

# Les fondamentaux de l'IHM et du multimédia

## L'Homme : la perception



UE NSY116

Multimédia et Interaction

Homme-Machine

2005-2006

Alexandre Topol

## But du cours

- Ce n'est pas un cours exhaustif de psychologie cognitive
- L'étude se limite aux aspects importants pour l'IHM
- Traite de la physiologie humaine dans le cadre des système interactifs
  - Perception
  - Action
- Présentation des capacités de traitement
- Pas de prise en compte des facteurs sociaux

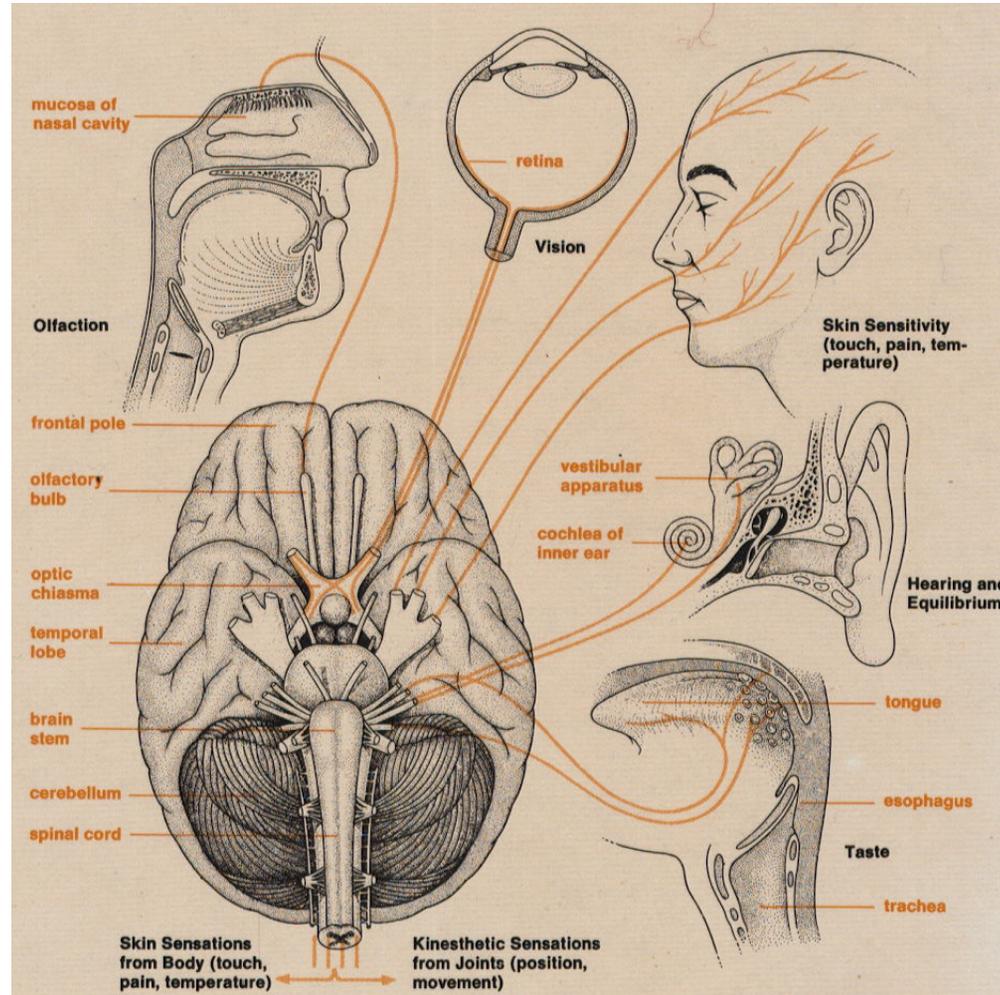
# Vue d'ensemble

- Constats :
  - L'humain est l'élément central d'un système interactif
    - ➔ répondre à ses besoins
  - L'humain est limité dans sa capacité de traitements
    - ➔ cela a une influence sur le design
- Information acquise et réponse donnée via un certain nombre de canaux d'entrée/sortie :
  - La vue
  - L'ouïe
  - Le toucher
  - Le mouvement

# Vue d'ensemble

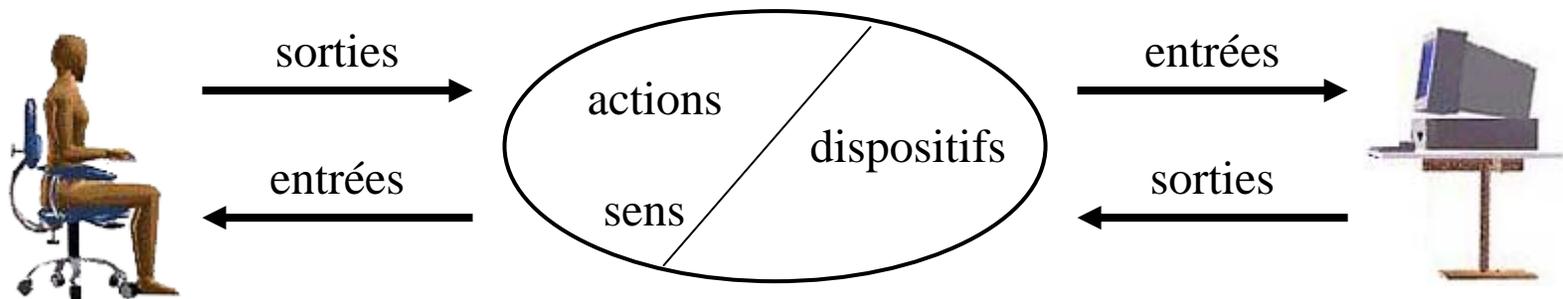
- Information stockée dans :
  - La mémoire sensorielle
  - La mémoire court terme
  - La mémoire long terme
- Information est traitée par :
  - Raisonnement
  - Résolution de problème
  - Acquisition de connaissances
  - Erreur
- Les émotions influencent les capacités humaines
- Les utilisateurs ont en commun certaines capacités mais ont des différences

# Les canaux d'entrée/sortie



# Les canaux d'entrée/sortie

- Interaction avec le monde réel : par l'envoi et la réception
  - « Je siffle un air, j'entends cet air »
- Interaction avec un ordinateur : 2 systèmes d'entrée/sortie connectés :
  - L'humain reçoit les informations émises par la machine
  - L'humain répond en fournissant des données à la machine
  - ➔ Les sorties humaines deviennent les entrées de la machine et réciproquement (attention à la confusion !)



# Les canaux d'entrée/sortie

- En IHM, ce qui est effectivement utilisé en entrée (actions humaines sur la machine) :

- **Le toucher**



- La parole



- La vue



- La position, le mouvement



# Les canaux d'entrée/sortie

- En IHM, ce qui est effectivement utilisé en sortie (stimulation de l'utilisateur) :

- La vue



- L'ouïe

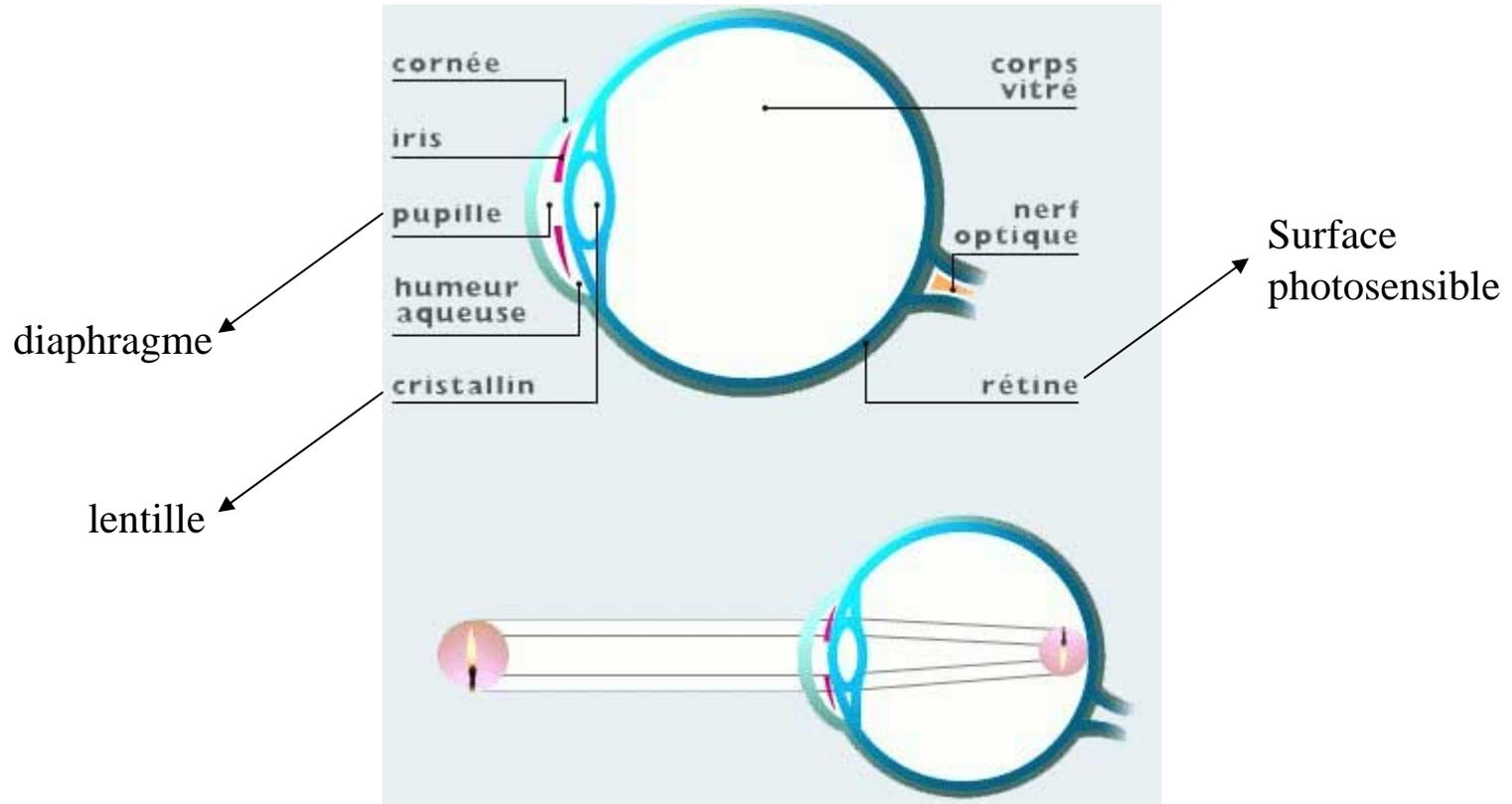


- Le toucher



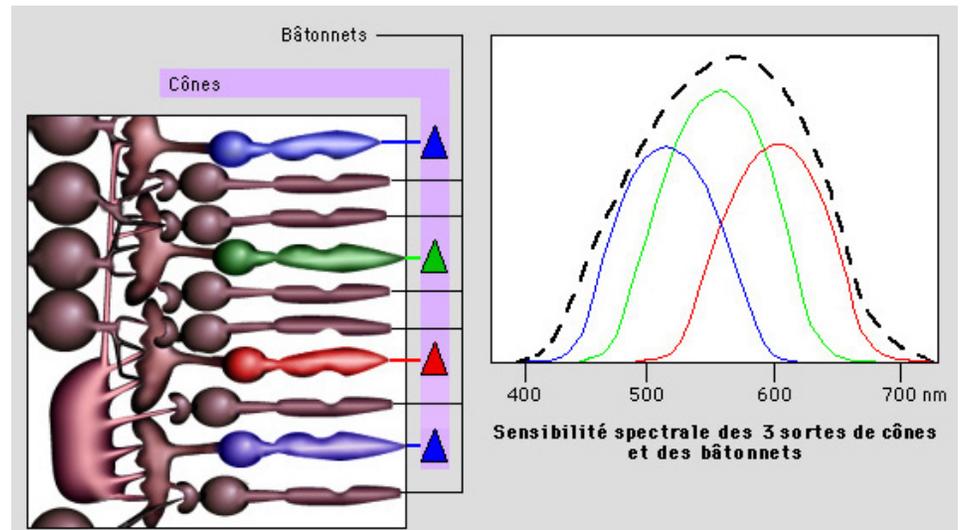
- Les deux autres sens sont sous-exploités ou inutilisés

# La vision humaine



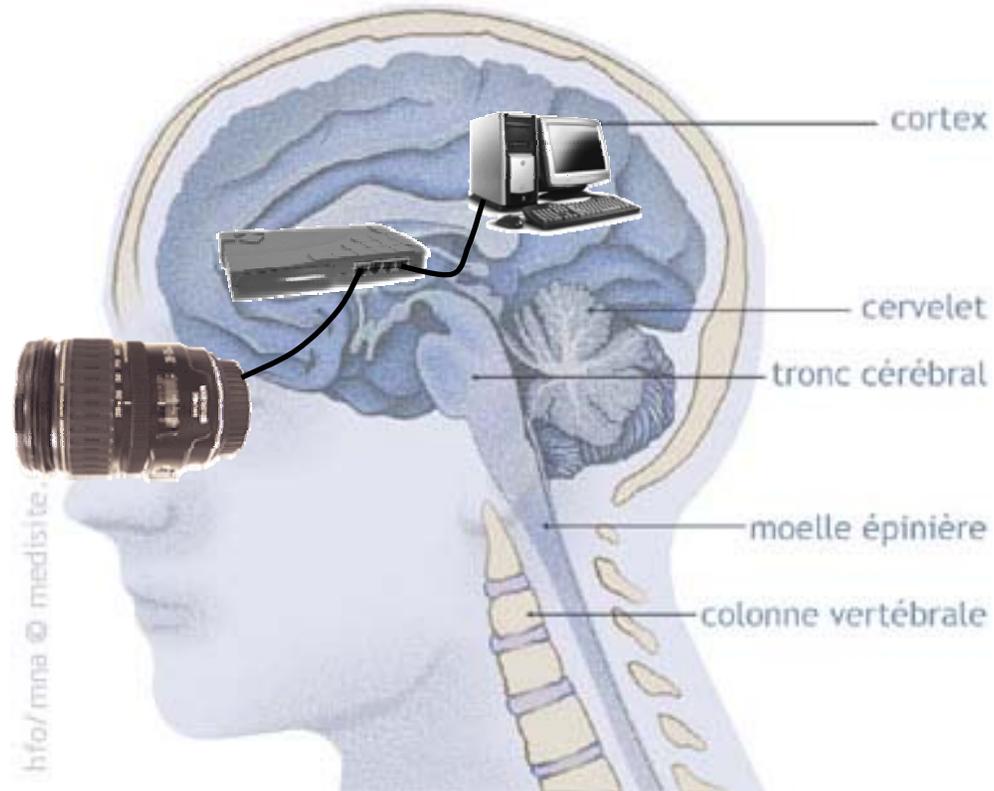
# La vision humaine

- Les constituants de la rétine :
  - Les bâtonnets ( $125 \cdot 10^6$ ) : réponse photométrique, vision nocturne
  - Les cônes ( $5 \cdot 10^6$ ): réponse photométrique et chromatique
- Trichromate, synthèse additive



# La vision humaine

le cerveau - coupe interhémisphérique -

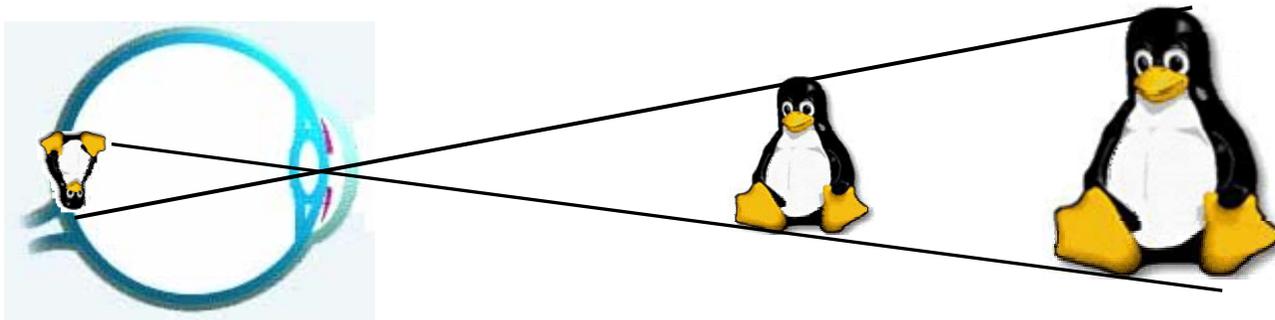
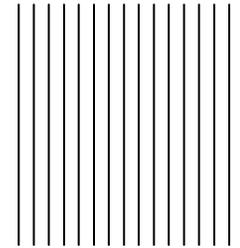


# La vision humaine

- Le cerveau traite et analyse les images captées
- Il nous permet d'extraire :
  - La taille et la profondeur (stéréoscopie)
  - La luminosité et la couleur
- Il nous permet d'analyser :
  - La cohérence d'une scène
  - Lever les ambiguïtés sur les distances relatives
  - Différentiation des couleurs
- Éléments cruciaux pour le design des interfaces graphiques

# La vision humaine

- Perception de la taille
  - Angle visuel : dépend de la taille et de la distance de l'objet
  - Cet angle définit la limite de l'acuité visuelle
    - $10^{-5}$  degré pour l'épaisseur d'une ligne
    - $10^{-2}$  degré pour les espaces entre lignes
  - Consistance de la taille
    - La perception de la taille dépend d'autres facteurs
    - La profondeur est l'un de ces facteurs



# La vision humaine

- Perception de la profondeur
  - Plusieurs indices :
    - La profondeur des objets les uns par rapport aux autres
      - Si un objet cache partiellement un autre, alors on en déduit que cet objet est plus proche
    - La taille et la hauteur donne un indice sur la distance (vision)
    - Si l'on connaît a priori la taille d'un objet alors on peut estimer sa distance (cognitif)
  - ➔ Paradoxes visuels



# La vision humaine

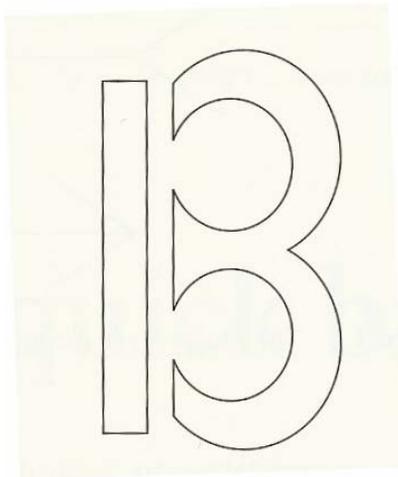
- Perception de la luminosité
  - Dépend de la luminance : lumière émise par un objet
    - Dépend de la lumière qui éclaire l'objet
    - Dépend des propriétés réfléchissantes de l'objet
    - Mesurable par un photomètre.
  - Le contraste dépend de la luminosité : c'est un rapport entre la luminance de l'objet et celle de son arrière plan
  - L'acuité visuelle croît avec la luminosité
    - Il est donc préférable d'utiliser des écrans très éclairés
    - Mais, sous un fort éclairage l'œil perçoit les changements d'images à une fréquence  $> 50\text{Hz}$
    - L'effet est plus prononcé pour la vision périphérique (pb écran large)

# La vision humaine

- Perception de la couleur
  - 3 composantes :
    - Teinte (Hue) : longueur d'onde spectrale
    - Saturation : composante blanche dans la couleur
    - Luminance : luminosité
  - 150 teintes peuvent être discriminées par l'humain grâce aux cônes sensibles à la couleur
  - En faisant varier les deux autres composantes, on peut en théorie percevoir 7 millions de couleurs différentes
  - Acuité visuelle pour les couleurs :
    - Meilleure au centre qu'en région périphérique
    - 3 à 4% de la région centrale est occupée par des cônes sensibles aux bleus → acuité des bleus plus basse
    - 8% des hommes et 1% des femmes souffrent de daltonisme

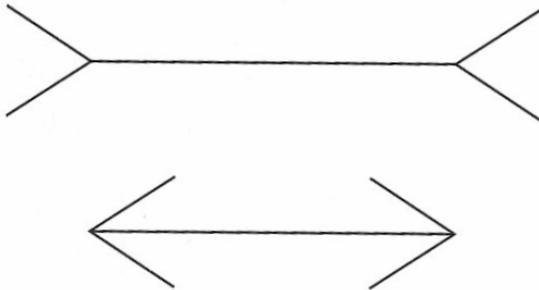
# La vision humaine

- Capacités et limitations du traitement visuel
  - Nous avons vu les limitations « bas niveau »
  - Il existe des erreurs de transformations et d'interprétations
    - Par exemple, s'il l'on s'attend à voir un objet d'une certaine taille, on le voit à cette taille quelle que soit sa distance
  - Importance du contexte, de nos a priori, de notre attente



# La vision humaine

- D'autres illusions d'optiques dues aux erreurs d'interprétation



Quelle segment est le plus long ?

L'illusion de Miller-Lyer

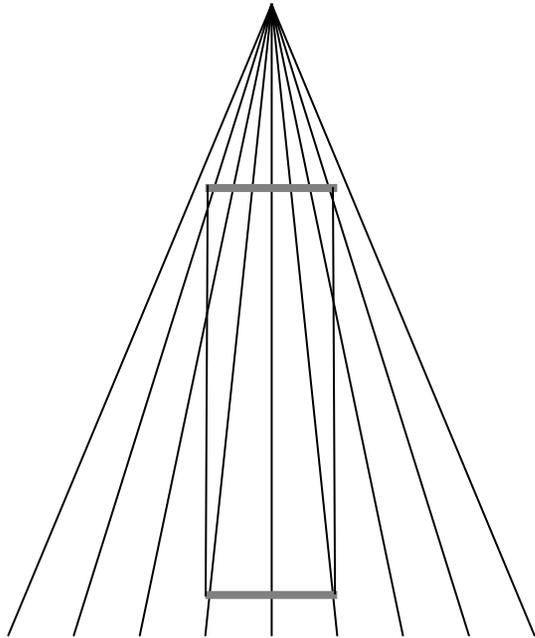
Elles sont de longueur égale

Mauvaise application de la loi de consistance de taille :

La forme concave paraît plus loin que la forme convexe

# La vision humaine

- D'autres illusions d'optiques dues aux erreurs d'interprétation (de la profondeur)



Quelle segment gris est le plus long ?

L'illusion de Ponzo

# La vision humaine

- Le cas spécial de la lecture
  - 3 étapes sont nécessaires :
    - Perception des motifs sur la page
    - Décodage à l'aide de la représentation interne du langage
    - Analyse syntaxique et sémantique des mots et phrases
  - Perception et décodage :
    - Déplacement des yeux (saccades puis fixations)
    - La perception intervient durant les fixations (94% du temps)
    - Les mots peuvent être reconnus instantanément d'après leur forme
      - ➔ supprimer les indices sur la forme du mot gêne la lecture
      - ➔ des mots de forme approchée peuvent être confondus

je suis bien content d'être venu en cours aujourd'hui

JE SUI S BIEN CONTENT D'ÊTRE VENU EN COURS AUJOURD'HUI

Je susi bein contnet d'êrte vneu en cuors aujuord'hui

# La vision humaine

- Le cas spécial de la lecture

Combien y a-t-il de F dans la phrase suivante ?

+++++

FINISHED FILES ARE THE RE-  
SULT OF YEARS OF SCIENTIF-  
IC STUDY COMBINED WITH THE  
EXPERIENCE OF YEARS

+++++

IL

VA

A LA

LA PLAGE

# La vision humaine

- Le cas spécial de la lecture

Pouvez-vous dire à haute voix et rapidement la couleur des mots ci-dessous ?

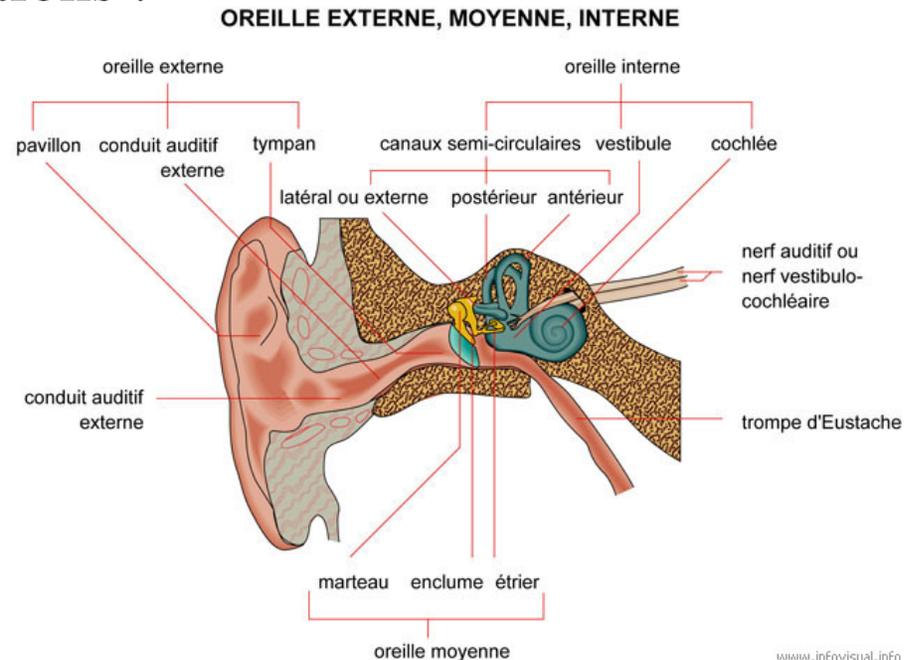
Bleu	Rouge	Vert	Jaune	Rouge
Jaune	Vert	Bleu	Jaune	Rouge
Rouge	Bleu	Jaune	Rouge	Vert
Bleu	Jaune	Rouge	Vert	Vert
Rouge	Bleu	Vert	Jaune	Jaune
Vert	Vert	Bleu	Bleu	Rouge
Jaune	Vert	Rouge	Jaune	Jaune
Bleu	Jaune	Bleu	Rouge	Vert
Rouge	Vert	Rouge	Bleu	Bleu
Vert	Bleu	Jaune	Rouge	Bleu

# L'ouïe

- Entendre est souvent considéré comme secondaire
- Mais nous recevons beaucoup d'informations par nos oreilles :
  - Quels sons entendez-vous ?
  - D'où proviennent-ils ?
  - Qu'est-ce qui les produit ?
- L'ouïe nous apporte des informations liées à notre environnement

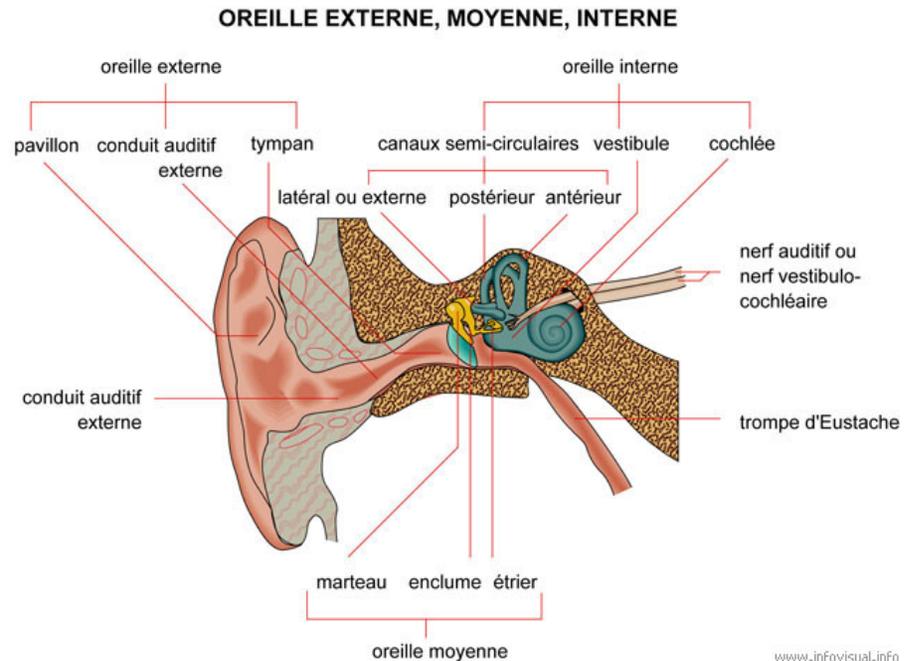
# L'ouïe

- Tout comme la vue est liée à la lumière (ondes lumineuses), L'ouïe se base sur les vibrations de l'air (ondes sonores)
- L'oreille reçoit et transmet ces vibrations au système auditif
- L'oreille comporte 3 sections :
  - L'oreille externe
  - L'oreille moyenne
  - L'oreille interne



# L'ouïe

- L'oreille externe :
  - Composants :
    - Le pavillon
    - Le conduit auditif
    - Le tympan
  - Rôles :
    - Protection
    - Amplification



# L'ouïe

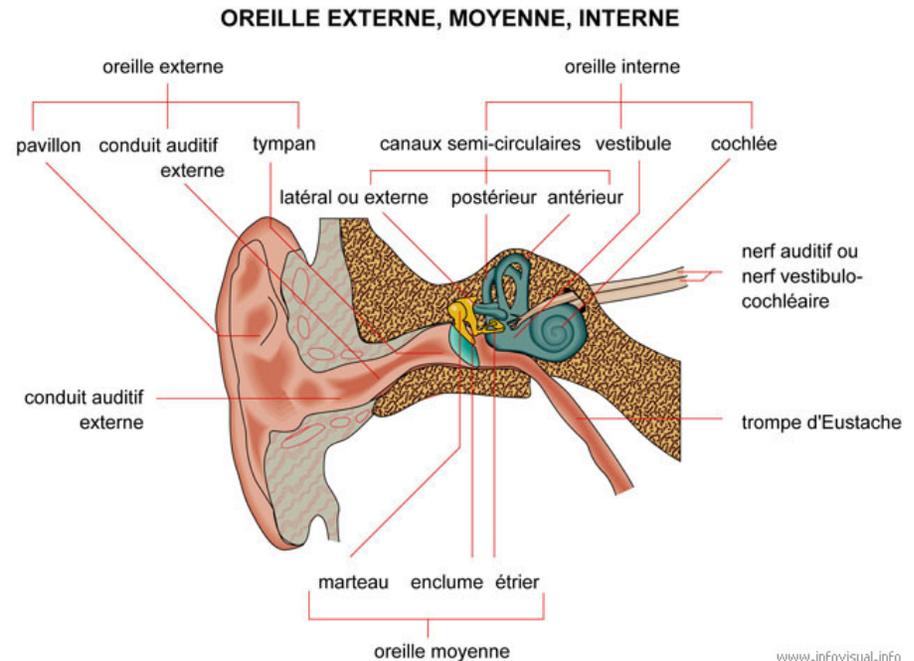
- L'oreille moyenne :

- Composants :

- Le marteau
    - L'enclume
    - L'étrier

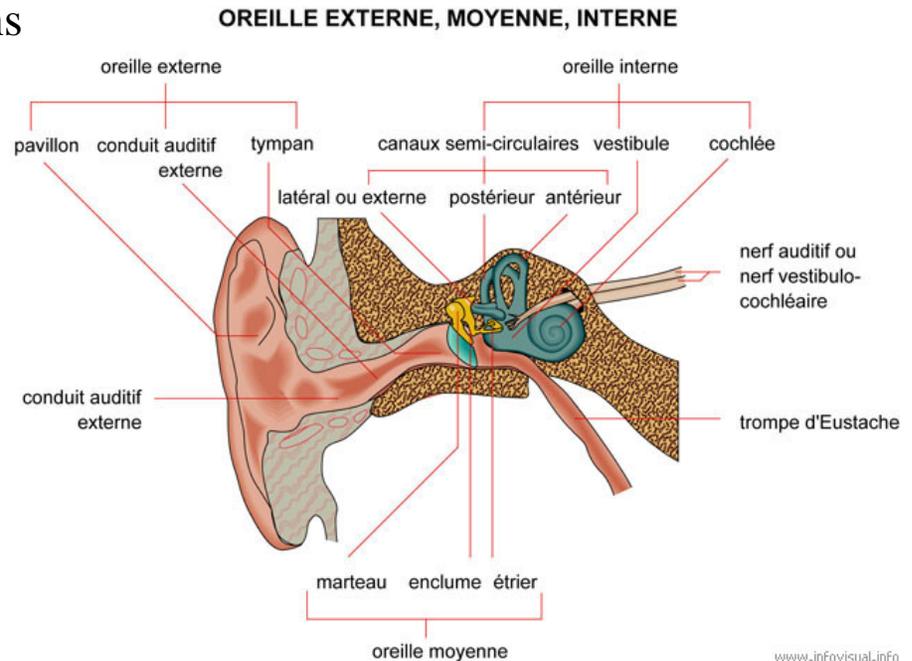
- Rôles :

- Transmission
    - Concentration
    - Amplification



# L'ouïe

- L'oreille interne :
  - Composant essentiel :
    - La cochlée
  - Rôles :
    - Traduction des vibrations en signaux chimiques



# L'ouïe

- Perception du son
  - Plusieurs caractéristiques :
    - Le pitch : la fréquence du son
    - La gravité : proportionnelle à l'amplitude du son
    - Le timbre : type du son (instrument)
    - La localisation : par différences entre les 2 oreilles
  - Des chiffres :
    - Fréquences audibles de 20 Hz à 15kHz
    - Changements de fréquences de 1,5Hz (basses fréquences)
  - Traitement :
    - Filtrage : ignorer les bruits ambiants pour se concentrer sur des informations importantes
    - Exemple du repas mondain

# L'ouïe

- Conclusion
  - Un bon média pour la transmission d'informations
  - Sous-utilisé aujourd'hui, mais ça change
  - Exception : le multimédia
    - Musique
    - Commentaires
    - Effets sonores
  - Utilisation possible dans les interfaces :
    - Puisque l'on peut repérer les changements subtils de sons
    - On peut les utiliser pour donner des indications sur l'état d'un système
    - Le plus avancé : les jeux vidéos

# Le toucher

- Perception haptique
- Informations vitales dans la vie réelle
- Encore plus pour les personnes qui ont un autre sens déficient
- En informatique :
  - Contacts avec la souris et le clavier
  - Clavier braille
  - Tablette tactile
  - Vibrations
  - Retour d'efforts

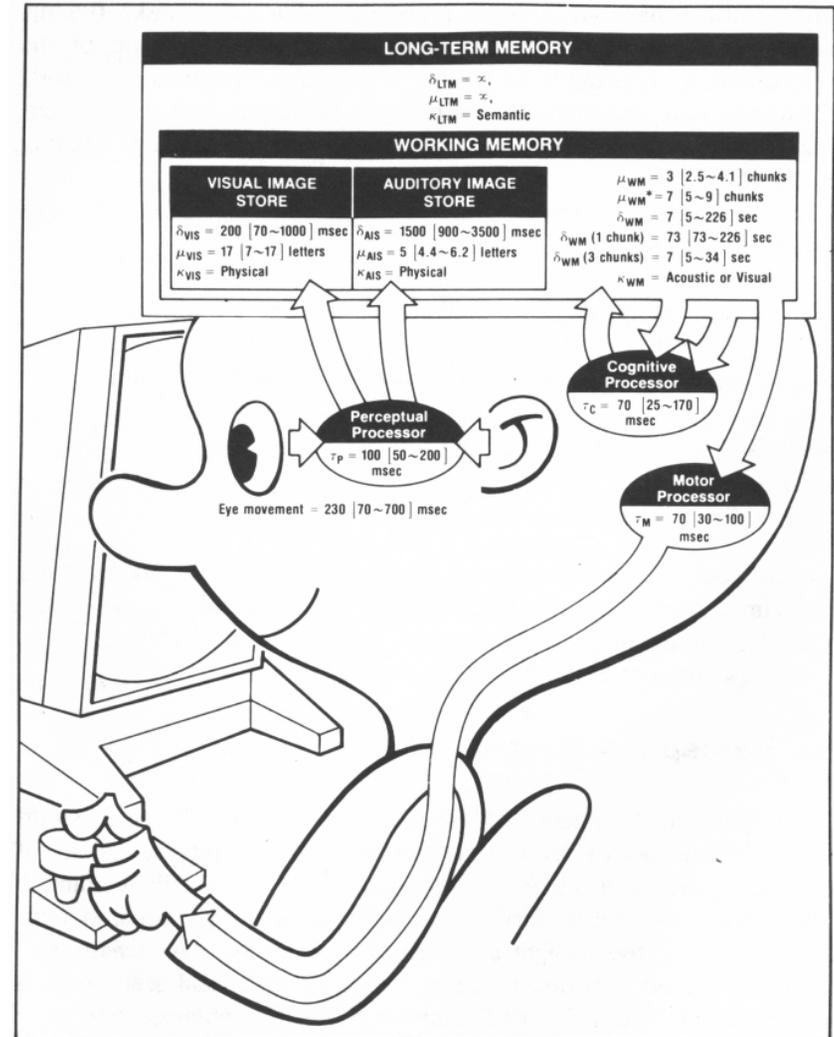


# Le mouvement

- La réponse de l'humain face à la machine passe souvent par un mouvement
- Le cerveau commande la réponse musculaire appropriée
- La vitesse et la précision des mouvements sont importantes pour la conception d'une interface
  - Manipulation des périphériques d'entrée
  - Pour atteindre un élément (bouton, menu, ...)
- Le temps nécessaire pour atteindre une cible est fonction de la taille et de la distance de la cible :
  - Loi de Fitt :
$$\text{Temps} = a + b \log_2(\text{distance}/\text{taille} + 1)$$
a et b étant des constantes empiriques

# La mémoire humaine

- Comment stocke-t-on les informations ?
- Processeur humain (Card)
  - 3 processeurs
    - Perceptif
    - Cognitif
    - Moteur
  - Hiérarchie de mémoire
    - Mémoire de travail (RAM)
      - Mémoire sensorielle
      - Mémoire court terme
    - Mémoire long terme



# La mémoire humaine

- Mémoire sensorielle
  - Tampons dans lesquels sont stockés les stimuli reçus des sens
  - Un tampon pour chaque canal sensoriel :
    - Mémoire iconique pour les stimuli visuels
    - Mémoire échoïque pour les stimuli sonores
    - Mémoire haptique pour les stimuli du toucher
  - Ses mémoires sont constamment écrasées au fur et à mesure que les informations nous parviennent
    - Rémanence de 500ms pour la mémoire visuelle (double image)
    - La localisation des sons se sert du tampon échoïque
  - Les informations sont transmises à la mémoire court terme si elles sont dignes d'intérêt à l'instant de leur réception

# La mémoire humaine

- Mémoire court terme
  - C'est un « bloc notes » pour retrouver rapidement les informations
  - Exemple : calculez  $35 \times 6$ 
    - Utilisation de la mémoire court terme ?
  - Temps de réponse rapide : 70ms mais décroît rapidement
  - Capacité limitée : entre 5 et 9 items (chiffres, nombres, ...)

Expérimentation : regardez la suite suivante :

265384579268143

Maintenant, écrivez le plus possible de chiffres.  
Combien ?

# La mémoire humaine

- Mémoire court terme
  - C'est un « bloc notes » pour retrouver rapidement les informations
  - Exemple : calculez  $35 \times 6$ 
    - Utilisation de la mémoire court terme ?
  - Temps de réponse rapide : 70ms mais décroît rapidement
  - Capacité limitée : entre 5 et 9 items

Expérimentation : un autre essai :

26 538 457 926 8143

Maintenant, écrivez le plus possible de nombres.  
Combien ?

# La mémoire humaine

- Mémoire long terme
  - Notre mémoire principale
  - Y sont stockées les informations, expériences, connaissances
  - Caractéristiques :
    - Capacité très grande (illimitée ?)
    - Temps d'accès assez important (1/10s)
    - Les oublis interviennent plus lentement
  - Deux types de structures :
    - Épisodique (sérialisée)
    - Sémantique (par relation entre informations)

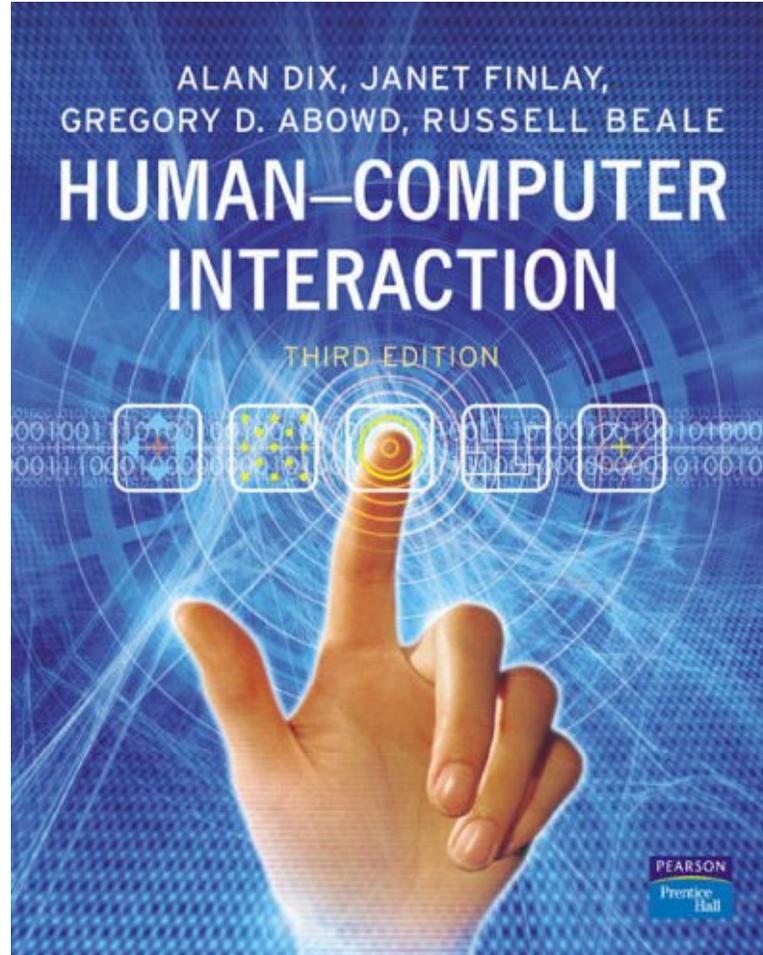
# Importance de la mémoire et de la perception

- Rassembler les éléments pour profiter du temps de traitement de la mémoire court terme
- Imaginer des métaphores graphiques qui profitent de notre expérience (mémoire long terme) et dont on n'oublie plus le fonctionnement
- Discriminer les informations visuellement : le processeur perceptif est beaucoup plus rapide (100ms) que le processeur cognitif (jusqu'à quelques minutes)

# Concevoir un système multimédia et interactif

- Méthode de conception
  - Centrée utilisateurs
  - Conception participative
- Connaissance de l'être humain
  - Psychologie de la perception
  - Sciences sociales
- Outils de conception
  - Boîte à outils, langages
  - Ingénierie de l'interaction
- Design
  - Art graphique et audio, typographie

# Référence

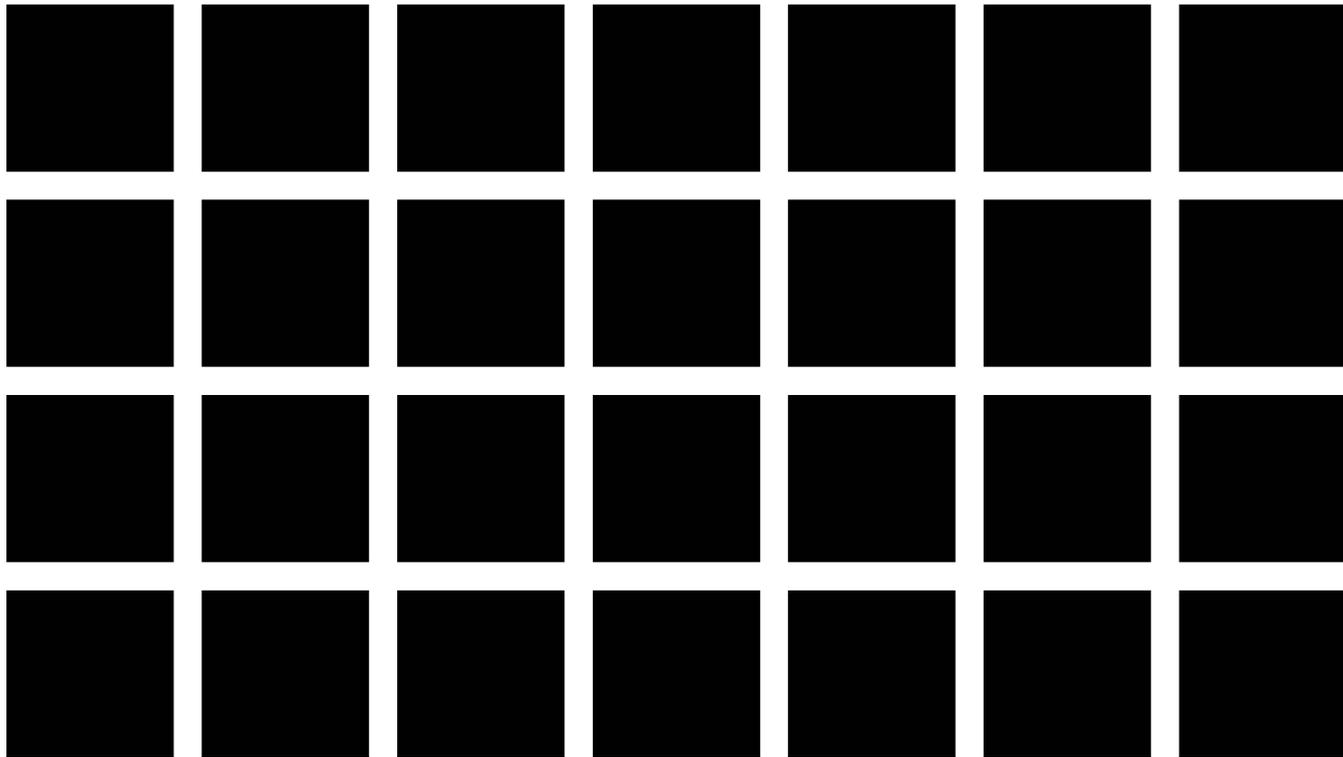


# Les illusions d'optique

- Les illusions sont les témoins des mécanismes de la vision. Elles confirment que notre perception du monde est assez éloignée de la photographie. Elle est le résultat :
  - d'une stimulation des photorécepteurs rétiniens, qui peuvent subir des phénomènes de fatigue
  - et surtout d'une construction mentale, à partir des messages nerveux reçus, parfois erronés
- Le cerveau essaye de donner un sens à tous les signaux

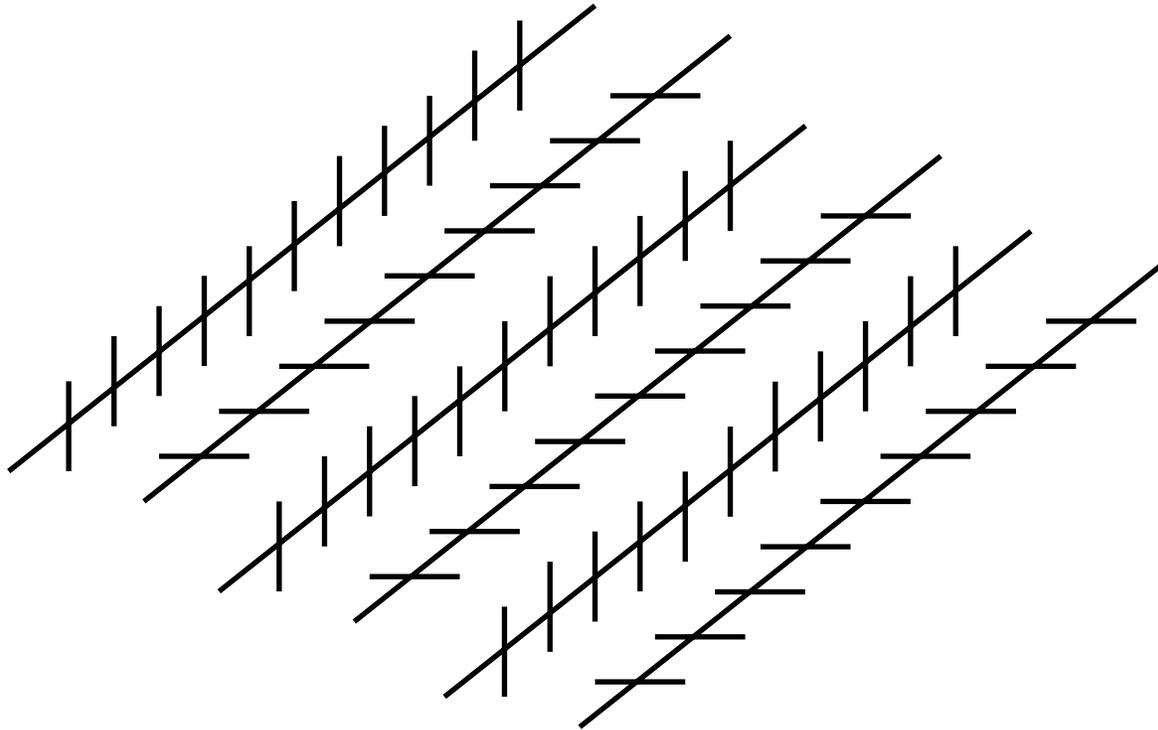
# Les illusions

- Illusions géométriques



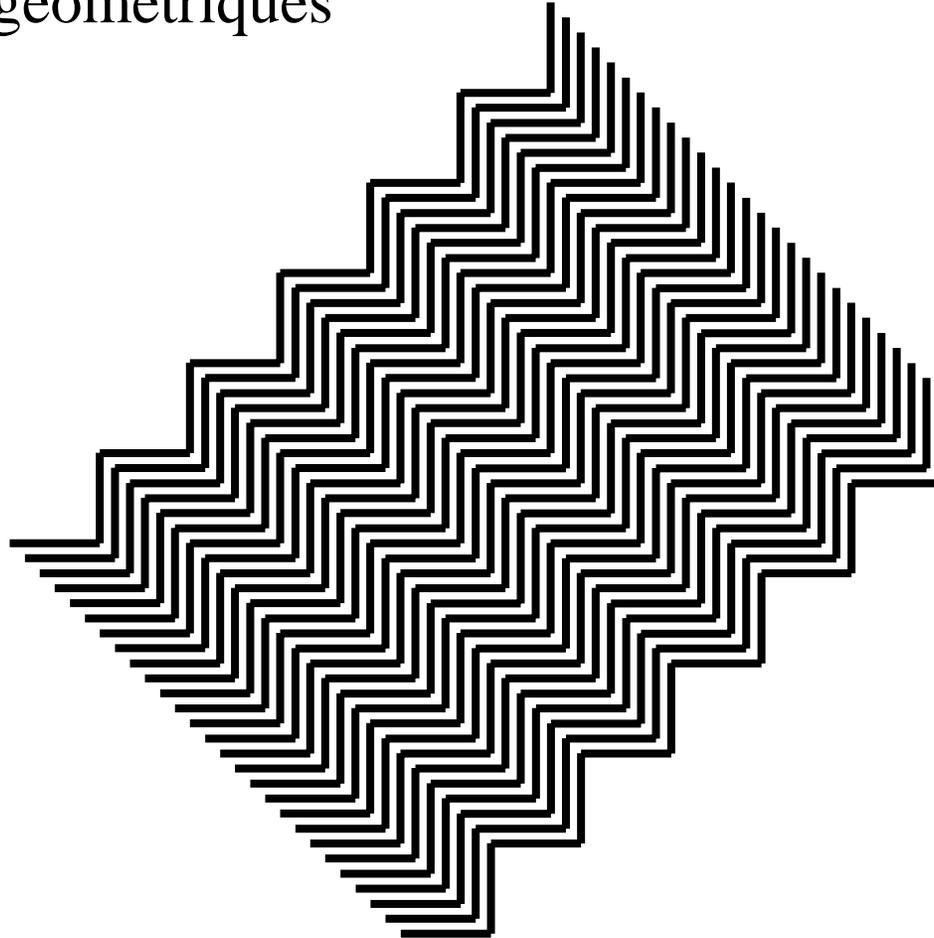
# Les illusions

- Illusions géométriques



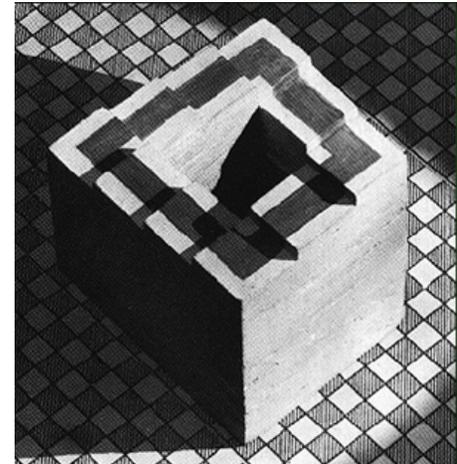
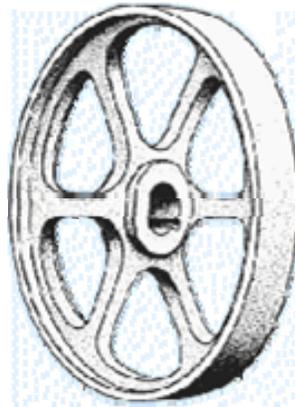
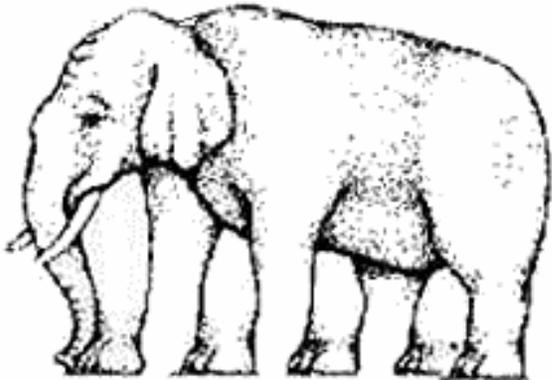
# Les illusions

- Illusions géométriques



# Les illusions

- Illusions artistiques



escaliershepard.mp3