

MOUVEMENT
DE L'ESIB
SOLIDAIRE

Résumé Cours

Rédigé par Laura Helayel

Eclairage

2^{ème} Courant Fort

Semestre 1

Veillez respecter l'auteur de ce document.
Droits de reproduction et de diffusion réservés.

→ Spectre visible : ^{entre} 380 et 720 nm.

→ SPD, spectral power distribution } provide a complete picture of
the colour composition of a lamp's light output

(spectre électromagn)

↳ continu - lampe incand.
↳ discontinu - à décharge

→ CT: colour temp.

→ CRI Colour rendering index

CT class	
$CT \leq 3300K$	→ warm
$3300 < CT \leq 5300K$	→ intermediate
$5300 < CT$	→ cold

CT:

- warm : white $< 3000^{\circ}K$
- incand. $\sim 2900-2700^{\circ}K$ (la plus confortable)
- High pressure Sodium: $2100^{\circ}K$
- Low " " : $1740^{\circ}K$ → pour le brouillard (elle ne contient que le jaune.)
monoch.

Rq
warm → proche de la lampe incandesc.
cool → loin d'elle

CRI: échelle 0-100 (the higher the numb. the truer the color rendition at its color temp.)

- lampes incand. max = 100
- lum. monochromatique → CRI testin
- CRI > 70 → Bureaux
- ≥ 90 → color printing inspection (accurate colour matching is required)
- $80 \leq CRI < 90$ → Shops. (accurate colour judgments are necessary)
- $60 \leq CRI < 80$ → moderate color rendering is required
- $40 \leq CRI < 60$ → color rendering peut significant mais un acceptable.
- $20 \leq CRI < 40$ → marked distortion of color is acceptable.

- Actual size (cd) → the initial luminous intensity
 - the flow of light from it (lm) → luminous flux
 - its arrival at the object (lm/m²) → illuminance
 - " return from " (cd/m²)
- donnic } 500w halogen
 Efficiency = 20 lm/w
 → 500 x 20 = 1000 ÷ 4π = 796 cd.

Niveau d'éclairage (lighting level)

- parking 30 lux - matraf na btkoff
- 50 lux - matraf na btemshe lsiyara

workingspace :

- corridor 100 lux
- WC de un bureau 100 lux
- tâches à accomplir avec des objets de grades dim 300 lux

car de une direction donnée
 Rg
 Glare (cd/m²)
 luminance >>>
 rayons doivent être entre 30° et 150°
 si ne pas ⇒ glare

- high contrast 500 lux (matraf na f screens)
- ou 300 lux (iza fi khr est 3mel lat screens)

- Mechanical room 300 lux
- Electrical room 500 lux
- Cuisine industrielle 500 lux

Emergency lighting
 + 10 lux corridor (horizontal)
 + 2 lux general area
 + 100 lux escalier de secours (vert.)

→ max 500 lux de les app. normales.

- Hôpital 750 lux
1000 lux
- Salle de Bain 300 lux
- teller station 300 lux
- WC 300 lux
- Corridors + Elevator 50 lux
- Exhibition halls 100 lux
- Kitchen 500 lux
- Laundry 300 lux
- Lobbies 100 lux
- Office general 300 lux
- Reading/writing screens 500 lux
R... .. 5m lux

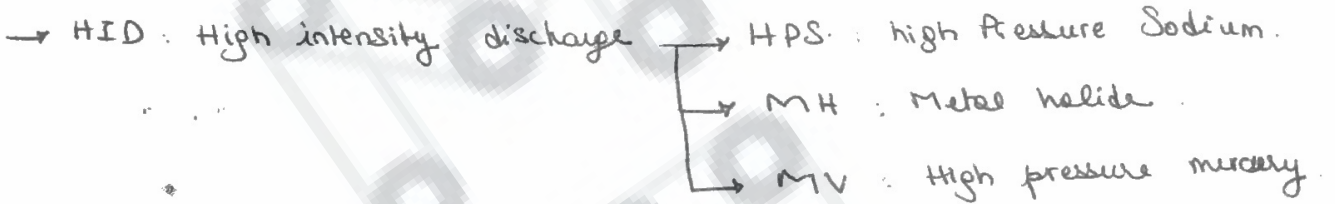
Chapitre 2
light concept and
properties.

* 3 types de lampes :

- a) lampes incand.
- b) " à décharge
- c) " électro lumineuse

a) • Lampe à filament
• amélioration : + hologramme.

b) → LPS: Low pressure Sodium → Fluor.



c) LED (Source lumineuse et non une lampe)

I → incand. lamp.

H → high pressure discharge lamp.

L → low " " "

G → glass

Q → quartz glass

M → mercury

I → metal halide

S → Sodium vapour

A → All-purpose

E → Ellipsoid

PAR → Parabolic reflector

R → Reflector

T → Tube.

TC → Compact tube

• Rated average life: is the total operated hours when 50% of a large grp of lamps still survive; it allows for individual lamps to deviate considerably from the average.

• Lamp efficacy = $\frac{\text{Sortie}}{\text{Entrée}} = \frac{\text{lm}}{\text{w}}$

Category	lm/w	CRI
• Incandescent	10 à 35	+ 95
• Mercury vapor (HID)	20 à 60	20 à 40
• LED (light emitting diode)	20 à 40	...
• Fluor.	40 à 100.	60 à 90
• Metal halide (HID)	50 à 110	65 à 90
• HPS (HID)	50 à 110	20 à 30. (60)
• LPS	100 à 180	N/A low.

CRI décroissant ↓
 Incand.
 MH
 HID
 LPS =

* LED au lieu de incand. ou halog → Oui OK!

* LED au lieu de fluo. → Pas trop justifié (p. 6 afekha)

* MH peut remplacer lampe incand. car petite de size.
 (bi fajm l compact fluo)

↳ très intense : ds les locaux où les plafonds st très hauts

* HID : la + efficace mais CRI <<< → pas trop utilisée ds les indoor applications.

* HID → utilisations :

- Route - tunnel - parking - jardin - façade
- car efficacité peut arriver à 140.

MH → terrain de sport

* Utilisation LPS : + eff. mais monochromatique → peu utilisée

↳ Brouillard.

① → Lampe incand. 1 to 1500W 97 CRI 2500 to 3000K ③

→ temp 2000K à 3000K.

→ Lifetime = 1000h.

→ Halogènes → 2000 à 3000h

→ Avantages:

- small size
- very gd color rendition
- wide range of voltage and shapes
- immediate switching.
- very low price.
- Easy to dim.

→ Disadvantages

- low luminous efficiency
- short lamp life
- high thermal load.

② * Lampe fluo. 7W to 215W - 2000K to 7500K - CRI: 62 à 94

Principe des lampes à décharge :

→ j'applique une tension → arc élec. → gaz excité → gaz dégage des ondes é.m. de courtes long. d'ondes ⇒ UV → le zinc n'absorbe pas la lumière visible → b700 phosphor (sur la paroi interne de la lampe) → basmoul shift les rayons UV → bisiro visibles.

→ 3 types:

a) Preheat lamp.

• batbol finenna

- il faut chauffer les élec. pendant un laps de tps. puis appliquer une tension → b7dawe

affiche ← b) instant start lamp.

publicitaire
car on l'allume

- on ne chauffe pas, on applique $U \gg 800$ ou $3000V$

le fois par jour

c) Rapid start lamp.

c7 mnan2a3

- on chauffe et on applique U .

l'électrode i2a

aléator mn n.011a

3 n.1111

- **Ballast**: → électromagn. (inductance + ballast)
- électronique : change le type du signal, bisha88il l lampe
3a. frq 20kHz

↳ Fonctions du ballast :

- y2alli3 l lampe (provoque un arc élec) $\Leftrightarrow R < 0 \Rightarrow$ appel de ∞
- maintenir l'intensité de la lampe (régule les pertes de ct)

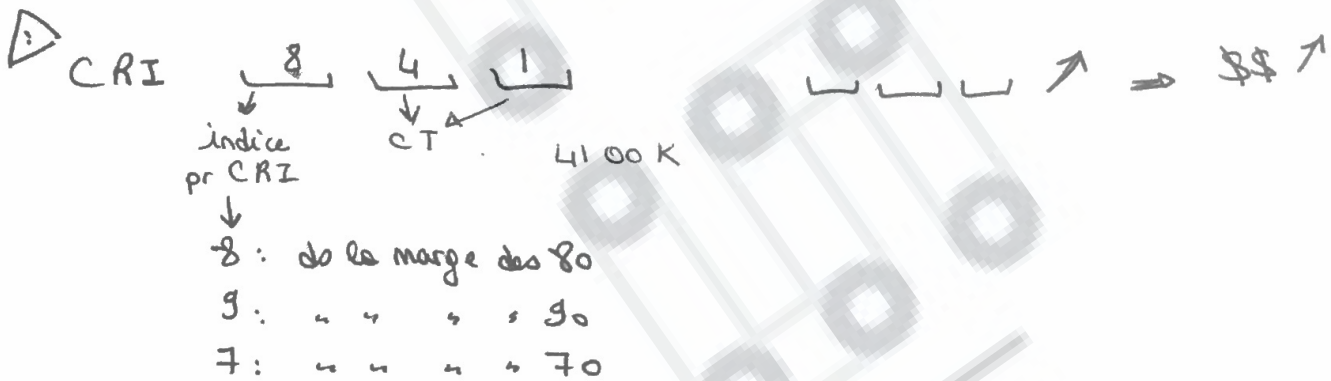
⚠ Lampe fluo linéaire → +ieurs diam / soit en mm
soit en $\frac{1}{8}''$ du'inch.

utilisée ds
les cave
light

← T5 → 5 $\frac{1}{8}''$ de l'inch \Leftrightarrow T16mm

(+5inc) T8 → 8 $\frac{1}{8}''$ de l'inch \Leftrightarrow T26mm

↳ (+5inc) T12 → très rarement utilisée



- Re-strike : deyra tafyit w 3m erja3 dawwera (R >>> car btkoun 7amye)

→ Advantages

- high luminous output
- wide range of voltage
- Good to very good color rendition
- long lamp life

→ Disadvantages

- Size

MV:

③ + HID (High intensity discharge) { Eff: 10 to 63 lm/w . Standard MV 40 to 1000w
 } > incand.
 } mais < fluo.
 . Self-ballasted MV 160 to 1250w

mercury vapor (MV)
 MH } remplace le MV
 HPS } car + efficaces.
 (+ 70% improvement)

- Elec. arc discharge contained in an arc tube inside the bulb → Light
- À haute pression ≠ fluo (basse pression)
 ↓
 pr augmenter l'efficacité de la lampe

a) MV

Applications:

- interior industrial applications
- street lighting security lighting - floodlighting
- retail shops, indoor shopping malls, restaurants, cafeterias, air/bus terminals
 lobbies, foyers, gymnasiums, banks, barns.

MV

→ Advantages

- good luminous output
- no igniter required
- wide range of wattage
- long lamp life
- small size

→ Disadvantages

- poor color rendition
- long starting and re-striking times (approx. 5 min)
- High price.

b) MH

- chakra metal lampe incandesc.
- mercure alibi b alba
- warm-up time < Re-strike time
 ~4 mins ~10-12 mins

Re:

bl aeroport bade lamba iza tafit do 8re taur me fina nonour medre alba.

- MH is the most efficient srce of "white" (50 to 110 lm/w)
 (+ eff que MV et fluo)
 (- eff que HPS et LPS)

Applications.

(Large wattages) • flood lighting, street lighting, large industrial areas and sports arenas.

(Smaller wattages) • merchandising areas, assembly spaces, schools and public buildings.

• Clear lamps are used for colour TV broadcasting, colour photography, industrial/commercial lighting.

• phosphor-coated lamps are used for industrial/commercial indoor lighting, area lighting.

Rq led me fiya hje maTel MH la hallad. la bl intensiti wala bl affisuit

MH

Advantages:

- good luminous output
- long lamp life
- good to very good color rendition
- Small size

Disadvantages:

- Long starting and re-striking time
- not suitable for dimming
- high price.

c) HPS.

→ la + utilisée de l'éclairage extérieur

→ utilisée de l'écl. intérieur où le CRI n'est pas important

→ demande crt >>> au démarrage

→ warm-up time > Re-strike time

• ~3-4 min

~1 min

Shortest re-strike time of all HID sources.

→ 35 to 1000 W

→ 24000 hrs for most HPS lamps

→ Golden-white

→ 50 to 140 lm/W

(+ eff que MH lamps)

(- eff que LPS lamps)

→ Efficiency increases with lamp size

* Applications (HPS)

- (where colour is less important)
- clear lamps used in roadway lighting, flood lighting, industrial lighting, area lighting, airport lighting
- coated lamps used in area and floodlighting, security lighting, industrial and commercial indoor lighting and parking lots.

HPS

Advantages

- v. good luminous output
- long lamp life
- Small size.

Disadvantages

- Poor color rendition
- long starting and re-striking times
- High price.

d) LPS

- non utilisée de l'écl. intérieur
- warm-up time > Re-strike time
~ 9 mins. < 1 min
- durée de vie → 14000 hrs - 18000 hrs
- eff. →
- 18 à 180 W.
- monochromatique (couleur jaune)
- CRI <<< (colors are seen → yellow or muddy Brown.)
↓
does not apply for this lamp.
- the highest efficacy of all light sources (100 to more than 180 lm/W)
↓
augmente avec size of the lamp.
- Apps:
 - warehouse
 - brouillard

④ * LED.

- ideal for quick, dynamic light scenes.
- do not produce UV or IR radiation. ⇒ eff >>> → beaucoup plus de lumière par watt

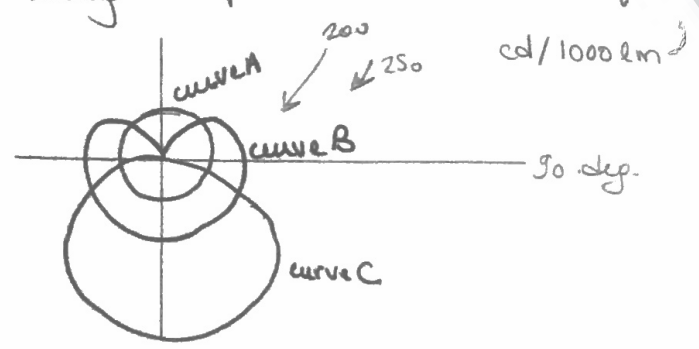
Chapitre 3. Luminaires and photometric data

- Luminaire = lampe + chassis + réflecteur + diffuseur + ballast + alim élec + câbles
- Réflecteur
 - matte (Lambertian) prismatique → de toutes les directions uniforme + max homog.
 - Spéculaire (lambris) → réfléchit de une direction fixée.
 (figo lentes paraboliques)
- Diffuseur: m rôle que le réflecteur (lentille)
- 19 moy. lim. max pr dire qu'il n'y a pas d'ébl.
- > 19 → Ebl.
- lum. entre 30 et 150° → Barrata ma la 3az.

Photometric Data

Polar diagram Pour calculer E en connaissant l'intensité de la diagg. polaire et la dist. entre le luminaire

- Allow the selection of suitable luminaires and spacing distances based on an acceptable illuminance variation along the working plane.
- provide the designer with information on light intensity in a given direct^o when using the point to point method of calculation



- curve A: intensity is equal in all directions → light src symmetrical in output.
- curve B: more realistic output for a bare lamp.
- curve C: reflectors are used → the output is concentrated even more

* forme de flux lumineux



⊥ au luminaire

cd/1000 lum ≡ cd/Klm

⇒ il faut × 1000 → cd.

--- coupe longitudinale
— " transverse.

Si je regarde de côté

à n'importe quel angle je peux calculer l'intensité

$$E = \frac{I \cos \theta}{d^2}$$

$$I = \frac{\text{vol. lue} \times \text{flux lum. (lm)}}{1000}$$

* Luminaires classification.

IP
↓ Solera ↘ contre l'eau

- IP 20 ordinary
- IP X1 Drip-proof
- IP X3 Rain-proof
- IP X4 Splash-proof
- IP X5 Jet-proof
- IP X7 watertight (immersible)
- IP X8 Pressure-/watertight (Submersible)
- IP 4X Proof against 1mm diameter probe.
- IP 5X Dust-proof
- IP 6X Dust-tight
- IP 20 → ordinaire
- IP 67 ou 68 → Piscine (immergé ds l'eau)
- IP 65 → Jardin
- IP 44 ou IP X4 → ma tablet fi shatef.
- IP 23 → WC + cuisine
- IP 43 ou 44 → cuisine indust. ou méca.
- IP 54 - 55 → shatef bi kamiye kbine
Shaft l bineye.
- IP 65 → Parking publique tafet lared
↳ weather proof.

• IPK → indice de chocs mécaniques

• Explosion proof → elle ne contribue pas à l'explosion.

* Fluo. Fixture Reflectors

→ Advantages:

- reduces lighting power consumption.
- improves luminous efficacy in the work area
- reduces cooling load, in the case of de-lamping
- extends ballast and lamp life by decreasing...?
- fewer lamps and fixtures are required.
- Reduces maintenance costs.

→ Disadvantages:

- may have long payback period

(disadv..)

• not cost-effective if fixtures of ≠ size and type are involved.

• may create a 'cave effect' in site situation causing walls to appear dark at the top bcz of the light is focused downwards.

Chapitre 4 Simulation and calculation

- La méthode de cos³ → n'est plus valable de le cos d'une surface entière.
D'où la méthode de Lumen.

$$E = \frac{F}{A}$$

illuminance (lx) ← densité du flux incident sur une surf. mesuré à cette surf.

F : flux total utile du luminaire. (lm) émis de toutes les directions

A : receiving surface

flux = lm/m² ↓ surface éclairée ≠ distance de la surface à la src.

- MF: facteur de maintenance
- UF: " d'utilisation

$$\text{flux utile} = \text{flux de ttes les lampes} \times MF \times UF$$

- Exitance: density of flux leaving a surface (lm/m²)
- Luminance: intensity of flux leaving a surface in a given direction (cd/m²)

$$L = E_p \rightarrow \text{reflectance (case of reflected luminance)}$$

or

$$L = E_T \rightarrow \text{transmittance (case of transmitted ")}$$

* Uniformity = $\frac{\text{min. illuminance}}{\text{Av. illuminance}} \geq 0.8$ → relates to the evenness of light across a task or over a working plane where tasks will be performed.

* Diversity = $\frac{\text{Max. illuminance}}{\text{min. illuminance}} \leq 5$ → diversity is a measure of the range of lighting over a specified plane normally the horiz. working plane in the space.

* Basic light objectives:

- tasks performed?
- mood?
- comfortable environment?

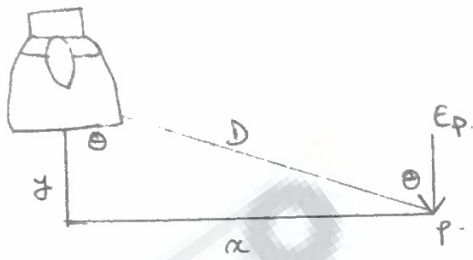
UF:

- white or cream → 0,7 ou 0,8
- yellow → 0,6
- light green or pink → 0,5
- sky blue or grey → 0,4
- Beige or Brown → 0,3

* Average illuminance calculation methods.

I. Method 1: Inverse square / point method.

used to determine the specific illuminance at a point in space



y = net mounting height
 x = horiz. distance from center of fixture
 D = Diagonal distance

$$E_p = I_p \frac{\cos \theta}{D^2}$$

2. Method II. Lumen method or Zonal Cavity method

- method most commonly used for office, commercial, and factory spaces
- It is based on the pre-calculated tables of coeff. for each general fixture type.

$$E = \frac{N \times n \times LL \times MF \times UF}{A}$$

illuminance (lux)

N : nb. of fixtures
 n : nb. of lamps / fixture
 LL : nb. of lumens produced / lamp
 MF : combined maintenance factor
 UF : coeff of utilization from the tables.
 A : area of the working plane (or floor) that will be illuminated by the fixture (m^2)

$$MF = RSMF \times LMF \times LLMF \times LSF$$

Reduced reflectance due to the accumulation of dirt and dust on room surfaces

Reduced light output due to lamps failing

Reduced light output due to the lamp lumen maintenance factor

Reduced light output from the luminaire due to the accumulation of dirt and dust on the luminaire

• $MF = 0,8$ do les locaux propres à maintenance régulière

• UF → elo 3ala bl Supplier to 3 el luminaire (on le déduit)

• MF_{min} do indoor = 0,65 (Basement, storage, technic room...)

En dielour, UF donné direct. avec le luminaire

• $MF = 0,7$: cuisine indu. locaux élec.

$$UF = \frac{\text{lumens received on working plane}}{\text{lumens output of luminaires}}$$

R_p (flux lum. sym. : au luminaire)

→ dépend du type du luminaire.
 → dépend du Room index (indice du local)

Reflectance of Room Surfaces

(Bright colors + high refl ⇒ $UF \gg 1$)

$$RI = \frac{L \times W}{(L + W) \times H_m}$$

hauteur utile (dist. entre luminaire et surface à éclairer) et non la terre (sauf si je veux l'éclairer)

→ 0,5 idéal (Forme du local régulière)

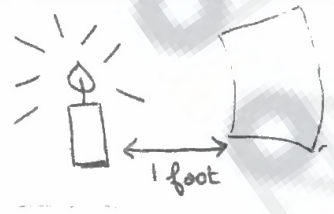
→ Forme non régulière } $H \uparrow RI \rightarrow$

kel ma ke3la wafd kthir % à la 2^e RI \uparrow

Partie I. Eclairage

- Brightness = luminosité (mot technique : luminance)
- Lampe incandescente = 100 chandelles \Rightarrow Intensité = intensité d'une bougie x 100
- 1 foot candle \Leftrightarrow 10,76 luxes (SI)
(USA)

Square foot \Leftrightarrow 0,3 m²



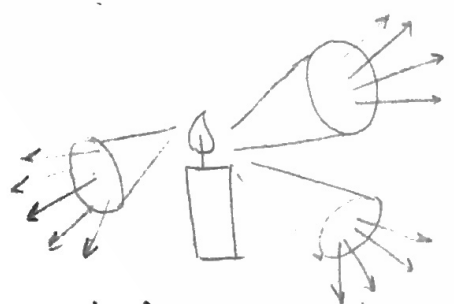
- * illumination level : 1 foot from a standard candle = 1 footcandle.
- * a square foot of surface illuminated to 1 footcandle has 1 lumen of light falling on it.

Foot-candles = lumens per square foot

- lumen = q^{te} de lumière incidente sur cette surface (0,3 m²) distante de 1 foot de la bougie.

1 lux = 1 lumen / m² (SI)

- Une bougie émet dans l'espace une q^{te} de lumière \Leftrightarrow 12,6 lumens dans toutes les directions.



1 cône \approx steradian
1 lumen \leftrightarrow 1 steradian

- Notion d'angle solide: (30)
 \rightarrow angle d'une sphère $\left\{ \begin{array}{l} 4\pi \text{ steradians} \\ \updownarrow \\ 12,6 \text{ steradians} \end{array} \right.$

- * Intensité lumineuse ou q^{te} de lumière d'un faisceau (càd ds une direction donnée) \rightarrow Brevet l'unité lumen btw candella.

Each area of 1 sq. ft is receiving 1 lumen of light.

Donc : intensité lumineuse \rightarrow lumen / steradian = candela

- { lumen : de toutes les directions
 - { candela : de une direction donnée.
- \Rightarrow candela = lumen / steradian

Def. candela.

$\lambda = 555 \text{ nm}$ \rightarrow milieu du spectre visible.

(less power w aktar shi lumière)

pic du spectre visible (vert).

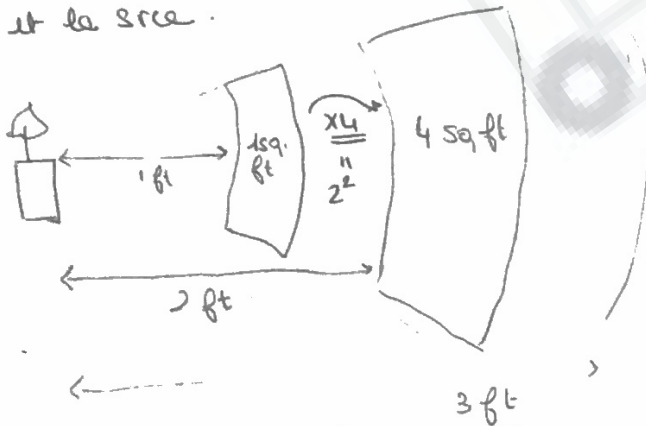
densité énergétique = $\frac{1}{683 \frac{\text{watt}}{\text{strad.}}} \cdot \text{lumen/w/s}$

max d'efficacité = 683 lm/w

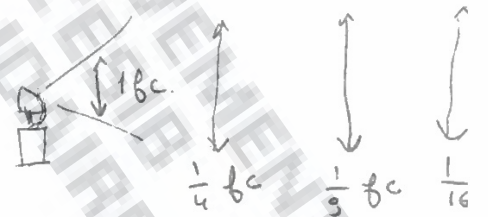
! Intensity indépendante de la distance.

\rightarrow candela dépend de la src et non de l'observateur

\neq illuminance varie inv. prop. au carré de la distance qui sépare la surface et la src.



* the farther you go from the candle, the lower the illumination



The inverse square law of illumination.

{ \Rightarrow the illumination falls off as: $\frac{1}{(\text{distance})^2}$

Illumination = $\frac{\text{candlepower}}{\text{distance}^2} = E = \frac{I}{d^2}$

Si surface inclinée :

$E = \frac{I}{d^2} \cos \theta$

E: lux
I: candle
 d^2 : m²
 $\cos \theta$: rd
(θ 's variable)

• Une surface est éclairée qd il ya une source qui elle éclair

il ya une partie des rayons \rightarrow absorbée
 \rightarrow réfléchi.

\rightarrow Coeff. de reflexion = 60%.

(si la surface réfléchit 60% des rayons incidents)

Ex: Surface accepte 85 lumens qui viennent de toutes les directions.
 3 sq. ft \rightarrow $85 \times 60\% = 51$ lumens réfléchis
 17 \rightarrow absorbés

Excitance \rightarrow lm/m²

$$\Rightarrow \text{excitance} = \frac{51}{3} = 17 \text{ lm / ft}^2$$

$$= 170 \text{ lm / m}^2.$$

\rightarrow Specular reflection: réfléchir ds une \hat{m} direction (miroir) \rightarrow \hat{m} excitance

\neq Diffuse reflection: \rightarrow toutes les directions. \rightarrow 17 lm/ft².

\rightarrow Si une surface diffuse les rayons incidents d'une manière uniforme.
 \rightarrow Surface lambertienne.

• Pourquoi l'excitance peut changer sur une \hat{m} surface?

\rightarrow la réflexion peut changer
 \rightarrow l'illuminance peut changer (E)

Unit	Symb	name	Description
lux	E	illuminance	niveau d'éclairage (qté de lumière incidente sur une surface / m ²)
lumens	Φ	flux lumineux	qté de lumière émise par une source ds toutes les directions ou qté incidente sur une surface ds toutes les directions
condela	I	intensité lumineuse	lumen ds une direction donnée
lm/m ²	M	excitance lumineuse	qté de lumière réfléchi par une S/m ²
cd/m ²	L	luminance	surface Brightness Density.

$$\bullet E = \Phi \text{ por } m^2 \text{ ou par } ft^2$$

$$\bullet E = \frac{I \cos \theta}{d^2}$$

$$\bullet M = E \times (\text{reflectance of surface})$$

$$\bullet L = \frac{M}{\pi}$$

→ Un papier blanc illuminé sur 1 fc. a une luminance de $3,43 \text{ cd/m}^2$
 Si éclairé à $10,76 \text{ lux}$. (en appliquant $L = \frac{M}{\pi}$)

- illuminance → lm/m^2 actual area of target
- exitance → lm/m^2 " " source
- luminance → cd/m^2 apparent " " "

$$\text{lux} = \frac{\text{cd}}{m^2} \rightarrow \text{dist. from src to target}$$

→ Luminance is a measure of how bright a surface looks.
 ↳ "the brightness density" of the surface.

- * Si j'ai 2 surfaces lambertiennes pourquoi la luminance peut différer??
- reflexion peut varier.
 - illuminance " "
 - la src diffère.

(lune → réflecteur lambertien)

p 34-35 revoir

Tests.

SOLIDAIRES DU MOUVEMENT
 DES LESIBES