

Formes & perception

This manuscript ([permalink](#)) was automatically generated from laurentperrinet/2023-01-31_formes-et-perception@8bf7f6c on 2023-01-31.

Authors

- Laurent U Perrinet

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

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

Résumé

Observer une œuvre d'art permet de lever un voile sur 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 présents dans la gamme de fréquence visible et reflétés sur le portrait sont alors focalisés par nos yeux pour former une image sur la rétine. Cette fine surface qui tapisse le fond de l'œil contient un réseau compact de neurones photosensibles qui transforment cette image en un signal électro-chimique. Celui-ci entraîne une cascade de processus qui va conduire à séparer différents caractéristiques de la lumière, comme notamment le contraste, la dynamique ou la couleur, pour finalement former une représentation neurale qui sera transmise au reste du cerveau grâce au nerf optique.

Il est remarquable de constater que cette représentation est fortement 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. Ces aires conservent un arrangement rétinotopique, et la moitié de la surface de chacune de ces aires traite la zone de la fovea. D'aire en aire, une série de processus affine progressivement les caractéristiques visuelles. En premier, l'information de nos deux yeux converge dans le cortex visual primaire 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, ... Le portrait est alors représenté comme un signal d'activité neurale qui active des neurones selectifs à des traits locaux, similaires aux touches d'un peintre sur le tableau. Depuis cette représentation, des aires spécialisées vont extraire des conjonctions entre ces caractéristiques, assembler les différents traits de pinceau pour former par exemple une représentation de la forme du nez et de la bouche du personnage et pour enfin obtenir des indices de plus haut niveau, comme identifier les parties qui constituent le tour du visage et ses parties et ensuite déchiffrer l'émotion exprimée 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.

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 « Trames » (Figure 1), Etienne Rey dispose sur une grille hexagonale rythmique et serrée des motifs élémentaires. Une seconde grille est superposée en profondeur et crée un effet de Moiré dont l'oscillation est plus lente. Cette œuvre est finement

calibrée pour rentrer en résonance avec les limites induites par l'anatomie de la rétine. 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.

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 directions, 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 par une aire de haut niveau. De concert, 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

Pour résoudre ce paradoxe apparent entre la fragmentation de la représentation neurale et la stabilité de notre perception du monde, considérons plus généralement la fonction de la vision. 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 et 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 peuvent être organisées en se basant sur ce qui peut être observé dans la nature, notamment les régularités des éléments qui y sont présents, mais aussi sur ce que l'on a l'habitude de voir, comme les ramifications des arbres, la configuration d'une mousse, ou d'un craquelure. Les formes dans la nature forment aussi des répétitions et rythmes visuels ou la gamme des formes d'apparence douce à chaotique d'un nuage dans le ciel. 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. Les artistes cherchent souvent à utiliser cet aspect pour exprimer une certaine harmonie dans leur composition. 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 automatiquement choisie. 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.

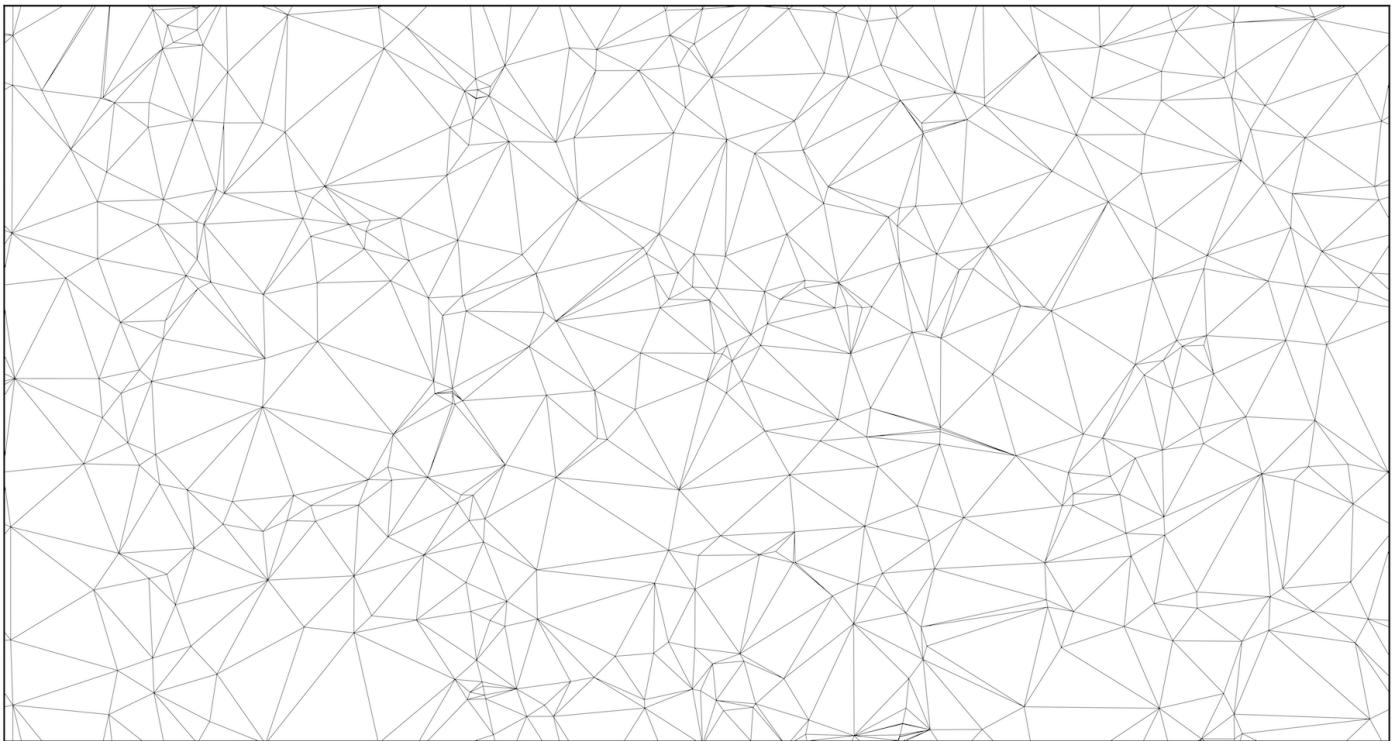


Figure 2: Instabilité ([Etienne Rey, 2018](#)). Des points placés au hasard sont reliés par triangulation, provoquant l'émergence de formes et volumes.

La perception est la façon dont nous interprétons les informations que nous recevons à travers nos sens. Cela peut parfois entraîner la perception d'un objet là où il n'y en a pas (pareidolie), par exemple voir un visage dans l'occurrence des formes texturées d'un rocher. Ce phénomène a été utilisé dans « Instabilité » présentée à Avignon en 2019 (Figure 2), qui consistait en une triangulation de points disposés aléatoirement sur un carré. La forte densité des triangles induit la perception de formes imaginaires comme des voiles, des perspectives ou des visages. Dans une autre œuvre, « Trame Élasticité », 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 de long étaient indépendamment mis en mouvement suivant l'axe vertical. Par une chorégraphie prédefinie, 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, permettant d'explorer 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 aujourd’hui 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 objets visuels comme les contours d’un objet et un nombre limité d’orientations suffit à produire une esquisse de la scène visuelle. 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 dite 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 ici 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 ambassadeurs](#) » de Hans Holbein le Jeune, dans lequel un *memento mori* est seulement perceptible suivant une perspective d’un point de vue excentré. Cette œuvre montre comment on peut donner un sens nouveau à une scène visuelle et ce lien intime et créatif entre l’œuvre d’art et sa compréhension contribue au plaisir, aux émotions et à l’expérience artistique.

Voir en agissant sur le monde

Dans notre analyse de la perception visuelle, nous avons jusqu’ici omis le facteur temps. En réalité, même si une image atteint notre rétine en quelques millisecondes, il faut environ une dixième de seconde pour évoquer une activité neurale sur notre cortex, et encore autant de temps pour produire un mouvement oculaire tel qu’une saccade. La notion de présent est donc tout relative dans le

cerveau et ce que nous percevons peut en réalité être différent de ce qui est devant nos yeux. Cette complexité rend la perception encore plus difficile à appréhender 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, au lieu 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. Cette représentation permet alors de représenter les différents niveaux de vraisemblance et de l'inclure dans la grammaire de l'organisation perceptive pour comprendre comment les formes sont associées pour produire une perception. En allant plus loin dans cette direction, la perception peut être comprise comme un mécanisme qui a émergé pour permettre aux systèmes vivants d'optimiser leur chance de survie en termes d'évolution des espèces.

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, 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 notre 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. La perception devient un atout pour l'évolution de notre espèce.

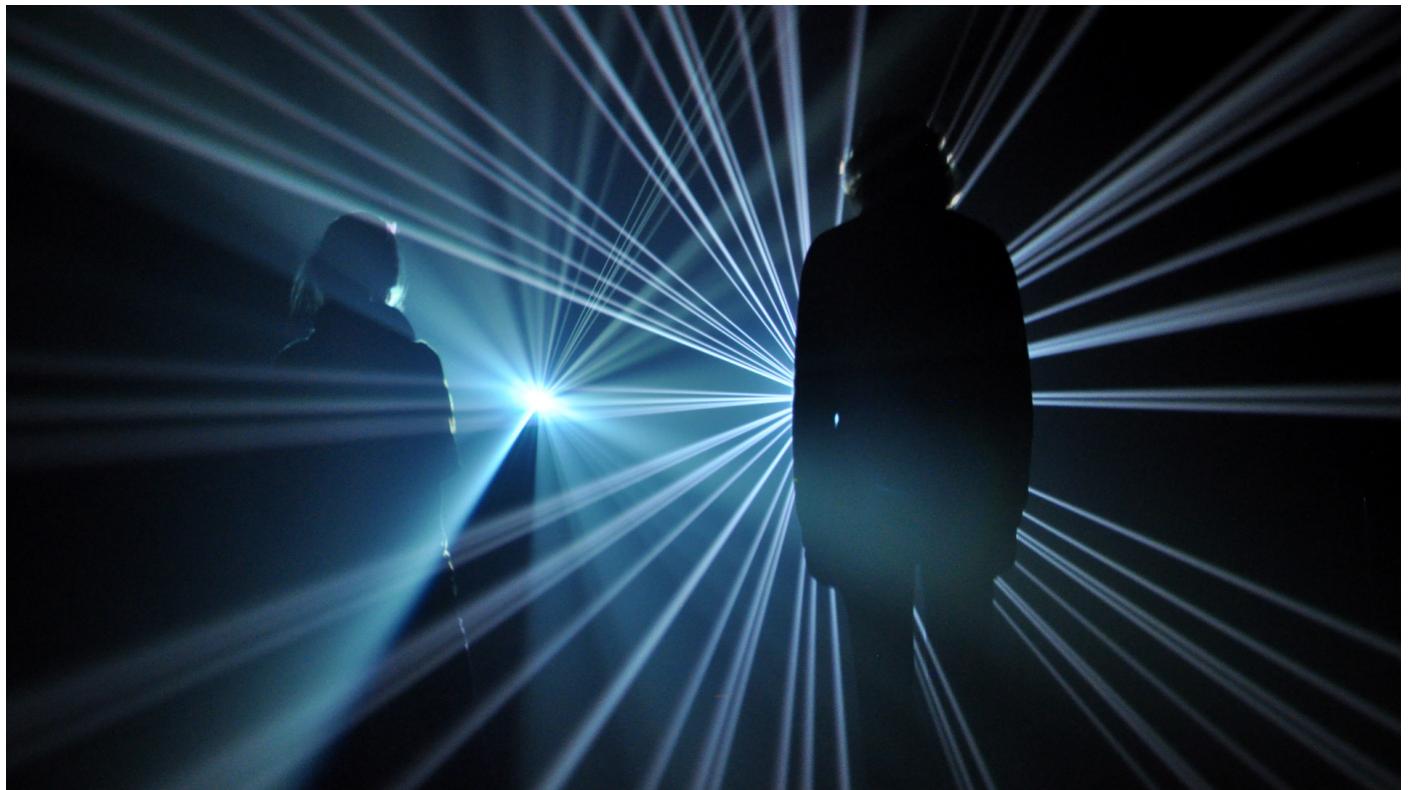


Figure 4: Tropique ([Etienne Rey, 2013](#)) Capture de deux personnes plongées dans la sculpture formée par la projection de segments dynamique dans l'espace de l'installation.

Illustrons ce point grâce à « Tropique ». « Tropique » est une installation artistique créée par Etienne Rey en collaboration avec Wilfried Wendling (son) 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 de lumière incluse dans un espace fermé de 20 mètres de longueur sur 15 mètres de large. La salle est remplie de minuscules billes d'eau transparentes en suspension. Elles 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 (Figure 4). 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 spatiale du son. Un point crucial de l'installation était d'introduire une interaction intime entre ce système et chaque observateur. Un discret système 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 regarder 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, 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 et 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, Art et sciences questionnent ce rapport avec des outils différent mais complémentaires et permettent de redéfinir notre rapport au monde en tant qu'individus et en tant qu'espèce. Nous levons aujourd'hui 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.