

## SUR CE QUE JE CROIS VOIR

### Confrontation des théories de la perception visuelle dans le champ des « Neurosciences cognitives »

#### *“Filling in” or “finding out”*

Quand nos yeux sont ouverts, nous avons le sentiment d'être en face d'un vaste champ, appelé champ visuel, dans lequel les choses apparaissent, colorées et situées à diverses profondeurs ou distances par rapport à nous, en mouvement ou immobiles.

Ces choses, et particulièrement la couleur de ces choses sont-elles des propriétés objectives? Sont-elles des « images dans la tête »?

Et si elles sont « des images dans la tête », alors où sont les « yeux de la tête »?

Ces questions, pour naïves qu'elles paraissent, sont au cœur de confrontations de théories dont l'historique est intéressant à connaître, mais très difficile à schématiser (Cf. « l'arbre de la connaissance en Neurosciences cognitives »). Il y a en effet dans le domaine de la perception visuelle, une convergence de trois domaines de recherche :

– celui de la neuro-physiologie, qui étudie le système nerveux en cherchant à déterminer la manière par laquelle la structure lumineuse qui atteint les cellules réceptrices est transformée, par le réseau de neurones en... une perception ;

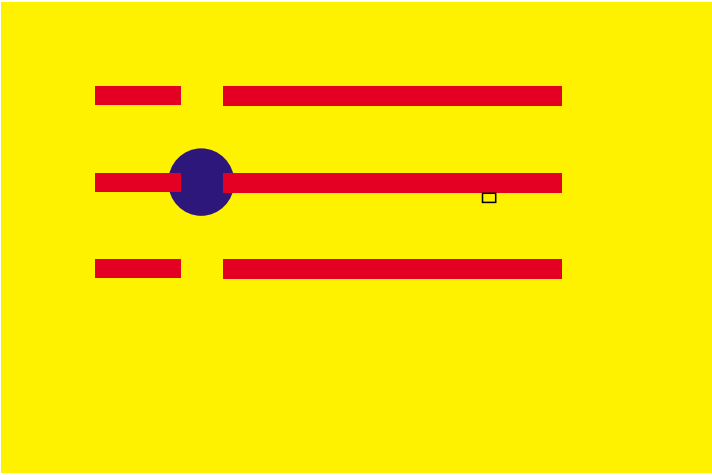
– celui de la psychologie cognitive qui étudie les lois du phénomène perceptif ;

– celui de l'intelligence artificielle qui modélise... Les neurones et les lois...

Il me semble que l'approche qualifiée d'hétérophénoménologique par D. Dennet, constitue une synthèse intéressante dont je

me suis inspiré pour tenter de comprendre comment notre conscience visuelle peut être un effet physique des activités du système visuel (œil/cerveau), et comment ces activités peuvent donner lieu à des illusions...

La première expérience que nous pouvons faire est celle de la tache aveugle: en regardant la grille suivante<sup>1</sup>...



Dennet développe à ce propos une séduisante analyse dans son chapitre *Filling in versus finding out*<sup>2</sup>:

Le système visuel ne traduit pas l'absence d'information sur une partie non négligeable du champ visuel comme l'information d'une absence, mais trouve ce qui manque dans le champ visuel. Nous ne faisons pas attention à cette lacune parce que nous sommes conçus pour ignorer cette absence d'information. Notre conscience, qui nous apparaît comme étant un phénomène continu (le fameux *stream of consciousness*) est en fait très lacunaire, discontinue dans le temps et dans l'espace.

Il n'est aucune perception visuelle qui ne soit imprégnée d'un travail œil/cerveau inconscient ce qui la rend sujette à des illusions en tout genre...

- 
1. En vision monoculaire de l'œil gauche, le nez à l'aplomb de la limite droite des lignes horizontales rouges en fixant le petit carré, le rond bleu disparaît.
  2. D. Dennet, *La Conscience expliquée*, trad. fr. P. Engel, Paris, Odile Jacob, 1993.

## **Je crois voir alternativement un mouvement vers le haut et vers le bas...**

La perception des mouvements réels est complexe parce que les neurones cryptent le mouvement de l'image de l'objet sur la rétine et les mouvements de l'œil (quand il ne s'accompagnent pas de mouvements de la tête!) par rapport à l'objet. [L'expérience de Johanson](#) (*l'homme qui court*) démontre que le cerveau utilise des algorithmes de décryptage à partir d'indices simples, mais selon une logique aussi complexe que celle d'une syntaxe d'un langage qui reste à découvrir...

Par exemple, un neurone simple peut coder pour le déplacement d'une barre lumineuse, mais il ne peut pas coder sans ambiguïté pour le déplacement réel d'une grille. Il faut et il suffit de lui adjoindre un deuxième neurone simple pour que le mouvement réel de la grille soit identifié: c'est le [problème de l'ouverture](#).

Farber et P. S. Churchland<sup>3</sup>, ouvrent réellement le problème dans la perspective d'une « neuroscience de la conscience » en analysant le [paradigme de la rivalité](#).

Le principe fondamental de ces expériences est de présenter des stimuli visuels (des grilles en mouvement), de telle sorte que chaque œil reçoive continuellement un stimulus en contradiction avec celui présenté à l'autre œil (par exemple un mouvement vers le haut / un mouvement vers le bas).

Dans de telles conditions de rivalité, les sujets humains déclarent voir d'abord l'un puis l'autre des mouvements, et ainsi de suite sur le mode alternatif à une fréquence d'environ 1 Hz. En d'autres termes, bien que les stimuli soient continuellement présents, la perception fluctue régulièrement.

Ce « paradigme de la rivalité » a reçu une explication qui relie le niveau comportemental et le niveau neuronal: chez le singe il a été montré au niveau de l'aire corticale MT, qu'une population de cellules sont continuellement actives pendant la présentation du stimulus « vers le haut » d'un œil et « vers le bas » de l'autre œil.

En utilisant la réponse d'orientation des yeux comme indicateur de ce que l'animal voit (chez le singe il s'agit d'une saccade oculaire), il a été montré qu'une sous-population de neurones accordée au

---

3. Farber et P. S. Churchland, in M. S. Gazzaniga, *The Cognitive Neurosciences*, Bradford, MIT Press, 1995.

vecteur de la saccade « vers le haut » ont une activité confinée à une période qui correspond aux fluctuations perceptives... Ce phénomène particulier nous en apprend beaucoup plus sur le problème neurones / conscience qu'un exemple ordinaire de neurones déchargeant sous l'effet d'une stimulation visuelle en ceci que l'activité neuronale est ici en corrélation avec la direction finale de la saccade, comme si les yeux savaient par avance où bondir...

## **Je crois voir une [pomme rouge](#)**

Pour tenter d'expliquer pourquoi nous voyons par exemple une pomme «grany smith» de couleur «vert pomme» et une «idared val de loire» de couleur rouge, alors que la «golden delicious» nous apparaît bien jaune, nous devrions chausser plusieurs paires de lunettes: les lunettes de l'artiste qui nous dirait que pour peindre la pomme en «vert» il faut faire un mélange de peinture jaune et de peinture bleue... (il nous parlerait de l'additivité des pigments et donc de la couleur produite par la réflexion de la lumière sur une surface portant ce pigment).

[Les lunettes du physiologiste](#) qui nous prouverait expérimentalement que l'addition d'une lumière jaune à une lumière bleue aurait pour effet de nous faire percevoir la pomme grany blanche... En effet, nous expliquerait-il, la lumière «bleue» stimulera les cônes sensibles à 419 nm, et la lumière jaune, de longueur d'onde intermédiaire entre le vert et le rouge, stimulera fortement les cônes sensibles à 521 nm (vert) et les cônes sensibles à 559 nm (rouge). Les trois types de cônes étant stimulés de façon égale, la perception résultante sera... du blanc!

Pour achever de nous désorienter, regardons la nature à travers les lunettes du philosophe: supposons que nous soyons aveugles aux couleurs «rouge» et «vert». Il suffirait pour cela d'une seule mutation au niveau de notre chromosome X porteur des gènes des photopigments rétinien sensibles à ces couleurs... Nous serions alors incapables de distinguer de visu une «idared» et une «grany» qui nous apparaîtrait de la même couleur «verouge»... Nous ne pourrions les distinguer que par leur saveurs respectives: douce et acide...

Laissons donc ces lunettes pour tenter d'y voir de nos propres yeux sans discourir inutilement... des goûts et des couleurs.

Dans la théorie Rétinex, les qualités des lumières doivent être identifiées par une combinatoire d'activité neuronale, puisque la perception de la couleur résulte de la comparaison de l'enregistrement des activations des trois types de «canaux»... Les trois types de cônes «bleu», «vert» et «jaune-rouge» transmettent leur activation aux cellules ganglionnaires de la rétine.

Ce qui me gêne dans les schémas de la théorie Rétinex donnés dans le livre de Zéki<sup>4</sup> c'est qu'ils ne donnent pas toutes les possibilités des processus d'opposition de ces *wave length selective opponent cells*...

Imaginons que celles-ci fonctionnent comme deux bureaux de «scrutateurs mesquins». Le premier bureau comporte deux équipes de comptables chargés de comparer les quantités de lumière «bleu *versus* jaune», touchant le centre et la périphérie du champ récepteur, selon un mécanisme de simple opposition +b/-j. Ce premier bureau doublé, par sécurité, d'un contre bureau chargé de la comptabilité inverse, +j/-j. Le deuxième bureau compare quant à lui les quantités de lumière «rouge *versus* vert» selon le mécanisme +v/-r et +r/-v. Un modèle hypothétique de cette combinatoire est donné par la planche. Dans ma combinatoire, je propose de considérer les divers états des deux bureaux de «scrutateurs mesquins»: la cellule de la dernière colonne par exemple est activée par les grandes longueurs d'onde (rouge) au centre de son champ récepteur et inhibée par les ondes de longueurs moyennes à la périphérie de celui-ci.

Les combinaisons d'activation des «scrutateurs mesquins» sont, en théorie de deux à la puissance quatre, soit seize, si l'on suppose que le bureau est globalement activé ou inhibé selon l'état de sa comptabilité traduit en binaire 0 ou 1. Il n'est pas trop difficile de construire la matrice descendante; la difficulté est, bien sûr, de construire la matrice montante, c'est-à-dire d'identifier la couleur codée par la combinaison.

Il est possible de distinguer deux grands types de situation:

a. Une combinaison de type alternance, par exemple: inhibition, activation, inhibition, activation, produisant un intermédiaire entre le +j et le +r, ce qui correspond aux nuances d'orange...

b. Une combinaison de ce type opposition, par exemple: activation, inhibition, inhibition, activation, produisant une couleur

---

4. S. Zéki, *A Vision of the Brain*, Oxford, Blackwell, 1993, pl. 12 et 13.

blanche par processus d'opposition de couleurs complémentaires (+b et +r).

c. Entre ces deux situations, on trouve des effets d'addition des deux précédents: par exemple, inhibition, inhibition, inhibition, activation, est constitué d'une opposition des complémentaires +b et +j donc produit du blanc auquel s'ajoute l'effet d'activation +v et d'inhibition -v ce qui correspondrait au niveau vert pistache...

Au niveau du Corps Genouillé latéral les activités de neurones de ce type ont été enregistrées chez le singe<sup>5</sup>. À ce niveau on est très loin de l'identification des couleurs: le neurone réalise une opération de soustraction entre: quantité de lumière «rouge» mesurée au centre et quantité de lumière «vert» mesurée en périphérie. À ce stade il n'y a donc pas identification de la qualité de la couleur. Ces cellules qualifiées de *selectives opponent cell* réalisent donc une manière de pré-étiquetage entre «pomme Grany *versus* idared», en focalisant sur l'idared au beau milieu d'un panier de grany...

Les premiers neurones qui pourraient réaliser ce type de «re-connaissance» sont des *double-opponent cells* identifiées chez le singe dans l'aire V1. Ces neurones ont des centre *on* pour le rouge et *off* pour le vert, alors que leur champ périphérique présente la polarisation inverse... Ces neurones seraient donc de bons détecteurs dont le verdict pourrait être d'opérer le distingo entre «rouge» et «vert» et transmettre ce verdict à l'aire V4 où d'autres neurones pourraient étendre l'expertise à l'ensemble des seize cas possibles, qui nous permettent, en théorie, d'identifier les douze catégories de couleurs qui constituent les universaux perceptifs panhumains...

*But this is still hypothetical, and no one really knows how, where and in how many stages the lightness records are generated Mister Zeki says...*

En somme nous ne savons pas comment notre système visuel nous permet d'identifier le «rouge» et le «vert». Ce qui ne nous empêche pas de choisir convenablement notre pomme favorite et de nous arrêter à temps aux feux du carrefour...

## **Je crois voir des ombres grises...**

Considérons donc que les cellules ganglionnaires de notre rétine se comportent comme des «scrutateurs mesquins» dont l'activité

---

5. *Ibid.*, p. 253.

est d'établir une comptabilité de la quantité de lumière distribuée entre le centre et la périphérie de leur champ récepteur qui est généralement circulaire. Pour la majorité des scrutateurs, la lumière tombant au centre est excitante alors que celle touchant la périphérie, l'anneau autour du centre, est inhibante. (Les propriétés des champs sont fonction de la mémoire de la rétine, selon qu'elle est adaptée à l'obscurité ou à la lumière, je propose donc de faire l'économie des cellules centre *off* : périphérie *on*).

Chaque scrutateur établit donc un simple bilan comptable, comptant positivement toute lumière entrant au centre de son champ et négativement toute lumière entrant sur la périphérie de celui-ci.

L'expérience suivante nous permet de comprendre comment travaille notre scrutateur dans la série, seule l'intensité de lumière périphérique varie; pourtant la **qualité du gris** central semble variable, alors qu'elle ne l'est pas comme le démontre la pose d'un cache.

Pour le scrutateur, seul compte le bilan quantité de lumière en périphérie / quantité de lumière au centre... Ainsi le verdict de notre scrutateur sera-t-il « blanc » pour un bilan de 1/2, « gris » pour un bilan de 2, « noir » pour un bilan de 30...

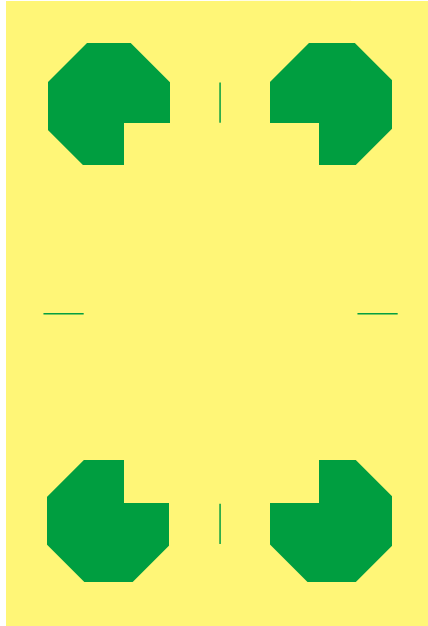
Dans le cas de la grille de Hermann, on constate que les intersections des lignes blanches apparaissent grises alors que les branches des croix apparaissent blanches.

De plus lorsque l'on focalise sur une intersection, l'ombre grise disparaît.

Le bureau des scrutateurs établit son verdict après que le **mécanisme de « l'inhibition latérale »** ait modifié la distribution de l'excitation dans le réseau. La logique hypothétique de distribution proposée veut que chaque cellule réceptrice transmette au scrutateur son activité et au deux scrutateurs adjacents à celui-ci de son activité en bilan négatif... Les ombres grises illusoire sont produites par l'expertise du bureau des scrutateurs, qui établissent un bilan plus contrasté aux frontières entre le noir et le blanc, alors que le bilan révèle un 1/4 « gris » au milieu des carrefours...

## **Je crois voir un rectangle jaune...**

Argument neurophilosophique: je crois voir un rectangle jaune au premier plan de la figure, parce que les voies visuelles sont organisées dans mon cerveau selon un mode de fonctionnement en



« conscriptions multiples »... L'œil/cerveau ne peut fonctionner que de manière sélective: seule une partie de l'image peut être retenue comme focus, le reste devenant globalité, (opposition figure/fond). Les deux versants afférents et efférents du système visuel sont bouclés et assimilent et contrastent la figure et le fond de façon récursive.

L'assimilation implique un processus de saccade / poursuite oculaire incorporant les propriétés de la figure à celles du fond, le contraste impliquant un processus opposé où une fixation oculaire a tendance à exagérer les différences en focalisant tantôt sur les propriétés de la figure, tantôt sur celles du fond.

Le problème du « focus » est double:

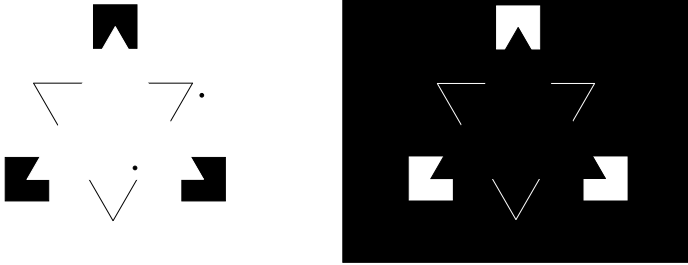
1. Au niveau du bombement du cristallin (cf. problème de l'acuité visuelle; presbytie des forties). Mise au point de l'ordre du mètre.

2. Au niveau de la convergence des deux yeux (strabisme). Mise au point de l'ordre de la dizaine de mètre.

Ce double mécanisme physiologique relativement simple permet de prendre conscience de l'éloignement d'un objet. Il peut être pris en défaut, créant ainsi des illusions par lesquelles certains objets semblent être plus proches ou plus loin de nous qu'ils ne sont en réalité.



Dans le cas des figures dites de Kanizsa, l'expérience de Koren et Porac<sup>6</sup> (1983) démontre que la mise au point du système visuel des sujets testés (bombement du cristallin essentiellement, le dispositif de visée avec miroir éliminant la possibilité de vision binoculaire) est différente entre figure et fond, et qu'il y a un étroit rapport entre le gradient de cette différence et la saillance de l'illusion.



Il me semble que les illusions dites de «[Ponzo](#)» et de «[Muller-Lyer](#)» procèdent de ce même processus. Les expériences de Maturana et Varela<sup>7</sup> ont, de façon très astucieuse, montré que la correction de la taille d'une image visuelle est fonction d'un effort d'accommodation au niveau central, ou l'état neural qui spécifie le mouvement oculaire intervient dans l'efficacité perceptuelle: plus il y a effort d'accommodation, plus il y a réduction de la taille apparente de l'image.

En somme toutes ces illusions sont créées, en vision binoculaire, par une fausse interprétation de relief; le phénomène peut se formuler ainsi: je crois voir un rectangle jaune en avant de la figure parce que je focalise plus court sur ce rectangle que sur le reste de la figure.

Mon système visuel focalise plus court sur le rectangle jaune que sur le fond de la figure parce que je crois voir ce rectangle flotter en avant du reste de la figure. Les deux propositions étant vraies l'une et l'autre, le cadre d'interprétation du phénomène en terme de conscriptions ou enrôlements de populations de neurones, multiples et successives (*multiple draft*<sup>8</sup>). Ce processus de couplage,

6. S. Koren, C. Porac, « Subjective contour and apparent depth », *Perception and Psychophysics*, n° 33, 1983, p. 197-200.

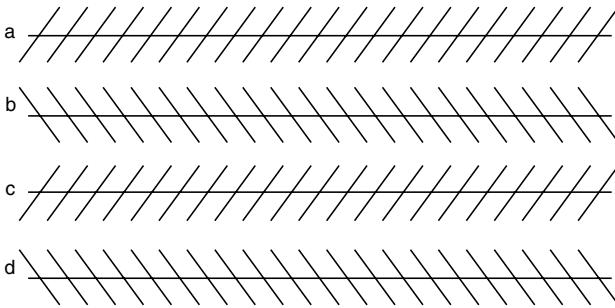
7. H. R. Maturana, F. G. Varela, « Size constancy and the problem of perceptual spaces », *Cognition*, I.1, p. 97-104.

8. D. Dennet, *op. cit.*

ou de réafférence s'opérant pendant une durée évaluée à 70 millisecondes, durant laquelle nous serions dans un entre-deux, dans une pensée a-conceptuelle, située entre sensation et jugement...<sup>9</sup>.

### **Je crois à l'existence d'une « révision Orwellienne » lors de l'illusion de type Pogendorf/Zöllner**

Les exemples suivants montrent que la perception des formes commet des erreurs sur les orientations quand ces formes sont parcourues par le regard en une saccade fragmentée.



Ces illusions permettent de comprendre comment l'appréciation des orientations est une opération qui fait intervenir des blocs en séries consécutives. Ceci est à mon avis à mettre en relation avec la découverte fondamentale de Hubel et Wiesel montrant l'organisation des connexions entre le Corps Genouillé latéral et les colonnes d'orientation du cortex visuel : les diverses colonnes d'orientation corticales se partagent le travail, chacune traitant les blocs d'un type.

Chaque hémisphère reçoit dans les deux colonnes de dominance deux exemplaires de la figure, une via l'œil droit, l'autre via l'œil gauche.

Lors du calcul neuronal effectué pour harmoniser les images provenant des deux yeux, je soupçonne qu'une « révision orwellienne » pourrait faire que lors du mouvement de poursuite oculaire sur la ligne principale des figures, une colonne d'orientation intermédiaire serait faussement intercalée, provoquant l'activation de la

---

9. P. Engel, « Penser sans les mots », *Sciences et Avenir*, 1998, p. 72-77.

colonne corticale d'orientation suivante, selon le **mécanisme hypothétique** ci-dessous.

## Perception du Relief

Il y a deux phénomènes relatifs à la vision tridimensionnelle du monde qui constituent les données du problème que doivent résoudre les neurones des colonnes corticales.

Le premier, c'est qu'une chose ne peut pas être à deux endroits en même temps. C'est la contrainte dite d'unicité qui pose le problème de la fusion.

Le deuxième, c'est que les surfaces des objets étant généralement opaques, la distance de leurs différents points par rapport à l'observateur varie en continu et non par bonds d'un extrême à l'autre. C'est la contrainte de continuité.

Ces deux contraintes rendent le problème de la fusion des deux images rétiniennes assez délicat. Sur mon dessin, j'ai tenté de le simplifier en supposant que le sujet se trouve face à une porte (D, O, R) qui peut être

– fermée; alors D, O, R doivent fusionner avec D', O', R'

– ouverte de deux manières : soit en la poussant, alors F, A, R doivent fusionner avec R' ; soit en la tirant, alors N', I', R' doivent fusionner avec R.

Ces fusions seraient réalisées au niveau des cellules 4C alpha du cortex visuel après transfert par la voie magnocellulaire, par exemple pour la porte fermée,  $D = D'$ .

Je soupçonne que le problème du calcul du principe de continuité D, O, R est traité par les cellules 4C bêta; dans l'exemple O'-O/R'-R. Les neurones pyramidaux des couches 2 et/ou 5 distribuant les signaux de réafférences.

Le système requiert des « **concriptions multiples** » levant des colonnes de soldats corticaux un certain nombre de fois, durant une durée de 23 secondes, avant que la perception du relief ne s'installe... à la conscience du sujet.

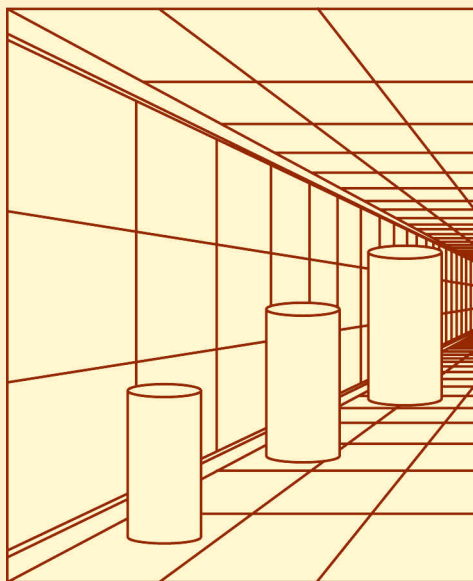
Henri ROUSSEL

*Université de Caen*



Cahiers de Philosophie  
de l'Université de Caen

# Philosophie analytique



1997-1998 N° 31-32

Presses Universitaires de Caen