

UPMC
PARIS UNIVERSITAS

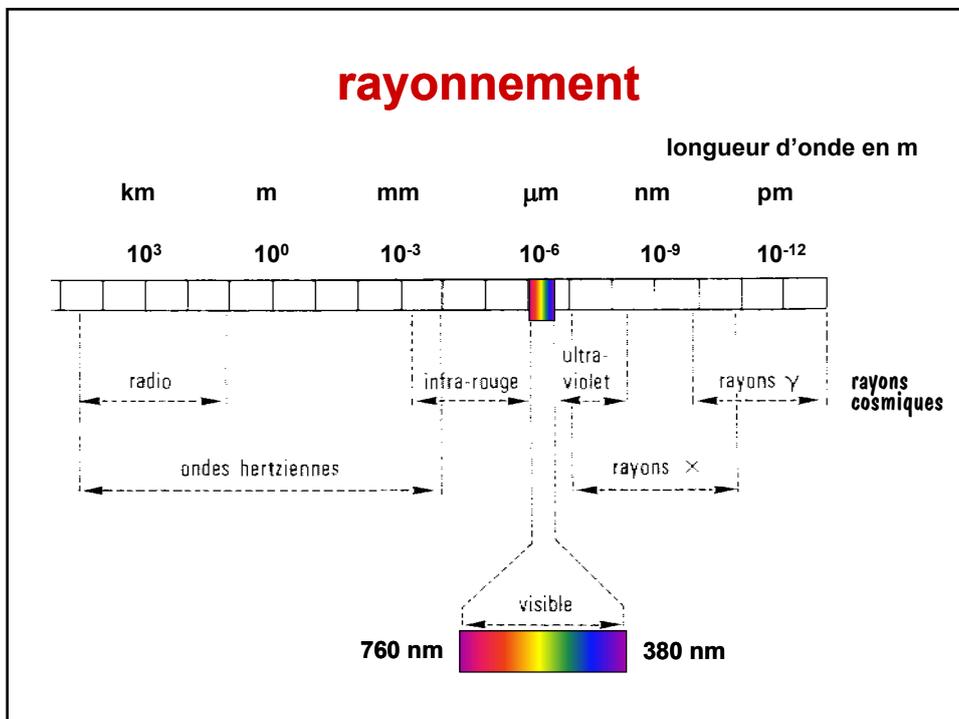
Unité d'Ergonomie
Faculté de Médecine
Pitié-Salpêtrière
91, bd de l'Hôpital
75 634 Paris cedex 13

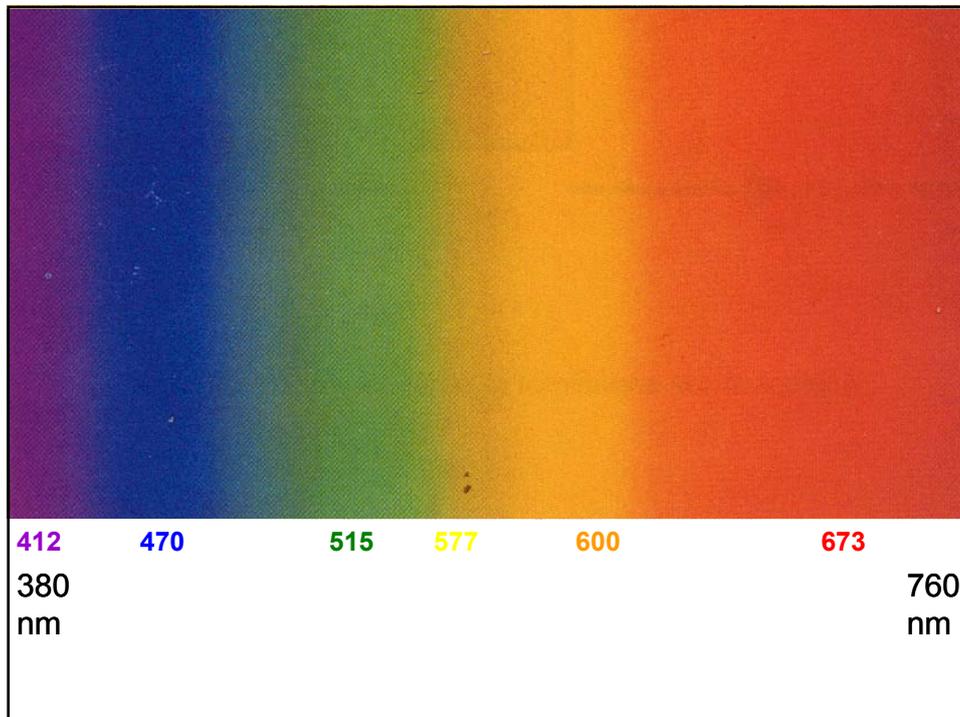
DIPLOME D'ERGONOMIE ET DE PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL
option 3
Ergonomie des gestes et des postures

www.ergonomie.chups.jussieu.fr

Docteur
Bronislaw **KAPITANIAK**

ambiance lumineuse





grandeurs photométriques

flux lumineux (Φ) lumen (1/683 Watt pour $\lambda = 555$ nm)
quantité d'énergie émise dans une direction

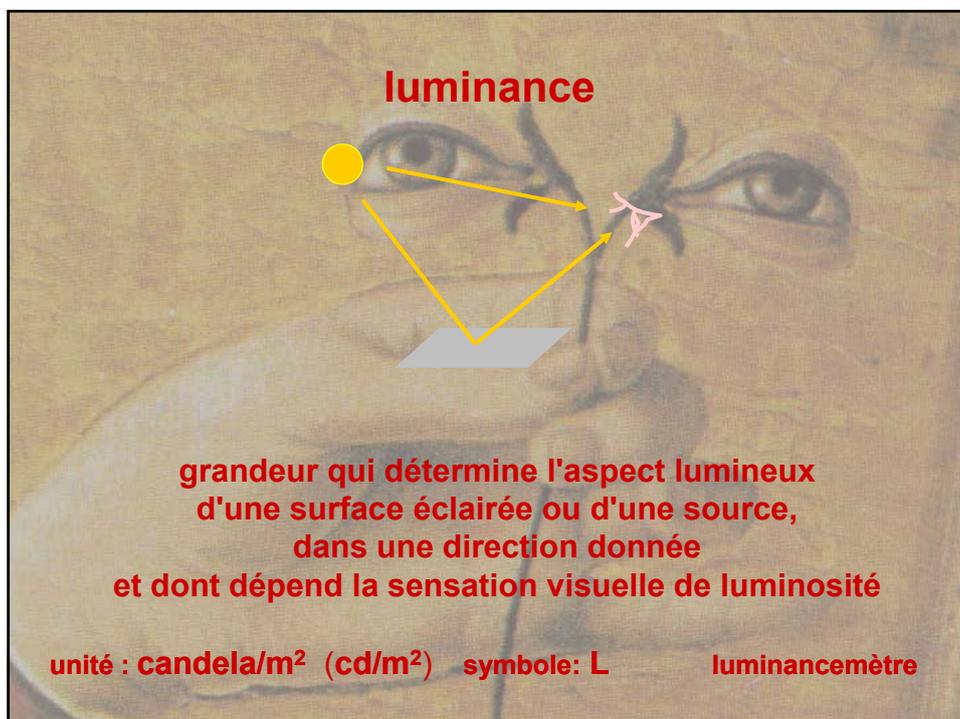
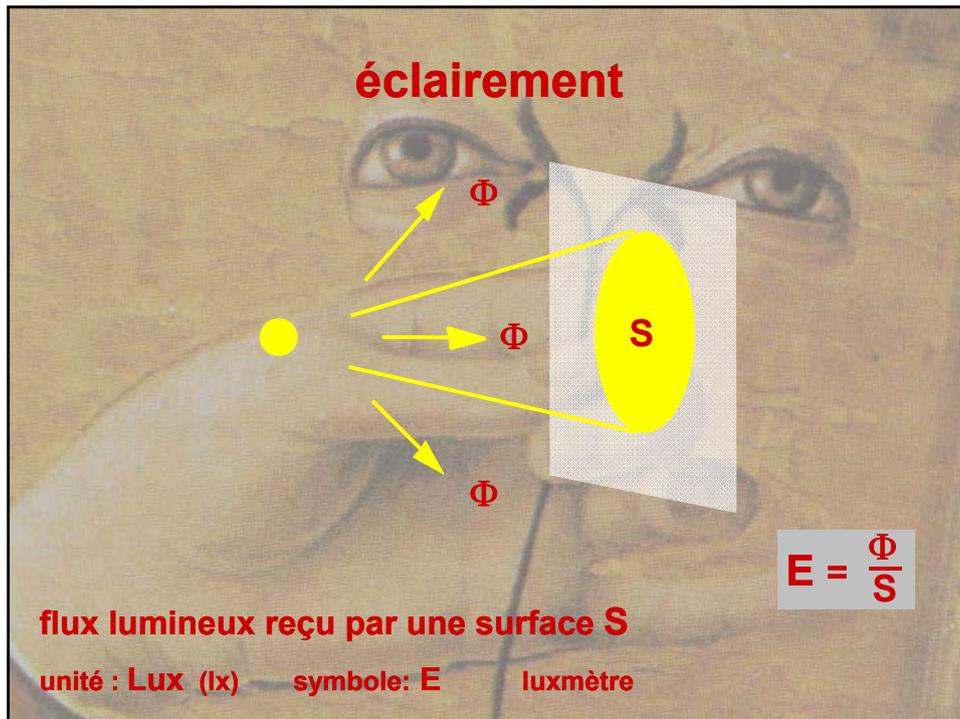
intensité lumineuse (I) candela (1/683 Watt/stéradian $\lambda = 555$ nm)
intensité de rayonnement d'une source dans une direction

éclairage (E) lux (lumen/m²)
flux lumineux incident par unité de surface

luminance (L) (candela/m² = nit)
intensité d'une source dans une direction en un point donné

contraste (C)
différence d'apparence entre 2 parties du champ visuel

$$C = \frac{L_{\text{objet}} - L_{\text{fond}}}{L_{\text{fond}}}$$



exemples de valeurs photométriques

flux lumineux

lampe à incandescence 60 W	740 lm
lampe à fluorescence 36 W	3.450 lm
lampe à halogénures 2000W	200.000 lm

intensité lumineuse

bougie	0,8 cd
lampe à incandescence 60 W	50 cd
réflecteur industriel à 2 lampes 36 W	1.320 cd
projecteur lampe à halogénures 2000W	2.500.000 cd

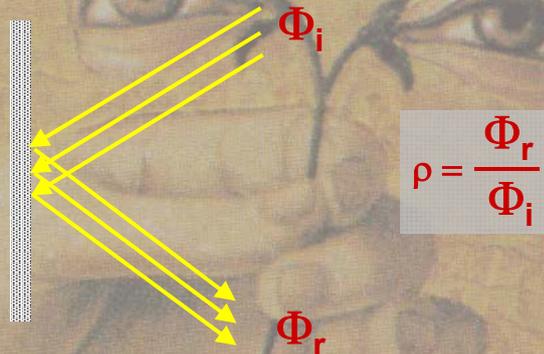
éclairage

plein soleil en été	100.000 lx
pleine lune, ciel clair	0,25 lx

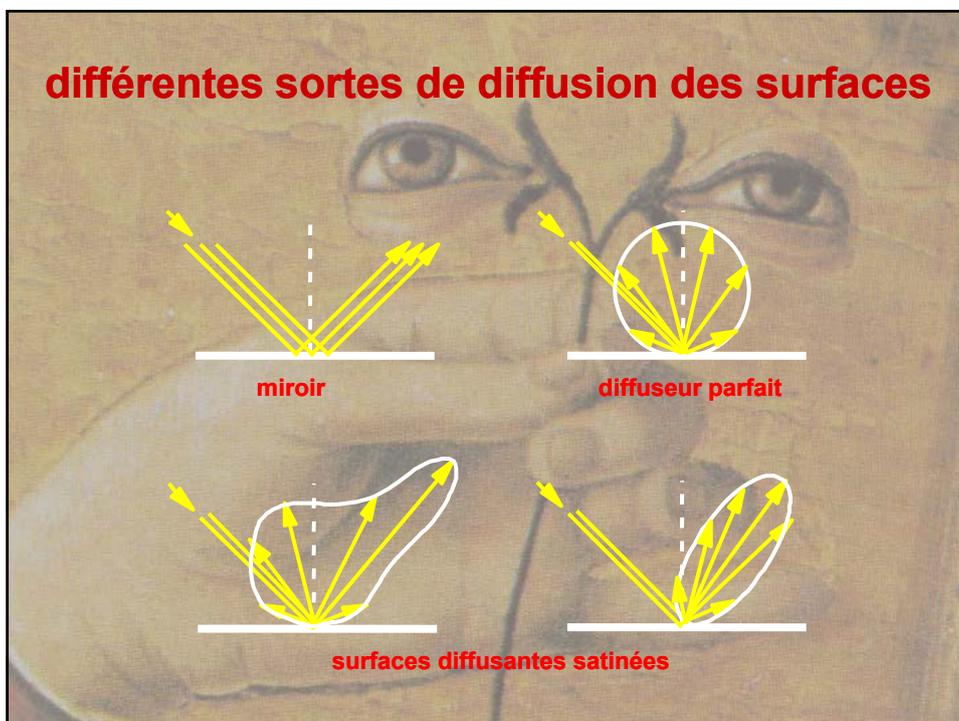
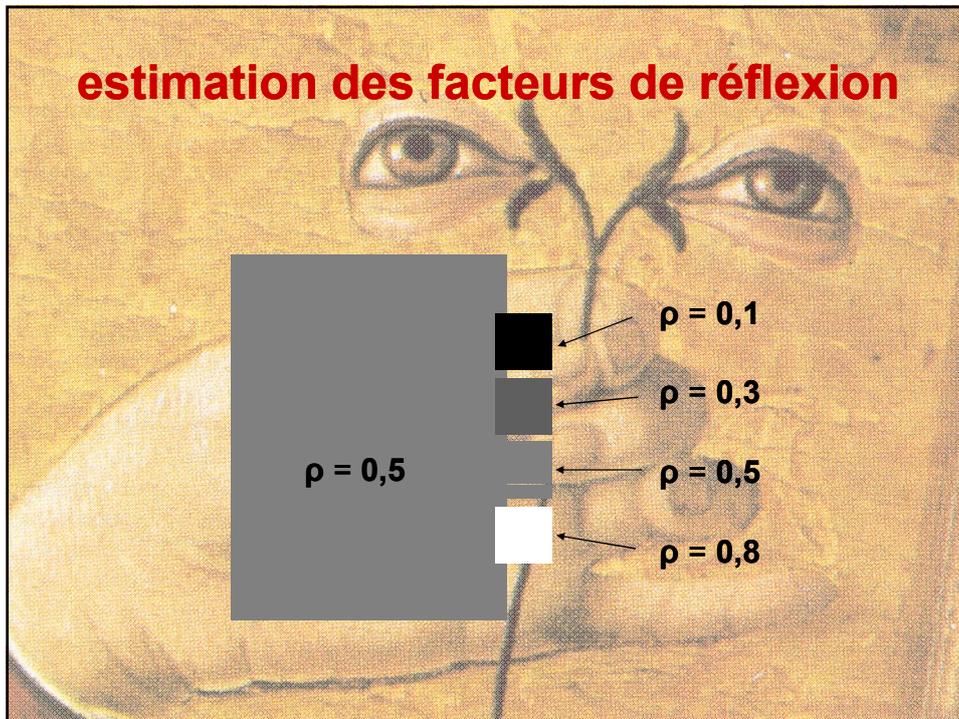
luminance

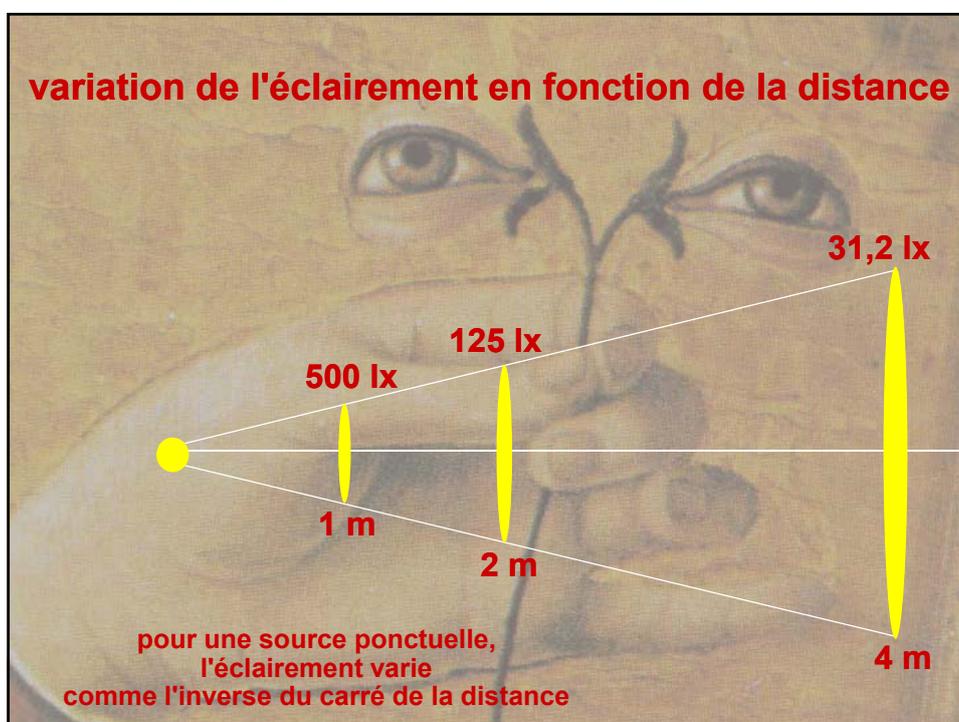
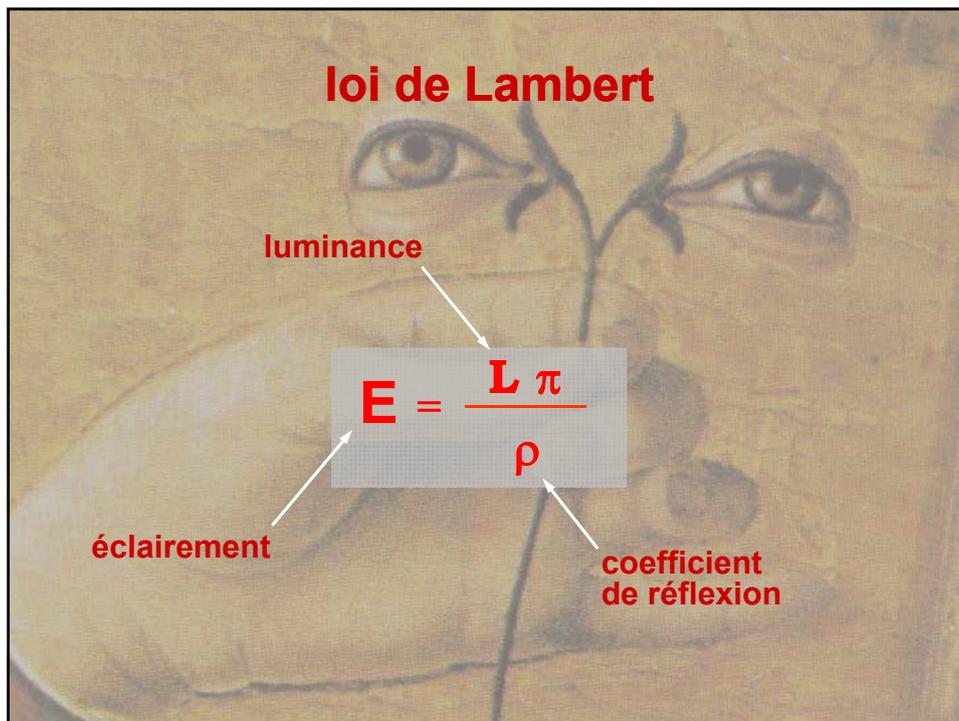
plein soleil en été	1 600.000.000 cd/m ²
pleine lune, ciel clair	2.500 cd/m ²
lampe à fluorescence 36 W	11.000 cd/m ²
lampe à incandescence	1 000 000 cd/m ²
écran cathodique à fond noir	5 - 10 cd/m ²
écran cathodique à fond blanc	80 - 130 cd/m ²

facteur de réflexion



chiffre de 0 à 1
qui indique l'aptitude d'une surface
à réfléchir la lumière incidente





température de couleur

La température de couleur d'une source de lumière
est égale à la température d'une source de référence
(corps noir)

qui émet un rayonnement de même chromaticité
(même aspect coloré)

que celui de la source de lumière considérée

unité - Kelvin (K)

symbole - T_c

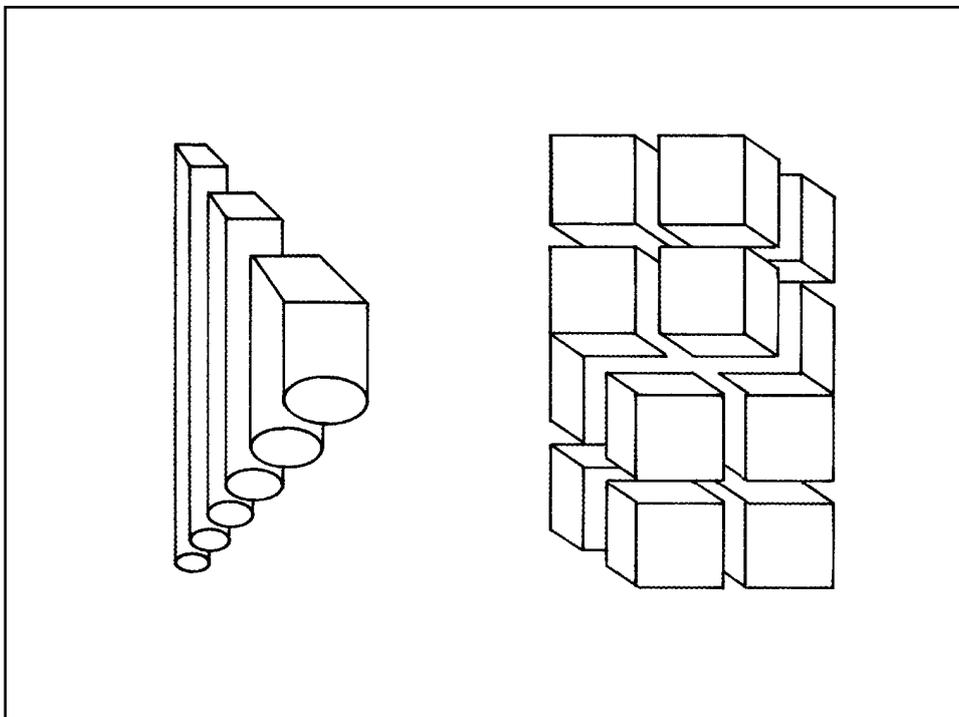
température de couleur

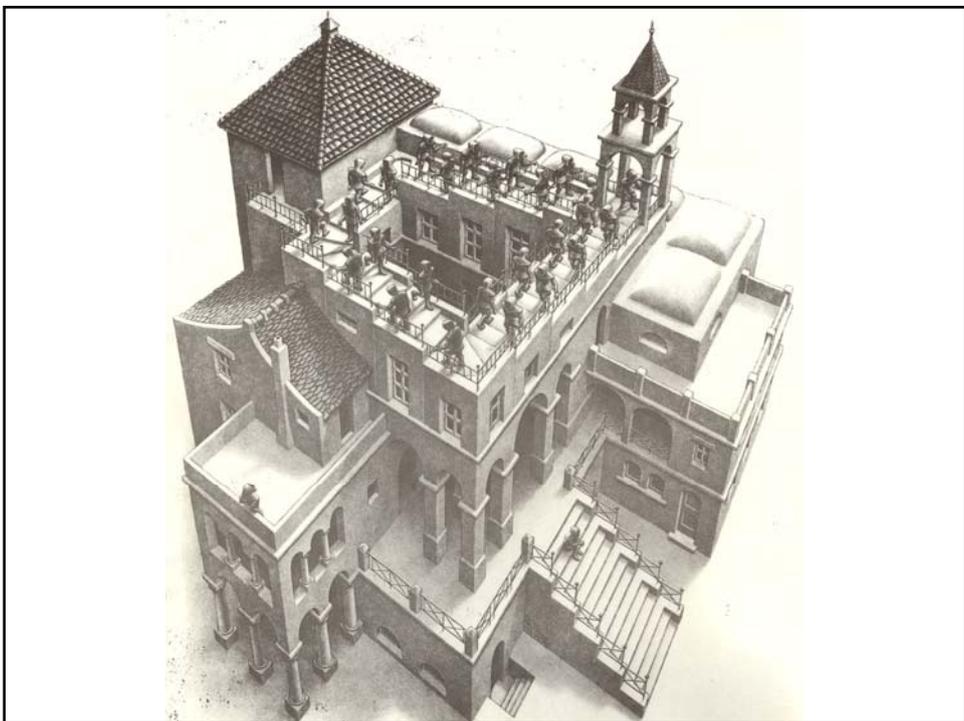
$T_c \leq 3300 \text{ K}$ teintes chaudes
 $3300 \text{ K} < T_c < 5000 \text{ K}$ teintes intermédiaires
 $T_c \geq 5000 \text{ K}$ teintes froides

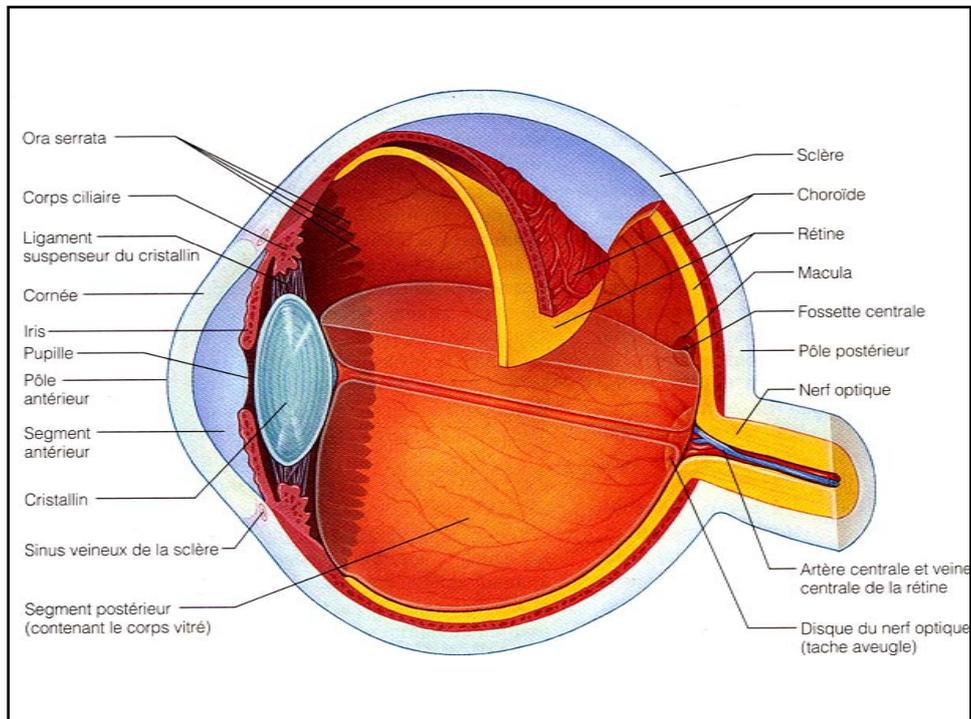
- ciel boréal 10 000 K
- lumière naturelle normée 6 500 K
- lumière du jour 5 400 – 6 100 K
- incandescence 2 400 – 2 700 K

performances visuelles

- les attributs de la tâche visuelle
- l'aptitude visuelle de l'opérateur
- les caractéristiques de l'éclairage
- les variables de l'espace de travail





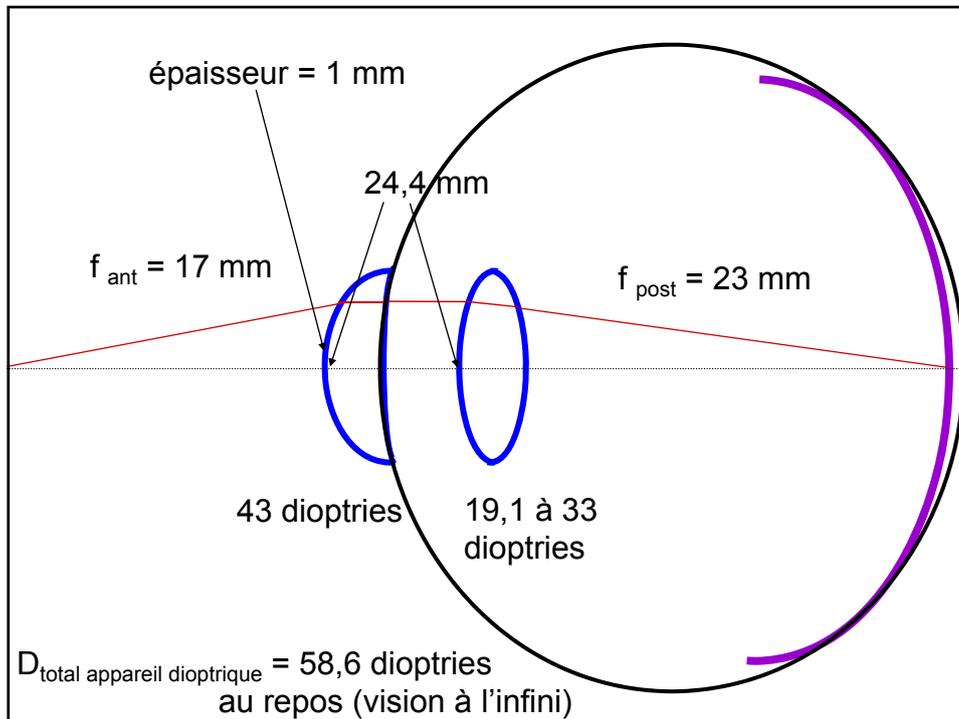


puissance réfractaire D

$$D = 1 / f$$

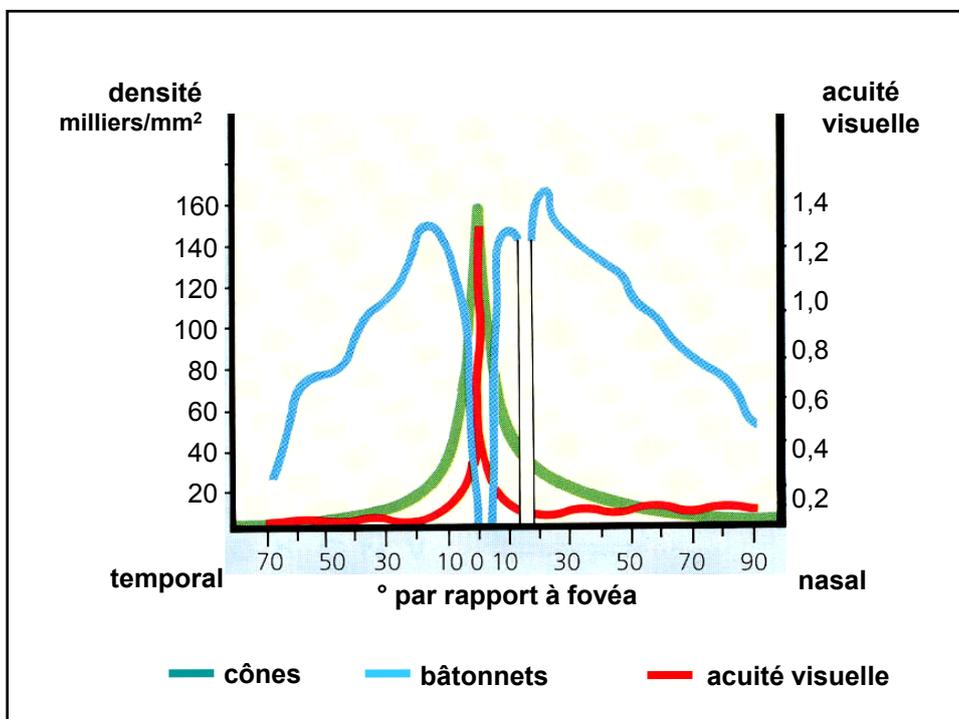
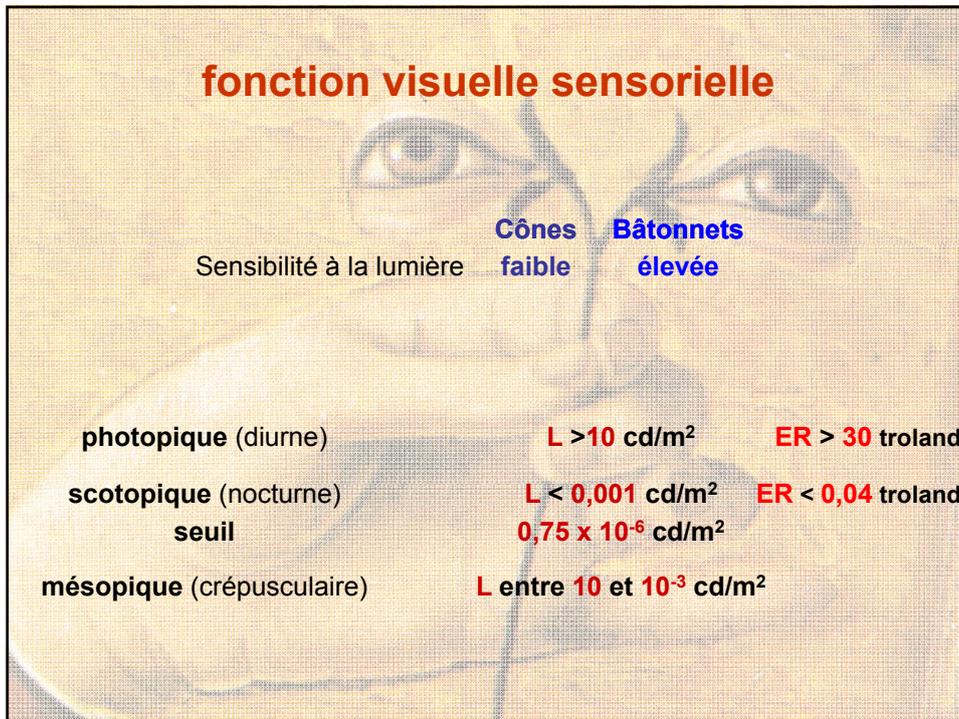
ou **f** – distance focale de lentille

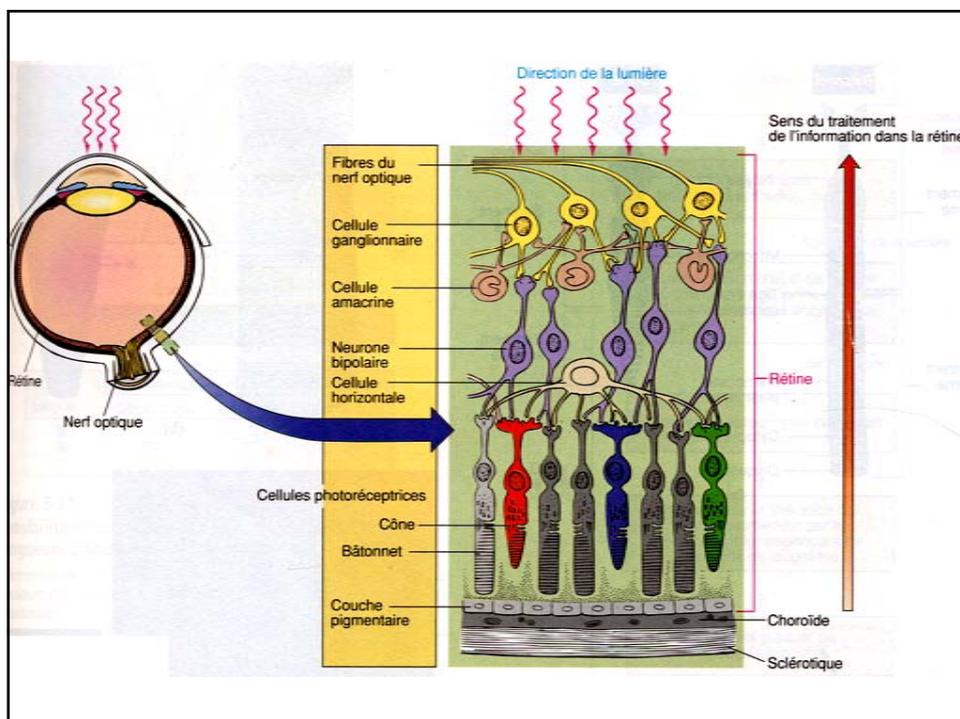
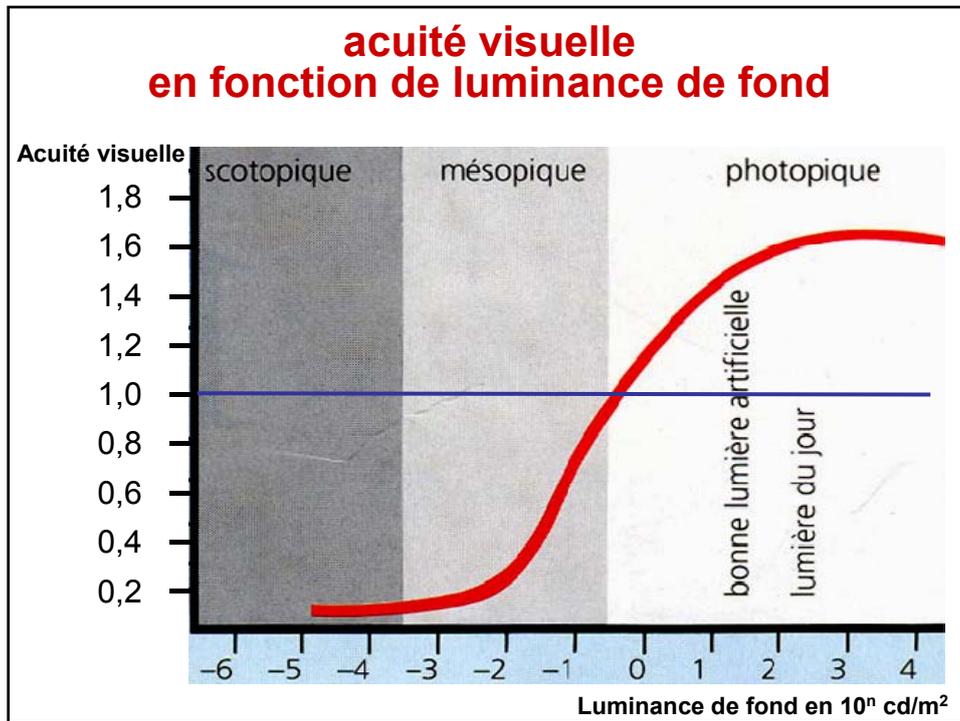
1 dioptrie → **f = 1 m**
2 dioptries → **f = 0,5 m**

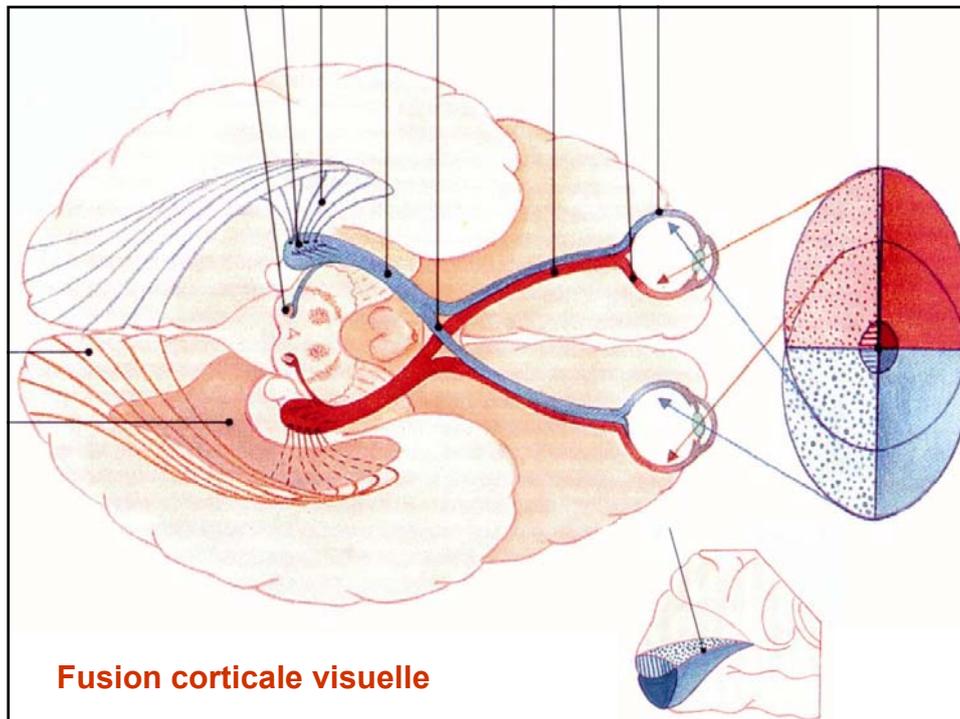


fonction visuelle sensorielle

	Cônes	Bâtonnets
Nombre	7 000 000	120 000 000
Contacts cel. ganglionnaires	1 - 5	50 - 100
Seuil de réaction	30 ms	100 ms
Densité rétinienne	147 000/mm ² fovéa	160 000/mm ² à 20°
Acuité visuelle	élevée	faible
Vision des couleurs	couleur	noir et blanc

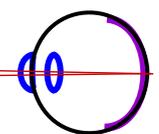




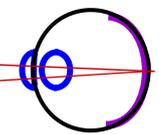


acuité visuelle

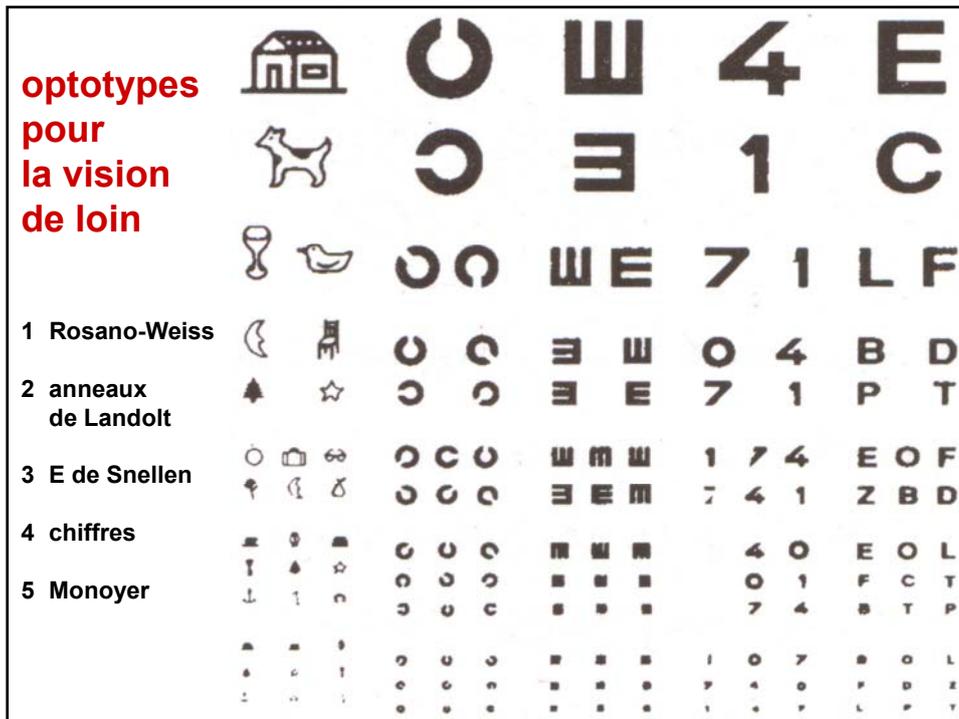
AV de loin $D > 4m$ de préférence 5 – 6 m
(accommodation nulle)

E 

AV de près $D = 30 - 40$ cm
(accommodation maximale)

E 

AV intermédiaire
sollicité dans des travaux professionnels comme TEV



optotypes pour la vision de près

La demande en conception constitue une situation optimale pour l'ergonome qui travaille en tenant compte, d'une part d'un budget qui reste encore assez souple et, d'autre part

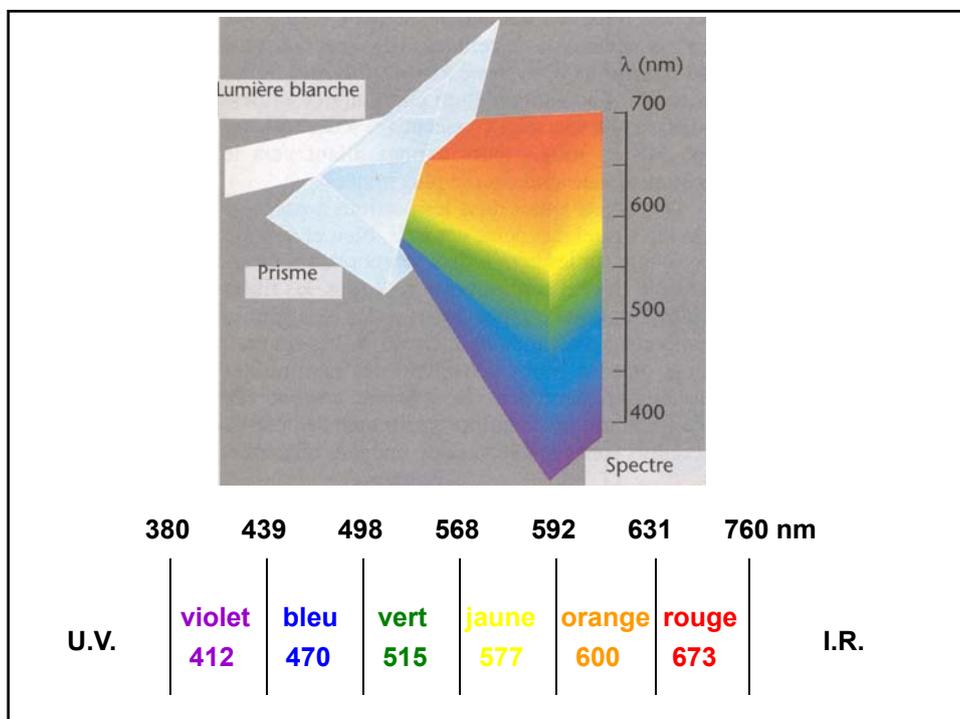
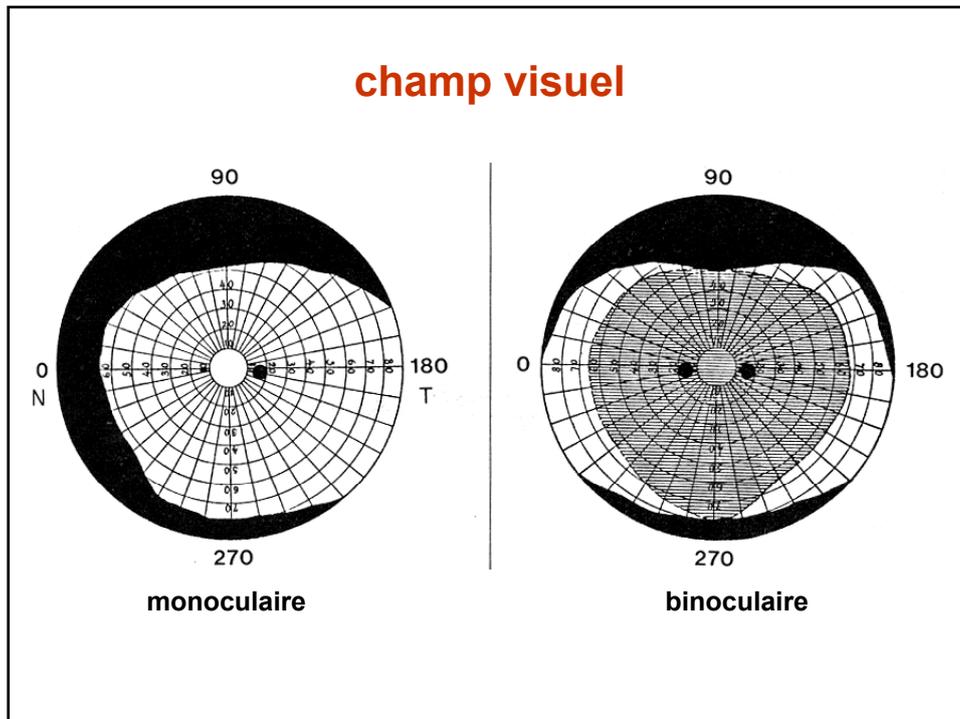
La demande en conception constitue une situation optimale pour l'ergonome qui travaille en tenant compte, d'une part d'un budget qui reste encore assez souple et, d'autre part dispose d'un temps suffisant pour expliciter

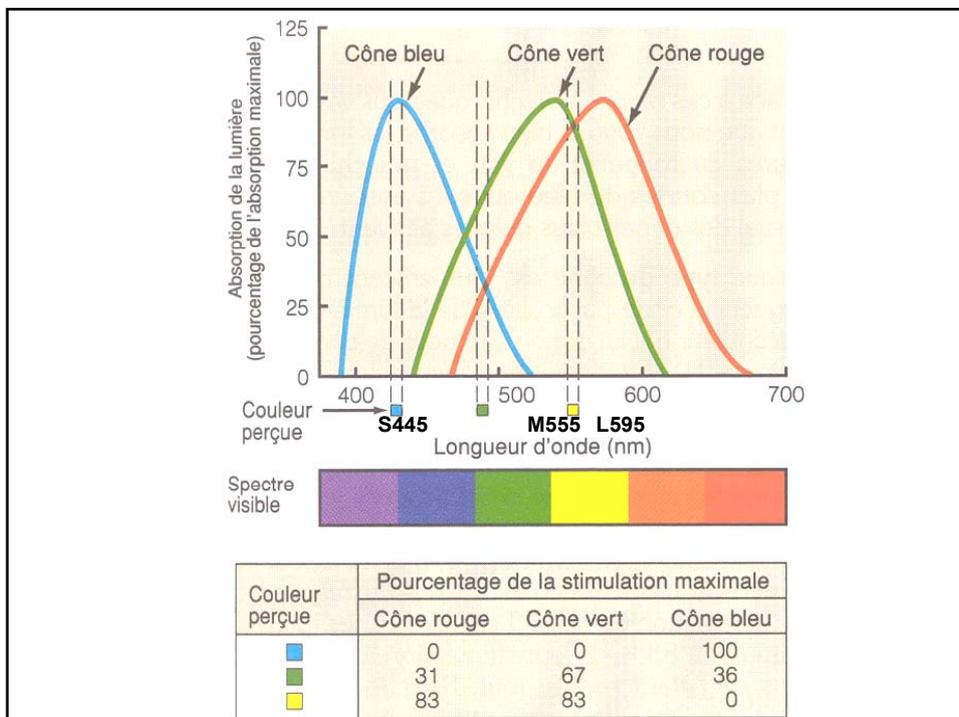
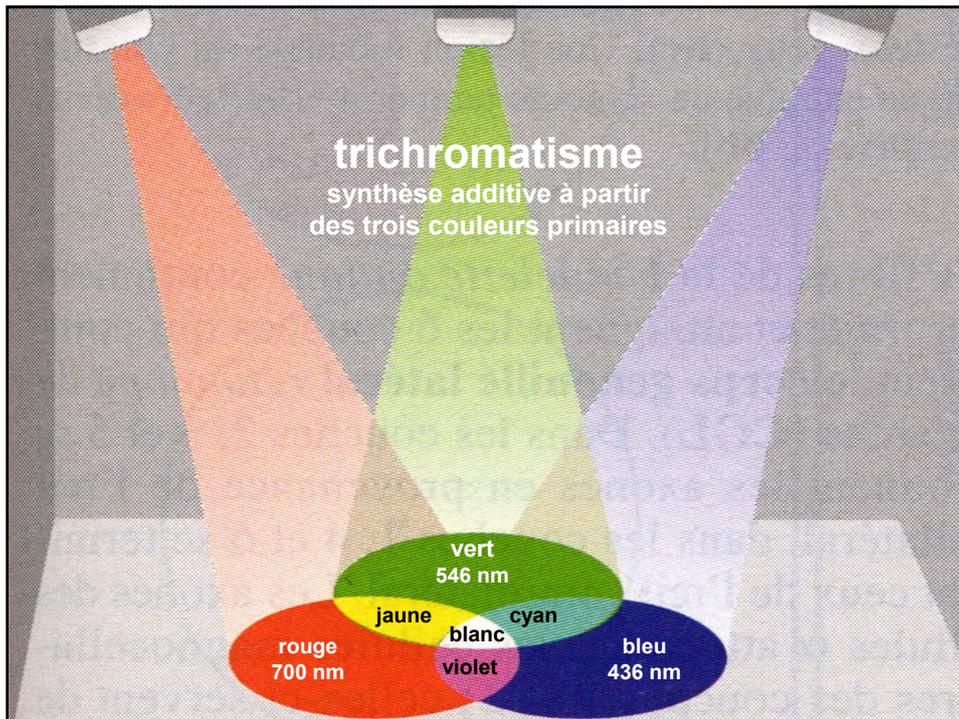
La demande en conception constitue une situation optimale pour l'ergonome qui travaille en tenant compte, d'une part d'un budget qui reste encore assez souple et, d'autre part dispose d'un temps suffisant pour expliciter ses recommandations. Cependant, cette souplesse dépend de l'envergure de la demande, de sa

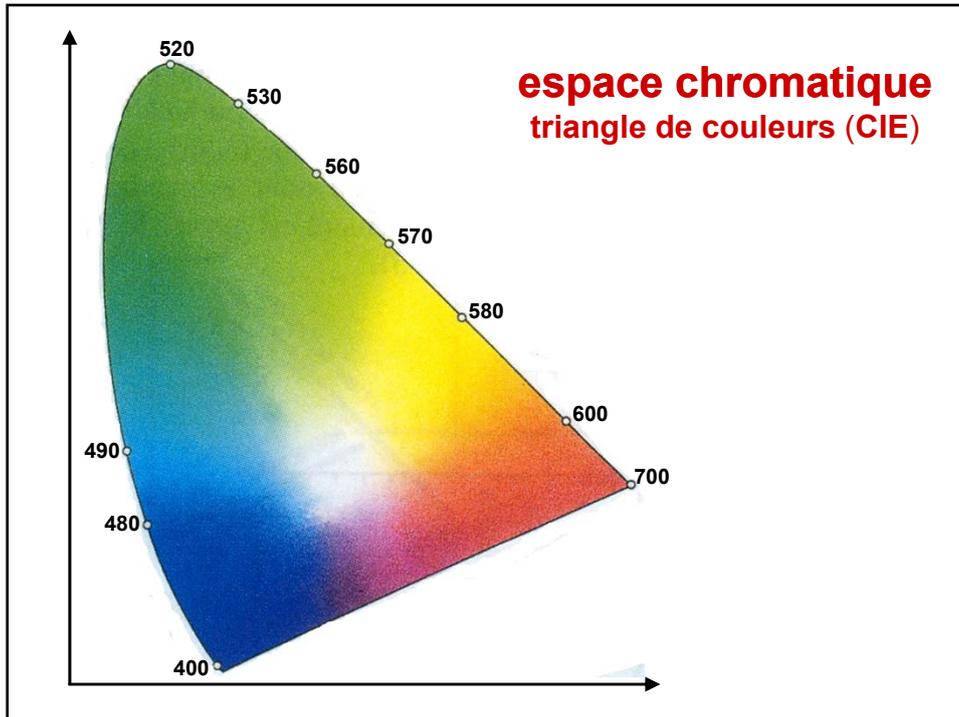
**échelle de Parinaud
lu à 25 - 33 cm
sous l'angle 4'**

La demande en conception constitue une situation optimale pour l'ergonome qui travaille en tenant compte, d'une part d'un budget qui reste encore assez souple et, d'autre part dispose d'un temps suffisant pour expliciter ses recommandations. Cependant, cette souplesse dépend de l'envergure de la demande, de sa dimension et du stade du projet. Elle sera différente pour la

La demande en conception constitue une situation optimale pour l'ergonome qui travaille en tenant compte, d'une part d'un budget qui reste encore assez souple et, d'autre part dispose d'un temps suffisant pour expliciter ses recommandations. Cependant, cette souplesse dépend de l'envergure de la demande, de sa dimension et du stade du projet. Elle sera différente pour la conception de postes ou de produits. Un facteur important concerne l'expérience que l'équipe des concepteurs du travail a pu acquérir en collaborant avec un ergonome, situation plus favorable







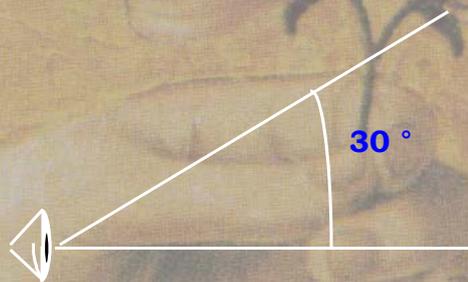
rôle d'éclairage

- **assurer une luminosité uniforme,**
- **faciliter les déplacement à l'intérieur du local,**
- **concentrer l'attention sur la zone de travail,**
- **assurer équilibre de l'éclairage direct et diffus,**
- **obtenir un bon rendu de couleur,**
- **créer les zones de luminance légèrement plus faible en dehors de la zone de travail pour assurer une bonne détente**

éclairage artificiel

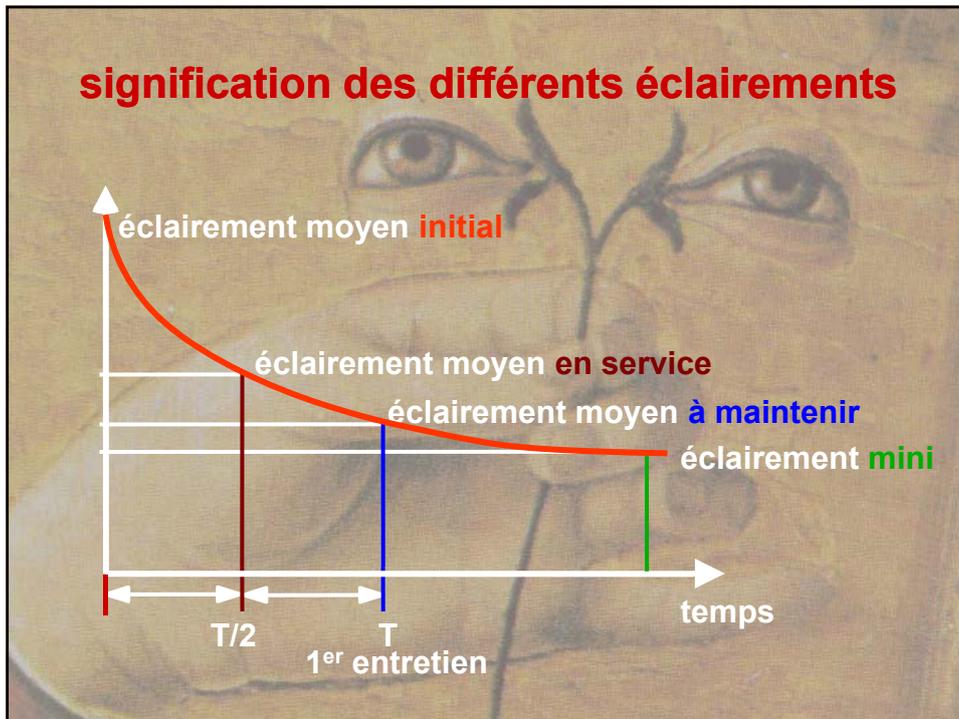
- **assurer un éclairage suffisant**
- **éviter l'éblouissement**
- **éviter des contrastes trop importants dans le champ visuel**
- **tenir compte des caractéristiques des opérateurs**
- **assurer un rendu des couleurs compatible avec les tâches à accomplir**
- **intégrer la maintenance des appareils dans les décisions d'achat**

limites de la zone de risque d'éblouissement (circulaire d'Avril 84)



$L < 3000 \text{ cd/m}^2$ pour les sources de petites dimensions

$L < 600 \text{ cd/m}^2$ pour les sources de grandes dimensions



Lampes	Puiss W	Eff lm/W	durée h.	Ra	Tc K	usage habituel
Inc. classiques	15-1500	9-20	1000	99	2700	domestique
Inc. halogènes	150-2000	20-27	2000	95	3000	bureau
Déch. vap. Na BP	18-400	190	8000	0	2500	autoroutes
Déch. vap. Na HP	50-1000	120	10000	20	2500	sport, park.
Déch. halog. mét.	250-2000	95	4000	60-90	5000	mag., sport
Fluo. vap. Hg	100	40-60	10000	45-55	4000	industrie
Fluo. tubes	18-110	40-95	7000	55-92	3-6500	multiple
Fluo. compactes	5-36	50	5000	95	3-6000	domestique
LED	1	120-160	50000	70-90	4-6000	domestique

fonctions des luminaires

électrique

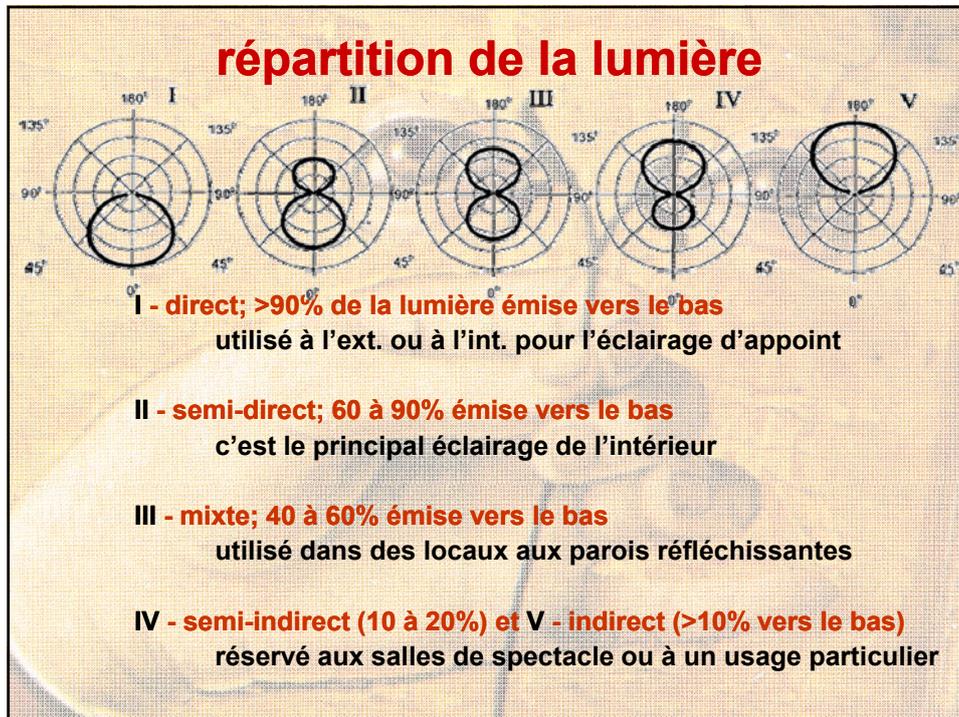
alimenter la lampe

mécanique

protéger la lampe

photométrique

assurer la répartition spatiale de la lumière



REGLEMENTATION

Articles R 232-7 de 1 à 10 du Code du travail

Circulaire du 11 avril 1984

NORMES

NF X 35-103

Ergonomie - Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail

pr EN 12464

Eclairagisme - Eclairage des lieux de travail

NF EN ISO 9241- 6

Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écran de visualisation – Exigences relatives à l'environnement

niveaux recommandés d'éclairage (en lux)
NF X35-103

locaux	
voies de circulation couvertes	50
couloirs, escaliers	100 à 300
entrepôts de stockage	150
salles à manger	200
boutiques	300
amphithéâtres et salles de classes	400
types de tâche	
typographie (industrie de livre)	500
travaux de bureaux	500
montage de petites pièces (appareil radio)	750
travaux de couture	1.000
opérations chirurgicales	2.000

niveaux minimaux d'éclairage (en lux)
(décret d'Août 83)

locaux affectés au travail et leurs dépendances	valeurs mini
voies de circulation	40 lux
escaliers et entrepôts	60 lux
locaux de travail, vestiaires, sani.	120 lux
locaux de travail aveugles affectés à un travail permanent	200 lux
espaces extérieurs	
zones et voies de circulation extérieurs	10 lux
espaces extérieurs - travail permanent	40 lux

niveaux minimaux d'éclairage (en lux) (circulaire d'Avril 84)

Activité	Valeurs mini
mécanique moyenne, dactylo, bureau	200 lux
travail de petites pièces, dessin, mécanique	300 lux
mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessins, industries du vêtement	400 lux
tâches très difficiles dans l'industrie et les laboratoires	800 lux

industrie et tertiaire

Eclairage	en service norme NF X 35 103	à maintenir recommandation AFE
Bureaux	500 lux	425 lux
Electronique	1500 - 2000 lux	1250 - 1750 lux
Mécanique – travail de petites pièces	750 lux	625 lux

hôpitaux et santé

(recommandations AFE)

Eclairage	à maintenir
chambre de malade	
éclairage général	50 à 100 lux
éclairage de soins	300 lux
salle d'opération	
éclairage général	300 à 1000 lux
champ opératoire	20 000 à 100 000 lux