

I. INTRODUCTION.

Vidéos :

Histoire de la lumière :

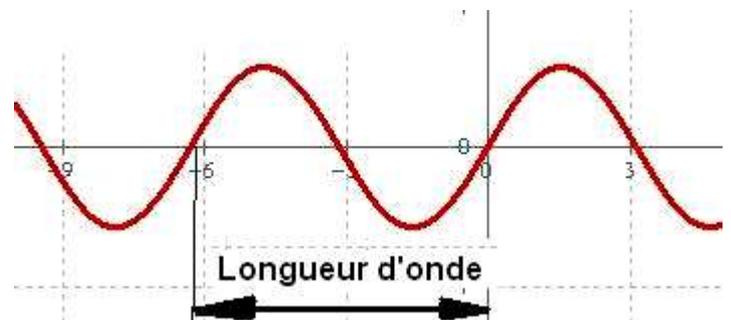
➤ http://www.youtube.com/watch?v=S0ni5gNA_-I

Perception des couleurs :

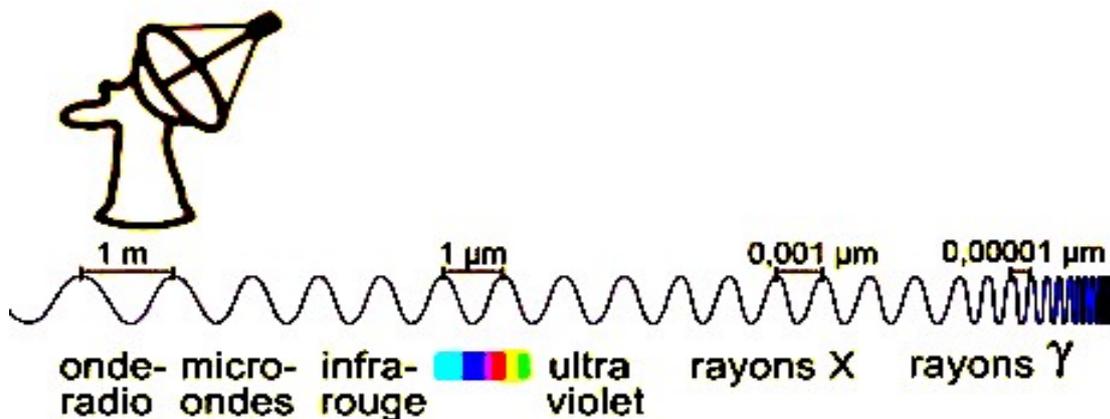
➤ <https://www.youtube.com/watch?v=RK2MDkbhqL0>

II. RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE.

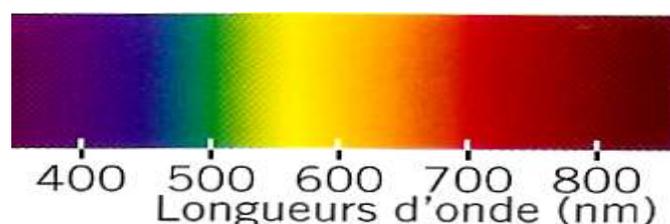
La couleur est visible grâce à la lumière. La lumière est composée d'ondes électromagnétiques et de photons. L'onde électromagnétique est caractérisée par sa longueur d'onde :



Le **rayonnement électromagnétique** comprend des ondes de longueur qui vont du mètre (onde radio) au nanomètre : 10^{-9} mètre (rayon γ)



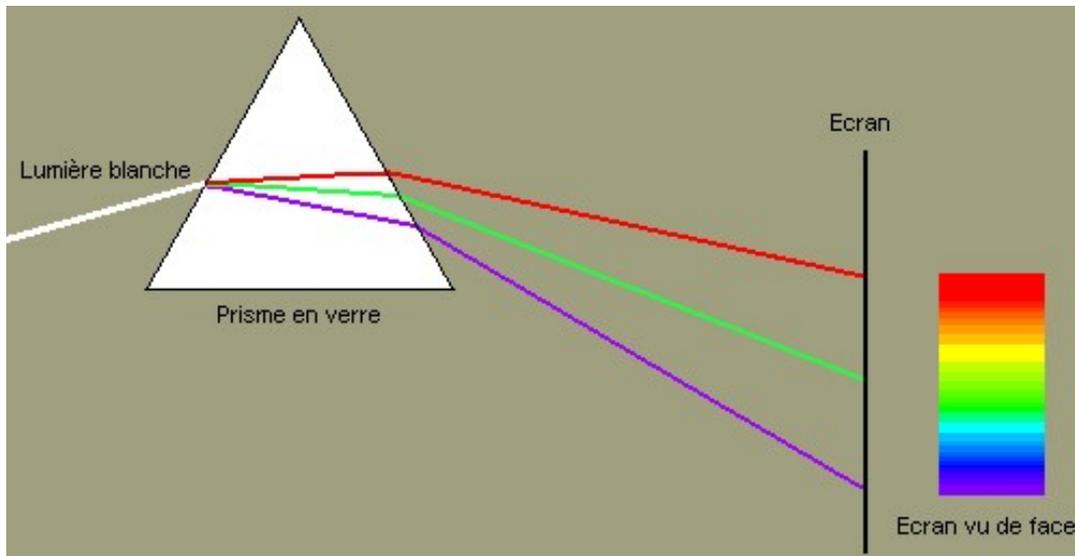
Les seules longueurs d'onde auxquelles les yeux humains réagissent sont celles de la portion du **spectre** dite de la **lumière visible**, qui mesurent de **400 à 700 nm**.



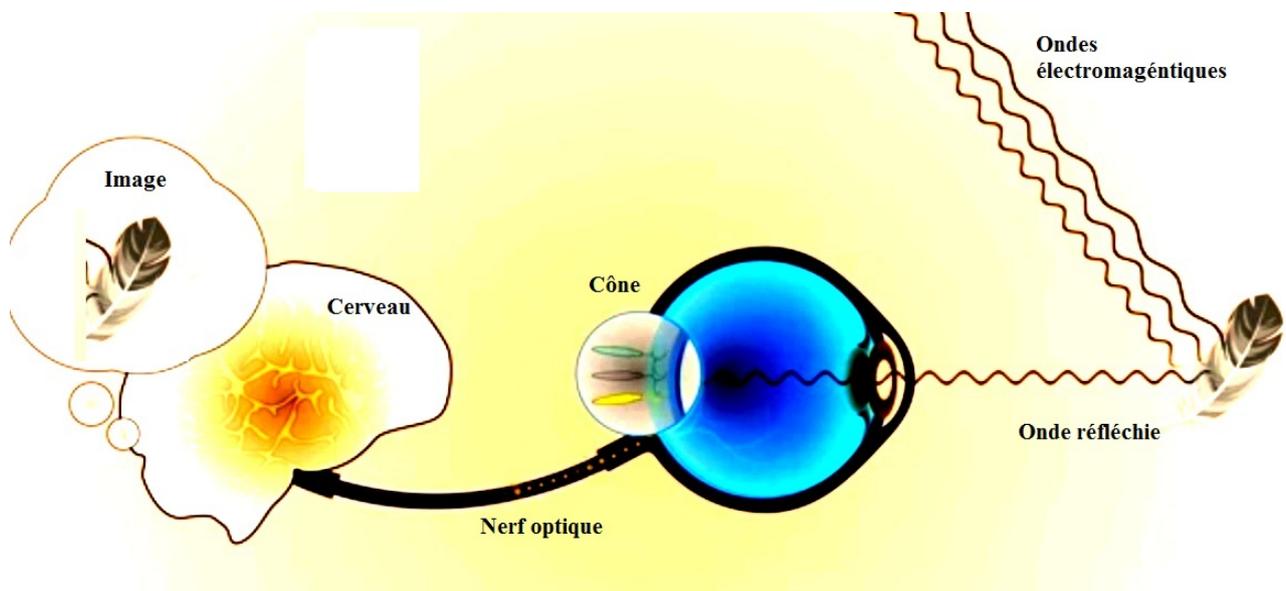
Lorsqu'un rayon de lumière traverse un prisme, chacune des ondes qui le composent est déviée à un degré qui lui est propre. Le spectre visible va **du rouge au violet**.

Les ondes de la lumière rouge sont les plus longues, tandis que celles de la lumière violette sont les plus courtes.

Les objets sont colorés parce qu'ils absorbent certaines longueurs d'ondes et en réfléchissent d'autres. Par exemple, une pomme rouge **réfléchit** principalement de la lumière rouge et le gazon **réfléchit** surtout de la lumière verte. Ainsi, les objets blancs réfléchissent toutes les longueurs d'onde de la lumière et les objets noirs les absorbent toutes.



III. VISION.



IV. RETINE.

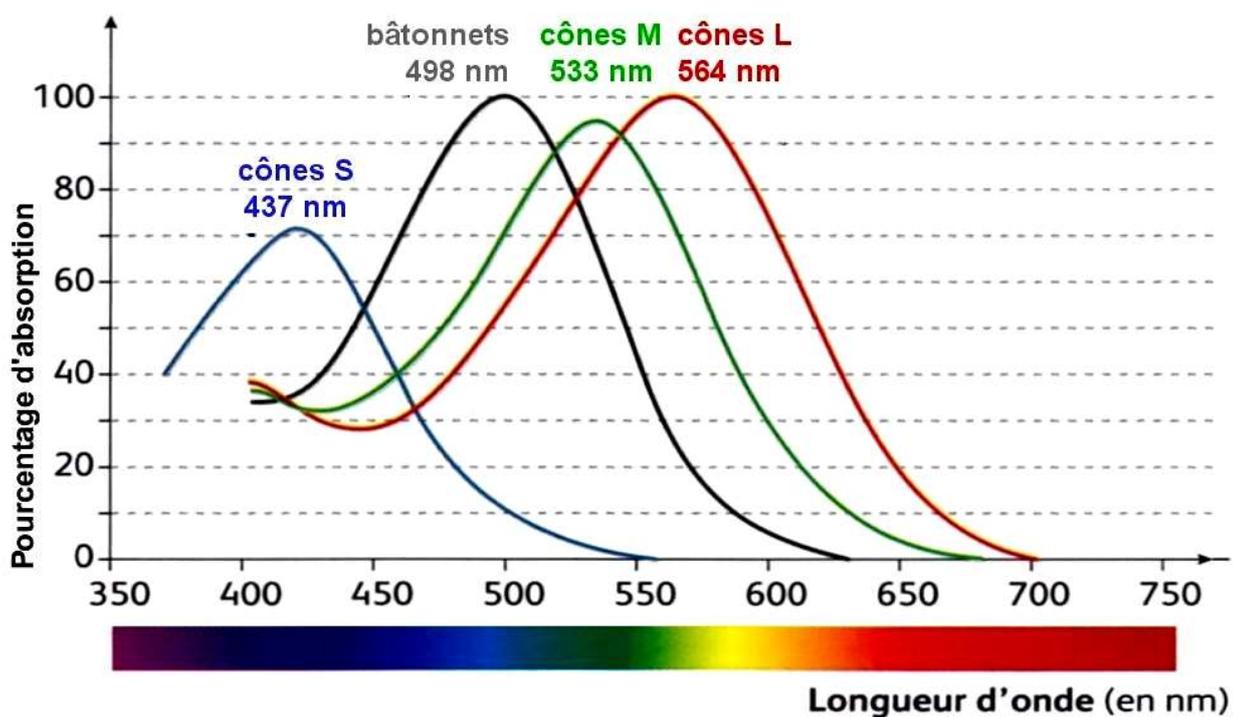
La rétine est un tissu nerveux très mince qui tapisse le fond du globe oculaire. Elle est composée d'une multitude de cellules photosensibles qui convertissent le stimulus lumineux en message électrique. Ce dernier est transmis au nerf optique. La rétine décompose donc l'image en un grand nombre de points. Ce capteur d'image comporte deux sortes de cellules photosensibles, les cônes et les bâtonnets.

Les cônes : Il existe trois types de cônes qui diffèrent par la couleur qu'ils perçoivent. Ils sont sensibles au bleu, au vert ou au rouge. Les couleurs que nous voyons provoquent un mélange de ces trois sensations. La rétine d'un œil humain possède 6 à 7 millions de cônes.

Lorsque la luminosité ambiante est "confortable", ce sont les cônes qui sont employés par notre vision en fournissant des images colorées et détaillées surtout dans la fovéa.

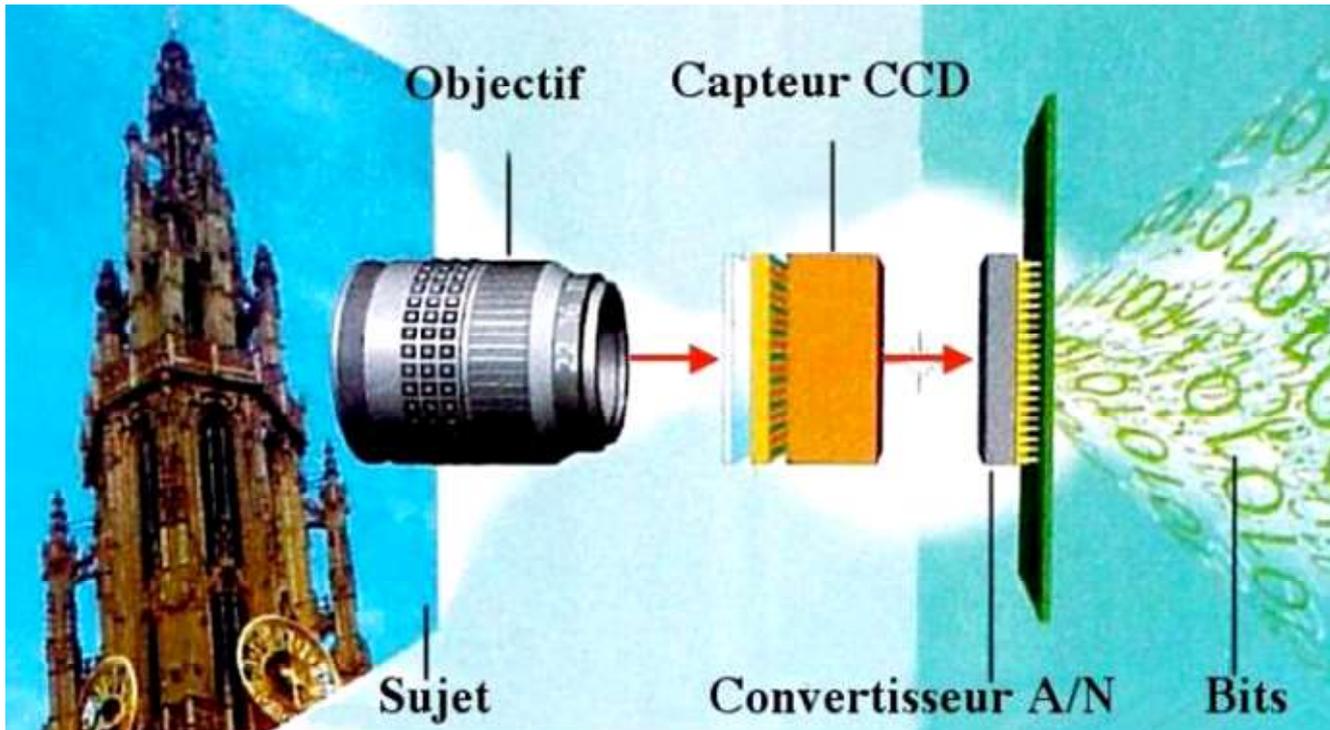
Les bâtonnets : Ils sont 25 à 100 fois plus sensibles que les cônes, ils nous servent à voir dans la pénombre. Ainsi, grâce à eux nous pouvons voir malgré une très faible luminosité. Dans ce cas nous ne percevons pas les couleurs car il n'y a qu'un seul type de bâtonnet. Un dicton nous le rappelle : "La nuit, tous les chats sont gris". Nous le constatons aisément en observant de nuit un paysage éclairé par la pleine lune, nous voyons sans apprécier les couleurs. Notre œil a 100 à 110 millions de bâtonnets.

Les cônes n'ont pas tous la même sensibilité :



Le jour nous sommes plus sensibles au vert et jaune.

V. CAPTEURS CCD OU CMOS.



Ce type de capteur reçoit la lumière et permet de numériser une image en associant au signal lumineux reçu un signal électrique analogique.

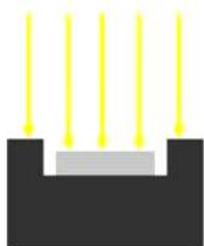
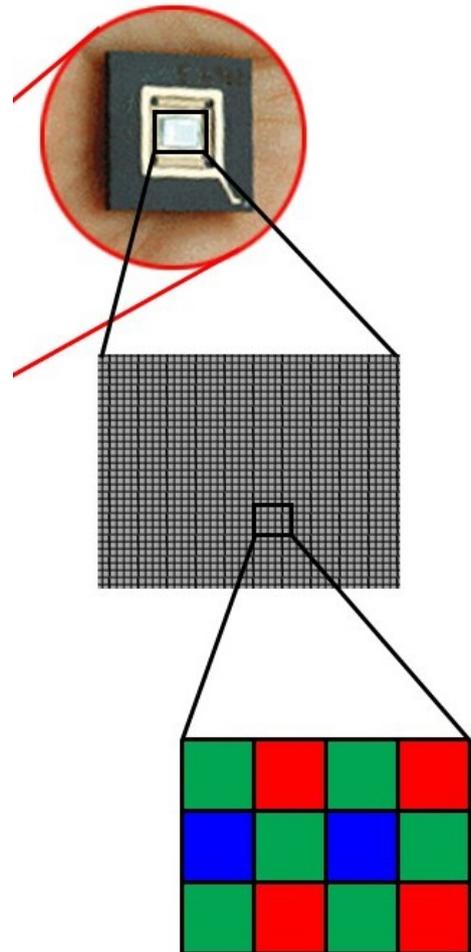
Ensuite, le convertisseur analogique/numérique convertit le signal analogique donné par le capteur en données binaires.

Ce capteur est, physiquement, un assemblage sous la forme d'une matrice, de photosites.

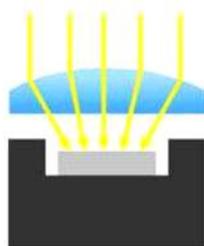
Les photosites sont des cellules photoélectriques, qui sont sensibles à la lumière. Ce sont des petits carrés ou rectangles de quelques micromètres de côté. Ils sont constitués de transistors.

Il accumule une charge électrique proportionnelle à l'intensité de lumière qu'il reçoit. Ainsi, dans la matrice, si on utilisait un photosite pour chaque pixel, on obtiendrait une image en noir et blanc, car on aurait le degré de luminance pour chaque point de la scène.

La zone sensible des photosites ne couvre pas entièrement sa surface. En effet, des circuits électriques de connexion et des transistors pour le traitement du signal sont présents sur celle-ci. Alors, pour mieux capter toute la lumière, une microlentille est posée sur chaque photosite et son filtre de couleur. Elle concentre toute la lumière arrivant sur le photosite sur sa seule partie sensible.



Une partie des rayons n'atteint pas le photosite



La microlentille fait converger les rayons sur le photosite

VI. FLUX LUMINEUX Φ .

Φ est la puissance rayonnée par une source lumineuse le long des rayons lumineux. Φ est le débit de lumière ou quantité globale de lumière émise par une source dans toutes les directions. Il s'exprime en lumen (lm).

Exemple : une lampe halogène de puissance 2000W émet un flux lumineux de 52000.

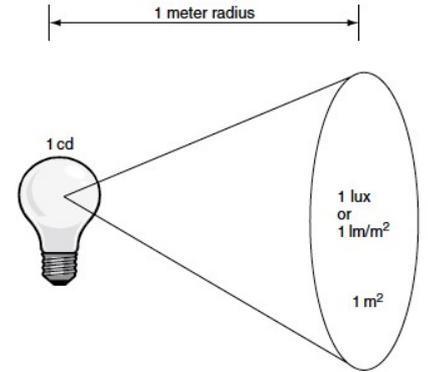
VII. INTENSITE LUMINEUSE I.

L'intensité **I** est le flux émis Φ par unité d'angle solide Ω : 1 candela représente la quantité de lumière dans le cône dont la hauteur **d** est de 1 mètre et dont la surface **S** de 1m² reçoit 1 **lux**
L'unité est la candela (cd).

Exemple : Une bougie ordinaire a une intensité lumineuse de 1 cd à 1 m.

$$I = \frac{\Phi_{\text{émis}}}{\Omega} \text{ avec } \Omega = \frac{S}{d^2} \text{ dans le cas de l'exemple donné.}$$

I en candela (cd) S : m² d : m

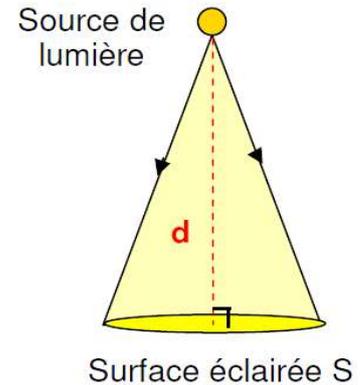


VIII. ECLAIREMENT E.

Une surface **S** placée à une distance **d** donnée de la source reçoit un éclairement **E**. C'est le flux reçu $\Phi_{\text{reçu}}$ par unité de surface éclairée. Il s'exprime en lux (lx).

$$E = \frac{\Phi_{\text{reçu}}}{S} = \frac{I}{d^2} \text{ dans l'exemple donné}$$

E en lux (lx) $\Phi_{\text{reçu}}$ en lumen (lm) I en candela (cd)
S : m² d : m



Exemples :

En extérieur : à midi en plein été : 50000 à 100000lx sont reçus ; éclairage lunaire : 0,1 à 1lx, éclairage public : 20 à 100lx.

En intérieur : sur une table devant une fenêtre avec vue dégagée et par temps clair, mais sans soleil dans la pièce : à 0,5m : sans voilage : 2500 à 5000lx , avec voilage : 700 à 1500lx

Niveaux conseillés par l'association française de l'éclairage :

Circulations : 100 à 150lx ; salle à manger sur la table : 200lx ; séjour coin d'écriture ou lecture : 300lx ; couture ou tricot : 500lx ; cuisine éclairage général : 200lx, plan de travail : 300lx ; rangement : 100lx ; salle de bain éclairage général : 100lx, au niveau du miroir : 300lx ; chambre à coucher éclairage général : 150lx, tête de lit pour lecture : 300lx ; table de travail de l'écolier : 300lx

IX. L'EFFICACITE LUMINEUSE D'UNE SOURCE DE LUMIERE :

L'efficacité d'une source est le flux lumineux émis $\Phi_{\text{émis}}$ par unité de puissance de la source en Watt. Elle s'exprime en lumen par watt (lm/W). (C'est équivalent au rendement de la source)

$$\text{Efficacité} = \frac{\Phi_{\text{émis}}}{\text{Puissance de la source}} = \frac{\Phi_{\text{émis}}}{P}$$

Efficacité en lm/W

$\Phi_{\text{émis}}$ en lumen (lm)

P en W

Dans le cas d'une lampe à incandescence à filament de tungstène qui consomme une puissance électrique de 100W, le flux lumineux dans le domaine du visible n'est que de 1380lm, le reste invisible étant perçu uniquement sous forme thermique. On dit qu'une telle lampe a une efficacité de 13,8 lm/W.

X. EXERCICES.

a. Exercice n°1 :

Le filament d'une ampoule de 60W présente une intensité de 66,5cd. Calculer le flux émis par l'ampoule et son efficacité. ($\Omega = 4\pi$) (rép : 836 lm ; 13,9 lm.W⁻¹)

b. Exercice n°2 :

Calculer l'éclairement E d'une surface située à 120cm d'une lampe dont l'intensité est égale à 72cd. La surface est normale au flux (rép : 50 lux)

c. Exercice n°3 :

Une cellule photoélectrique indique que l'éclairement dû à la lumière du soleil est égal à 10^5 lx. Trouver l'intensité lumineuse du soleil sachant que $1,5 \cdot 10^8$ km le sépare de la Terre. La surface de la cellule photoélectrique est normale au flux. (rép : $2,25 \cdot 10^{27}$ cd)

d. Exercice n°4 :

Trouver l'intensité d'une lampe de 200W dont l'efficacité est 18 lm/W. ($\Omega = 4\pi$) (rép : 286 cd)

e. Exercice n°5 :

Quel est l'éclairement produit par une source de 200cd à 5m de la source ? Chaque élément de surface est normal au flux. (rép : 8 lux)

f. Exercice n°6 :

Une lampe de 40W a une efficacité de 11 lm/W. A quelle distance de la lampe l'éclairement est-il égal à 2 lx ? ($\Omega = 4\pi$) (rép : 4,18m)

g. Exercice n°7:

Une salle rectangulaire de dimensions au sol 7m x 9m doit présenter un éclairage moyen de 600 lux.

- Calculer le flux reçu par la surface. Sachant que le flux reçu ne représente que 80% du flux total émis par les sources de lumière, calculer le flux total émis. (rép : 47250 lm)

On dispose de deux types de lampes : lampes standard : 150W et 2000 lumens ; tubes fluorescents : 65W et 3200 lumens.

- Quelle est l'efficacité lumineuse des lampes ? (rép : 13,33 lm.W⁻¹)
- Quelle est l'efficacité lumineuse des tubes ? (rép : 49,23 lm.W⁻¹)
- Quel est le nombre de lampes nécessaires ? (rép : 24 lampes)
- Quel est le nombre de tubes nécessaires ? (rép : 15 tubes)
- Quelle est la solution la plus économique du point de vue de la consommation en énergie électrique facturée ?

h. Exercice n°12 :

Sachant que pour éclairer un plan de travail, il faut un éclairage lumineux de 500lx et que la lampe de bureau est située à 30cm à la verticale de ce dernier, quelle puissance électrique devra avoir une lampe à incandescence, une lampe à halogène et une lampe fluocompacte respectivement d'efficacité lumineuse 14 lm/W, 20 lm/W et 81 lm/W ?

(rép : 40,4W ; 28,3W ; 7W)

i. Exercice n°19 :

Une lampe de 100W a une efficacité de 20 lm/W. A quelle distance de la lampe l'éclairage est-il égal à 30 lx ? (réponse : 2,3 m)