

# Mon Jardin, un lieu d'habitation

Mercredi 28 janvier 2009

Eclairage technique et architectural

Bases Théoriques et physiques  
Applications

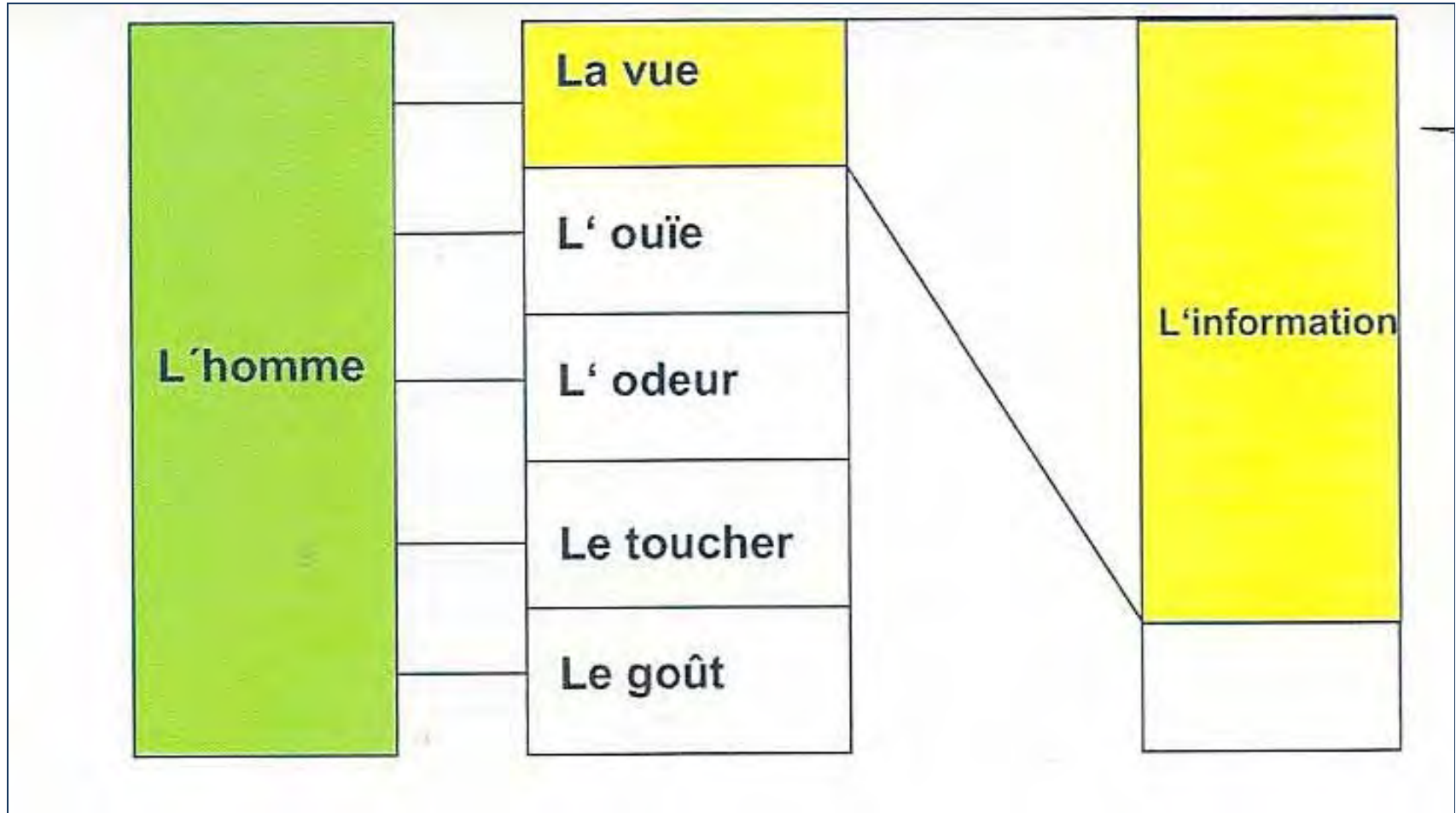
Gilles Mauroux

Planificateur éclairagiste SLG

Tulux Lumière Sa - CP 204 - 2016 Cortaillod- 032/84147021 – 079/6773637

[www.Tulux.ch](http://www.Tulux.ch)

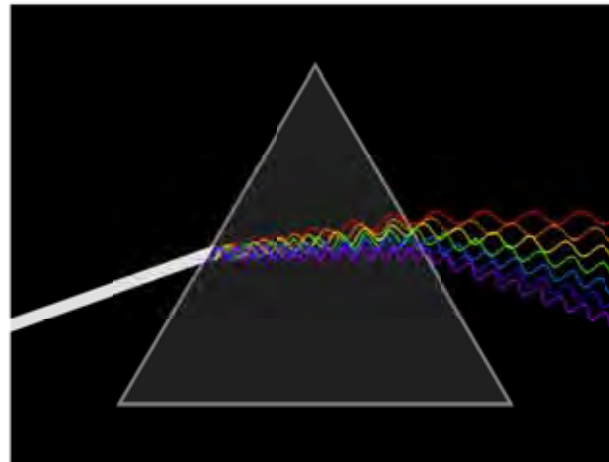
# Importance des informations pour l'être humain



Comparaison entre la vue et l'ouïe 200:1

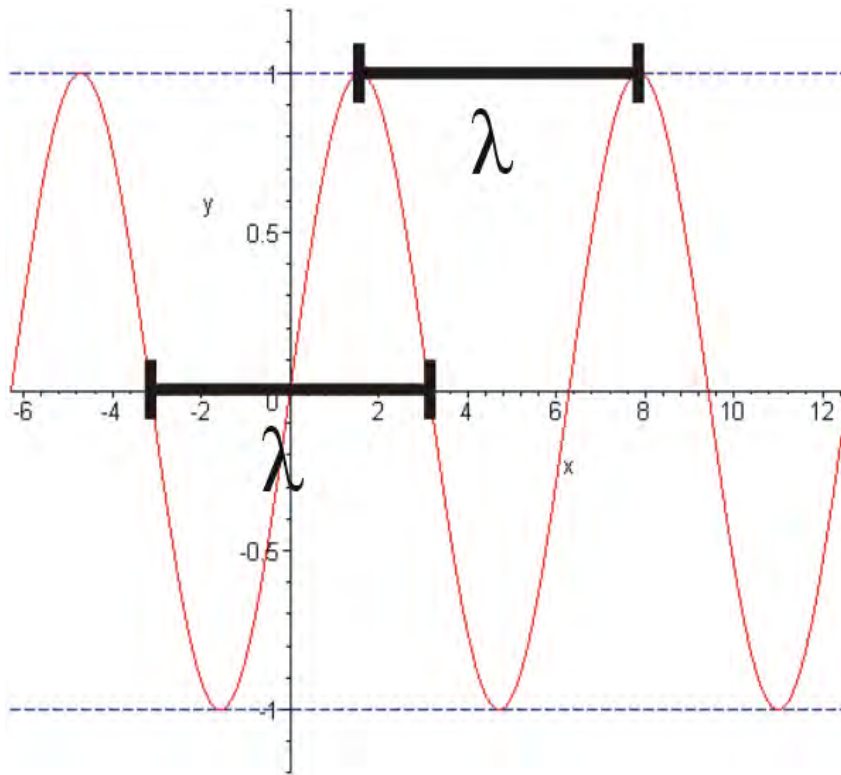
## Bases physiques de la technique d'éclairage

- La **lumière** désigne les ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain, c'est-à-dire comprises dans des longueurs d'onde de 380 nm (violet) à 780 nm (rouge) ; le symbole nm désigne le nanomètre. La lumière est intimement liée à la notion de couleur. C'est Newton qui propose pour la première fois au XVII<sup>e</sup> siècle un cercle des couleurs chromatique basé sur la décomposition de la lumière blanche.



# Bases physiques

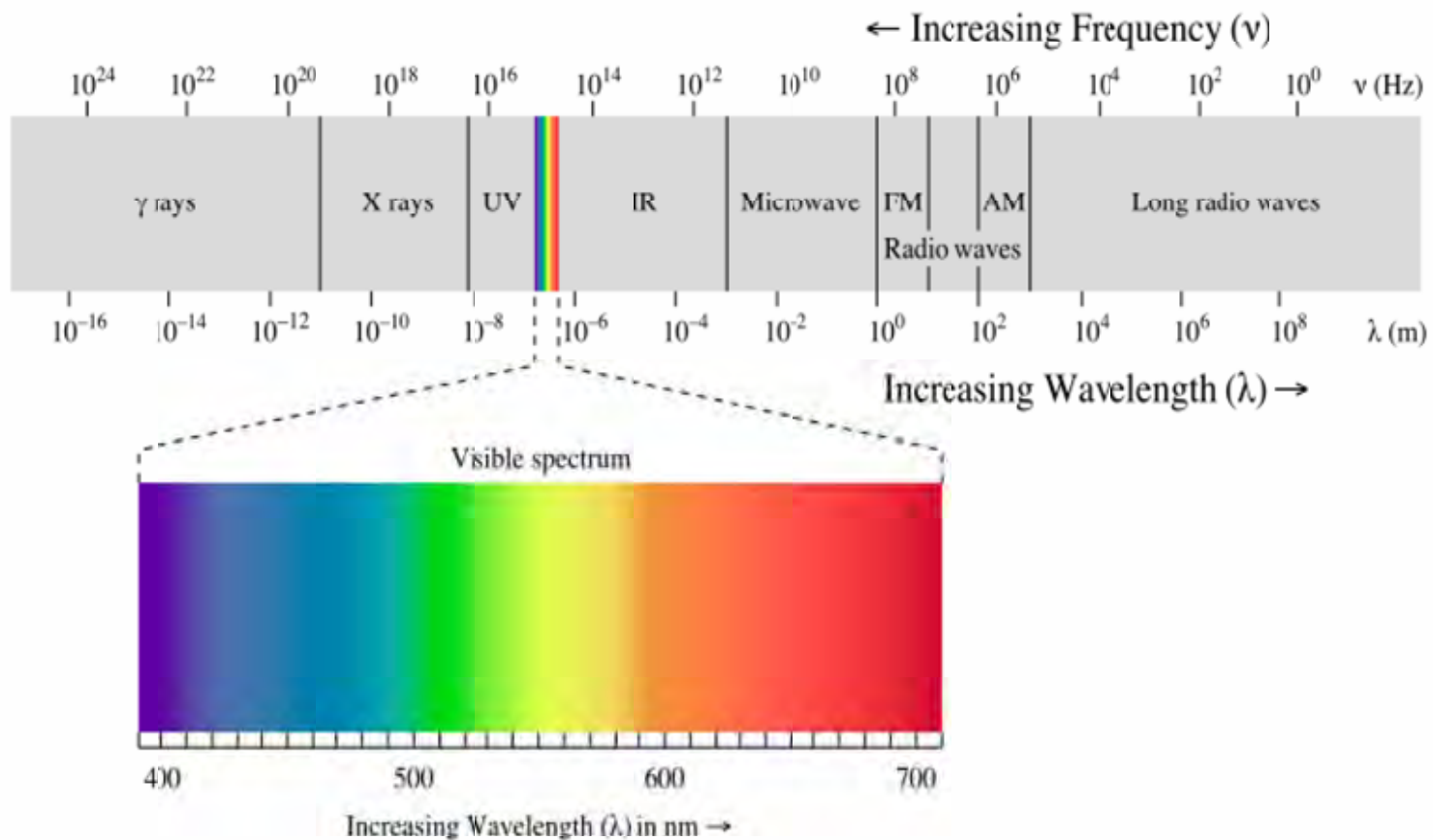
## Longueurs d'ondes



- Une onde est un phénomène physique se propageant et qui se reproduit identique à lui-même un peu plus tard dans le temps et un peu plus loin dans l'espace. On peut alors définir la longueur d'onde comme étant la plus courte distance séparant deux points de l'onde strictement identiques à un instant donné.
- On la dénote communément par la lettre grecque  $\lambda$  (lambda).

# Bases physiques

## Longueurs d'ondes





### Bandes spectrales visibles

600 nm à 780 nm rouge

575 nm à 595 nm orange

565 nm à 575 nm jaune

520 nm à 560 nm vert

460 nm à 480 nm bleu

380 nm à 425 nm violet

### Bandes spectrales invisibles

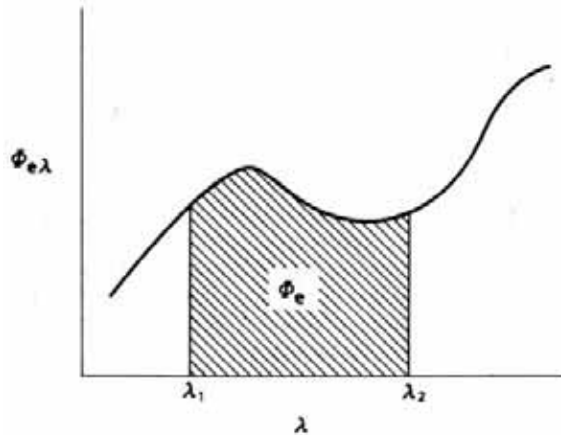
Rayonnement ultra-violet 10nm – 400 nm

Rayonnement infra-rouge 780 nm – 1000000 nm

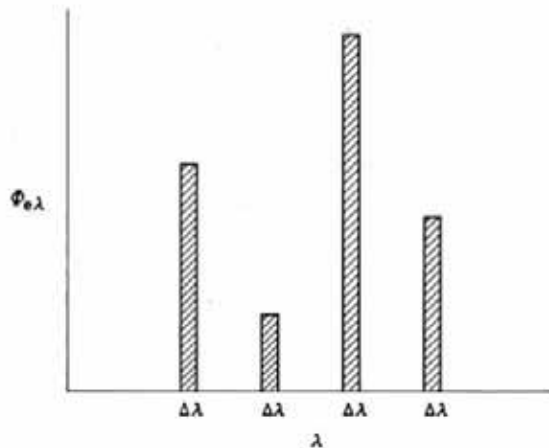
### Notes:

1. les valeurs des limites des bandes spectrales ne sont pas standardisées
2. Il y a des sensations colorées qu'on ne peut pas attribuer à une longueur d'onde unique (mélange de couleurs...)

# Spectre

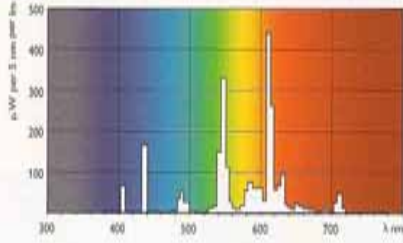


Spectre continu, contenant toutes les longueurs d'ondes est une courbe. (Soleil, radiateurs thermiques)

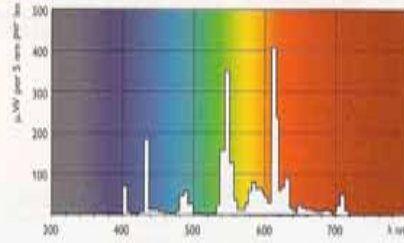


Spectre discontinu. Toutes les longueurs d'ondes ne sont pas présentes. Spectre de raies (Lampes à décharges – tubes à fluorescences)

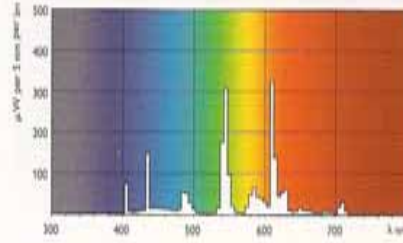
Couleur 827



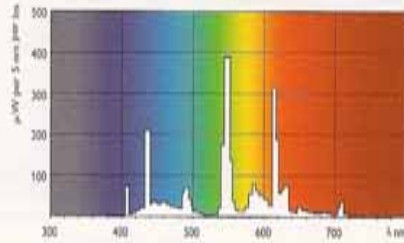
Couleur 830



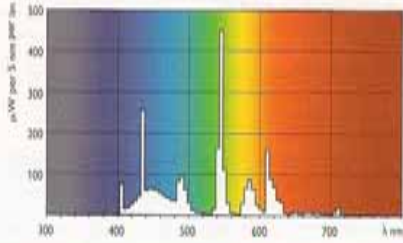
Couleur 835



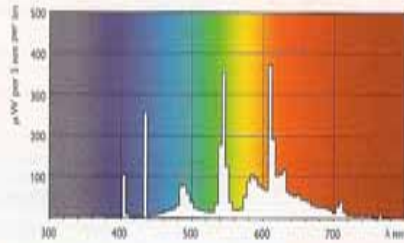
Couleur 840



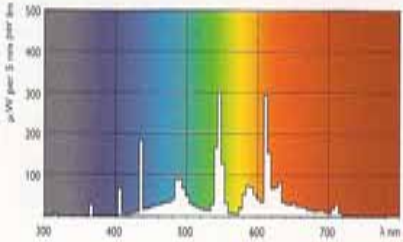
Couleur 865



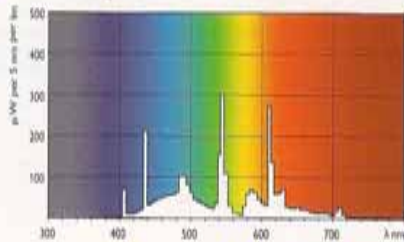
Couleur 930



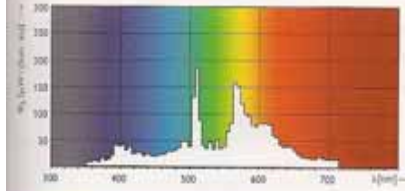
Couleur 940



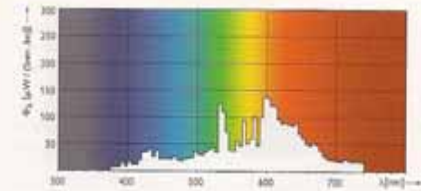
Couleur 950



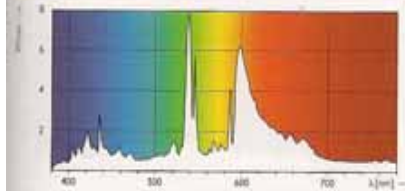
MASTERColour CDM Elite 35W /930



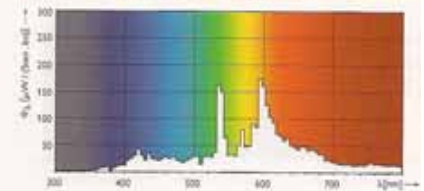
MASTERColour CDM Elite 70W /930



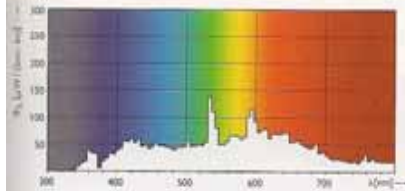
MASTERColour CDM-Tm



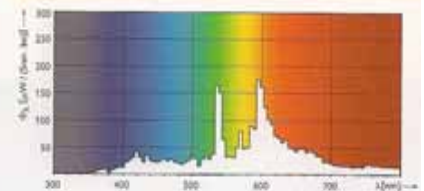
MASTERColour CDM-T /830



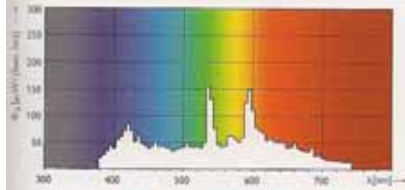
MASTERColour CDM-T /942



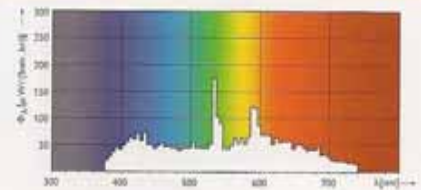
MASTERColour CDM-TC /830



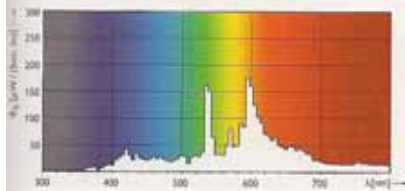
MASTERColour CDM-TC 35W /942



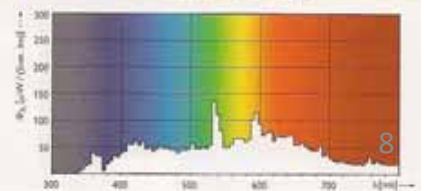
MASTERColour CDM-TC 70W /942



MASTERColour CDM-TP/830

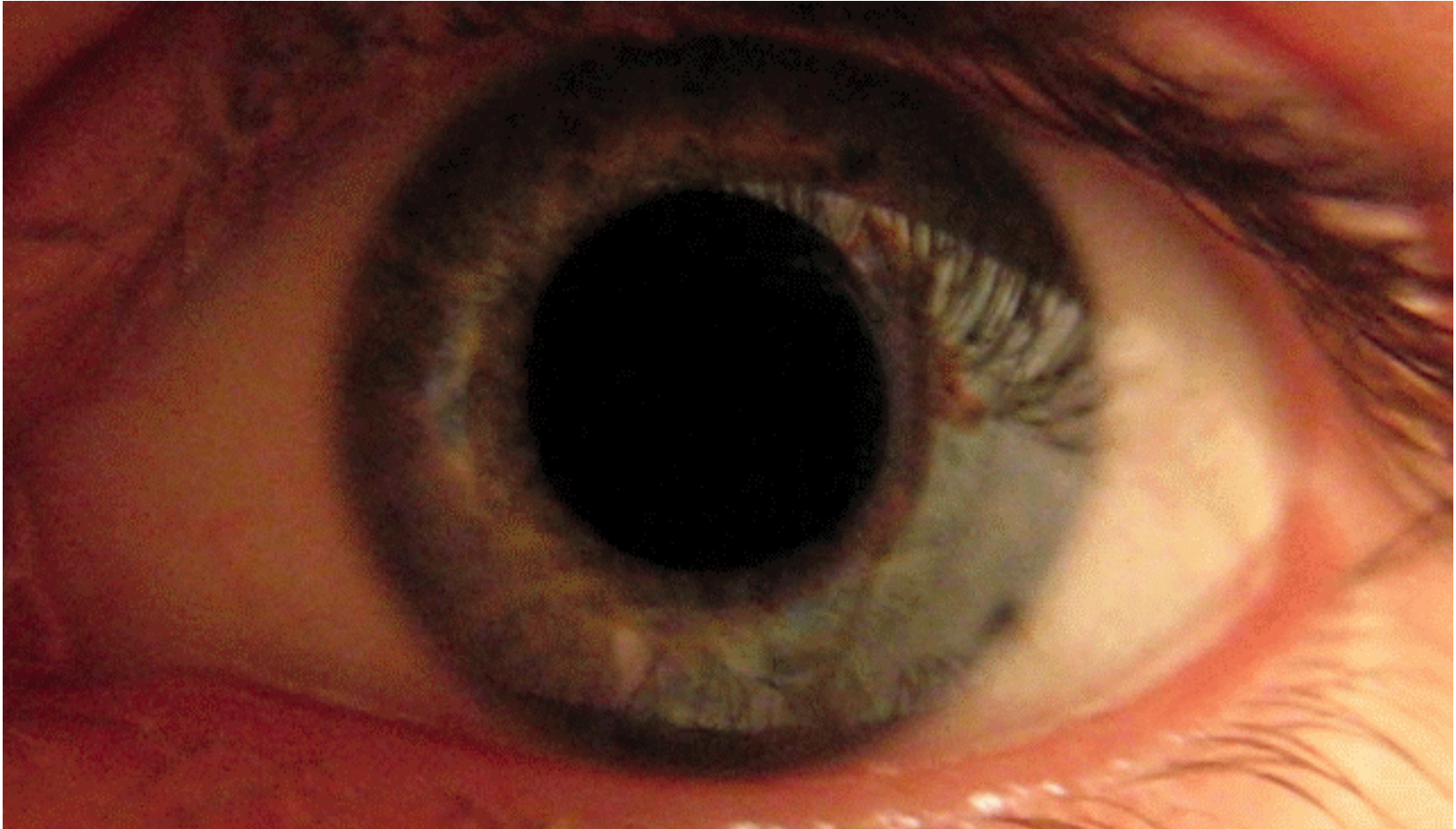


MASTERColour CDM-TP/942

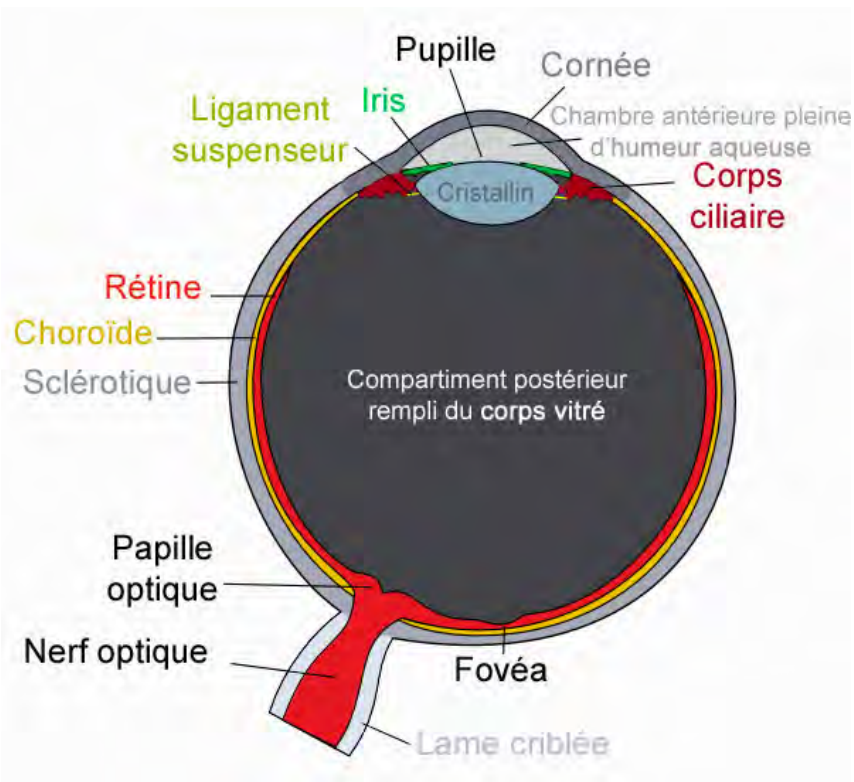




# Physiologie de l'œil



L'œil est l'organe de la vision.  
Sens qui permet à un être vivant  
d'analyser la lumière pour interagir  
avec son environnement.



**La cornée (transparente)** permettant de projeter une image sur la rétine.

Chambre oculaire remplie de liquide donnant au cristallin la liberté de mouvement nécessaire à l'accommodation.

Cristallin à rayon de courbure variable et dont l'indice de réfraction variable permet à l'oeil de s'adapter à toutes distances de vision (accommodation). Avec l'âge, le cristallin durcit, les objets proches paraissent flous (presbytie à partir de 45 à 50 ans)

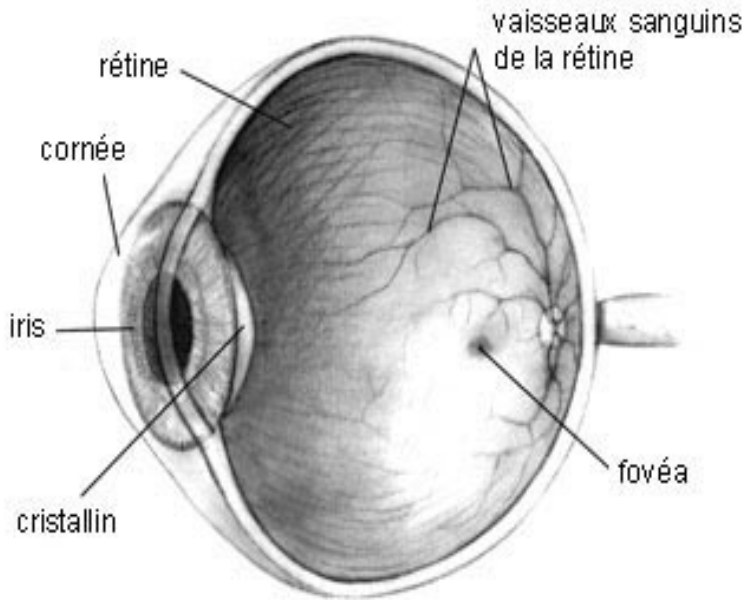
Corps vitré, également transparent, servant à stabiliser le globe oculaire.

Rétine, partie essentielle de l'oeil avec les organes récepteurs pour les stimulations lumineuses.

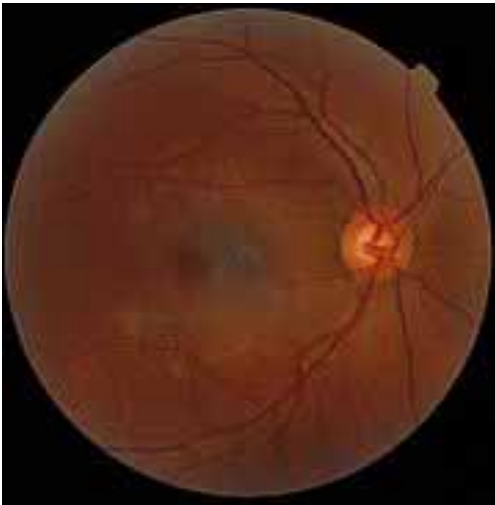
Pour les récepteurs, on distingue **les cônes**, faiblement sensibles servant à la vision de jour (vue photopique) pour des luminances élevées et pour la distinction des couleurs.

**les bâtonnets**, très sensibles pour la vision nocturne (vision scotopique) pour de faibles luminances. Ils sont insensibles à la couleur.

# La fovéa

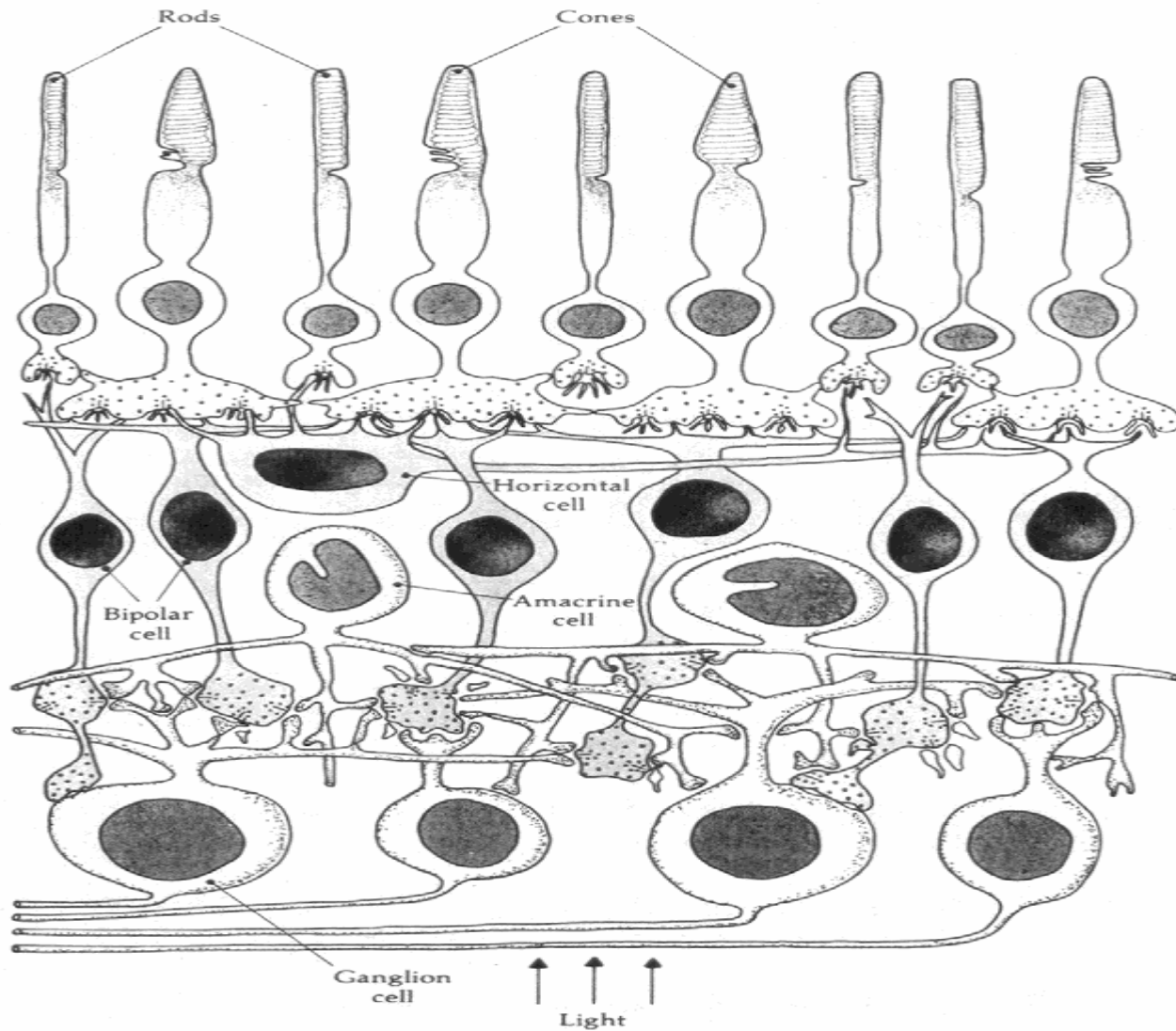


La fovéa, est la zone centrale de la macula. Elle est la zone de la rétine où la vision des détails est la plus précise. La Fovéa est peuplée quasi uniquement de cônes. Les bâtonnets étant répartis sur la zone périphérique de la rétine. C'est dans la zone de la fovéa que la majeure partie de l'appréciation des couleurs se fait.



Malgré ce que nous suggère notre perception, nous sommes donc aveugles aux couleurs en dehors de cette zone.

# Cônes et Bâtonnets

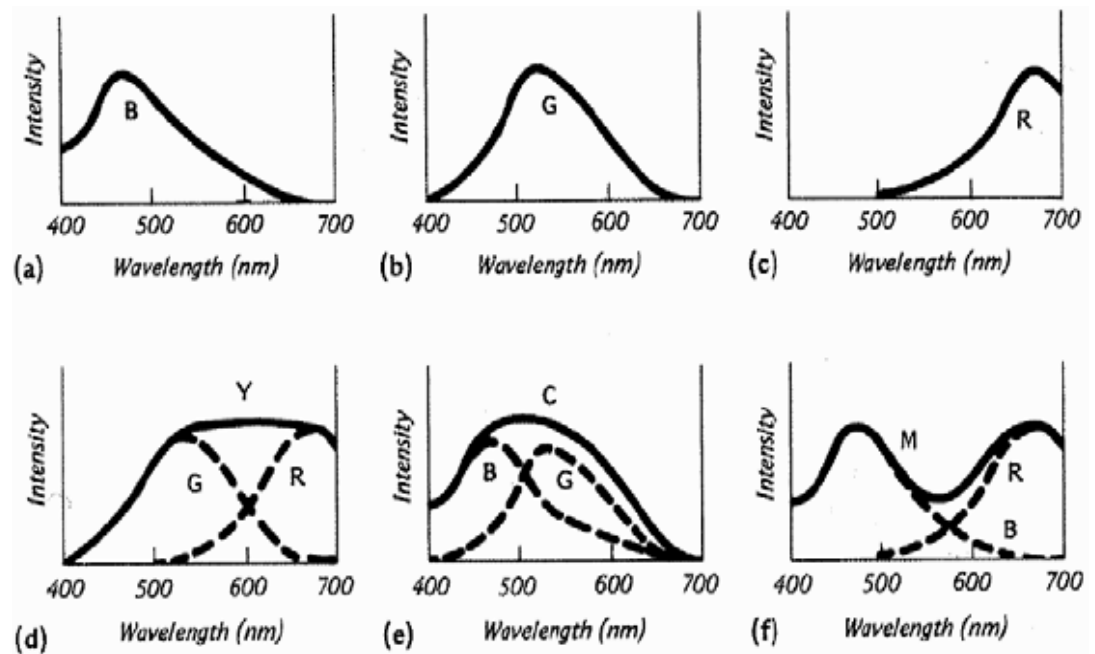
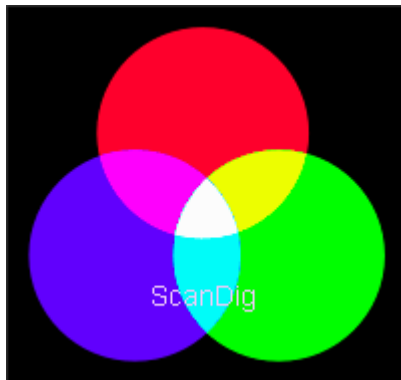


# Théorie des trois couleurs

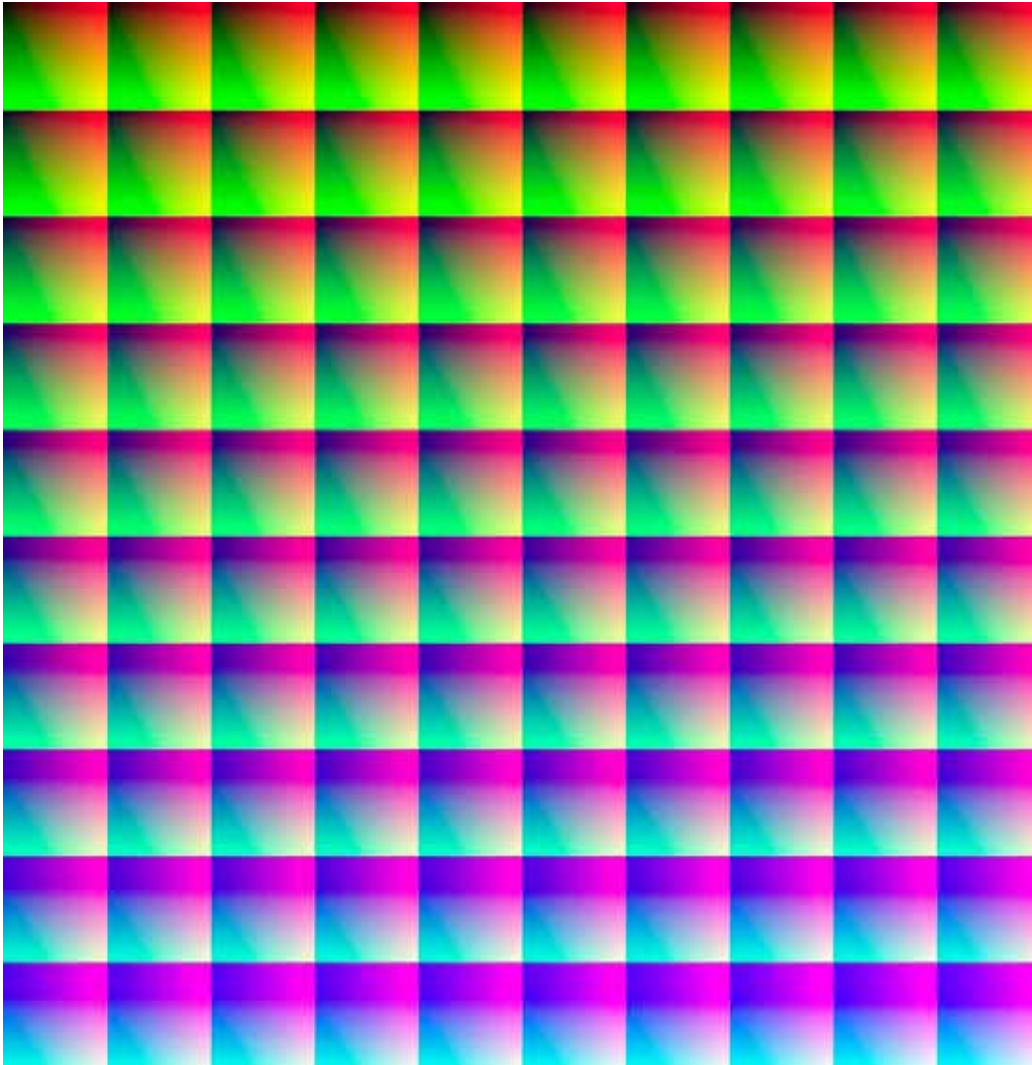
de Helmholtz et Grassmann

L'oeil possède ce que l'on appelle des cônes et des bâtonnets comme récepteurs de rayonnement. Les bâtonnets qui ne possèdent pas de sensibilité aux couleurs ont toutefois une sensibilité plus fine que les cônes, ils se trouvent en majorité dans les bordures de l'oeil. La vision par les bâtonnets est floue et ne distingue pas les couleurs. Les cônes qui sont disposés en majorité dans le centre de l'oeil ont **trois fonctions indépendantes de valeur spectrale**

# Addition des couleurs



# Perception des couleurs



**L'œil humain est capable de distinguer ~ 10 millions de couleurs**



# Unités de base d'éclairagisme

Le système de mesure fondamental de la technique d'éclairage est fondés sur quatre grandeurs de base:

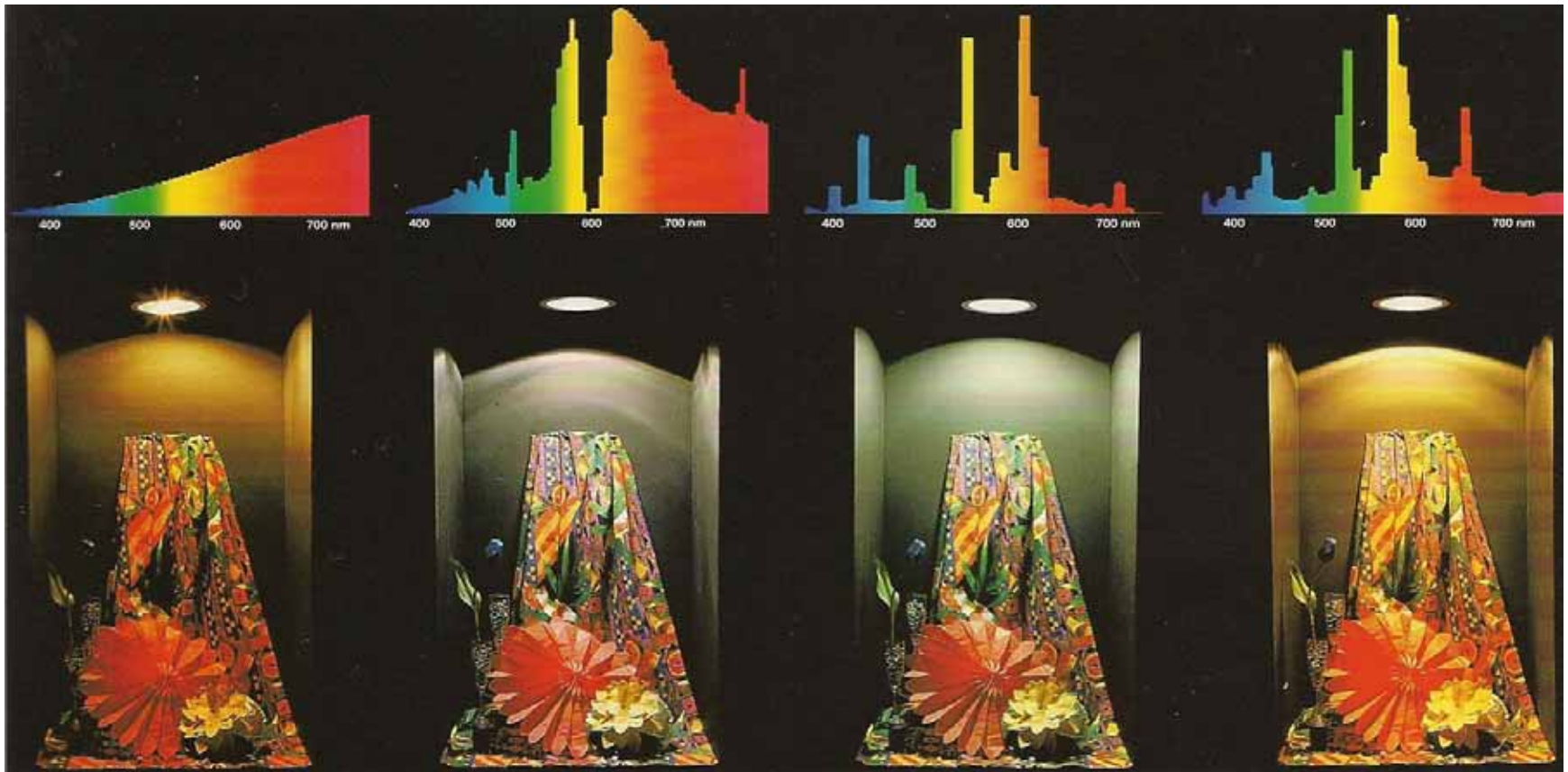
- **Flux lumineux**                      unité SI : lumen (lm) Ensemble du flux énergétique émis par une source
- **Intensité lumineuse**            unité SI: candéla (cd) quotient entre le flux lumineux dans une direction et l'angle solide
- **Eclairement**                      unité SI lux        (lx) valeur de l'intensité du flux reçu par une surface
- **Luminance**                        unité SI candéla par m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>) La luminance est une mesure de référence pour la luminosité

# Température de couleurs

## Notions de base

- La **température de couleur** permet de déterminer la température (effective ou "virtuelle") d'une source de lumière à partir de sa couleur. Elle se mesure en kelvins. La couleur d'une source lumineuse est comparée à celle d'un corps noir théorique chauffé entre 2 000 et 10 000 K, qui aurait dans le domaine de la lumière visible un spectre d'émission similaire à la couleur considérée.
- La couleur apparente d'une source lumineuse varie du rouge orangé de la flamme d'une bougie (1850 K) à bleuté dans le cas d'un flash électronique (entre 5000 et 6500 K selon les fabricants) bien que certaines de ces températures n'aient aucune relation avec la température du corps noir.
- Cette variation de couleur de la lumière dans une même journée n'est que difficilement reproductible par la lumière artificielle et souvent avec des appareils complexes et coûteux. Elle relativise la notion de normalité de la lumière naturelle.
- Pour apprécier l'aspect et la qualité de la lumière il convient d'associer à la température de couleur **l'indice de rendu de couleur** ou IRC, chiffre entre 0 et 100 qualifiant le respect des couleurs.

# Température de couleur par l'exemple



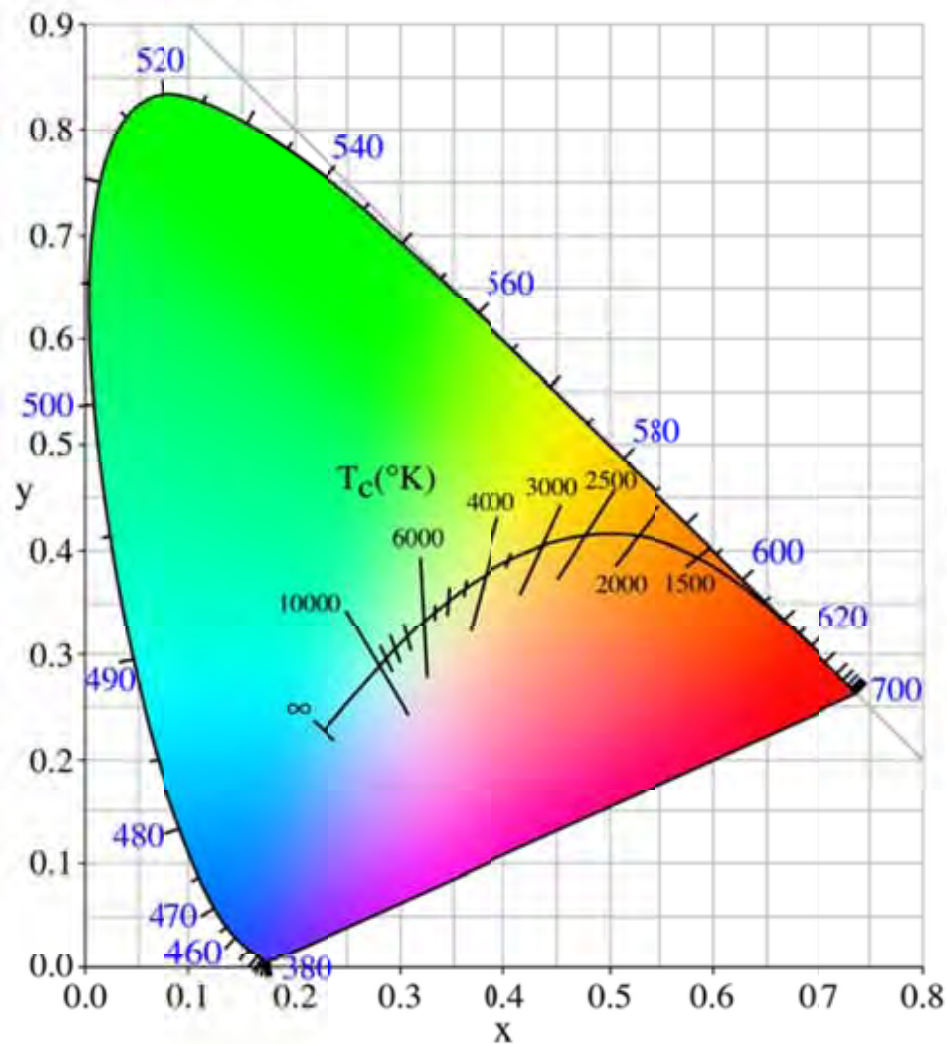
Lampe à  
incandescence

Lampe  
sodium  
haute  
pression

Lampe  
fluorescence,  
blanc chaud

Lampe  
halogénures  
métalliques, ht  
pression

# Diagramme de chromaticité rayonnement de Planck

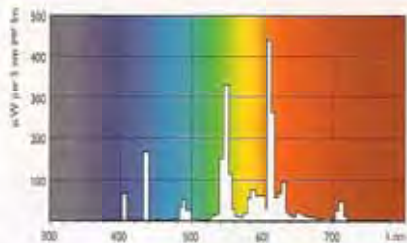


Le diagramme de chromaticité permet de définir chaque couleur à l'aide des deux coordonnées  $x$  et  $y$  de la couleur. Diagramme établi par la Commission internationale de l'éclairage en 1931. (CIE)

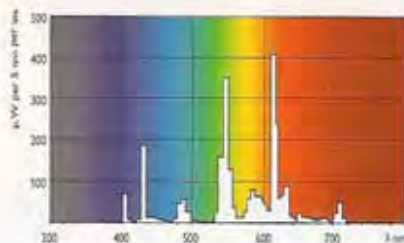
Le diagramme contient les valeurs de température exprimées en Kelvins d'un corps noir chauffé à la température correspondante ( Rayonnement de Planck)

Les teintes des différentes sources lumineuses sont définies par les valeurs  $x$  et  $y$ . Les valeurs de température désignent la teinte d'une source lumineuse.

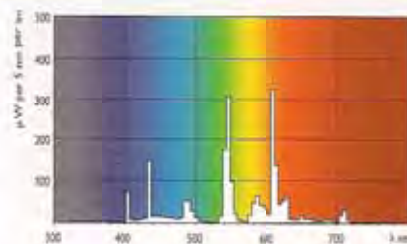
Couleur 827



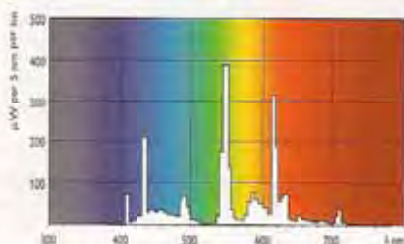
Couleur 830



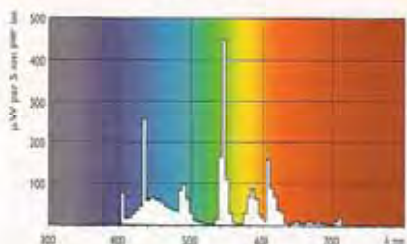
Couleur 835



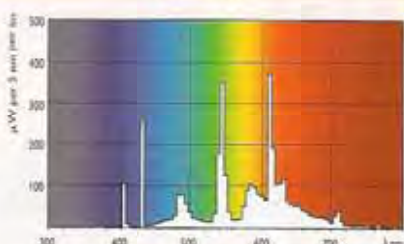
Couleur 840



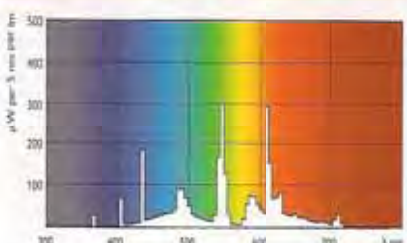
Couleur 865



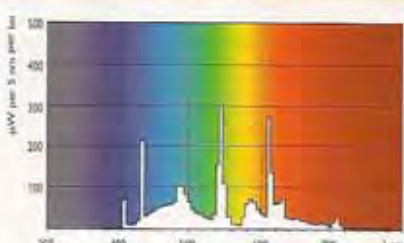
Couleur 930



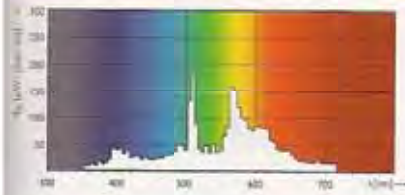
Couleur 940



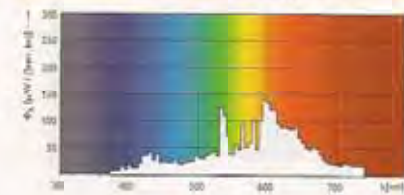
Couleur 950



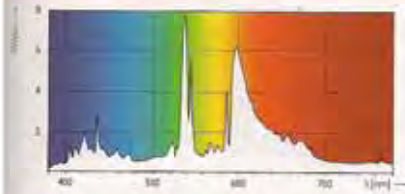
MASTERColour CDM Elite 35W /930



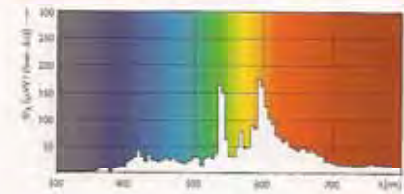
MASTERColour CDM Elite 70W /930



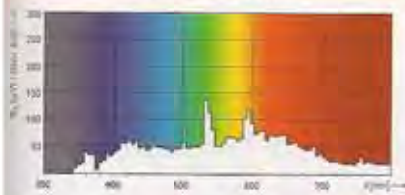
MASTERColour CDM-Tm



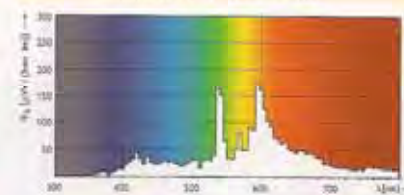
MASTERColour CDM-T /830



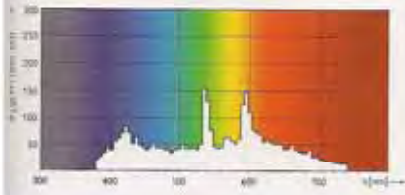
MASTERColour CDM-T /942



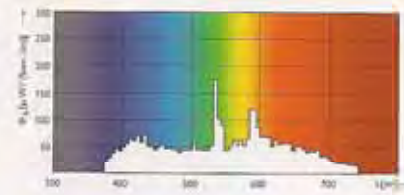
MASTERColour CDM-TC /830



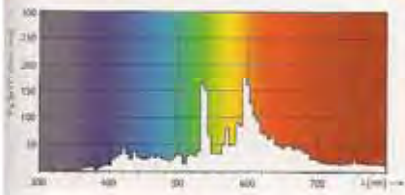
MASTERColour CDM-TC 35W /942



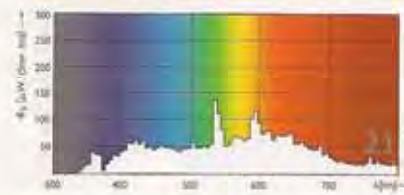
MASTERColour CDM-TC 70W /942



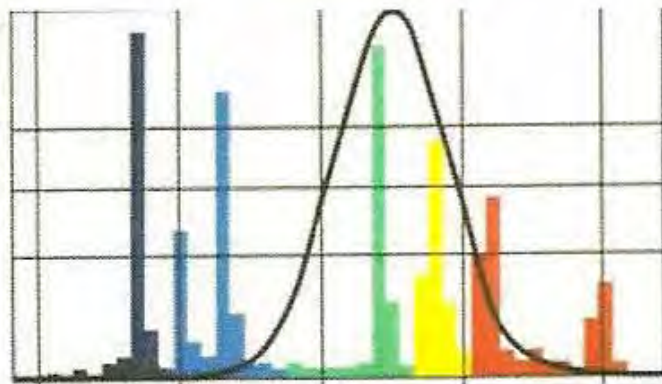
MASTERColour CDM-TP/830



MASTERColour CDM-TP/942

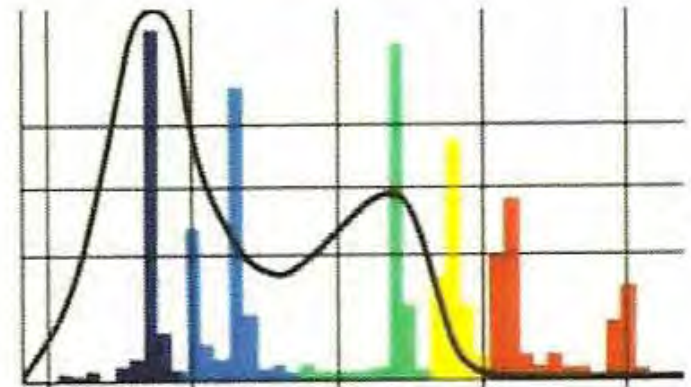


# Comparaison du spectre visible pour l'homme et les insectes



UV

visible



UV

visible

# Température de couleur par l'exemple



Sources halogénures métalliques Haute pression – teinte 942

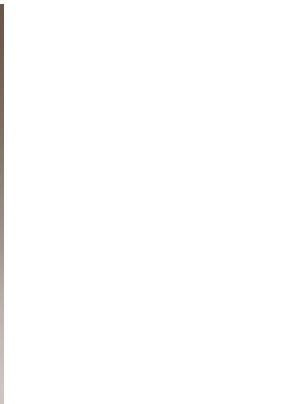
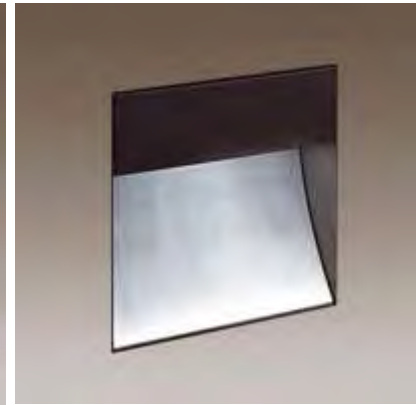
# Indice de rendu des couleurs IRC

**L'indice de rendu de couleur** ou IRC est la capacité d'une source de lumière à restituer les différentes couleurs du spectre visible sans en modifier les teintes. L'indice général de rendu des couleurs Ra détermine la qualité d'une lumière à partir de l'indice de rendu de 8 couleurs normalisées. L'indice maximum  $Ra=100$ , correspond à une lumière blanche ayant le même spectre que celui de la lumière solaire



- La lumière du jour est par définition de  $R_a=100$ .
- Les lampes à incandescence sont proches de  $R_a=100$ .
- Les lampes à décharge ont un IRC variable qui dépend du gaz contenu dans l'ampoule et de la poudre fluorescente placée à l'intérieur du tube.
- Les tubes fluorescents ont un IRC de 60 à 90. Les tubes fluorescents dits « blanc industrie » ou « blanc universel » ont un IRC médiocre et donnent parfois ces teints « blafards » ou « verdâtres » qui ont donné une mauvaise réputation aux tubes fluorescents.
- Certaines lampes utilisées dans le secteur routier ou autoroutier sont des lampes au sodium haute pression. C'est leur IRC particulièrement bas (25), et non leur température de couleur (rouge orangée), qui explique la modification des couleurs de carrosserie des voitures. On pourrait dire en simplifiant grossièrement qu'un IRC de 25 ne restitue qu'un quart des nuances du spectre. Les lampes au sodium-haute pression ont un IRC égal à 25, très médiocre avec une lumière fortement tournée vers le jaune.
- Les lampes aux halogénures métalliques ont une IRC compris entre 60 et 95, donc un très bon rendu des couleurs, comparé au sodium haute-pression. Les lampes à mercure avec une revêtement fluorescent, ont un IRC compris entre 35 et 60, mais un spectre peu riche en couleurs.

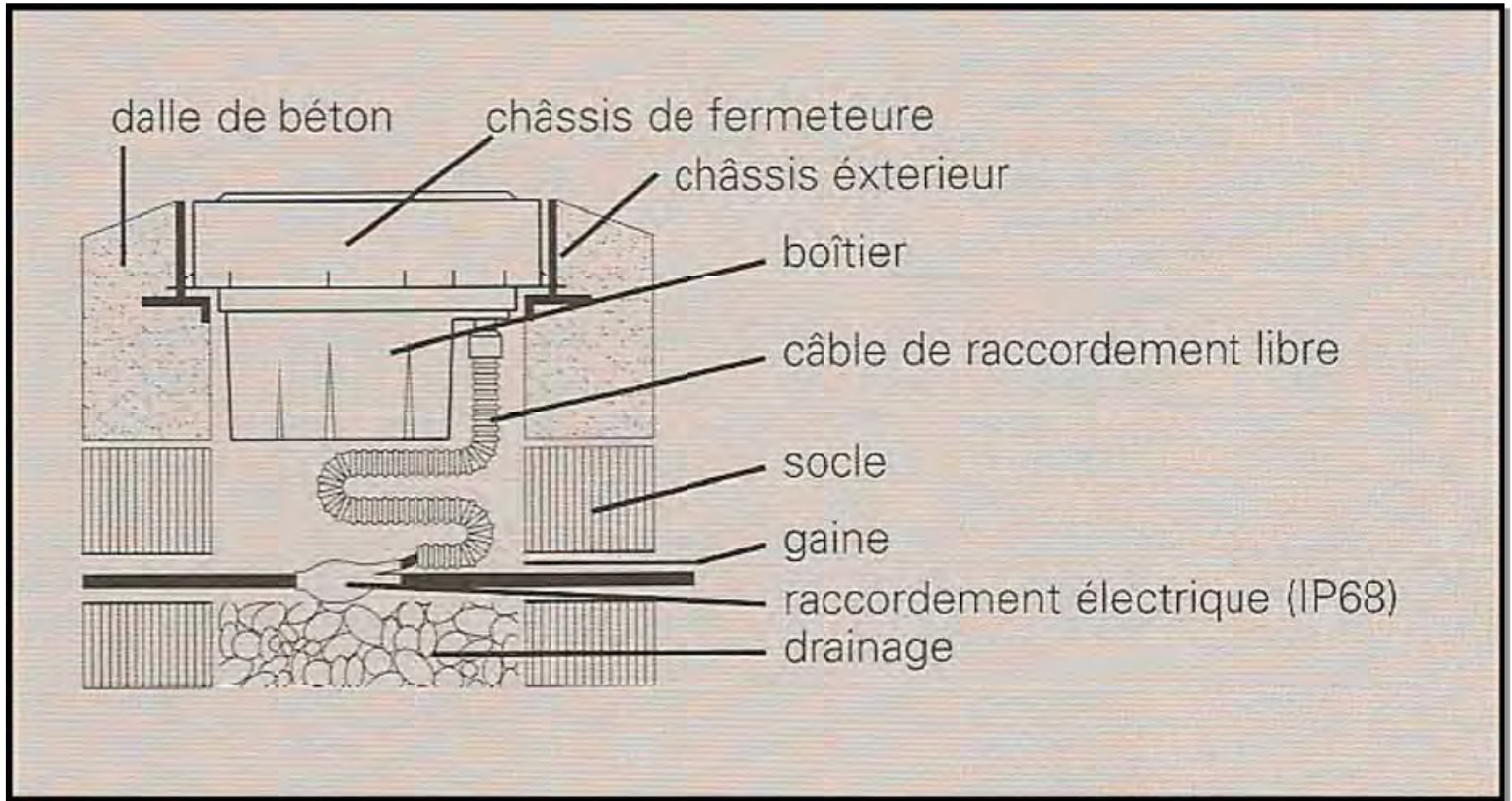
# Les Luminaires



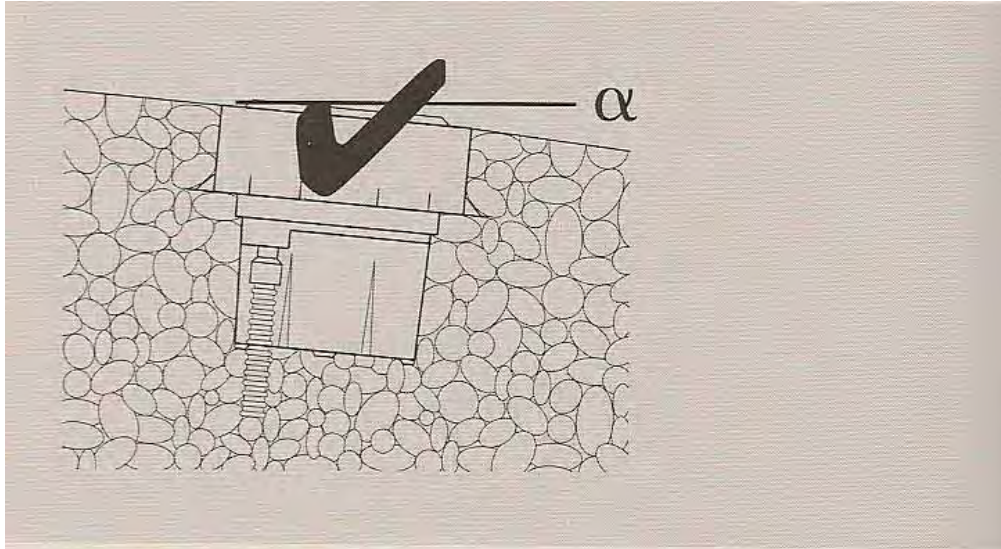


# Montage correct des luminaires au sol

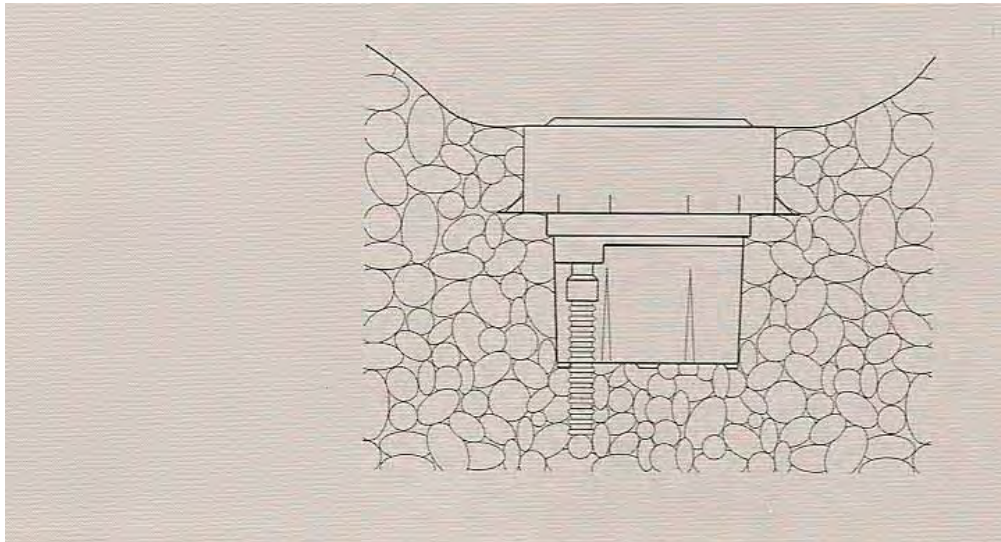
Une longue durée de vie, sans trouble, des luminaires à encastrer dans le sol dépend du soin apporté lors de l'installation et d'un entretien dans les règles de l'art.



# Montage correct des luminaires au sol



Une légère inclinaison est conseillée pour favoriser l'écoulement des liquides et assurer un auto nettoyage du verre



Le luminaire ne doit pas être installé dans un creux où de l'eau ou des salissures pourraient s'accumuler



En règle général,  
chaque type de  
luminaires est prévu  
pour des applications  
bien spécifiques.  
Faire attention aux  
charges limites, aux  
températures de  
contact et aux indices  
de protections IP



The recessing box must be placed at the ground level.  
30 cm drainage grave must be used under the recessing box to allow easy water evacuation.  
Connection to the main line has to be done into junction boxes.



#### TOUCH VERSIONS

Fittings with this symbol have a glass surface temperature  $T < 75^{\circ}\text{C}$ .  
(Values measured at  $15^{\circ}\text{C}$  ambient temperature for outdoor).

## Spécificité technique des luminaires et accessoires



#### ACCESSORY P68 CONNECTING HIT S.4400

Connecting box and resin (suitable for "T" connection).



#### FAST CONNECTOR ACCESSORY S.5502

Fast connector M20 ( $\varnothing 5 \pm 14$  mm)  
IP68 for single through wiring.  
To be placed inside the recessing box.



#### SPECIAL VERSION

**NON SLIP GLASS**  
On request all versions of FLAT can be supplied with nonslip glass.  
It modifies the standard beam.



#### S.4472

**WIDE BEAM LENS  
ACID ETCHED GLASS**  
To be installed under the front glass.  
It enlarges the standard beam.



#### S.4473

**ELLIPSOIDAL BEAM LENS**  
To be installed under the front glass.  
Use only for HIT-CRI 35W 12° and QPAR30 75W 10°.



#### COLOURED GLASS FILTERS

- S.4476 Red
- S.4477 Blue
- S.4478 Yellow
- S.4479 Green
- S.4480 Anticaloric filter

NOTE: The filters can be used on TC-T 18W, HIT-CRI 35W and QPAR30 75W COOL BEAM versions only.


- Boitier de montage
- Connecteurs de raccordement étanches
- Filtres de diffusion
- Filtres de couleurs--





# Eclairage d'accentuation



## Modèles d'éclairage d'un objet en trois dimensions

 Un projecteur unique placé à la gauche de l'objet (en face) produit un aspect certes dramatique mais surtout plat et statique; le côté caché du visage et des parties du corps se perdant dans l'obscurité.

 Un second projecteur placé à la droite de l'objet (toujours en face) éclaire le disque et révèle l'ensemble des contours de la statue mais produit un aspect uniforme de moindre intérêt.

 Deux projecteurs, l'un à la gauche en face et l'autre à l'arrière à droite de l'objet, créent un éclairage spectaculaire en trois dimensions. La mise en valeur du contour droit et du bord du disque révèlent ainsi une pose dynamique et puissante.



8° REFLECTOR



Réflecteur 8 degrés



8° REFLECTOR + ellipsoidal beam lens



Réflecteur 8 degrés + diffuseur elliptique



22° REFLECTOR



Réflecteur 22 degrés

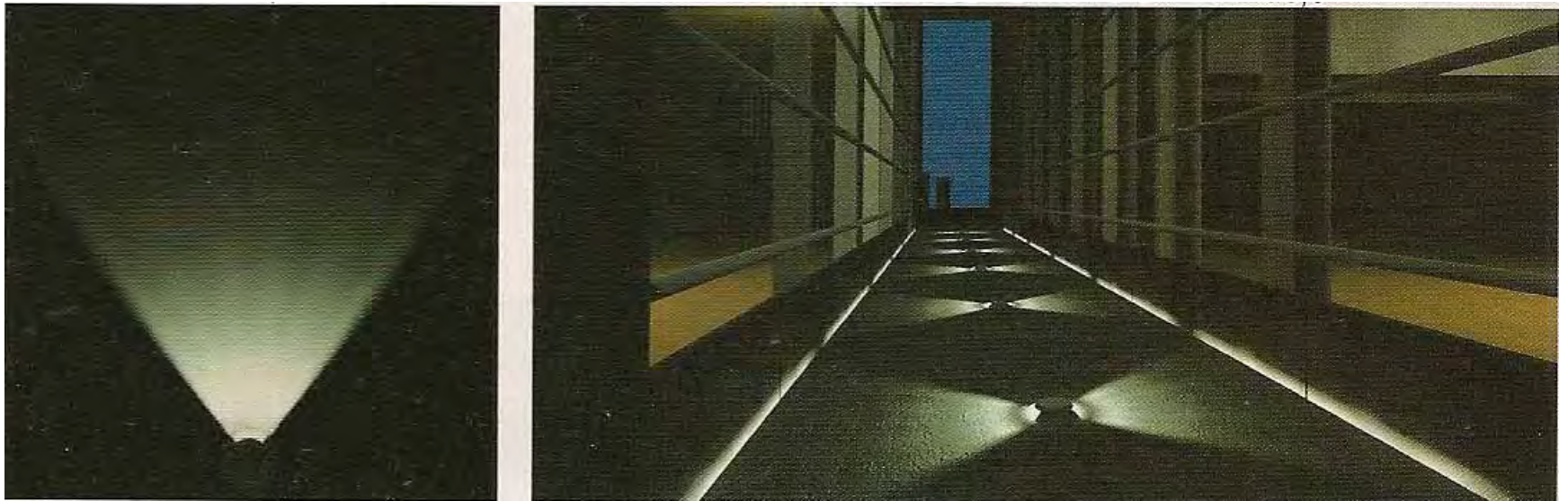


22° REFLECTOR + wide beam lens

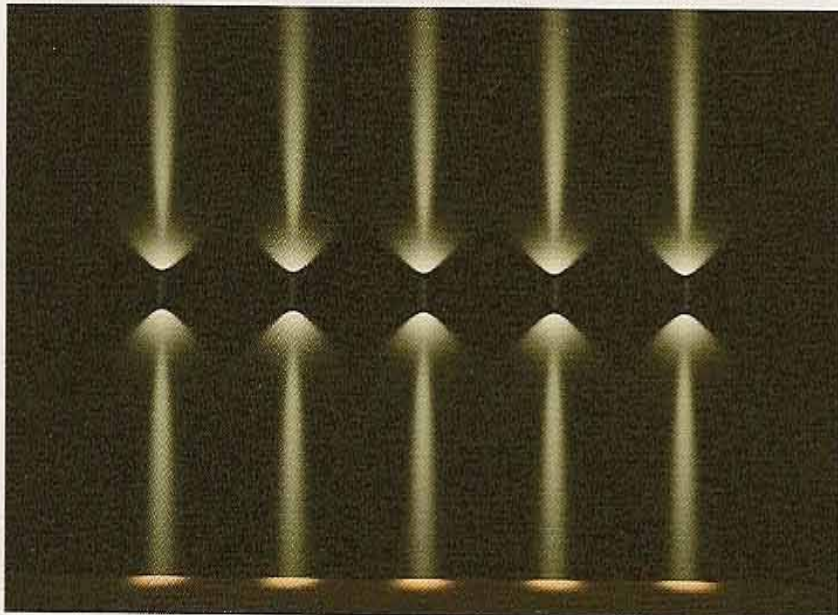


Réflecteur 22 degrés + diffuseur

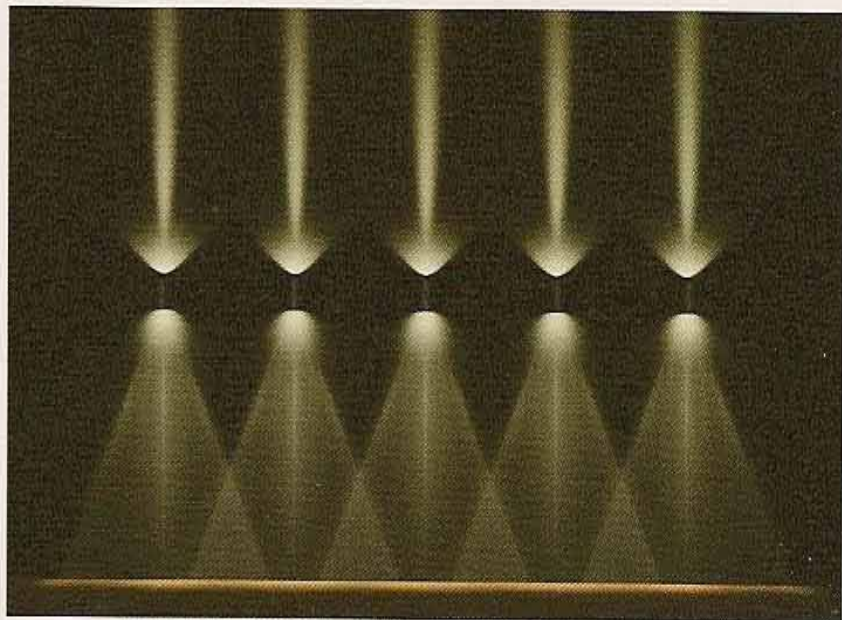
# Eclairage architectural



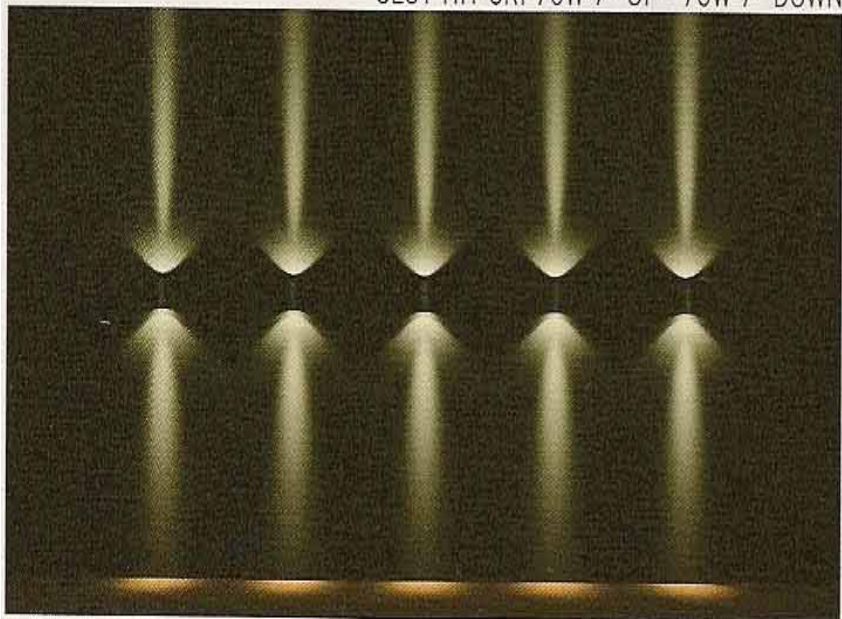




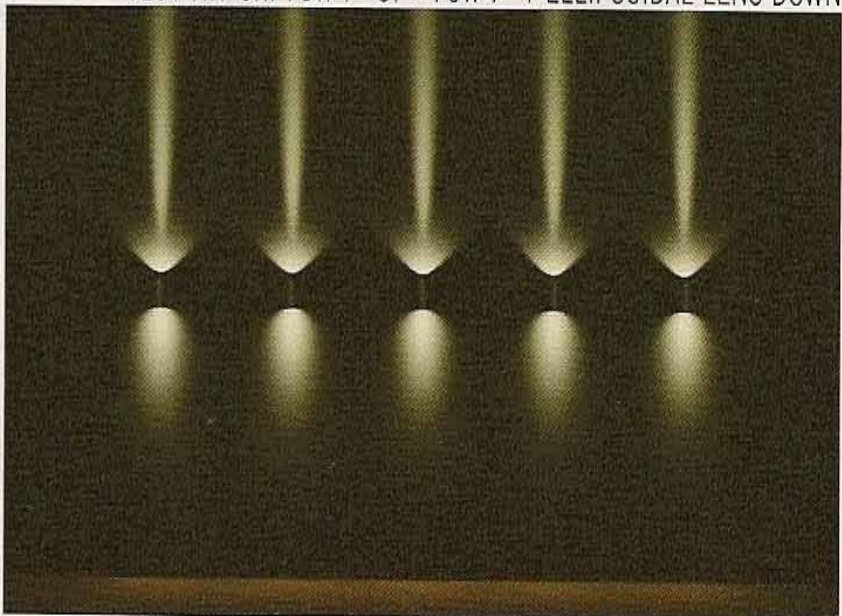
SLOT HIT-CRI 70W 7° UP - 70W 7° DOWN



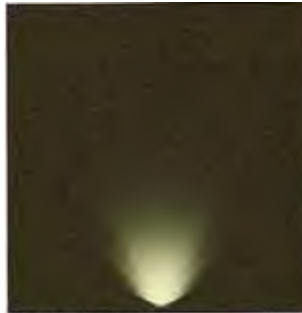
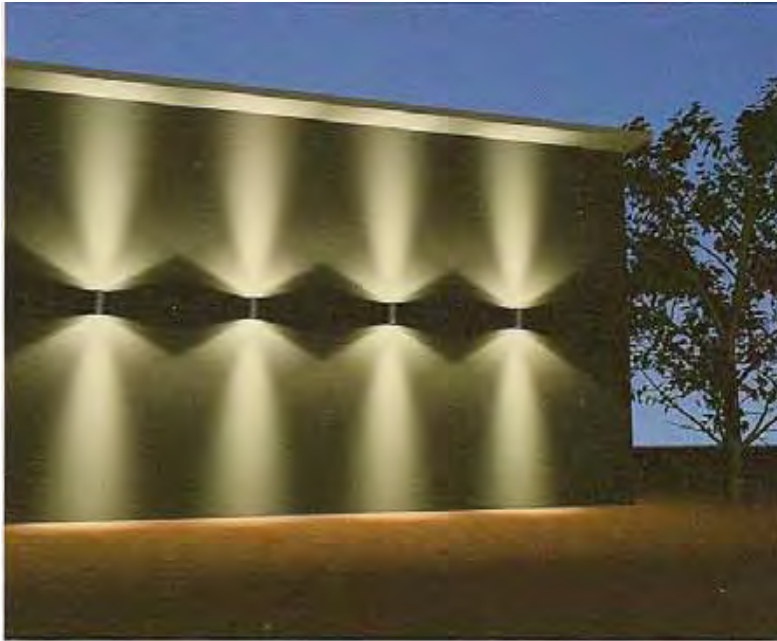
SLOT HIT-CRI 70W 7° UP - 70W 7° + ELLIPSOIDAL LENS DOWN



SLOT HIT-CRI 70W 7° UP - 70W 14° DOWN



SLOT HIT-CRI 70W 7° UP - 70W 14° + EXTENSIVE LENS DOWN



HIT-DE 70W Rx7s



Simulation with S.4724 70W - asymmetric



HIT-CRI 70W G12 - 14°



Simulation with S.4789 70W - 14°



HIT-CRI 70W G12 - 12°



Simulation with S.4470 70W - 12°



HIT-CRI 70W G12 - 7°



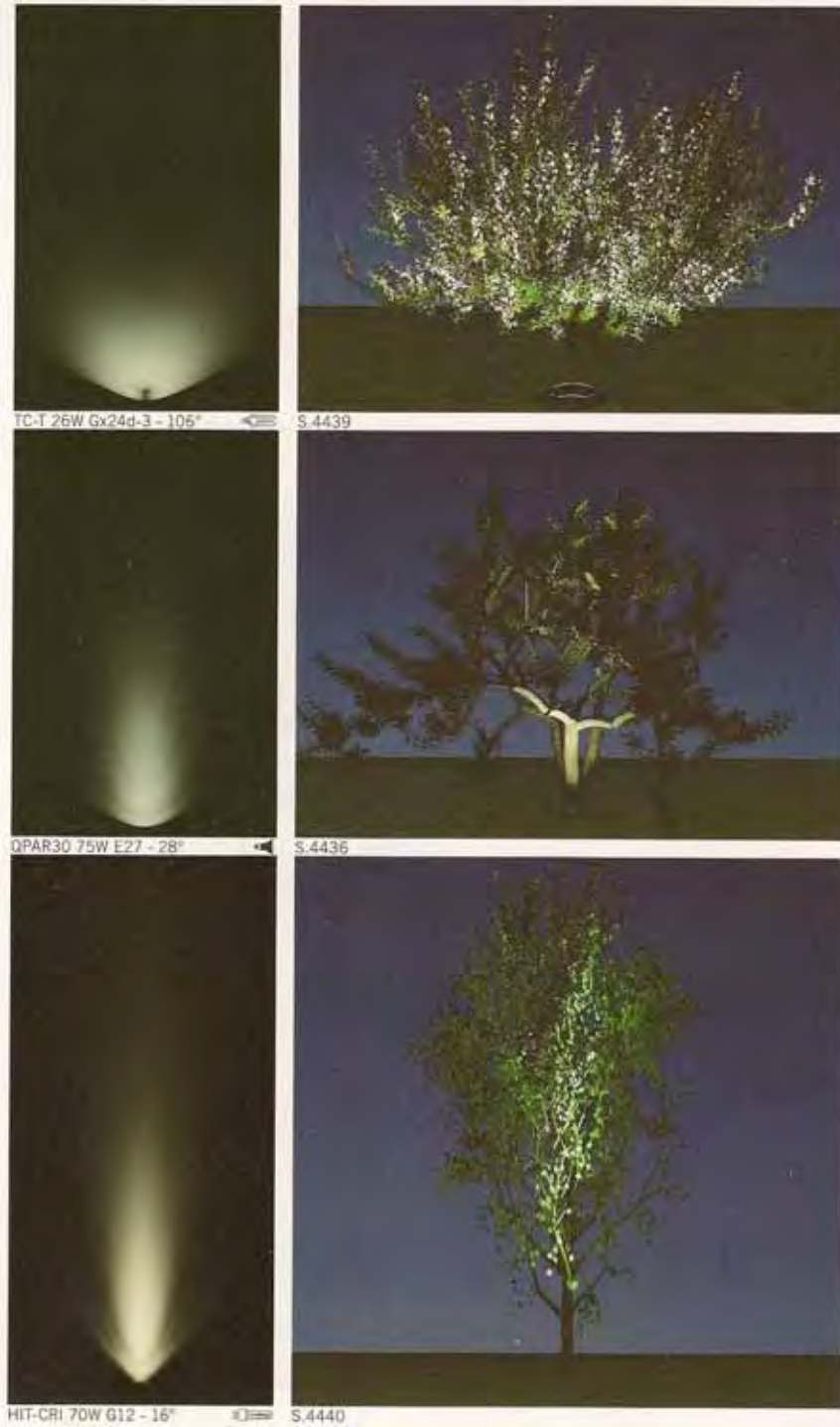
Simulation with S.4789 70W - 7°

# Importance des réflecteurs et des sources

Bosquets, taillis. En général, pour les éléments de faible hauteur l'utilisation de réflecteurs larges est conseillés. Sources diffusantes (Fluocompactes)

Pour des arbres de hauteurs et largeurs moyennes des réflecteurs moyens sont utilisés. Source fluorescente, incandescentes ou lampes à décharges.

Pour des arbres de grandes hauteurs, l'utilisation de réflecteurs à angle faible est obligatoire. Lampe à décharges puissantes conseillées.



# Contraste de l'aspect des couleurs



Le contraste de l'aspect des couleurs est bien illustré ici.

La partie du bâtiment central est éclairée par des lampes à température de couleur élevée, donnant une impression de froid. Les bâtiments latéraux sont eux éclairés par une lumière douce et chaude mais d'aspect moins saisissant.



# Pollution lumineuse

L'expression **pollution lumineuse** est utilisée à la fois pour désigner la présence nocturne anormale ou gênante de lumière et les conséquences de l'éclairage artificiel, nocturne, sur la faune, la flore, la fonge (le règne des champignons), les écosystèmes ou parfois des effets suspectés ou avérés sur la santé humaine.

Des effets néfastes indirects (et peut-être directs) sont décrits (ou soupçonnés) sur les plantes qui peuvent moins se « reposer » la nuit et effectuer une photosynthèse normale, malgré un allongement de la durée du feuillage.

L'éclairage artificiel retarde la chute des feuilles (de plusieurs mois parfois).



# Eblouissement

L' éblouissement est une gêne visuelle due à une lumière trop intense ou à un contraste trop intense entre des zones claires et sombres. Il peut être simplement gênant, handicapant ou aveuglant selon l'intensité de la lumière.

L' éblouissement est la conséquence de matériels d'illumination non appropriés ou d'un mauvais placements des luminaires

# Mon jardin, un lieu d'habitation















## Sources et autorisations:

Peter Blattner SLG office fédéral de métrologie « Metas »

Tulux Lumière Sa

Bega Leuchten

Regent Lighting

Philips Lighting

Simes Spa

Wikipedia

Merci de votre accueil et de votre  
attention

Gilles Mauroux / 28/01/09