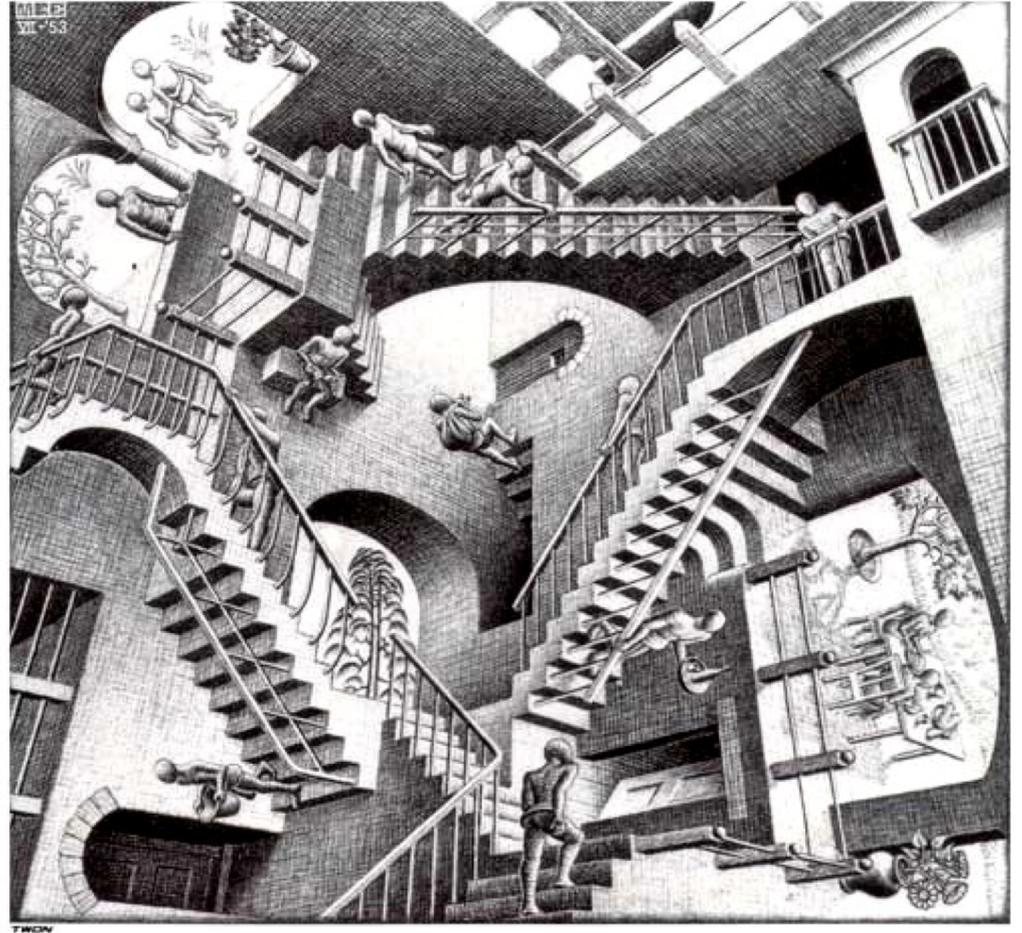


Le système visuel humain



Pourquoi étudier le système visuel humain ?

Pour les producteurs d'image (cinéma, TV, ...) c'est le récepteur ultime

- connaître ses performances et ses limites donne
 - des contraintes technologiques
 - nombre d'images/seconde pour une impression de continuité au cinéma
 - taille des grains d'une photo ou d'un écran
 - des moyens de comprimer l'information à transmettre
 - ce qui n'est pas perceptible peut être supprimé
 - avoir le contrôle de la qualité perçue

Pourquoi étudier le système visuel humain ?

Pour les neurobiologistes

- comprendre le fonctionnement du cerveau
- observer les phénomènes visuels et les expliquer

Pour la vision artificielle

- le SVH est un système d'interprétation et de reconnaissance très performant
- le modèle idéal à atteindre (?)

Sensibilité visuelle

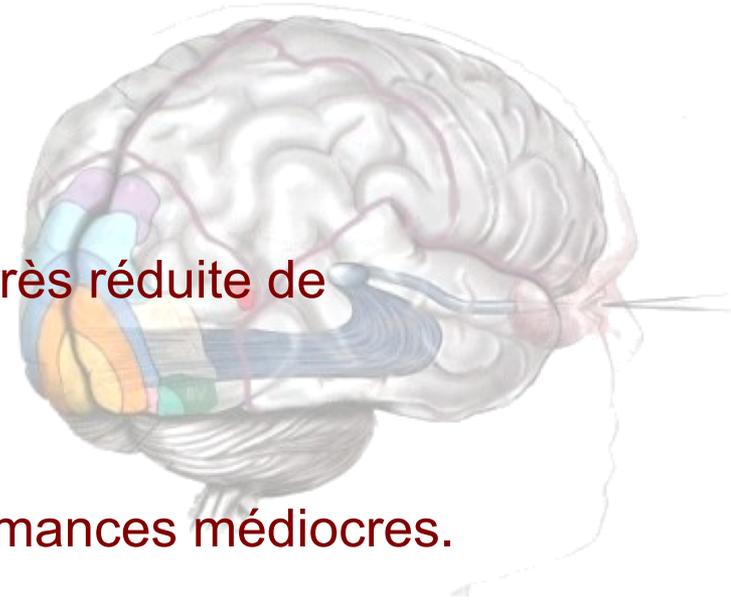
La sensibilité visuelle est l'une des modalités sensorielles les plus développées chez l'homme.

Elle résulte de la combinaison de plusieurs paramètres:

- la brillance
- la couleur
- la taille
- la forme
- le mouvement
- la profondeur

SVH

Le système optique de l'œil projette une image très réduite de l'environnement sur la rétine.



Le système optique de l'œil présente des performances médiocres.

L'œil ne fournit pas d'image claire et précise de l'environnement à notre cerveau,

- interprétation des impressions visuelles qui arrivent par le nerf optique.
- cette interprétation du monde extérieur est basée sur notre expérience.

L'œil ne fournit que la base de la perception visuelle.

- c'est notre cerveau qui fait le travail le plus complexe d'analyse.

SVH



Continuité de la taille

- la taille de l'image projetée sur la rétine est réduite de $\frac{1}{2}$ si on double la distance par rapport à l'objet
- pourtant, l'objet sera toujours perçu comme ayant la même taille

Continuité de la forme

- les personnes ou les objets identiques que nous connaissons sont toujours reconnus comme tels,
- indépendance par rapport aux conditions (luminosité, distorsion, distance...).
- le cerveau se sert d'un grand nombre de mécanismes et d'informations pour parvenir à une perception d'un objet dans son intégrité.

Illusions d'optique

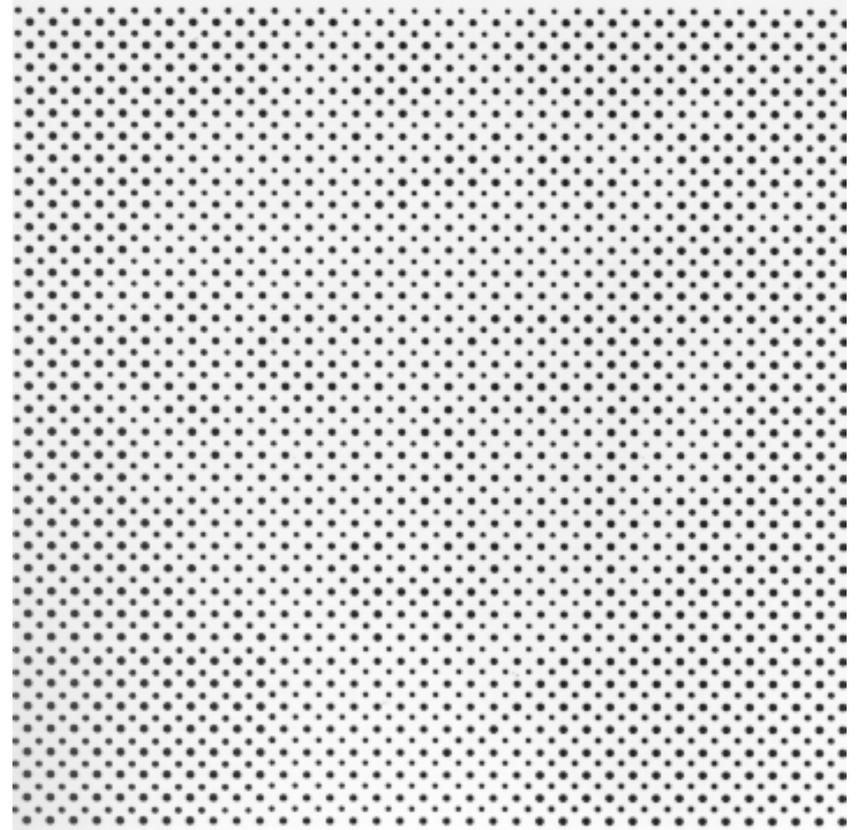
- Le cerveau se trompe parfois lorsque les informations fournies par l'œil ne sont pas très claires.

Subjectivité du SVH

Le système visuel humain est une référence
mais pas un système parfait

il est piégeable : Que voyez-vous ?

Rien, alors reculez-vous un peu ...



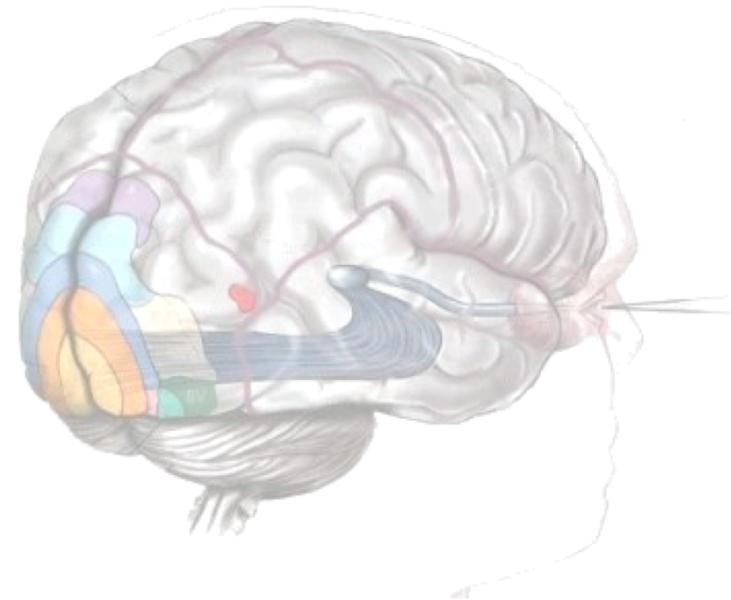
La vision humaine et illusions optiques

Une image est neutre en elle-même, c'est lors du traitement de l'information au cerveau qu'une interprétation correcte se produit ou erronée peut se produire.

Une illusion est une fausse perception de la réalité due à une apparence trompeuse. C'est un mauvais jugement d'une sensation réellement perçue.

Les illusionnistes jouent sur ces aspects :

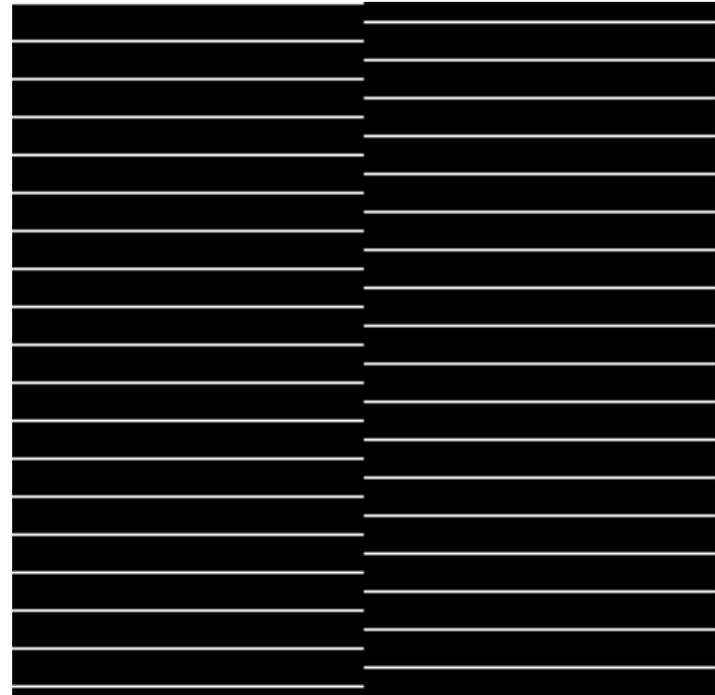
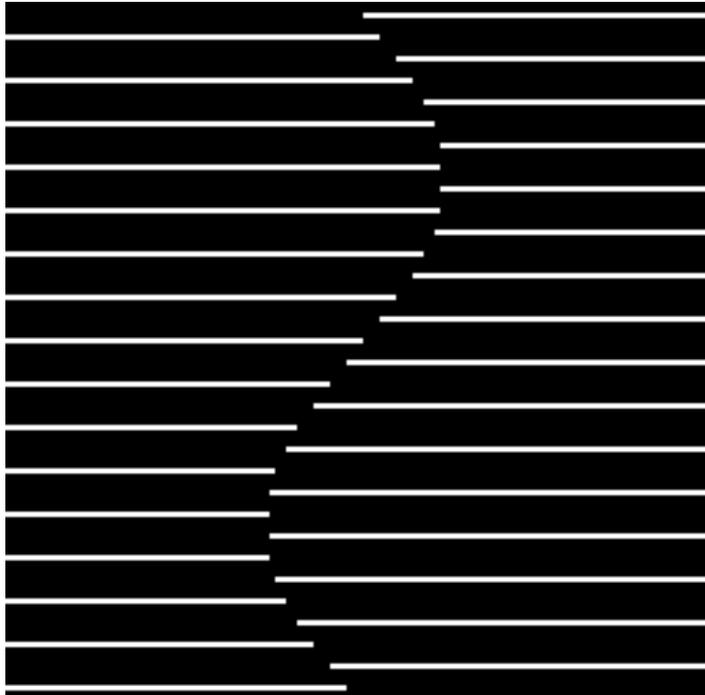
Il n'y pas de « magie »



Les frontières qui n'existent pas..

Le système visuel humain fait des "interpolations" à partir du stimulus perçu.

L'exemple le plus marquant est celui des contours illusoires.



Les objets qui n'existent pas...

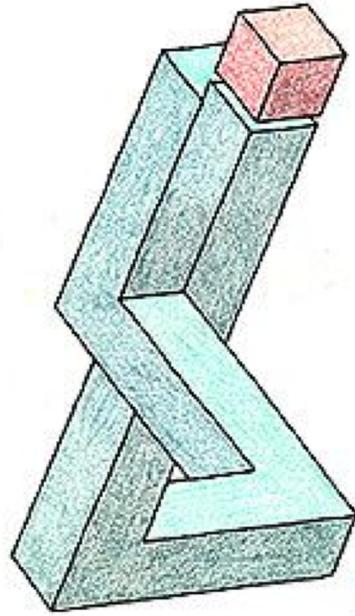
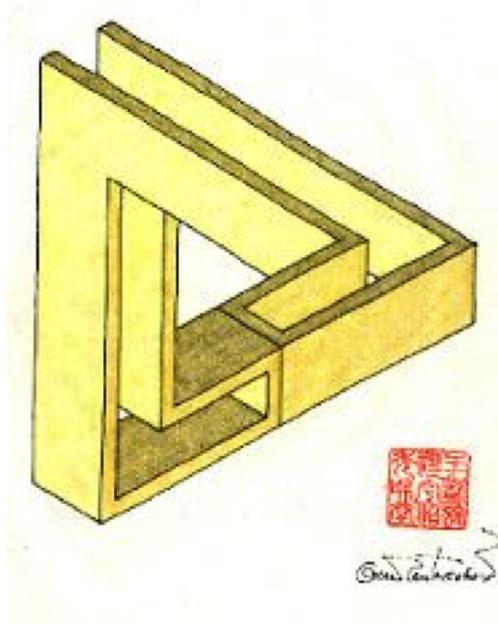
Le système visuel humain fait des "interpolations" symbolique car il préfère une information structurée à une information non structurée.

Que voyez-vous ? Rien, un mouton, un chien, un dalmatien peut-être ?

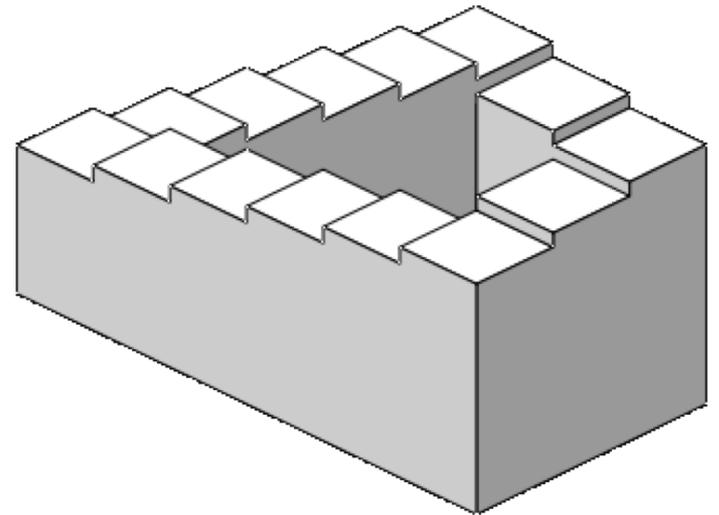


Illusions géométriques

Oscar Reutersvärd (1915-2002)



Escalier de Penrose

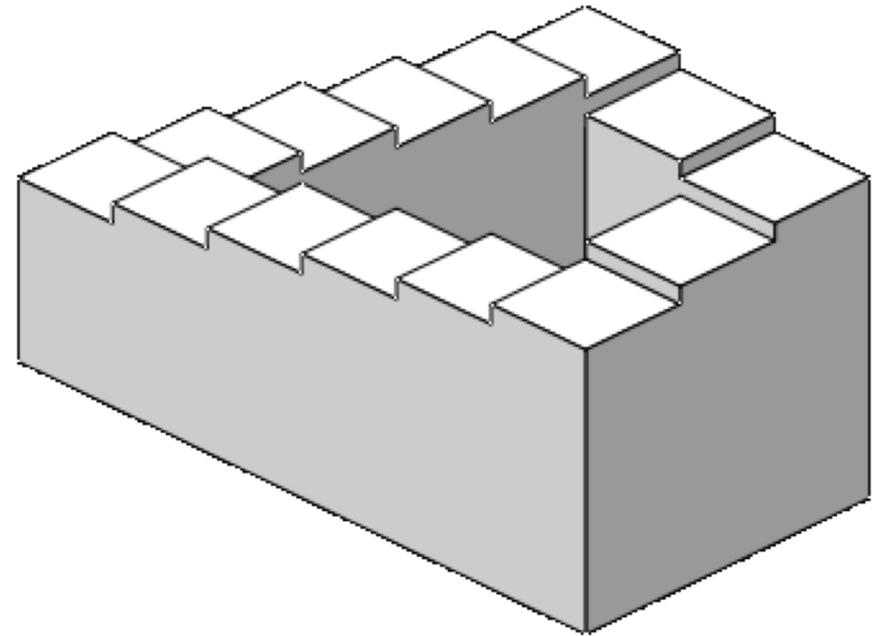
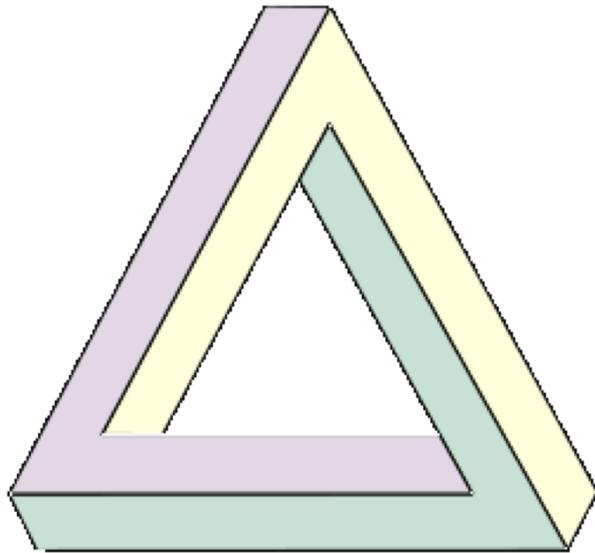


Oscar Reutersvärd.



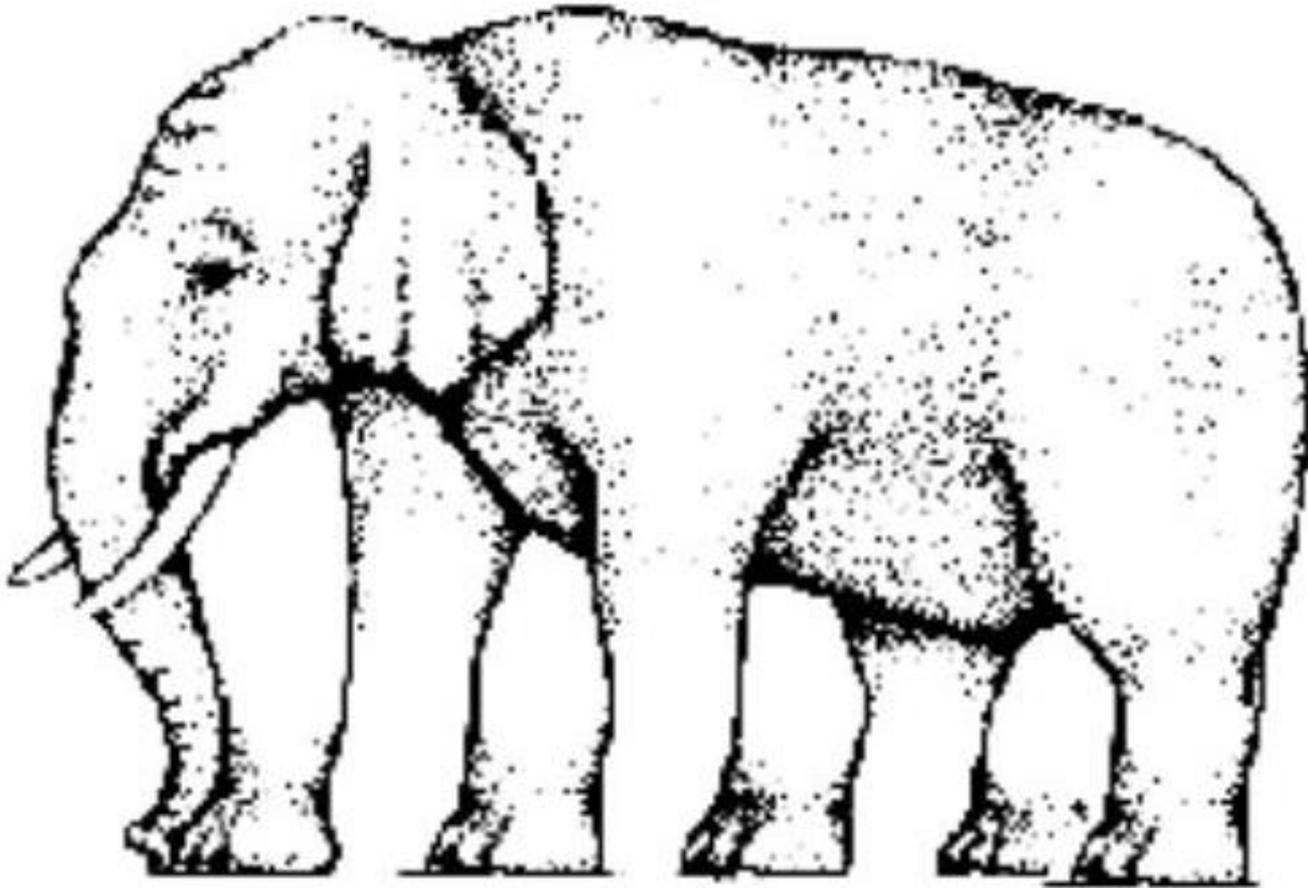
Quelqu'un arrivera t-il en haut ?

Triangle ou escalier de Penrose



un simple distortion de la perspective

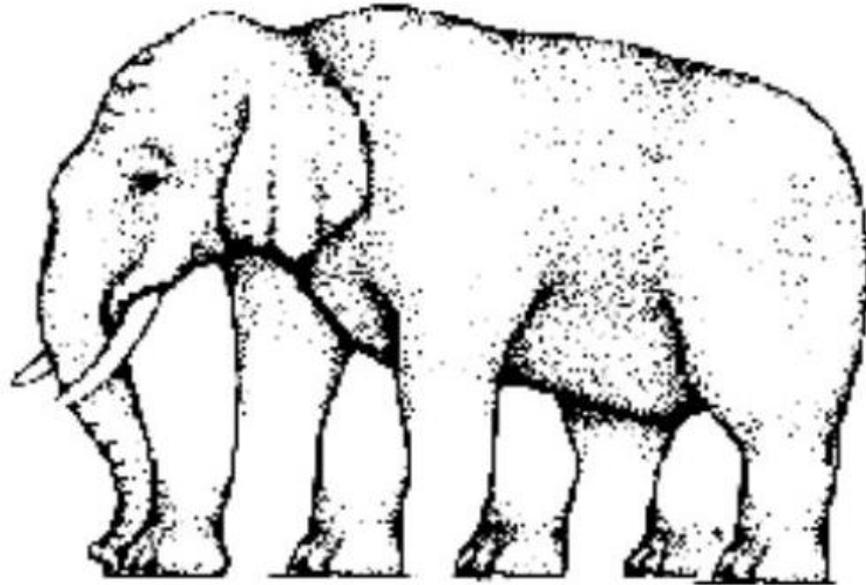
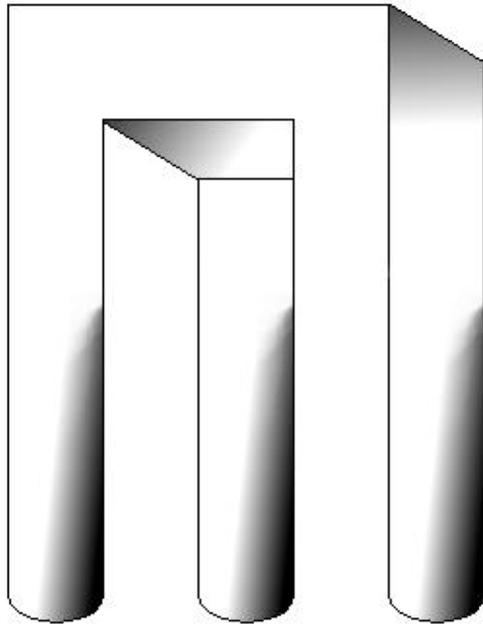
Combien de pattes ?



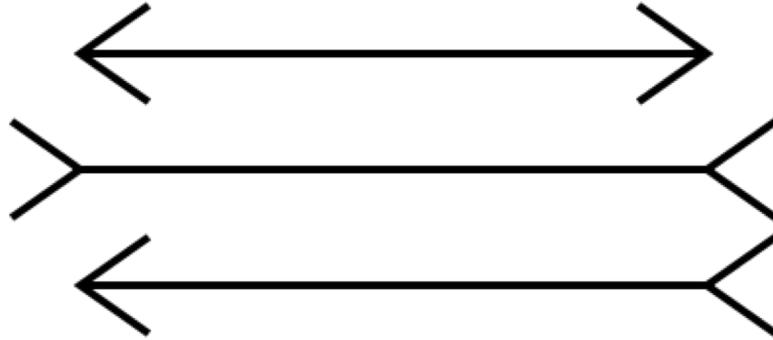
Le Blivet

Le blivet est à la fois une figure indécidable

Il est aussi appelé « trident à deux dents » et « la chose à trois jambes ».



Illusion de Müller-Lyer

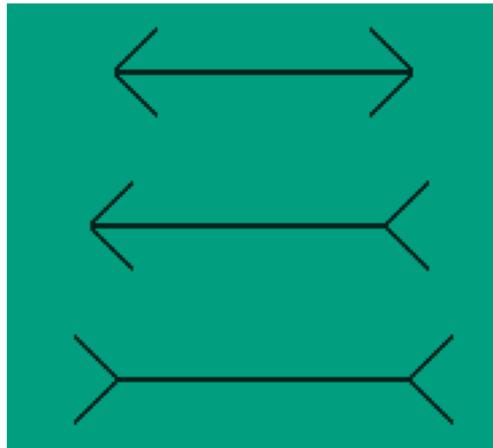


La mise en relation de grandeurs

Dans la mise en relation de grandeur, l'assimilation d'un élément test à des éléments inducteurs plus grands amène une sous-estimation de celui-ci.

L'inverse se produit avec des éléments inducteurs plus petits qui provoquent une surestimation de l'élément test.

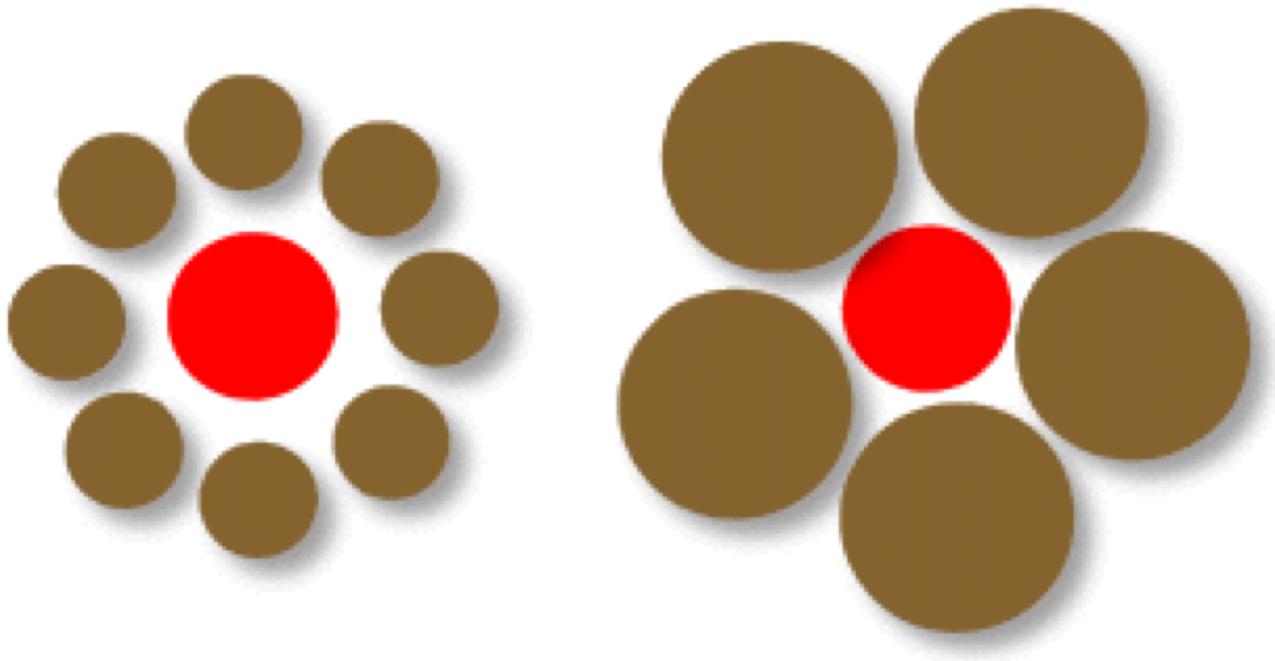
Résultat : bien que rigoureusement identiques, les deux éléments tests nous paraissent différents à cause de l'effet du contexte



La mise en relation de grandeurs

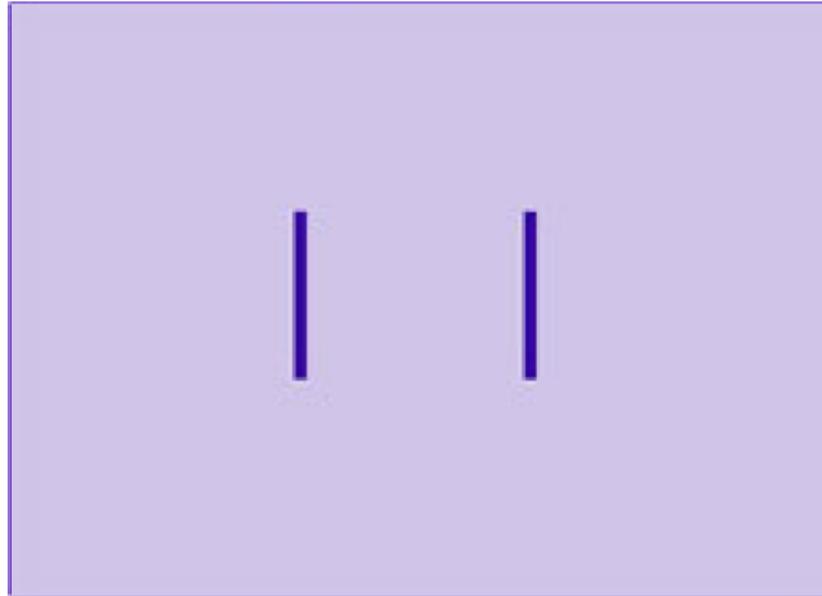
Illusion de Titchener

Lequel des 2 cercles rouges est le plus gros ?



La mise en relation de grandeurs

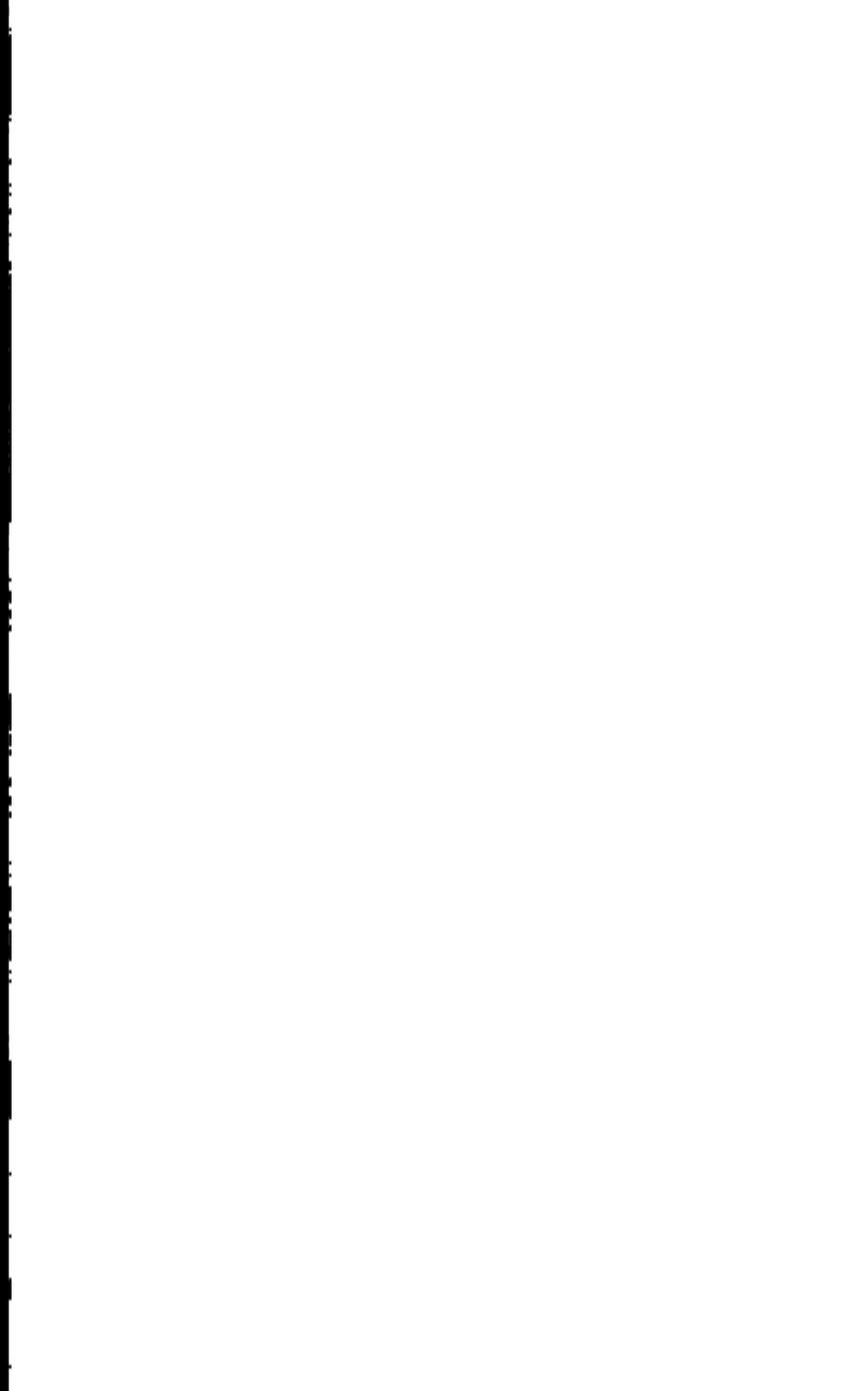
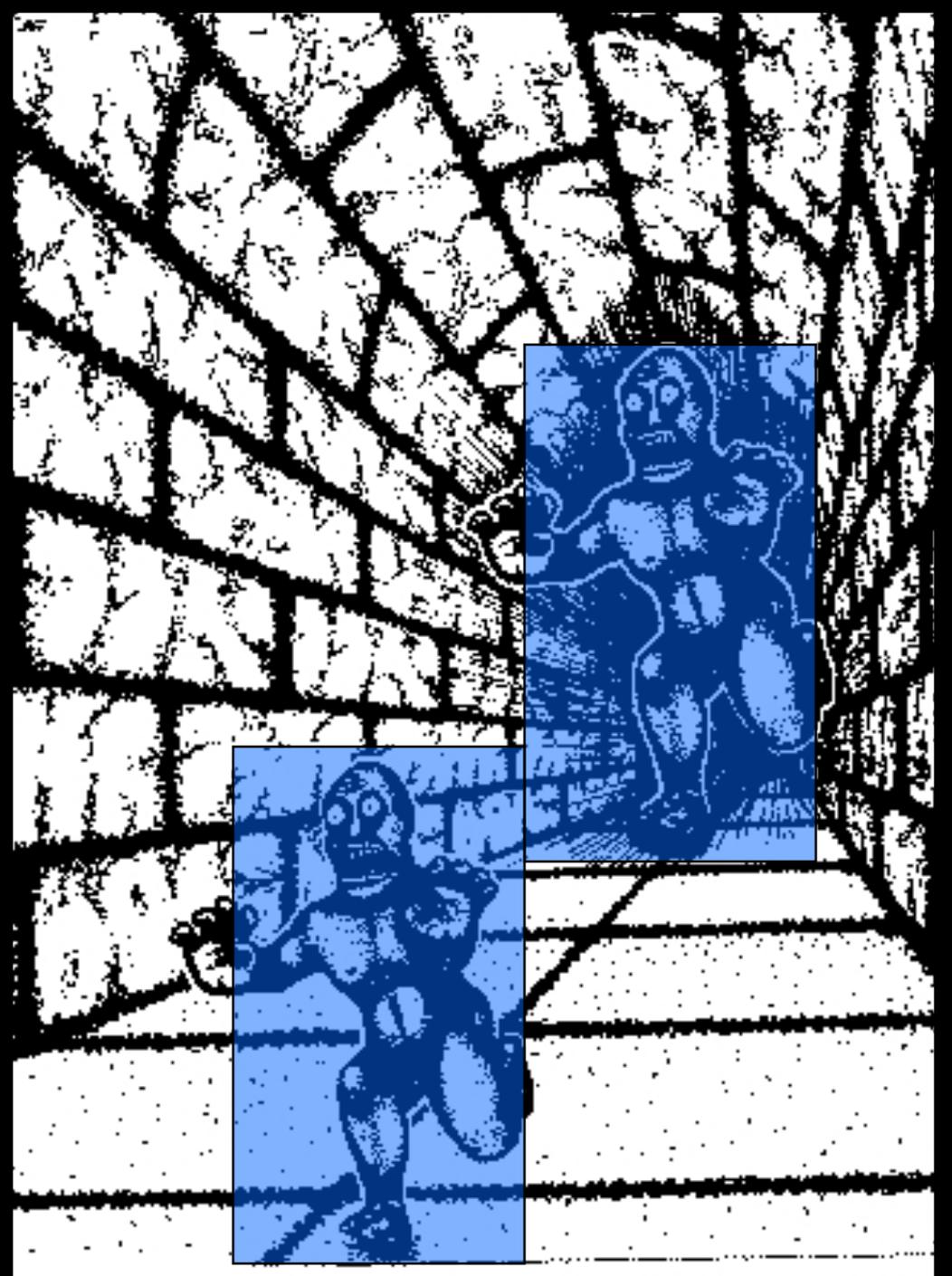
Les lignes qui convergent vers l'horizon sont un indice d'éloignement sur lequel s'appuie notre cerveau depuis les débuts de son évolution pour évaluer les distances.



la perspective

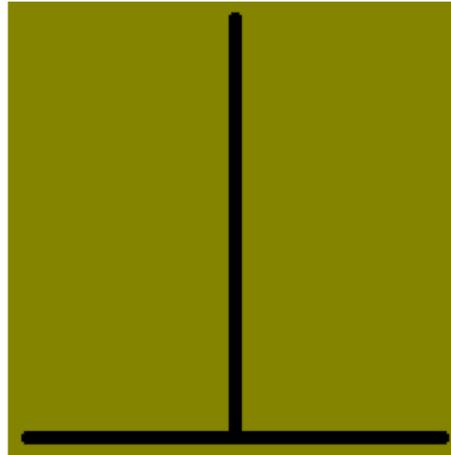
La présence d'indices de perspective impose de percevoir l'un des personnages plus en avant et donc plus petit que l'autre.





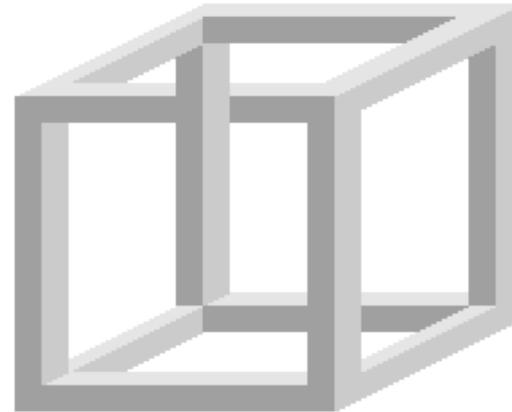
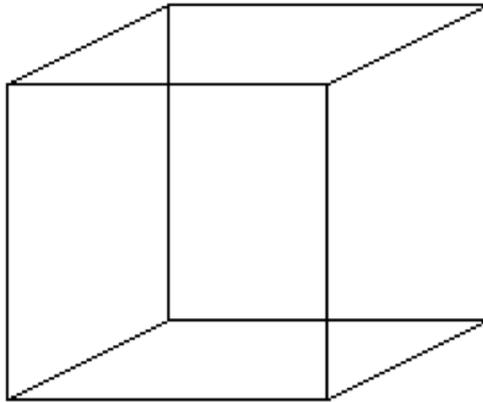
La verticalité

Une ligne verticale paraît plus longue qu'une horizontale de même longueur car le mouvement des yeux qui est lié aux lignes horizontales est plus facile à exécuter qu'un mouvement vertical.



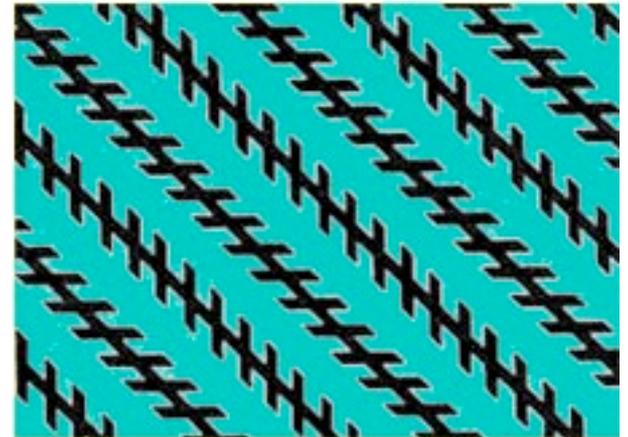
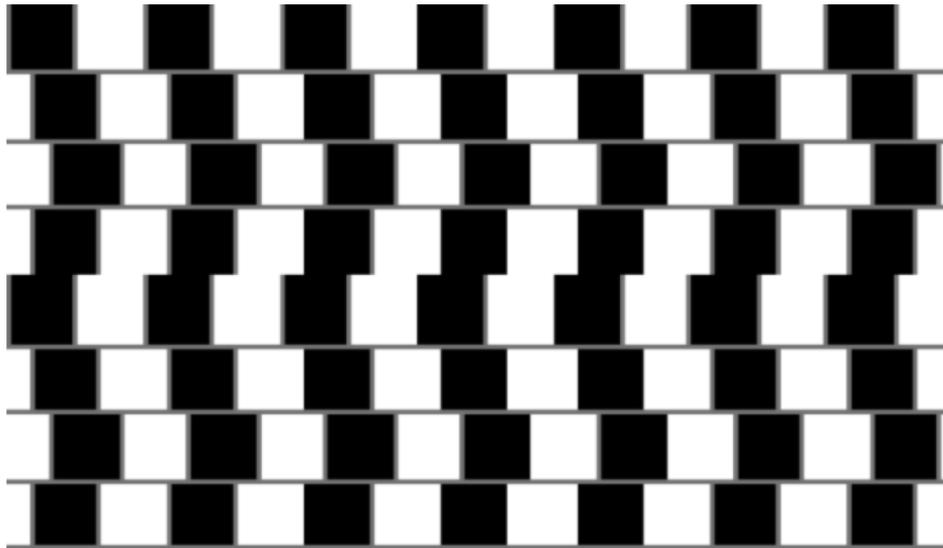
Illusions ambiguës

Les illusions ambiguës sont des images ou objets qui subissent des changements significatifs d'apparence. La perception alternera entre les interprétations qui toutes seront perçues comme valides mais ne confirment pas une seule représentation.



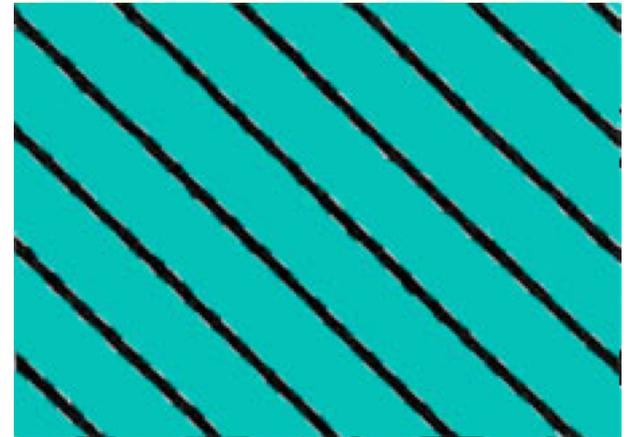
Illusions distordantes

Dans les illusions dites géométriques, on retrouve généralement un élément "inducteur" qui provoque la mauvaise interprétation et un élément "test" qui la subit. Par exemple, dans l'illusion de Zöllner (à droite), les petites lignes verticales et horizontales sont l'élément inducteur et les longs traits obliques, l'élément test.



Illusion de Zöllner

Dans l'illusion de Zöllner, les grandes lignes sont parallèles même si on a l'impression qu'elles vont se croiser si on les prolonge (passez la souris sur l'image pour vous en convaincre). Notre cerveau cherche à ramener les angles formés par les petits traits avec ces grandes lignes à des angles droits, « inclinant » ainsi les lignes les unes vers les autres.

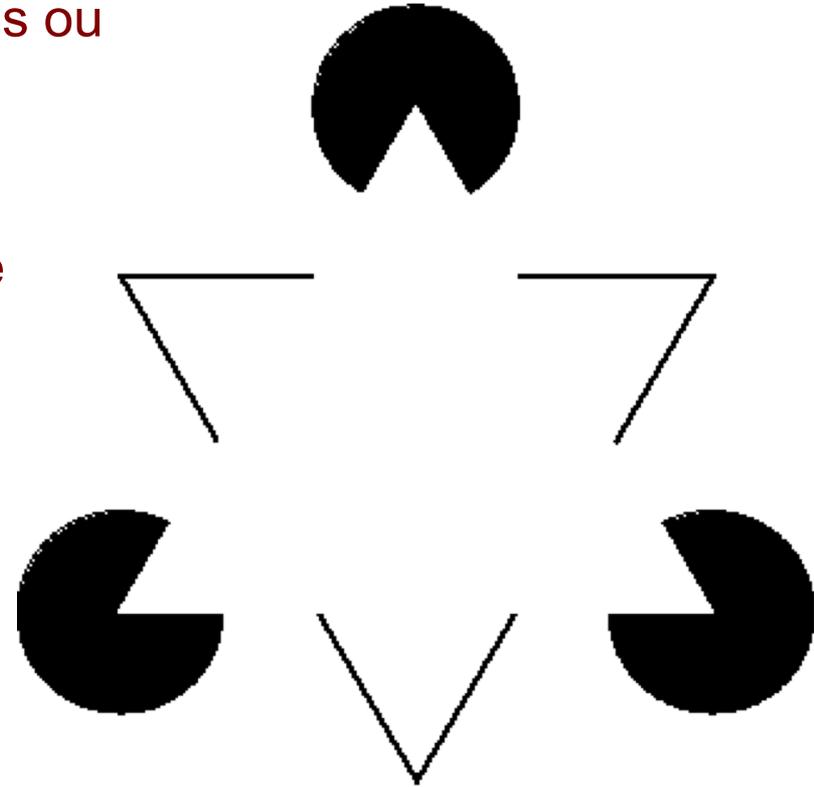


Les illusions subjectives

Ce phénomène consiste à percevoir des figures qui se détachent de leur fond bien qu'aucun trait ne soit tracé pour délimiter celles-ci.

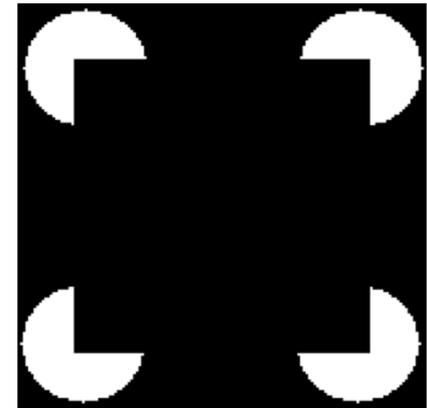
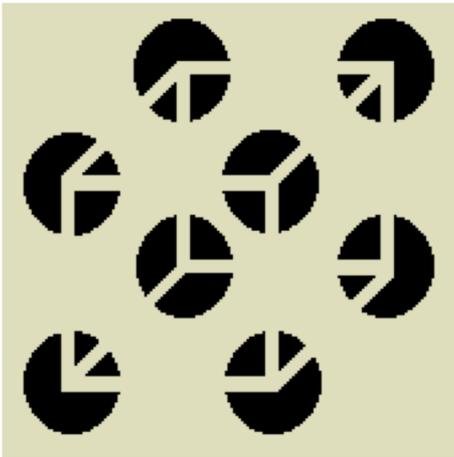
Ces figures nous paraissent aussi plus claires ou plus sombres que leur fond.

L'illusion est due à une opération mentale de



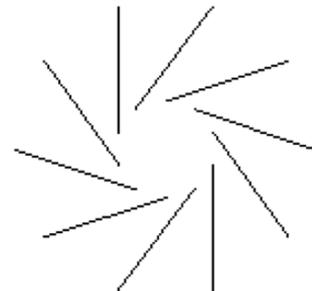
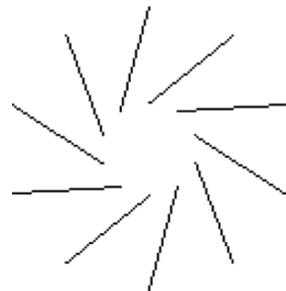
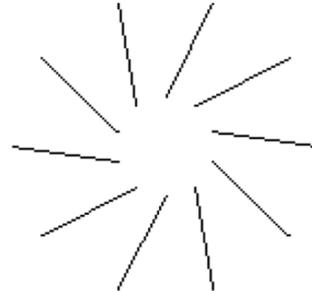
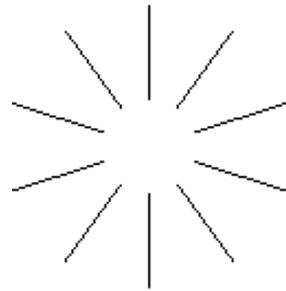
Les contours subjectifs

A gauche, nous voyons un cube se détacher très nettement alors qu'il n'existe pas car notre cerveau a voulu donner une signification précise à ce dessin : Des plaquettes noires placés de telle façon ne peuvent pas être une coïncidence, voila pourquoi le cerveau en conclu que le cube existe réellement. Meme chose pour le triangle et le carré à droite...

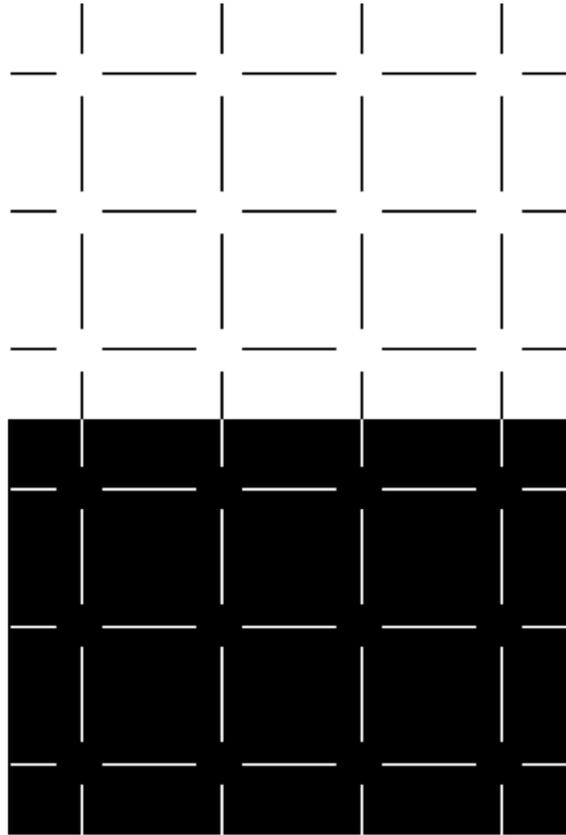


Les contours subjectifs

Le cerveau imagine que les lignes se coupent, mais qu'un objet posé sur l'intersection cache cette dernière. Cependant, quand les segments sont inclinés cette opération mentale est moins fondée et l'illusion disparaît.



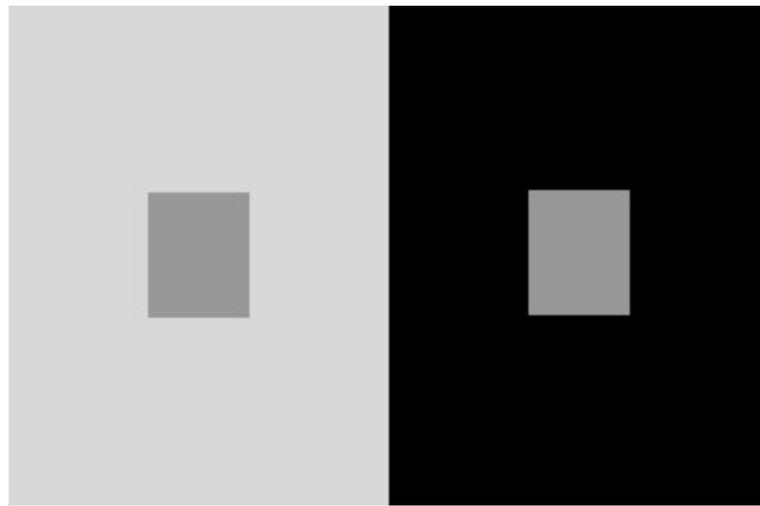
Illusions d'Ehrenstein



Illusions d'optique liées à l'inhibition latérale

L'illusion de la grille d'Hermann s'explique par le fait que les intersections étant moins entourées de noir que le reste des bandes, elles paraissent plus sombres.

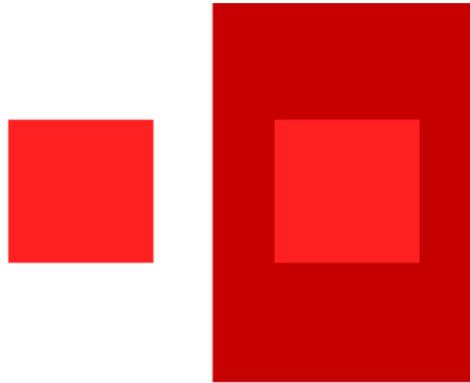
Les mêmes phénomènes rendent plus sombre un carré gris entouré d'une zone claire que l'inverse.



Les illusions de couleurs

Les illusions de couleurs sont très nombreuses et très impressionnantes.

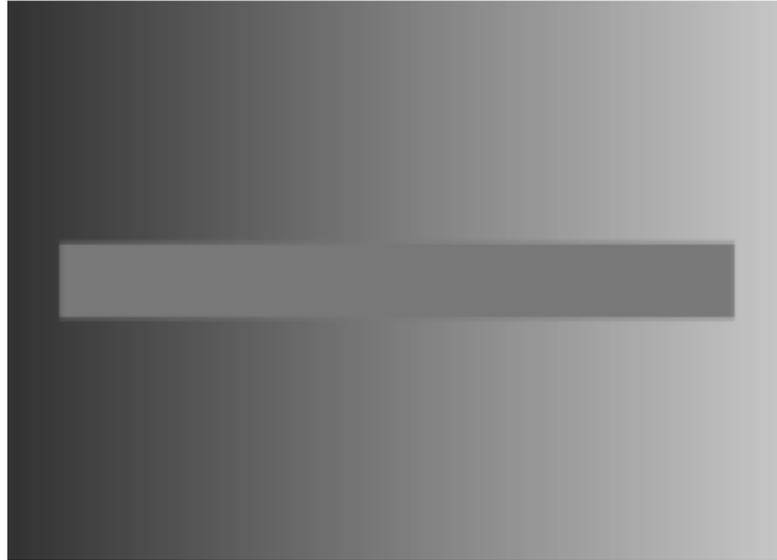
Ce sont les couleurs d'arrière plan qui vont influencer sur l'illusion, en effet, la lumière dépend non seulement de l'intensité lumineuse de l'objet lui-même mais aussi de son environnement (contraste de surface)

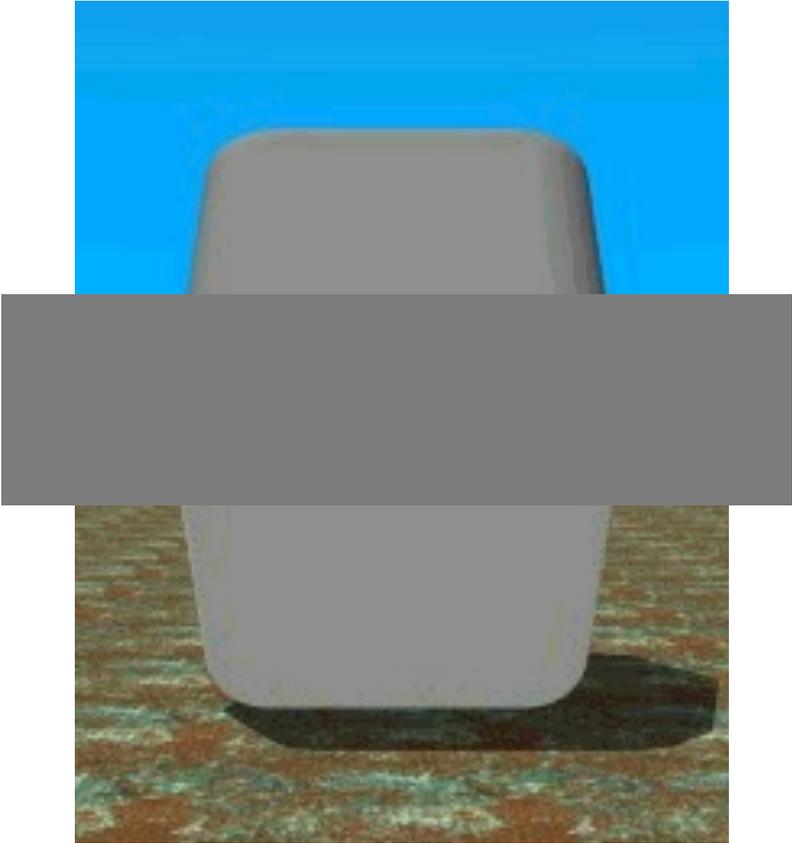


Le cerveau distingue les couleurs par rapport au milieu environnant ainsi le blanc semble accentuer la nuance du carré de gauche et le rouge foncé semble diminuer la nuance du carré de droite.

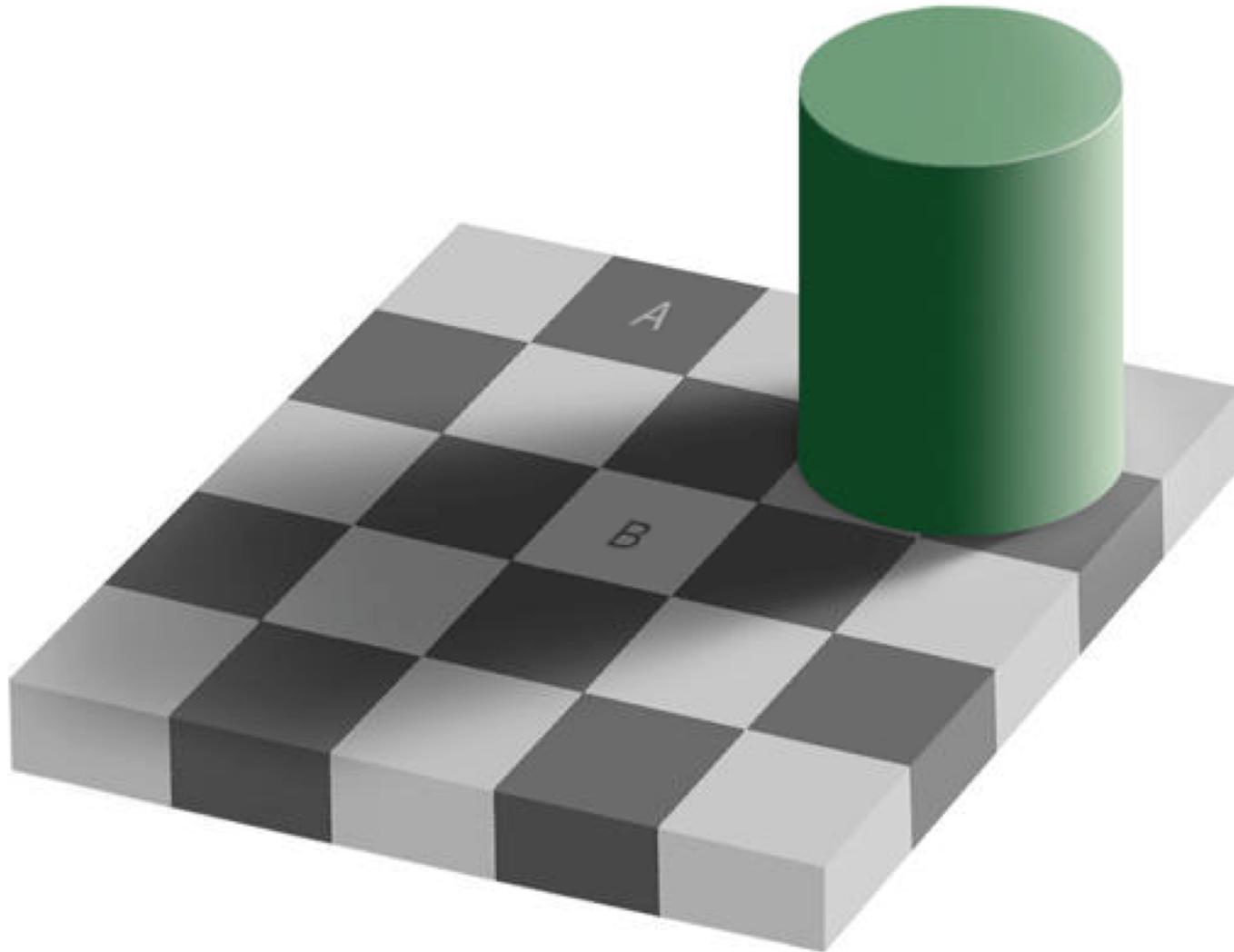
Les illusions de couleurs

L'illusion de dégradé : le noir éclaircit le gris alors que le blanc semble l'accentuer.

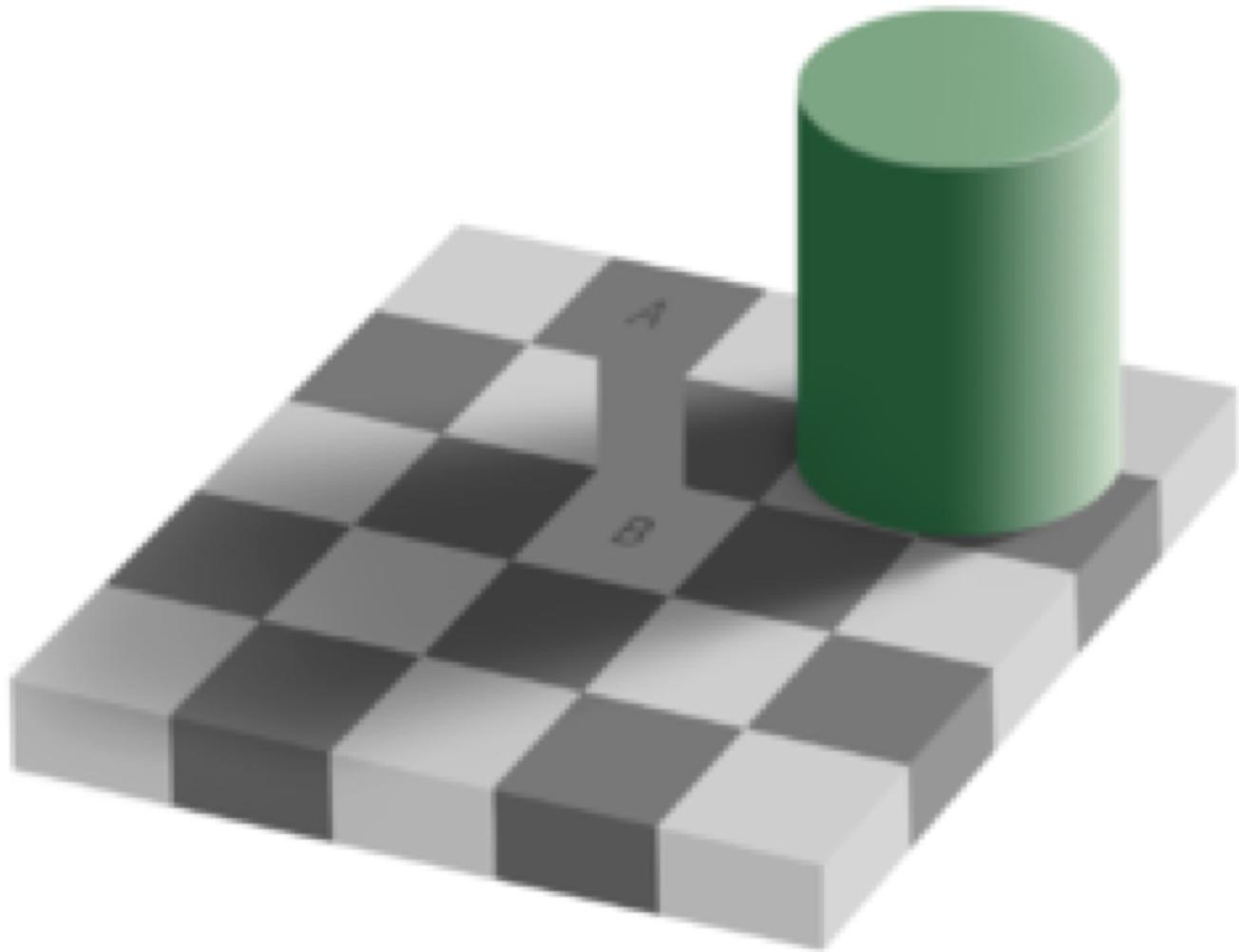




Illusion « Ombre sur échiquier » de Adelson

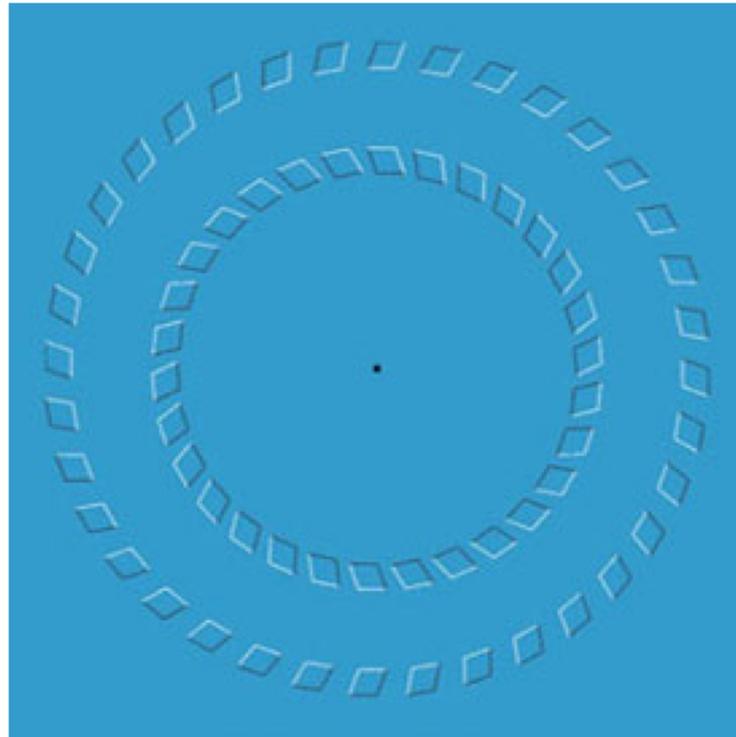


Illusion « Ombre sur échiquier » de Adelson



Illusion de mouvement

Certaines images peuvent donner l'illusion que leurs éléments bougent lorsque l'observateur se déplace légèrement par rapport à celle-ci. Pour l'image ci-contre par exemple, il faut fixer le point central et avancer la tête vers la figure pour voir les deux cercles faits de petits losanges se mettre à tourner en sens opposé.



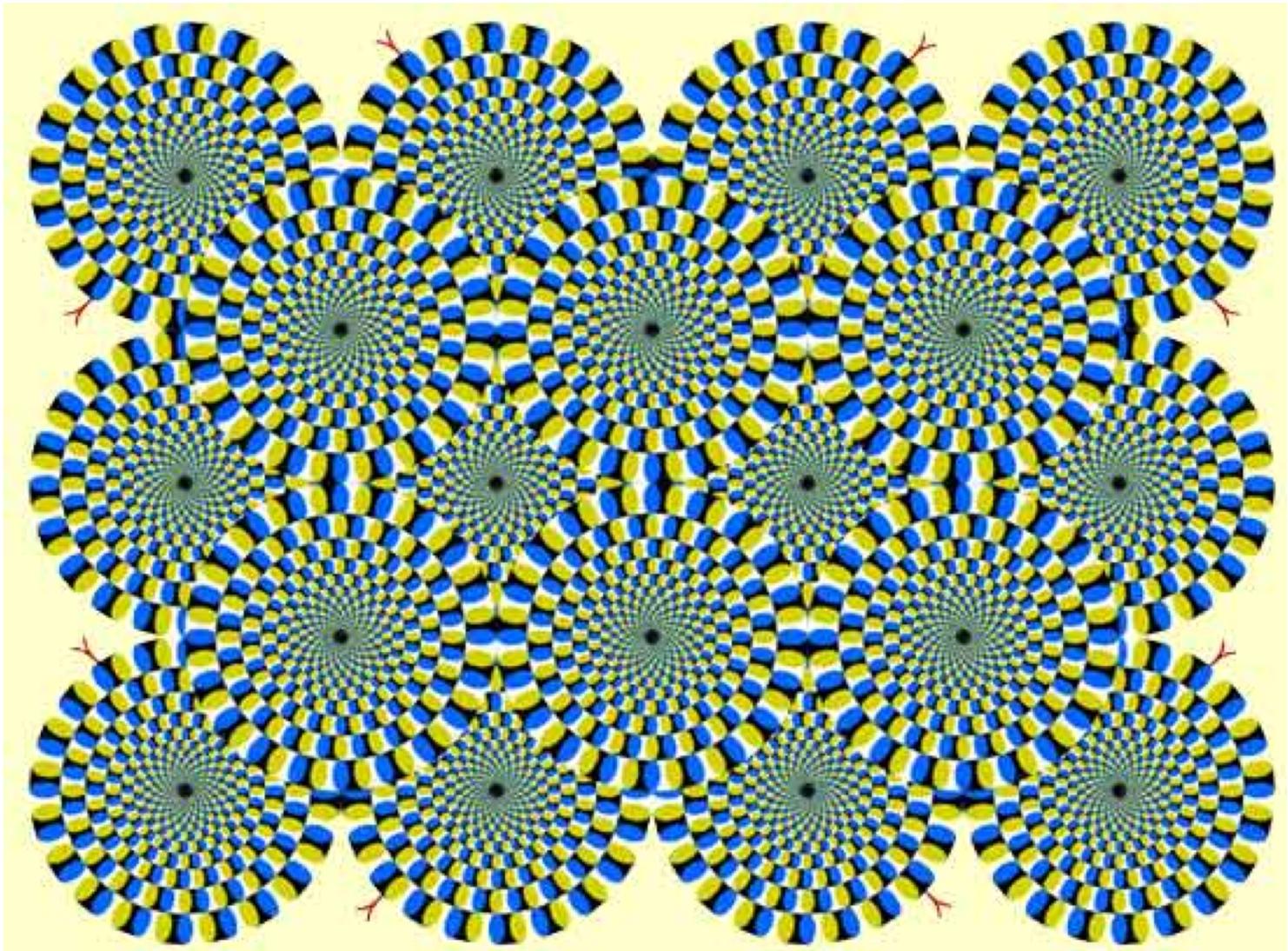
Illusions de mouvement



L'illusion de mouvement de certaines des roues de l'image ci-dessous se produit uniquement dans notre vision périphérique.

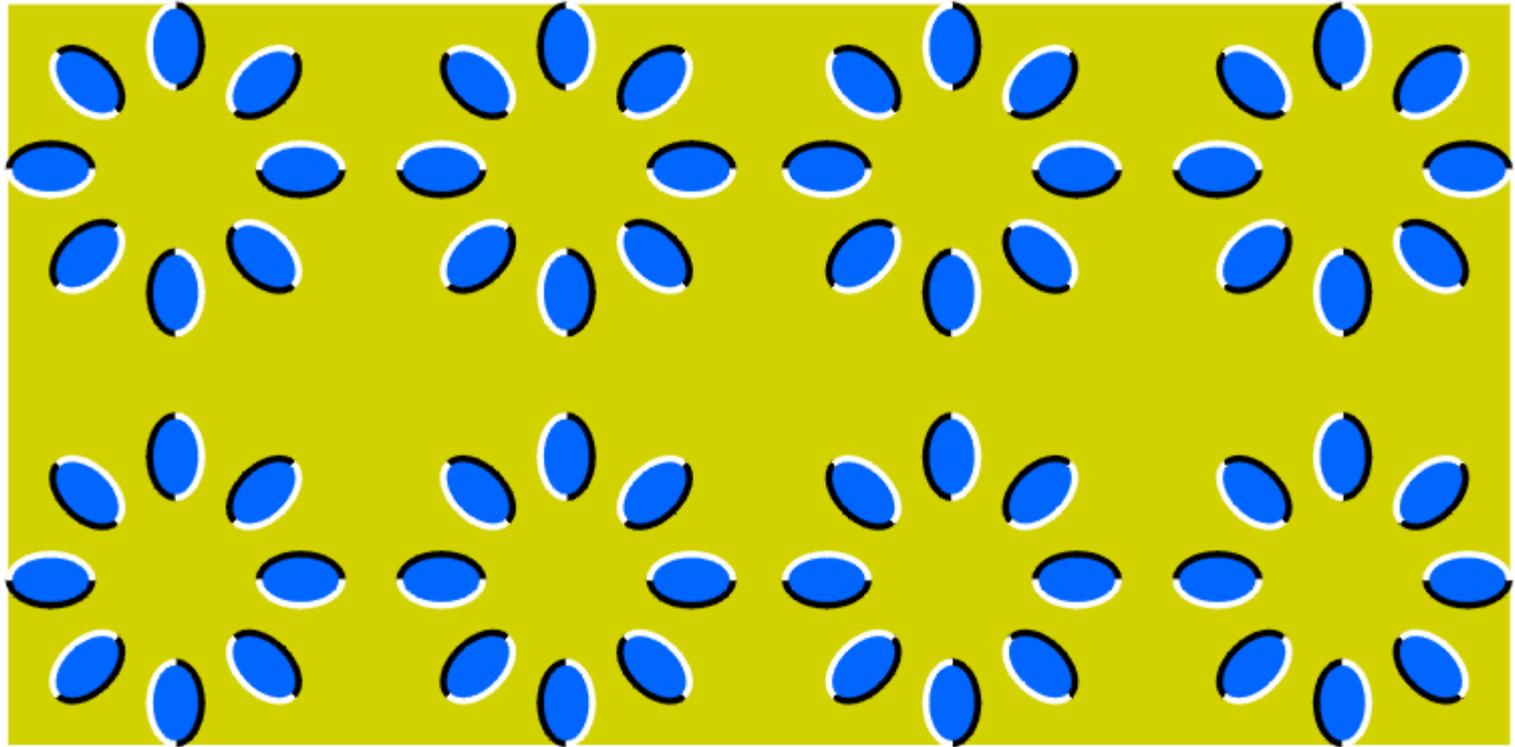
Sitôt qu'on fixe une roue, elle s'arrête de bouger, mais pas celles qui se retrouvent en périphérie par rapport à elle.

- Bien que cette illusion ne soit pas complètement expliquée, on sait que l'ordre dans lequel sont placées les quatre zones de couleur et de luminance différente est déterminant.
- Plus spécifiquement, le mouvement illusoire tend à se produire d'une région noire vers une région foncée adjacente mais de luminance plus élevée (ici le bleu) ou d'une région blanche vers une région adjacente colorée mais de moindre luminance (ici le jaune).

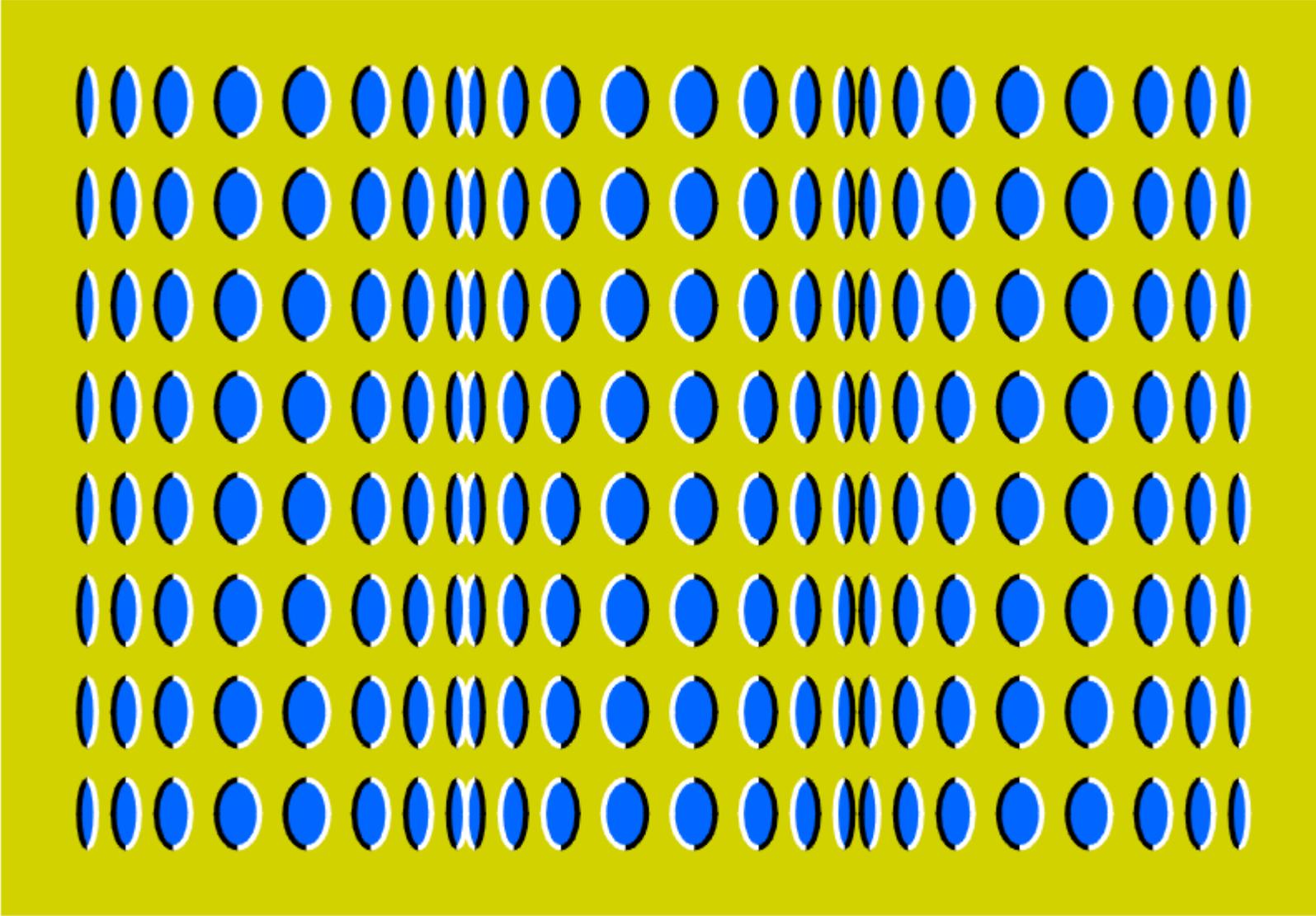


Source: Akiyoshi KITAOKA, Department of Psychology, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan

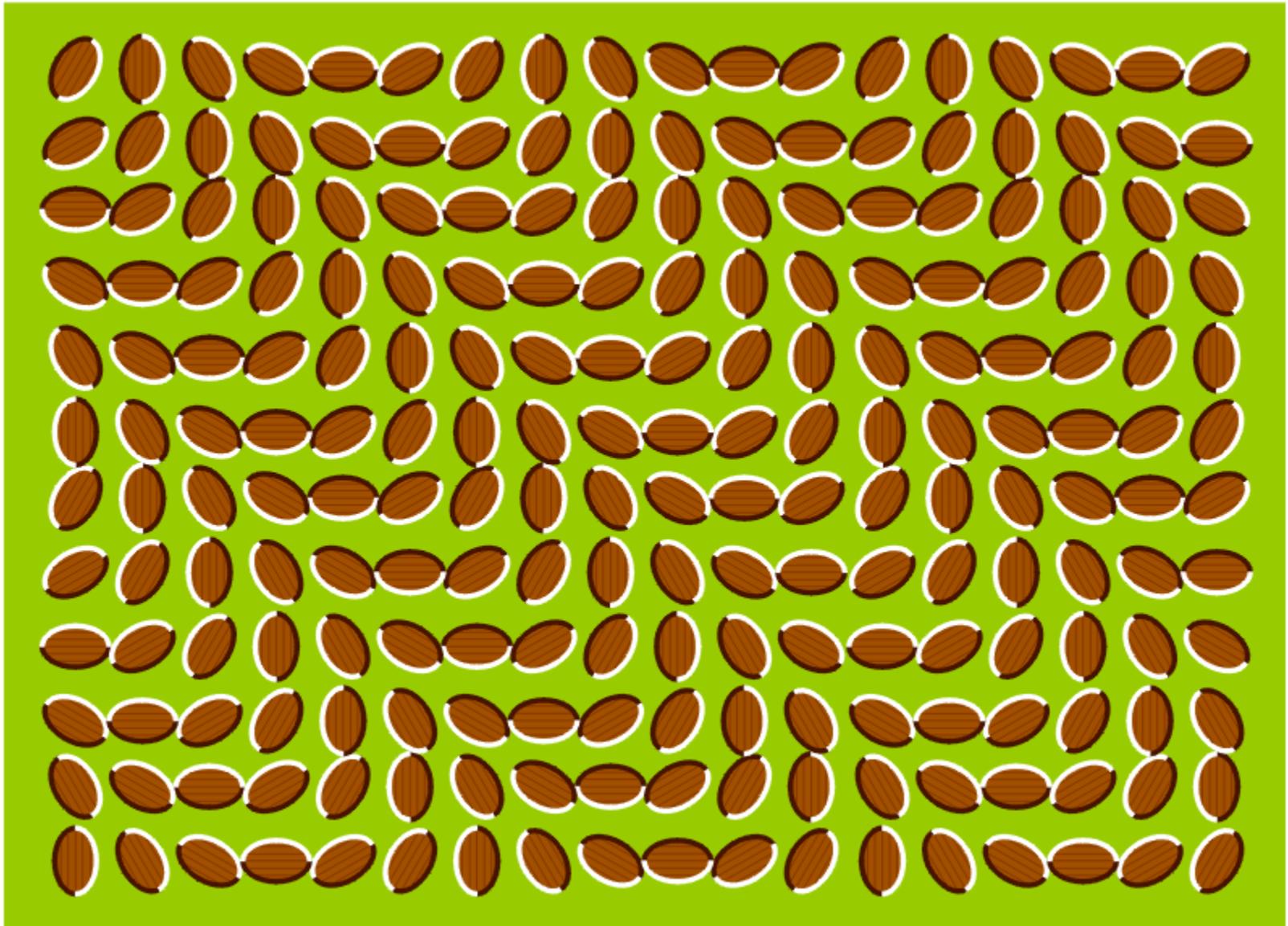
Illusion Examples



Illusion Example



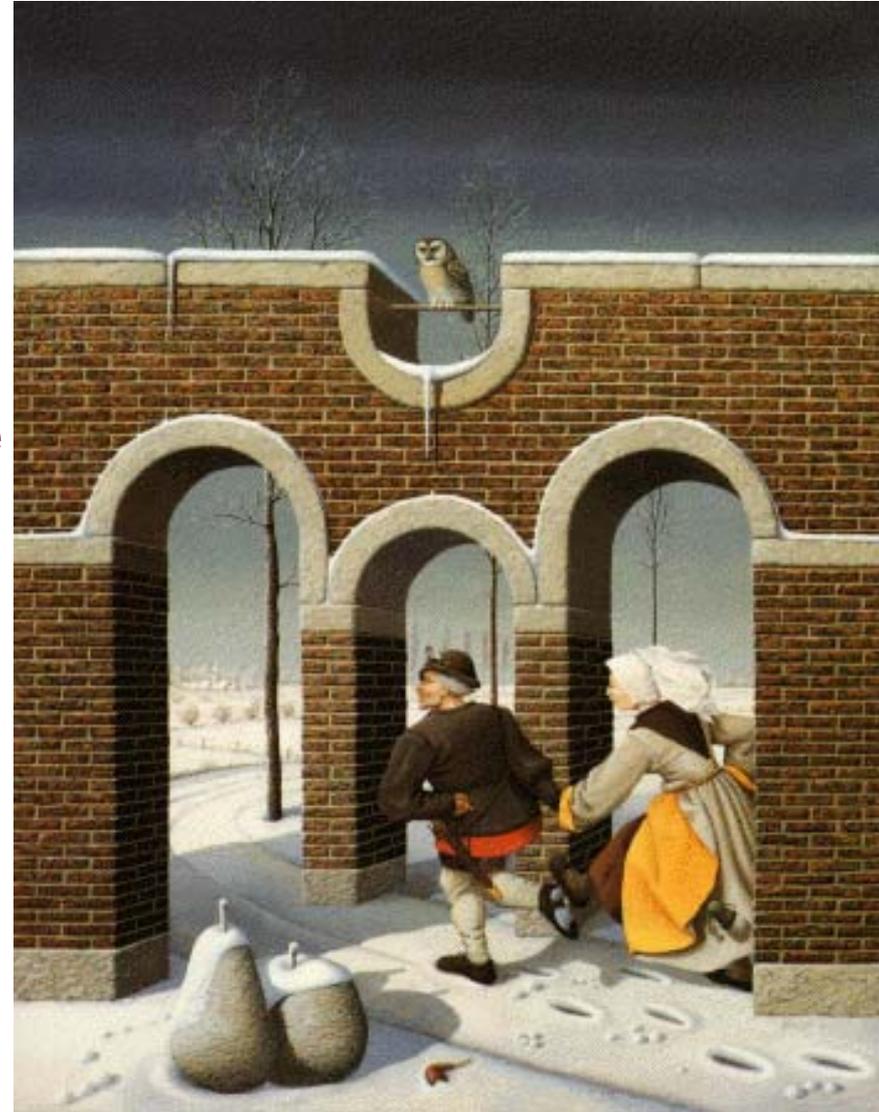
Illusion Example



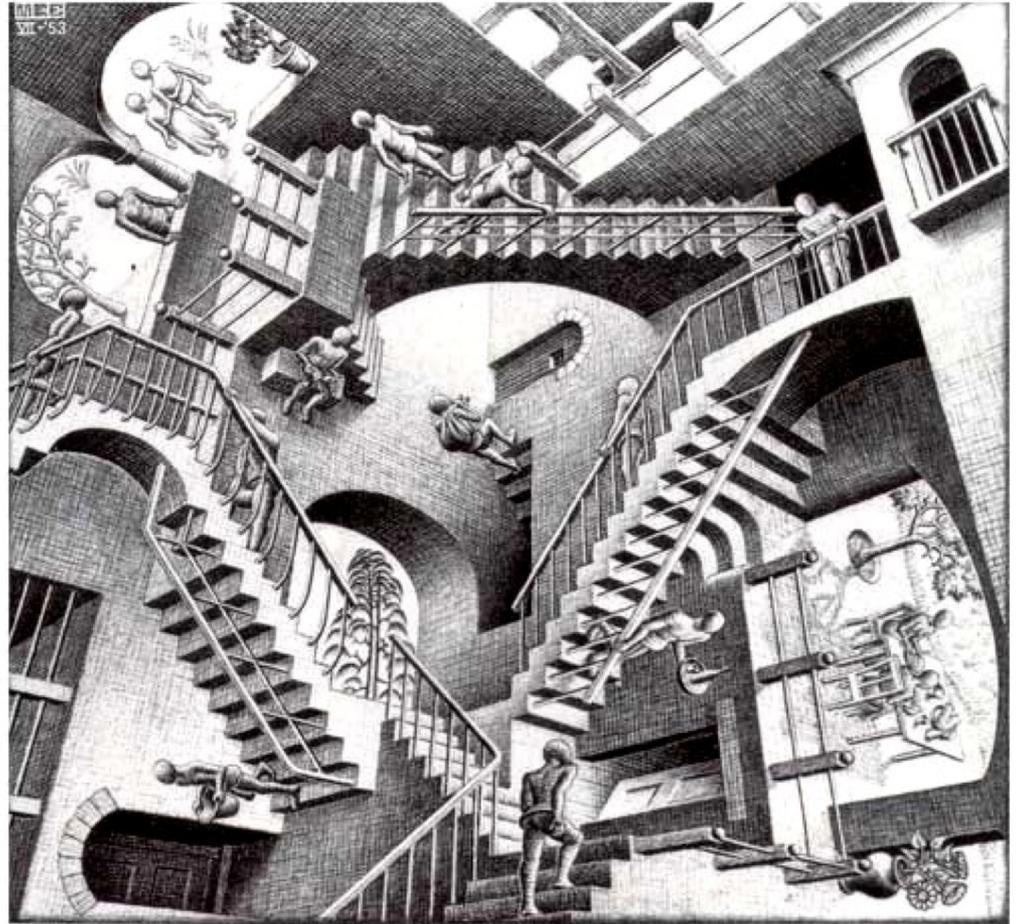
Illusions artistiques

Il s'agit d'un étrange monde, dans lequel l'image que l'on voit ne correspond pas à la représentation que peut s'en faire le cerveau.

Il se produit donc une impression étrange qu'a su exploiter à merveille le célèbre artiste hollandais **Maurits Cornelis Escher**.

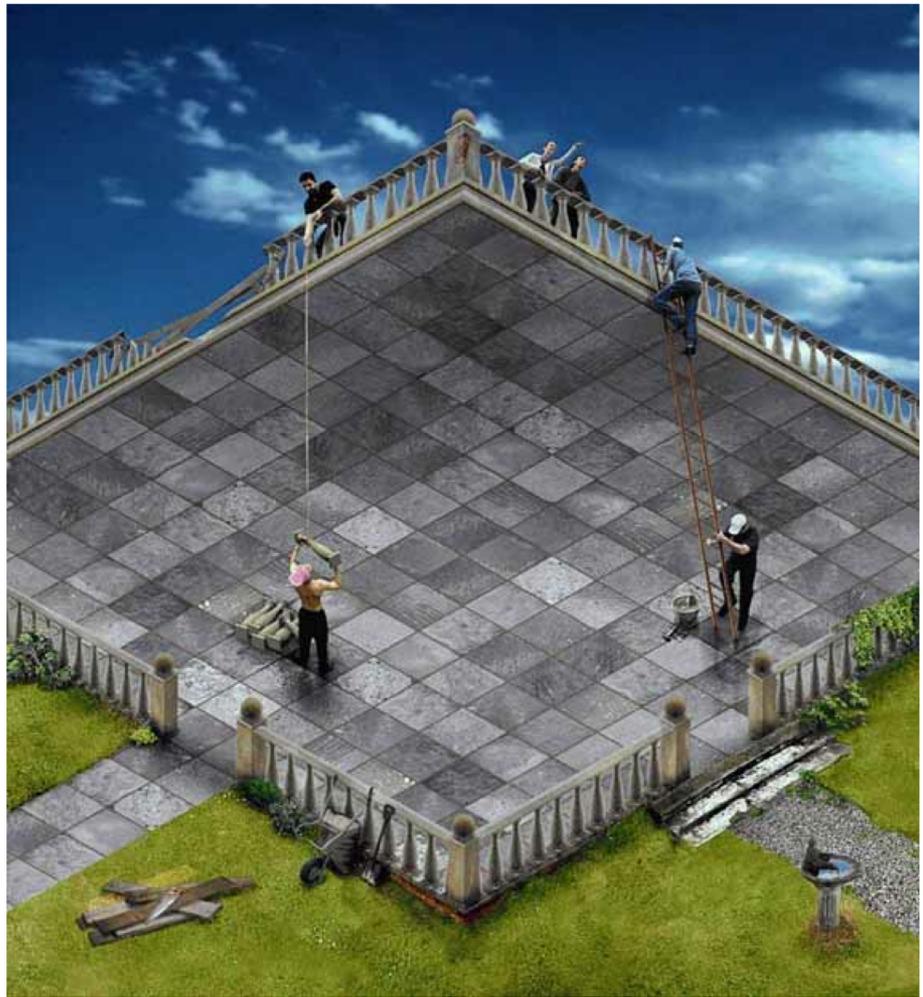


Maurits Cornelis Escher



Certaines sont construites en combinant deux dessins qui suscitent des interprétations incompatibles entres elles.

À la façon d'Escher



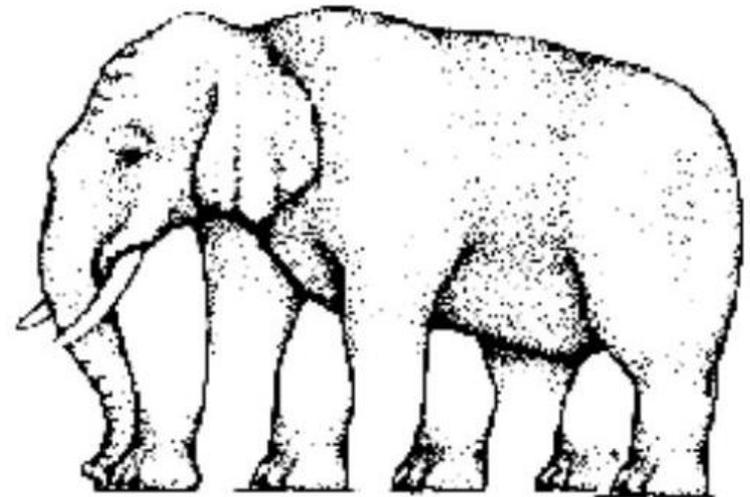
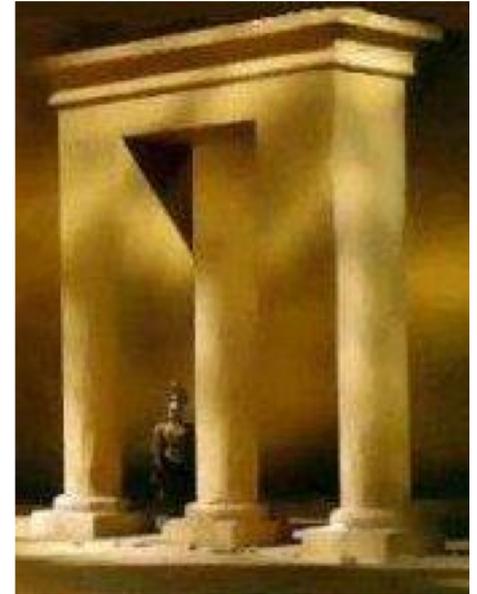
Deux points de vue incompatibles entre eux mis en relation de façon astucieuse.

Dessins impossibles

Des parties différentes de chacun des dessins suscitent des interprétations incompatibles entre elles.

Tous les objets de cette catégorie ne pourraient pas exister

Combien y a-t-il de colonnes, de pattes ?
Difficile à compter, n'est-ce pas



Illusions permanentes

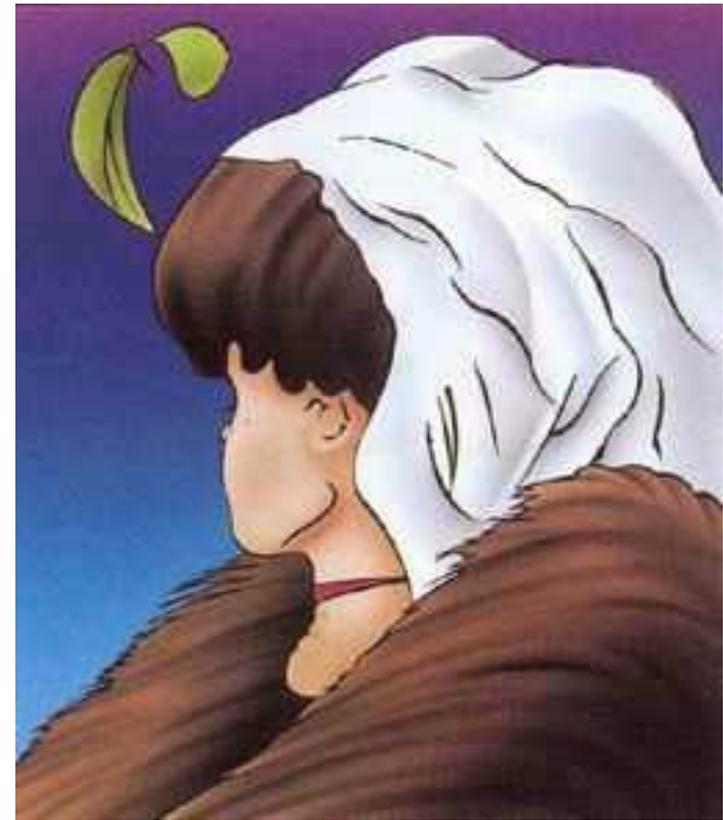
Ambiguïté

- chaque dessin donne lieu à au moins deux interprétations visuelles qui s'excluent mutuellement.

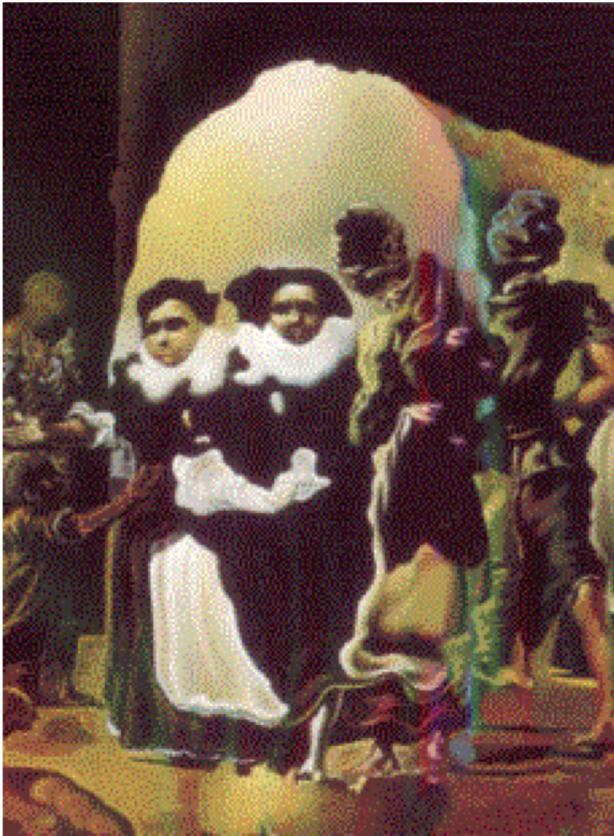
Pour vous aider :

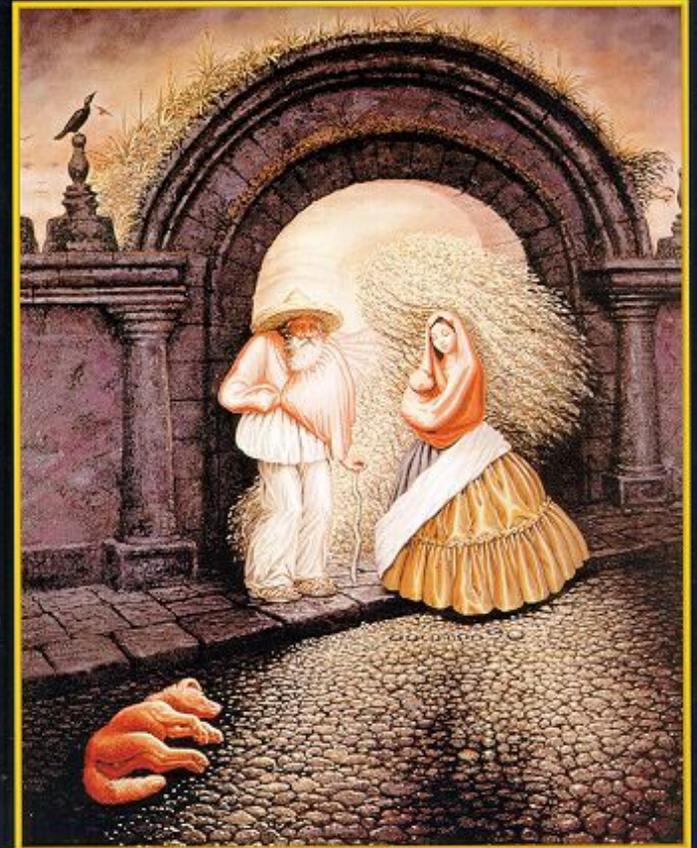
- Identifier les indices concernant les différentes interprétations
- l'observateur peut ensuite passer volontairement d'une interprétation à l'autre.

Il s'agit d'une illusion permanente, c'est-à-dire que l'image persiste.



Salvador Dalí.







Caractéristiques générales de la sensibilité visuelles

Les stimuli efficaces

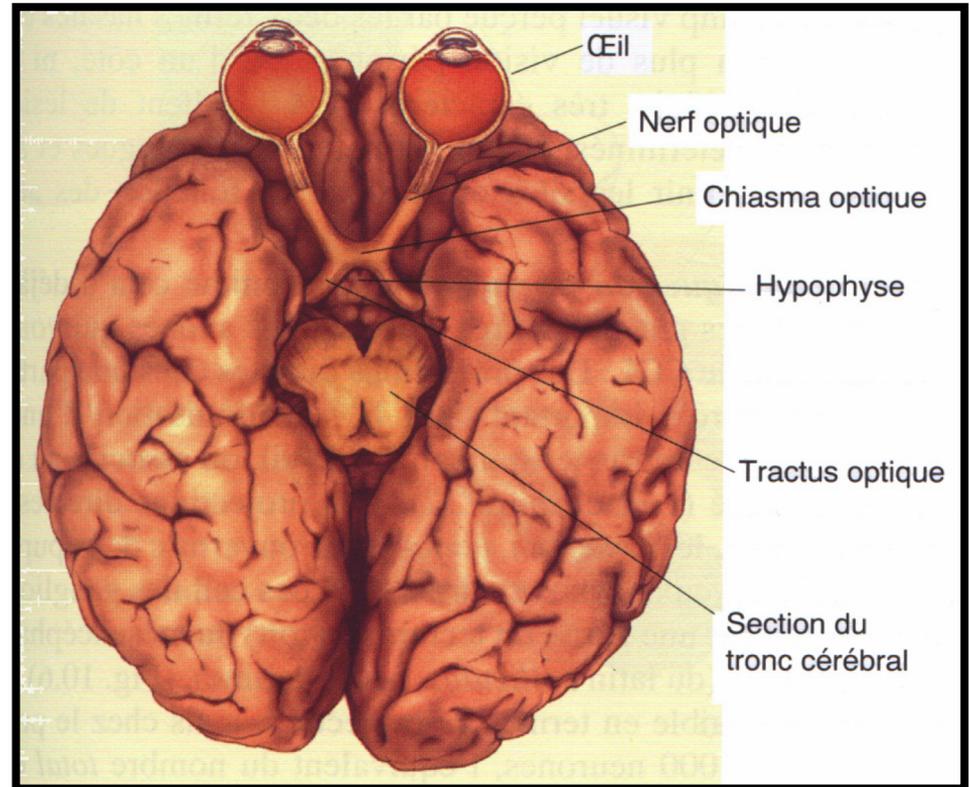
Les seuils de sensibilités

Adaptation à l'obscurité

Le champ visuel

L'acuité visuel

Résolution temporelle

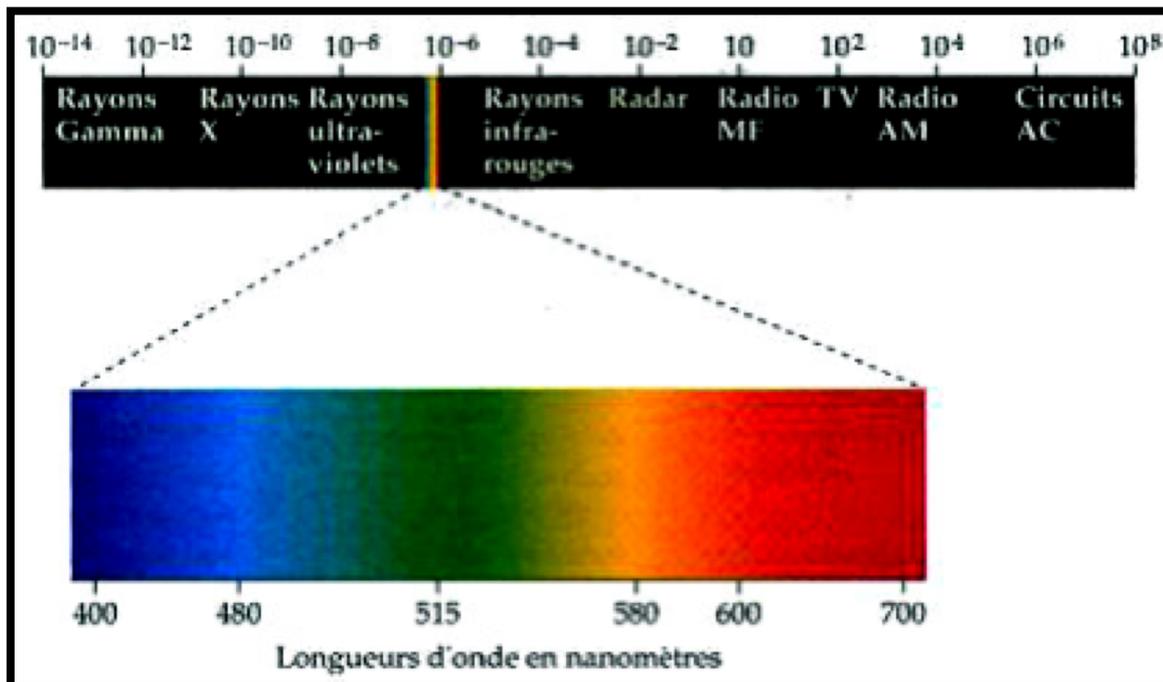


Les stimuli efficaces

Chaque radiation du spectre électromagnétique se caractérise par sa longueur d'onde (λ).

La lumière ne correspond qu'à une petite partie du spectre électromagnétique à laquelle l'œil est sensible.

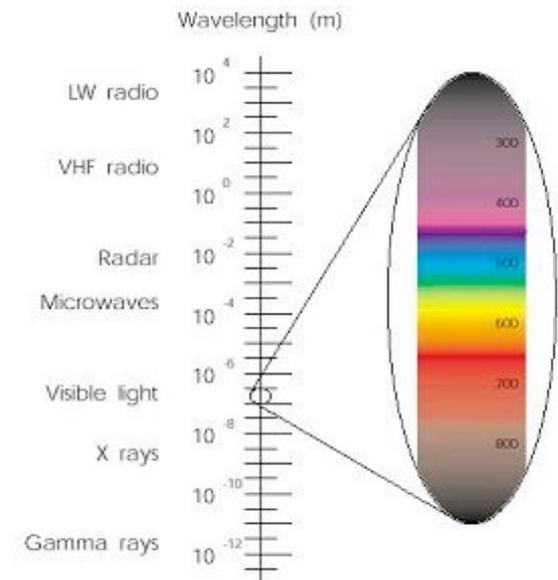
L'œil humain n'est sensible qu'aux longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nanomètres qui constituent donc le stimulus spécifique de la rétine.



Couleur et perception visuelle

Sensibilité spectrale de l'œil humain

- La couleur d'un objet est fonction de la composition de la lumière incidente aussi bien que de la nature de l'objet.
- Les corps paraissent colorés car ils absorbent une partie de la lumière et renvoie une autre partie.
- La définition de la couleur passe donc par celle de la lumière visible.



L'intensité lumineuse perçue dépend de la couleur

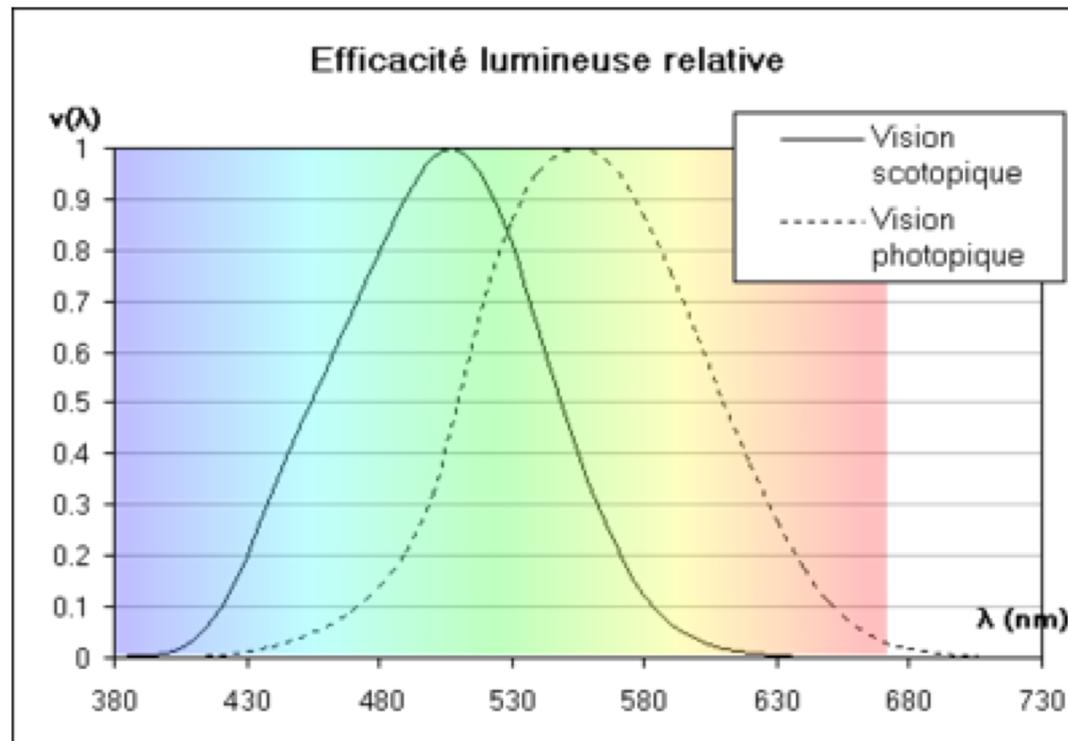
Le SVH n'est pas uniformément sensible aux rayonnements de toutes les longueurs d'ondes

Sa sensibilité culmine dans la zone jaune-vert et s'effondre près de l'infrarouge et de l'ultraviolet

- pour la longueur d'onde $\lambda = 555 \text{ nm}$

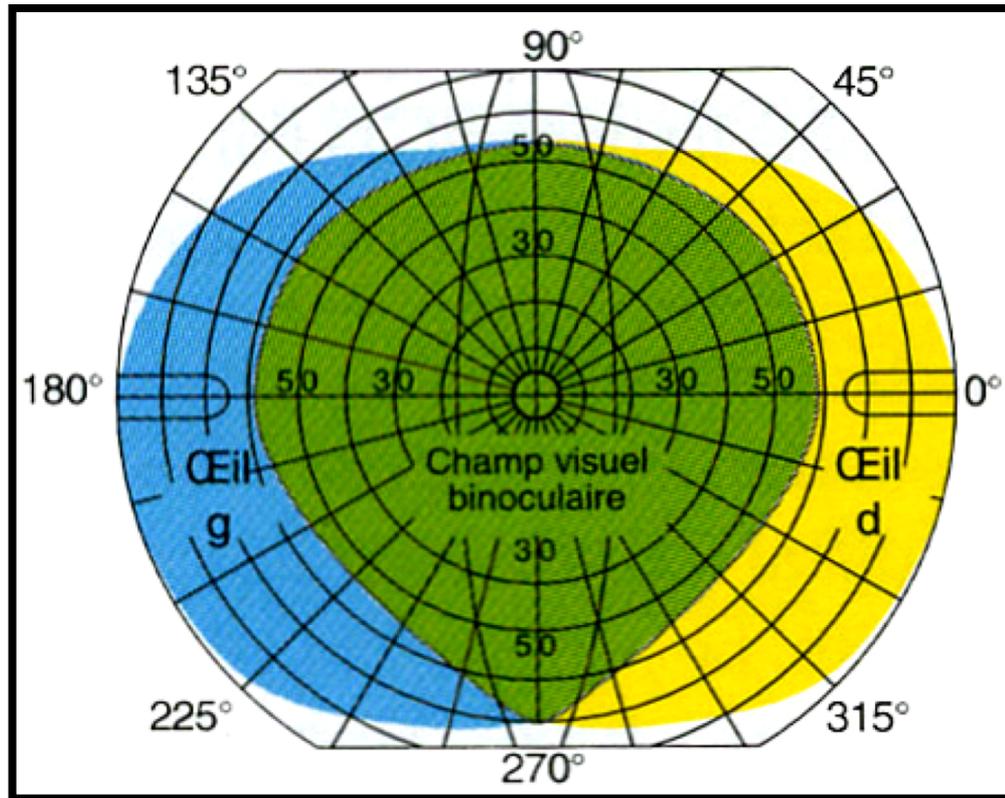
Fonction d'efficacité lumineuse

Le maximum de la fonction est situé vers 555 nm en éclairage photopique (diurne), mais se décale dans le bleu-vert aux environs de 500 nm en éclairage scotopique (nocturne)



Le champ visuel

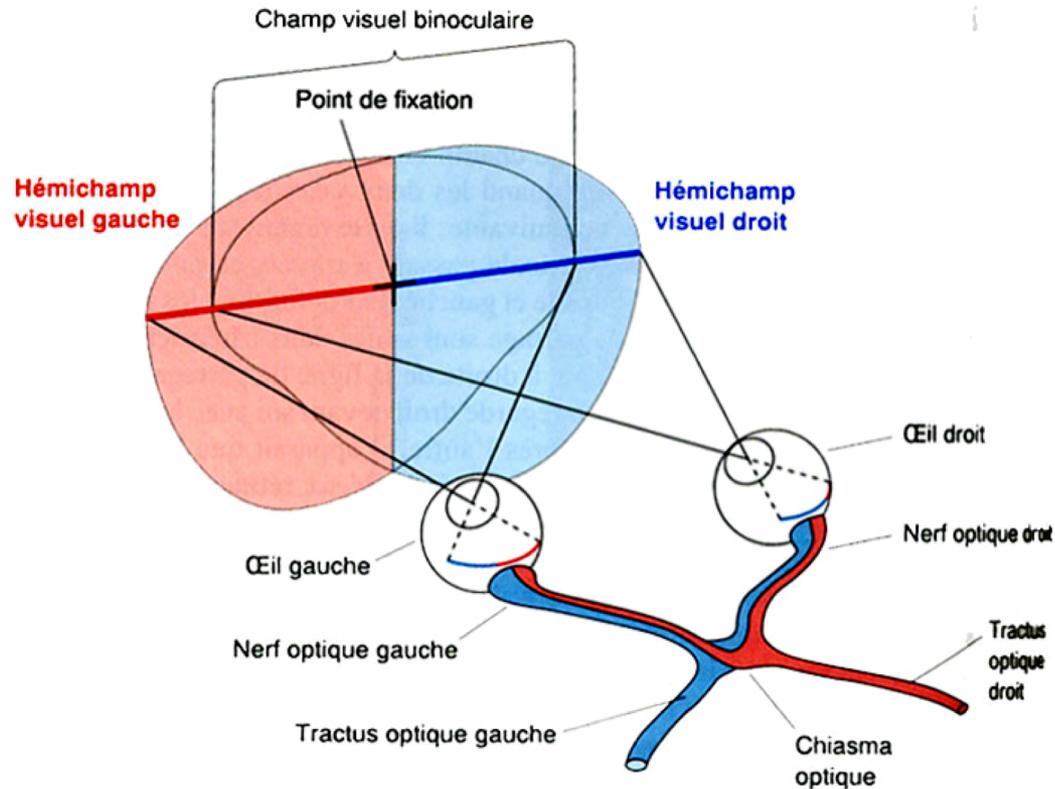
Le champ visuel est l'espace perceptible des 2 yeux
180° axe horizontal/ 120° axe vertical



Le champ visuel

Hémichamps et tractus optique

- Hémichamp droit: tractus optique gauche
- Hémichamp gauche : tractus optique droit



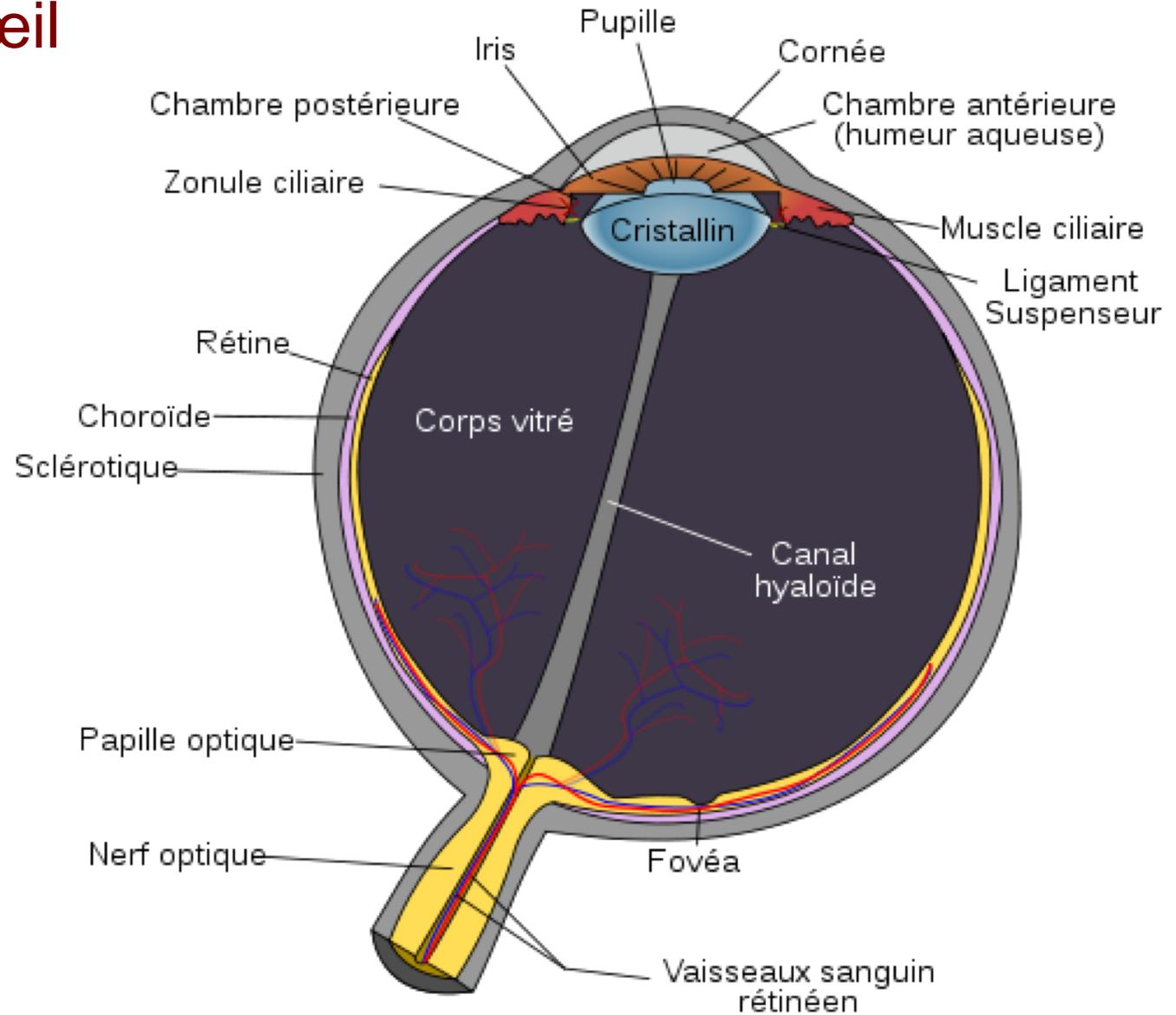
Résolution temporelle

Défilement d'images toutes les 45 ms, 22 à 25Hz

Structure de l'œil et son fonctionnement



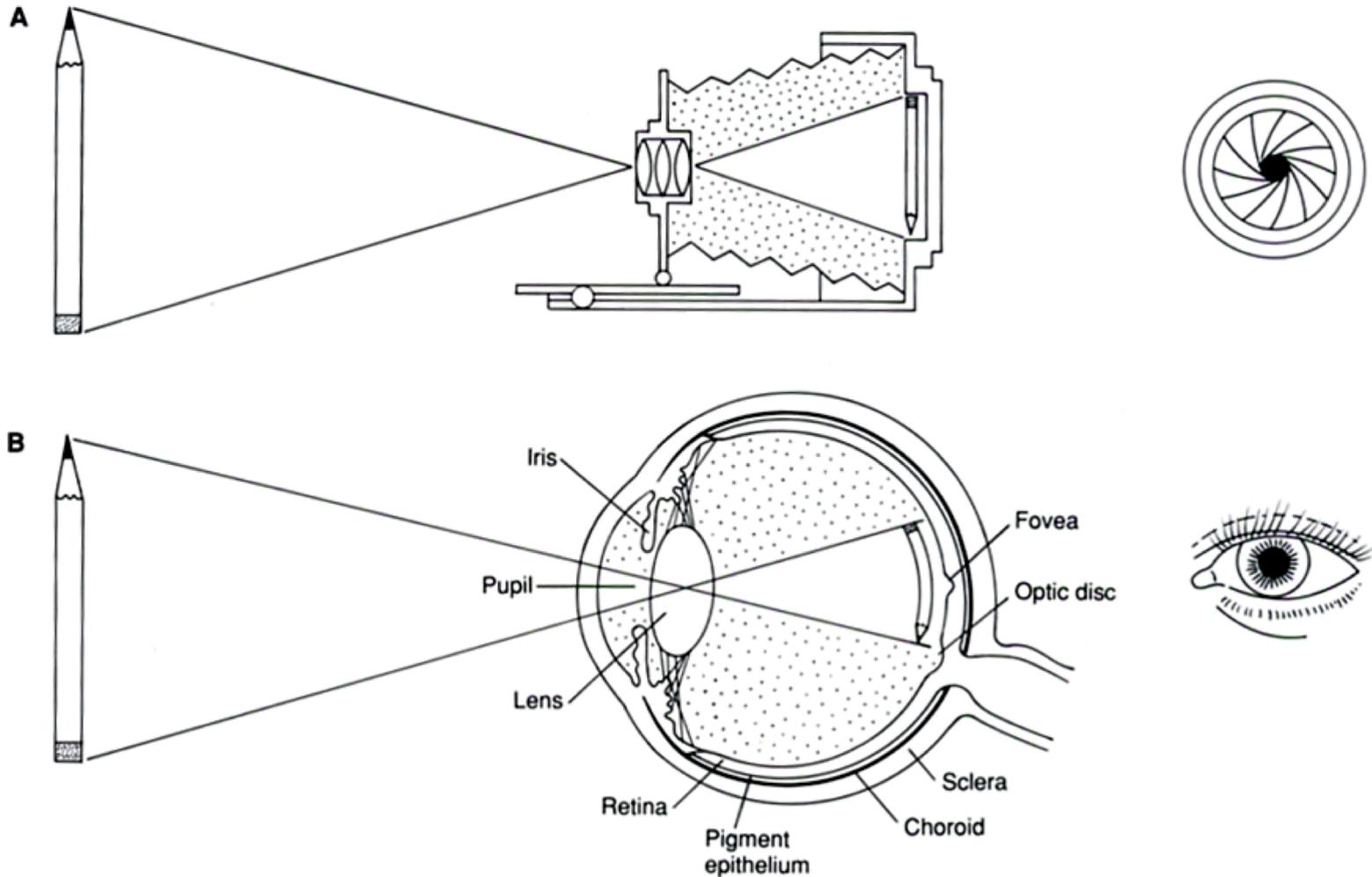
Structure de l'œil



Appareil photographique

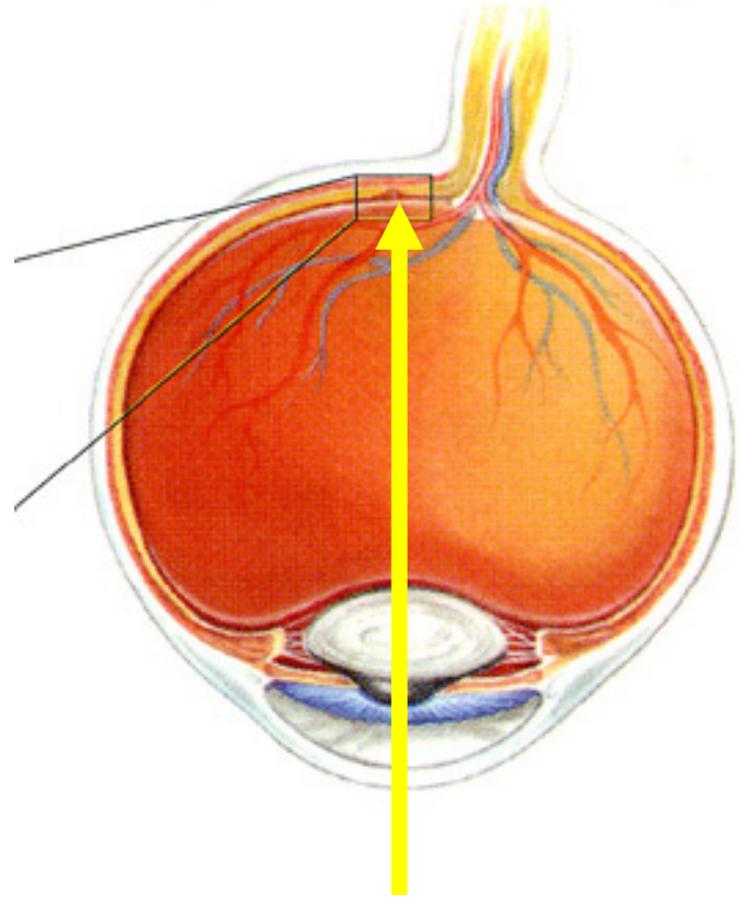
FIGURE 29-3

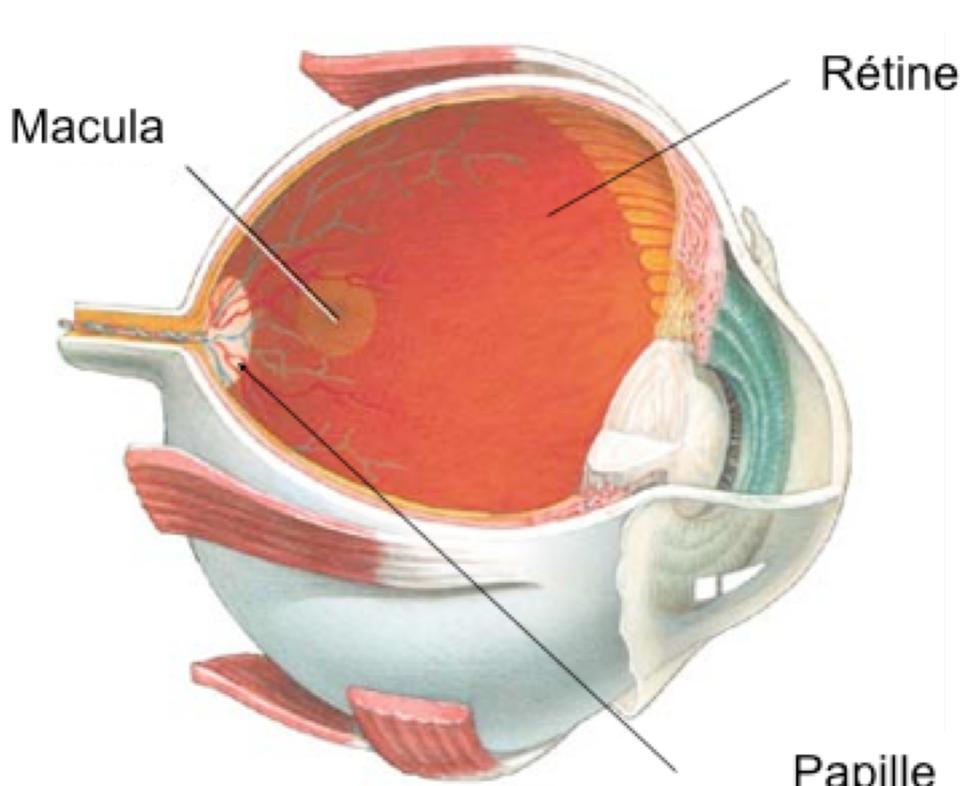
The lens of the eye projects an inverted image on the retina in the same way as a camera. (Adapted from Groves and Schlesinger, 1979.)



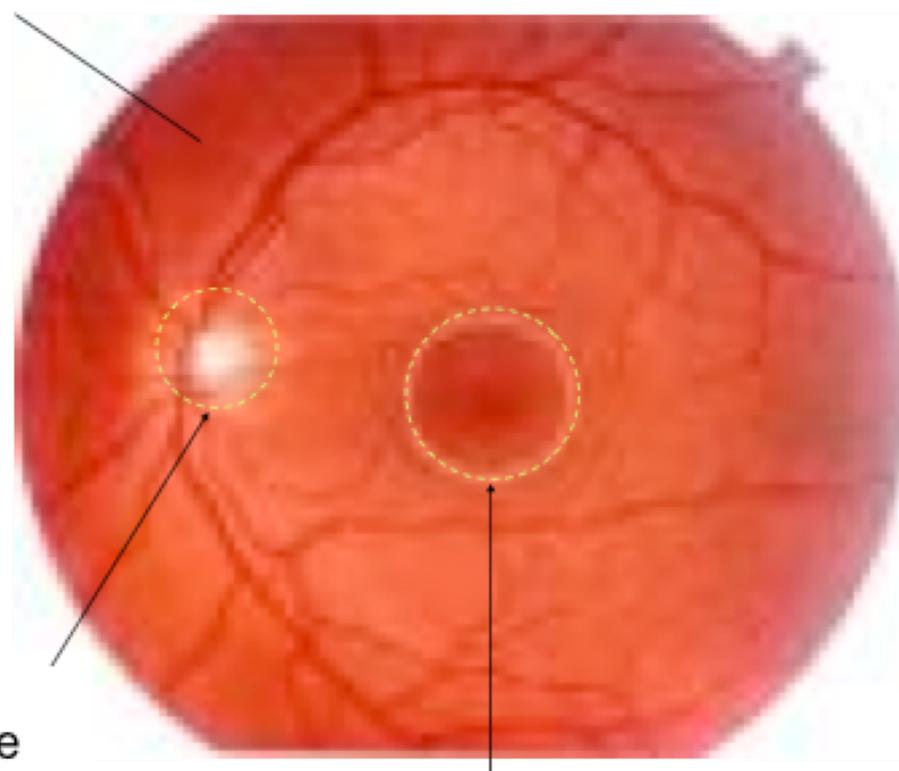
La rétine : une partie du cerveau

Lorsque notre regard fixe un objet, les rayons lumineux réfléchis par cet objet se focalisent sur une zone particulière de la rétine, la fovea (zone de netteté) qui est située au centre de la macula, région jaunâtre proche du centre de la rétine, mais légèrement décalée par rapport à l'axe optique de l'œil.





Fond d'œil



Papille
Nerf optique
« tâche aveugle »

Macula

- Macula :
- rétine centrale
 - acuité visuelle maximale
 - pas de vaisseaux
 - fovea au centre de la macula

Perception des couleurs, les cônes rétiniens

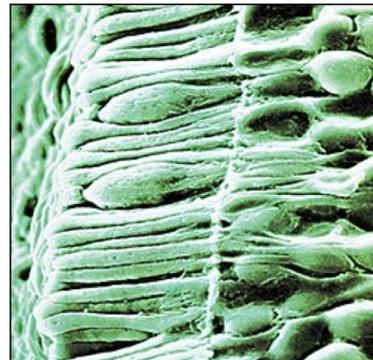
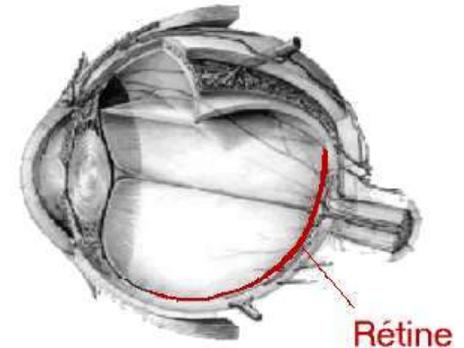
La rétine est tapissée de capteurs photosensibles : les cônes et les bâtonnets

Cônes

- sensibilité lumineuse faible
- 3 pigments colorés; sensibilité chromatique forte

Bâtonnets

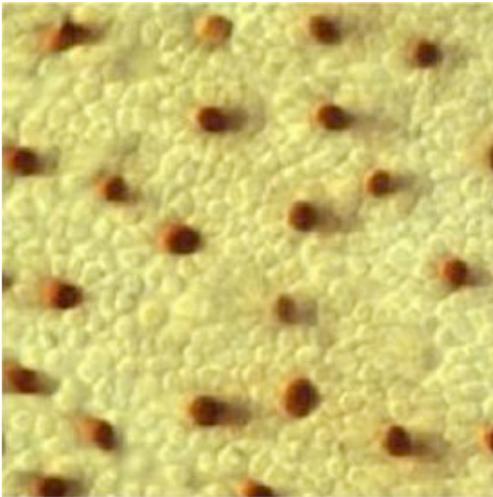
- sensibilité lumineuse forte, vision nocturne
- 1 seul pigment coloré; sensibilité chromatique faible



Cônes et bâtonnets

Peu nombreux, les **cônes** sont responsables de la vision haute résolution. A cet effet leur densité est importante dans la fovéa.

Moins sensibles à la lumière que les bâtonnets, ils fonctionnent en vision diurne (jour) mais peuvent s'adapter très rapidement à des changements d'intensité.

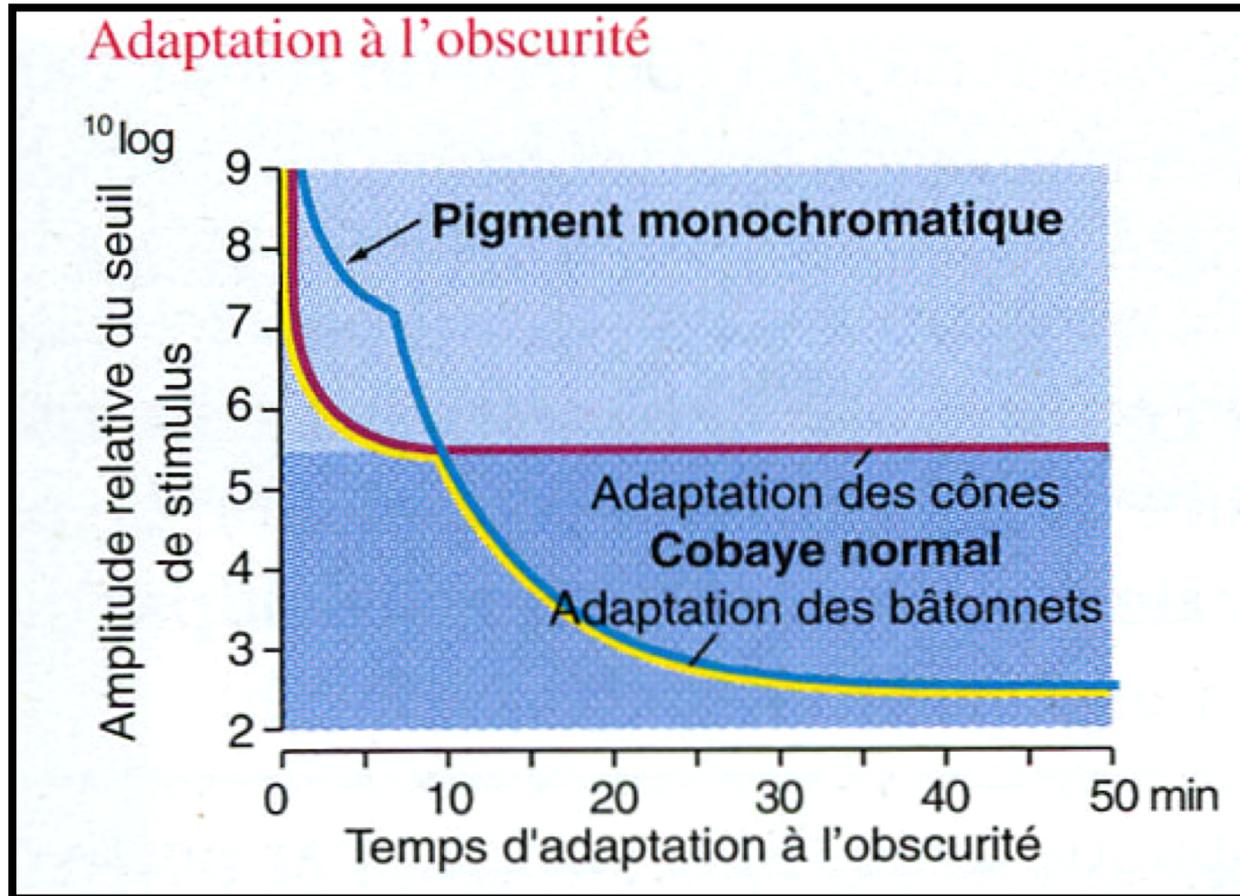


Les **bâtonnets** sont très nombreux et plus sensibles à la lumière que les cônes. Ils sont responsables de la vision nocturne, leur temps d'adaptation aux changements de conditions est par contre beaucoup plus long.

Avec un seul type de pigment, ils ne peuvent distinguer les couleurs. De par leur répartition hors de la fovéa, ils sont responsables de notre vision périphérique.

Adaptation à l'obscurité

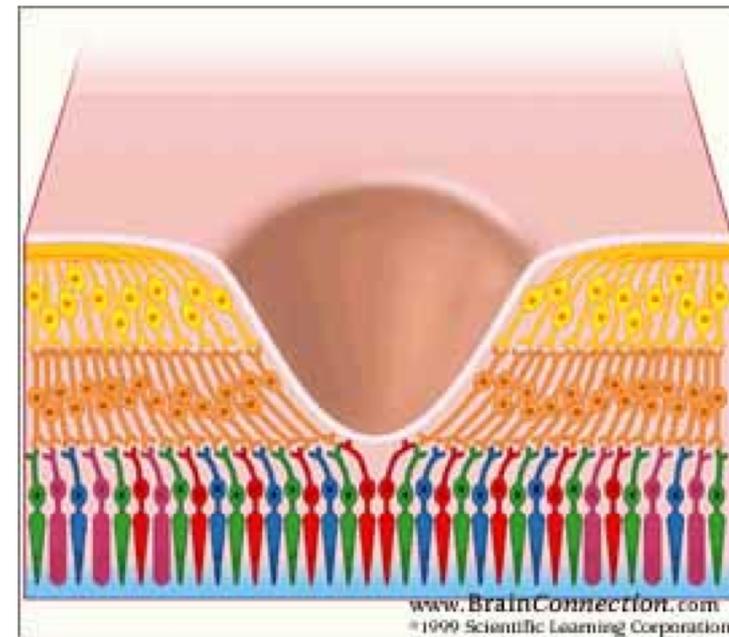
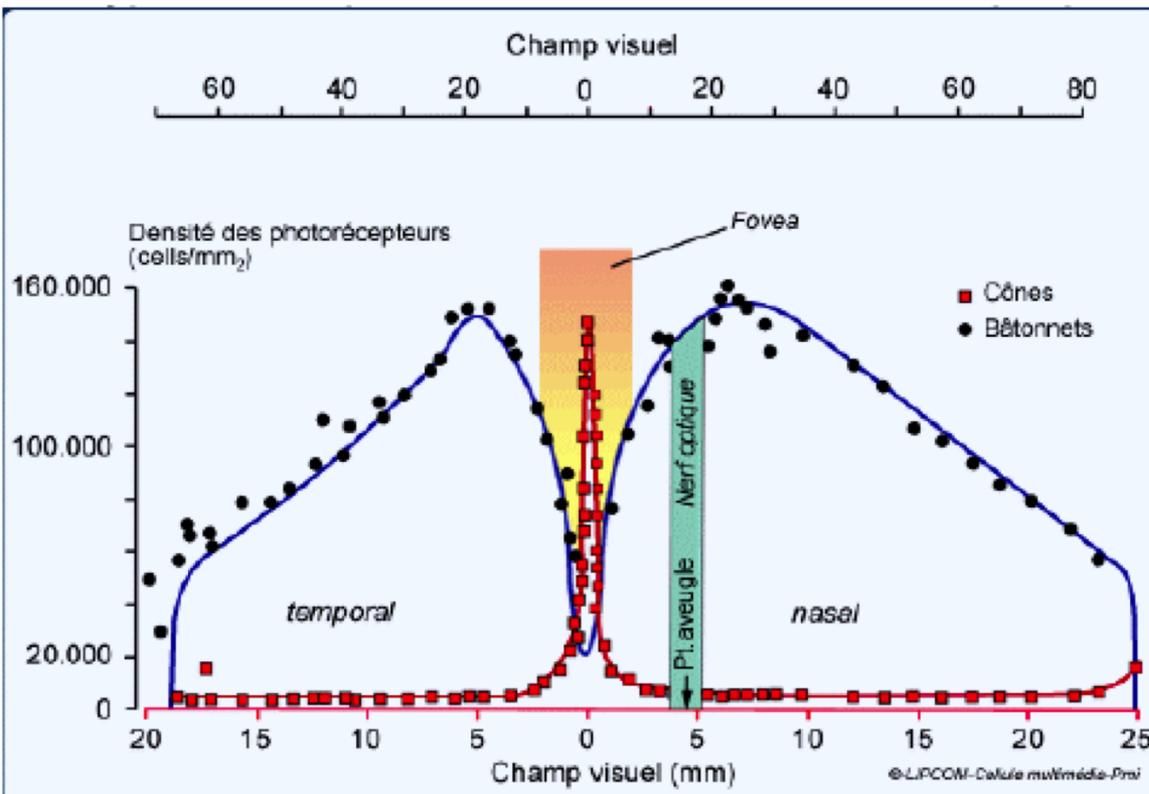
Plus on reste longtemps à l'obscurité, plus le seuil diminue



Cônes et bâtonnets

La rétine possède environ 4 millions de cônes pour un peu plus de 100 millions de bâtonnets.

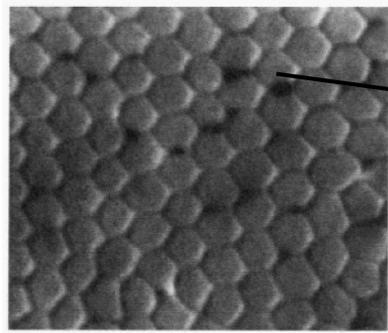
La fovea se distingue par une concentration maximale de cônes pour une très faible concentration en bâtonnets. Il existe même une zone au centre de la fovea dans laquelle il n'y a que des cônes, la foveola.



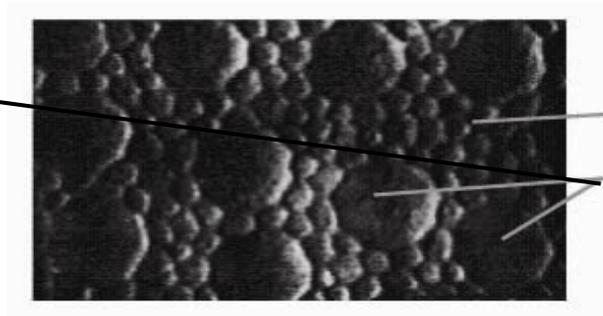
Cônes et bâtonnets

Les segments externes contiennent une membrane photosensible garnie de pigments, qui sont des molécules capables d'absorber la lumière.

Les bâtonnets contiennent un pigment rouge (la rhodopsine) mais qui blanchit à la lumière du jour.



à la fovea



à la périphérie

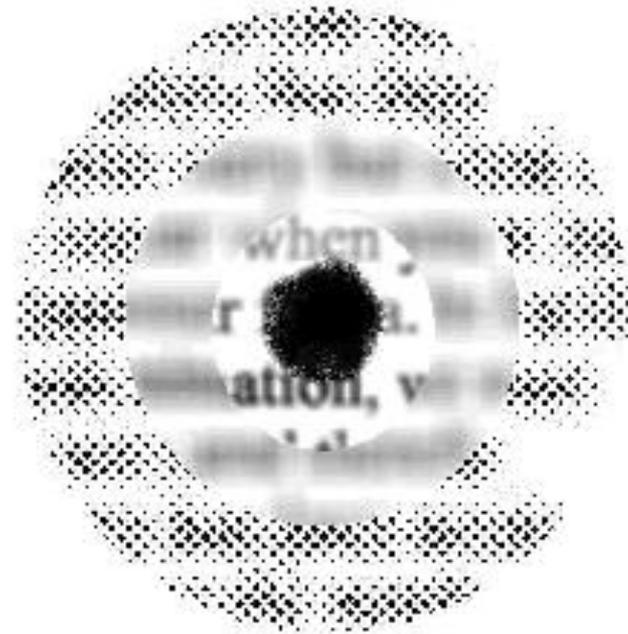
bâtonnets
cônes

Cônes et bâtonnets : ce que voit la rétine ?

Le jour

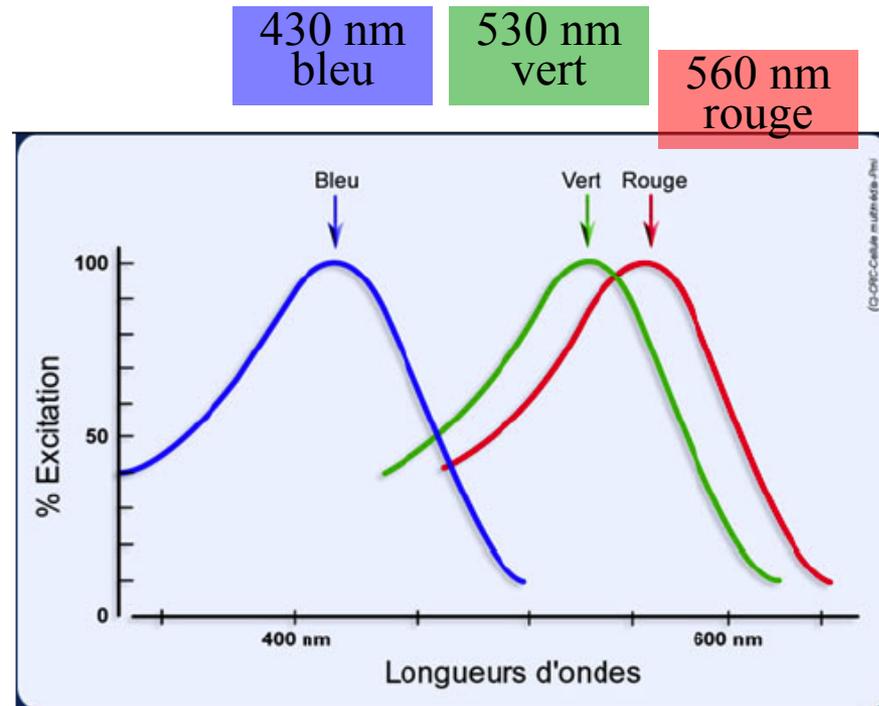
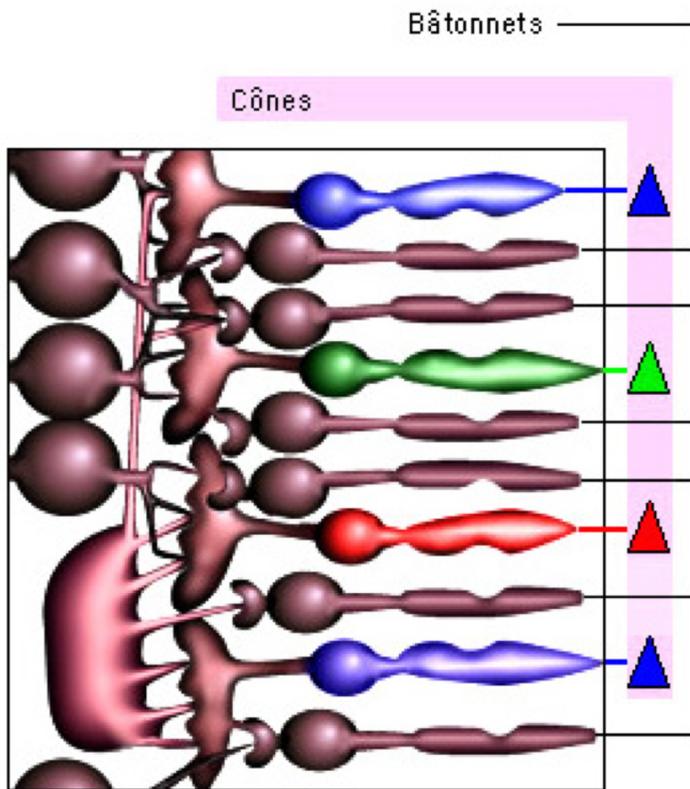


La nuit



Perception des couleurs, les cônes rétinien

Les cônes contiennent un pigment parmi 3 types possibles (cyanolabe, chlorolabe et erythrolabe), dont le maximum d'absorption se situe dans des valeurs différentes du spectre visible.



3 types de cônes

Les bâtonnets

Il est possible de mesurer le signal électrique produit par un bâtonnet lorsqu'il absorbe 1 photon ! Toutefois, même en pleine obscurité, on observe un signal électrique comparable à un bruit thermique. La sensibilité du bâtonnet est limitée par ce phénomène.

A l'inverse, en vision diurne, les bâtonnets sont saturés.

Les mouvements ou les variations rapides de luminance sont détectés par les cônes : la réponse d'un cône est 4 fois plus rapide que celle d'un bâtonnet. Mais le signal produit par l'absorption des photons par un cône est environ 100 fois plus faible que par un bâtonnet.

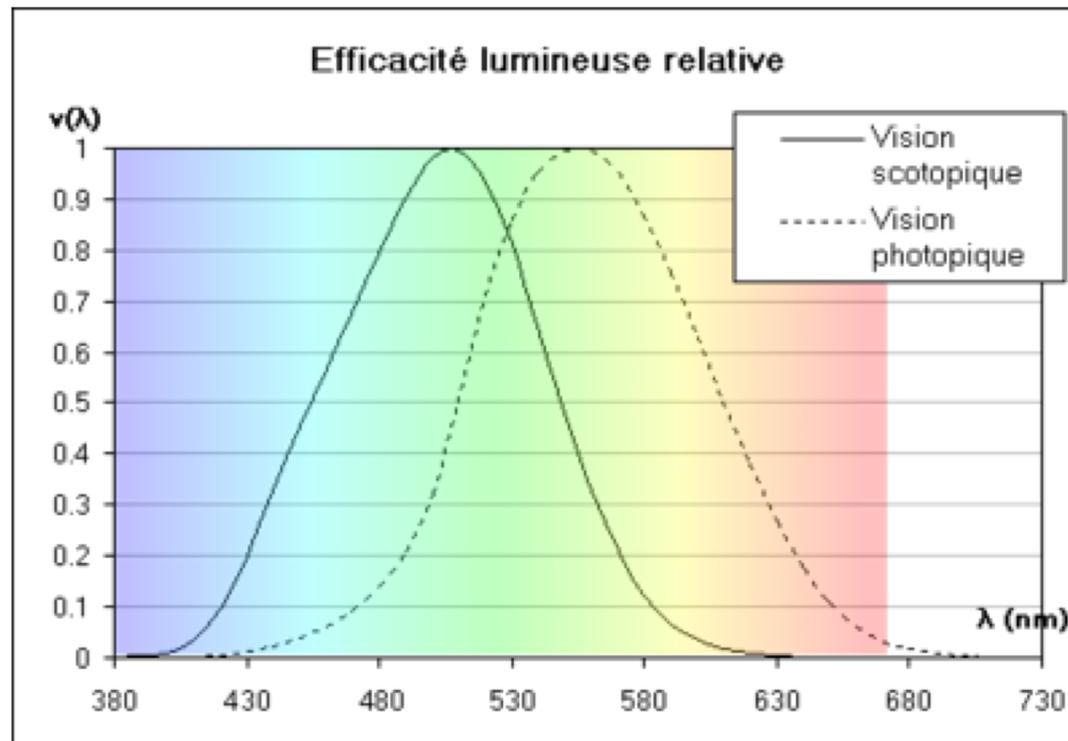
Notre système visuel fait ainsi un compromis entre sensibilité et résolution temporelle. (penser au passage du jour l'été à une pièce sombre)



Crédit Pierre Courtellemont

Fonction d'efficacité lumineuse

Le maximum de la fonction est situé vers 555 nm en éclairage photopique (diurne), mais se décale dans le bleu-vert aux environs de 500 nm en éclairage scotopique (nocturne)



Et comment le cerveau organise-t-il tout cela ?

Vision pré-attentive

Comment le système visuel humain analyse t-il les « images » ?

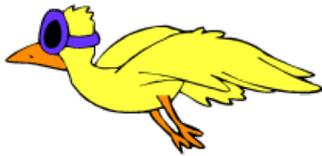
- Certaines tâches semblent pouvoir être réalisées de manière pré-attentive, sans besoin de focalisation
- Généralement moins de 200-250 msec (le mouvement des yeux requière 200 msec)
- Le système bas niveau semble pouvoir effectuer plusieurs tâches en parallèle

Le système visuel humain

77

Capacité à résoudre des problèmes très complexes

Classifier...



- Combien d'arbres ? De singes ? D'oiseaux ?

Combien de 3 ?

1281768756138976546984506985604982826762
9809858458224509856458945098450980943585
9091030209905959595772564675050678904567
8845789809821677654876364908560912949686

Combien de 3 ?

12817687561**3**8976546984506985604982826762
980985845822450985645894509845098094**3**585
90910**3**0209905959595772564675050678904567
8845789809821677654876**3**64908560912949686

Vision pré-attentive : Quel genre de tâche ?

Détection de cible

- il y a t-il quelque chose ici ?

Détection de frontières

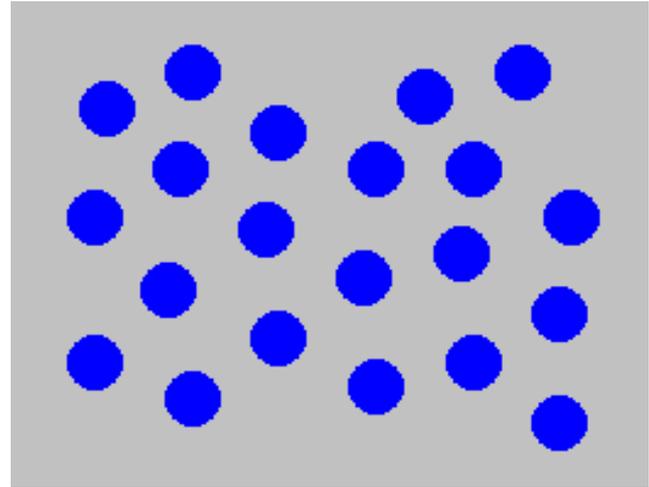
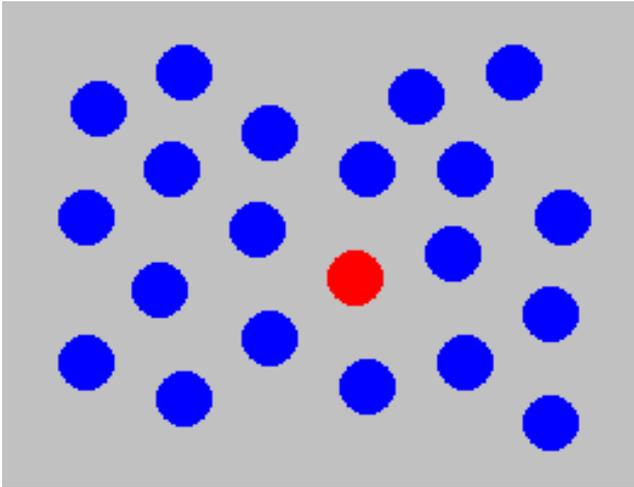
- Les éléments peuvent-ils être groupés ?

Compter

- Combien d'éléments d'un certain type sont-ils présents ?

Teinte (HUE)

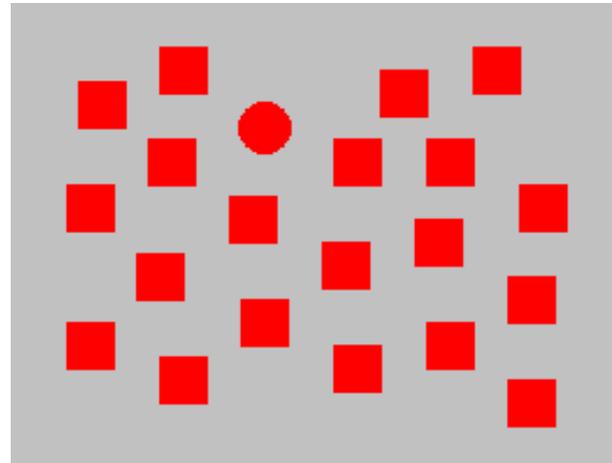
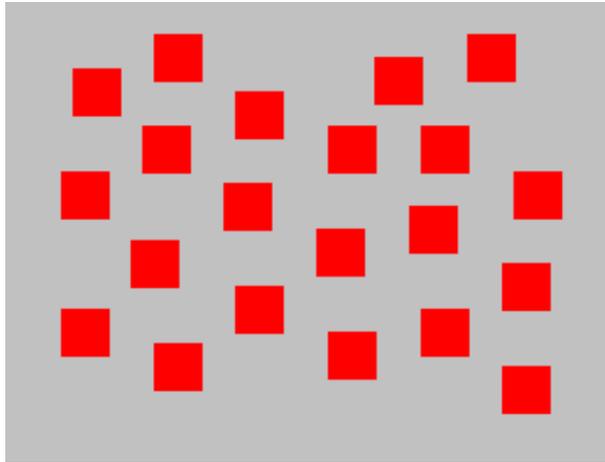
Un cercle rouge est il présent ?



Peut être fait rapidement de manière pré-attentive par la plupart des gens

Forme

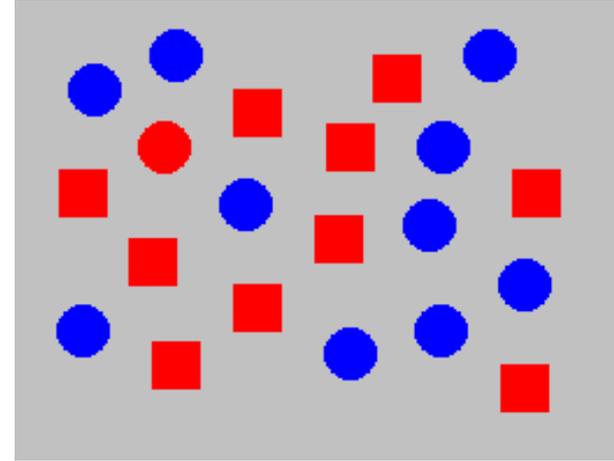
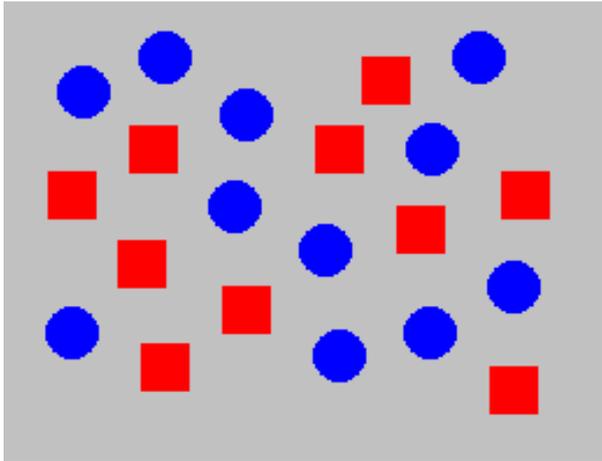
Un cercle rouge est-il présent ?



Peut être fait rapidement de manière pré-attentive par la plupart des gens

Teinte et forme

Un cercle rouge est-il présent ?



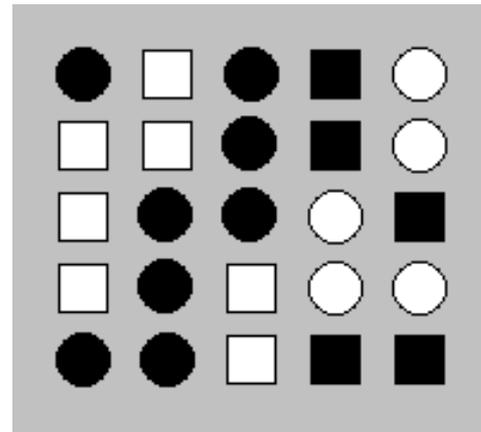
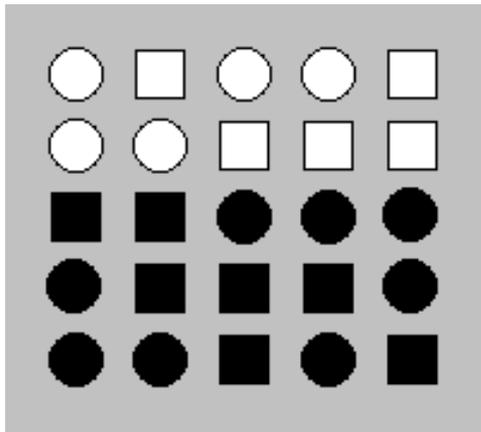
Ne peut pas être fait de manière pré-attentive

Nous devons faire une recherche séquentielle

La présence simultanée de différente forme et couleur en est la cause

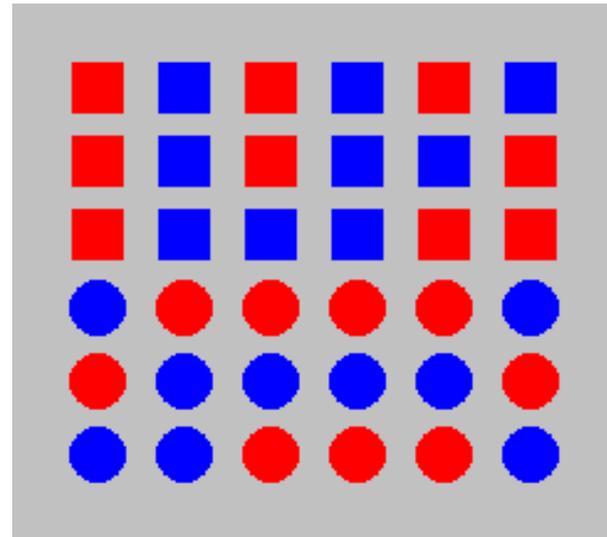
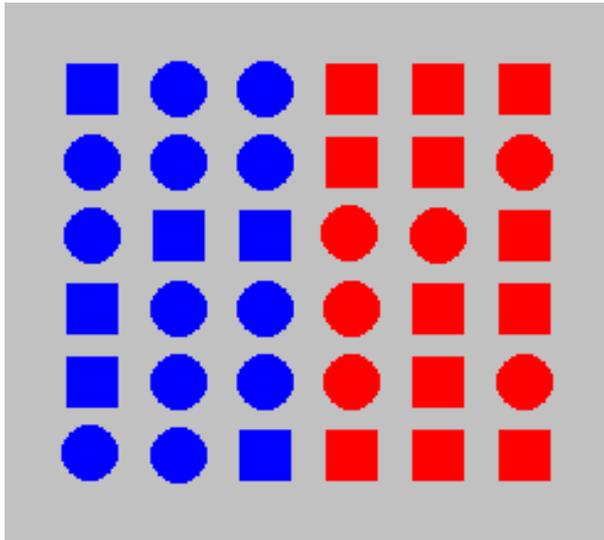
Mélange et forme

Il y a t-il une frontière ?



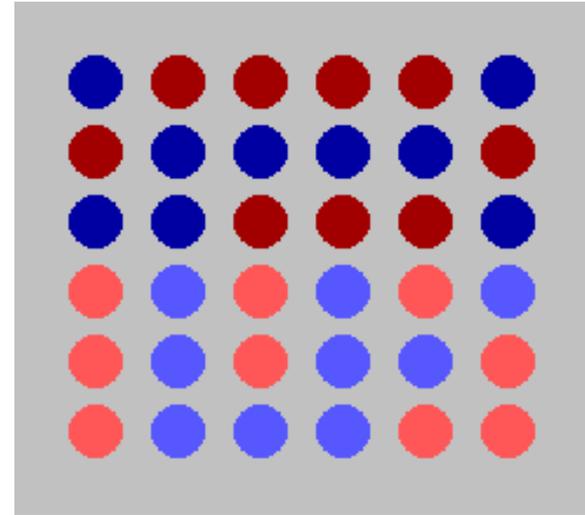
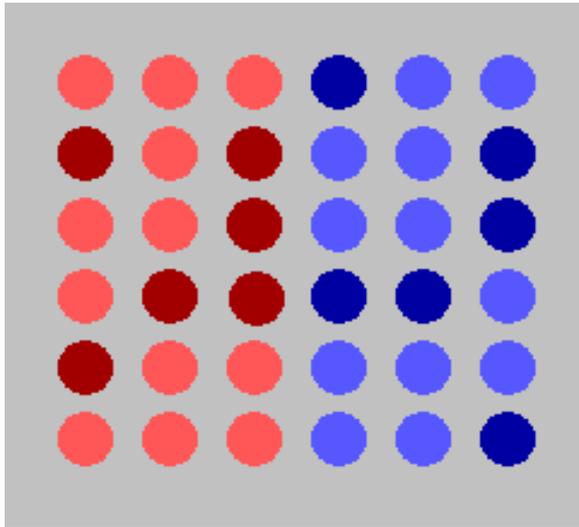
Pas de problème à gauche : chaque groupe contient une primitive unique
Problème à droite...

Couleur vs shape



Left: Boundary detected preattentively based on hue regardless of shape
Right: Cannot do mixed color shapes preattentively

Teinte vs intensité

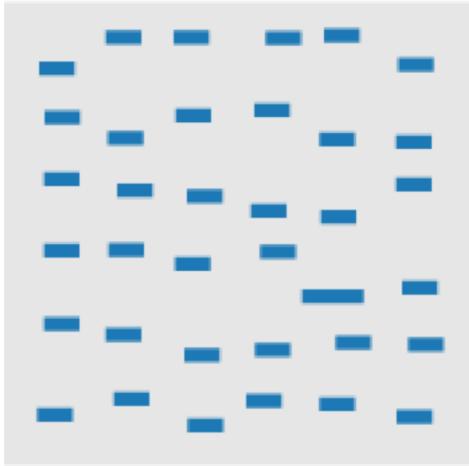


Left: Varying brightness seems to interfere

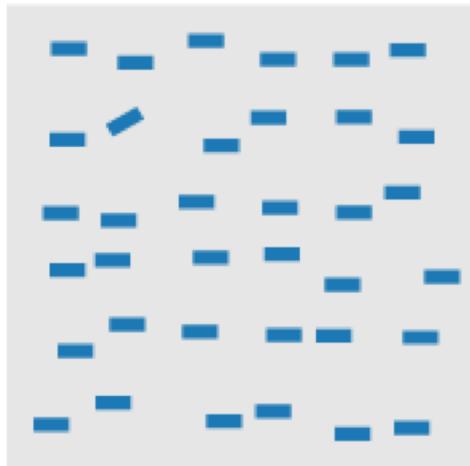
Right: Boundary based on brightness can be done preattentively

Vision pré-attentive

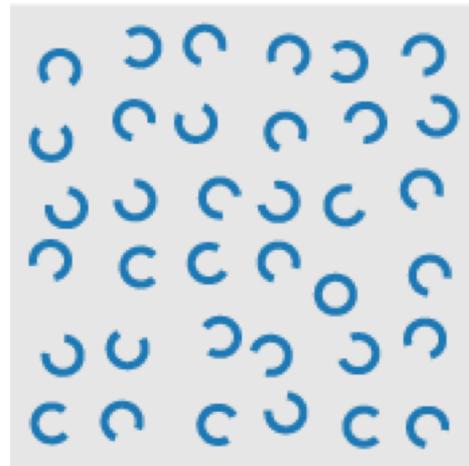
longueur



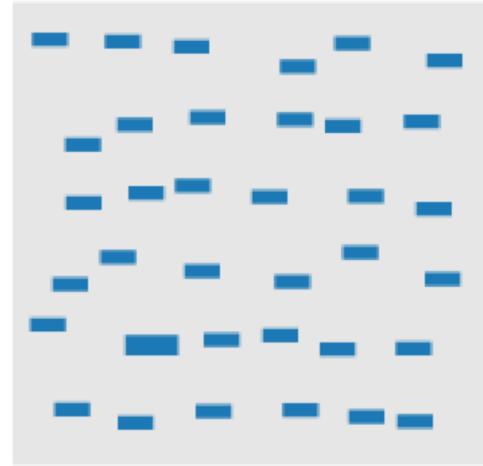
orientation



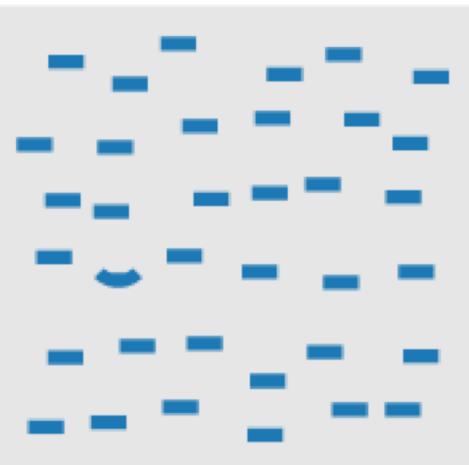
fermeture



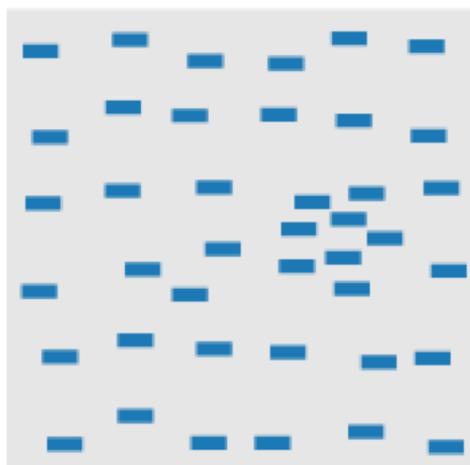
épaisseur



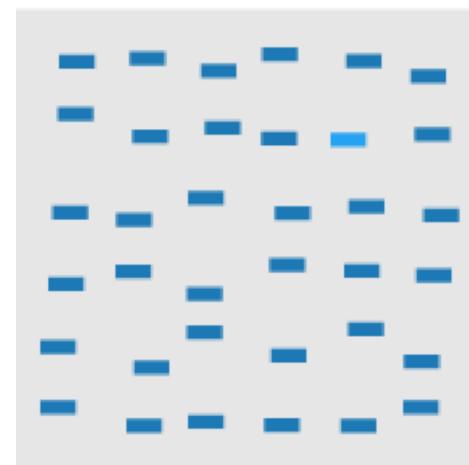
courbure



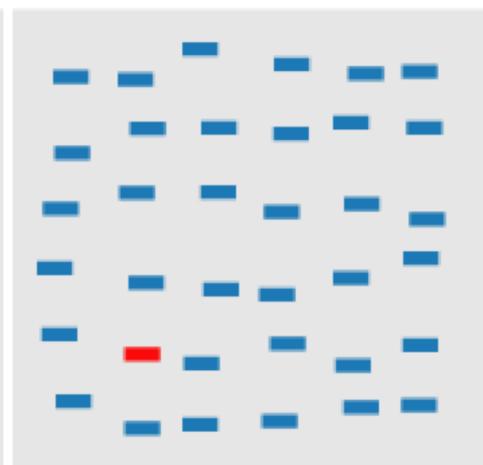
densité



intensité

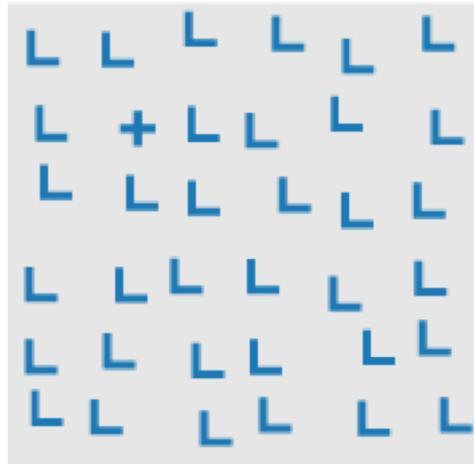


teinte



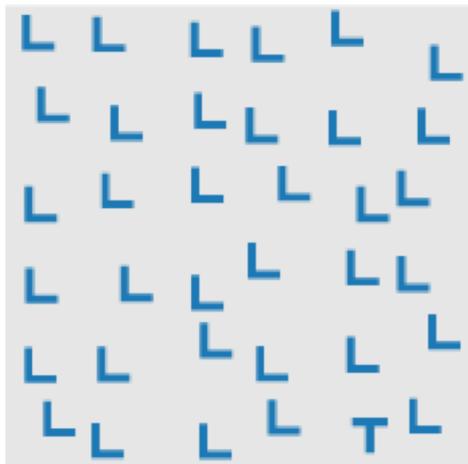
Vision pré-attentive : quelques stimuli

intersection



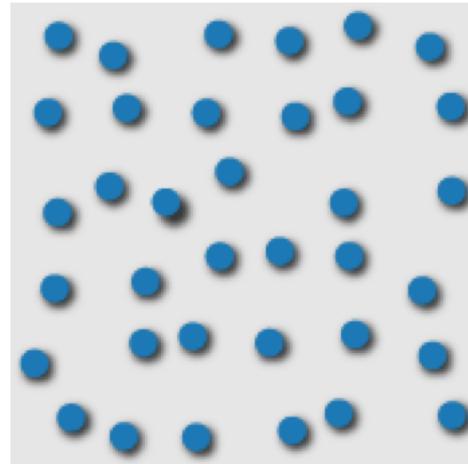
direction du
mouvement

terminaison



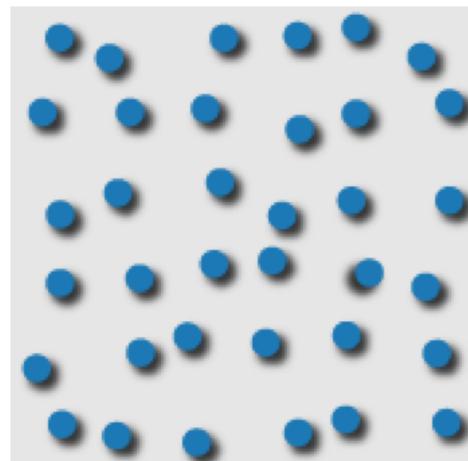
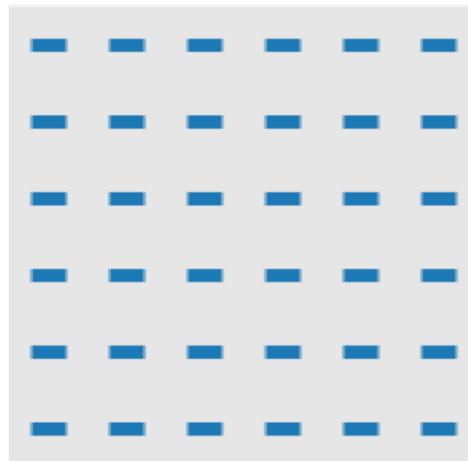
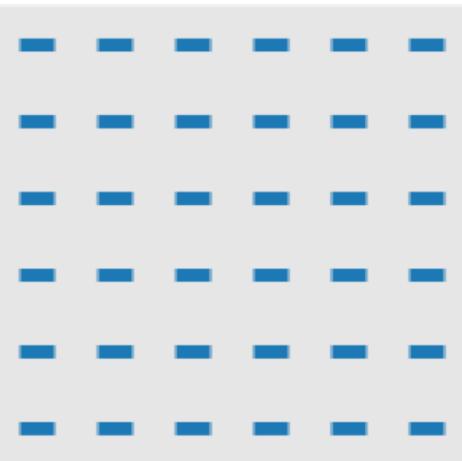
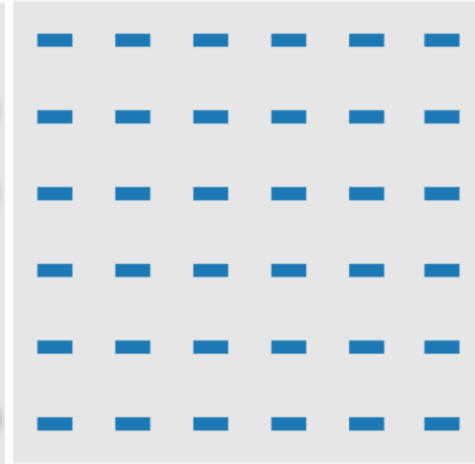
vitesse du
mouvement

ombre 3D, profondeur



direction
d'illumination

stroboscope



Visual Psychophysics

Brightness Adaptation

Spatial Threshold Vision

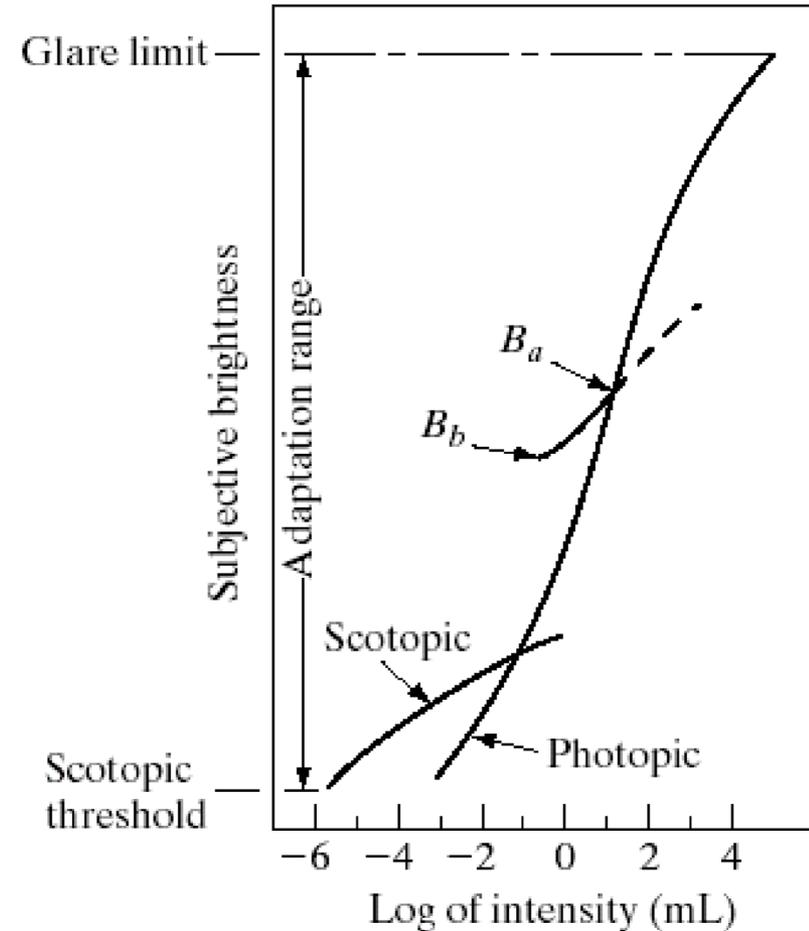
- Weber ratio
- Visual Masking
- Mach Effect

Brightness Adaptation

HVS can view large intensity range (10^{10})

But simultaneous perceived intensity range is much smaller.

If one is at B_a intensity (outside) and walk into a dark theater, he can only distinguish up to B_b . It will take much longer for eye to adapt for the scotopic vision to pick up.



Weber Ratio

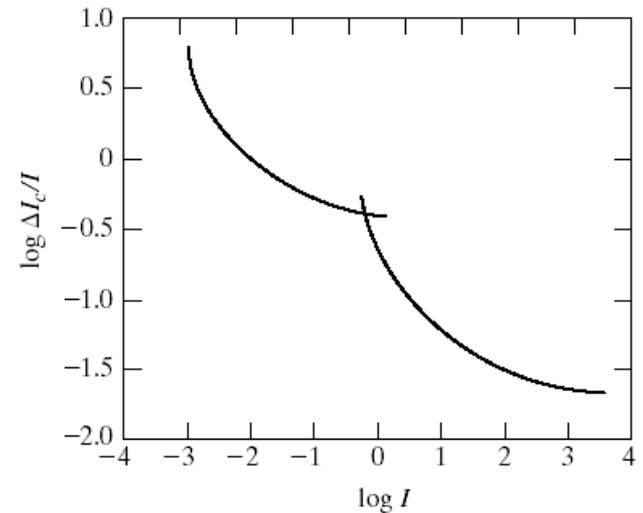
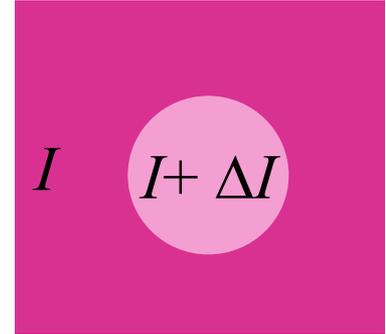
HVS's sensitivity to intensity difference differ at different background intensities.

Weber ratio:

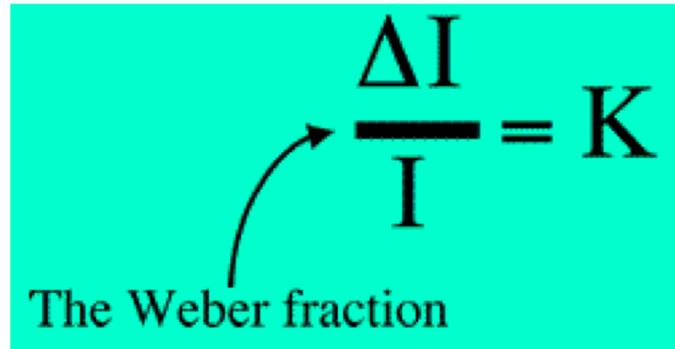
$$\Delta I / I = \text{cte}$$

Cette loi indique que si sur un fond uniforme de luminance I , dite d'adaptation, on superpose un stimulus $\Delta I + I$, le rapport $\Delta I / I$ est pratiquement constant dans un large domaine de visibilité

Si vous augmentez I , il faut augmenter ΔI



Weber's Law states that the ratio of the increment threshold to the background intensity is a constant.



The diagram shows the equation $\frac{\Delta I}{I} = K$ on a light blue background. A black arrow points from the text 'The Weber fraction' below to the fraction $\frac{\Delta I}{I}$ in the equation.

$$\frac{\Delta I}{I} = K$$

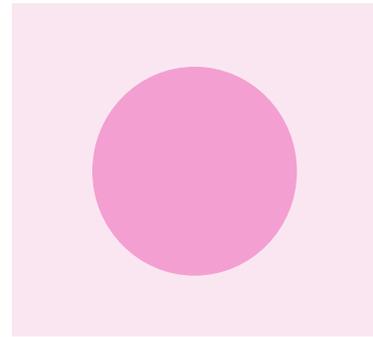
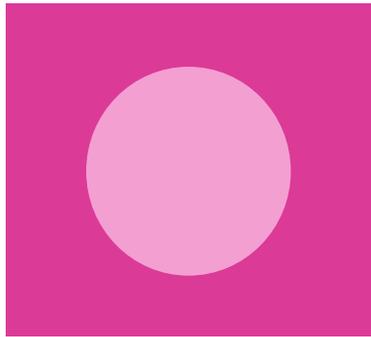
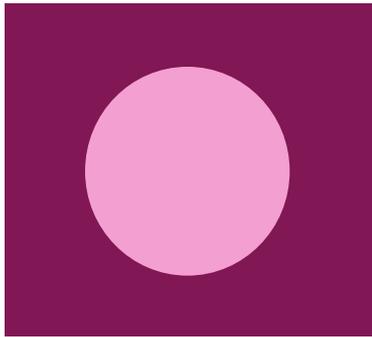
The Weber fraction

So when you are in a noisy environment you must shout to be heard while a whisper works in a quiet room.

And when you measure increment thresholds on various intensity backgrounds, the thresholds increase in proportion to the background.

Simultaneous Contrast

The perceived brightness of inner circle are different due to different background intensity levels even they are identical.



Perception de la profondeur

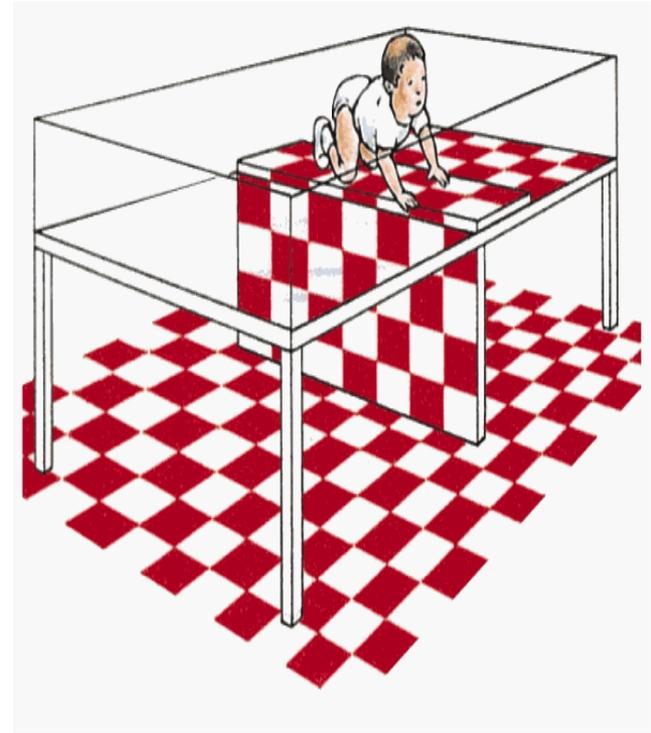
Image formée au niveau de la rétine est bi-dimensionnelle
perception de la 3ème dimension

- indices monoculaires
- indices binoculaires

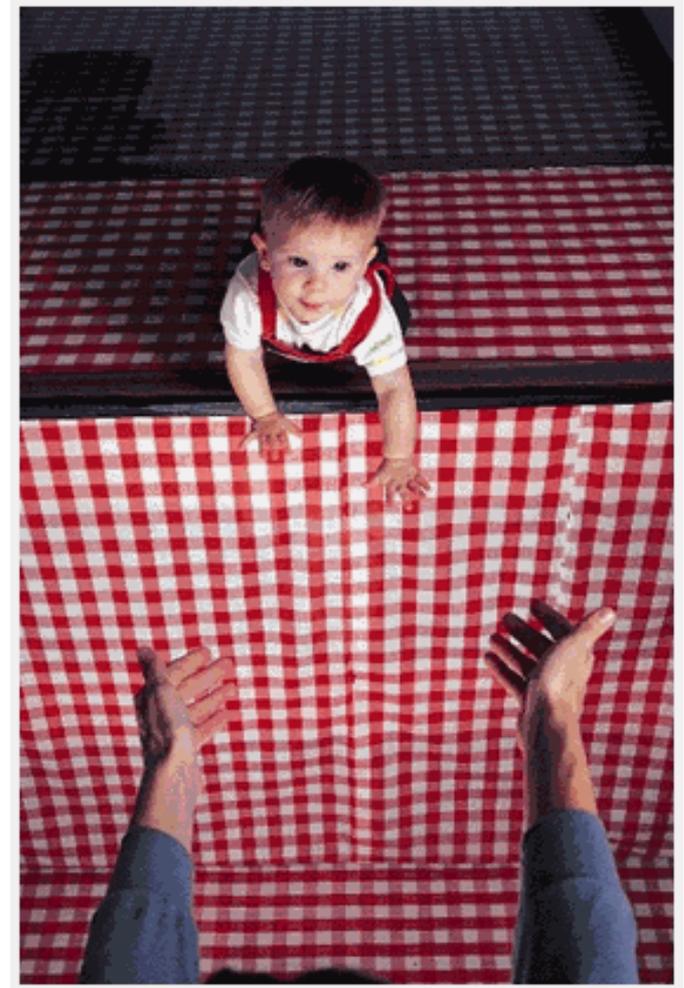
Depth Perception

Depth Perception – perceiving objects as 3-D when our eyes really only receive and send 2-D image

Experiencia de la falaise visuelle



Depth perception



Indices monoculaires

Indices picturaux

- la taille relative des objets



Indices monoculaires

Indices picturaux

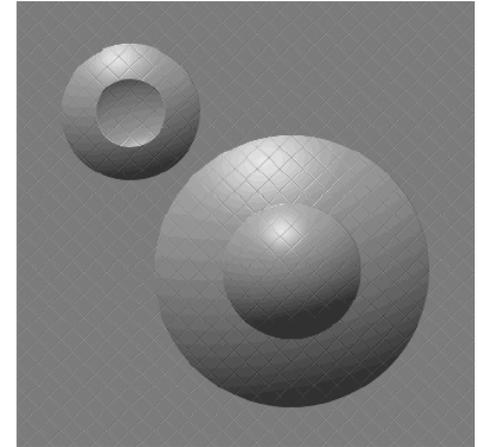
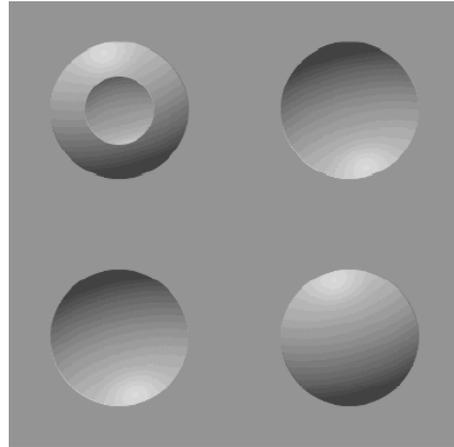
- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse



Indices monoculaires

Indices picturaux

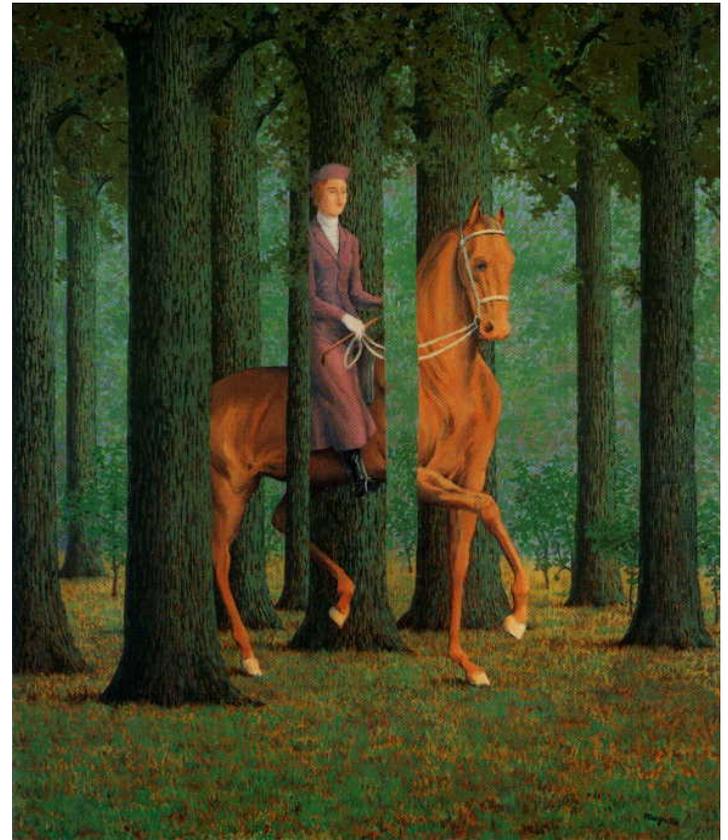
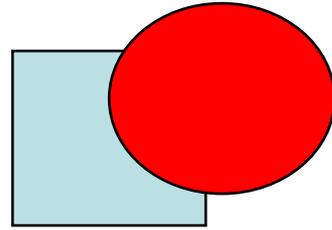
- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet



Indices monoculaires

Indices picturaux

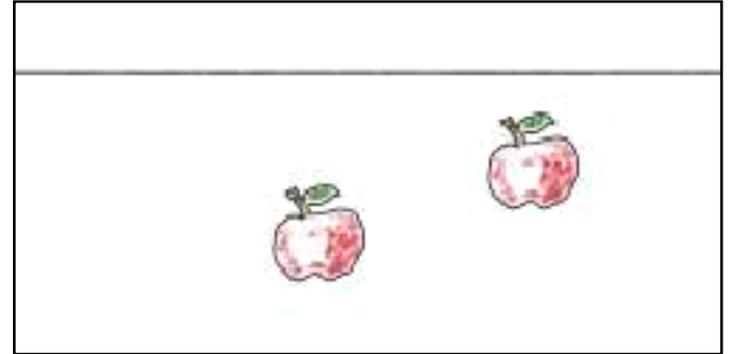
- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet
- l'interposition



Indices monoculaires

Indices picturaux

- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet
- l'interposition
- la hauteur du champ visuel



Indices monoculaires

Indices picturaux

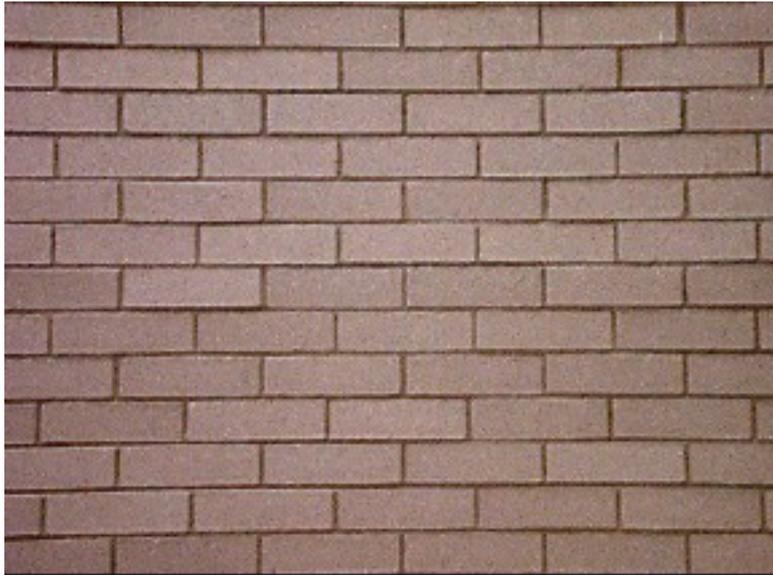
- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet
- l'interposition
- la hauteur du champ visuel
- le gradient de texture



Indices monoculaires

Gradient de texture

La densité de texture étant
relativement la même...



...la distance perçue
est également la même.

La partie de l'image présentant
un gradient de texture



...est perçue comme
plus éloignée.

Indices monoculaires

Indices picturaux

- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet
- l'interposition
- la hauteur du champ visuel
- le gradient de texture
- la perspective linéaire



Indices monoculaires

Indices picturaux

- la taille relative des objets
- l'intensité lumineuse
- l'ombrage sur l'objet
- l'interposition
- la hauteur du champ visuel
- le gradient de texture
- la perspective linéaire
- la parallaxe du mouvement



Informations binoculaires

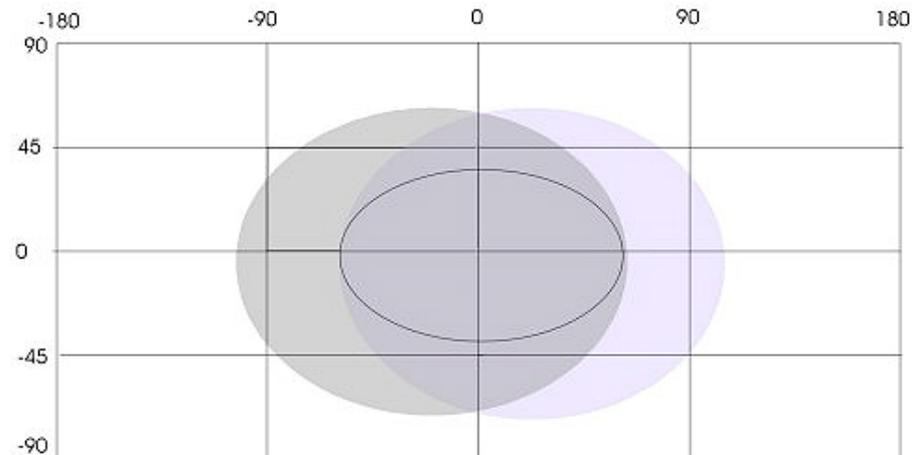
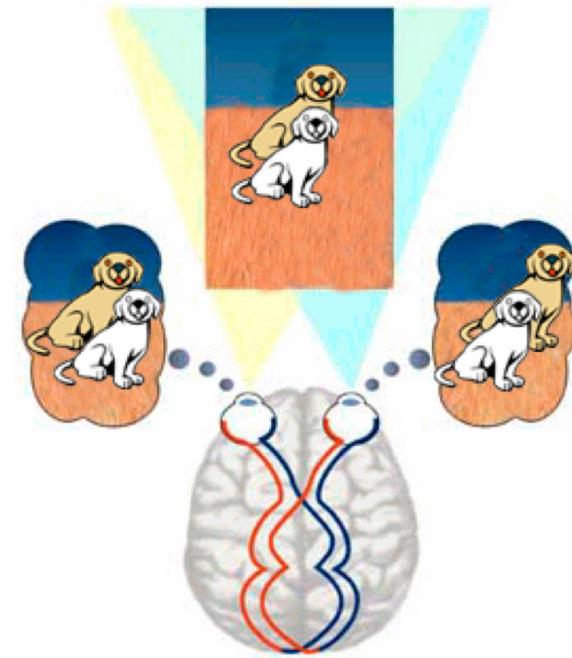
Prennez deux crayon dans vos mains

Faites les se toucher

Maintenant fermer un œil...

Pourquoi est ce plus facile avec un deux yeux ?

1. Disparité rétinienne– La différence entre deux images. La première correspond à l'image acquise en fermant l'œil droit, la seconde acquise en fermant l'œil gauche



Informations binoculaires

Prennez deux crayon dans vos mains

Faites les se toucher

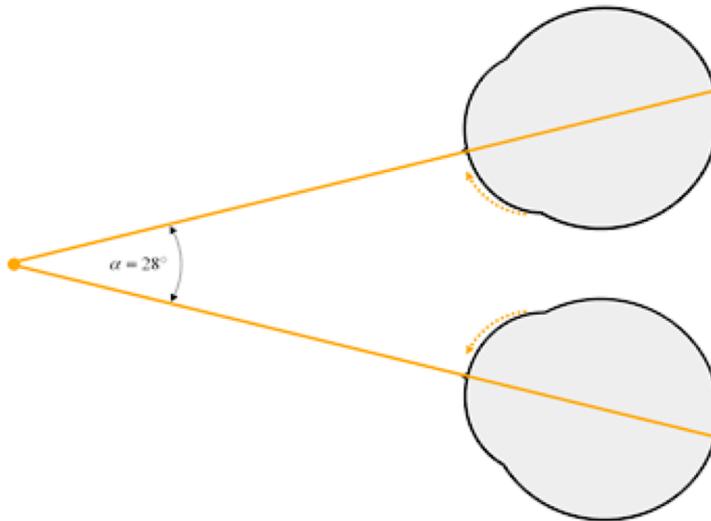
Maintenant fermer un œil...

Pourquoi est ce plus facile avec deux yeux ?

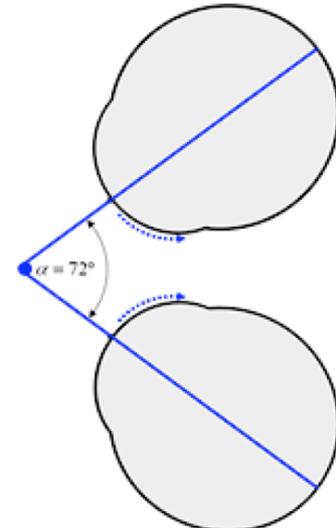
1. Disparité rétinienne
2. Convergence – le cerveau connaît l'angle de convergence et calcule si il est focalisé sur tel ou tel objet



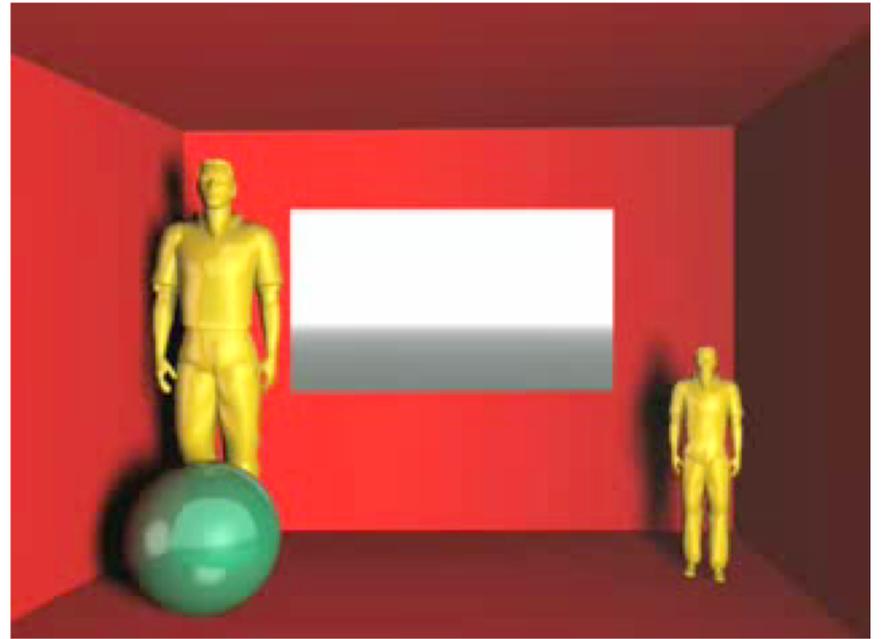
Convergence for a far target



Convergence for a near target



Relation taille distance



La perception du mouvement

Le mouvement absolu

Le mouvement relatif

Le mouvement apparent

Quatre catégories possibles

World in motion:

Eyes in motion:

	No	Yes
No	Static Vision	Retinal Motion
Yes	Eye/Body movement	Tracking

Motion and the inverse problem

Motion is a particular perceptual characteristic

- Indicates uniform identity despite positional variations

Our senses give us 2D positional variations in the retina

We want 3D positional variations in the world

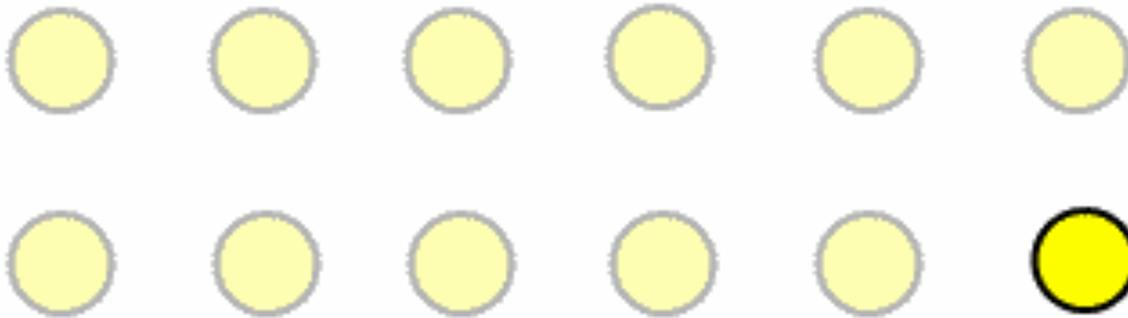
- Going from 2D motion to 3D motion is under-determined
- This under-determination is another manifestation of the inverse problem

Rubber Pencil Illusion



Motion Perception

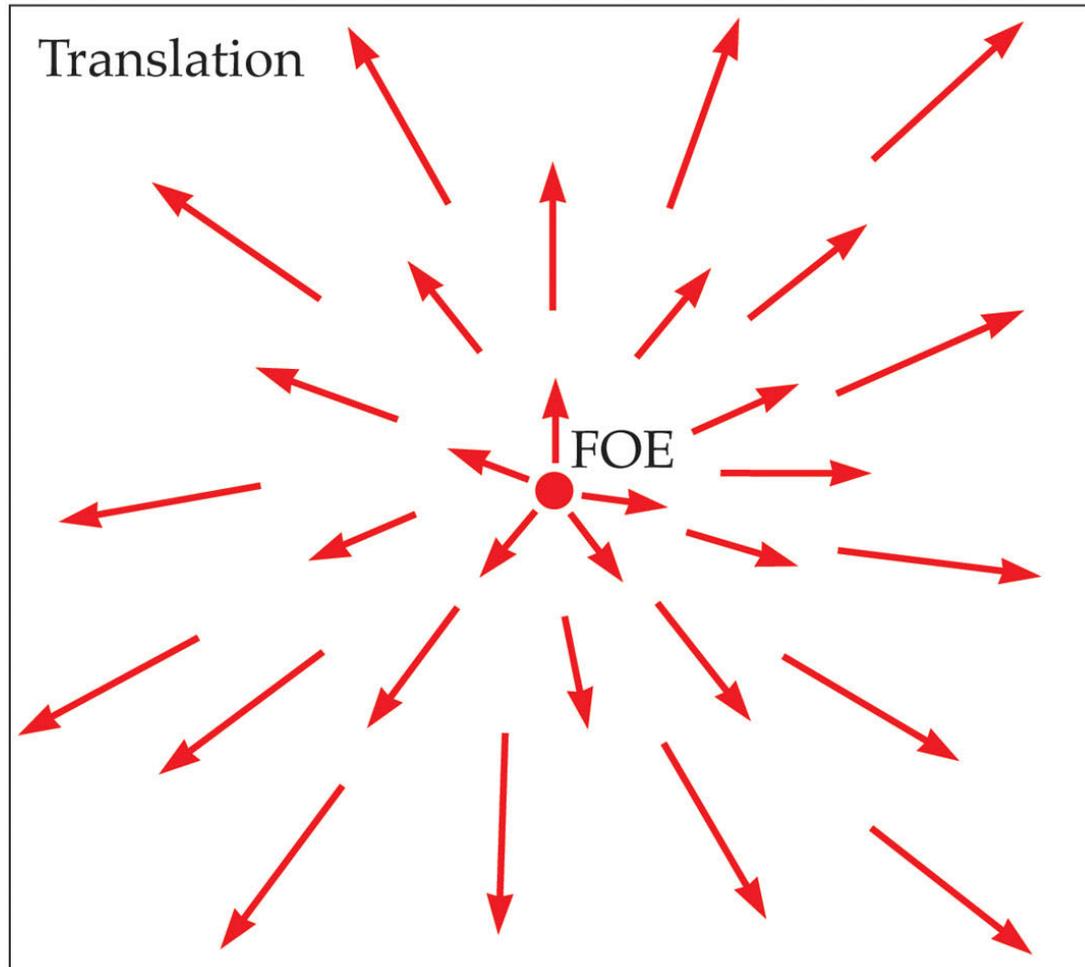
Phi Phenomenon – an illusion of movement when two or more adjacent lights blink on and off in succession



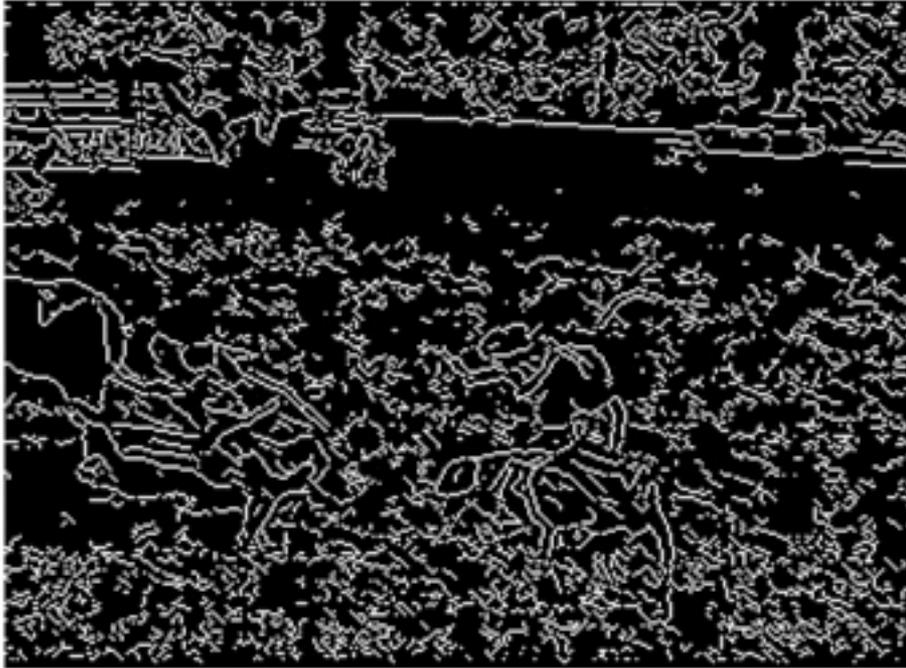
Michael Berman

Stroboscopic movement – Movies, cartoons, etc. are just a fast succession of slides

“Direct” perception of motion: Focus of Expansion



Le mouvement aide l'interprétation



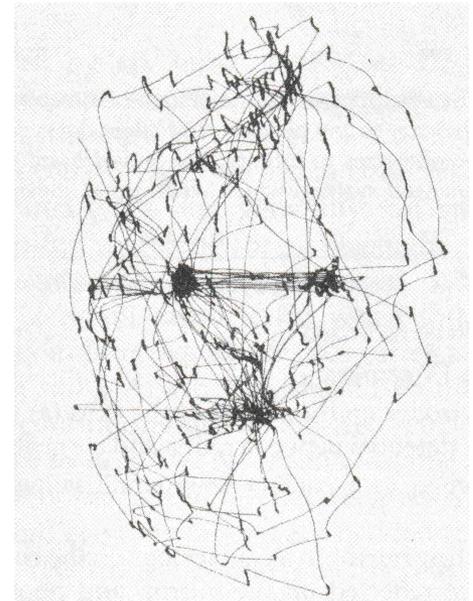
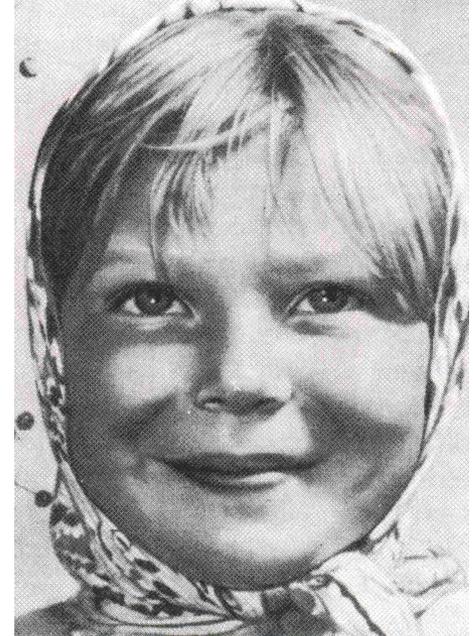
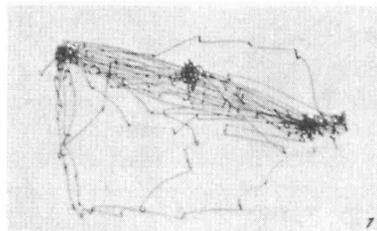
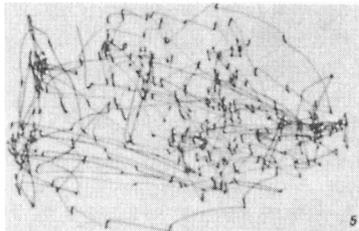
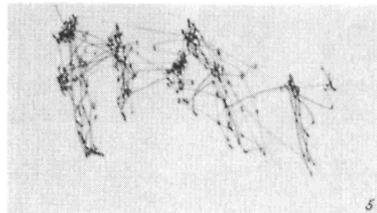
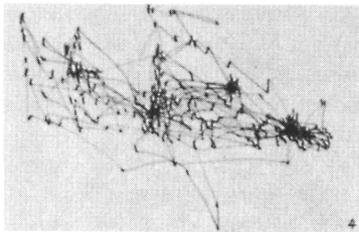
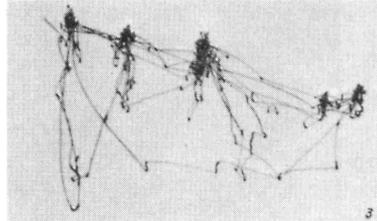
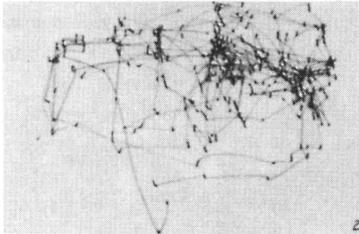
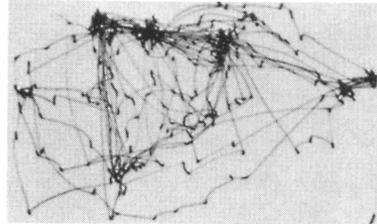
... à l'évitement d'obstacles



... à la perception de la profondeur



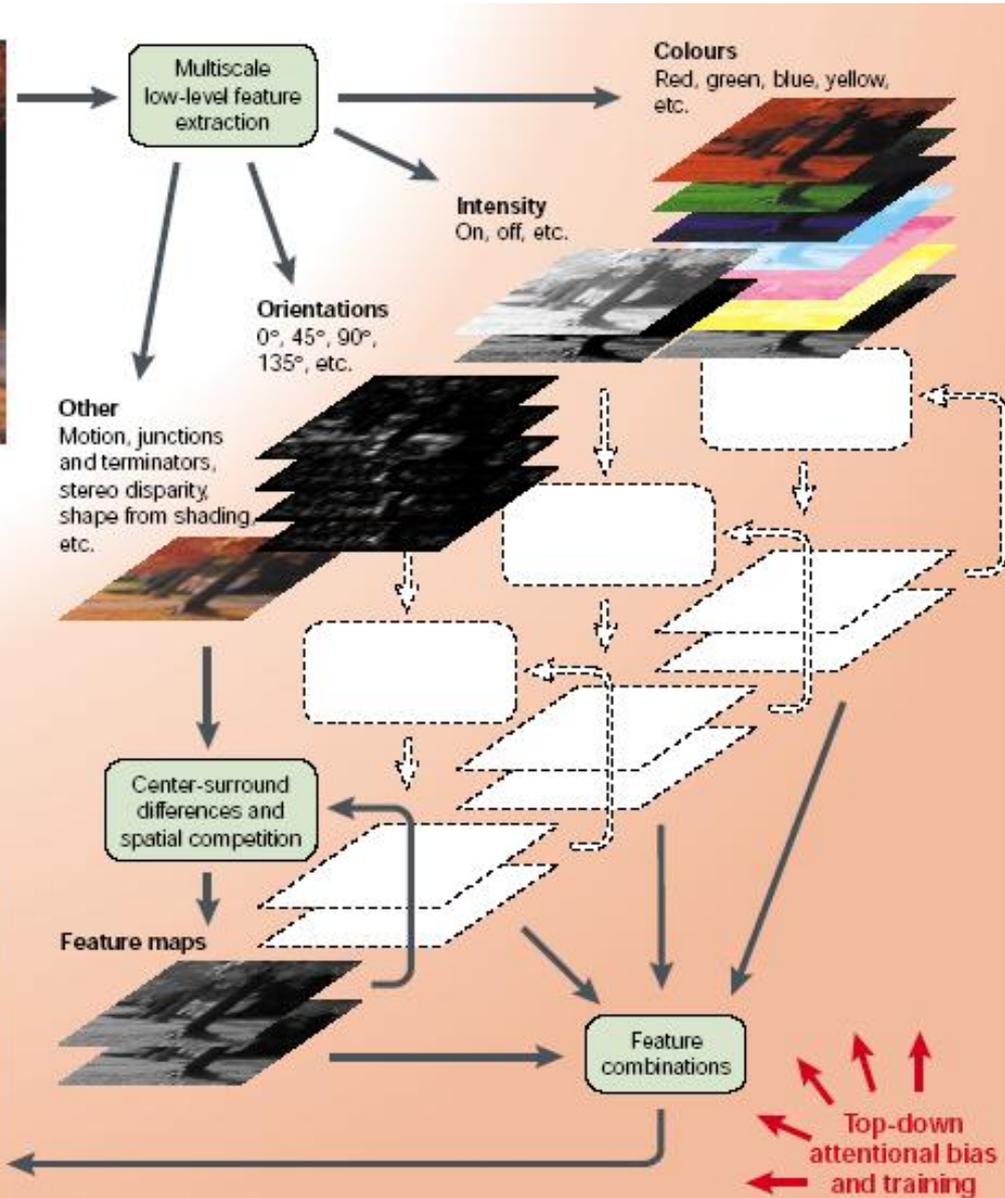
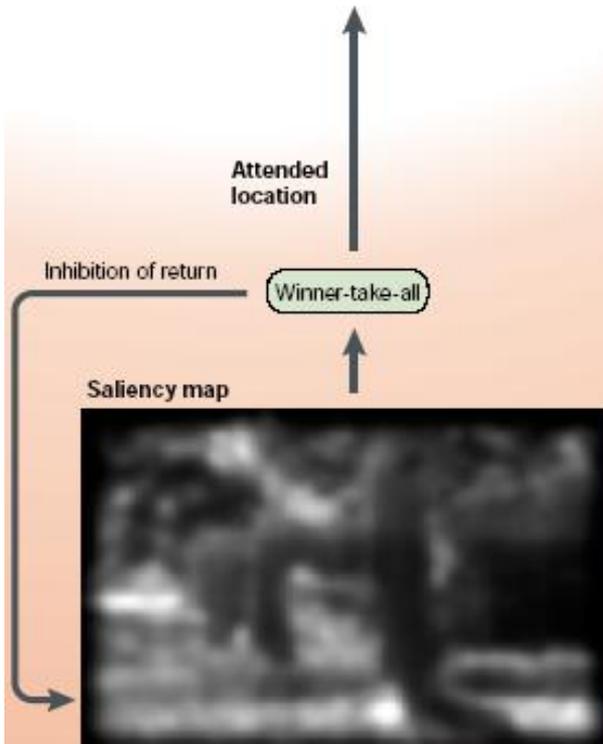
Exploration d'une scène visuelle



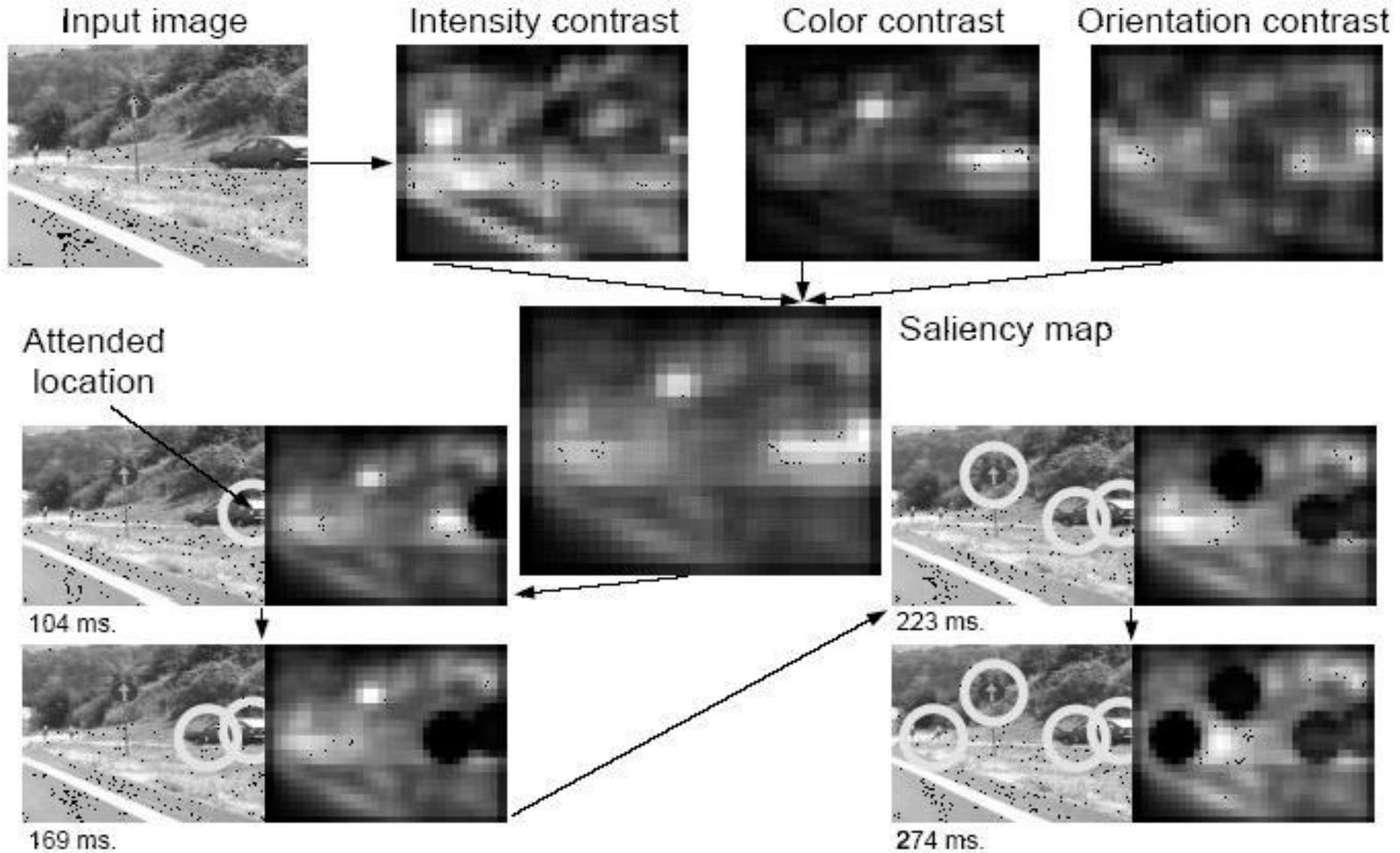
6.5 Records of eye movements of subjects examining a picture. Trace 1 was made when the subject examined the picture at will. Subsequent traces were made after the subject was asked to estimate the economic level of the people (trace 2); judge their ages (3); guess what they had been doing before the arrival of the visitor (4); remember their clothing (5); remember their position (and those of objects) in the room (6); and estimate how long it had been since the visitor had seen the family (7). From Yarbus (1967).

Attention models

Input image



Attention models



Le système visuel humain

Conclusion sur le SVH (système visuel humain)

- Capteur très performant

- Dynamique de luminances de 10 ordres de grandeur
- Très grande adaptativité (lumière ambiante, zones de l'image)

- Système d'interprétation très performant

- Prétraitements => illusions => performances
- Utilisation systématique de connaissances a priori
- Des années d'apprentissage en continu....

=> Attention : des tâches de vision qui sont élémentaires pour un observateur humain peuvent être beaucoup plus difficiles à réaliser via un logiciel.