



Les grandes fonctions visuelles : qu'est-ce que voir ? Application à la vision des formes

ENSTA ESE 41 – Perception & apprentissage visuel

Médecin chef des services Corinne Roumes

Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA)

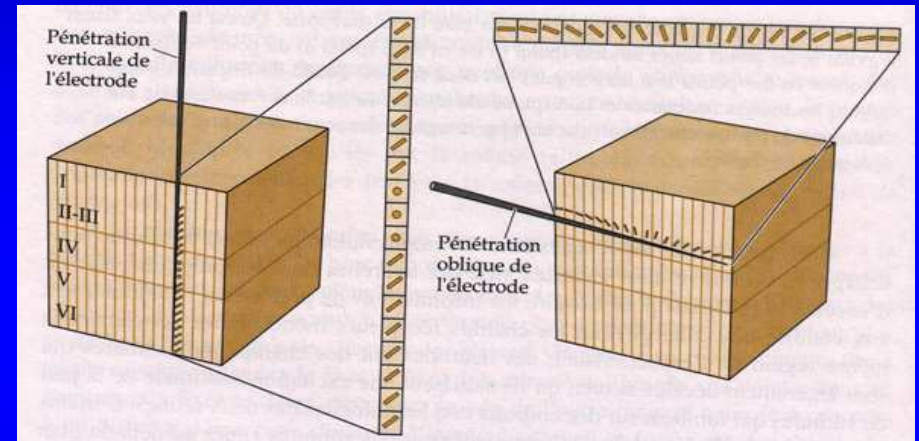
Deux grandes étapes de traitement

- **Description psychophysiological du signal lumineux**

- Du capteur au cortex visuel primaire
- Des niveaux lumineux dans le spectre visible donnent naissance à des cartes

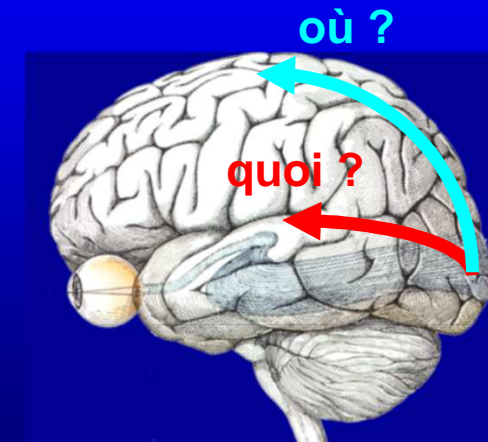
- ✓ *contraste orienté*
- ✓ *couleur*
- ✓ *mouvement*
- ✓ *disparité*

- Rétinotopie
- Facteur de magnification corticale
- Voie géniculée complétée par la voie extra-géniculée d'orientation du regard

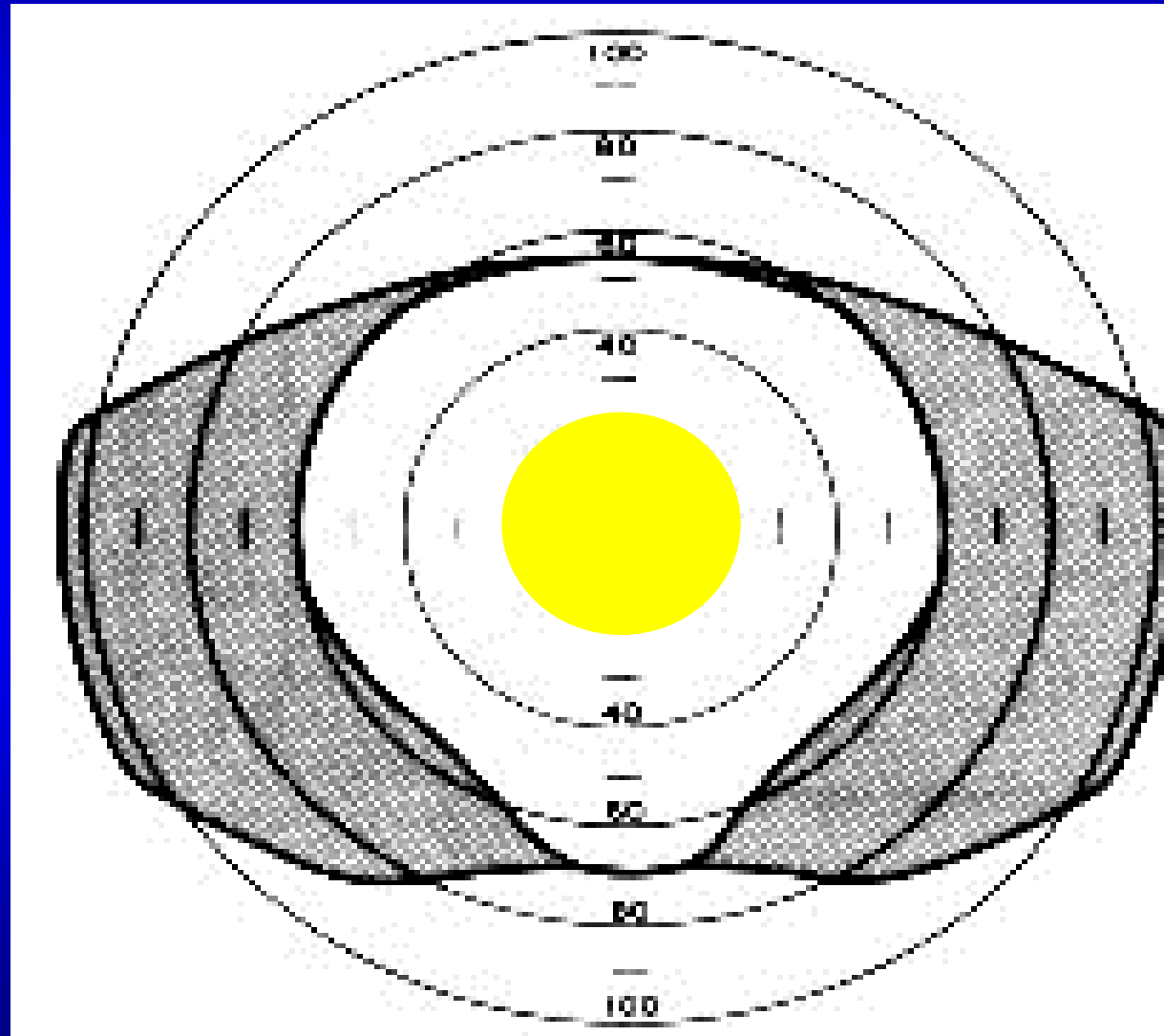


- **Donner du sens au signal pour déterminer le comportement**

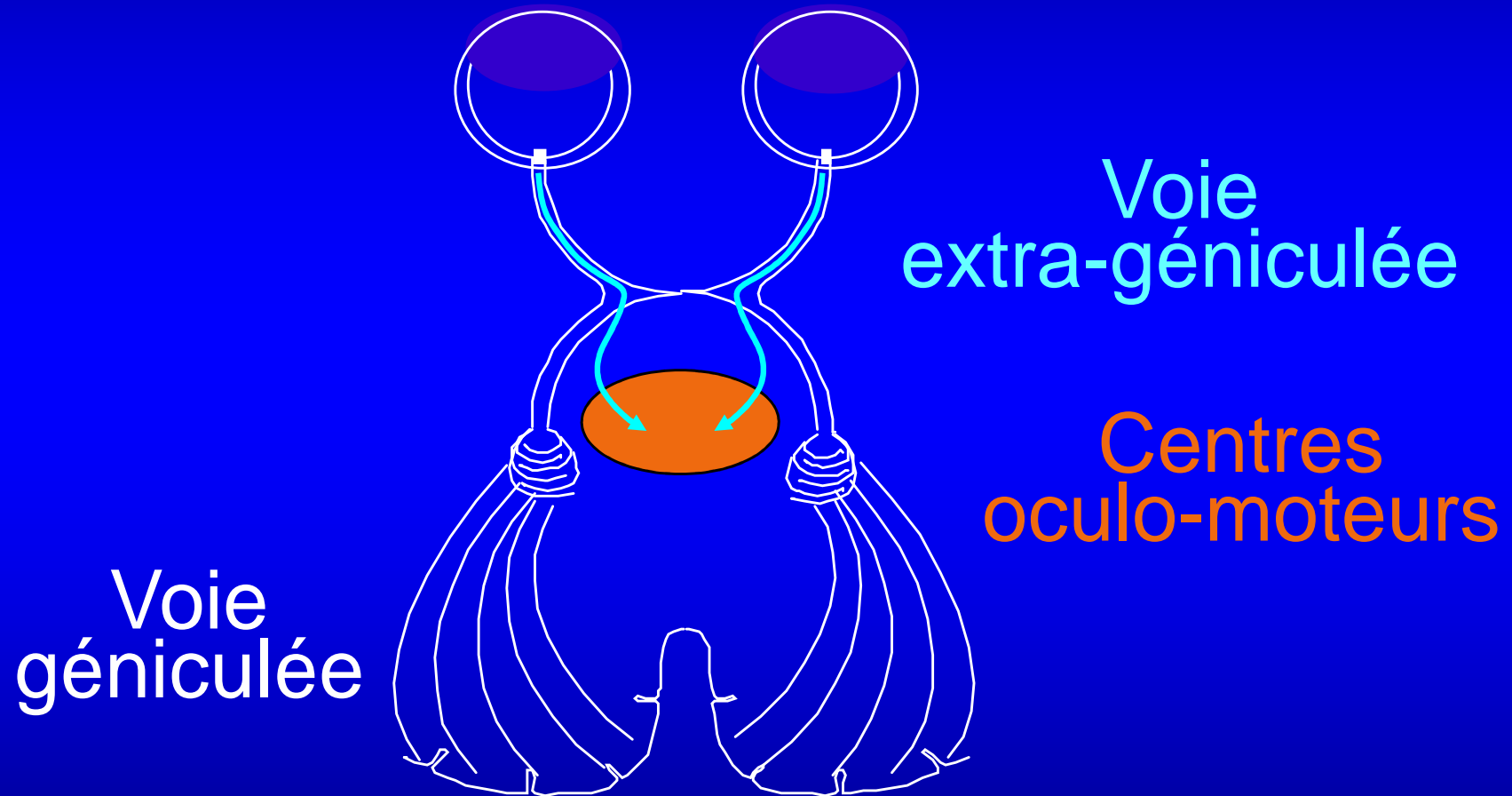
- Voie du quoi ? Comprendre les constituants de l'espace
- Voie du où ? Localiser les constituants de l'espace



Champ visuel

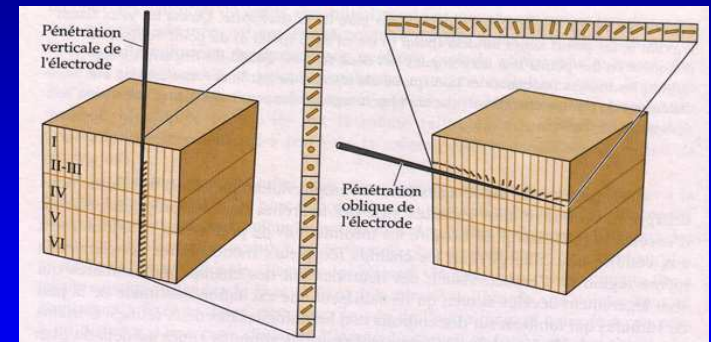


Une seconde voie visuelle



Grandes fonctions visuelles

- Vision des formes
- Vision des couleurs
- Vision du mouvement
- Vision du relief



- Vision de nuit

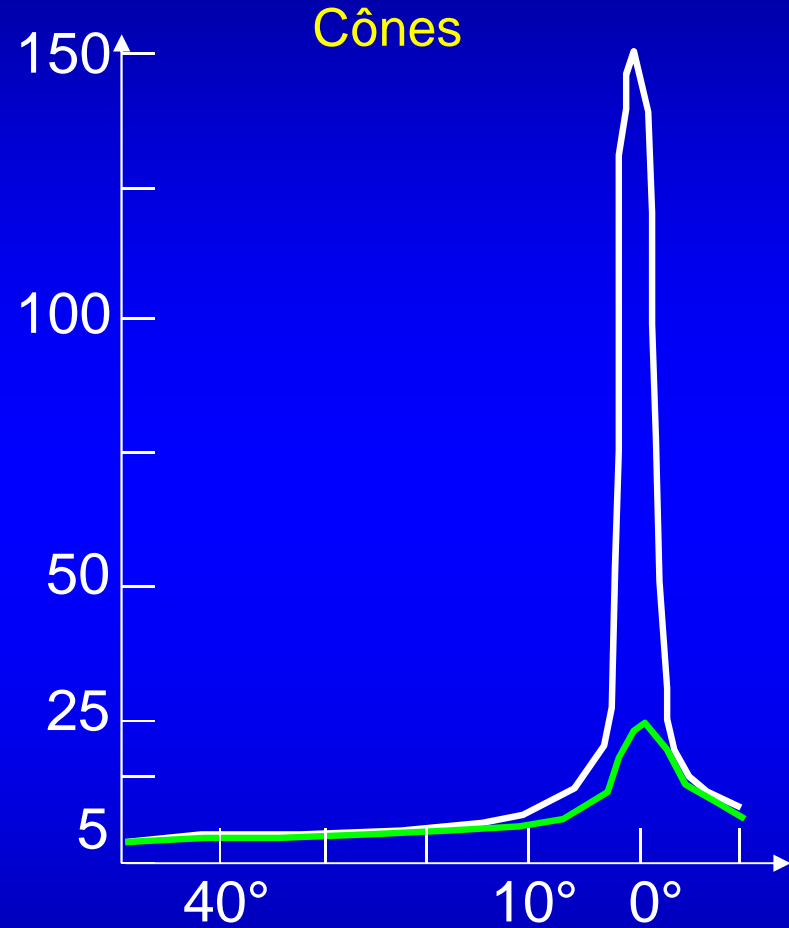
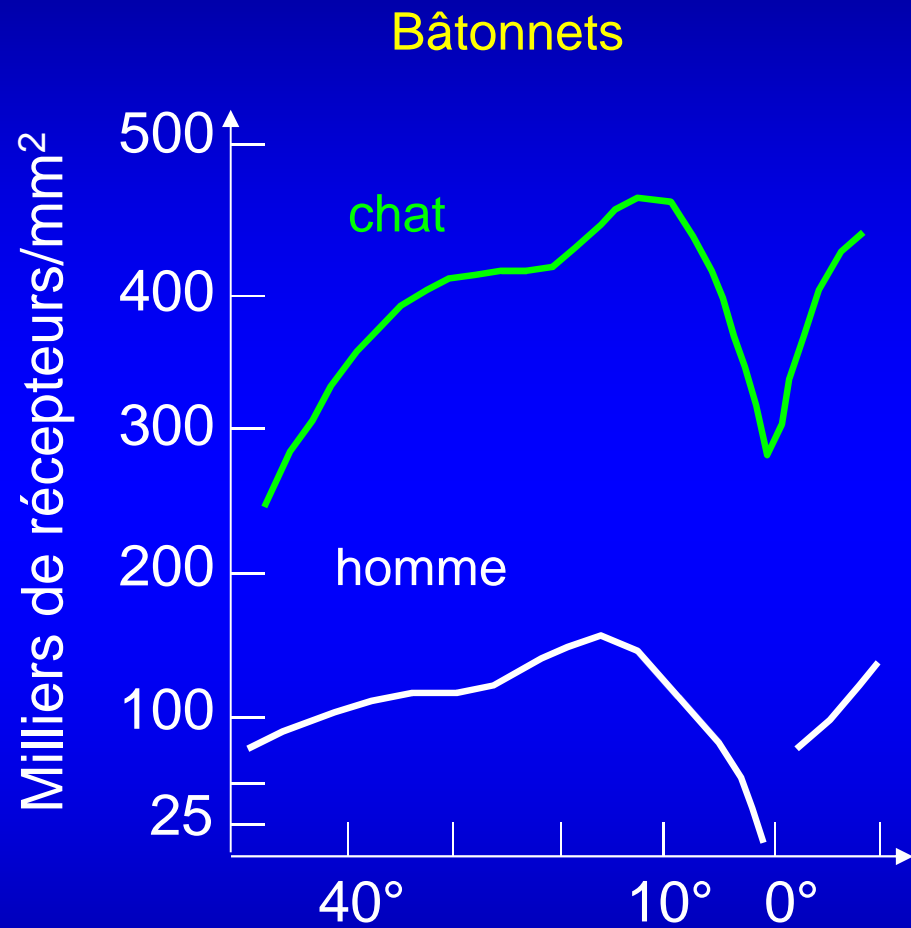
bâtonnet



cône



Vision de nuit



Scotome central

Vision de nuit : adaptation à l'obscurité

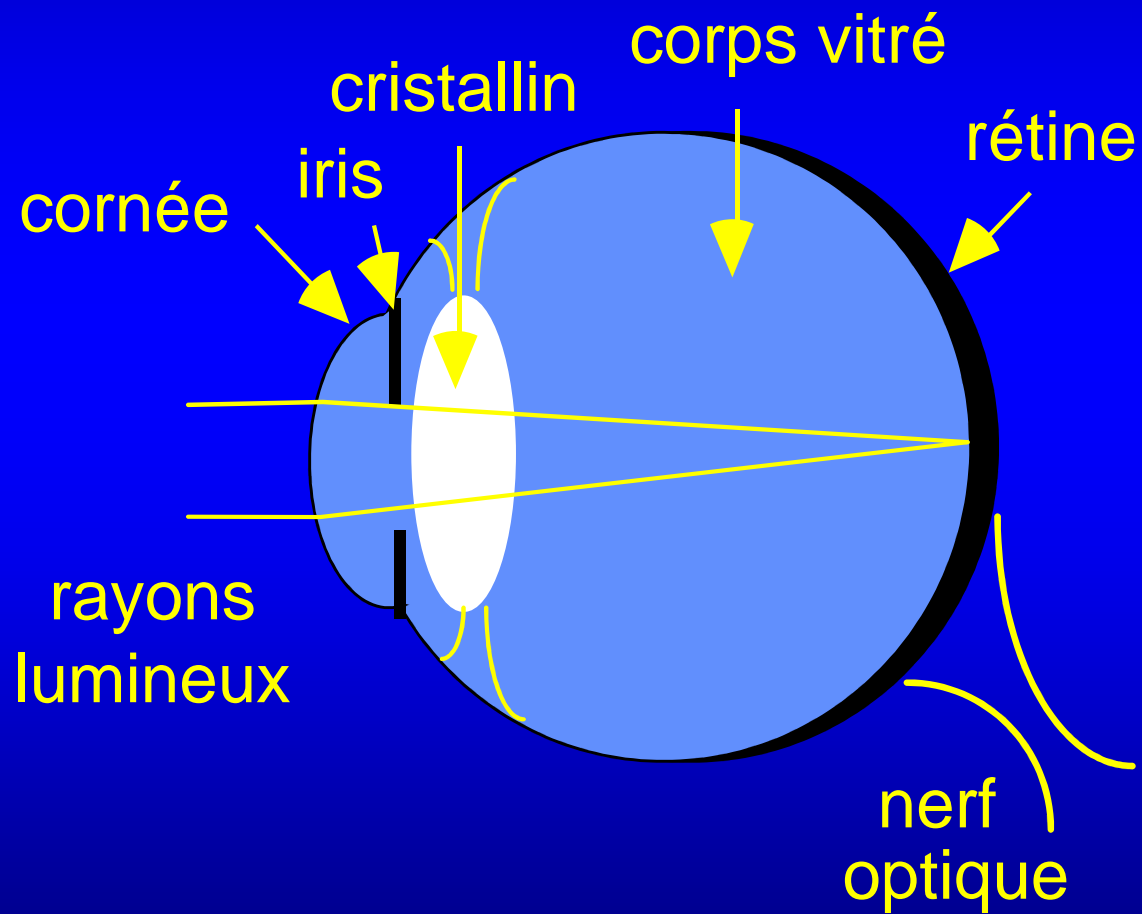
Dilatation pupillaire

- But : faire entrer plus de rayonnement lumineux
- Latence : courte, maximum en quelques secondes
- Efficacité : surface pupillaire jusqu'à 16 fois plus grande

Phénomène rétinien : mise en œuvre des bâtonnets

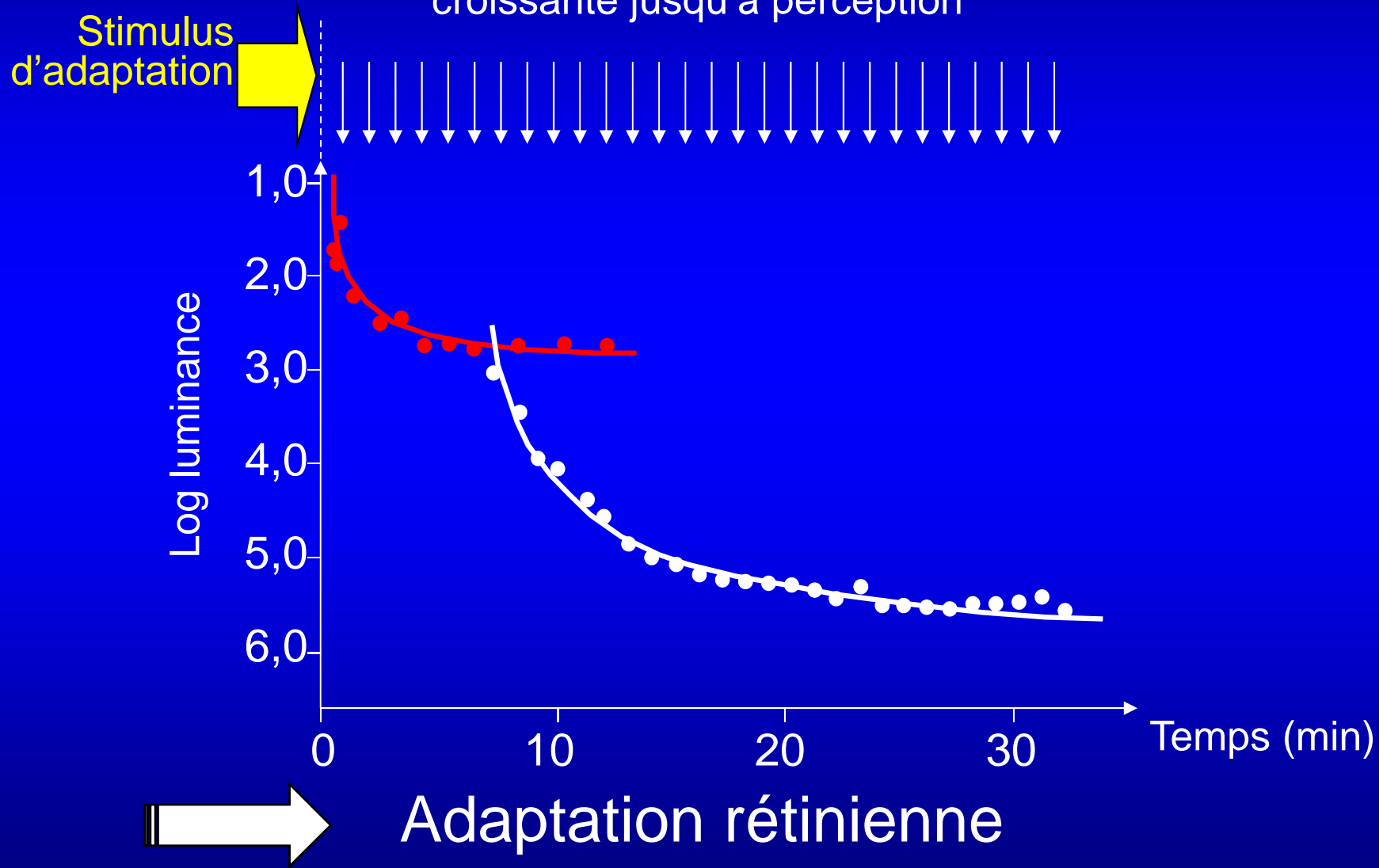
- But : mieux exploiter la lumière
- Latence : meilleur rendement en quelques dizaines de minutes
- Efficacité : permet d'atteindre une sensibilité à la lumière 100 000 fois plus grande

Vision de nuit : dilatation pupillaire



Vision de nuit

Stimulus test : 1 Hz d'intensité croissante jusqu'à perception

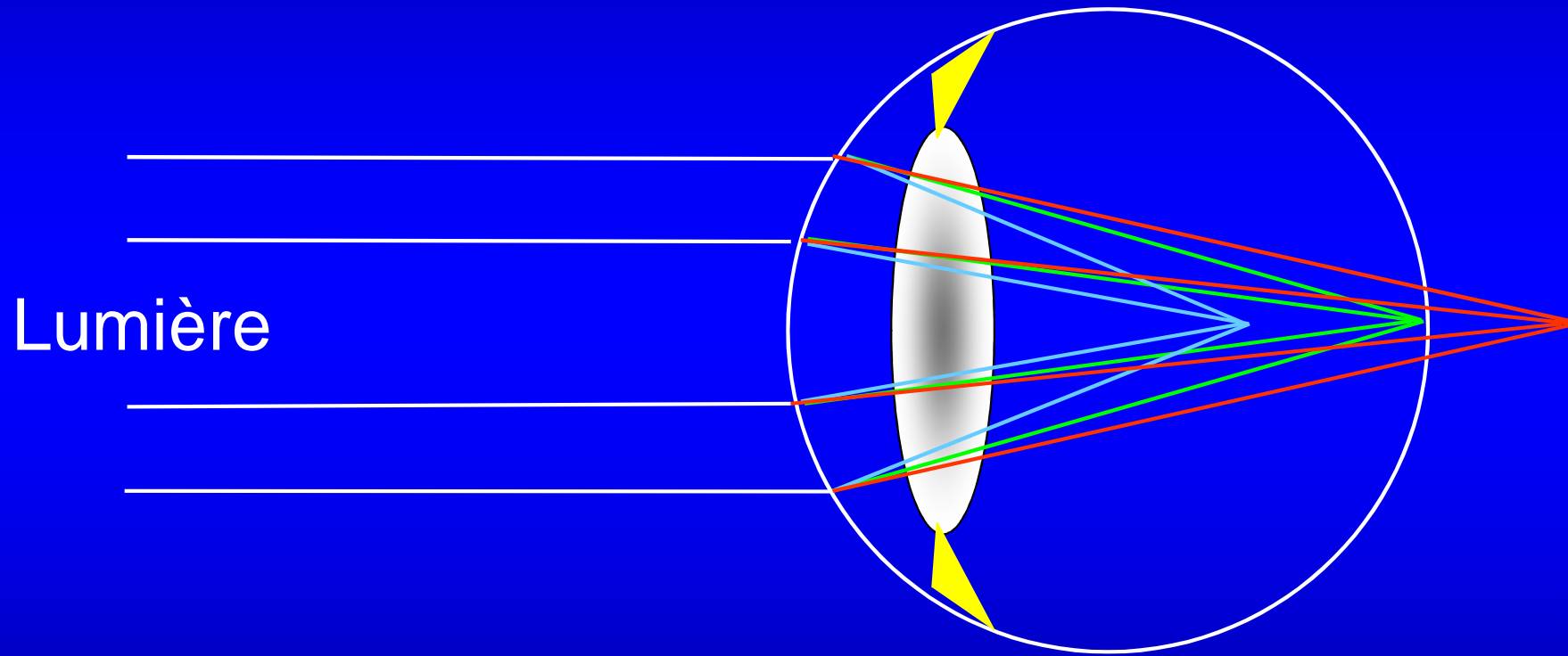


Vision de nuit : Adaptation rétinienne

- À la suite d'une exposition à un niveau lumineux élevé
- Adaptation de cônes : rapide, d'efficacité modérée
- Adaptation de bâtonnets plus lente, plus efficace
- Seuil lumineux absolu atteint en une trentaine de minutes

La sensibilité à la lumière augmente avec la durée de l'obscurité

Vision de nuit : Réfraction de la lumière



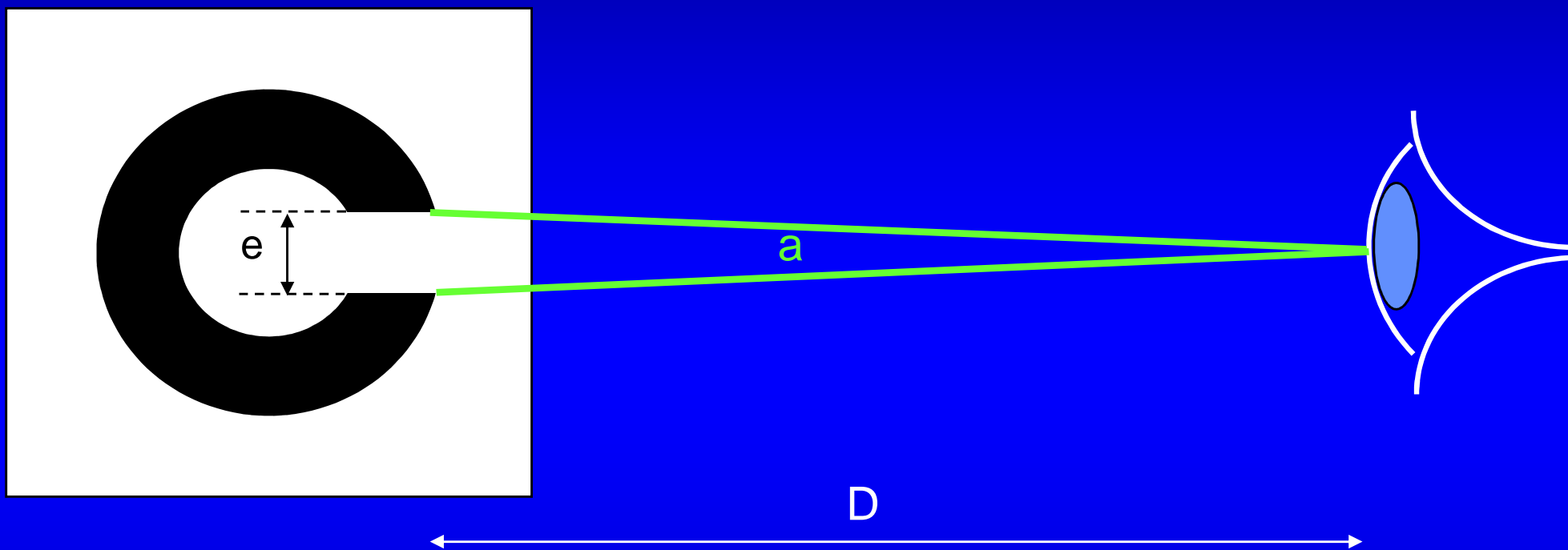
Myopie nocturne

Vision de nuit : Myopie nocturne

- L'homme est un animal diurne.
- Les mécanismes d'accommodation sont basés sur les longueurs d'onde auxquelles l'œil est le plus sensible en conditions photopiques.
- La réfraction de la lumière focalise les courtes longueurs d'onde en avant de la rétine.
- L'effet Purkinje induit une myopie nocturne de l'ordre de 1,5 dioptrie.

Vision de formes

Acuité angulaire



Pour de petits angles

$$a \approx \text{tg } a$$

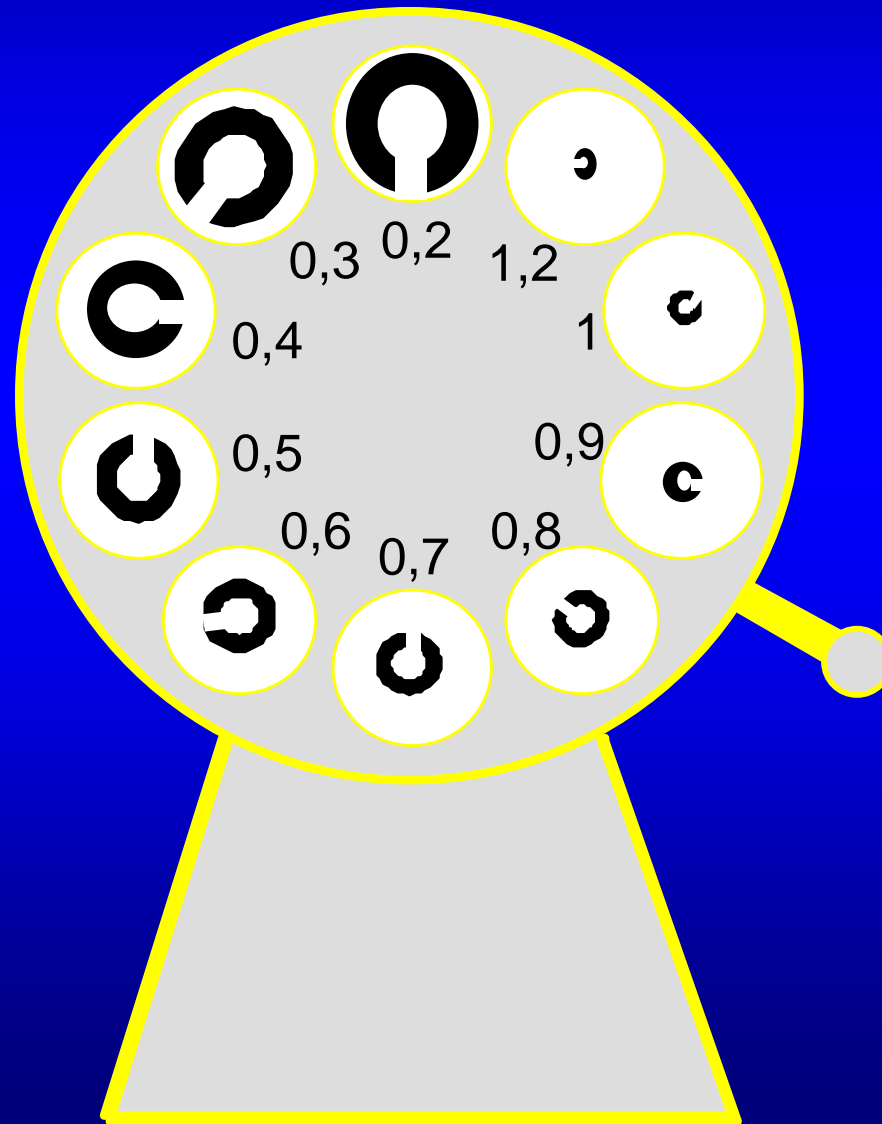
$$a = \frac{e}{D}$$

Échelle d'acuité visuelle

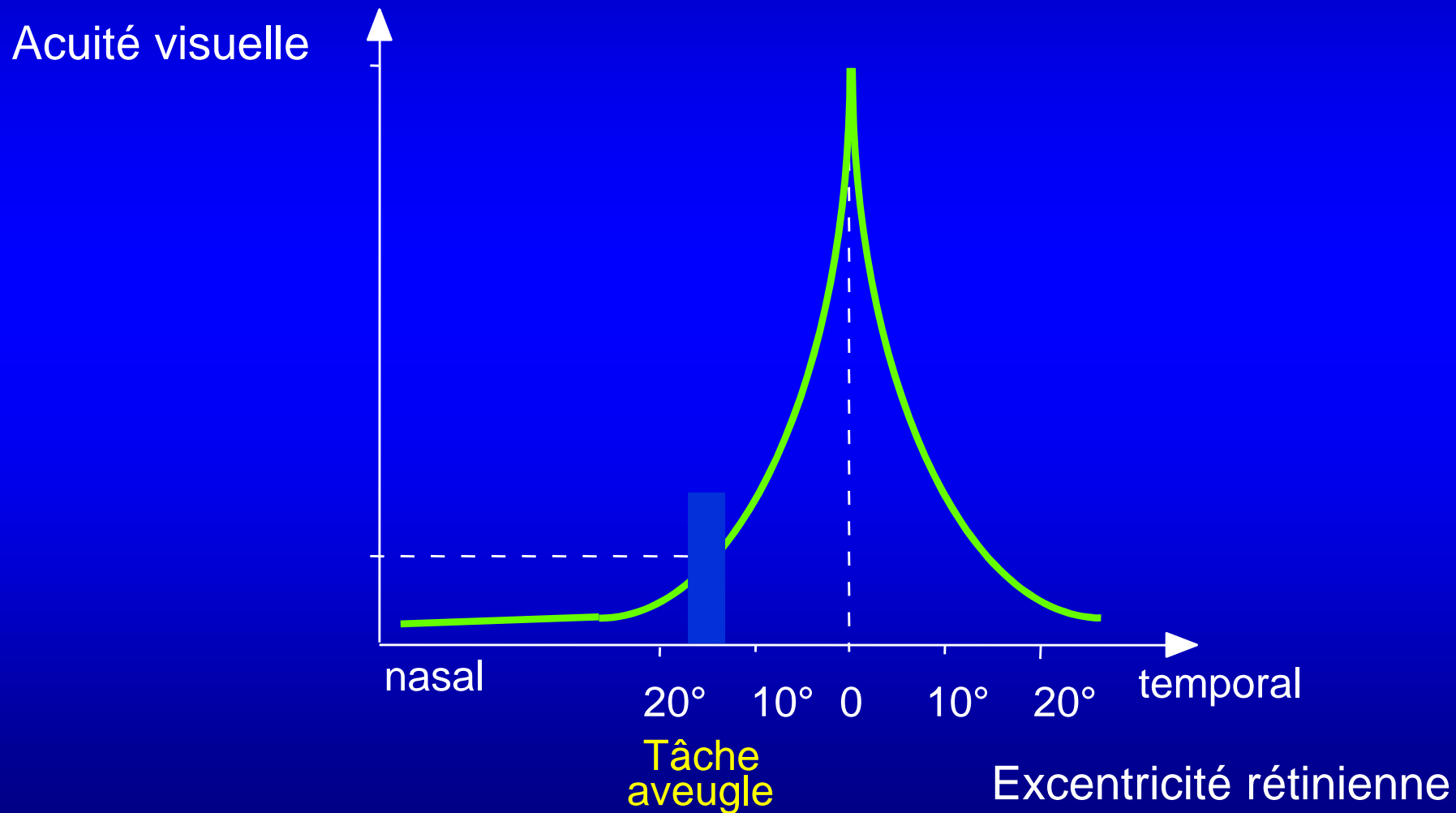


- Si $a = 1$ min d'angle, alors $AV = 10/10$
- Critère épidémiologique, variation avec l'âge

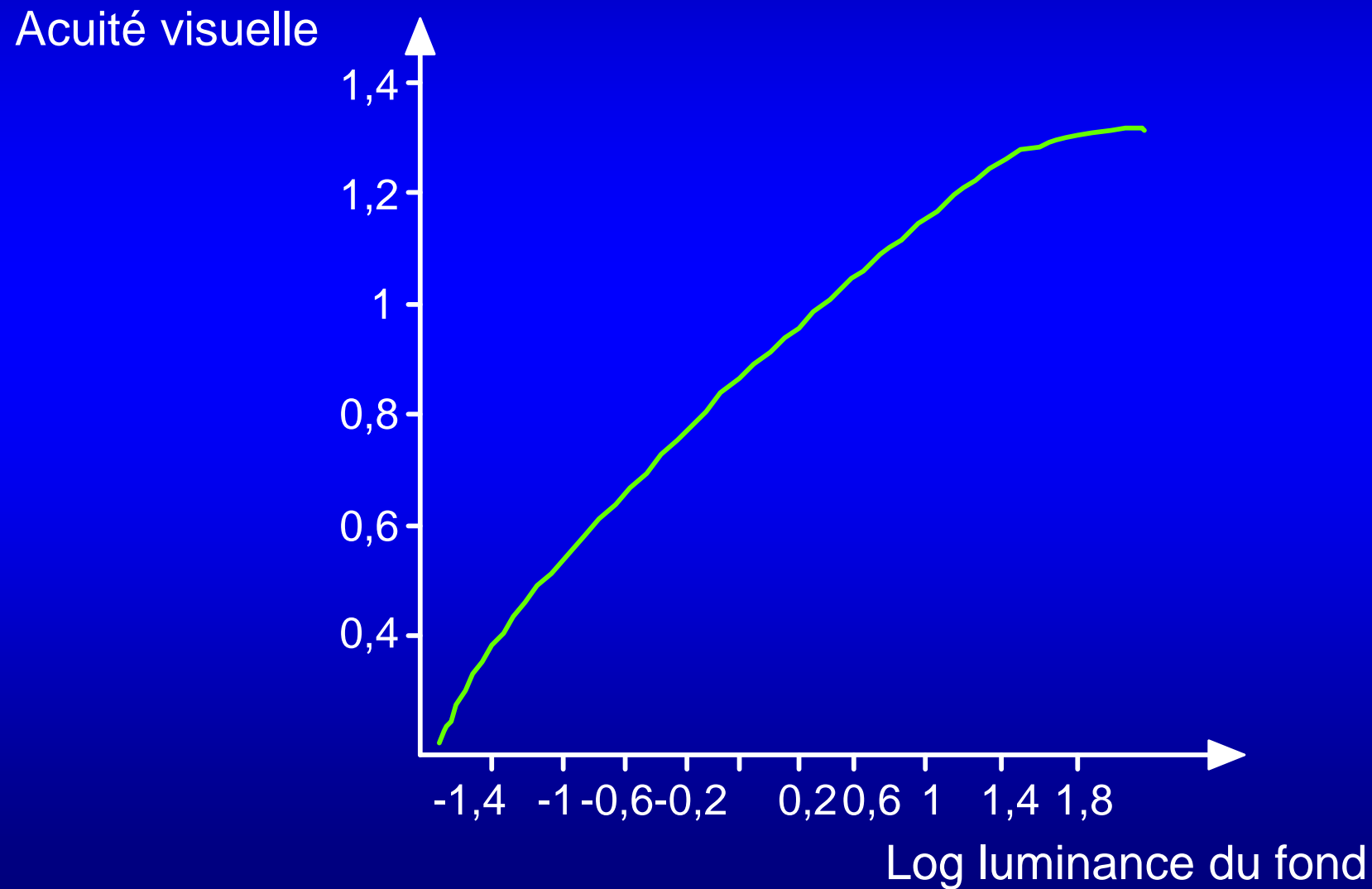
Détermination de l'acuité visuelle anneaux de Landolt



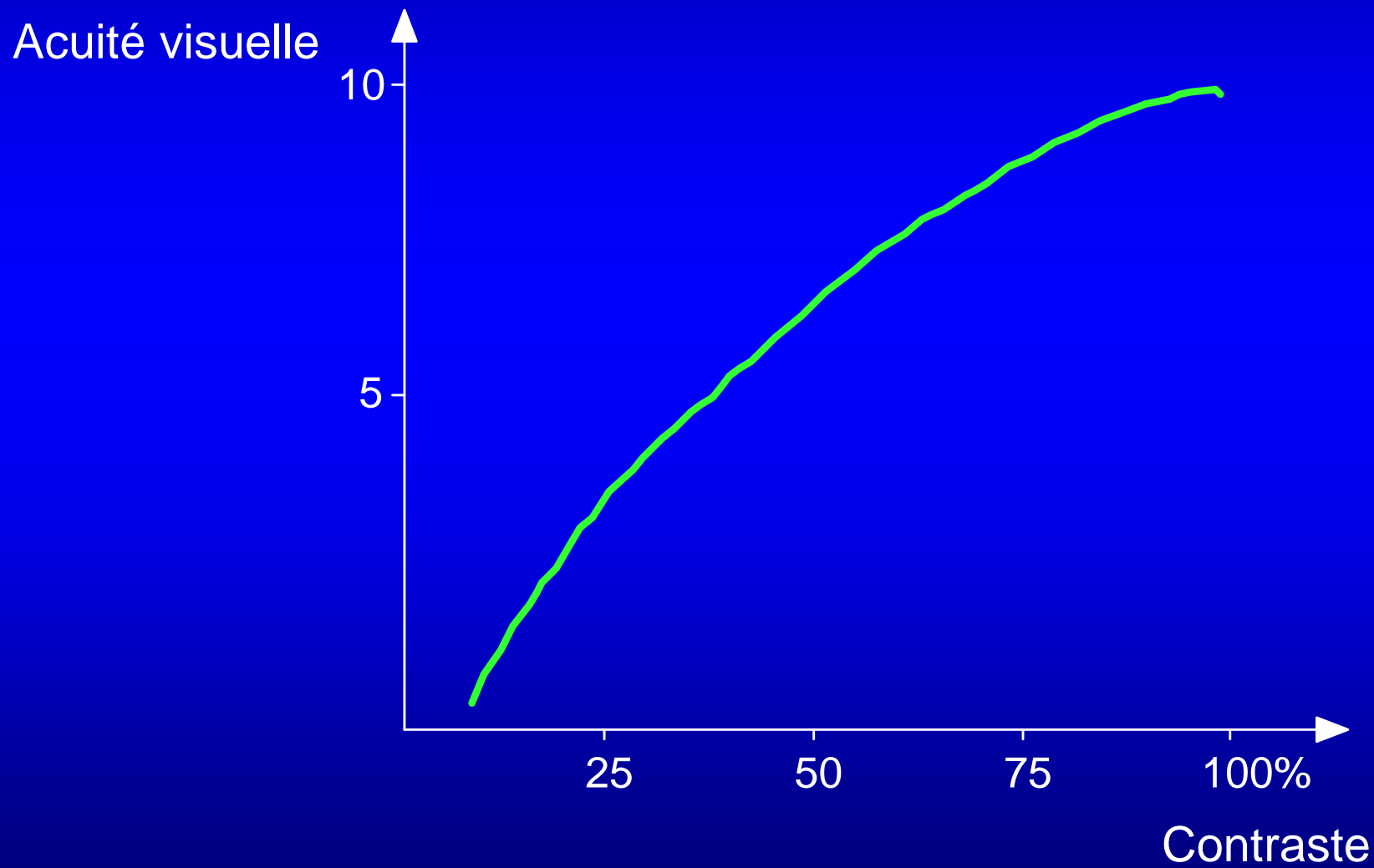
Variation avec l'excentricité



Influence du niveau lumineux



Influence du contraste



Lisibilité des caractères (matrice 5 x 7)



minuscule : $h=14$ min
majuscule : $h=20-22$ min

$l=70-80\% h$

$e = 12-17\% h$

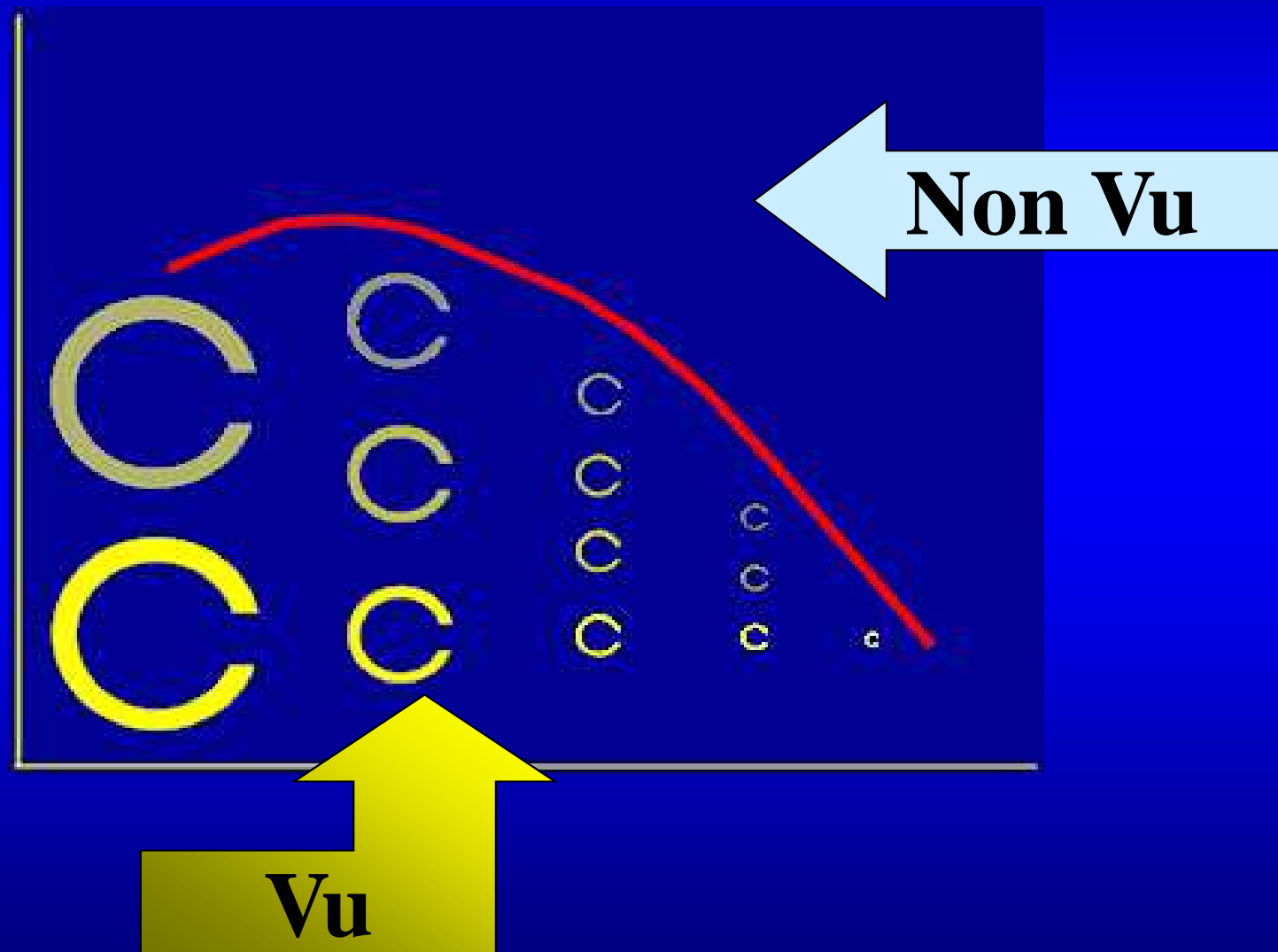
intercaractère = $20-50\%h$

interligne = $100-150\% h$

lignes minimales
par caractère = 10

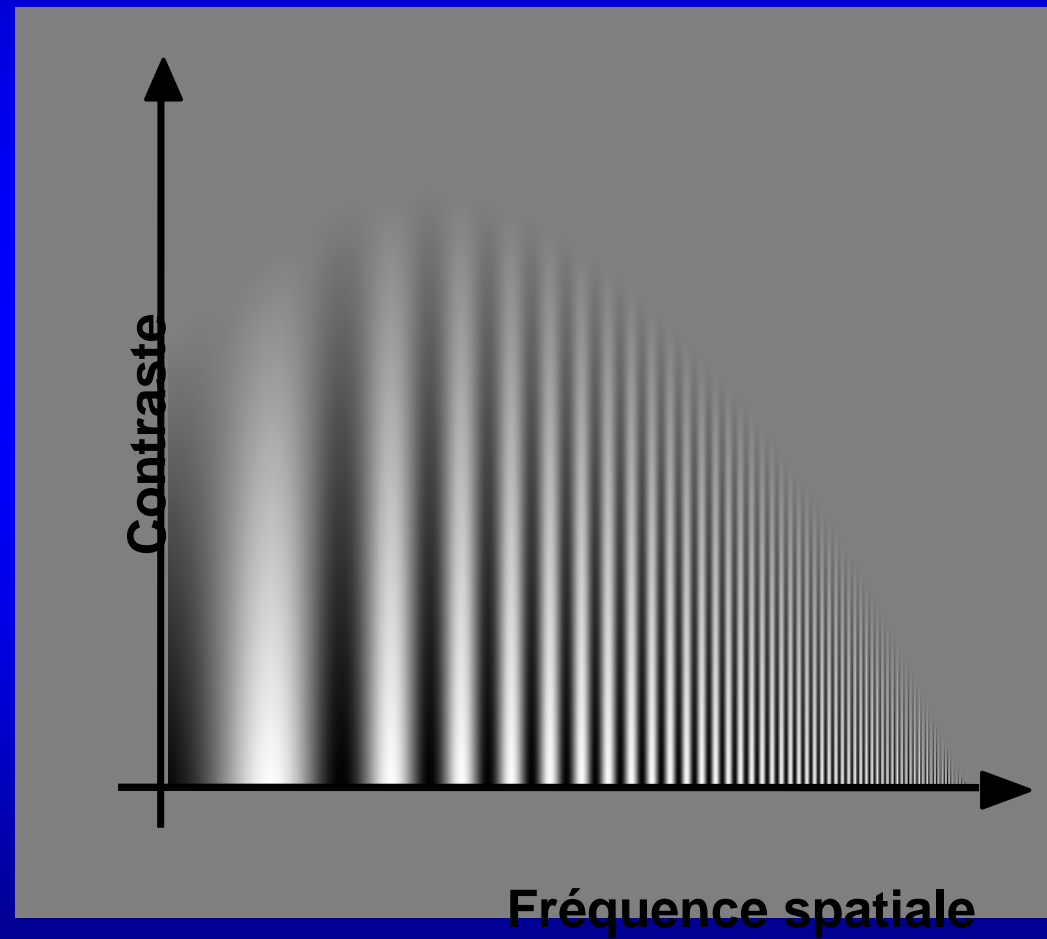
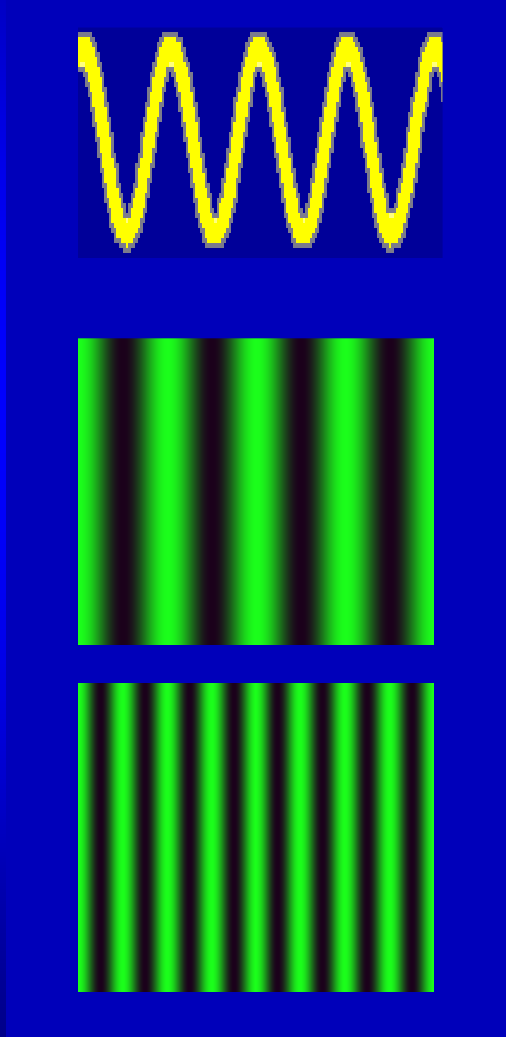
Fonction de sensibilité au contraste

Contraste morphoscopique

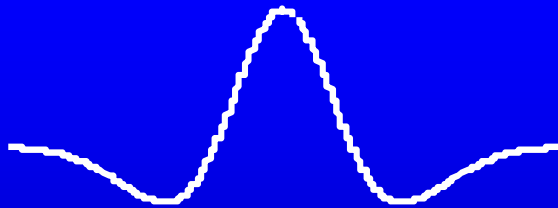
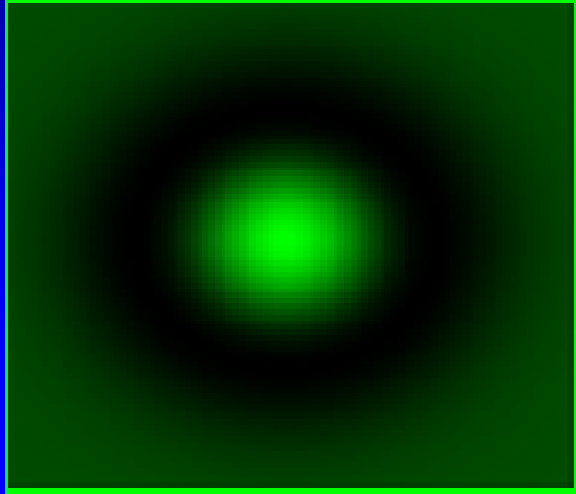


Fonction de sensibilité au contraste

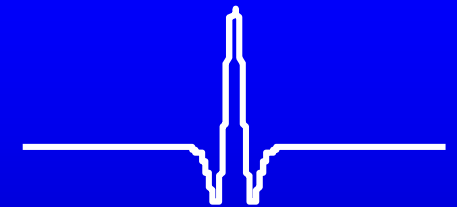
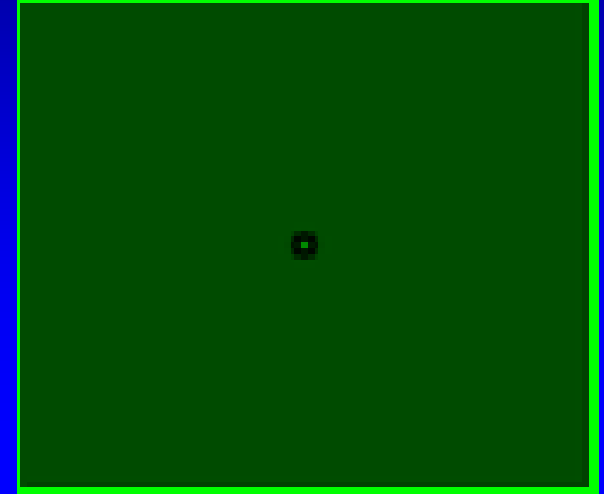
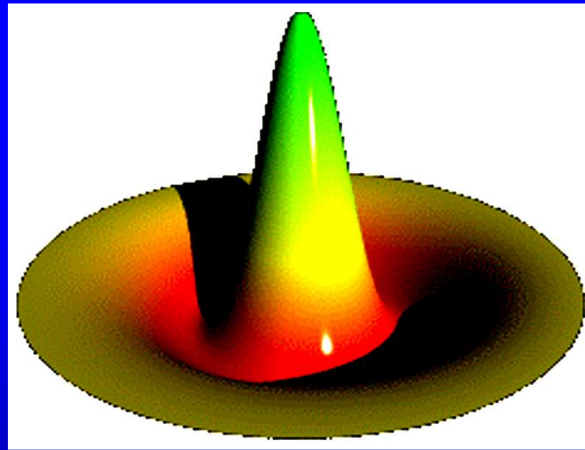
Réseaux sinusoïdaux



Stimulations

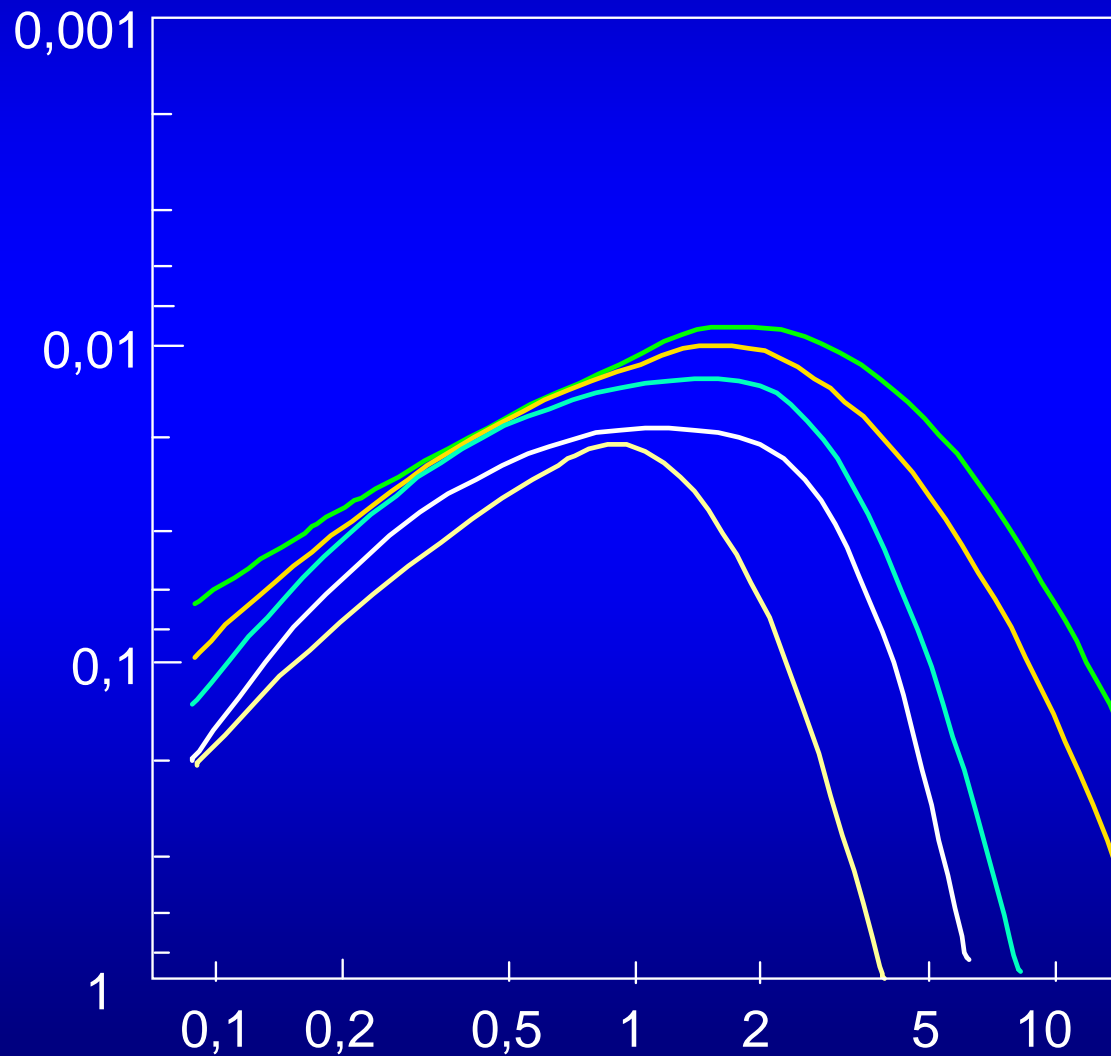


Basses
fréquences
spatiales



Hautes
fréquences
spatiales

Excentricité



temporal

0°

10°

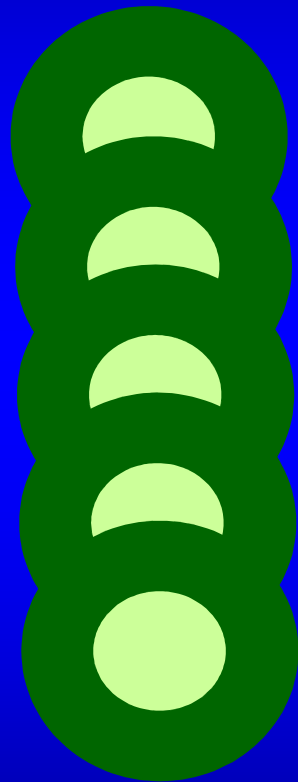
20°

30°

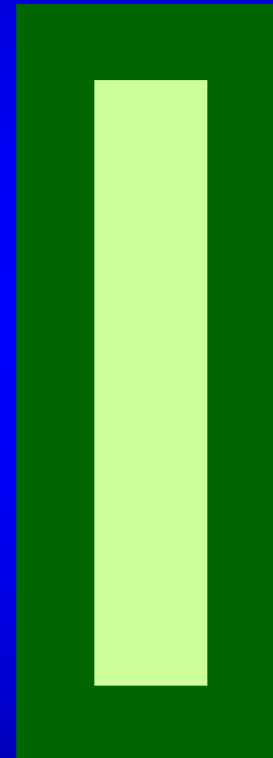
40°

(Menu, 1986)

Des champs récepteurs concentriques au codage de l'orientation



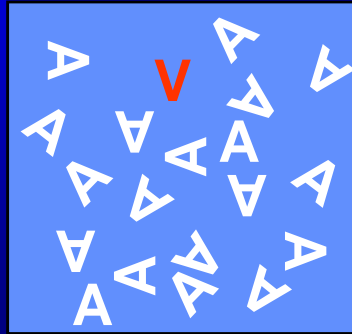
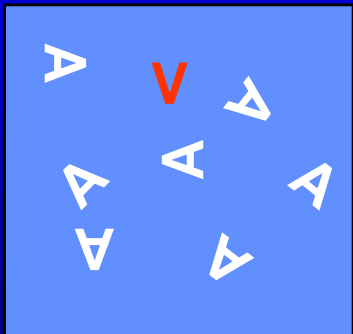
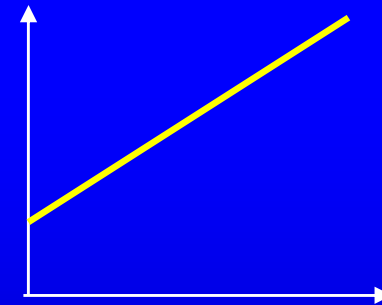
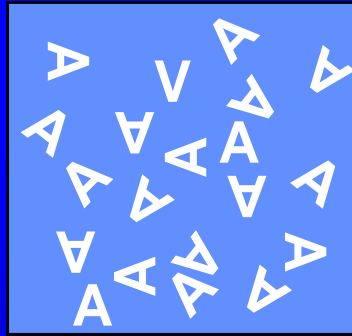
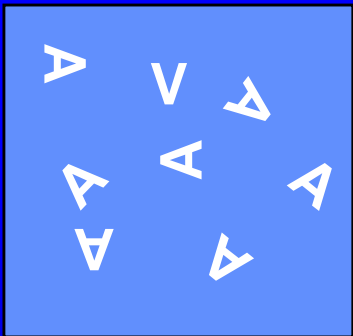
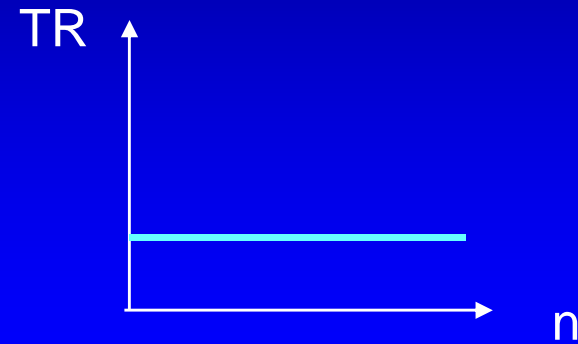
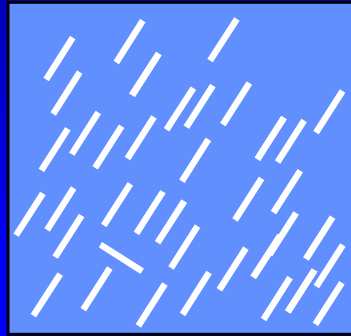
Rétine



Corps genouillé latéral

Rétinotopie

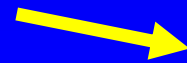
Recherche visuelle / attribut primitif



Contrastes dans les images naturelles



Lien FSC et formes

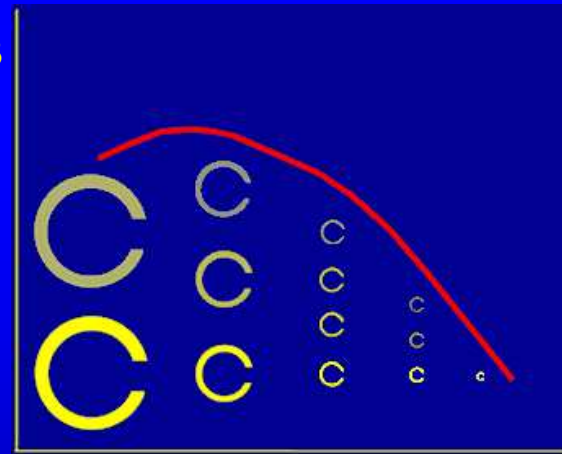


Contraste

0,003

0,03

0,3



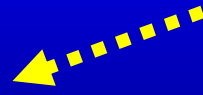
0,1

3,0

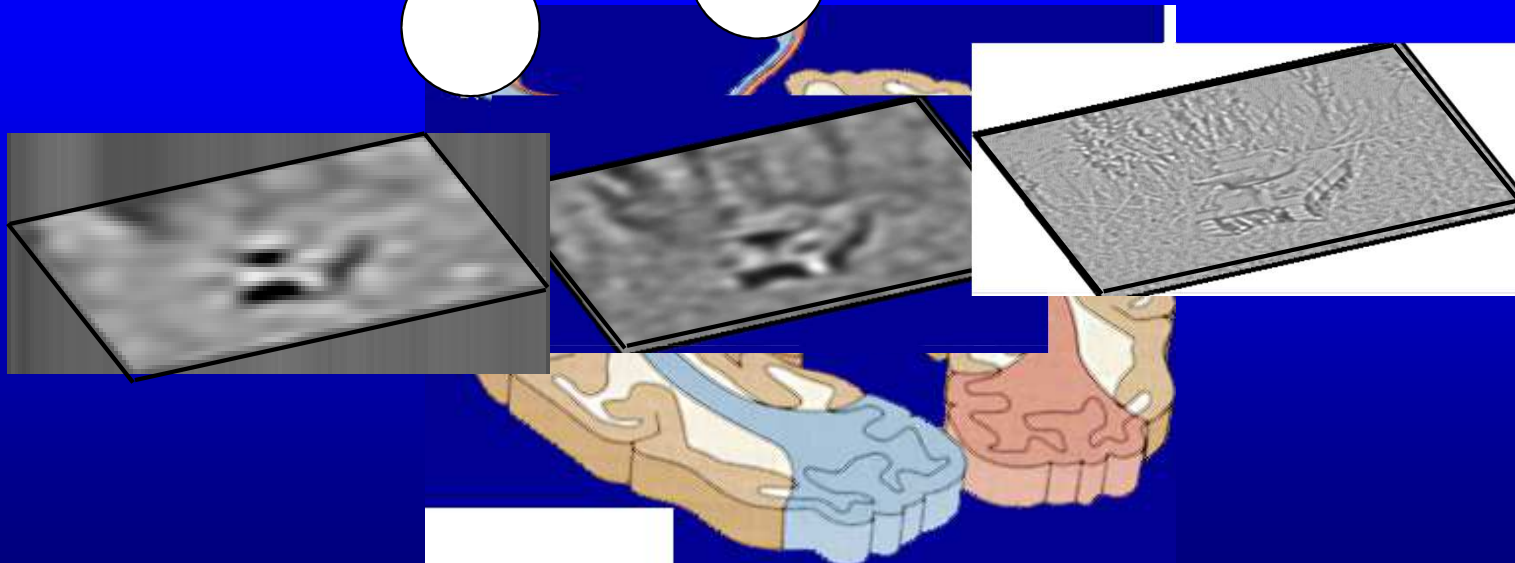
10,0

30,0

Fréquences Spatiales (cpd)



Décomposition du signal par les canaux fréquentiels



Dominance des basses fréquences spatiales

☆ Écologique

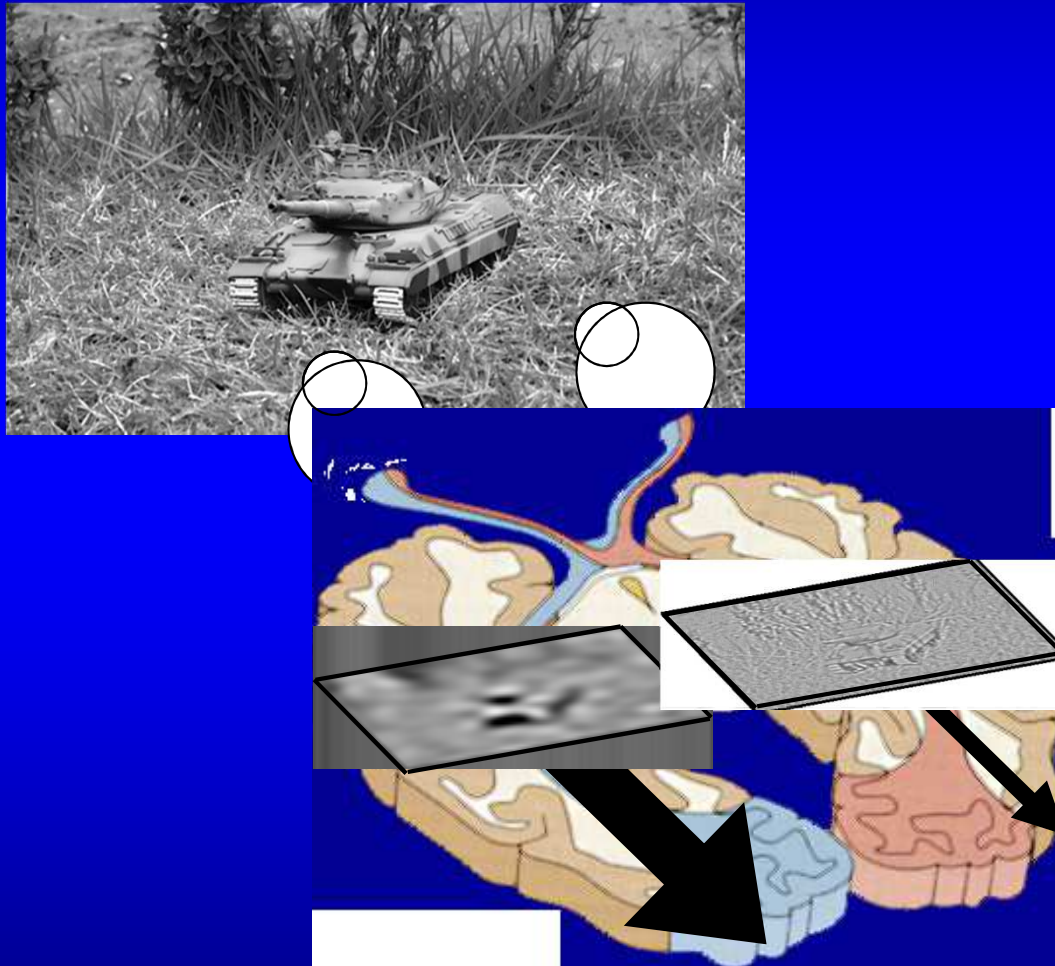
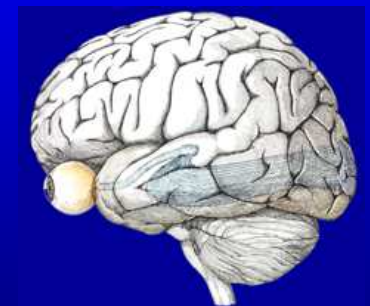
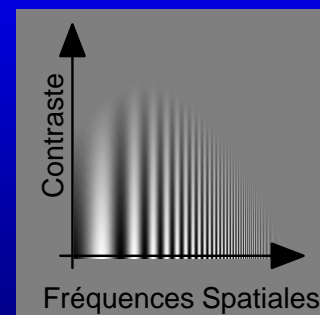
- baisse de contraste ; brouillard ; myopie ...

🕒 Développemental

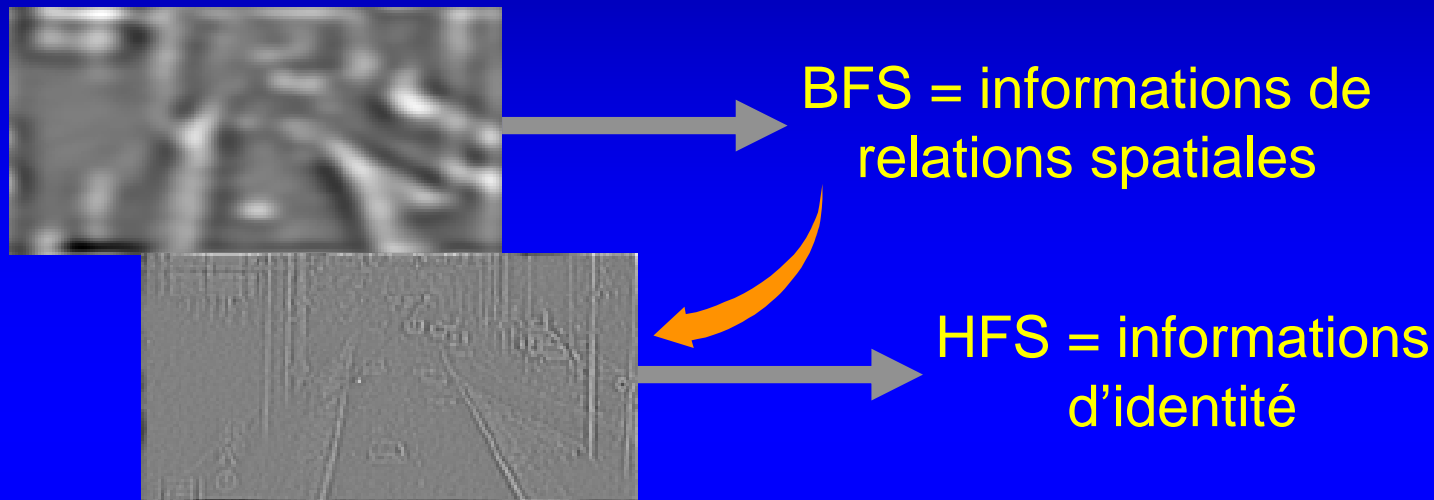
- énergie principalement concentrée dans les basses fréquences.

🕒 Expérimental

- Psychophysique
- Électrophysiologie



" Coarse-to-Fine " ?



Parker, Lishman et Hughes (1992)

Schyns et Oliva (1994)

Le modèle " Coarse-to-Fine " n'est pas immuable (Oliva et Schyns 1997).

Objets

Non militaires

Militaires

Gros



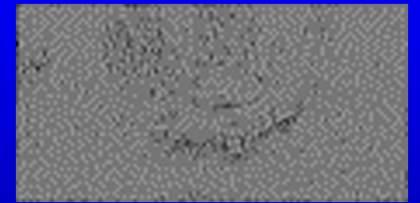
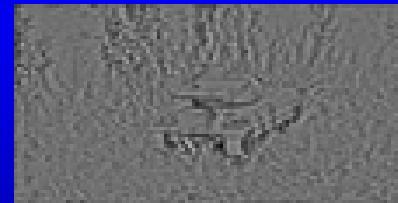
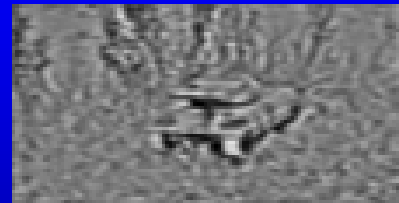
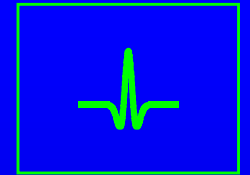
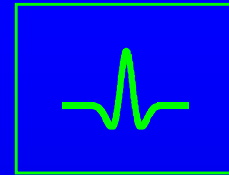
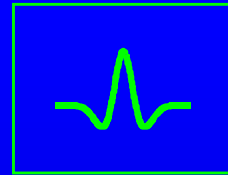
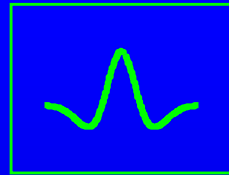
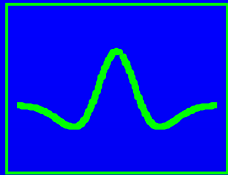
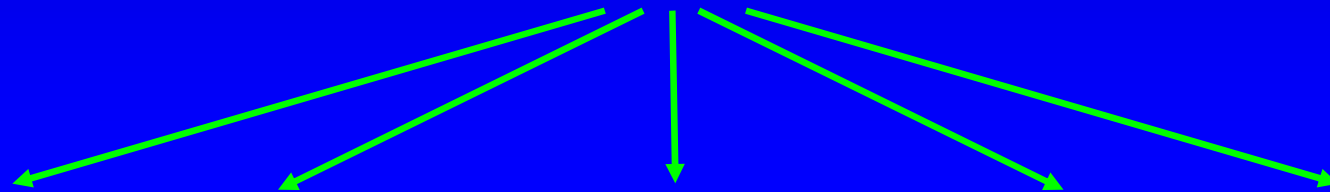
Petits



Orientations



Images filtrées



0,8 cpd

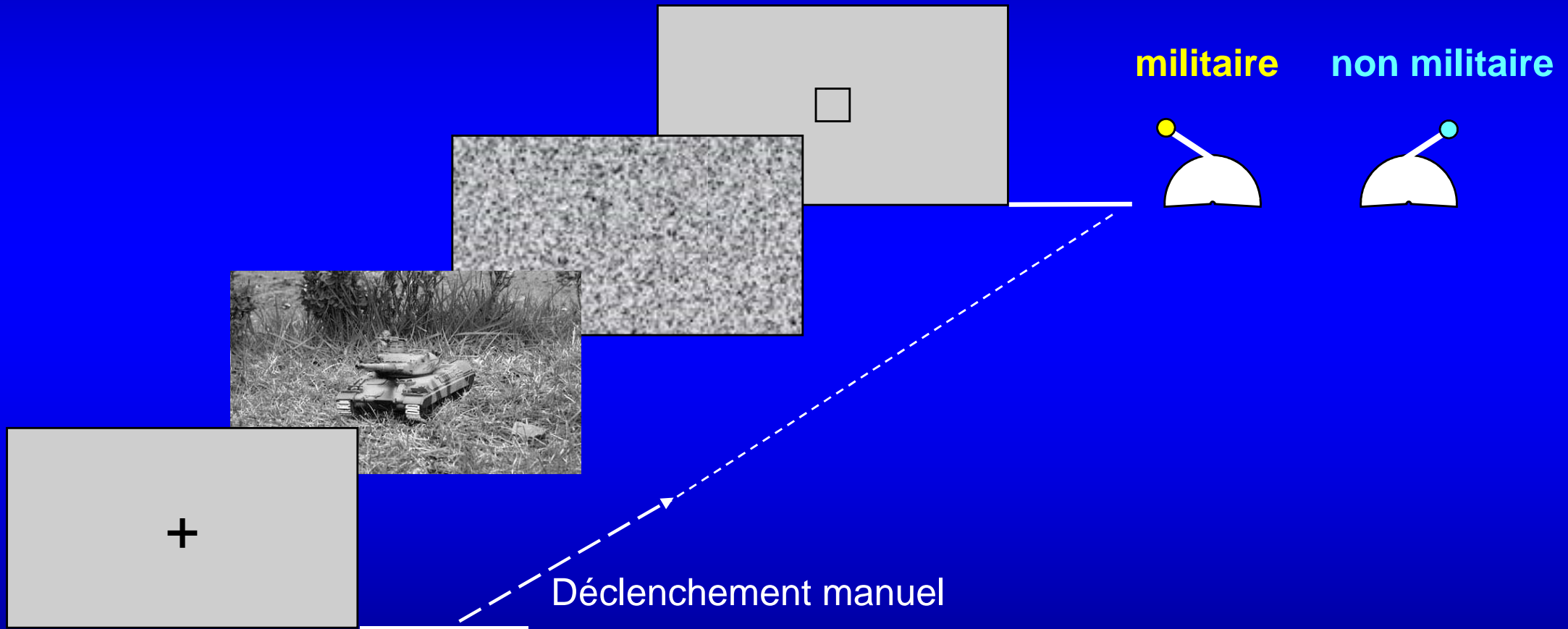
1,6 cpd

3,2 cpd

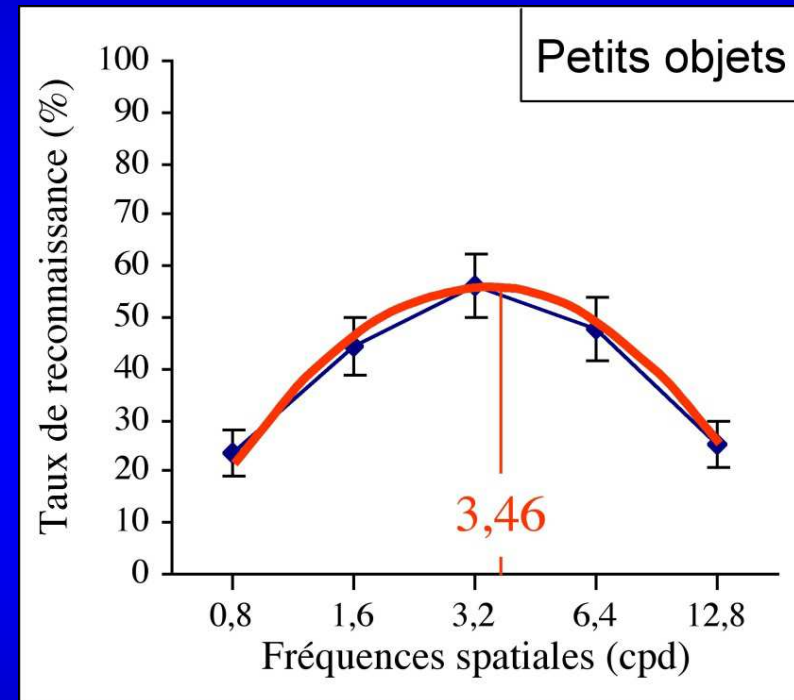
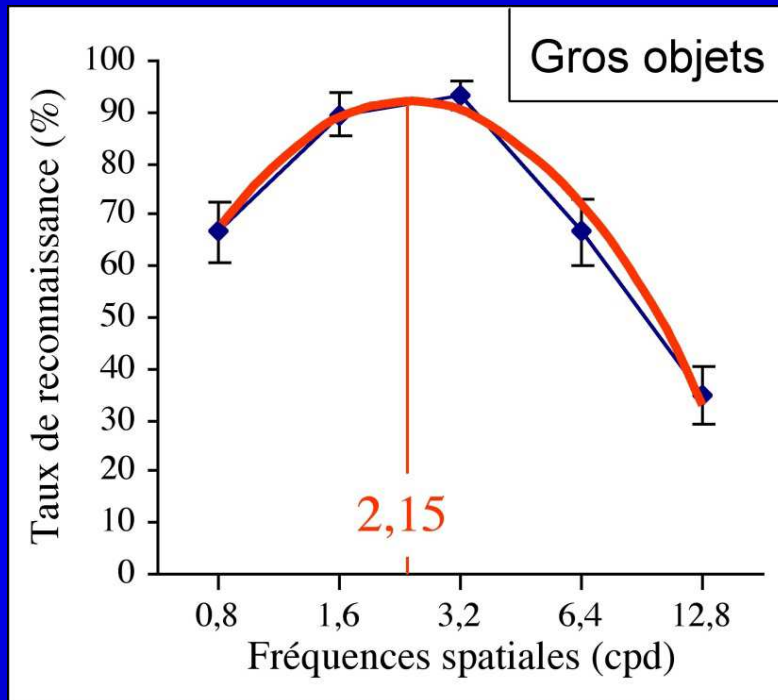
6,4 cpd

12,8 cpd

Présentation d'image



Résultats



Fréquence spatiale qui assure le meilleur taux de reconnaissance :
Fréquence diagnostique

Fréquence spatiale et forme

- Le taux de reconnaissance varie avec la fréquence spatiale : notion de fréquence diagnostique
- La fréquence diagnostique dépend de
 - la taille de l'objet,
 - du contenu fréquentiel
 - du fond
 - de la tâche

Contraste, Forme et Fond



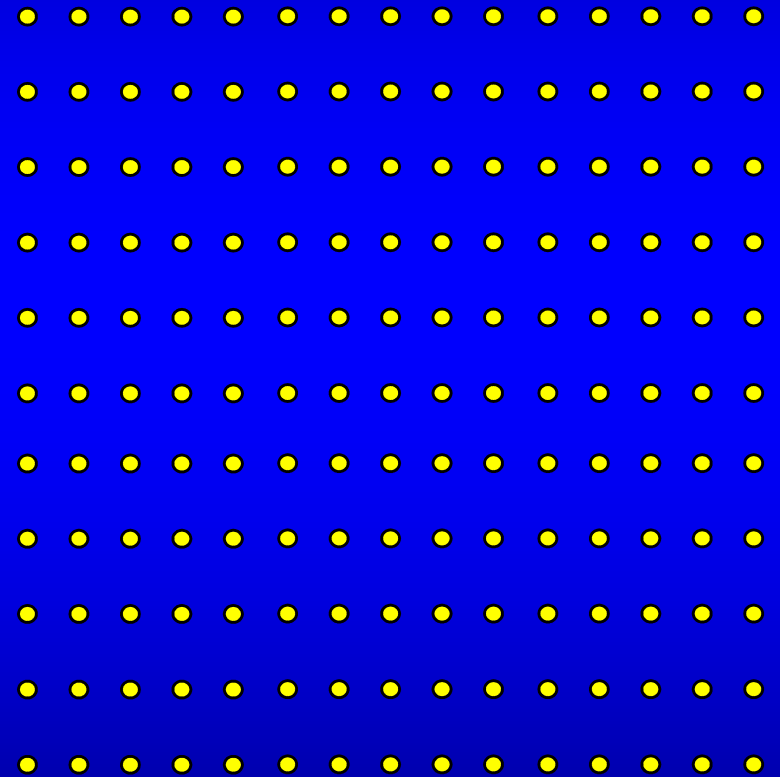
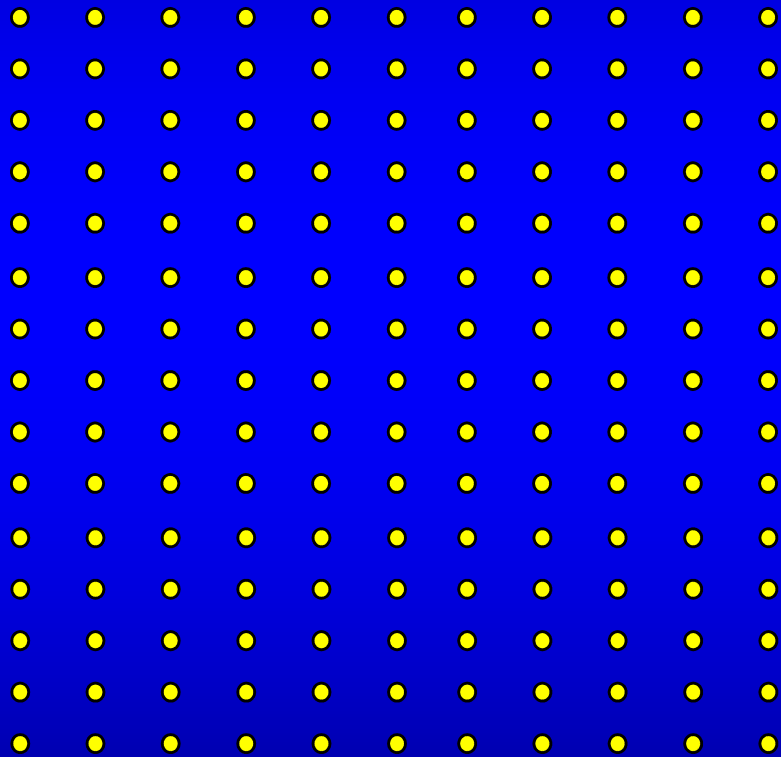
Du Contraste à la Forme



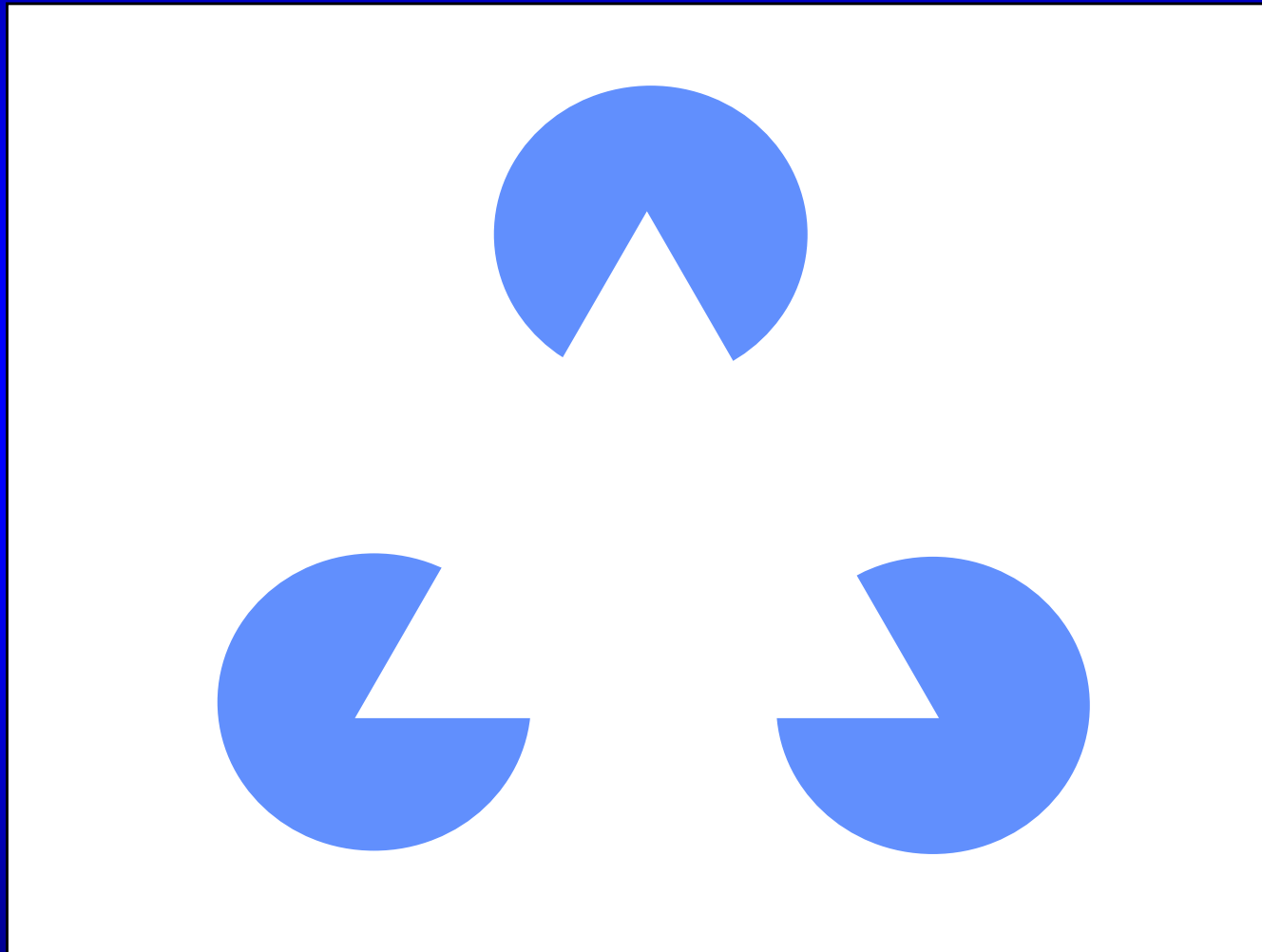
Global precedence effect

E		E	H	H	HHHHH
E		E	H	H	H
EEEEEE			HHHHH		HHHHH
E		E	H	H	H
E		E	H	H	HHHHH

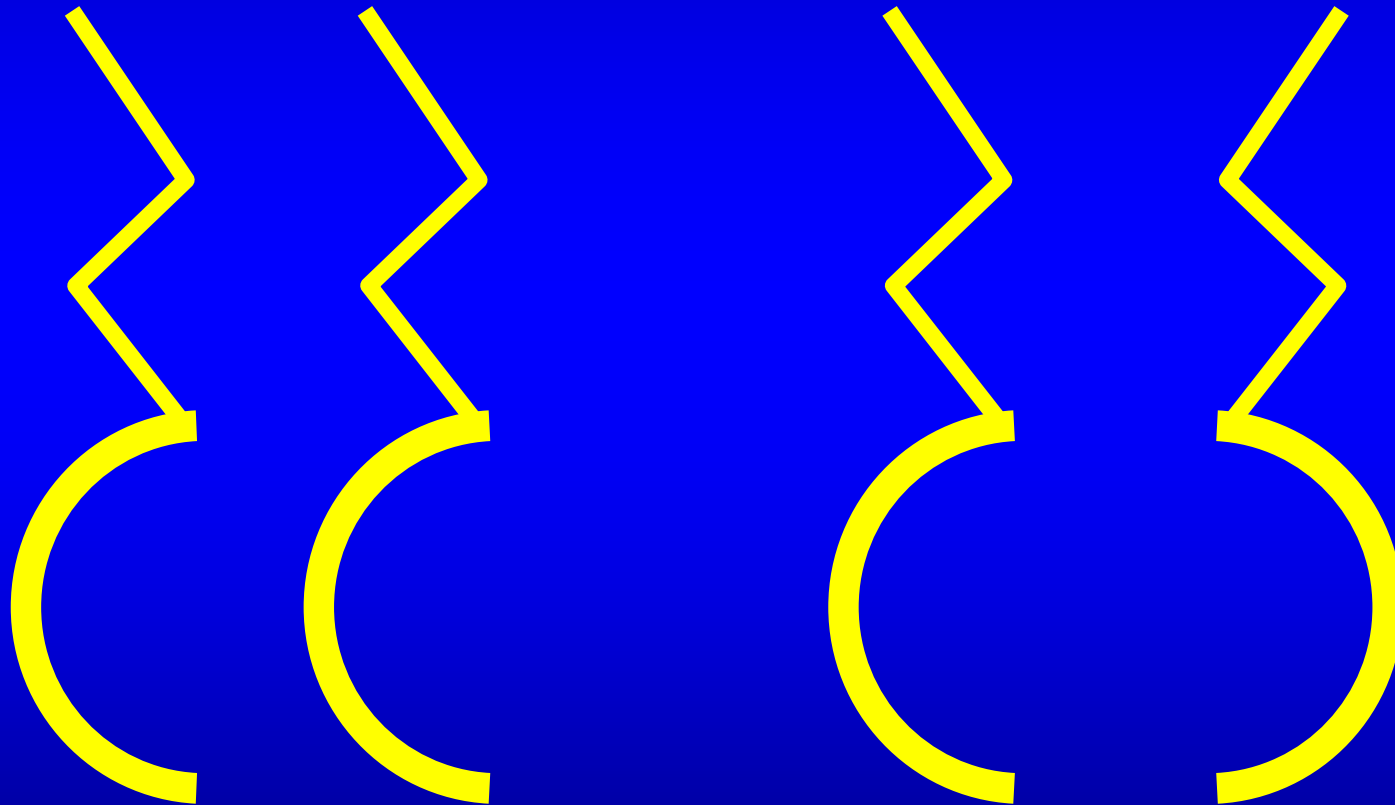
Gestalt theory



Gestalt theory



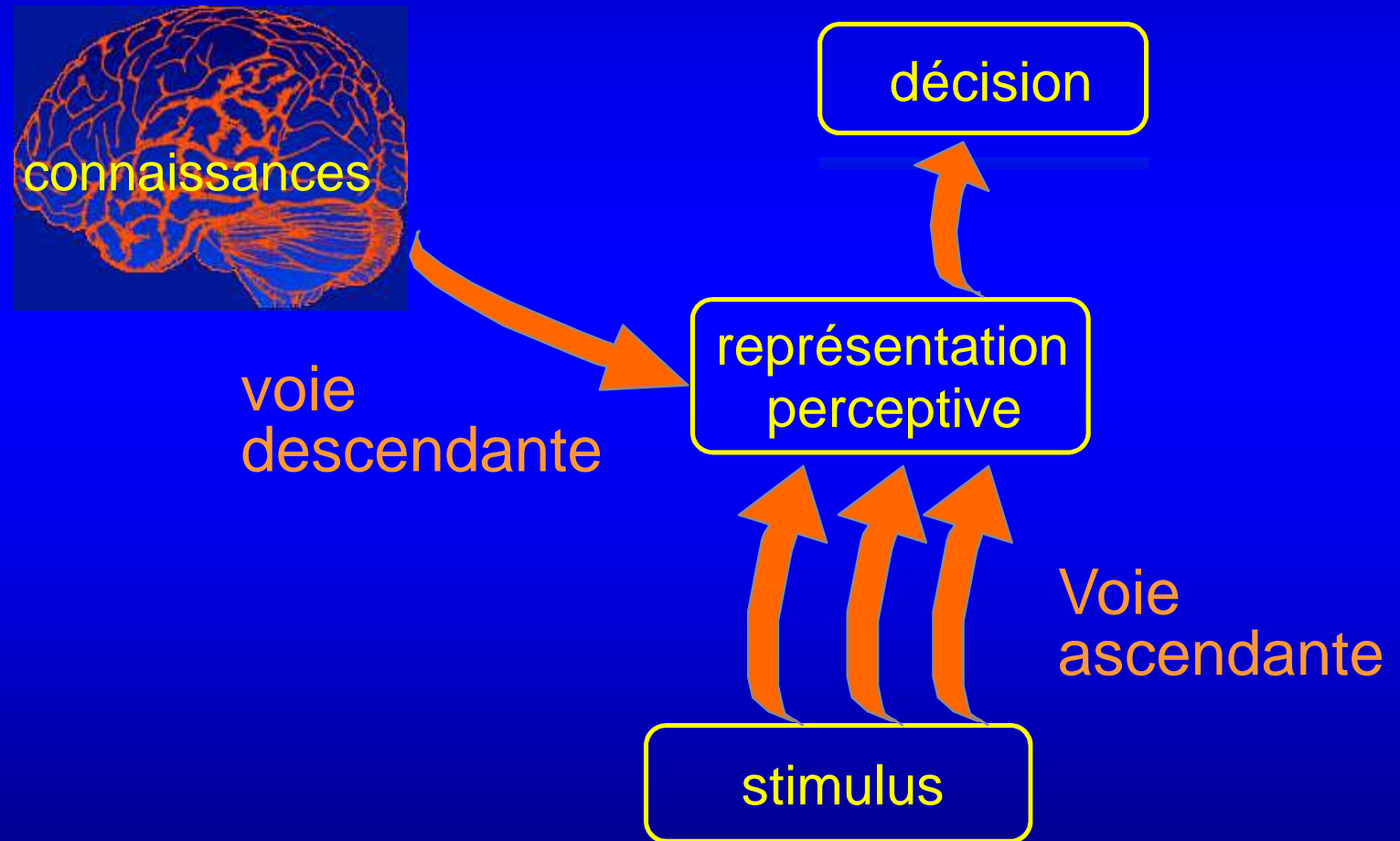
Gestalt theory



Lois de la Gestalt théorie

- Proximité
- Similarité
- Homogénéité
- Continuité
- Fermeture
- Symétrie

Poids des informations sensorielles et contextuelles



Notion de contexte

Contexte : relations entre les différents éléments isolables d'une scène



Contexte cognitif



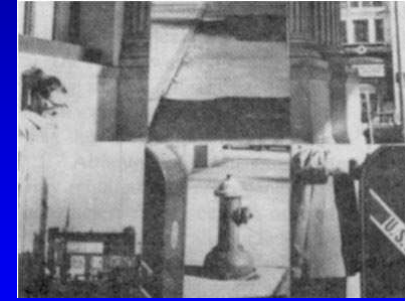
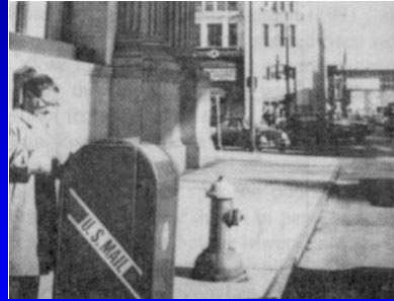
Contexte perceptif



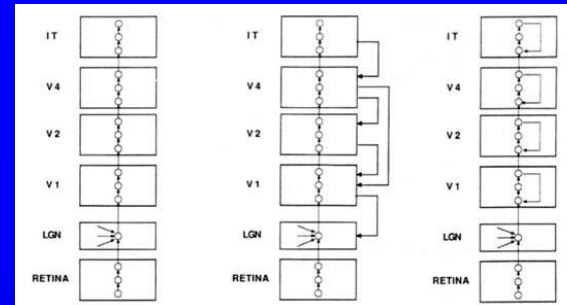
Influence du contexte perceptif

Biederman (1972)

Biederman et al. (1973)



Thorpe (1988, 1995) :



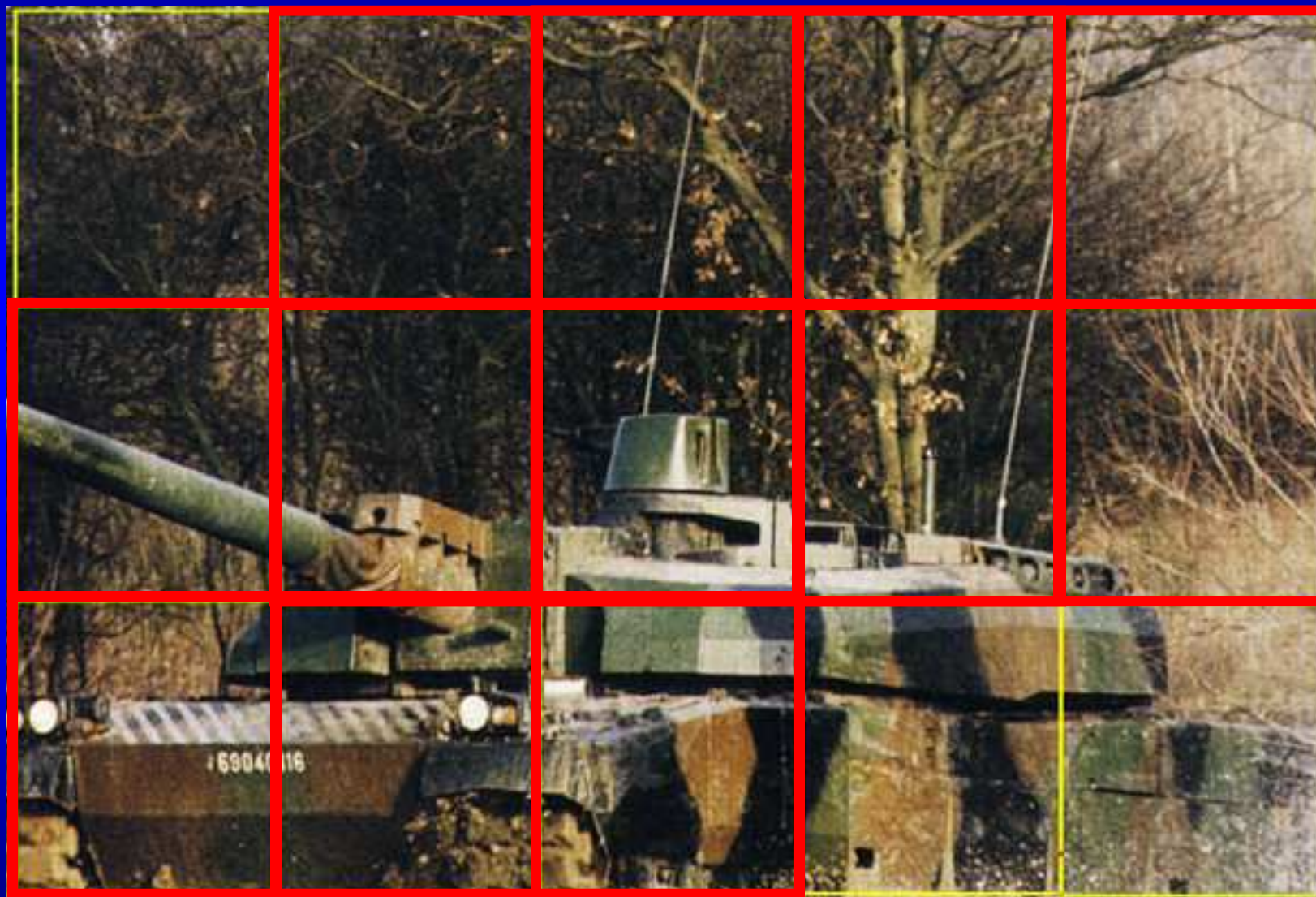
Notion de saillance et
de signature spatiale



Image initiale



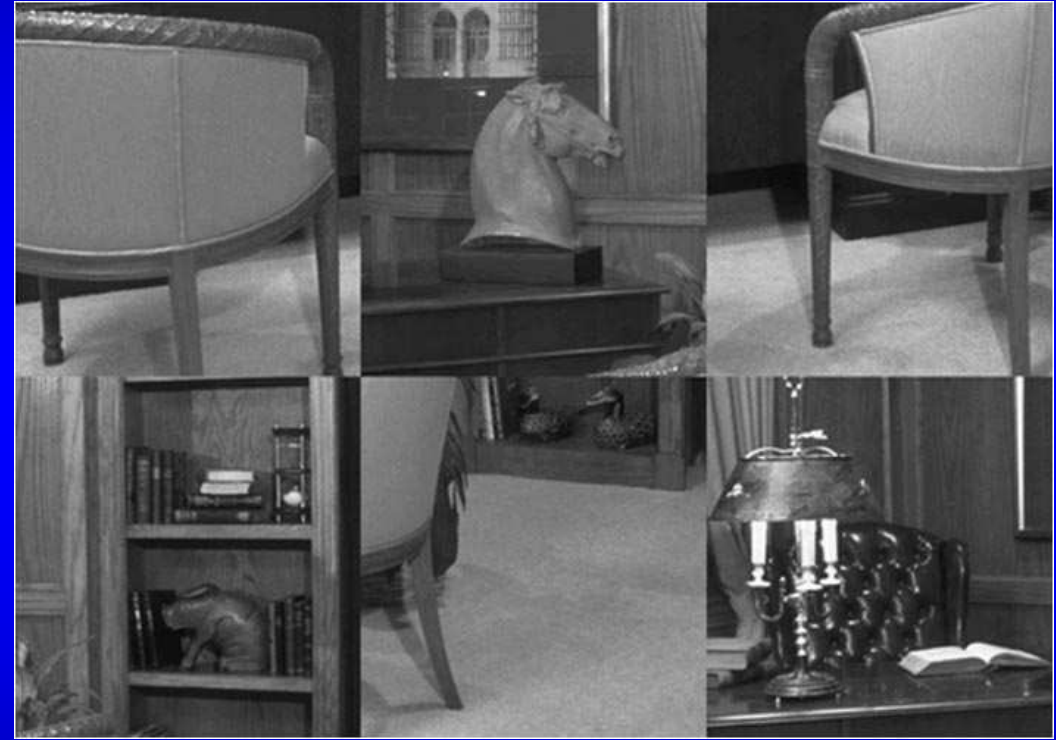
Découpage de l'image



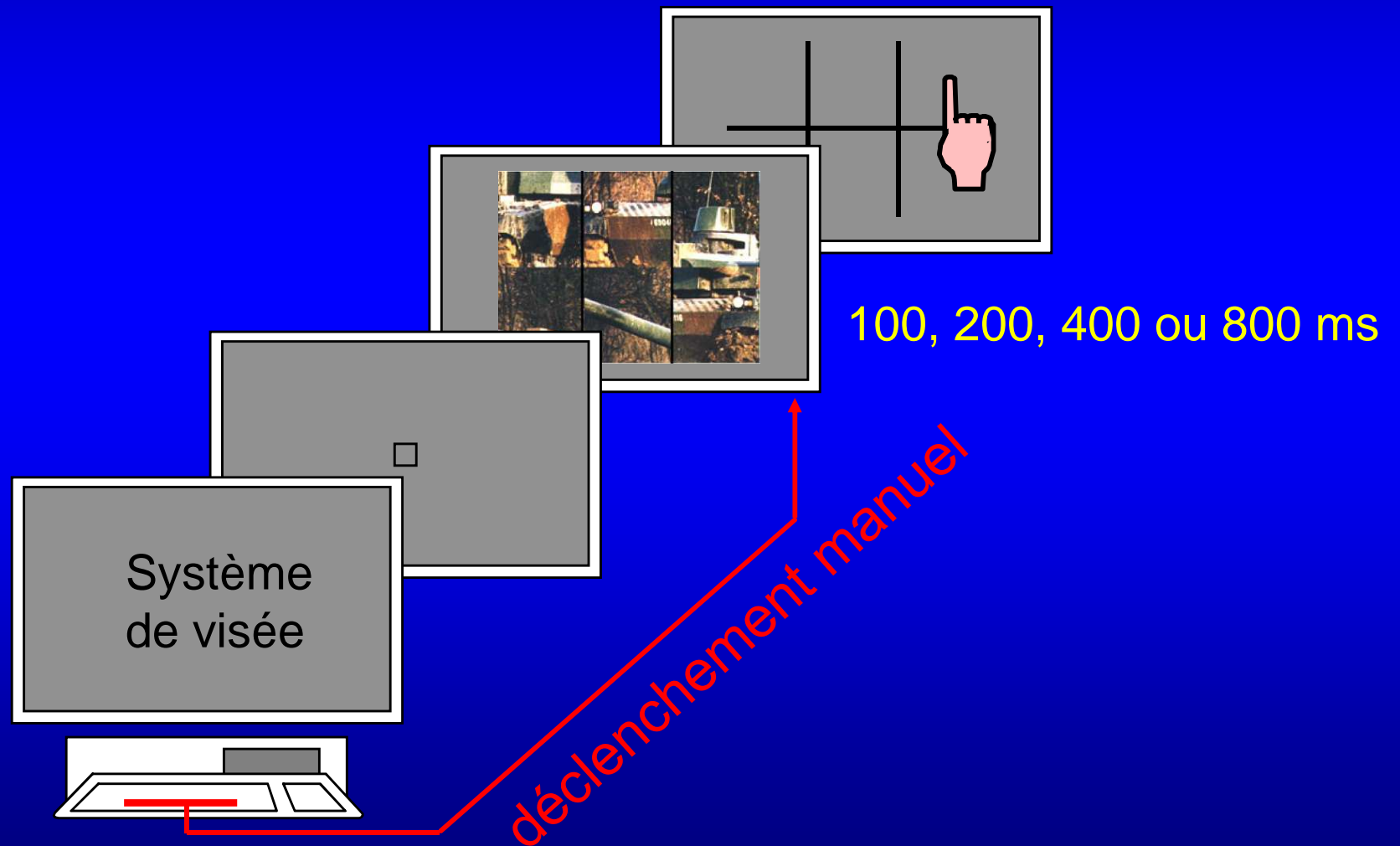
Filtrage fréquentiel



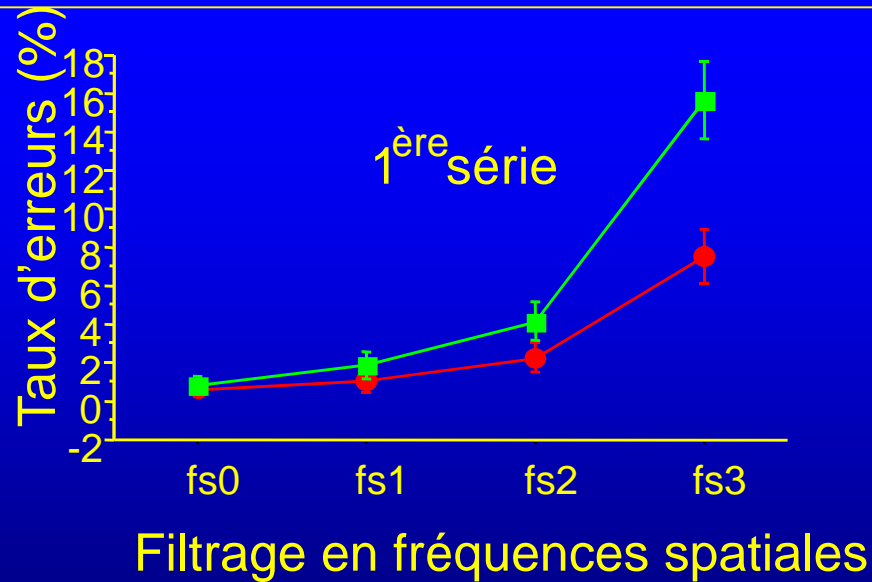
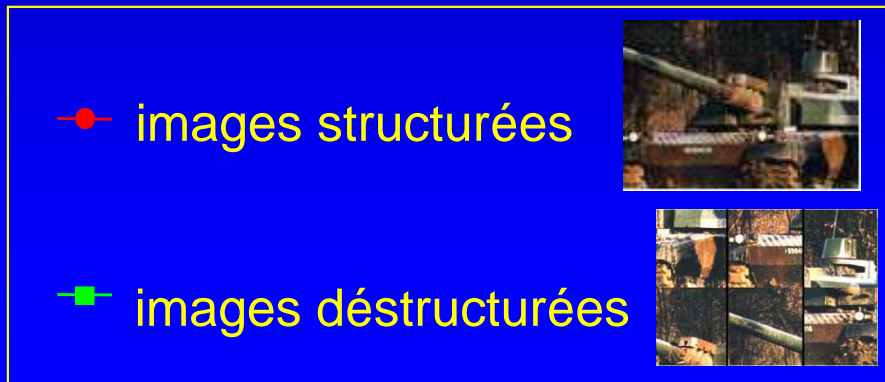
Influence du contexte



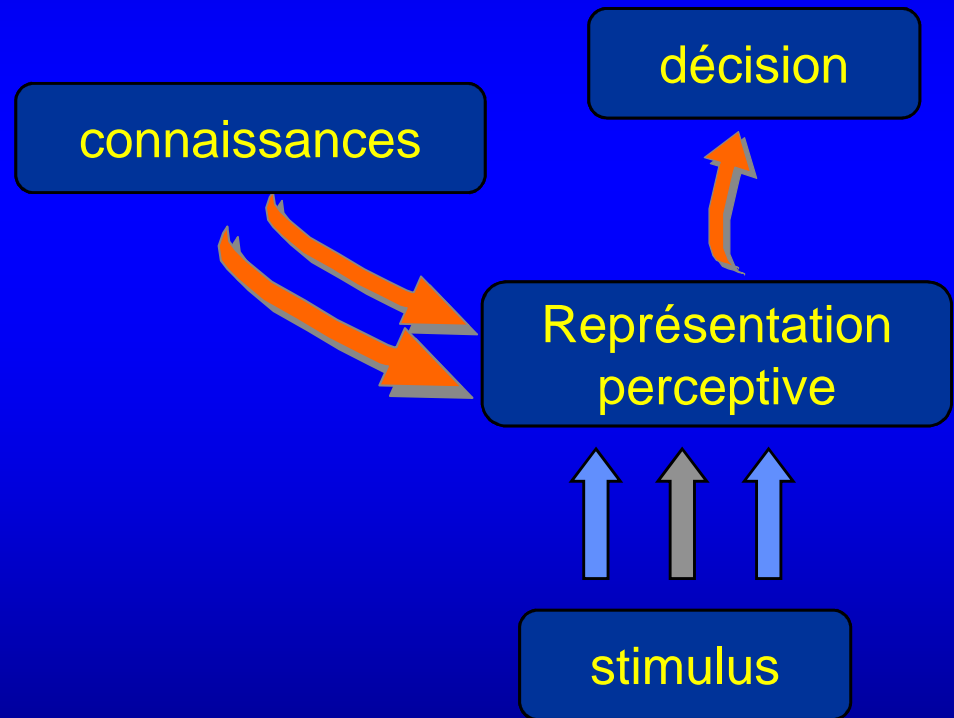
Déroulement d'une séquence de présentation



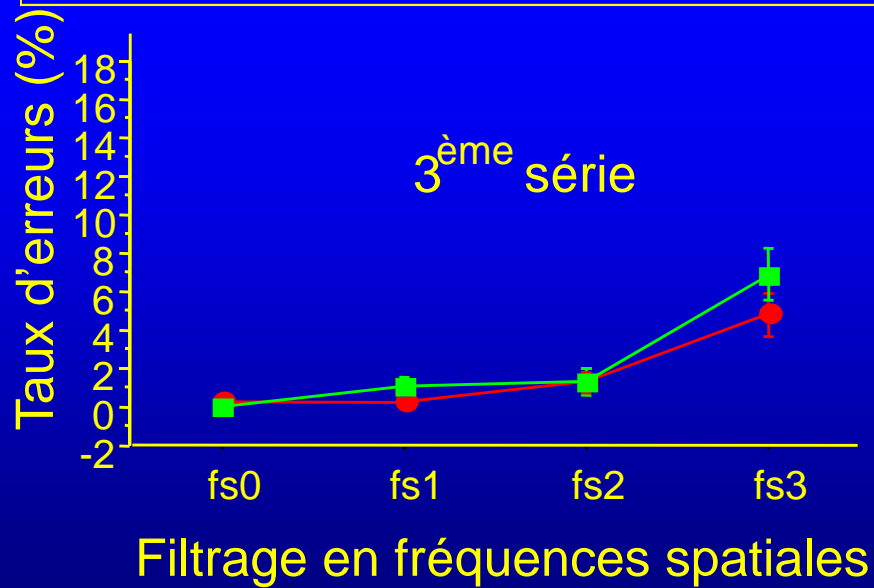
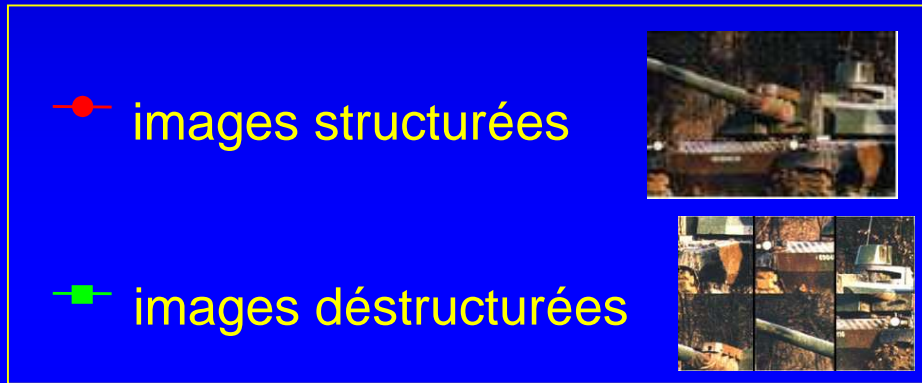
Résultats



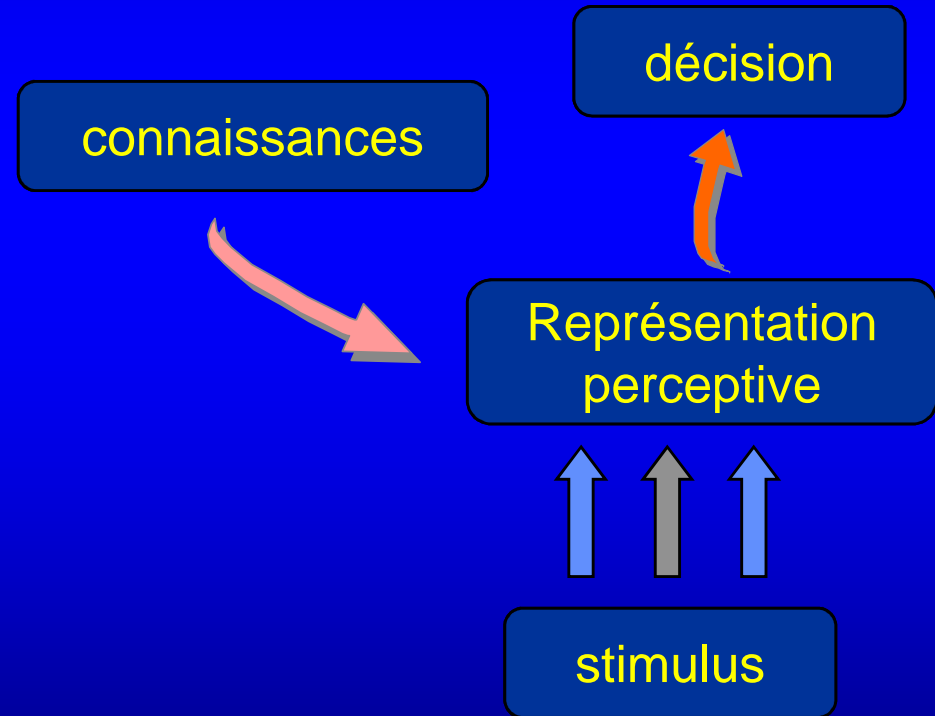
Collaboration des deux voies



Résultats



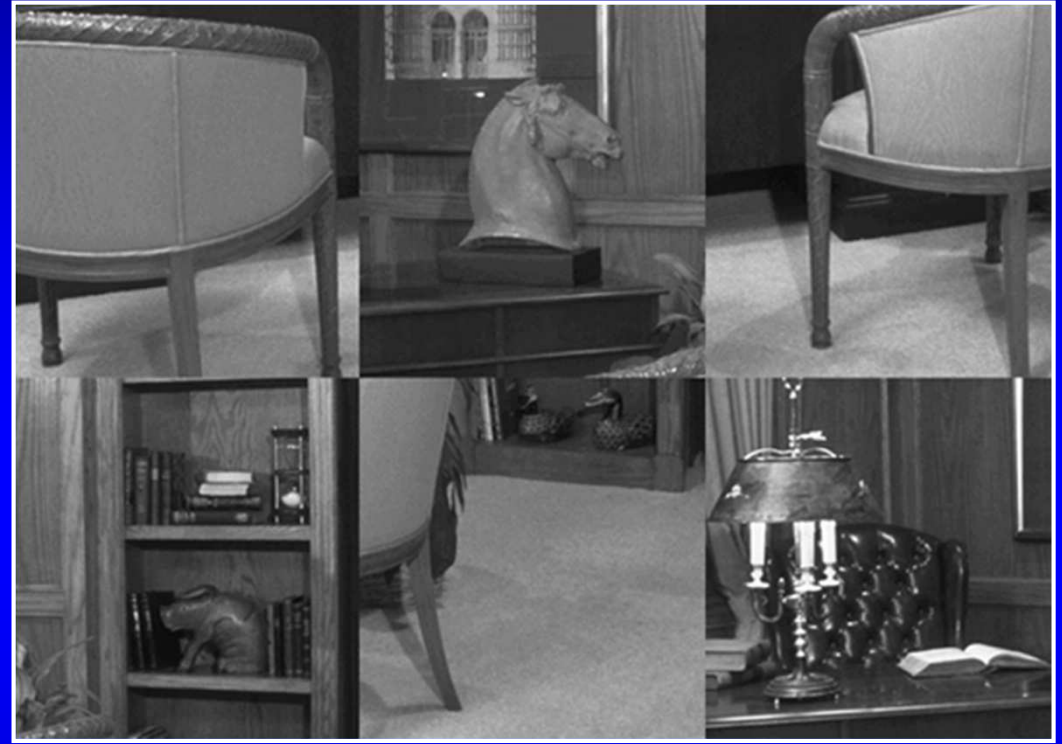
Apprentissage



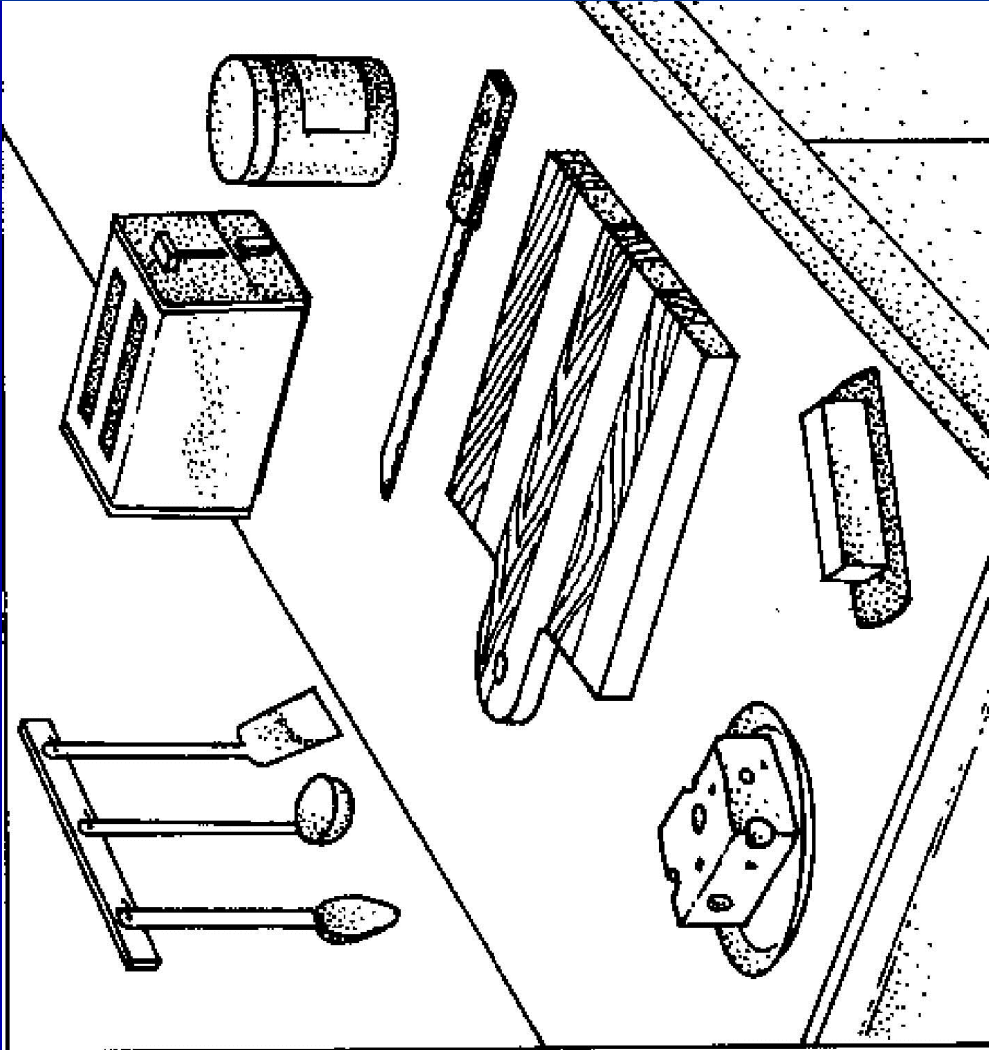
Résultats

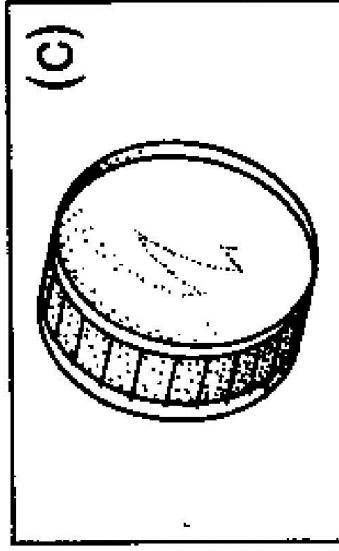
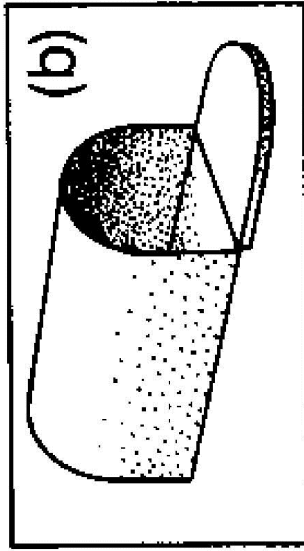
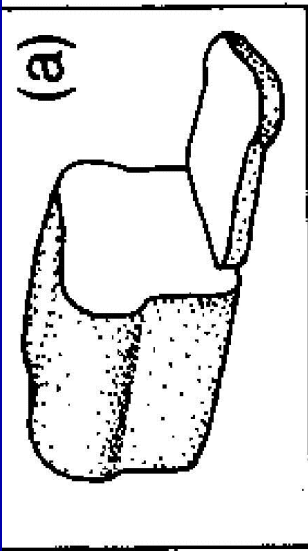
- La reconnaissance de cible est d'autant plus difficile que les images sont floues et le contexte inutilisable.
- L'information de contexte est d'autant plus utile que les images sont floues.
- Avec l'exposition aux images dégradées, un observateur peut améliorer sa reconnaissance de cible dans des images dégradées et s'affranchir des informations de contexte.

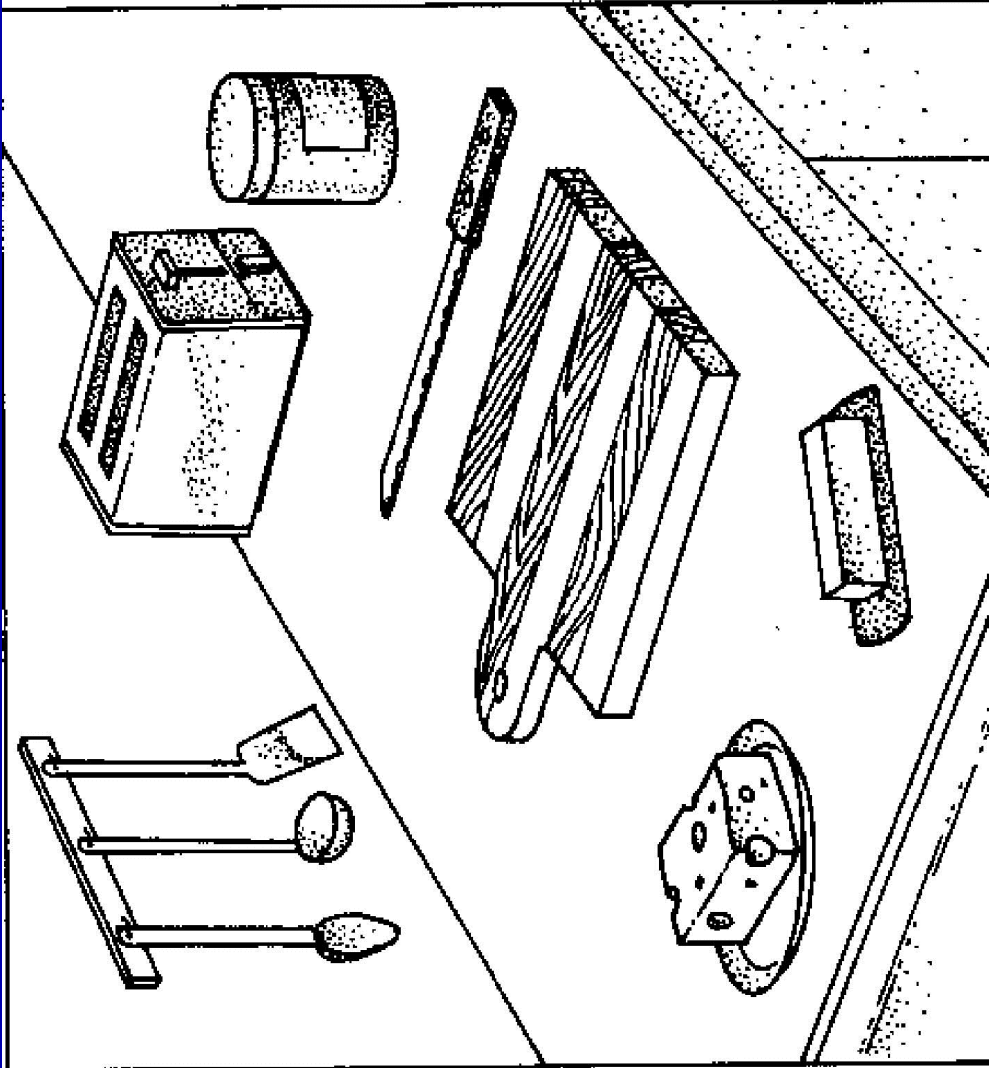
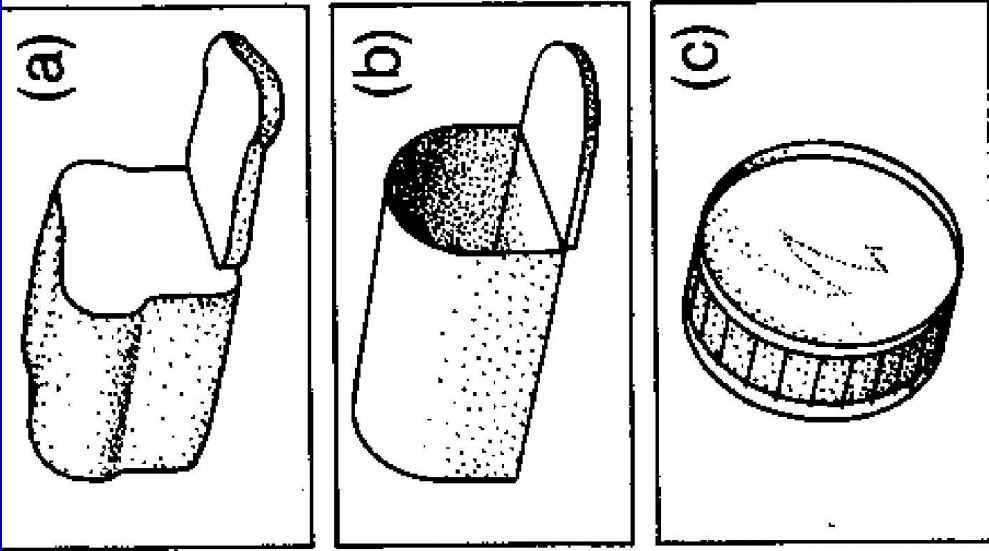
Influence du contexte



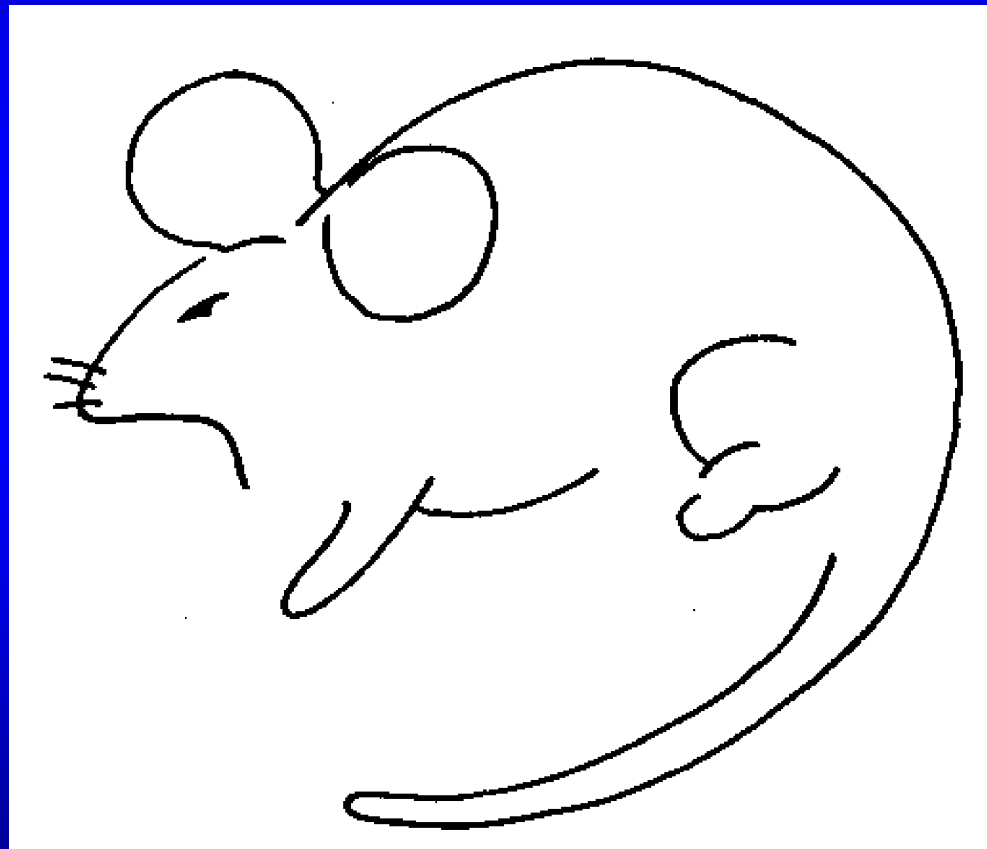
- Contexte perceptif
- Contexte cognitif

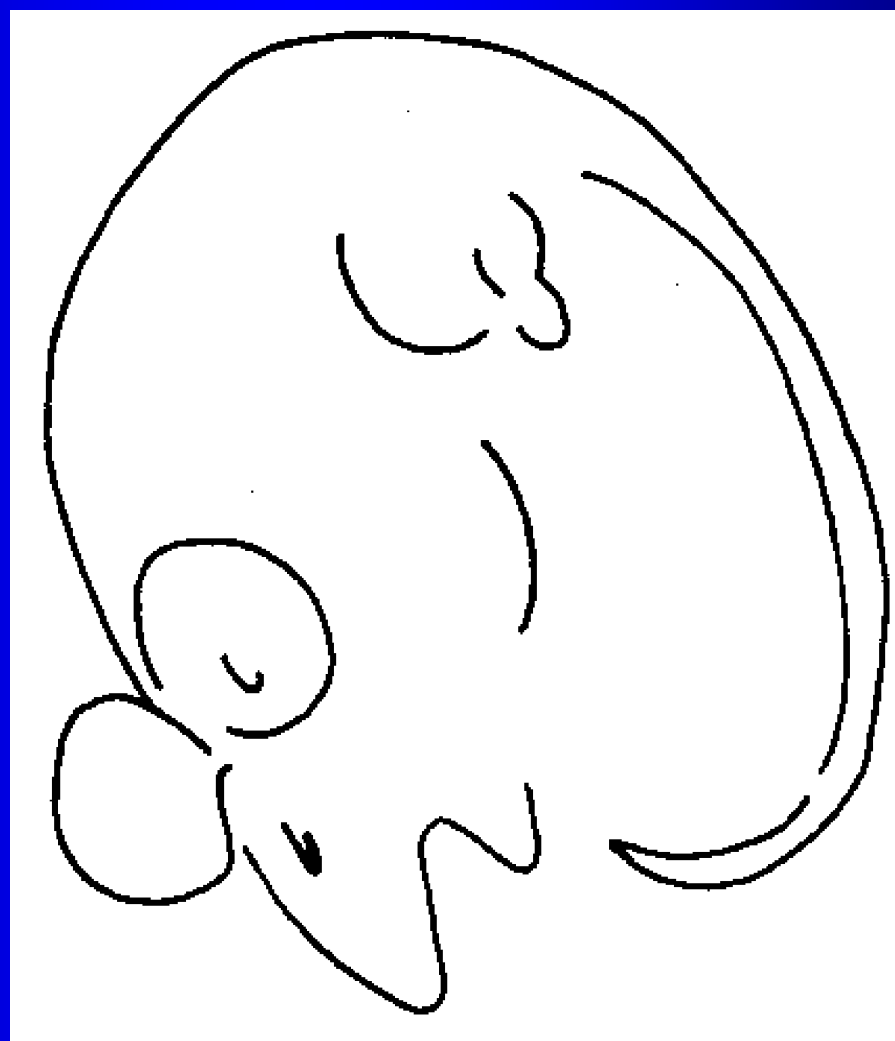






Rat





Visage

