les intégrer pour les mettre en évidence. Dans «Interférence», Etienne Rey dispose sur une grille hexagonale rythmique et reserrée des motifs élémentaires. Une seconde grille est superposée en profondeur et crée un effet de Moiré dont l'oscillation est plus lente. Ces deux échelles rentrent en conflit avec l'arrangement des photorécepteurs de la rétine et créent une impression d'instabilité. Les points semblent s'organiser suivant de longs alignements, suggérant une organisation en profondeur, mais dès qu'on "attrape" cette perception, elle s'évanouit et appelle à sauter sur une autre position. Cette oeuvre est finement calibrée pour rentrer en résonance avec les limites induites par l'anatomie de la rétine.

De ce résumé, on pourrait déduire que les processus visuels sont similaires à ceux d'une caméra vidéo: Une lentille focalise l'image sur des senseurs, puis cette information est traitée par d'autres mécanismes, par exemple pour extraire les objets, mesurer leur vitesse ou les identifier. Mais la réalité est bien plus complexe car comme nous l'avons vu l'image est fortmetn déformée sur la rétine, et d'autre part le traitement de cette information n'est pas simplement séquentiel. Ainsi, les aires corticales communiquent dans les deux sens, de telle sorte qu'un objet d'intérêt, par exemple le visage du portrait que nous observons, puisse être rendu plus saillant dans les aires de bas niveau. De plus, des phénomènes attentifs peuvent par exemple conduire à être plus alerte pour certaines caractéristiques a priori, comme une couleur ou une zone de l'espace visuel. Ces mécanismes sont largement inconscients. Brutalement, ils se retrouvent très éloignés de la stabilité apparente de notre perception.

## Des formes à la perception

L'acte de voir n'est pas simplement un processus passif, mais un dialogue entre la sensation des objets visuels et leur représentation interne via la perception. Ce processus permet de regrouper des éléments de la scène visuelle en se basant sur le principe que le tout est plus que la somme des parties. Ainsi, les formes qui sont organisées en se basant sur ce qui peut être observé dans la nature, notamment les régularités des éléments qui y sont présents, comme les objets auto-similaires

(comme les arbres ou les fractales) ainsi les répétitions et rythmes visuels (comme les arrangements de graines d'un tournesol). La perception se caractérise également par la prévalence de symétries, notamment car celles-ci sont très présentes dans les formes naturelles, comme la symétrie gauche/droite du corps humain. La perception peut-être consciente, mais de nombreux mécanismes restent inconscients. Elle se caractérise par une unicité de l'expérience : si une interprétation peut varier, elle est unique à un moment donné. Pour deux interprétations possibles, alors la plus simple est souvent choisie. Les artistes cherchent souvent à utiliser cet aspect pour exprimer une certaine harmonie dans leur composition. La perception est donc ce processus qui, en se basant sur la connaissance des régularités observées dans la nature, permet de former une représentation stable du monde qui nous entoure.



**Figure 2: Instabilité** (Etienne Rey, 2018). Des points placés au hasard sont reliés par triangulation, provoquant l'émergence de formes et volumes.

La perception est la façon dont nous interprétons les informations que nous recevons à travers nos sens. Cela peut parfois entraîner des pareidolies, c'est-à-dire de la perception d'un objet là où il n'y en a pas, par exemple voir un visage dans l'occurrence des formes texturées d'un rocher. Ce phénomène a été utilisé dans l'œuvre "Instabilité" (présentée en 2019 à Andémone, Avignon ; voir Figure), qui consistait en une triangulation de points disposés au hasard sur un carré. La densité des triangles et leur arrangement aléatoire invitaient les observateurs à imaginer des formes imaginaires comme des voiles, des perspectives ou des visages. Dans une autre œuvre, "Trame", présentée en 2016 dans le cadre de l'hommage triptyque à Victor Vasarely, à la Fondation Vasarely d'Aix-en-Provence, cette expérience était poussée plus loin: 25 monolithes de 2m 50 de haut et de 40 cm de largeur étaient placés sur un socle rectiligne de 3m étaient chacun mis en mouvement indépendamment par rapport à l'angle par rapport l'axe vertical. Suivant une chorégraphie prédéfinie, la combinaison des angles provoquait des zones de calme cristallin qui se transformaient rapidement en instants de chaos. Ce procédé permettait de projeter son propre reflet tout en le fragmentant dans l'environnement de l'œuvre, notamment les rithmes colorés de Vasarely, afin de produire un va-et-vient entre les mondes réels et perçus. Il était alors nécessaire pour les observateurs de changer de perspective pour résoudre cette incertitude, illustrant le lien intime entre monde réel et perçu.



**Figure 3:** Trame Élasticité ([Etienne Rey, 2016](#)), dans le cadre de l'hommage triptyque à Victor Vasarely, à la Fondation Vasarely d'Aix-en-Provence du 2 juin au 2 octobre 2016.

Il est encore difficile de comprendre exactement comment nous percevons le monde visuel, mais il semble que, par rapport à la représentation analogique produite par la rétine, la perception manipule un monde numérique d'objets visuels. En effet, à l'image de l'alphabet plastique de Viktor Vasarely, nous manipulons des symboles auquel on peut attribuer des numéros. Par exemple, les contours d'un objet avec un certains nombre d'orientations peuvent suffire à le reconnaître, même s'il s'agit seulement d'une esquisse de traits. Un caractère essentiel de cette organisation perceptive est appelée la "Gestalt", c'est-à-dire, la mise en forme des éléments pour former un tout. L'ensemble de ces règles permettent à notre cerveau de relier les contours en fonction de leur proximité spatiale, leur similarité (par exemple de couleur) ou leur continuité, et d'autres qui permettent de séparer les objets de leur fond. Ces règles forment une sorte de grammaire qui guide notre perception des choses.

La perception nous permet ainsi de relier notre monde intérieur à l'environnement extérieur réel. Selon cette approche phénoménologique, le monde visuel extérieur est une source importante d'inspiration qui alimente notre monde intérieur. La performance artistique, qui est considérée encore comme étant un domaine réservé aux humains, joue un rôle important dans notre vie mentale car elle nourrit la construction de notre perception. L'observation et la création artistique nous permettent de remettre en question et d'enrichir notre compréhension de l'environnement. Un exemple de cette approche est l'œuvre "Les voyageurs" d'Holbein, dans lequel un *memento mori* est seulement perceptible suivant une perspective d'un point de vue excentré? Cette œuvre montre comment un changement de perspective peut donner un sens nouveau à une scène visuelle. Ce lien intime et créatif entre l'œuvre d'art et sa compréhension contribue au plaisir, aux émotions et à l'expérience artistique en général.

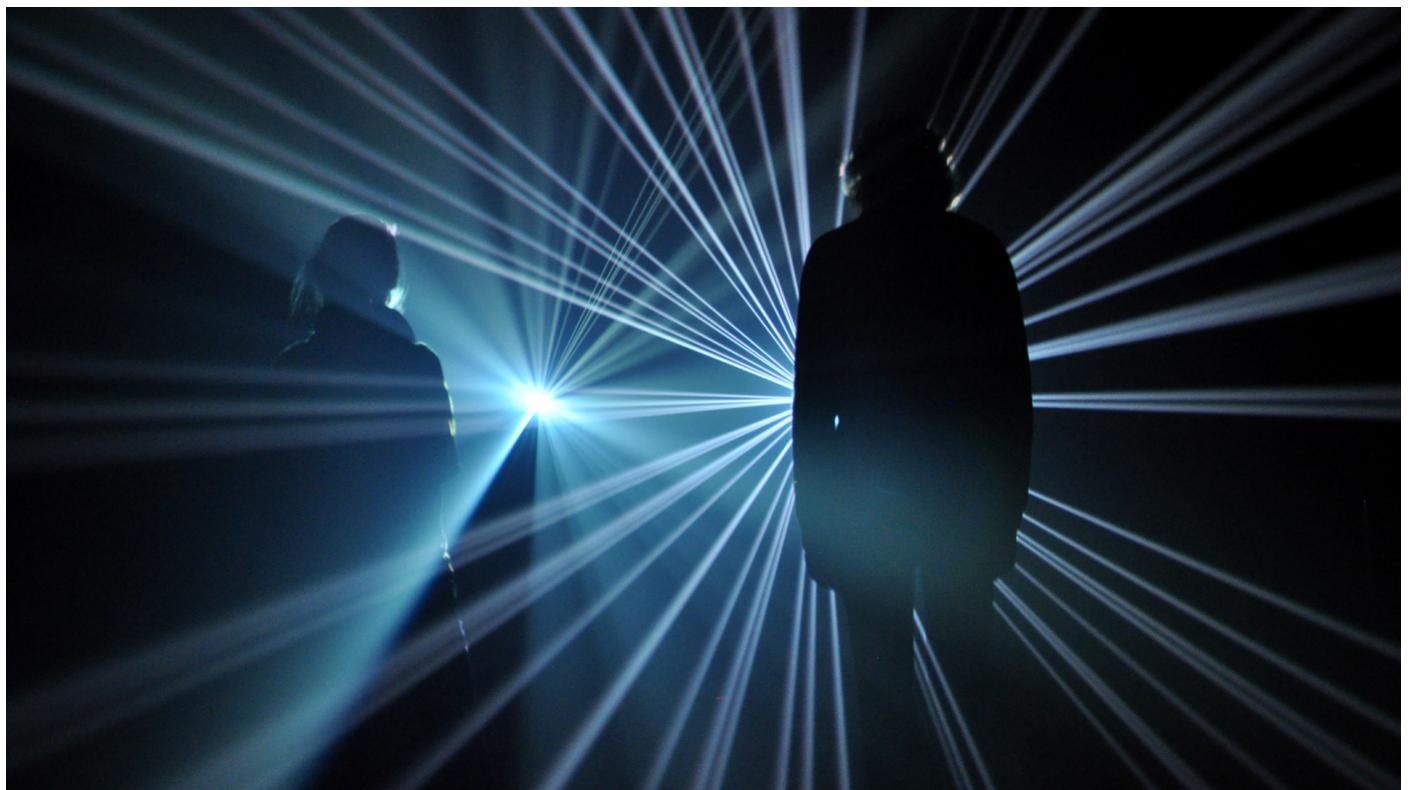
## Voir en agissant sur le monde

Dans notre analyse de la perception visuelle, nous n'avons pas encore pris en compte le facteur temps. En réalité, même si une image atteint notre rétine en quelques millisecondes, il faut du temps pour que notre système visuel puisse la traiter et la représenter sur notre cortex. Il faut environ une

dixième de seconde pour évoquer une activité neurale sur notre cortex et une durée similaire pour produire un mouvement oculaire tel qu'une saccade. La notion de présent est tout relative dans le cerveau. Cela signifie que ce que nous percevons peut en réalité être différent de ce qui est devant nos yeux. Cette complexité rend la perception encore plus difficile et souligne la nécessité d'utiliser des théories avancées, telles que les mathématiques, pour mieux comprendre et reproduire ces mécanismes.

Une avancée importante dans ce domaine est de considérer les formes en prenant en compte les différentes hypothèses de perception que peut générer le cerveau. Par exemple, en plus de mesurer les caractéristiques d'une forme, comme l'orientation verticale d'une ligne, on peut considérer que le cerveau représente toutes les orientations possibles d'une ligne. Pour comprendre ce que peut nous apporter cette approche, différentes méthodes peuvent être utilisées. La grammaire de l'organisation perceptive peut être définie en utilisant les règles de la Gestalt pour comprendre comment les formes sont associées pour produire une perception. De manière complémentaire, la perception peut être comprise en termes d'évolution des espèces, comme un mécanisme qui a émergé pour permettre aux systèmes vivants d'optimiser leur chance de survie.

L'évolution favorise la capacité d'adaptabilité, ce qui signifie que nous pouvons faire face à des changements pour y répondre efficacement. L'organisation rétinotopique que nous avons décrite précédemment en est la parfaite illustration : La fovea permet en effet de mieux distinguer un objet qui est dans l'axe de vue dans toutes ses couleurs, un avantage évolutif pour les prédateurs que nous sommes. Des animaux comme les lapins, qui sont des proies, en sont dépourvus. Toutefois, une fovea serait inutile sans la capacité à pouvoir bouger les yeux et donc le regard. Nous avons la capacité à produire une large gamme de ces mouvements, pour stabiliser l'image, mais aussi pour sauter sur la position d'un objet et ensuite suivre son mouvement. Cette nouvelle perspective change radicalement la compréhension de la perception. Celle-ci peut donc être considérée comme un mécanisme qui intègre une sensation déformée et retardée avec des mouvements oculaires pour créer un monde visuel interne stable et unique. Cette théorie aide à mieux comprendre la perception comme un atout dans l'évolution de notre espèce.



**Figure 4: Tropique** ([Etienne Rey, 2013](#)) Capture de deux personnes plongées dans la sculpture formée par la projection de segments dynamique dans l'espace de l'installation.

"Tropique" est une installation artistique créée par Etienne Rey en collaboration avec Wilfried Wendling pour la sonorité et sous mon expertise scientifique. Elle a été produite pour l'Année européenne de la culture d'Aix-Marseille et présentée en 2013 à la fondation Vasarely. Cette installation immersive consiste en une sculpture le lumière incluse dans un espace fermé de 20 mètres de longueur sur 15 mètres de large placée. La salle est remplie de minuscules billes d'eau transparentes en suspension qui produisent une diffraction visible lorsqu'elles sont illuminées par les vidéoprojecteurs qui sont placés aux bords opposés de la salle. Les sources de lumière projettent des segments qui composent l'alphabet de la sculpture. Chaque segment est caractérisé par sa position, sa longueur et son orientation et chacun crée une lame de lumière dans l'espace de la salle. Une fois les segments combinés, ils forment un monde propre à la sculpture et isolé du monde habituel. Nous avons alors créé une grammaire qui régissait les mouvements des différents segments, inspirés des forces d'attractions et de répulsions qui sont observés aux tailles microscopiques des cellules et macroscopique des galaxies. Cette population de segments évoluait alors comme un système autonome, sans scénario pré-écrit ou enregistré et complété par une synchronisation des différentes sources de lumière ainsi que du système de génération aptiale du son. Un point crucial de l'installation était d'introduire une interaction intime entre ce système et chaque observateur. Un système discret de capteurs de mouvement permettait alors de localiser la présence des différents observateurs et de modifier la configuration de la sculpture en fonction de leurs mouvements. Le système évoluait ainsi de façon autonome d'une sculpture de lumière que l'on pouvait observer et toucher à une configuration dans laquelle le spectateur était plongé dans un monde propre, intime. Dans cet état, les segments alignés autour de l'observateur formaient une "aura" où tout repère de perspective était perdu. Ce dispositif, en manipulant visible et invisible, levait alors le voile sur des mécanismes cachés de la perception.

En manipulant formes et perceptions, l'importance de la créativité est mise en avant par ce genre d'initiative artistique. Alors que les intelligences artificielles entraînées sur de larges bases de données sensorielles et de renforcement peuvent maintenant converser de manière naturelle ou générer du son, des images ou des vidéos, ceux-ci sont encore facilement trompés. Notre jugement critique est toujours essentiel pour distinguer ce qui est créatif. Un aspect essentiel qui manque à ces agents artificiels est notamment cette capacité à nous engager corporellement dans le monde visuel. Cet aspect était essentiel dans "Tropique". Les spectateurs questionnaient spontanément le monde de la sculpture en se déplaçant corps et âme dans l'espace de telle sorte à apprivoiser ce monde nouveau, mais étrangement familier. Rapidement, ils pouvaient en comprendre les règles et résonner avec les émotions liées aux dynamiques tantôt rapides tantôt contemplatives et générées de façon autonome par l'installation.

## Voir a t-il un sens ?

---

Pour conclure, nous levons un voile sur le sens de la vision, sur sa fonction comme synergie entre formes sensorielles et perception. Cette synergie définit notre "cinéma interne" qui, à l'analogue de notre voix interne, définit pour une large part notre identité. Art et sciences questionnent ce rapport avec des outils différents mais complémentaires et permettent de redéfinir notre rapport au monde en tant qu'individus et en tant qu'espèce.

## References

---