

# La perception de l'espace

## I. Introduction.

### 1) Distinction entre perceptions des formes et perception de l'espace.

Lorsqu'on a étudié la perception des formes on a tenté de répondre à la question suivante : Qu'est-ce qu'on voit ? On étudie à présent la perception de l'espace on va s'intéresser à la question de localisation, Où voit-on ? Lorsqu'on entend un bruit par exemple, on peut être capable de l'identifier sans parvenir à le localiser. A l'origine cette distinction entre perception des formes et perception de l'espace est une sorte de tradition, issue de la philosophie, puis reprise plus tard en psychologie sans raisons. Les travaux en neurophysiologie ont établi que cette distinction est tout à fait pertinente car il existe des zones du cerveau "spécialisées" dans la perception des formes et d'autres zones pour la perception de l'espace.

### 2) Pathologies.

Lorsque certaines des zones dédiées à l'un ou à l'autre aspect perceptif sont endommagées, l'autre perception demeure intacte. Les cérébro-lésés peuvent parfaitement reconnaître les formes, les nommer sans pouvoir les localiser, dire simplement qu'elles sont à une certaine distance, posé sur un meuble etc... A l'inverse, ils peuvent être capables de localiser des formes sans pouvoir les nommer.

**Définition agnosie simple** : Perception de l'espace sans perception des formes.

**Définition agnosie visuo-spatiale** : Perception des formes sans perception de l'espace.

## II. Le phénomène de constance perceptive.

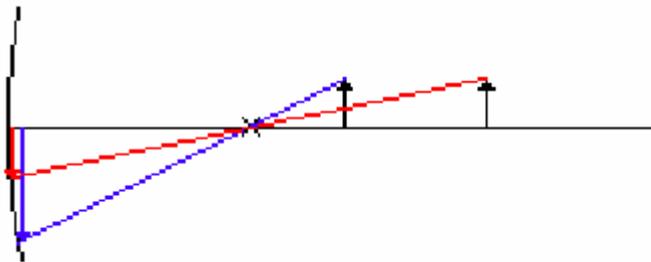
### A) Généralités.

#### 1) Définition.

**Définition constance perceptive 1** : Phénomène qui maintient la constance des percepts pour un même objet.

Par exemple si on avance sa main tout près du visage, puis à distance d'un mètre, on ne pensera pas que notre main a rétréci ou inversement, la constance perceptive c'est ça, c'est la fait d'être capable de faire abstraction des variations dans les conditions de présentation du stimulus.

Schéma :



#### 2) Les différentes constances perceptives.

##### a) Constance perceptive de la taille.

La taille de l'objet doit augmenter quand l'objet est éloigné et diminuer est quand l'objet est près pour pouvoir garder la même image rétinienne.

$$\Leftrightarrow V_k = 2 \text{ fois plus petit que } e.$$

##### b) Constance perceptive de la forme.

Face à une porte nous voyons un rectangle, si on l'ouvre, l'une des arrêtes passe alors au premier plan et paraît plus grande, la porte passe du rectangle au trapèze et pourtant nous ne le prenons pas en considération, la porte ne se transforme pas, les percepts que nous avons construits de cette porte dans deux situations de présentation différentes sont identiques.

c) **Constance perceptive de la couleur.**

La neige par exemple reste toujours blanche pour nous même s'il y a des zones ombrées voire colorées d'une autre manière.

d) **Constance perceptive de la brillance.**

Le mat reste mat quel que soit l'éclairage.

**Définition générale constance perceptive 2 :** La constance perceptive c'est le fait qu'un même objet donne un percept identique malgré des images rétinienne (IR) de cet objets différentes en raison des conditions différentes de présentation.

3) **Illusion perceptive et constance perceptive.**

Les illusions perceptives portent sur :

- Des objets identiques.
- Des IR identiques.
- Des percepts différents.

Les constances perceptives portent sur :

- Des objets identiques.
- Des IR différentes.
- Des percepts différents.

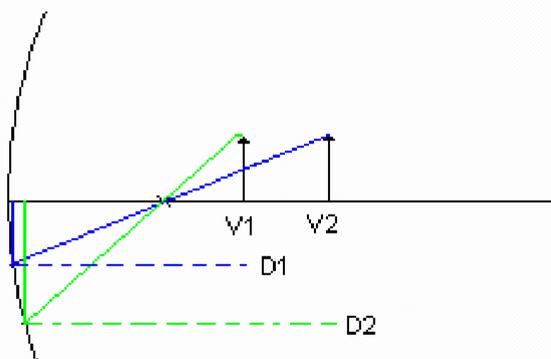
Autrement dit dans l'illusion perceptive on a des percepts différents pour des IR identiques et dans la constance perceptive on a des percepts identiques pour des IR différentes.

B) **Les comportements.**

1) **Conduite de constance perceptive.**

Lorsqu'on propose un stimulus étalon (E) au sujet et un stimulus variable (SV), le sujet choisit un SV égal à E (la méthode de mesure est exactement la même que dans les seuils différentiels, on détermine une valeur liminaire inférieure "là c'est trop court" et une valeur liminaire supérieure "là c'est trop long", on fait le rapport et on obtient le PES). Le SV c'est le PES, point d'égalisation subjectif qui est finalement objectivement juste.

Schéma :



Le sujet trouve que les objets sont égaux lorsqu'ils le sont objectivement en faisant abstraction des variations dans les conditions de présentation.

- ⇒ Dans ce cas l'IR de V est trois plus grande que E.
- ⇒ Et  $v > c$ .
- ⇒ Et  $v = 3^{\text{fois}} e$ .

2) **Conduite de sous-constance.**

La sous-constance est un manque de constance, il ne faut pas immédiatement comprendre ce terme autrement, ce n'est pas une sous-estimation.

Si l'objet s'éloigne le sujet voudrait qu'il grandisse un peu pour le percevoir égal à l'étalon. La constance perceptive corrige l'IR.

### 3) Conduite de sur-constance.

Exagération de la constance.

L'objet s'éloigne et le sujet choisit un objet plus petit, c'est un paradoxe complet.

L'objet doit s'agrandir lorsqu'il se rapproche.

### 4) Interprétation de ces comportements : La théorie de l'algorithme (TTI).

Selon les TTI le cerveau est un mini-ordinateur, un mini-calculateur qui prend deux informations à la fois :

- L'IR.
- Les conditions de présentation de l'objet.

#### a) Constance de la taille.

Le sujet prend ces deux informations :

- La taille de l'R.
- Les conditions de présentation de l'objet : La distance.

Et il fait le calcul des deux.

Si on augmente deux fois la distance, on diminue deux fois la taille de l'objet.

⇒  $IR * D = e * D$ .

⇒ Soit  $v * 2D$ .

⇒ Soit  $e/2 * 2D$ .

⇒  $IR/2 * \text{plus petite} * \text{Distance} * 2 \text{ fois plus grande}$ .

Il y a constance perceptive car nous percevons la distance.

#### b) Sous-constance.

Le sujet tient compte de la distance.

- 1- Déterminant : Il ne lui donne pas assez d'importance.
- 2- Déterminant : l'âge, les sujets jeunes commettent souvent cette erreur.

#### c) Sur-constance.

Le sujet donne trop d'importance à la distance, il exagère son rôle.

- 1- Déterminant : L'âge, les sujets âgés de plus de 10-12 ans ("maturité perceptive") la commettent plus.
- 2- Déterminant : Exagération du rôle de la distance.
- 3- Déterminant : la familiarité de l'objet favorise la sur-constance.

Quand est-il de la constance de la constance perceptive ? Elle est limitée à un périmètre de 10 mètres environ, vu d'avion les gens paraissent réellement petits mais on ne les considère pas comme tel grâce à un raisonnement.

Qui fait la vision ? Le cerveau, la perception n'est pas dans le stimulus.

## III. Déterminants de la perception des localisations.

### A) Déterminants liés aux propriétés du système oculaire.

#### 1) L'accommodation oculaire.

L'œil est comparable à un appareil photo où la rétine est la pellicule, l'iris une sorte de diaphragme qui s'autorégule (auto-focuss). La lentille, le cristallin déforme les rayons lumineux. Le cristallin s'adapte à la distance, il s'accommode. Voir figure 4.22.

## 2) Convergence oculaire.

Quand on veut regarder quelque chose et, les yeux bougent.. Si les objets sont proches les yeux se rapprochent du nez, on louche. Si les objets sont éloignés les yeux sont parallèles. Le cerveau est informé de l'angle sous lequel on regarde et donc indirectement de la distance à laquelle est l'objet.

Voir figure 4.2.3

## 3) Indices binoculaires : disparité ou disparation rétinienne.

Les deux yeux ne sont pas au même endroit sur le visage donc l'œil droit et l'œil gauche donnent des images rétiniennes différentes. Pourtant nous ne voyons pas double c'est parce qu'il y a une fusion rétinienne qui produit l'image complète et donne la profondeur, la perception du relief. Nos yeux sont écartés d'environ 7 centimètres.

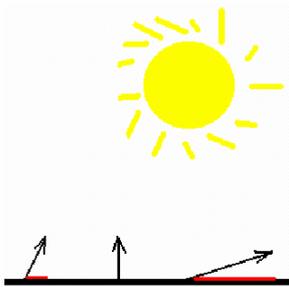
Expérience : Reconstitution du relief de l'image. Matériel : Stéréoscope, fusion artificielle. Exemple tiré de la vie quotidienne : Au cinéma les images sont en deux dimensions d'habitude, pour le cinéma en 3D deux caméras filment sous des angles différents grâce aux lunettes ces deux images fusionnent pour construire le relief et la profondeur.

## B) Fond (Gibson).

### 1) Ombres portées.

C'est une notion gestaltiste très importante, le fond nous renseigne grâce aux ombres portées.

Schéma :



Nous voyons différents objets qui donnent la même image rétinienne tout en distinguant ces objets comment cela se fait-il ? Gibson répond : Les ombres portées sur l'horizon. Les objets donnent tous la même image rétinienne mais ils peuvent être distingués les uns des autres grâce aux ombres qu'ils portent sur le sol.

### 2) Interposition ou masquage.

Un objet au premier plan cache un autre objet. On retire des informations. Un objet cachant un autre objet nous renseigne sur leurs positions relatives : c'est la définition du masquage. Les objets placés derrière servent de fond. C'est un concept qui était beaucoup utilisé dans les fresques égyptiennes, byzantines et en règle générale dans toutes les oeuvres pré-renaissance.

## C) Texture (Gibson) : Le grain.

Pour un objet uniforme le grain apparaîtra lâche et gros au premier plan alors qu'il paraîtra fin et dense à l'arrière-plan. Figure 4.4

Gradient de texture et orientation. Un gradient varie toujours en fonction de la distance, plus la distance est grande plus la texture est fine et dense et inversement si la distance est courte la texture est lâche et grosse.

Figure 4.36 : Représentation du gradient de texture selon Gibson.

Figure 7 : Interposition.

Il utilise les ombres portées mais aussi le gradient de texture car le carré de la deuxième figure est représenté plus petit.

## D) Mouvement (Gibson).

Pour percevoir (la distance) il faut bouger. C'est en faisant changer l'image rétinienne l'on est renseigné sur l'objet. C'est paradoxal parce que pour reconnaître l'invariant il faut faire varier.

Le déplacement provoque des masquages et démasquages.

1) **Parallaxe de mouvement.**

La vitesse de déplacements des premiers plans est plus grande que celle des arrières-plan. Cela nous renseigne sur la position des plans par rapport aux autres.

2) **A quoi servent nos yeux ?**

On a tout ce qu'il faut naturellement pour percevoir. Il ne faut pas considérer les yeux seulement comme "des fenêtres ouvertes sur le monde " (c'est-à-dire passifs) mais aussi "comme des tentacules à la recherche de l'information ". Le sujet reconstruit la troisième dimension, son cerveau plutôt, donc les trompe-l'œil sont plutôt des trompe-cerveaux.

IV. **Apprendre à voir (origine de la perception de l'espace).**

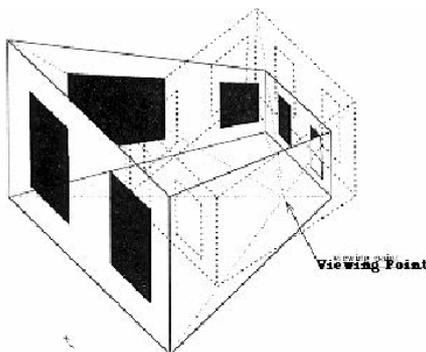
A) **Arguments empiristes.**

1) **Rôle des connaissances antérieures (Ames).**

a) **La chambre de Ames.**

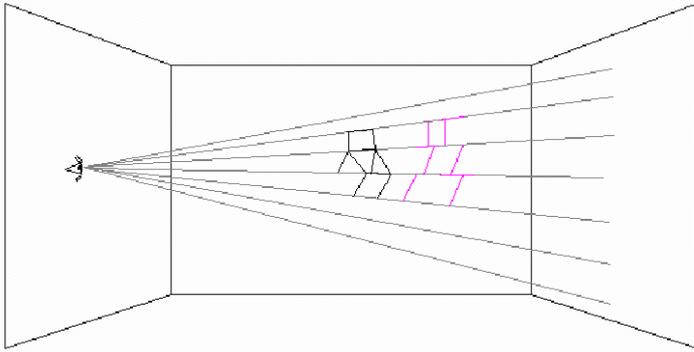
Il construit un système truqué voir figure 4.52. Il construit une pièce trapézoïdale alors que d'habitude elles sont rectangulaires, il y a réellement des côtés plus ou moins grand ce n'est pas une illusion. Le sujet regarde par l'un des côtés de la pièce l'intérieur de celle-ci. Les deux fenêtres au fond ont la même taille mais on les perçoit de tailles différentes. Le sujet interprète en terme de perspective rectangulaire (donc sa perception est biaisée par la fréquence d'apparition antérieure du stimulus pièce sous la forme rectangulaire). Cette interprétation correspond à celle émise par Bruner ou Grégory dans les illusions perspectives qui font tous deux parties de l'école fonctionnaliste. Si l'objet est plus loin il est considéré plus grand.

Figure 4.34 ce sont les connaissances que l'on a apprises sur les pièces qui nous trompent.



b) **La chaise de Ames.**

Schéma :



La pièce est dans l'obscurité, on présente au sujet des baguettes lumineuses, ce sont les contours de la chaise. On demande au sujet ce qu'il perçoit sa réponse est une chaise.

Puis Ames propose un objet équivalent, qui donne la même image rétinienne. Pour cela il faut tracer l'autre objet dans les mêmes faisceaux. Tous les éléments de la chaise y sont mais sont désorganisés. Cette pseudo chaise donne la même image rétinienne que la chaise initiale. La réponse du sujet est chaise. Le sujet se sert de ses connaissances antérieures, il rapporte l'inconnu au connu.

Comme dans beaucoup des expériences issues du courant fonctionnaliste cette stimulation est particulièrement artificielle.

## 2) Effet de la privation sensorielle.

### a) Aveugles de naissance.

Ils subissent une opération à l'âge adulte pour recouvrer la vue, leur perception est-elle normale ? La réponse est non, on observe des déficits catastrophiques de la perception de l'espace mais aussi de la perception des formes. Même après un apprentissage ils restent incapables de dénombrer ou de dénommer les formes. Donc pour percevoir la troisième dimension il y a apprentissage, et cette troisième dimension qui leur fait défaut et qui les empêche de localiser les objets.

### b) Reconstruction de la privation sensorielle chez les animaux.

Le déficit est d'autant plus important que l'animal est évolué. Chez le chat : Il existe un réflexe d'étirement, c'est-à-dire qu'il retombe toujours sur ses pattes, il amorti la chute grâce à ce réflexe. Si le chat a été privé de perception il n'a plus ce réflexe.

### c) Période critique.

Il y a un âge critique pour apprendre à percevoir : la privation n'a pas le même effet selon l'âge où elle survient, si on prive quelqu'un pendant la petite enfance les conséquences seront majeures. Si on prive des enfants entre l'âge de 8 et de quinze ans il y a peu de pertes. Il faut donc apprendre avant un certain âge. Si les ophtalmologistes obligent les enfants à porter des lunettes c'est parce qu'ils sont encore dans la période de codage des gabarits et il faut que cet encodage soit parfait.

## B) Arguments innéistes.

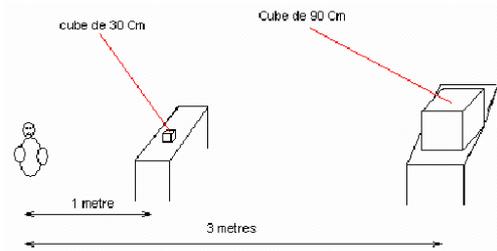
### 1) Constance perceptive chez le bébé.

Bower a utilisé une réponse conditionnelle pour recueillir la réponse du bébé :

Phase 1 : phase de conditionnement (de type opératoire) la réponse conditionnelle est tourner la tête à droite.

Cette réponse sera sélectionnée quand on placera un cube d'une certaine dimension à une certaine distance.

Schéma :



Cette réponse conditionnelle sert à interroger le bébé.

Deuxième phase : test de la constance perspective.

S'il y a la constance perspective on doit obtenir la réponse conditionnelle. Pour être sûr que c'est de la constance perceptive on choisit un cube trois fois plus grand et si l'image rétinienne est la même il ne devrait y avoir la réponse conditionnelle. Le bébé présente de la constance perspective dès l'âge de 10 semaines. Cet argument va à l'encontre des empiristes qui diraient qu'il faut apprendre la constance par le toucher. Il faudra donc attendre quatre mois pour qu'elle apparaisse car c'est à quatre mois que le bébé coordonne la vision et préhension.

## 2) Perception de la profondeur chez le bébé (falaise visuelle).

Pour qu'il y ait constance perceptive il faut qu'il y ait perception de la profondeur.

Expérience de la falaise visuelle : Gibson et Walk voir figure 4.54.

Le bébé ou l'animal doit se déplacer sur le dispositif : un miroir sans teint lui permet de visualiser la chute, la falaise et le protège également.

Si le bébé accepte d'avancer cela signifie qu'il ne perçoit pas la profondeur, s'il refuse et la plupart refuse, cela prouve qu'il perçoit la profondeur.

L'expérience a été tentée également avec des chatons ou des chevreaux et les résultats démontrent une capacité à percevoir la profondeur chez ces animaux.

L'inconvénient de cette expérience est qu'elle n'est réalisable qu'avec des sujets ayant acquis la locomotion, autrement dit on ne peut pas tester de cette façon la perception de la profondeur chez les tous jeunes sujets.

Pour recourir à ce problème, on a créé un autre dispositif dans lequel c'est l'objet qui vient au sujet et non l'inverse. Si le sujet se protège le visage quand l'objet est à une distance critique ou qu'il se retourne, il perçoit la profondeur.

Ces méthodes sont inspirées de l'éthologie, elles permettent de conclure à une précocité de l'aptitude à percevoir la profondeur mais elles ne permettent pas de conclure à une innéité complète d'une telle aptitude.

On peut adopter une position interactionniste, autrement dit il existe des compétences précoces, un potentiel qui va pouvoir être développé ou non par des conditions environnementales favorables ou défavorables.

Un des arguments empiristes concernant l'origine de la perception de la profondeur est que celle-ci se développe grâce à la coordination vision-préhension. Or on sait que cette acquisition n'intervient qu'à partir du 4<sup>ème</sup> mois, avant cette période le bébé possède un espace visuel d'une part et un espace tactilo-kinesthésique d'autre part. Le bébé ne porte pas à ses yeux un objet qu'il ne touche pas et ne touche pas un objet qu'il ne voit pas.

Si la constance perceptive est possible ce n'est pas grâce à la liaison toucher-vision qui selon les innéistes est opérationnelle à 10 semaines.



## V. Les coordinations visuo-motrices (CVM) dans la perception de l'espace.

Pour étudier ces coordinations, on s'intéresse aux cas pathologiques : les cas d'ataxies optiques.

### 1) Expériences d'adaptation des coordinations visuo-motrices aux déplacements du champ visuel (Stratton et Köhler).

Stratton est un anglais du 19<sup>ème</sup> siècle donc un empiriste. Il a une idée, puisque les images rétiniennes sont inversées, et que pourtant on conçoit les objets du bon côté, c'est que le cerveau a appris à redresser les images rétiniennes. Il considère que le redressement de l'image est appris. Il expérimente sur lui-même le port de lunettes prismatiques qui ont la particularité de dévier les rayons, les objets à gauche sont perçus à droite et inversement.

En 1860 l'optique n'est pas encore très développée d'où les lacunes techniques et méthodologiques de cette expérience.

Les premiers temps, Stratton n'arrive pas à vivre normalement, il se cogne partout, a des vertiges, tombe, verse son café sur le dos de la tasse (les lunettes prismatiques inversent également le haut et le bas).

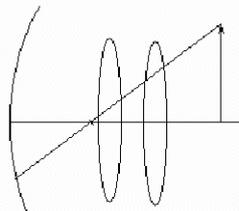
Au bout de huit jours, il est adapté.

Son objectif était de démontrer le bien-fondé de la théorie empiriste et il semble qu'il l'ait atteint puisqu'il a lui-même appris des nouvelles coordinations motrices.

Les conclusions relatives à cette expérience sont :

- Dès la naissance on apprend les CVM.
- Dès la naissance on apprend à redresser l'image rétinienne grâce aux gestes qui nous renseignent sur le monde et sur notre état.

Schéma explicatif :



Il ajoute une lentille qui lie à la lentille "naturelle" de l'œil, re-renverse l'image pour obtenir une image droite et non renversée.

Le cristallin est une lentille convergente qui inverse l'image rétinienne, c'est ce qui fait que nous redressons l'image rétinienne inversée pour avoir un percept correcte.

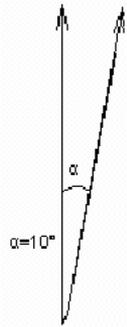
Stratton suppose que c'est une question d'apprentissage, que le toucher nous renseigne, donc pour confirmer cela il va porter des prismes qui redressent l'image rétinienne. Le cerveau redresse alors l'image rétinienne et l'inverse, ce qui prouve bien que l'on apprend à redresser l'image rétinienne de façon à ce qu'elle soit conforme à la réalité comme on apprend à la redresser n'importe comment.

#### a) Effet de déplacement du champ visuel.

Köhler fait une expérience sur l'adaptation de la visée, donc pour débiter il fait un pré test de visée, après il fait un test avec des lunettes prismatique, cette expérience a pour but de voir l'effet du déplacement du champ visuel (déplacement de 10°)

#### b) Effet d'adaptation au déplacement du champs visuel.

Schéma :



Cette expérience a été reprise par Köhler ( pas celui de la Gestalt) qui conteste la méthode uni-sujet et introspective. Il tente donc l'expérience sur 50 sujets et il obtient les mêmes résultats, voire meilleurs : ses sujets sont capables de faire du vélo ou du ski avec les lunettes prismatiques !

### c) Effet consécutif à l'adaptation.

On constate un effet consécutif (after effect) à l'adaptation. La personne ayant décalé de  $10^\circ$  vers la droite, vise cette fois-ci vers la gauche. Après avoir enlevé ses lunettes, Stratton éprouve des difficultés à se réadapter de nouveau, pendant une journée il a des gestes inadaptés mais dans le sens inverse de la seconde phase, ses erreurs de visées sont moins importantes qu'en deuxième phase et de l'autre côté.

## 2) Interprétation des résultats de ces expériences.

TTI (théorie du traitement de l'information), le cerveau fonctionne comme un calculateur, et les coordinations visuo-motrices se font par rapport à certains paramètres. Avec les lunettes les paramètres sont modifiés. Le mouvement est calibré par la vision, et l'erreur est due à un calibrage différent. Le calibrage du geste se fait grâce aux entrées sensorielles, par exemple grâce à la vision. Donc les entrées sensorielles renseignent sur l'adaptation, elles donnent un paramètre à l'ajustement. L'effet consécutif à l'adaptation permet de montrer ce phénomène de re-calibrage.

## 3) Déterminants de l'adaptation des C.V.M aux déplacements du champ visuel.

### a) Place dans l'échelle phylogénétique.

L'adaptation est-elle toujours la même ? Ou varie t'elle ? Oui elle varie en fonction de la place d'un organisme dans l'échelle phylogénétique (échelle de complexité des espèces), c'est ce que nous explique la théorie de l'évolution dont le postulat de départ est que les espèces animales se sont complexifiées, partant de la bactérie pour aboutit à l'homme.

Lorsque l'on se déplace le champ visuel d'un animal "peu évolué", il n'y a aucune adaptation possible. Le sujet s'adapte d'autant mieux qu'il est évolué. Par exemple un poussin ne s'adapte pas du tout, le chat un tout petit peu. On dit détermine l'évolution d'une espèce en fonction de la longueur de l'enfance, plus l'enfance est longue moins il y a d'innéité, d'instinct et plus il y a de plasticité. Les C.V.M bénéficie d'une grande plasticité mais sont-elles acquises pour autant ? Ce n'est pas parce qu'on a prouvé la plasticité d'un facteur inné qu'il devient acquis.

### b) Nature du mouvement.

Pour s'adapter il faut bouger, il faut que les visées, les mouvements du sujet soient actifs par opposition aux déplacements subis (tels que les voyages en voitures).

**Définition mouvement actif** : Réalisé par le sujet. Cas des lunettes prismatiques : La personne cherche toute seule a attrapé un objet. Dans ce cas le mouvement est qualifié d'utile, d'efficace pour l'adaptation, il est même condition de l'adaptation.

**Définition mouvement passif** : Subi par le sujet.

### c) Connaissance des résultats.

C'est un facteur essentiel de l'apprentissage. Si on compare des sujets qui voient seulement le résultat de leur action (mouvement non-perçu) avec des sujets qui voient seulement le mouvement et pas le résultat de leur action, on constate que l'amélioration en deuxième situation est moins importante qu'en première condition. La

connaissance des résultats est donc un facteur de taille, l'idéal étant tout de même de pouvoir percevoir le mouvement et le résultat de l'action.

#### 4) Rôles des coordinations visuo-motrices dans la perception de l'espace :

##### Carrousel de Held et Hein.

Cette expérience se base sur les souffrances de certains sujets atteints d'ataxie optique.

**Définition ataxie optique** : Absence de coordination vison-préhension (absence d'un certain type de CVM). Held et Hein tente de répondre à la question suivante : "Est-ce qu'apprendre à coordonner la vision et l'action joue un rôle dans la perception de la profondeur.

Dans ce cas là, il y a une privation de coordination visuo-motrices. On prend des chatons, qui dès la naissance ont grandi dans l'obscurité, sauf quelques heures par jours où ils sont placés dans le carrousel. Il y a donc privation des perceptions mais perception de la profondeur.

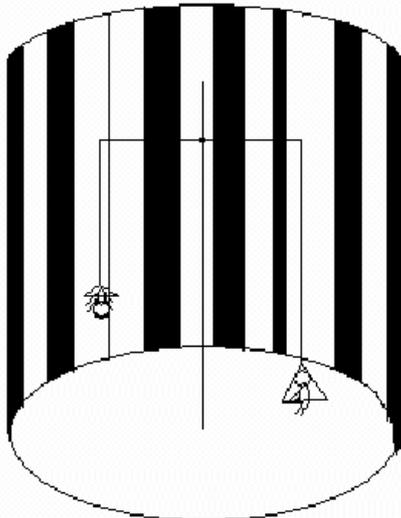
Dans ce cas, il y a un chaton privé de CVM et l'autre aura une CVM.

Le chaton passif est déplacé (subit le mouvement par l'autre chat) mais il ne peut pas avoir de CVM.

Le chat actif change les codes en se déplaçant, l'autre chat (passif) ne fait pas de CVM.

Le papier peint est un gradient de texture qui donne une impression de profondeur, donc les deux chatons ont la même stimulation visuelle. Le chat actif coordonne les mouvements et les entrées sensorielles variées alors que le chat passif non.

Résultat : La perception du chat actif est bien meilleure que pour celle du chat passif, le chat passif est déficitaire au niveau de la perception de la profondeur. Le cerveau construit l'espace perçue.



*Mots clés : Agnosie simple, agnosie visuo-spatiale, constance perceptive, constance perceptive de la taille, illusion perceptive, conduite de constance perceptive, conduite de sous-constance perceptive, conduite de sur-constance perceptive, théorie de l'algorithme, accommodation oculaire, convergence oculaire, disparité ou disparation rétinienne, fond, interposition, parallaxe du mouvement, perception de la profondeur, ataxie optique, cristallin, calibrage, échelle phylogénétique.*

## VI. Recherches.

### A) La perception visuelle

#### 1) Généralités

La compréhension des mécanismes de construction visuelle peut se faire par l'étude des agnosies visuelles telles que l'achromatopsie : incapacité à nommer les couleurs provenant d'une lésion de l'aire V4 ; ou l'akinétopsie : incapacité à percevoir le mouvement des objets provenant d'une atteinte de l'aire V5 spécifique de la perception des déplacements et du codage de la vitesse.

La vision est une construction d'une représentation du monde, ce n'est pas une simple analyse passive et automatique des images de la rétine.

Vision : ensemble des processus permettant de construire une représentation mentale en 3 dimensions à partir des informations contenus dans les deux images rétinienne (2D).

Didactiquement on distingue 3 niveaux de traitement :

\_ sensoriel : description des mécanismes neurosensoriels.

\_ perceptif : façon dont nous organisons les différents éléments.

\_ cognitif : interprétation et signification que l'on donne à ces images.

Il n'y a pas d'organisation hiérarchique entre ces 3 niveaux.

Lorsque l'on fait passer un rayon lumineux par un prisme il se sépare en différentes couleurs, mais lorsqu'on met un deuxième prisme derrière, on peut reconstituer la lumière blanche → la lumière du soleil est constituée d'un ensemble de composantes ( Isaac Newton).

Lorsqu'il n'y a qu'une composante, on la mesure par sa longueur d'onde dont l'unité est le nanomètre. Les longueurs d'onde auxquelles nous sommes sensibles vont de 400 à 700 NM. → éléments monochromatiques. Mais lorsqu'il y a plusieurs longueurs d'ondes mélangées nous la décrivons par la proportion d'ondes basses, moyennes et élevées.

On mesure l'intensité d'un stimulus par sa luminance qui s'exprime en candela par m.2 (cd / m.2).

La rétine est un tissu nerveux constitué de cellules d'où partent des axones vers le SN. La lumière doit traverser plusieurs couches de cellules avant d'atteindre les cellules photoréceptrices constituées de cônes et de bâtonnets, il y a plus de bâtonnets que de cônes dans la rétine, mais il n'y a pas de bâtonnets au niveau de la fovéa, alors qu'il y a une très forte concentration de cônes au niveau de la fovéa.

Les deux nerfs optiques se croisent au niveau du chiasma optique puis passent par le corps genouillé latéral et vont jusqu'au cortex visuel. Pour la vision tout ce qui se trouve dans le champs visuel gauche est d'abord traité par le cortex visuel droit. La région fovéale se répartie de manière équivalente dans les deux parties du cortex visuel. Il y a une spécialisation très précise des aires corticales :

\_ perception des formes, des détails → cortex temporal.

\_ localisation → cortex pariétal.

## 2) Vision colorée

Lorsqu'on essaie de déterminer les seuils de vision pour les différentes longueurs d'ondes perceptibles on obtient deux courbes :

\_ courbe photopique : obtenue dans une pièce éclairée.

\_ courbe scotopique : obtenue dans le noir, les seuils obtenus dans cette condition sont beaucoup plus bas, cela ne correspond pas forcément à une meilleure vision car le seuil le plus bas est à 505 nm, et il n'y a pas de perception au delà de 650.

→ Tout se passe comme si nous avions deux systèmes visuels différents. Le système scotopique est beaucoup plus sensible que le photopique. La courbe photopique est dû aux cônes (vision de jour), alors que la courbe scotopique est dû aux bâtonnets (vision de nuit).

Les cellules photoréceptrices contiennent des pigments rétinien qui interagissent avec la lumière. Les bâtonnets contiennent de la rodopsine. La population des cônes n'est pas homogène :

\_ les cônes sensibles aux courtes longueurs d'ondes (S) contiennent du cyanolabe (bleu).

\_ les cônes sensibles aux moyennes longueurs d'ondes (M) contiennent du chlorolabe (vert).

\_ les cônes sensibles aux grandes longueurs d'ondes (L) contiennent de l'éritrolabe (rouge).

Selon la longueur d'onde du stimulus, tel ou tel sorte de cône va travailler. Avec ces trois primaires nous pouvons constituer toutes les couleurs. Nous ne pouvons nous construire une représentation colorée qu'à partir du moment où nous pouvons discriminer les différentes longueurs d'ondes → systèmes de traitement différents → éclairage suffisant pour activer les cônes (pas de vision colorée la nuit où seuls les bâtonnets fonctionnent). Chaque longueur d'onde produit des proportions d'activité différente dans les différentes sortes de cônes, ce qui nous permet de différencier les longueurs d'ondes donc une sensation colorée.

Primaires pour synthèse additive (vert - rouge - bleu) → lumière.

Primaires pour synthèse soustractive (cyan - jaune - magenta) → colorants.

L'origine d'une mauvaise perception des couleurs provient la plus part du temps d'une sorte de cônes qui ne fonctionne pas bien. Les daltoniens construisent leur univers coloré à partir de 2 des 3 pigments des cônes.

Phénomène de constance des couleurs : selon l'éclairage les lumières filtrées par des peintures qui recouvrent les objets n'ont pas la même couleur.

Même si nos seuils en vision scotopique sont plus bas que ceux de la vision photopique, notre vision nocturne est moins performante que notre vision diurne car il n'y a pas de bâtonnets dans la fovéa → vision parafovéale moins précise.

Nous avons trois domaines de vision : vision scotopique, vision photopique et la vision mésopique entre les deux qui est la moins efficace.

### 3) Contrastes de luminance

Le système visuel ne traite pas la quantité de luminance mais détecte très bien des écarts de luminance dus des surfaces voisines.

Renforcement des contrastes : perceptivement les contrastes de luminance sont exagérés. Cela vient du traitement réalisé par les cellules visuelles au niveau de la rétine. Chaque cellule ganglionnaire va transiter par un axone un message vers les centres supérieurs ce qui va renseigner sur la luminance d'un territoire réduit de la rétine, constitué de photorécepteurs reliés à cette cellule ganglionnaire. Chaque cellule ganglionnaire est reliée à un groupe de photorécepteurs qui forment son champs récepteur. Les photorécepteurs de ce champs sont soit excitateurs soit inhibiteurs → un champs de photorécepteur est constitué de 2 zones : l'une activatrice, l'autre inhibitrice. Si l'ensemble des photorécepteurs d'un champs sont activés → la cellule ganglionnaire est à la fois activée et inhibée → pas de P.A. Pour que l'activité de la cellule ganglionnaire soit maximale il faut qu'il n'y ait de la lumière que sur l'une des deux zones. → Les cellules ganglionnaires se comportent comme de véritables détecteurs de contraste de luminance.

### 4) Perception des profondeurs

Les images qui se projettent sur la rétine sont en 2 dimensions ( latéralité et verticalité), or la construction mentale que nous en faisons est en 3 dimensions → ajout de la profondeur dans notre construction perceptive grâce à :  
\_ des indices monoculaires (un seul oeil) : indices picturaux (occultation, perspective, ombres), parallaxe de mouvement, accommodation du cristallin.

\_ des indices binoculaires : stéréopsie, convergence des deux yeux.

Constance de la taille : plus un objet est éloigné, plus l'image sur notre rétine est petite, or nous n'avons pas la perception que les objets changent de taille selon la distance.

Expérience de Holway et Boring : deux cercles sur des écrans : un cercle de comparaison dont le sujet peut régler la taille, et un cercle test qui peut s'éloigner entre 3 et 36 mètres de l'observateur. Le diamètre du cercle test varie de tel sorte que la taille de l'image sur la rétine reste constante.

→ Si on peut conserver la constance de la taille de l'objet c'est grâce aux indices de perspective qui prévalent sur la taille des objets.

### 5) La perception des formes et des objets

Quelle série d'opérations mentales permettent de passer de la détection des attributs de l'image à une représentation de l'objet ?

\_ Théorie de la gestalt (forme) → lois d'organisation perceptive (cf. td).

\_ Modèle d'Anne Treisman.

\_ Modèle de I. Biederman : la reconnaissance se fait par composants volumétriques de base.

\_ Théorie de David Morr : la reconnaissance se fait par le calcul ( 3 étapes).

## B) Oeil

Les globes oculaires sont logés dans le tissu graisseux des cavités orbitaires (deux alvéoles osseux) du crâne, où ils sont situés au-dessus et latéralement par rapport au centre. De tous les sens, la vue est souvent considérée comme le plus important. Selon une estimation, les quatre cinquièmes de ce que nous connaissons sont transmis au cerveau par l'intermédiaire des yeux. Les yeux transmettent des flux continus d'images au cerveau par l'intermédiaire de signaux électriques. Les yeux reçoivent l'information à partir des rayons lumineux. Les rayons lumineux sont absorbés ou réfléchis. Les objets absorbant tous les rayons lumineux apparaissent noirs, alors que ceux qui les réfléchissent tous apparaissent blancs. Les objets colorés absorbent certaines parties du spectre lumineux et réfléchissent les autres. Quand vous regardez quelque chose, les rayons réfléchis par l'objet pénètrent dans l'oeil. La lumière est réfractée par la cornée et traverse l'humour aqueuse et la pupille et se dirige vers le cristallin. L'iris contrôle la quantité de lumière pénétrant dans l'oeil, puis le cristallin focalise la lumière qui traverse l'humour aqueuse et atteint la rétine, formant une image inverse. Les cellules photo-sensibles de la rétine transmettent l'image au cerveau par des signaux électriques. Le cerveau " perçoit " l'image dans le bon sens.

L'oeil est un instrument d'optique, comme les microscopes et les télescopes, mais les yeux peuvent s'ajuster plus facilement: ils sont sensibles aux couleurs, ils s'adaptent très rapidement aux variations de luminosité, et ils se mettent au point automatiquement.

### 1) Cristallin

Le cristallin se trouve juste derrière la pupille et est protégé, à l'avant, par l'humeur aqueuse qui le sépare de la cornée. Le cristallin est maintenu en place par un ligament fixé au muscle ciliaire qui se trouve dans la partie antérieure de l'oeil. Le cristallin réfracte la lumière pour projeter une image nette sur la rétine. Chez un individu sain, le muscle ciliaire peut modifier la forme du cristallin (qui est élastique) pour mettre au point la vision d'objets qui se trouvent à des distances différentes. Lorsque vous regardez un objet éloigné, le muscle ciliaire se relâche et le cristallin n'est plus que légèrement incurvé. Pour regarder un objet proche, le muscle ciliaire doit se contracter, le cristallin est alors très bombé et très incurvé. Cependant, si le globe oculaire a une forme telle que la rétine est trop proche du cristallin (hypermétropie) ou trop éloignée (myopie), les objets apparaissent flous. Ces défauts de la vision peuvent généralement être corrigés par le port de verres correcteurs (lunettes ou lentilles de contact). L'astigmatisme est dû à des irrégularités soit de la cornée, soit du cristallin. Ce défaut peut également être corrigé par le port de lunettes. Les nouveau-nés ne peuvent pas voir les objets proches nettement pendant plusieurs mois. Les jeunes enfants ont en général une vue normale, mais cela peut changer au cours de la croissance. Certaines personnes âgées ont des problèmes pour voir les objets proches et les objets éloignés parce que leur cristallin a perdu son élasticité naturelle. Ce problème peut être corrigé par le port de verres à double foyer.

### 2) Rétine

La rétine est une couche d'épaisseur microscopique qui tapisse le fond du globe oculaire. Elle est composée de cellules nerveuses réceptrices spécialisées : les cônes et les bâtonnets, qui détectent la lumière. Les cellules nerveuses de la rétine transforment l'énergie lumineuse en messages électriques qui sont transmis au cerveau par le nerf optique.

## C) Le développement des perceptions.

Nous avons compris au travers de la lecture du premier chapitre que les structures sensori-motrices constituent la source des opérations ultérieures de la pensée. On peut en déduire que l'intelligence, l'acquisition de la connaissance est essentiellement assimilation active et opératoire. Elle dépend de l'action en tant que transformant les objets et le réel. La tradition empiriste soutenait que l'intelligence tire ses origines de la perception seule, mais c'était oublier un peu vite l'action. La perception constitue un cas particulier des activités sensori-motrices. L'action transforme le réel et la perception est un aspect figuratif de la connaissance du réel. Il importe évidemment de déterminer le rôle des perceptions dans l'évolution intellectuelle de l'enfant, par rapport au rôle de l'action.

### 1) Constances et causalité perceptives.

Il faudrait bien sûr commencer par une analyse des perceptions dès la naissance et au cours de la période sensori-motrice, mais rien n'est plus difficile que d'atteindre les perceptions du nouveau-né et du nourrisson. Cependant, deux célèbres problèmes de perception peuvent être mis en relation avec les réactions sensori-motrices de la première année : celui des constances et celui de la causalité perceptive.

On appelle constance de la grandeur la perception de la grandeur réelle d'un objet situé à distance ; cette constance apparaît dès la seconde moitié de la première année et se développe jusqu'à 10-12 ans et plus. On peut se demander quelles relations il y a avec les schèmes sensori-moteurs et en particulier avec celui de l'objet permanent.

#### a) La constance de la forme.

La **constance de la forme** aurait une certaine parenté avec la **permanence de l'objet**. Si on présente à un bébé (vers 7-8 mois) son biberon retourné il le mettra à l'endroit s'il aperçoit une partie de la tétine ; à partir de 9 mois le bébé recherche les objets derrière les écrans et s'il aperçoit la tétine il retournera le biberon. **Il y aurait donc une interaction entre la perception et le schème sensori-moteur.**

## b) La constance des grandeurs.

Elle débute vers 6 mois ; une fois l'enfant dressé à choisir la plus grande de deux boîtes, il continuera à choisir la plus grande même si on l'éloigne et qu'elle correspond donc à une image rétinienne plus petite. Cela débute donc avant la constitution de l'objet permanent, mais après la coordination de la vision et de la préhension (vers 4 mois ½). On peut alors se demander pourquoi il existe une constance perceptive des grandeurs, et qu'avec l'éloignement l'intelligence suffit à faire connaître la grandeur ? La réponse est sans doute que la grandeur d'un objet est **variable à la vision** mais **constante au toucher** et que le développement sensori-moteur met en relation le perceptif visuel et le tactilo-kinesthésique. La constance des grandeurs dépendrait des schèmes sensori-moteurs d'ensemble ce qui expliquerait pourquoi elle débute après la coordination de la vision et de la préhension.

## c) Objet permanent et perception.

Avec la constance de la forme et la constance de la grandeur on a montré l'irréductibilité du sensori-moteur par rapport au perceptif. Cette perception est enrichie par l'activité sensori-motrice et ne saurait suffire à la constituer, ni à se constituer elle-même indépendamment de l'action (voir les travaux de **Michotte** pour voir les nuances).

## d) La causalité perceptive.

C'est Michotte qui a conduit les expériences les plus connues sur la causalité perceptive (notion de lancement, d'entraînement, et de déclenchement d'un mobile A sur un immobile B).

### 2) Les effets de champ.

Les activités perceptives se développent bien sûr avec l'âge, l'enfant de 9-10 ans tiendra compte de références et de coordonnées perceptives dont ne tient pas compte l'enfant de 5-6 ans ; il explorera mieux les figures, anticipera davantage. Mais dans le même temps il peut arriver que les activités perceptives engendrent des erreurs systématiques qui vont alors augmenter avec l'âge (au moins jusqu'à un certain niveau).

Les effets des champs, quoiqu'en gros adéquats, sont toujours en partie déformants (on ne peut pas tout voir uniformément en même temps). Pour pousser plus avant cette notion pointue des champs vous pouvez consulter les pages 30 à 33 du livre.

### 3) Les activités perceptives.

Les activités perceptives se développent progressivement, contrairement aux champs qui demeurent relativement constants. La plus importante des activités perceptives est le déplacement plus ou moins systématique du regard et de ses points de fixation (centrations).

L'intelligence, à partir de 7 ans environ, va aider l'activité perceptive. Elle ne se substitue pas à elle mais elle structure le réel et contribue donc à indiquer ce qu'il convient de regarder avec plus d'attention.

D'une manière générale on voit que les activités perceptives se développent avec l'âge jusqu'à pouvoir se plier aux directives suggérées par l'intelligence. Il ne faut pas considérer les activités perceptives comme étant le résultat d'une simple extension des effets de champ, ce serait même le contraire ; les effets de champ apparaissant comme des sédimentations locales d'activités perceptives de niveaux variés.

### 4) Perceptions, notions et opérations.

Le développement des perceptions suffit-il à expliquer le développement de l'intelligence ou alors est-ce que le sensualisme a oublié le rôle de l'action et de son schématisation sensori-moteur, celui-ci pouvant être à la fois source des perceptions et point de départ des opérations ultérieures de la pensée ?

De façon générale on ne peut concevoir les notions de l'intelligence comme étant abstraites des perceptions par des processus de généralisation (et d'abstraction) ; car les notions de l'intelligence comportent d'une part des informations perceptives et d'autre part des constructions spécifiques de nature plus ou moins complexe.