

UN CERVEAU, COMMENT ÇA MARCHE ? (VIII)

VOIR - REGARDER. - LA PRISE D'INFORMATION VISUELLE.

Intéressons nous maintenant de plus près à la **vision**. On en a déjà parlé : on a vu (chapitre 3) que la moitié droite de chaque œil envoie ses informations sur l'hémisphère droit, la moitié gauche sur l'hémisphère gauche. On a vu (chapitre 6) comment l'image d'un canard prenait forme, et pouvait être mémorisée, mais il nous faut entrer maintenant un peu plus en détail dans la façon dont cela fonctionne.

UNE MERVEILLE D'INGENIERIE INFORMATIQUE

Dans le précédent chapitre, nous avons vu comment la combinaison des informations partielles données par 347 types de neurones permettait la reconnaissance de quelques 10 000 odeurs. C'était déjà pas mal, mais quand la nature a inventé l'œil, elle a fait encore bien mieux.

Car avec 4 sortes de récepteurs seulement, on parvient à voir les couleurs de l'arc-en-ciel, à détecter des mouvements lents, rapides, imperceptibles, de distinguer un Van Gogh d'un Gaston Lagaffe, à repérer les cerises mûres dans l'arbre adéquat... et à éviter les pourries, et bien d'autres choses encore.

Quatre sortes de récepteurs, disais-je : des "cônes", de trois sortes réagissant à trois couleurs fondamentales différentes, et des bâtonnets, qui eux voient le monde en noir et blanc, mais qui ont besoin de beaucoup moins de lumière que les cônes.

Mais derrière ces récepteurs, il y a une sacrée machinerie. Avec un câblage à laisser rêver.

Ça commence dès la rétine, cette fine membrane qui tapisse le fond de notre œil, et qui est en quelque sorte la pellicule photographique sur laquelle s'impriment les images du monde qui nous entoure. Mes cours de "sciences nat" (bon, d'accord, c'était il y a très longtemps) m'avaient laissé l'idée que toutes ces cellules envoyaient les informations qu'elles avaient captées, via le nerf optique, directement vers le cerveau, à charge pour lui de savoir ce qu'il devait en faire et de se débrouiller avec ça, de décider si c'était une émission de télé débile ou un superbe paysage. En fait, ça ne se passe pas du tout comme ça. Les informations que la rétine envoie au cerveau sont bien plus élaborées que ça. Elles sont en quelque sorte prédigérées.

LA MACHINERIE DE LA RETINE

Bon, les cellules sensibles à la lumière, les cônes et les bâtonnets, ça n'a pas changé, elles sont bien là, tapies au fond de la rétine, prêtes à réagir au moindre rayon lumineux. Les cônes s'émeuvent lorsqu'un rayon coloré de leur couleur favorite tombe sur eux, les bâtonnets lorsqu'un rayon de quelque couleur que ce soit, même très faible, les atteint. Et bien sûr, ils n'ont qu'une idée, envoyer au plus vite ces informations au cerveau. Mais d'autres cellules sont là, des cellules qui déjà commencent à préparer le traitement de l'information. Elles sont dans l'épaisseur de la rétine, et créent du lien entre les cellules réceptrices, elles établissent des **connexions latérales** entre elles. Elles vont ainsi créer ce qu'on appelle des **champs récepteurs**.

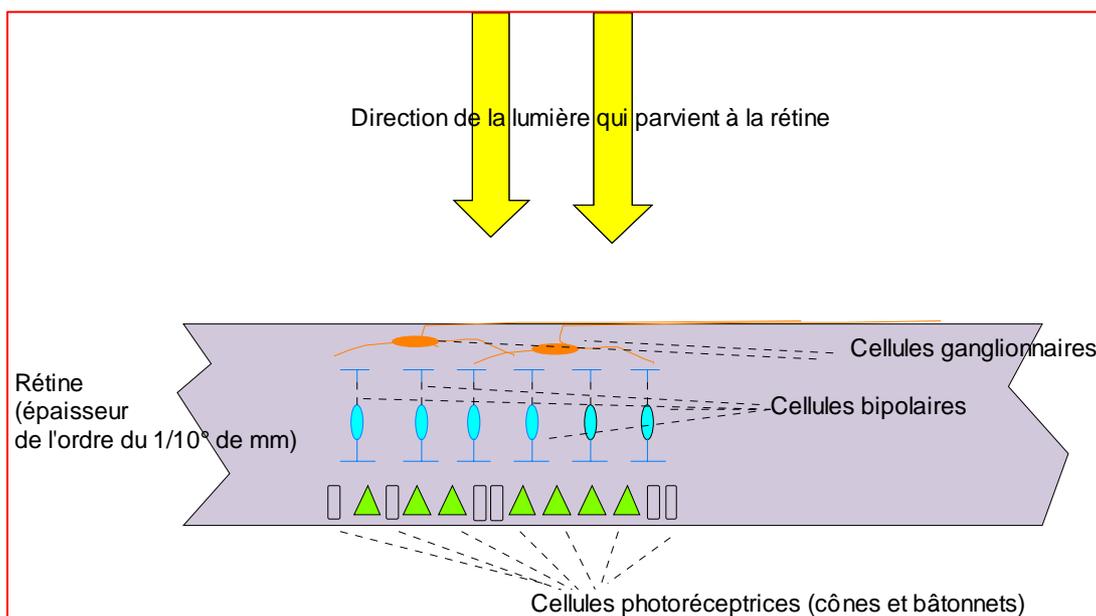


Figure 21 Les cellules de la rétine qui envoient des fibres vers le nerf optique

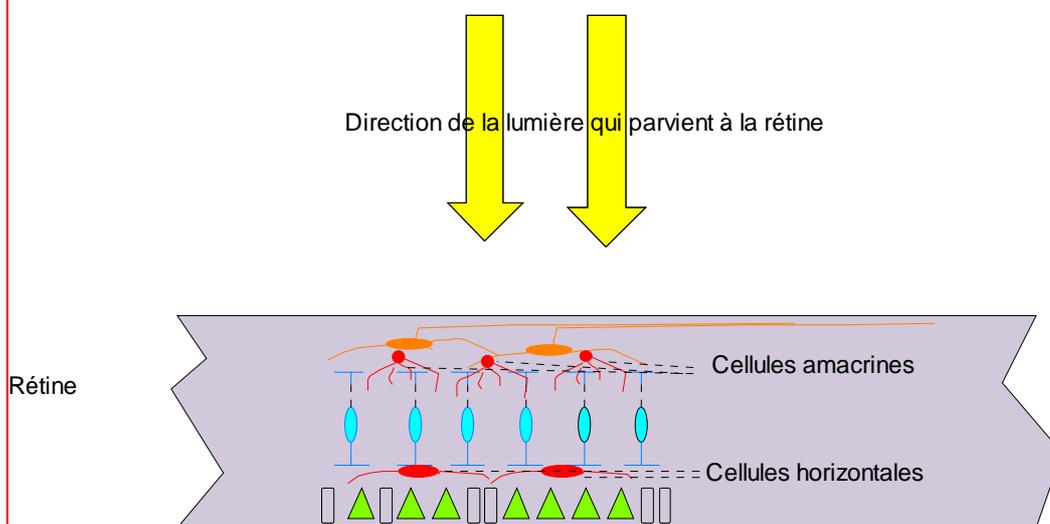


Figure 22: en rouge, les cellules qui assurent les connexions latérales

OU VONT LES INFORMATIONS ENVOYÉES PAR L'ŒIL ?

Ce concept de champs récepteurs est absolument fondamental si on veut comprendre ce qui se passe. On va y revenir. Mais auparavant, voyons quel trajet l'information visuelle va suivre, puis ensuite, nous verrons à chaque étape comment ça marche. Enfin, on essaiera, parce que ça n'est pas très simple.

Nous avons déjà abordé le sujet au chapitre 3, où je vous avais déjà donné quelques indications. Rappelez-vous : certaines informations s'en vont vers le système visuel primitif, celui qui lors de la rencontre avec la branche d'arbre serpentiforme (ou le serpent branche-d'arbriforme, c'est selon), donnait l'alerte, circuit qui était en **rouge** sur la figure 7. On ne va pas reparler de ce circuit, mais de celui qui est en **bleu** sur cette même figure 7 à laquelle je vous propose de vous référer.

Les messages qui contiennent les informations sur la forme de ce que l'on voit, sur la couleur, sur le mouvement éventuel, suivent le nerf optique jusqu'à une petite structure qu'on appelle "Corps Genouillé latéral". Là, les informations se réorganisent. Puis elles se dirigent, via les "radiations optiques", vers la partie arrière des hémisphères cérébraux, qu'on appelle le "lobe occipital". C'est un peu le centre de tri pour ce qui concerne les informations visuelles. On parle de "cortex visuel primaire", parce que c'est là qu'aboutissent les informations en vue de traitement. Peu importe à cette structure qu'on soit en présence d'un crapaud, d'une princesse, ou de profiteroles au chocolat. Ce qui l'intéresse, ce sont

- les informations concernant la forme et la couleur de ce qui apparaît dans le champ visuel. Il les aiguille vers des aires de traitement qui vont ; par une série d'opérations sur lesquelles nous reviendrons longuement, décider s'il s'agit d'une décapotable ou d'un raton laveur. La voie que vont suivre ces informations, est parfois appelée "voie ventrale", ou "système "What", c'est à dire "Quoi". C'est la voie figurée par la flèche violette de la figure 23.
- Est-ce que ça bouge ou est-ce que ça reste immobile, et où ça se trouve dans l'environnement. Ces informations vont partir par une autre voie (en vert sur la figure 23), appelée "Voie dorsale", vers le lobe pariétal. Là, elle va rencontrer les informations venues d'autres zones, et en particulier du fameux colliculus dont nous avons parlé au chapitre 3, figure 7, le circuit rouge.

Ces différents trajets sont figurés dans les figures 23 et 24, page suivante.

REVENONS A NOS CHAMPS RECEPTEURS

Je vous l'avais promis. En fait, ces fameuses cellules horizontales, (et amacrines), elles servent à envoyer au cerveau des informations comme "là, il y a une ligne", "là, on a une frontière entre deux zones", "là, ça bouge dans telle direction", etc... ce qui va naturellement sérieusement préparer le travail au cortex primaire. Chaque cellule visuelle, bonne fille, délivre lorsqu'un rayon lumineux ad-hoc la touche, un signal. Ce signal consiste à envoyer des trains d'impulsions d'autant plus

rapprochées que l'intensité du signal est forte. Les cellules horizontales et les cellules amacrines de la rétine font une espèce de bouquet des trains d'impulsions émises par plusieurs cellules voisines. On appelle le "paquet de cellules" ainsi rassemblé un "champ récepteur". Le résultat des opérations de ce "bouquet" est

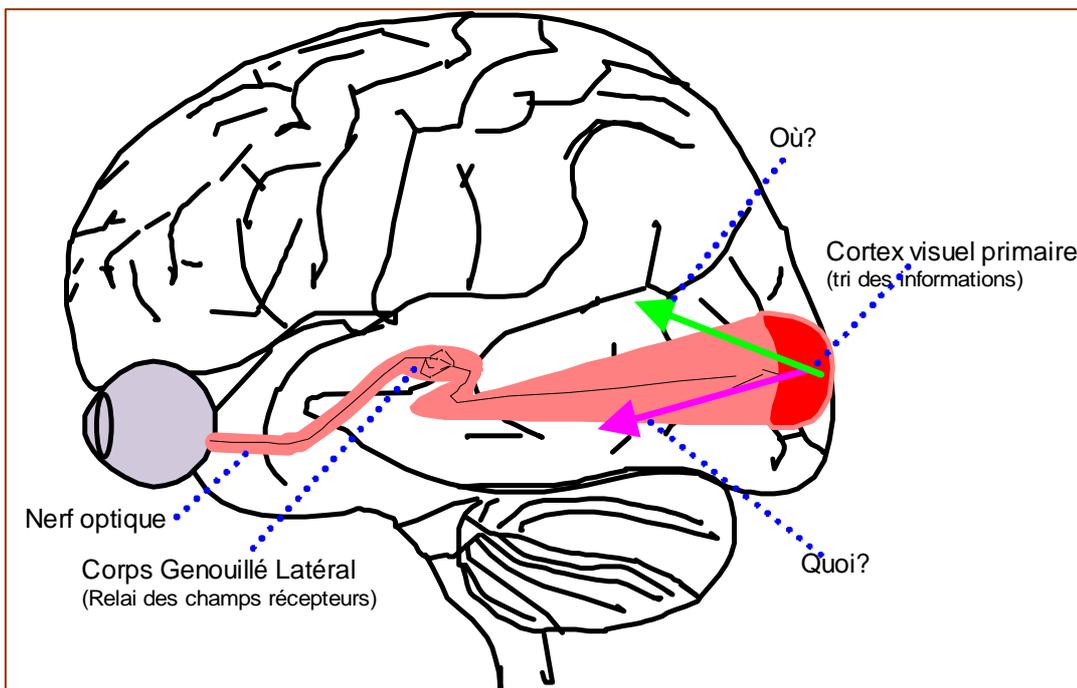


Figure 23: le trajet des voies visuelles.
Vue latérale
(ce trajet se fait à l'intérieur du cerveau, et pas en surface
comme le dessin pourrait le laisser penser).

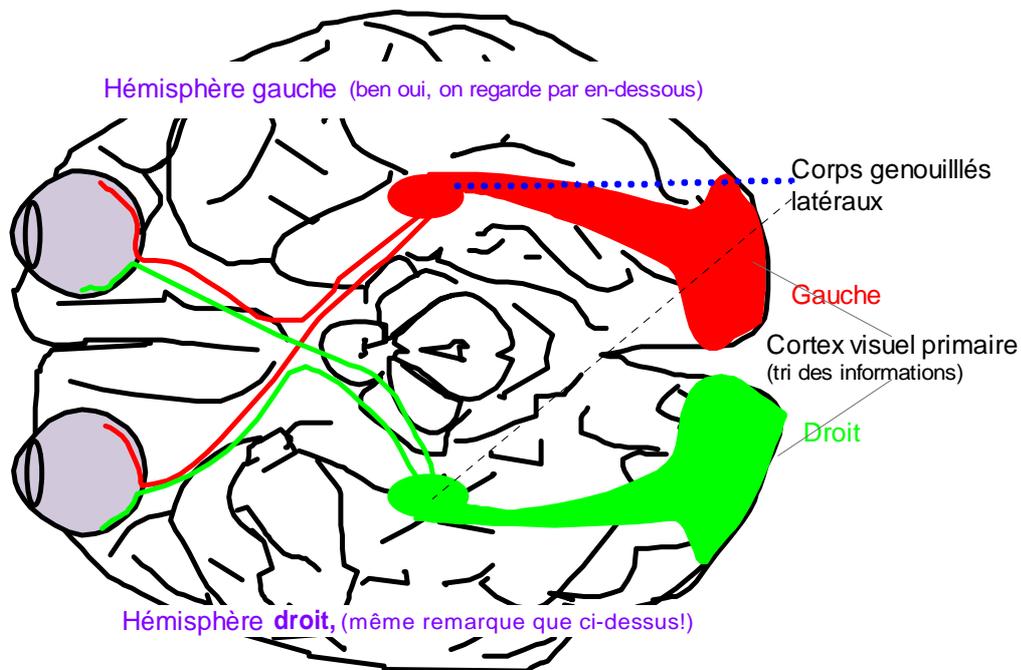


Figure 24: Voies visuelles vues par en-dessous
En vert la partie concernant la partie droite de la rétine (donc la partie gauche du champ visuel)
En rouge, la partie concernant la partie gauche de la rétine, donc la partie droite du champ visuel

envoyé pour traitement ultérieur vers le cerveau, sous forme de trains d'impulsions, comme d'habitude. Mais il existe plusieurs sortes de bouquets. Et qui traitent plusieurs sortes d'informations différentes. Remarquons que chaque cellule réceptrice peut participer à plusieurs "bouquets", donc à plusieurs "champs récepteurs".

- Certains champs détectent les lignes, leur orientation, leur position. Cela va avoir une importance considérable par la suite. La détection de ces lignes jouent dans la reconnaissance des formes.
- D'autres détectent les interruptions de lignes, les "bouts".
- D'autres encore les mouvements et leur orientation.
- D'autres les couleurs en amalgamant des infos données par les cônes, sensibles à la couleur, mais dont la sensibilité varie selon les types de cônes. Certains ont une réponse plus forte dans le rouge, d'autres dans le bleu, d'autres dans le vert. Comme en photographie, le mélange permet de percevoir toutes les couleurs de l'arc-en-ciel (qui comporte toutes les couleurs visibles).
- D'autres encore analysent les variations de luminance. Les renseignements qu'elles nous envoient nous permettent de voir les ombres, qui jouent un rôle dans la perception du relief et de la profondeur.

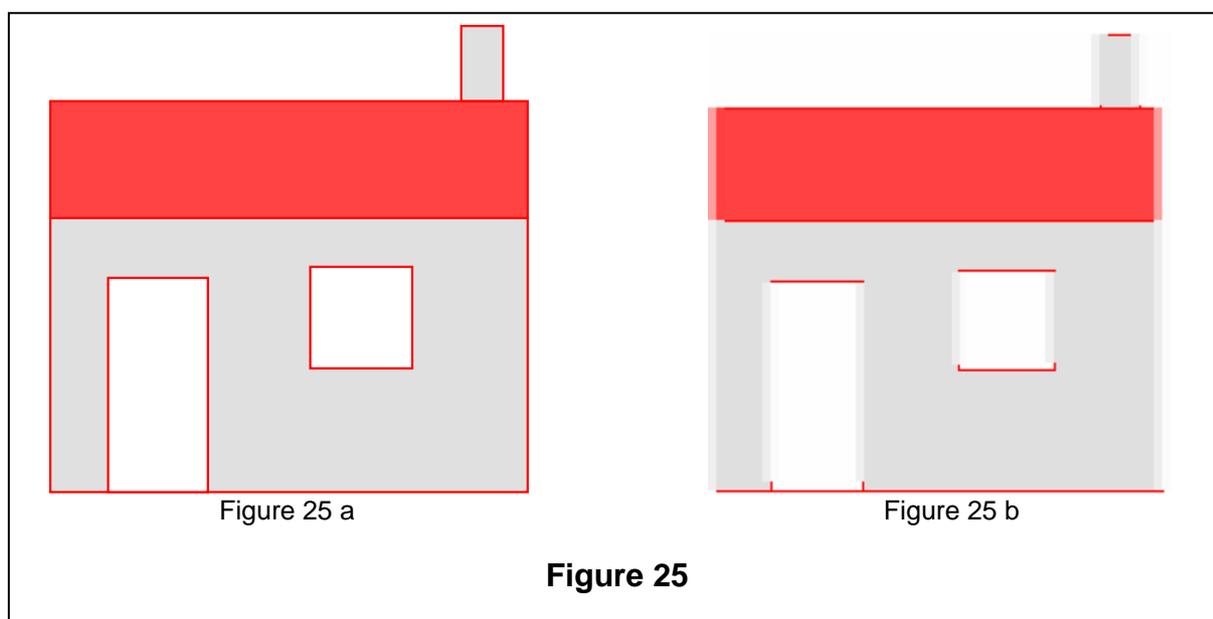
Ce qu'il y a de vraiment génial dans ce système, c'est que par le jeu de ces "bouquets", ces champs récepteurs, l'information donnée par une seule cellule peut servir à différents systèmes d'infos. Par exemple l'info "Je reçois une lumière forte de couleur rouge" va, dans le "bouquet" couleur être repérée, associée à celle de la cellule voisine "je reçois du vert", et le cerveau en tire les enseignements voulus concernant la couleur perçue. Mais comparée à la réponse "je reçois une très faible lueur grise" de la cellule voisine dans un bouquet "formes", elle servira à détecter une ligne, ou une frontière de plage colorée. Puis si l'instant d'après elle déclare "plus rien", et que sa voisine annonce " Je reçois une lumière forte de couleur rouge", eh bien naturellement le bouquet "mouvement" va utiliser cette information (avec d'autres) pour décréter : "Mouvement de telle orientation et de telle rapidité". Enfin, l'estimation de la vitesse se fait plus haut, mais elle s'appuie sur ce qui se passe dans ces champs récepteurs.

Les informations données par ces champs récepteurs, bien que déjà très élaborées, restent encore à ce stade parcellaires. C'est tout petit, un champ récepteur ! Et pour l'instant, les informations des différents "bouquets" ne sont pas rassemblées. Ces informations vont donc, via le nerf optique, être expédiées vers la structure suivante, les **Corps Genouillés Latéraux**. N'oubliez pas qu'à ce moment, les informations venues de la partie droite et celles venues de la partie gauche de l'œil sont séparées, et qu'elles vont chacune vers "leur" Corps Genouillé. Cela va avoir une grande importance par la suite.

Dans cette structure, le phénomène des "bouquets" se reproduit. Il va se faire des "bouquets de bouquets" à partir cette fois des champs récepteurs de chaque nature.

Ces nouveaux bouquets reprennent les informations et les mettent en rapport les unes avec les autres. En sortiraient donc des informations plus élaborées. Seulement voilà, on reste entre soi. Les bouquets de la rétine qui, par exemple, envoient l'information "ligne d'orientation" se retrouvent tous sur un même feuillet, ceux qui par exemple toujours détectaient l'information "ligne" seront sur un autre feuillet.

Ces feuillets se construisent au même moment lors du développement de l'embryon. Ce qui m'amène à l'hypothèse suivante : si un problème survient dans l'embryogenèse au moment de la construction de tel ou tel feuillet, et qu'il est défectueux, toutes les lignes dont la direction correspond à l'orientation portée par ce feuillet risquent de ne pas être perçues. Imaginons que les lignes et les mouvements qui sont dans le sens vertical, " | " ne soient pas bien perçues. Le dessin de la figure 25 a risque fort d'apparaître un peu comme sur la figure 25 b. Désagréable, non ? Et là, j'ai fait un dessin très simple, mais dans la nature, ça doit donner des choses particulièrement difficiles à interpréter ! Et que dire des effets sur la lecture ?



Mais supposons que les lignes d'orientation \backslash ou $/$ soient, elles parfaitement perçues. Il suffira de pencher légèrement la tête pour obtenir quelque chose de plus agréable, et surtout de plus interprétable ! On prend donc l'habitude de tout regarder avec la tête penchée... et c'est mauvais pour la colonne vertébrale. Et puis, ça perturbe les repères corporels qu'on a, et s'ensuit toute une série de difficultés dans les apprentissages. Un autre exemple montre les difficultés que peuvent entraîner des défauts de fonctionnement des champs récepteurs chez un jeune IMC (Infirme Moteur Cérébral, dont le cerveau a souffert à la naissance). Lors d'un exercice destiné à tester la maturité en vue de l'apprentissage de la lecture (le Reversal pour les initiés), on montre des cartes portant deux figures qui peuvent être différentes, parfaitement semblables, ou semblables mais symétriques. Par exemple :

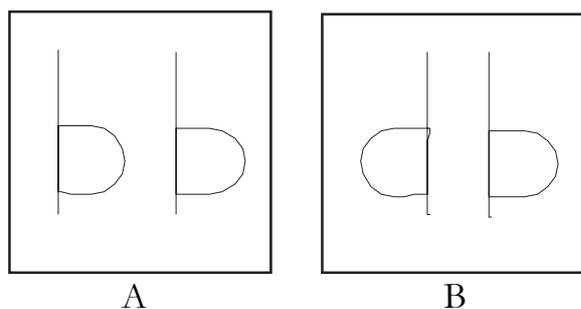
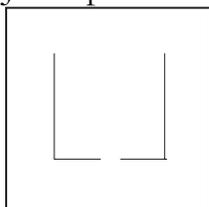


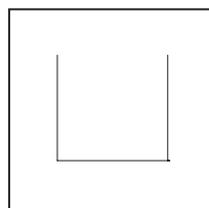
Figure 26

L'enfant doit dire si les deux dessins sont exactement pareils (A) ou différents (B). Dans l'exemple ci-dessus, la symétrie est évidemment un piège.

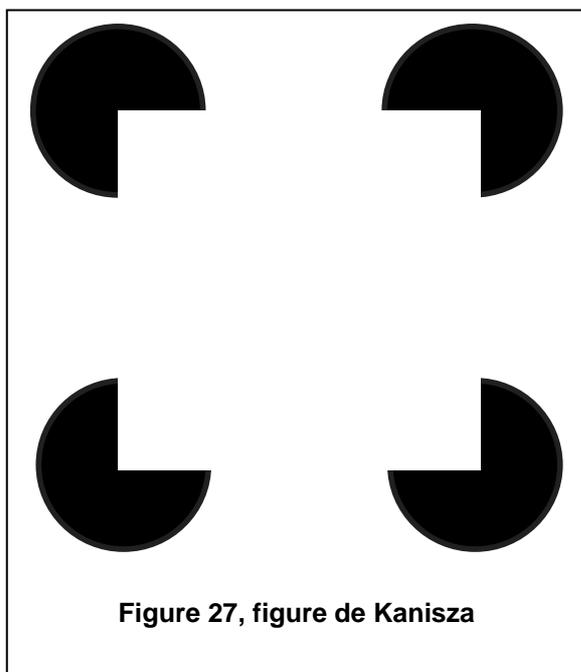
Je lui présente la carte suivante :



Il reste un moment perplexe, puis comme j'insiste "les deux dessins sont-ils pareils ou pas pareils ? Il me répond : "ben...y'en a qu'un !". Il m'a fallu beaucoup de temps et d'expériences avec d'autres exercices pour comprendre que ses champs récepteurs de l'interruption des lignes ne fonctionnaient pas bien, et qu'il voyait en fait la figure comme cela :



Les champs récepteurs qui auraient dû détecter les "bouts" des lignes horizontales fonctionnaient mal. Du coup il voyait la ligne comme continue, et ne voyait qu'une seule figure. Mais on peut se demander pourquoi son cerveau "prolongeait" ainsi les lignes. Je ne vais pas rentrer dans le détail, car cela nous entraînerait au-delà de ce modeste travail, mais notre cerveau fait cela très régulièrement, ce qui nous permet d'ailleurs d'avoir une notion de l'alignement. Mais nous, nos champs récepteurs du "bout" nous permettent de ne pas nous tromper. De même que dans une illusion d'optique célèbre, appelée "figures de Kanisza", nous voyons des figures qui n'existent pas (ici un carré blanc posé sur quatre ronds noirs), mais nous ne sommes pas prisonniers de cette illusion. Nous pouvons nous en abstraire, et imaginer que les ronds noirs sont "coupés". Certains troubles de la prise d'information visuelle ne permettent pas ce retour sur la perception première, et cela peut conduire à des erreurs perceptives parfois très néfastes aux apprentissages.



Bon, on en est encore qu'au CGL (Corps Genouillé Latéral), et on a déjà vu beaucoup de choses. Mais on a encore beaucoup de chemin à faire pour comprendre l'ensemble de la perception visuelle. L'information a encore du chemin à faire pour qu'on voie le... Non, je ne vous le dis pas. On va faire une petite expérience. Jetez un coup d'œil **rapide** sur le dessin de la page suivante, puis revenez tout de suite à ce point du texte.

Donc, nous disions. Les informations élémentaires sur la forme, la couleur, le mouvement sont maintenant bien établies, mais il va falloir les rassembler et leur donner du sens. Elles se dirigent vers le lobe occipital du cortex cérébral (la partie arrière du cerveau, le cortex visuel primaire des figures 23 et 24). Les voies qui les acheminent sont précisément délimitées. Les scientifiques, qui aiment bien les noms compliqués, les appellent voie *parvocellulaire* et *magnocellulaire*. Mais ça ne nous apporte pas grand chose pour nous. Ce qui compte, c'est de voir comment ça se passe dans ce fameux lobe occipital.

Tout d'abord, on l'a vu, chaque œil envoie les informations qu'il reçoit sur l'hémisphère droit pour la partie droite de l'œil (la partie qui voit la moitié gauche du champ visuel), et sur l'hémisphère gauche pour la partie gauche de chaque œil (qui par conséquent regarde le champ visuel droit). Là, les informations données par l'œil droit et l'œil gauche vont se rencontrer.



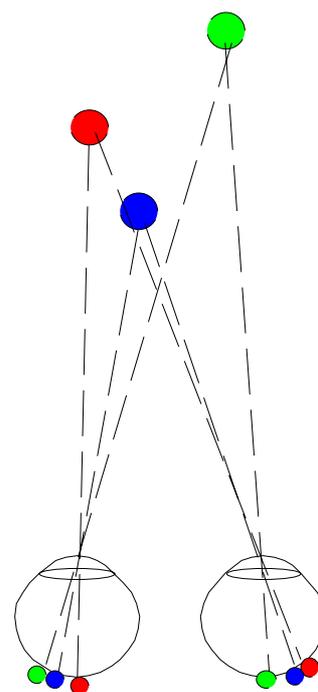
Figure 28

Au fait, aviez-vous vu le lapin, lors du premier coup d'œil?

Elles arrivent sur une sorte d'aire de tri (aire 4B pour les intimes), où ces informations sont rassemblées par forme, couleur et mouvement. Puis elles sont dirigées, dans la même couche toujours, vers une seconde aire, appelée aire visuelle 2, où elles vont être analysées.

Mais dans cette phase, il se passe un phénomène très intéressant. Les informations sont toujours traitées par forme, mouvement, et couleur, mais il va s'ajouter quelque chose. Elles arrivent sur des espèces de "colonnes de traitement", et la colonne qui reçoit les informations d'un point précis de l'œil gauche sont situées juste à côté de celles qui reçoivent les informations du point homologue de l'œil droit. Et la comparaison entre les informations de ces deux types d'infos va en donner un troisième : la stéréo ! C'est-à-dire pour la vision, le relief.

En effet, le dessin ci-contre vous montre (en grossissant les choses!) comment par le jeu des projections rétinienne, la position respective des images peut être légèrement



Remarquez la différence de position des boules les unes par rapport aux autres dans les deux yeux

différente. Cela se traduit sur les fameuses colonnes par une petite différence d'information qui permet de déduire le relief, et le mouvement dans l'espace. C'est génial.

Oui, mais voilà. Cela suppose évidemment que les deux infos (de l'œil gauche et de l'œil droit) arrivent bien sur deux colonnes adjacentes ! C'est-à-dire que les axes du regard des deux yeux soient parfaitement ajustés. Et en plus, cet ajustement varie selon la distance à laquelle se trouve l'objet à regarder.

Deux types de problèmes, (au moins !) peuvent survenir à ce moment là :

- Le plus sérieux, c'est le strabisme : la personne "louche". C'est-à-dire qu'elle n'arrive pas à contrôler la position de ses yeux de manière synchrone. Du coup les images de l'œil gauche et de l'œil droit ne peuvent pas tomber sur des colonnes adjacentes, mais sur des colonnes parfois très éloignées. Sur des colonnes adjacentes, les images données par les deux yeux ne "fusionnent" pas. Pire, le cerveau reçoit deux images différentes au même endroit, bref, la personne "voit double" (en terme savant c'est la "diplopie"). C'est très insupportable. Le cerveau est "paumé" et ne peut pas faire son boulot. Alors en général, il trouve la parade : il met hors circuit les infos données par un des yeux, et ne s'occupe plus que de celles données par l'autre œil, jugées plus fiables. Mais alors, le relief et la position deviennent bien plus difficiles à analyser.

Parfois, les choses se compliquent encore. Je vous ai parlé des difficultés de passage de la ligne médiane (qu'on rencontre chez beaucoup d'IMC, mais pas seulement). A ce moment là, la partie de la scène qu'on est en train d'analyser passe de l'hémisphère gauche à l'hémisphère droit, ou inversement, puisque c'est le moment où on "change" de demi-rétine. En temps normal, cela oblige déjà au cerveau à une manœuvre délicate : focaliser l'attention de l'hémisphère gauche vers le droit, et assurer la continuité de l'analyse de l'image. Il faut que les communications entre les deux hémisphères soient de bonne qualité ! Or, ces communications passent par une structure très importante, qui s'appelle le "corps calleux". C'est une espèce de "pont" de neurones qui assure la relation entre les deux hémisphères. Il existe quelques autres possibilités de communication, mais elles sont très indirectes, et bien loin d'avoir la même importance que le corps calleux. Or parfois ce fameux corps calleux ne fonctionne pas bien. Ce qui pose évidemment problème.

Mais donc, en temps normal, passer la ligne médiane demande déjà au cerveau pas mal de boulot. Mais alors, imaginez en cas de strabisme ! Et surtout de strabisme alternant: lorsqu'on regardait avec l'œil droit, par exemple, le cerveau a dû mettre les informations de l'œil gauche hors service, pour éviter le phénomène de "voir double". Et puis tout d'un coup, il faut transférer toutes les informations visuelles permettant de caler le regard : où en était exactement l'œil droit dans l'exploration de l'espace visuel pour que l'œil gauche puisse prendre le relais ? Puis désactiver l'interprétation des informations données par l'œil droit, et prendre immédiatement en compte celles de l'œil gauche. Tout ça sans perdre

les informations acquises ! Dans ce cas particulier, tout serait bien plus facile évidemment si toutes les infos de chaque œil allaient sur le même hémisphère, mais voilà, ce n'est pas le cas. La moitié droite de l'œil va vers l'hémisphère droit, la moitié gauche vers l'hémisphère gauche, mais la nature a eu en plus la fichue idée de faire commander les muscles qui dirigent l'œil gauche par l'hémisphère droit, et ceux qui dirigent l'œil droit par l'hémisphère gauche. Il y a au moment du passage de la ligne médiane des synchronisations fines entre les muscles des deux yeux qui rendent ce passage délicat pour tout le monde. Mais quand des gens ont des difficultés à contrôler la motricité des deux yeux, vous pensez !

Vous imaginez la dépense attentionnelle, le travail de la mémoire pour parvenir à ça ?

Or, quand on lit, ce passage de la ligne médiane se fait constamment dans les deux sens : on passe constamment de Droite à Gauche, puis au fur et à mesure que la tête se tourne pour suivre la ligne, de Gauche à Droite par petites saccades, qui doivent recalibrer le regard sur l'endroit où on se trouvait avant le mouvement de tête.

Les jeunes qui ont des problèmes de strabisme et de contrôle oculomoteur ont tendance à éviter ce passage, et à lire "en coin", s'arrangeant pour qu'au maximum, le texte à lire reste sur le même œil, l'œil dominant en général. (Ah oui, en plus de ça, comme pour les mains, il y a un œil directeur. On peut être droitier ou gaucher de l'œil. On peut même être gaucher de l'œil et droitier de la main, par exemple !) Mais quand il faut changer de ligne, c'est souvent la "cata" !

Bon, n'en jetez plus ! Vous avez compris que ces histoires d'orientation du regard pouvaient s'avérer un sacré problème quand ça se passe mal. C'est **une** des sources de dyslexie possible. Les techniques de la *posturologie* permettent d'ailleurs souvent d'améliorer notablement ces problèmes.

- Mais il n'y a pas que les cas de strabismes qui peuvent poser problème à la perception du relief et de la profondeur, en gênant la projection des images données par les deux yeux sur des colonnes adjacentes. Une difficulté de "mise au point" sur la zone à étudier peut arriver au même résultat (figure 29). La "fusion" entre les images des deux yeux se fait mal, et le résultat est un peu le même que dans le cas de strabisme. L'estimation de la profondeur, des distances est faussée, avec tout ce que ça peut entraîner.

Là aussi, on a une source de difficultés pour la lecture, car les mouvements oculaires sont perturbés, et la prise d'information visuelle aussi. Il semble également qu'un des effets de ces troubles soit de ne plus savoir, à certains moments, où on en est, si on doit porter le regard plus à droite ou plus à gauche. Bref, le sens de lecture des mots est hésitant, les inversions de lettres deviennent plus fréquentes, et surtout la ressource attentionnelle et la mémoire de travail sont plus sollicitées.

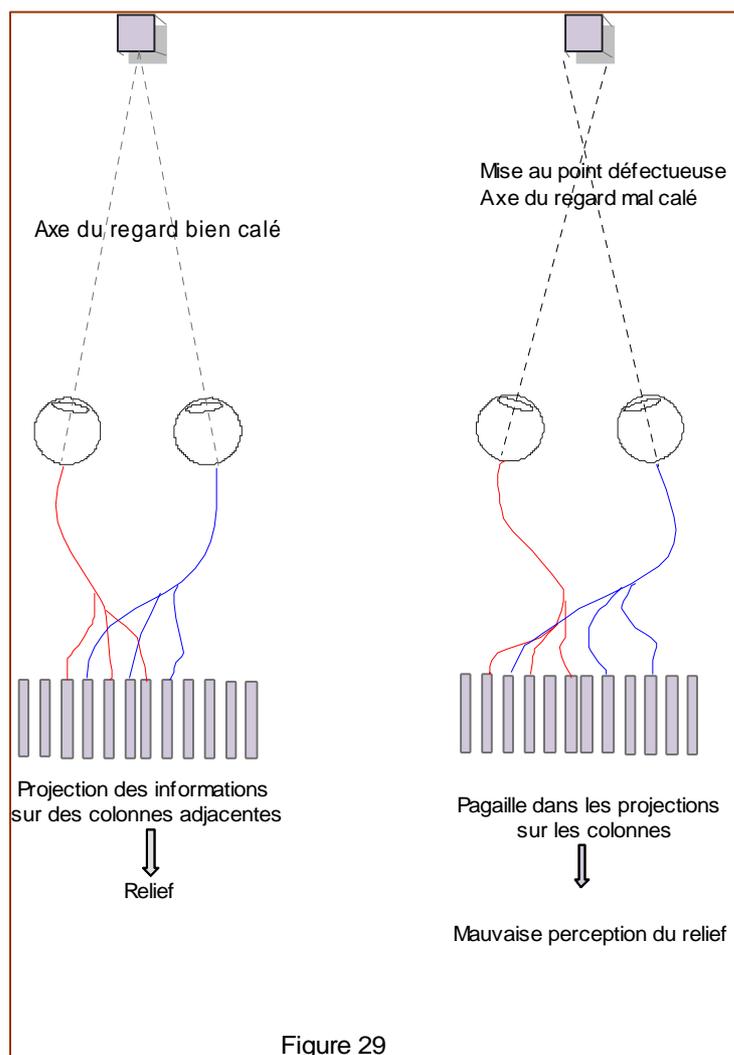


Figure 29

- La ressource attentionnelle, parce que des réglages qui se font normalement automatiquement dysfonctionnent, et que des contrôles demandant beaucoup plus d'efforts d'attention doivent être mis en place pour y pallier. Nous verrons lorsque nous étudierons l'attention que cette ressource n'est pas inépuisable, mais qu'on n'en dispose à un instant donné qu'une quantité limitée. Ce qui est pris par la gestion de la **prise** d'information visuelle ne sera pas disponible pour le **traitement** de cette information.

- La mémoire de travail est un sous-système de la mémoire qui a également une capacité limitée. Cette mémoire de travail doit garder disponibles toutes les données nécessaires au traitement d'une tâche donnée. Normalement, les systèmes automatiques (calage du mouvement des yeux, des saccades, orientation du regard, convergence vers la cible, appréciation de la distance, de la profondeur, etc...) ne nécessitent pas l'intervention de la mémoire de travail. Mais quand des mécanismes de contrôle doivent y suppléer, il devient nécessaire de garder en mémoire de travail des éléments supplémentaires : garder par exemple de façon plus ou moins consciente la position de tel ou tel repère dans la scène observée. Et surtout, comme les réajustements de la Prise d'information

visuelle prennent du temps, pendant qu'ils se font, le cours de l'analyse est suspendu, et les éléments qu'il faut garder dans sa mémoire de travail parce qu'on ne veut pas les laisser filer l'encombrent pour les autres tâches d'analyse et d'interprétation.

Bon, revenons à nos moutons. Il va s'agir maintenant de reconnaître et d'analyser la scène observée. Nous allons nous y pencher dans le prochain chapitre.

EN RESUME

Il nous faut surtout retenir

- cette dissociation entre la **commande** des yeux, qui se fait par l'hémisphère "contralatéral" (Hémisphère droit pour l'œil gauche, gauche pour l'œil droit) et le traitement de l'information qui se fait non pas œil par œil, mais moitié d'œil par moitié d'œil.
- La détection des variations de couleur, forme, luminance, mouvements, etc... qui se fait à ce moment, et qui est tributaire d'un bon positionnement des yeux et d'une bonne commande motrice des yeux.
- Les difficultés qui se situent à ce stade ne jouent pas sur la compréhension de la scène observée, mais sur la fourniture des éléments nécessaires pour que les étapes suivantes se déroulent correctement.

Des difficultés à ce stade peuvent de diverses manières expliquer un certain nombre de "dys", du moins en partie.