TABLE DES MATIERES

LES ORGANES DES SENS

	~	
•	Ω 1	IVC
•	$\lambda U U U$	$u \mapsto$

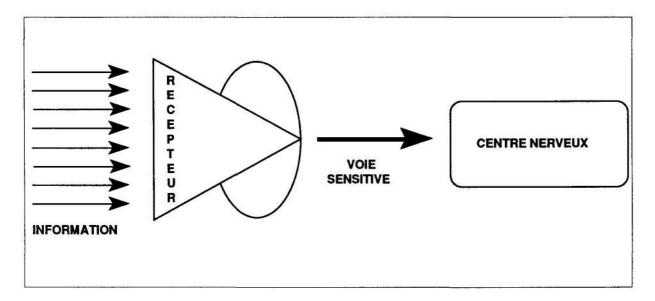
I. Introduction	63
II. L'œil: système optique	64
III. Les autres organes des sens	68
Travaux pratiques:	
Fiche S1: Dissection d'un oeil de bœuf	74
Fiche S2: Etude de la vision	76
Fiche S3: Sensibilité cutanée	79
Fiche S4: Sensibilité gustative	80
Fiche S5: L'audition	81
Documents:	
Zones d'accommodation pour divers types de visions	82
Quelques maladies de l'œil	
Longueurs d'ondes perçues par l'œil humain	
Les illusions d'optique	83
Seuils de perception de différents goûts et odeurs	
Niveaux sonores	84
Fréquence des sons percus par l'oreille humaine	

LES ORGANES DES SENS

I. Introduction

Nous reconnaissons les objets et percevons les événements grâce aux informations recueillies par nos cinq sens: la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût, le toucher. Les organes des sens sont donc des récepteurs d'informations qui vont tous avoir la même fonction: enregistrer des données en provenance du monde extérieur, puis les transmettre par voies sensitives jusqu'aux centres nerveux où elles seront interprétées.

Ils fonctionnent tous selon le schéma ci-dessous:



Chaque organe des sens remplit une fonction bien particulière. La nature de l'information ou stimulus est différente selon le récepteur considéré:

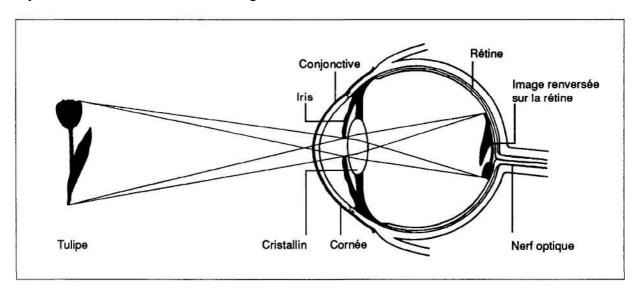
- . pour le goût et l'odorat, le stimulus est de nature chimique;
- . pour l'ouïe, le stimulus est de nature physique: variation de la pression de l'air,
- . pour le toucher, le stimulus est également de nature physique: chaleur, froid, pression, etc.;
- . pour la vue, le stimulus est aussi de nature physique: la lumière.

Dans ce chapitre, nous étudierons plus particulièrement l'œil et le mécanisme de la vision.

B. Mécanisme optique de l'œil

La formation des images

Les milieux transparents de l'œil, plus ou moins bombés, sont des lentilles qui font converger les rayons lumineux sur la rétine. L'image se forme à l'envers sur la rétine.



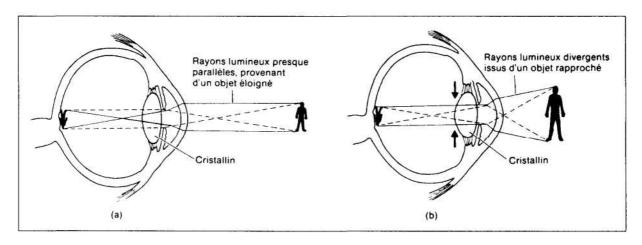
Formation de l'image sur la rétine.

L'accommodation

. L'image d'un objet éloigné (plus de 6 mètres) se forme normalement sur la rétine et à l'envers (cas précédent). . Lorsque l'œil se rapproche de l'objet, l'image se formerait en arrière de la rétine. Sur la rétine,

l'image serait alors floue.

Pour obtenir une image nette, le cristallin augmente sa courbure, ce qui accroît la convergence des rayons lumineux et permet ainsi de ramener l'image sur la rétine: c'est le **phénomène d'accommodation.**



Accommodation: réglage du cristallin pour la vision de loin (a) ou pour la vision de près (b).

En résumé, au-delà de 6 mètres, l'œil voit les objets d'une manière nette sans accommodation. Entre 6 mètres et 10 cm environ s'effectue l'accommodation. A moins de 10 cm, le cristallin ne peut plus se déformer et la vision est floue; cette distance augmente considérablement avec l'âge.

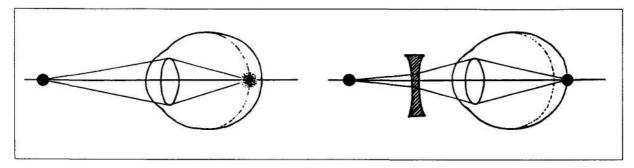
La diaphragmation

C'est la variation d'ouverture de la pupille selon l'intensité lumineuse et la proximité de l'objet.

C. Quelques défauts de l'œil

La myopie: vision lointaine floue

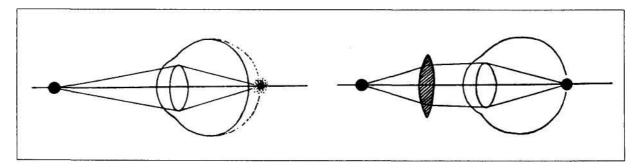
Le myope voit bien les objets proches. Par contre, pour les objets éloignés, l'image est floue; elle se forme en avant de la rétine: les rayons lumineux convergent trop car l'œil est trop long ou le cristallin et la cornée trop bombés. On corrige ce défaut à l'aide d'une lentille divergente qui va «écarter» les rayons et les ramener sur la rétine pour en faire une image nette.



Chez un oeil myope, la distance du cristallin à la rétine est trop grande, l'image se forme en avant de la rétine: image floue. Les lentilles des lunettes font diverger les rayons, l'image se forme sur la rétine: l'image est nette.

L'hypermétropie: vision proche floue

A l'inverse, l'hypermétrope voit mal les objets proches. Les rayons lumineux ne convergent pas assez car l'œil est trop court ou le cristallin trop plat. On corrigera ce défaut à l'aide d'une lentille convergente.



Chez l'œil hypermétrope, la distance du cristallin à la rétine est trop courte, l'image se forme en arrière de la rétine: image floue. Les lunettes font converger les rayons: image nette.

La presbytie

C'est une perte de souplesse du cristallin due à l'âge: il reste plat, ce qui entraîne donc les mêmes conséquences que l'hypermétropie.

Documents

- . Tableau comparatif de la vision d'un oeil normal, d'un oeil myope et d'un oeil hypermétrope.
- . Quelques maladies de l'œil.
- . Longueurs d'ondes perçues par l'œil humain.

D. Physiologie de la rétine

C'est à partir d'influx nerveux provenant de la rétine que s'élabore dans le cerveau la sensation visuelle. Comment est préparé au niveau de la rétine le message nerveux adressé au cerveau ?

La stimulation visuelle

La lumière stimule les cellules visuelles de la rétine:

- si la longueur d'onde des radiations lumineuses est comprise entre 400 nm (lumière violette) et 700 nm (lumière rouge);
- si l'intensité de la lumière est suffisante;
- si la durée de l'information lumineuse est assez longue (1/25 de seconde).

Les deux types de vision: rôle des cellules visuelles

Avec un bon éclairage, les objets que nous regardons nous apparaissent avec des contours nets et nous voyons leurs couleurs; c'est la **vision diurne.** A une lumière plus faible, celle du crépuscule ou de la nuit, les contours sont imprécis et nous ne voyons pas les couleurs; c'est la **vision crépusculaire.** Ces deux types de vision correspondent dans la rétine à deux types de cellules visuelles.

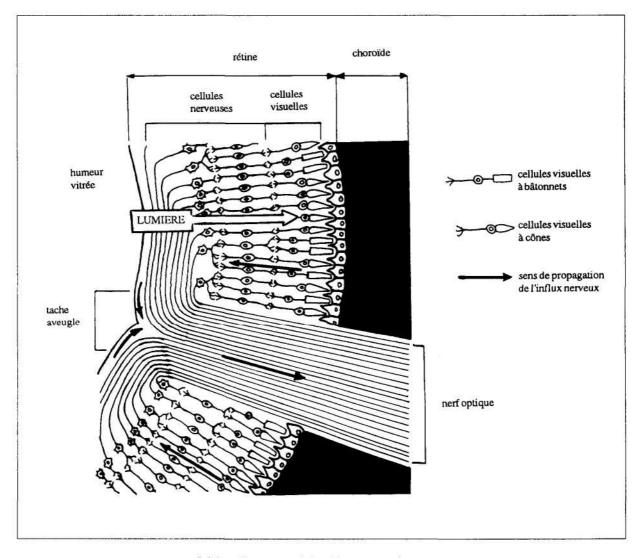


Schéma d'une coupe de la rétine vue au microscope.

Les cellules visuelles à bâtonnets

Ces cellules, localisées dans la région périphérique de la rétine, sont spécialisées dans la vision à faible intensité lumineuse ou vision crépusculaire.

Les cellules visuelles à bâtonnets contiennent un pigment, le **pourpre rétinien**, qui se modifie sous l'action de la lumière. Il provoque une stimulation des cellules visuelles et nous permet, par l'intermédiaire du cerveau, de **percevoir les formes.** La vitamine A intervient dans la production de ce pigment.

Les cellules visuelles à cônes

Elles sont concentrées uniquement dans la région centrale de la rétine (dans l'axe optique), elle ne fonctionnent qu'en **forte intensité lumineuse** et sont spécialisées dans la **vision des couleurs.**

La vision des couleurs serait assurée par trois types de cellules à cônes: elles peuvent être sensibles au rouge, au bleu ou au vert.

De plus ces cellules à cônes nous permettent de distinguer les détails des objets: c'est **l'acuité visuelle.** Ce phénomène pouvant s'expliquer par le fait que chaque cellule visuelle est reliée individuellement à une cellule nerveuse; l'image est donc analysée de manière plus fine.

Les cellules visuelles de la rétine reçoivent une information lumineuse et transmettent une information d'une autre nature, sous forme de séquences d'influx nerveux que le cerveau transforme en sensations visuelles.

E. La vision du relief

Comment deux images rétiniennes peuvent-elles engendrer une seule image cérébrale en relief? Ici intervient la **vision binoculaire.** Par suite de l'écartement des yeux, les 2 images recueillies sont légèrement différentes, si bien que leur superposition dans le centre visuel donne l'impression du relief.

Document

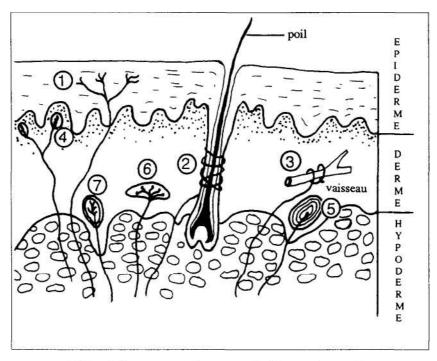
. Illusions d'optique.

III. Les autres organes des sens

L'organisme reçoit de nombreuses informations du milieu dans lequel il vit. Ces informations lui parviennent sous forme de stimulus divers captés par des récepteurs spécifiques.

A. Les récepteurs sensoriels de la peau

Grâce à des récepteurs nerveux spécialisés, dont la répartition n'est pas uniforme, notre peau recueille des stimulations diverses: thermiques (chaud, froid), douloureuses et tactiles (contact, pression).



- 1. Terminaison nerveuse libre
- 2. Anneau externe du poil
- 3. Terminaison périvasculaire
- 4. Récepteur de contact
- 5. Récepteur de pression6. Récepteur au chaud
- 7. Récepteur au froid

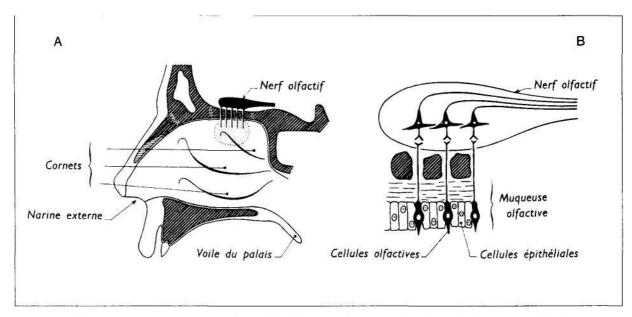
La stimulation d'un récepteur sensoriel entraîne la naissance d'un message nerveux qui, transmis au niveau du cerveau, fera apparaître une sensation. Cette dernière pourra alors être analysée par le cerveau.

B. Le goût et l'odorat

L'odorat et le goût n'existent que chez les insectes et les vertébrés. Ils sont perçus par des organes récepteurs sensibles à une grande variété de substances chimiques.

Les sensations olfactives

L'organe de l'odorat est l'épithélium olfactif situé dans la partie supérieure de la cavité nasale. Les cellules réceptrices sont ciliées et recouvertes de mucus. Les molécules de substances odorantes, nécessairement volatiles, sont transportées dans l'air et atteignent 1 'épithélium olfactif où elles se dissolvent dans la couche de mucus et entrent en contact avec les récepteurs.



A. Coupe verticale du nez montrant la paroi de la fosse nasale droite. B. Coupe de la muqueuse olfactive.

La sensibilité de l'odorat peut être mesurée en recherchant la concentration à partir de laquelle une substance odorante peut être perçue = **seuil de perception** de la substance. Certaines substances peuvent être détectées à très faible concentration. Par exemple, 0,01 mg de mercaptan (présent dans l'ail) peut être détecté dans une pièce de 230 m³. Le seuil de détection dépend de la température et de l'humidité de l'air et varie d'un individu à un autre.

L'organe olfactif **s'adapte** rapidement. En effet, après quelques minutes seulement, une substance ne pourra être détectée qu'à des concentrations 10 à 100 fois plus élevées. Ainsi, une personne entrant dans une salle comble non aérée sera incommodée par les odeurs alors que les personnes présentes ne la perçoivent pas.

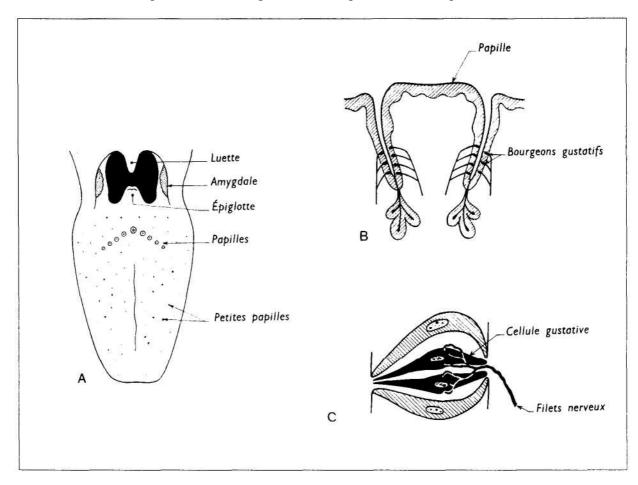
L'odorat a diverses fonctions chez l'homme:

- . il déclenche la sécrétion salivaire et gastrique;
- . il met en garde contre des aliments avariés;
- . il est un indicateur d'hygiène;
- . il influence notre état émotionnel; . etc.

Les sensations gustatives

Les principaux récepteurs du goût sont situés dans les bourgeons gustatifs localisés essentiellement sur la langue, mais on en trouve également sur le palais et la gorge. La majorité des bourgeons gustatifs sont situés à la base des papilles gustatives.

Quatre **sensations de base** sont reconnues: le salé, l'acide, l'amer et le sucré. Les récepteurs à ces quatre sensations de base sont distribués d'une manière non uniforme à la surface de la langue. Tous les autres goûts, tels que le poivre ou le chocolat, sont dus à une combinaison de ces quatre saveurs. La sensation de goût est en fait un mélange de sensations gustative, olfactive, thermique et tactile (lorsqu'on mâche). On peut d'ailleurs constater qu'il est difficile de faire la distinction entre du navet, de la pomme et de l'oignon, si on se pince le nez et qu'il est interdit de mâcher.



A. Schéma de la langue. B. Papille gustative. C. Bourgeon gustatif.

Les **seuils de perception** du goût sont beaucoup plus élevés que pour l'odorat. Par exemple, une substance très amère comme la quinine sera détectée à partir de 4 mg / litre.

Une stimulation continue de 1 à 5 minutes du goût produit une **adaptation** presque totale. Il est courant de constater qu'après quelques gorgées une boisson sucrée semble nettement moins sucrée.

La gustation chez l'homme a notamment pour fonction:

- . de déclencher la sécrétion salivaire et gastrique;
- . de mettre en garde contre des aliments avariés.

Document

. Seuils de perceptions de différents goûts et odeurs.

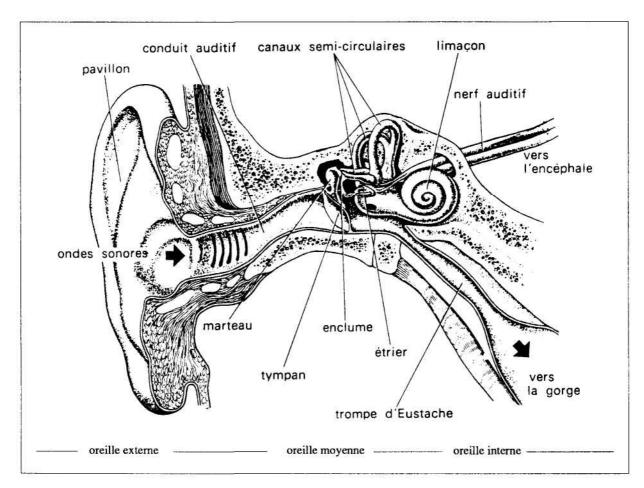
C. L'ouïe et l'équilibration

L'oreille est responsable de l'audition. Elle perçoit également l'orientation de la tête dans l'espace, dont dépend en grande partie l'équilibre général du corps.

Le mécanisme de l'audition

Phénomène vibratoire, les sons se propagent dans l'air. En effet, les vibrations d'un objet déplacent les molécules d'air, les compriment et les dilatent alternativement. Une alternance régulière de compressions et de dépressions se produit chaque fois qu'un objet vibre dans l'air ou dans un autre milieu; c'est ce qu'on appelle une **onde sonore.**

On caractérise les sons par leur intensité (sons forts ou sons faibles) et par leur hauteur (sons graves et sons aigus). L'oreille humaine peut entendre l'ensemble des sons allant des sons graves d'une **fréquence** voisine de 16 vibrations par seconde à des sons très aigus d'une fréquence de 20'000 vibrations par seconde.



Structure de l'oreille humaine.

C'est le **pavillon** de l'oreille externe qui recueille les ondes sonores qui parviennent à l'oreille. Elles sont canalisées par le **conduit auditif** vers la membrane du **tympan** qui est à la limite de l'oreille moyenne.

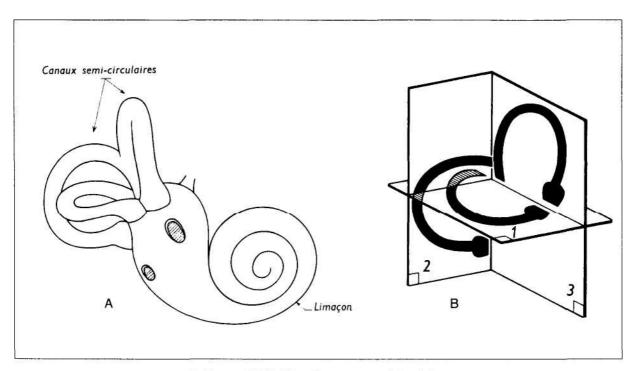
Les vibrations du tympan se communiquent à trois osselets libres: le **marteau**, **l'enclume** et **l'étrier**. De là, les vibrations parviennent à la membrane de l'oreille interne et sont propagées par le liquide contenu dans le limaçon. Ce sont les vibrations de ce liquide qui vont stimuler les terminaisons nerveuses situées dans la paroi interne du limaçon. Les influx nerveux sont transmis par le nerf auditif au cerveau où ils se transforment en sensations auditives.

L'équilibration

Les récepteurs de l'équilibre sont localisés dans les **canaux semi-circulaires** de l'oreille interne. Ces canaux sont orientés les uns par rapport aux autres dans les trois plans de l'espace. A l'intérieur de ces canaux on trouve de nombreux récepteurs ainsi qu'un liquide contenant des pierres microscopiques.

Lors d'une rotation de la tête, le liquide ne suit pas immédiatement le mouvement, comme l'eau dans une assiette lorsqu'elle est déplacée. Le liquide et les pierres microscopiques appuient alors sur les cellules sensorielles situées dans les canaux semi-circulaires. Leur stimulation donne la sensation de mouvement.

Ces influx nerveux se propagent, par l'intermédiaire du cervelet, à l'encéphale qu'ils renseignent sur les mouvements et la position de la tête. Ainsi, à chaque instant, le cerveau est informé de la position du corps, ce qui nous permet de nous maintenir en équilibre.



A. Organe de l'équilibre: les canaux semi-circulaires.
 B. Disposition des canaux semi-circulaires selon les trois plans de l'espace.

Document

. Fréquence des sons perçus par l'oreille humaine.

FICHE S1: Dissection d'un oeil de bœuf

I. ASPECT EXTERNE

Observez le globe oculaire.

Remarquez la *cornée* transparente ainsi que le blanc de l'œil ou *sclérotique*, recouverte postérieurement par les muscles moteurs et un tampon graisseux d'où sort, vers le côté nasal de l'œil, le *nerf optique*.

dessinez la face antérieure et postérieure du globe oculaire

II. ASPECT INTERNE

A. Technique de dissection

- à l'aide des ciseaux ou du scalpel, ôtez la graisse et les muscles autour du globe oculaire;
- -percez la région équatoriale à l'aide d'une aiguille montée (attention, dirigez la ponction à l'opposé de vous-même);
- introduisez vos ciseaux dans cette ponction et coupez le long de l'équateur.

Sortez l'humeur vitrée.

B. Observation de la calotte postérieure

- la rétine: elle peut être remise à sa place en immergeant la calotte postérieure dans l'eau;
- la *choroïde*: membrane nourricière de l'œil:
- la sclérotique: enveloppe externe protectrice de l'œil.

C. Observation de la calotte antérieure

Repérez la pupille et les deux membranes suivantes:

- -la *choroïde* pigmentée de noir qui s'épaissit vers l'avant en un bourrelet circulaire autour du *cristallin*, c'est le *corps ciliaire*. *L'iris* est séparé de la *cornée transparente* par *l'humeur aqueuse*. Il est percé de la pupille, allongée ici, mais généralement circulaire.
- la sclérotique, qui se transforme à l'avant en cornée transparente.

Prélevez le cristallin, posez-le sur un morceau de journal. Notez vos observations.

dessinez les deux calottes de l'œil.

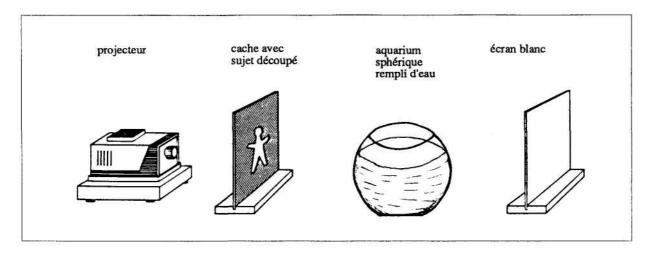
III. QUESTIONS

- 1.- Quelle relation observez-vous entre la rétine et le nerf optique ?
- 2.- Pourquoi la sclérotique est-elle relativement dure ?
- 3.- Pourquoi la choroïde est-elle pigmentée en noir ?
- 4.- D'après vos observations, quel est le rôle du cristallin?
- 5.- Quels sont, dans l'ordre, les milieux transparents (nommez-les) que la lumière doit traverser avant d'atteindre la rétine ? Faites un schéma et précisez la forme de chacune des lentilles.

FICHE S2: Etude de la vision

A. Montage simple d'une image à l'envers

A l'aide d'un projecteur, d'un cache avec un sujet découpé, d'un aquarium rempli d'eau colorée et d'un écran, on réalise le montage suivant:

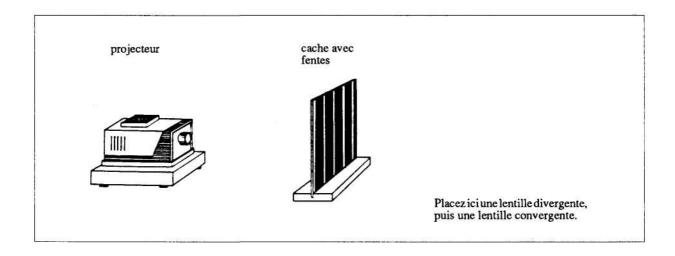


On fait varier les distances du cache et de l'écran, jusqu'à ce que l'image du sujet soit nette sur l'écran.

Rapport: décrivez vos observations.

B. Diverger-converger

A l'aide d'un projecteur, d'un cache percé de fentes et de diverses lentilles, on fait converger et



Rapport: faites un schéma des rayons lumineux selon les divers types de lentilles utilisées.

C. L'acuité visuelle

Matériel: papier millimétré, crayon noir, règle, ruban métrique.

Méthode: dessinez proprement sur du papier millimétré deux carrés noirs, pleins, mesurant 1 mm de côté et distants de 1 mm. Déterminez jusqu'à quelle distance «d» (unité en mètre) on peut voir deux carrés bien distincts. Refaire l'expérience en éclairant fortement ces points.

Rapport: calculez l'acuité visuelle «a» au moyen de la formule approchée suivante:

a = d / 3,5. Comparez et discutez vos mesures.

Remarque: chez une personne avec une vision normale, d = 3.5 m environ.

D. Le champ visuel

Matériel: tableau noir, craie, papier millimétré.

Méthode: un élève se place face au tableau, de manière à ce que ses yeux se trouvent à 20 cm du tableau (à vérifier). Il ne doit plus bouger et doit fixer un point déterminé du tableau à la hauteur de ses yeux; l'autre élève recherche, avec une craie, les limites du champ visuel, c'est-à-dire la zone où son co-équipier voit quelque chose.

Rapport: dessinez sur votre feuille de rapport (à l'échelle 1/10 ème) la forme de ce champ visuel. En une phrase, comparez le champ visuel dessiné avec celui de votre voisin.

E. La vision binoculaire

Expérience 1 : Le chas de l'aiguille

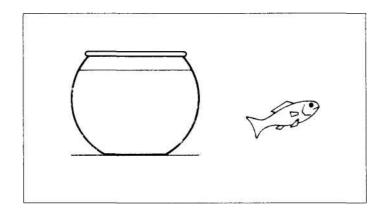
Matériel: du fil et une aiguille.

Méthode: mettez-vous debout, fermez l'œil gauche; enfilez le fil dans le chas de l'aiguille. Faites le même exercice avec l'œil droit fermé, puis avec les deux yeux ouverts.

Rapport: expliquez le rôle de la vision binoculaire.

Expérience 2 : le poisson dans le bocal

Méthode: rapprochez le plus possible ce dessin de vos yeux. Observez ce qui se passe.



F. Mise en évidence de la tache aveugle

Méthode: - fermez l'œil droit et fixez le chat;

- rapprochez et éloignez très lentement la feuille de papier.



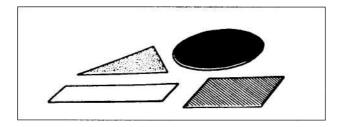
Rapport:

- Que se passe-t-il lorsque le papier est situé entre 30 et 40 cm?
- Expliquez ce phénomène en vous aidant d'un schéma du globe oculaire.

G. Perception des formes et des couleurs

Matériel: figures (2 jeux de 4 formes de différentes couleurs).

Méthode: dans une salle que l'on assombrit au maximum, nous examinons 4 figures de forme et de couleur différentes, puis chacune des paires de figures de forme différente et de même couleur. Nous répétons la même expérience avec un assombrissement plus faible, puis avec la salle complètement éclairée.



Rapport:

- Décrivez vos observations pour chacune des présentations à différents éclairages.
- En vous aidant de votre cours, rappelez quel est le rôle des différentes cellules visuelles de la rétine dans la perception des formes et des couleurs.

FICHE S3 : Sensibilité cutanée

A. La sensibilité de contact

Matériel: 2 aiguilles montées ou un compas, règle graduée.

Méthode: appliquez légèrement, et en même temps, les deux aiguilles à l'extrémité d'un doigt. Déterminez l'écart minimum pour lequel le sujet observé, qui a les yeux fermés, ressent encore deux pointes bien distinctes. Faites les mêmes examens sur la face dorsale du bras et sur la nuque.

Rapport:

- Présentez vos résultats
- Comparez les résultats des différentes régions examinées

B. La sensibilité au chaud et au froid

But: Déterminer le nombre de récepteurs au chaud ou au froid sur une surface donnée.

Matériel: 2 béchers, 2 clous, eau très chaude, eau très froide.

Méthode:

Mettez 1 clou dans un bêcher d'eau chaude et l'autre dans un bêcher d'eau froide. Dessinez une grille (5x5 cm) sur le dos de votre main. Appliquez légèrement la pointe séchée d'un clou chaud sur chaque point d'intersection de la grille; replacez-le dans son bêcher après chaque mesure. Notez chaque fois si vous avez senti ou non la température du clou.

Faites de même pour les récepteurs au froid.

Recommencez sur la paume de la main.

Rapport:

- Présentez vos résultats (tableau, pourcentages, etc.).
- Les récepteurs au chaud et au froid sont-ils parfois au même endroit? Répondez en citant vos résultats.
- Comparez le nombre de récepteurs au chaud et au froid sur chaque surface. Que signifie ceci du point de vue de l'adaptation de l'homme à son environnement ? Justifiez votre point de vue en donnant des exemples.

FICHE S5: L'audition

A. Transmission mécanique des vibrations par les os

Matériel: diapason.

Expérience: bouchez-vous les oreilles avec les pouces. Demandez à un camarade de faire vibrer le diapason dans l'air. Frappez une deuxième fois le diapason, puis appuyez son manche sur votre crâne.

Rapport: que remarquez-vous ? Que pouvez-vous en conclure ?

B. Pavillon et écoute directionnelle

Matériel: diapason.

Expérience: placez le diapason à un mètre et laissez-le vibrer jusqu'à ce que le son ne soit plus perçu. Dès cet instant, placez la main derrière le pavillon de l'oreille.

Rapport: pue remarquez-vous? Comment expliquez-vous ce phénomène?

C. Rôle de la trompe d'Eustache

Expérience: tentez d'inspirer et d'expirer puissamment, bouche et nez fermés.

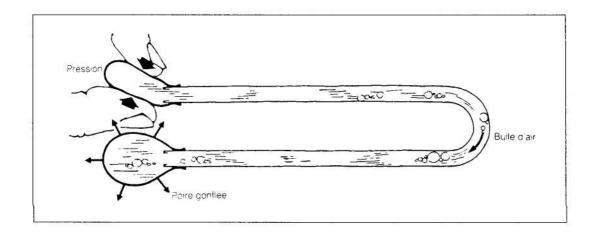
Rapport: que ressentez-vous dans les oreilles ? Expliquez ce qui s'est passé en vous aidant du schéma de l'oreille situé dans le cours.

D. Modélisation du fonctionnement du limaçon

Matériel: tuyau de PVC transparent, 2 poires de pipette.

Expérience: effectuez le montage ci-dessous. Que se passe-t-il lorsque vous appuyez légèrement sur une des poires ?

Rapport: en vous aidant du cours, expliquez en quoi ce montage représente un aspect du fonctionnement du limaçon.



Zones d'accommodation pour divers types de visions

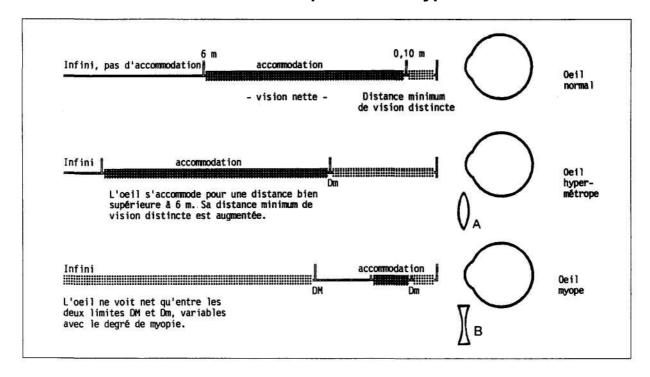


Tableau comparatif de la vision d'un oeil normal, d'un oeil myope et d'un oeil hypermétrope.

vision nette grâce à l'accommodation.

vision floue. A et B sont des lentilles correctrices.

Quelques maladies de l'œil

Le strabisme est la tendance à loucher. Par un traitement, commencé à temps, il est possible de corriger ce défaut.

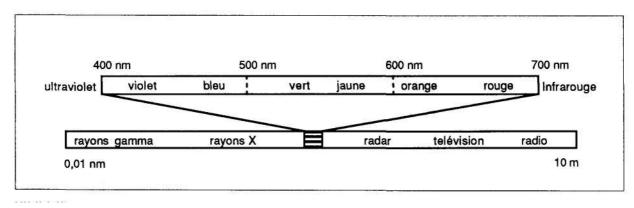
Le **daltonisme** est d'origine héréditaire. La plupart des daltoniens ont de la difficulté à différencier le rouge du vert ou même en sont totalement incapables.

L'astigmatisme est dû à une courbure irrégulière de la cornée. L'œil enregistre alors des images floues et se fatigue rapidement.

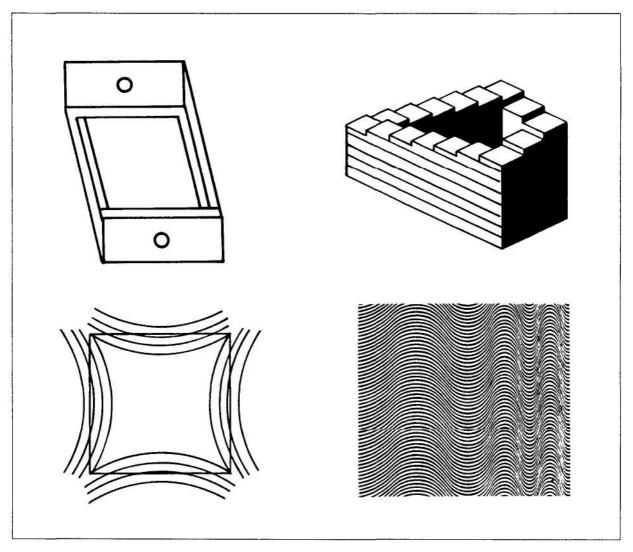
La **cataracte** est l'opacification progressive du cristallin, due soit au vieillissement, soit à diverses maladies.

La **conjonctivite**, ou irritation de la conjonctive, est due soit à des corps étrangers collés à l'œil, soit à différents microbes. Elle peut également être due à la réflexion de la lumière sur la neige ou à l'usage abusif de lampes à bronzer.

Longueurs d'ondes perçues par l'oeil humain



Les illusions d'optique



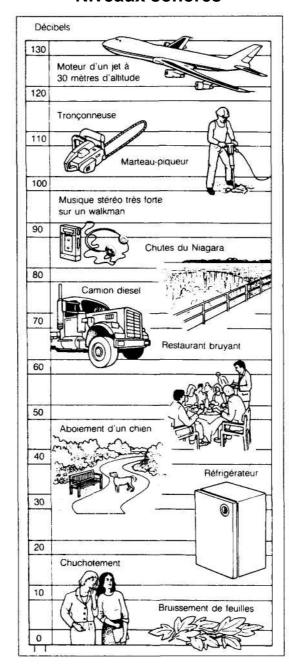
Les illusions d'optique se créent, du fait de l'interprétation par habitude d'un objet, une interprétation qui ne joue pas dans le cas particulier.

Seuils de perceptions de différents goûts et odeurs

Substance	mg / litre d'air	Substance	goût	mg / litre
méthyle mercaptan	0,0000004	quinine	amer	3,02
musc artificiel essence de menthe éther	0.00004 0.02 5,83	saccharine chlorure de sodium sucrose glucose	sucré salé sucré sucré	4.21 1160 3423 14410

Le seuil de perception varie grandement selon les individus et selon les conditions de mesure.

Niveaux sonores



Le son se mesure en décibels (dB). C'est une unité de mesure dans laquelle chaque augmentation de trois décibels double le volume. Les oreilles humaines sont sensibles à un éventail très vaste de volume, le plus fort étant dix milliards de fois plus puissant que les sons les plus faibles que nous entendons. Il n'y a que les sons très forts qui sont vraiment néfastes pour l'ouïe. Près d'un haut parleur dans un concert rock, vous pourriez être exposé à un niveau semblable.

Fréquence des sons perçus par l'oreille humaine

