



Chapitre 21 :

S2-2 : Electrothermie.

S2-3 : Eclairagisme.

SOMMAIRE

ELECTROTHERMIE

1-NOTIONS DE CHALEUR	3
1-1-Définition de la chaleur	3
1-2-Unités de chaleur	3
1-3-Transfert de chaleur	4
1-4-Transmission de la chaleur par conduction	4
1-5- Transmission de la chaleur par rayonnement	5
1-6- Transmission de la chaleur par convection	6
1-7-Simultanéité des modes de transmission	7
2-ELECTROTHERMIE	8
2-1-Chauffage par résistance	8
2-2-Chauffage par rayonnement	8
2-3-Chauffage par induction	9
2-4-Chauffage par diélectrique	9
2-5-Chauffage par arc électrique	9
2-6-Récapitulatif et utilisation des procédés	10
3-APPLCATIONS AU CHAUFFAGE D'UNE MAISON	11
3-1-Rappels	11
3-2-Concernant la conduction...	11
3-3-Concernant la convection et le rayonnement	12
3-4-Coefficient U bât	13
3-4-1-Détermination du coefficient de déperdition à travers les parois vers l'extérieur	14
3-4-2-Détermination du coefficient de déperdition à travers les parois vers le sol	14
3-4-3-Détermination du coefficient de déperdition à travers les parois vers les locaux non chauffés	14
4-Détermination de l'isolation	15
5-Ventilation des locaux	16
6-Détermination de la puissance des radiateurs	17
7-1-Présentation du projet	17
7-2-Plan de la maison	18
7-3-Calcul des différents coefficients thermiques	19
7-4-Calcul des déperditions de la chambre 3	19
7-5-Calcul de la puissance chauffage pour la chambre 3	20
7-6-Calcul de la puissance chauffage pour la salle de bains	20
7-7-Calcul de la puissance chauffage pour la cuisine	20
TRAVAIL PERSONNEL	21
AUTOCORRECTION	22

ECLAIRAGISME

1-NOTIONS D'ECLAIRAGISME	23
1-1-Définition de la lumière	23
1-2-Photométrie	24
1-3-Couleur de la lumière et indice de rendu des couleurs	26
1-3-1-Température en degré Kelvin	26
1-4-Flux lumineux	26
1-5-Eclairement	28
1-6-Intensité lumineuse	30
1-7-Puissance	30
1-8-Efficacité lumineuse	31
1-9-Lumière et distance	31
1-10-Luminance des matériaux	31
1-11-Durée de vie	31
2-PRODUCTION DE LA LUMIERE	33
2-1-Lampes à incandescence	33
2-2-Lampes halogènes	33
2-3-Lampes fluorescentes	34
2-4-Comparaison des 3 procédés	35
TRAVAIL PERSONNEL	36
AUTOCORRECTION	44

S 2 – 2 : ELECTROTHERMIE.**1-NOTIONS DE CHALEUR :****1-1-Définition de la chaleur :**

Chaleur, en physique, forme d'énergie échangée entre deux corps. Ce transfert s'effectue sous forme d'énergie mécanique microscopique, correspondant au degré d'agitation des molécules. Ainsi, lorsqu'un corps reçoit de la chaleur, l'agitation de ses molécules a tendance à s'intensifier, ce qui se traduit la plupart du temps par une augmentation de la température de ce corps. Cependant, un apport de chaleur peut également provoquer un changement d'état : si on chauffe un glaçon, il fond progressivement tout en restant à 0°C. Entre deux corps, **la chaleur se propage spontanément du corps ayant la température la plus élevée vers celui ayant la température la plus basse**, élevant donc généralement la température de ce dernier, tout en abaissant la température du premier. La chaleur ne se propage d'un corps froid vers un corps chaud qu'à condition de fournir un travail.

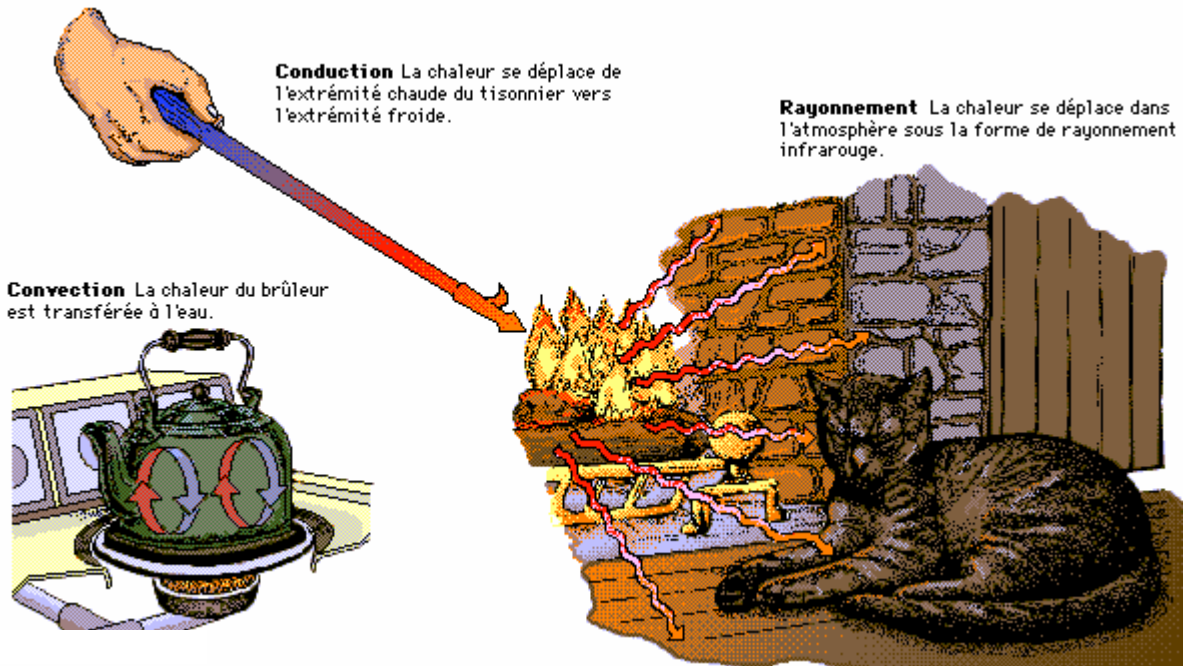
1-2-Unités de chaleur :

En physique, la chaleur s'exprime en joules (symbole J) puisque c'est une forme d'énergie, tout comme le travail. Toutefois, on utilise également la calorie (symbole Ca), définie comme étant la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 g d'eau à 15°C sous une pression de 1 atmosphère. On a l'équivalence 1 Ca= 4,1855 J.

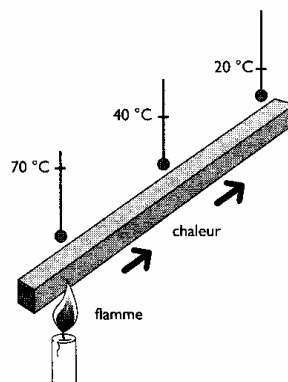
1-3-Transfert de chaleur :

Il existe trois modes de transfert de chaleur : la conduction, le rayonnement et la convection.

La conduction implique un contact physique entre les corps ou les parties des corps échangeant de la chaleur, alors que le rayonnement ne nécessite ni contact ni présence d'aucune matière entre les deux corps. La convection se produit lorsqu'un liquide ou un gaz est en contact avec une source plus chaude; il se produit alors un mouvement d'ensemble des molécules du fluide transportant la chaleur vers les zones plus froides.

1-4-Transmission de la chaleur par conduction :

Le barreau métallique, dont une extrémité est exposée à une flamme, s'échauffe progressivement. La chaleur chemine de proche en proche à l'intérieur du métal.



De la même manière, le fer à repasser chauffe le linge avec lequel il est en contact.

Le bac à glace du réfrigérateur se refroidit, puis gèle par contact avec la paroi froide de l'évaporateur.

Tous les corps ne propagent pas la chaleur de la même manière:

- Ceux qui la propagent de manière importante sont appelés bons conducteurs (exemple : les métaux) On les utilisent lorsqu'on souhaite favoriser la transmission de la chaleur.
- Ceux qui la propagent peu sont appelés isolants (exemples : liège, mousses obtenues à partir des matières plastiques telles que le polystyrène). On les utilise pour freiner la transmission de la chaleur.

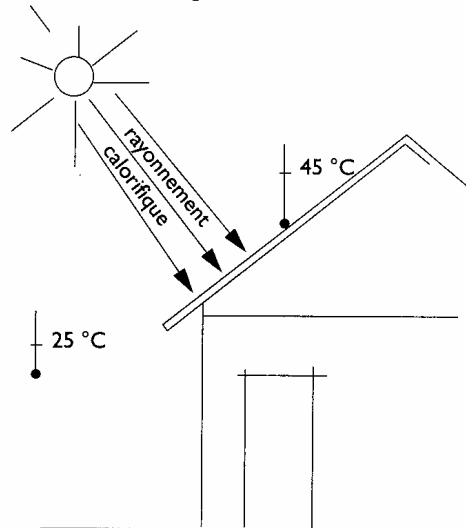
1-5-Transmission de la chaleur par rayonnement :

Le soleil chauffe la terre; De même le radiateur à rayons infrarouges (voir figures ci dessous) ou la lampe incandescente chauffent un objet placé à proximité.

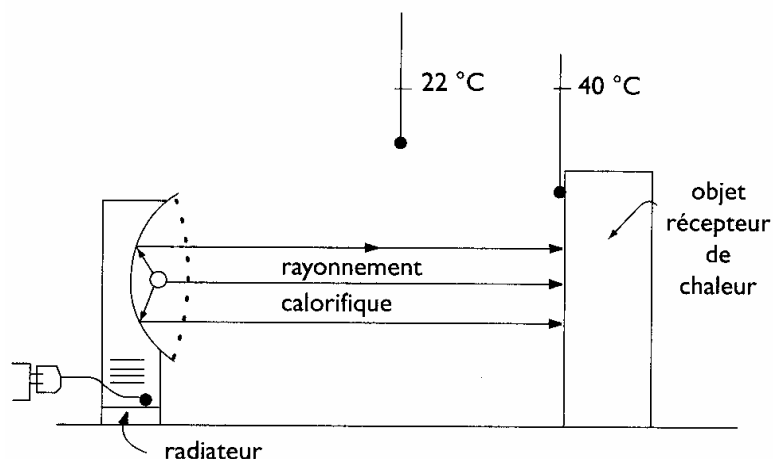
Dans ces deux exemples, les rayons calorifiques (qui produisent de la chaleur) se sont propagés de la source de chaleur à température élevée vers des objets plus froids. Ce mode de transmission présente la particularité de s'exercer sans support matériel, puisque le rayonnement solaire nous parvient après avoir traversé le vide de l'espace interplanétaire.

Sur terre, la présence d'air, de brume ou de brouillard réduit l'intensité de ce rayonnement, la part manquante ayant été absorbée ou réfléchi.

Rayonnement solaire. La température du toit est supérieure à celle de l'air ambiant.



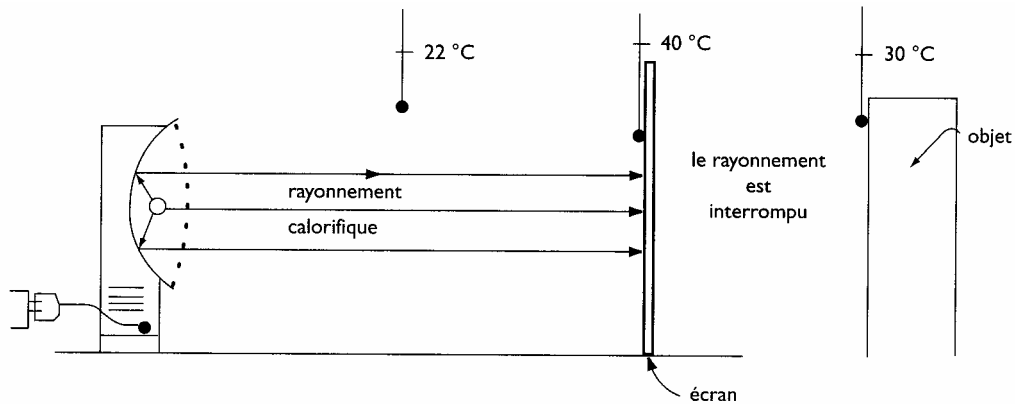
Radiateur à rayons infrarouges (émetteur de chaleur). La température de l'objet est supérieure à celle de l'ambiance.



Le rayonnement est interrompu lorsqu'un écran est interposé entre la source chaude et l'objet récepteur; l'écran chauffe à son tour, tandis que l'objet se refroidit.

Dans ces trois exemples, la source du rayonnement calorifique a une température très élevée:

- plusieurs milliers de degrés à la surface du soleil
- près de mille degrés pour le tube radiant.

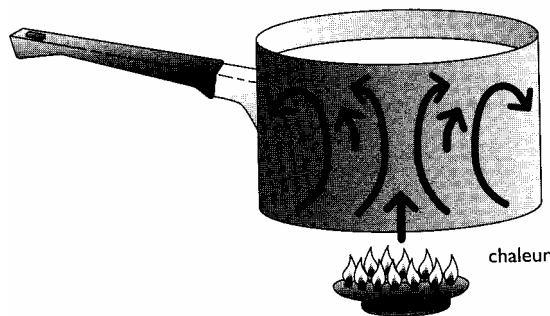


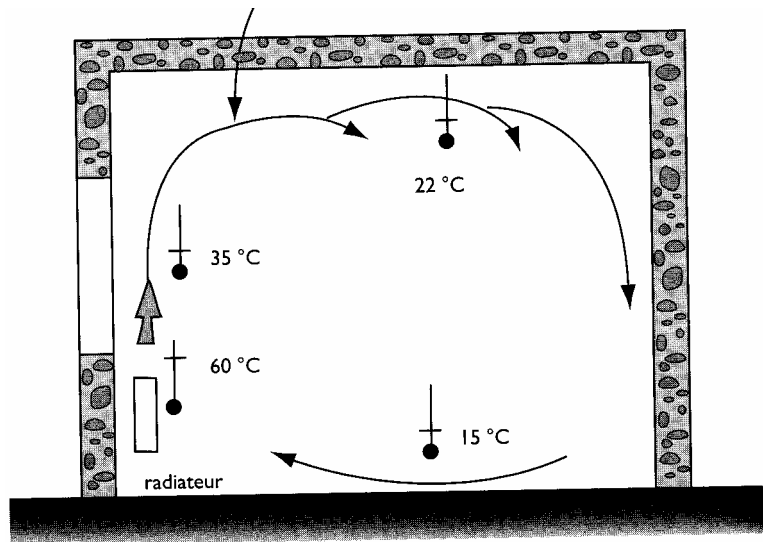
Le rayonnement émis par ces sources est très important. Portés à des températures plus modestes, les corps physiques émettent aussi de la chaleur par rayonnement. Celui-ci est en revanche plus faible. Ainsi, un radiateur à eau chaude et un panneau radiant électrique, dont la température de surface n'est que de 60 °C à 90 °C, émettent par rayonnement une part importante de leur énergie calorifique.

1-6-Transmission de la chaleur par convection :

La densité des liquides et des gaz diminue lorsqu'on les chauffe.

Dans le récipient, le fond chauffe au contact de la flamme, puis l'eau chauffe à son tour. Étant devenue plus légère, elle s'élève et est remplacée par l'eau plus froide, un courant s'établit.

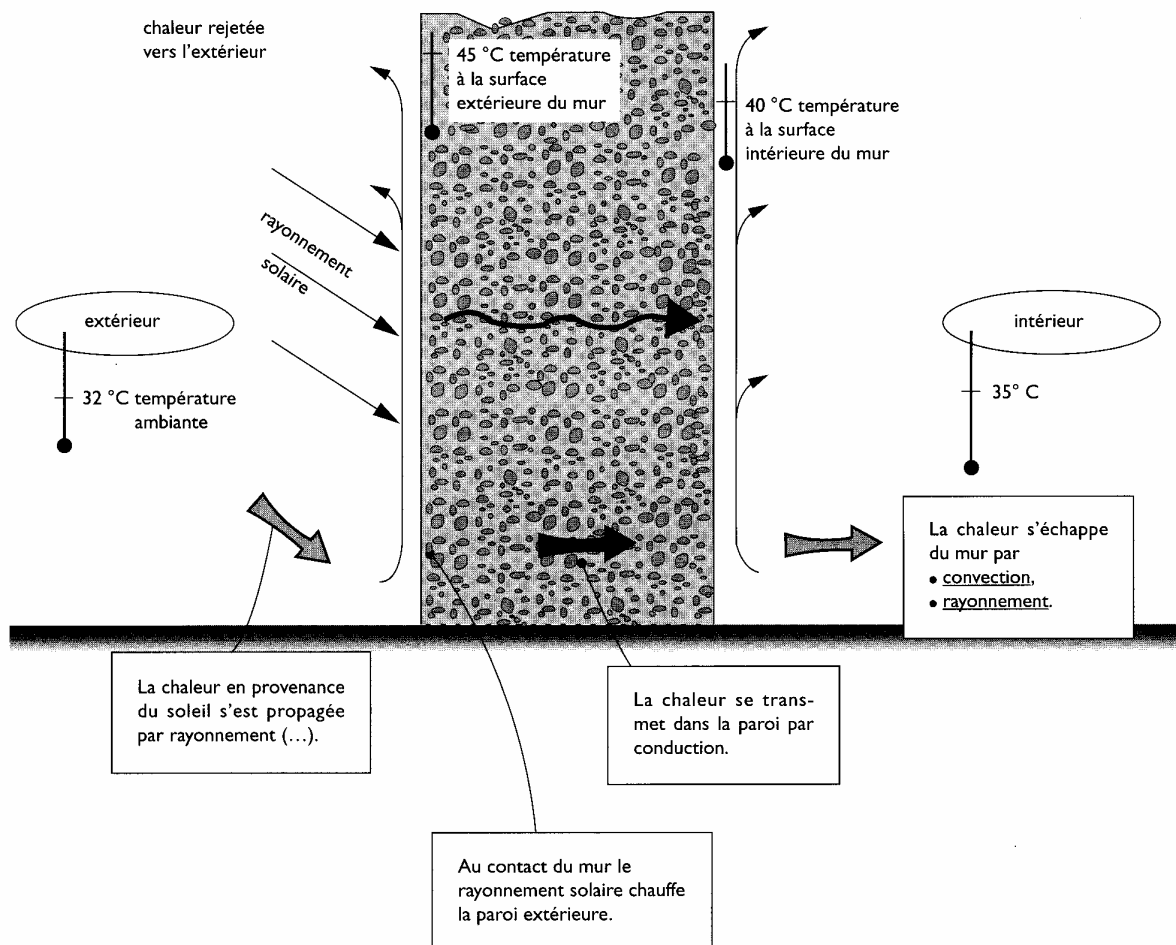




Dans un local chauffé par un radiateur, l'air s'élève au contact de ce dernier, car sa température a augmenté de l'air plus froid vient le remplacer, il s'établit un courant de convection. La chaleur cédée par le radiateur est véhiculée vers les zones plus froides.

1-7-Simultanéité des modes de transmission :

L'étude des échanges de chaleur d'un local avec l'extérieur ou d'un appareil émetteur avec une ambiance montre que les trois modes de transmission s'exercent le plus souvent simultanément, comme l'illustre l'exemple suivant:



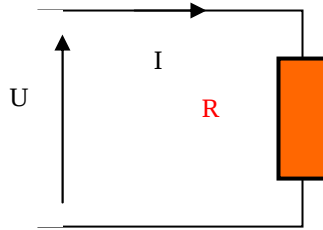
Dans le dessin ci-dessus, le mur du local est exposé au rayonnement solaire : sa température extérieure s'élève donc du fait de cet apport de chaleur dont une partie est rejetée par le mouvement de convection de l'air et par rayonnement. La fraction restante se transmet dans l'épaisseur de la paroi par conduction. Elle pénètre ensuite dans le local et le chauffe par rayonnement et convection.

2-ELECTROTHERMIE:

l'électrothermie consiste à produire de la chaleur en utilisant l'énergie électrique (transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique).

Divers procédés sont utilisés en domestique, tertiaire ou industriel pour chauffer les locaux, préparer les repas, assurer le confort ou dans des applications industrielles.

- Chauffage par résistance.
- Chauffage par rayonnement.
- Chauffage par induction.
- Chauffage par diélectrique.
- Chauffage par arc électrique.

2-1-Chauffage par résistance :

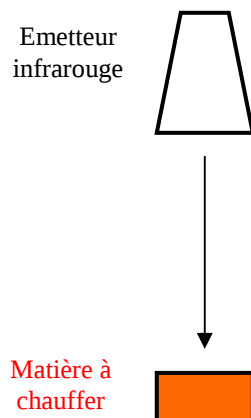
C'est une application de la loi de Joule : une résistance parcourue par un courant produit de la chaleur :

$$P = R \times I^2$$

On distingue :

- Le chauffage direct où la matière à chauffer constitue elle-même la résistance R (exemple : soudure par points).
- Le chauffage indirect où la matière à chauffer est placée à proximité de la résistance R (exemple : four).

Les utilisations sont très nombreuses aussi bien en domestique (plaque de cuisson, fours, chauffe-eau, sèche cheveux,...) qu'en industriel (chauffage industriel, fours, étuves, thermoplongeurs,...) .

2-2-Chauffage par rayonnement :

Le chauffage par infrarouge est un procédé de chauffage direct par rayonnement, les produits à chauffer sont soumis à l'énergie rayonnée par des corps de chauffe appelés émetteurs.

Les différents émetteurs se classent en fonction de leur longueur d'onde :

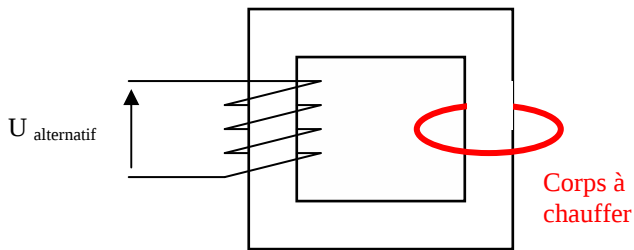
Infrarouge court : (λ comprise entre 0,76 et 2 μm) : lampes, tubes à filament de tungstène portés à une température entre 1900 et 2000°C.

Infrarouge moyen (λ comprise entre 2 et 4 μm) : lampes, tubes à filament de tungstène portés à une température entre 700 et 1100°C.

Infrarouge long : (λ comprise entre 4 et 10 μm) : plaques, éléments tubulaires portés à une température entre 200 et 500°C.

Les applications industrielles du chauffage par infrarouge sont nombreuses : cuisson des peintures, séchage d'émail, préchauffage des plastiques, séchage des panneaux de bois, vulcanisation, etc...

On les utilise aussi, dans l'élevage des poussins, le chauffage des grandes locaux ou en domestique pour la salle de bains (radiateur parabolique).

2-3-Chauffage par induction :

Un corps conducteur de l'électricité placé dans le champ magnétique d'un solénoïde ou inducteur aux bornes duquel on applique une tension alternative est le siège de courants électriques induits. Ceux ci provoquent son échauffement par effet Joule.

Le chauffage par induction met en jeu trois phénomènes physiques successifs :

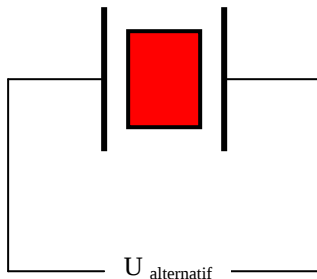
- Transfert de l'énergie depuis la bobine jusqu'au corps à chauffer.
- Transformation en chaleur, dans le secondaire, de l'énergie électrique qui y a été transférée : effet Joule.
- Transmission de cette chaleur par conduction dans la masse du corps à chauffer.

Les procédés de chauffage par induction se caractérisent par la fréquence utilisée :

Fréquence industrielle (50 Hz) et moyenne fréquence (de 500 à 10 000 Hz)

Hautes fréquences (de 100 kHz à 5 MHz).

Les applications sont réservées à la fonte des métaux ou aux chaudières pour les installations industrielles et aux plaques à induction pour certaines plaques de cuisson en domestiques

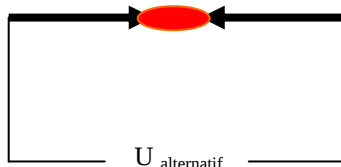
2-4-Chauffage par diélectrique :

Une substance non conductrice de l'électricité, placée dans un champ électrique alternatif à hautes fréquence s'échauffe.

Le dégagement de la chaleur a lieu dans la masse du corps à chauffer.

Il peut être considéré comme uniforme dans toute cette masse si la substance est homogène.

Collage des meubles, séchage des bois, vulcanisation du caoutchouc, préchauffage des plastiques, pasteurisation sont des applications industrielles de ce procédé. En domestique le four à micro-ondes peut être rattaché à cette méthode.

2-5-Chauffage par arc électrique :

En écartant deux électrodes de charbon préalablement en contact et reliées aux bornes d'une source on produit l'amorçage d'un arc électrique.

Cet arc lumineux et producteur de chaleur.

On l'utilise dans la fusion des métaux (fours à arc) et le soudage des métaux (soudage à l'arc).

2-6-Récapitulatif et utilisation de ces procédés :

MODES DE PRODUCTION DE LA CHALEUR	EXEMPLES CONCRETS DOMESTIQUES	EXEMPLES CONCRETS INDUSTRIELS, AGRICOLES ,...
CHAUFFAGE PAR RESISTANCE : (*)	Radiateur ou convecteur. Fer à repasser. Chauffe-eau.	Four électrique industriel. Soudure par point (chauffage par résistance direct)
CHAUFFAGE PAR RAYONNEMENT INFRAROUGE :	Radiateur parabolique (salle de bains)	Séchage des peintures. Elevage des animaux. Chauffage de grands espaces
CHAUFFAGE PAR INDUCTION :	Plaque de cuisson à induction.	Four à induction .
CHAUFFAGE DIELECTRIQUE :	Four à micro-ondes.	Séchage . Collage. Mise en forme des matières plastiques .
CHAUFFAGE PAR ARC :		Fusion des métaux . Soudage.

(*) dans le chauffage par résistance direct le corps à chauffer forme résistance alors que dans le chauffage par résistance indirect le corps à chauffer est placé près des résistances.

3-APPLICATIONS AU CHAUFFAGE D'UNE MAISON :

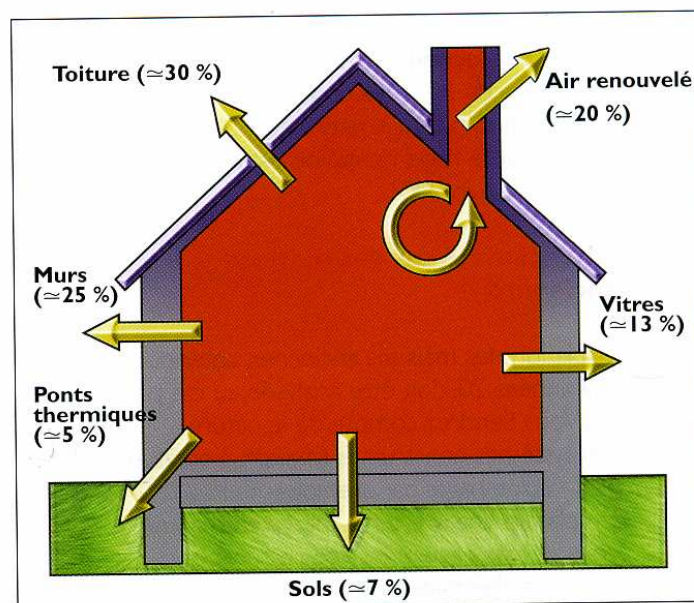
3-1-Rappels :

La chaleur est une forme d'énergie dont les manifestations ont la particularité d'être directement ressenties par le corps humain. Les notions de chaud ou de froid résultent de la perception par nos sens de la présence ou de l'absence de chaleur, ou plus exactement de l'accroissement ou de la diminution de la chaleur.

La transmission de la chaleur à travers une paroi est effectuée au travers de 3 phénomènes :

- La conduction (transmission au travers des matériaux)
- Le rayonnement.
- La convection.

Pertes de chaleur d'une maison traditionnelle
(pourcentage indicatif pour une maison individuelle non isolée) :



3-2-Concernant la conduction , on parle pour les matériaux de construction de :

- **Conductivité thermique :** Elle représente la caractéristique thermique du matériau. Elle est Donnée par le constructeur sous le nom de lamda (λ). Son unité est le $W/m^{\circ}C$. Plus elle est grande, plus le matériau conduit bien la chaleur. Plus elle est petite, moins le matériau conduit la chaleur on dit qu'il est isolant thermique.

Exemples :

- Laine de verre : $\lambda = 0.04 W/m^{\circ}C$.
- Béton : $\lambda = 1.6 W/m^{\circ}C$.
- Plâtre : $\lambda = 0.35 W/m^{\circ}C$.
- Acier : $\lambda = 150 W/m^{\circ}C$.

- **Résistance thermique :** Elle peut être donnée par le fabricant ou calculée grâce à la formule :
 $R (m^2 \text{ } ^{\circ}C/W) = e / \lambda$ (avec e : épaisseur du matériaux en m et λ la conductivité thermique en $W/m^{\circ}C$)

Exemples :

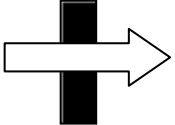
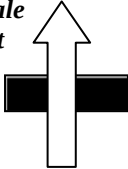
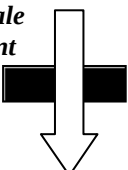
- Agglo ou moellon creux 20 cm : $R = 0,19 m^2 \text{ } ^{\circ}C/W$.
- 10 cm de laine de verre : $R = 0,1 / 0,04 = 2,5 m^2 \text{ } ^{\circ}C/W$.

3-3-Concernant la convection et le rayonnement :

Cela concerne la surface des parois internes et externes (la vitesse du vent étant différente). Le phénomène est complexe et nous admettrons l'utilisation des valeurs données dans le tableau suivant :

Résistance superficielle : R_{si} et R_{se} (en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ ou en $m^2 \text{ } ^\circ\text{K/W}$) :

En absence d'informations spécifiques sur les conditions aux limites des surfaces planes, les résistances superficielles, intérieures (R_{si}) et extérieures (R_{se}) suivantes doivent être utilisées :

Paroi donnant sur : • l'extérieur. • un passage ouvert. • un local ouvert (2)	R_{si} en $m^2 \text{ } ^\circ\text{K/W}$	R_{se} en $m^2 \text{ } ^\circ\text{K/W}$ (1)	$R_{si} + R_{se}$ en $m^2 \text{ } ^\circ\text{K/W}$
Paroi verticale Flux horizontal 	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale Flux ascendant 	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale Flux descendant 	0,17	0,04	0,21

(1) Si la paroi donne sur un local non chauffé, un comble ou un vide sanitaire, prendre : $R_{se} = R_{si}$.

(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à $0,005 m^2 / m^3$. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.

3-4-coefficient Ubât :

Le coefficient Ubât se calcule d'après la formule suivante :

$$U_{bât} = H_T / A_T$$

Où,

H_T est la surface intérieure totale des parois qui séparent le volume chauffé de l'extérieur, du sol et des locaux non chauffés en m^2 .

A_T est le coefficient de déperdition par transmission entre le volume chauffé d'une part et l'extérieur, le sol et les locaux non chauffés d'autre part . Il se calcule par la formule suivante :

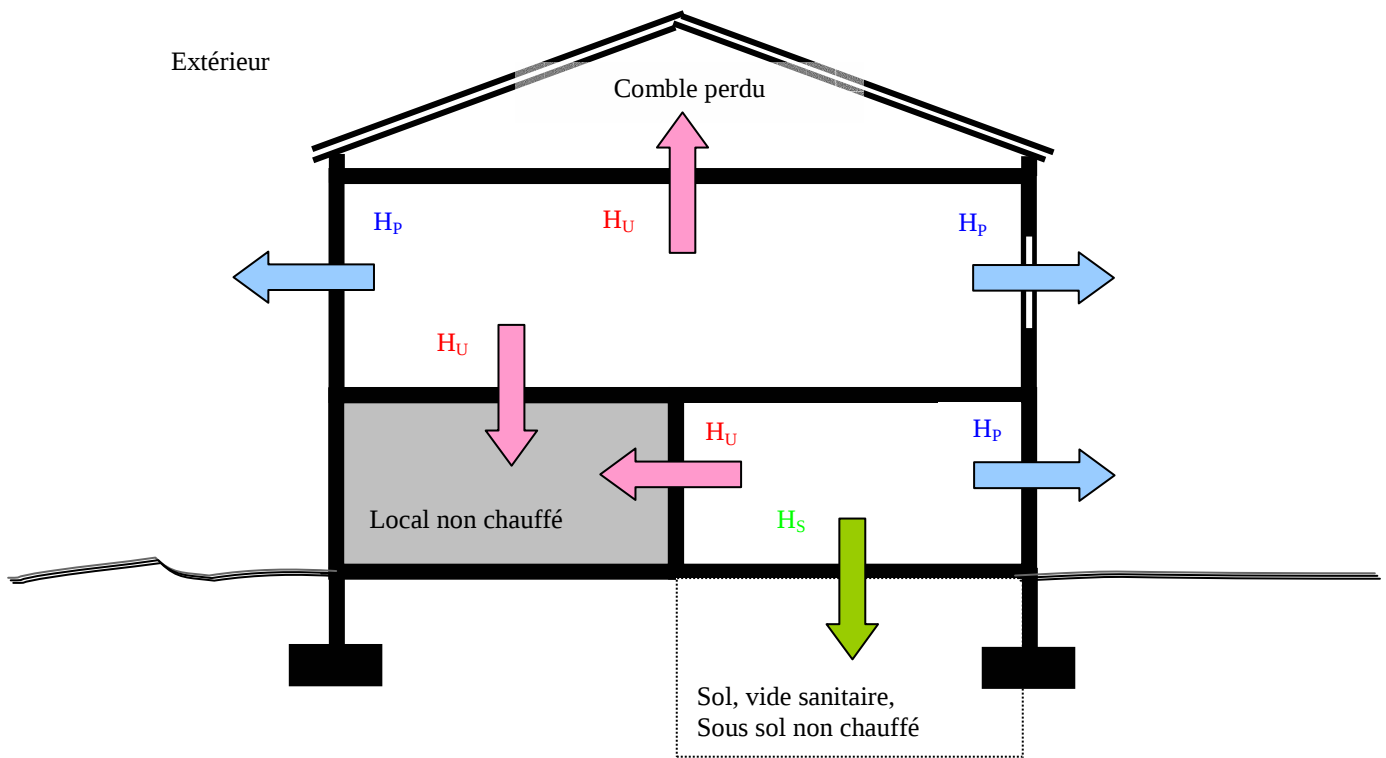
$$H_T = H_p + H_s + H_u$$

Où,

H_p est le coefficient de déperdition par transmission à travers les parois donnant directement sur l'extérieur en W/K

H_s est le coefficient de déperdition par transmission à travers les parois en contact direct avec le sol, donnant sur un vide sanitaire ou sur un sous sol non chauffé, en W/K

H_u est le coefficient de déperdition par transmission à travers les locaux non chauffés (à l'exception des sous sols et des vides sanitaires) en W/K



Coefficients de déperdition par transmission à travers les parois limitant le volume chauffé du bâtiment.

3-4-1-Détermination du coefficient de déperdition par transmission à travers les parois donnant directement sur l'extérieur H_p en W/K :

Le coefficient de déperdition par transmission au travers des éléments séparant le volume chauffé de l'air extérieur se calcule par :

$$H_p = \sum_I A_I U_I + \sum_K I_K \psi_K + \sum_J \chi_J$$

Où,

A_I est l'aire intérieure de la paroi I de l'enveloppe du bâtiment en m^2 (les dimensions des fenêtres et des portes doivent être prises égales à celles de l'ouverture dans les parois).

U_I est le coefficient de transmission thermique de la paroi I de l'enveloppe du bâtiment déterminé selon le fascicule « parois opaques » ou selon le fascicule « parois vitrées » selon le cas en $W / m^2.K$.
Pour une paroi vitrée équipée de fermeture, le coefficient moyen U jour-nuit doit être utilisé.

I_K est le linéaire du pont thermique de la liaison K en m.

ψ_K est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique de la liaison K déterminé selon le fascicule « ponts thermiques » en $W / m.K$.

χ_J est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique tridimensionnel J calculé selon le fascicule « ponts thermiques » en W/K .

les ponts thermiques linéaires ou ponctuels, faisant partie d'une paroi plane (ossatures filantes, fixations ponctuelles, etc..) doivent être intégrés dans le coefficient surfacique intrinsèque U de la paroi comme décrits dans les fascicules « parois opaques » et « parois vitrées ».

les ponts thermiques des liaisons entre deux ou plusieurs parois dont l'une au moins donne sur l'extérieur ou est en contact avec le sol, sont considérés comme donnant sur l'extérieur.

les sommes sur I, J et K, figurant dans la formule ci-dessus, doivent être effectuées sur toutes les composantes du bâtiment séparant l'espace chauffé de l'extérieur.

3-4-2-Détermination du coefficient de déperdition par transmission à travers les parois en contact direct avec le sol, donnant sur un vide sanitaire ou sur un sous sol non chauffé, H_s en W/K :

Afin de simplifier nous prendrons : $H_s = U_e \times S \times b$

avec U_e coeff de la paroi horizontale ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) , S la surface (m^2) et b étant un coefficient minorant les déperditions :

Si en contact avec un garage ou vide sanitaire prendre : $b = 0,85$. Si local fortement ventilé prendre : $b = 1$.

3-4-3-Détermination du coefficient de déperdition par transmission à travers les locaux non chauffés (à l'exception des sous sols et des vides sanitaires) , H_u en W/K :

Nous prendrons : $H_u = U_p \times S \times b$

Afin de simplifier prendre $b = 0,8$.

Sont concernées les pièces non chauffées, les combles, les appartements du dessus.

4-Détermination de l'isolation :

Avant de commencer des calculs il paraît intéressant de pouvoir connaître le type d'isolant, et l'épaisseur.

La réglementation 2000 (RT2000) impose en outre des coefficients maximums à ne pas dépasser en fonction du type de parois :

<i>Parois</i>	<i>Coefficient U maximal en $W / m^2 .K$</i>
Murs en contact avec l'extérieur ou le sol.	0,47
Planchers sous combles et rampants des combles aménagés.	0,30
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou un parking collectif, et toits terrasses en béton ou en maçonnerie à l'exclusion des toitures prévues pour la circulation des véhicules.	0,36
Autres planchers hauts, à l'exclusion des toitures prévues pour la circulation des véhicules.	0,47
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire.	0,43
Fenêtres et portes fenêtres prises nues.	2,90
Façades rideaux.	2,90

Imaginons un mur composé d'enduit béton 2cm, d'agglos 20cm et placoplâtre en finition BA13 (13 mm de plâtre), nous aimerions connaître la nature de l'isolant et son épaisseur ?

Nature de l'isolant : il est préférable d'utiliser du polystyrène plutôt que de la laine de verre car la laine de verre se tasse avec le temps et provoque des ponts thermiques. Le coefficient thermique est sensiblement le même.

Détermination de l'épaisseur d'isolant (polystyrène) :

- Enduit béton : 2cm, béton : $\lambda = 1,6 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Agglos 20cm : $R = 0,19 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Polystyrène : $e = ?$ $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Plâtre : 13mm, $\lambda = 0,35 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Pour une paroi verticale donnant sur l'extérieur la résistance superficielle (voir tableau R si + R se) est de $0,17 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

Pour un mur en contact avec l'extérieur le coefficient U max (voir tableau ci-dessus) à ne pas dépasser est de $0,47 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Appliquons la formule : $1 / U_p = (R_{si} + R_{se}) + \sum R + \sum (e / \lambda)$

$$1 / 0,47 = (0,17) + (0,02/1,6) + (0,19) + (e / 0,04) + (0,013 / 0,35)$$

$$1 / 0,47 = 0,4095 + (e / 0,04)$$

$$1 / 0,47 - 0,4095 = e / 0,04$$

$$e = 0,068 \text{ m} = 68 \text{ mm de polystyrène.}$$

On prendra du polystyrène de 80mm d'épaisseur.

Le même raisonnement peut être fait concernant les parois horizontales et planchers sur garage ou vide sanitaire. Concernant les terre-pleins, il suffit de faire une isolation périphérique de largeur 1m sur 60mm de polystyrène

Concernant les portes et ouvrants (fenêtres) prendre la valeur du coefficient U max et choisir les matériaux adéquates.

5-Ventilation des locaux :

Indispensable dans les maisons neuves d'habitation :

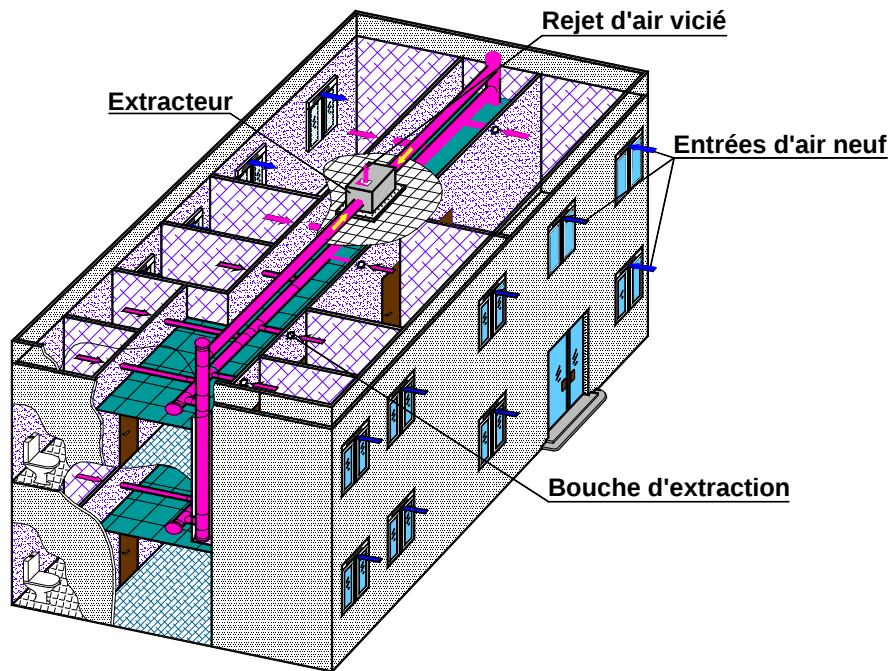
La VMC (ventilation mécanique contrôlée) :

VMC simple flux :

Extraction de l'air dans les locaux techniques (cuisine, WC, SDB...) donc pas d'arrivée d'air neuf dans ces pièces.

L'arrivée d'air neuf s'effectue par chaque ouvrant ($30\text{m}^3/\text{h}$ par ouvrant) dans les pièces principales (séjour, chambres...).

La VMC fonctionne en petite vitesse 24h/24h et occasionnellement en grande vitesse sur demande.



Nous pouvons optimiser ce système car il provoque beaucoup de déperditions (rejet d'air chauffé et entrée d'air neuf) par un système hygrovariable (ex : marque Aldes) ou double flux.

6-Détermination de la puissance des radiateurs :

Cette étude est un calcul simplifié, mais suffisamment précis pour dimensionner le chauffage dans une maison individuelle. Ce calcul va s'effectuer sur l'exemple concret d'une maison individuelle en prenant pour exemple une chambre

7-1-Présentation du projet :

Soit une maison individuelle située à Alès (département du Gard 30).

Température de base extérieure : -5°C .

Chauffage électrique (convecteur à fil pilote). Température régulée par chaque convecteur à 20°C sauf dans la salle de bain où nous aurons un sèche serviette (avec 22°C).

La hauteur sous plafond est de 2,5 m dans toute la maison.

Nous avons une VMC simple flux dans les locaux techniques (par extraction) et prises d'air dans les pièces principales.

Les portes fenêtres (PF) sont en bois battantes avec soubassement au nu intérieur avec volets pleins (double vitrage 4.16.4). Cotation: 1,45m par 2,2m.

La fenêtres (Fe) est en bois battante au nu intérieur avec volets pleins (double vitrage 4.16.4). Cotation: 0,6m par 0,6m

La porte extérieure (Pe) est en bois opaque pleine. Cotation: 1m par 2,2m

La hauteur des fenêtres n'excède pas 6m.

Le mur extérieur est composé de d'enduit béton 2cm, d'agglos de 20cm

L'isolation est de 80 mm de polystyrène ($\lambda = 0,04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$) et brique plâtrière ($R = 0,11 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$) enduit au plâtre (épaisseur 2 cm).

Les combles sont faiblement ventilé et le plafond est constitué de :

Hourdis entrevous béton 16 + 4 cm ($R = 0,18 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$).

Laine de verre 10cm ($\lambda = 0,039 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$).

Plâtre 1,2 cm ($\lambda = 0,35 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$).

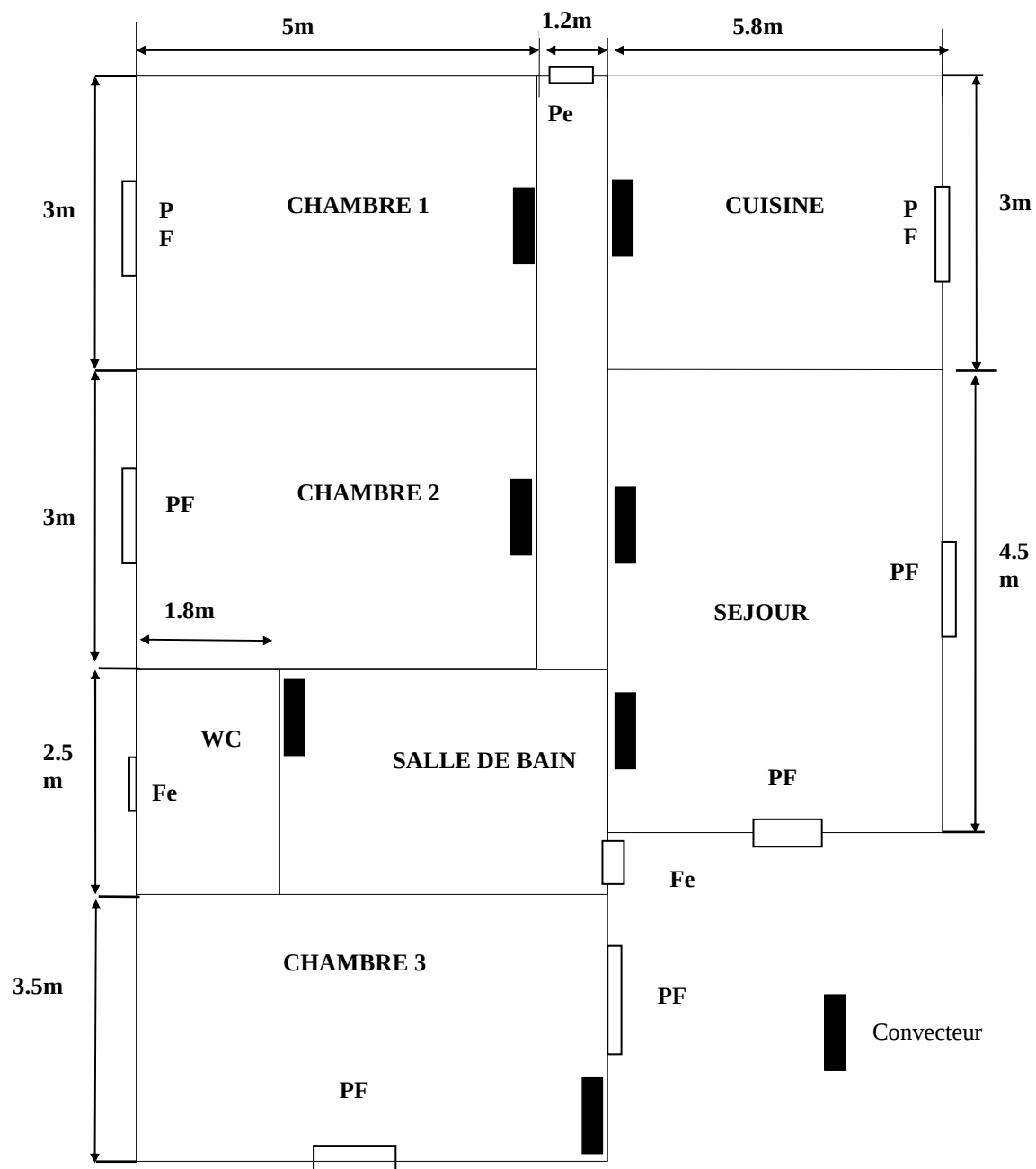
La maison est construite sur vide sanitaire fortement ventilé.

Le plancher a un coefficient $U = 0,42 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

NOTA : la Réglementation Thermique RT2000 est très sévères avec les ponts thermiques, afin de simplifier les calculs nous prendrons les déperditions par pont thermique = 20% des déperditions surfaciques.

7-2-Plan de la maison (côtes intérieures) :

Hauteur sous plafond : 2,5 m



7-3-Calcul des différents coefficients thermiques :

- Pour les PF et Fe nous prendrons le coefficient max (voir tableau) donc $U_p \text{ Fe} = 2,9 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Pour la porte extérieure nous prendrons le coefficient max (voir tableau) $U_{\text{porte}} = 2,9 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Pour les murs extérieurs :

R si + R se : (tableau)	2 cm de béton :	Agglos de 20 :	Polystyrène : 0,08 / 0,04	Brique plâtrière :	2 cm de plâtre : 0,02 / 0,35
0,17	0,0125	0,19	2	0,11	0,057

$$\begin{aligned}
 1 / U_p \text{ mur} &= (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) + \sum R + \sum (e / \lambda) \\
 &= 0,17 + 0,0125 + 0,19 + 2 + 0,11 + 0,057 \\
 &= 2,5395
 \end{aligned}$$

$$U_p \text{ mur} = 0,39 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Pour le plafond :

R si + R se : (tableau)	Hourdis :	10 cm laine de verre : 0,1 / 0,039	1,2 cm de plâtre : 0,012 / 0,35
0,14	0,18	2,56	0,034

$$\begin{aligned}
 1 / U_p \text{ plafond} &= (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) + \sum R + \sum (e / \lambda) \\
 &= 0,14 + 0,18 + 2,56 + 0,034 \\
 &= 2,914
 \end{aligned}$$

$$U_p \text{ plafond} = 0,34 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Pour le plancher :

$$\text{Le plancher a un coefficient } U_p \text{ plancher} = 0,42 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7-4-Calcul des déperditions de la chambre 3 :

- Déperditions concernant les parois extérieures :

$$\begin{aligned}
 \text{Dep (parois)} &= U_p \text{ mur} \times S \\
 &= 0,39 \times 26,62 (*) = 10,38 \text{ W / } ^\circ\text{C}.
 \end{aligned}$$

$$(*) : \text{Surface } S = (3,5 + 3,5 + 6,2) \times 2,5h - (1,45 \times 2,2 \times 2) = 26,62 \text{ m}^2$$

- Déperditions concernant le plafond :

$$\begin{aligned}
 \text{Dep (plafond)} &= U_p \text{ plafond} \times S \times b \quad (\text{avec } b = 0,8 \text{ en effet les combles sont faiblement ventilés}) \\
 &= 0,34 \times 21,7(*) \times 0,8 = 5,9 \text{ W / } ^\circ\text{C}.
 \end{aligned}$$

$$(*) : \text{Surface } S = 3,5 \times 6,2 = 21,7 \text{ m}^2$$

- Déperditions concernant le plancher :

$$\begin{aligned}
 \text{Dep (plancher)} &= U_p \text{ plancher} \times S \times b \quad (\text{avec } b = 1 \text{ en effet le vide sanitaire est fortement ventilé}) \\
 &= 0,42 \times 21,7 \times 1 = 9,11 \text{ W / } ^\circ\text{C}.
 \end{aligned}$$

- Déperditions concernant les portes fenêtres:

$$\begin{aligned}
 \text{Dep (Pfe)} &= U_{p\text{Fe}} \times S_{\text{PF}} \\
 &= 2,9 \times 2 \times (1,45 \times 2,2) = 18,50 \text{ W / } ^\circ\text{C}.
 \end{aligned}$$

- Déperditions concernant la ventilation :

$$DR = 0,34 \times Q_v \quad (Q_v \text{ étant le débit de ventilation en m}^3/\text{h})$$

Ici nous avons 2 portes fenêtres donc $2 \times 30 \text{ m}^3/\text{h}$ concernant les modules d'entrée d'air.

$$DR = 0,34 \times Q_v = 0,34 \times 60 = 20,4 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions surfaciques :

$$\begin{aligned} DP_{\text{surf}} &= Dep(\text{parois}) + Dep(\text{plafond}) + Dep(\text{plancher}) + Dep(\text{Pfe}) \quad (\text{en W/}^\circ\text{C}) \\ &= 10,38 + 5,9 + 9,11 + 18,5 = 43,89 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Déperditions totales :

$$\begin{aligned} Dep &= DP_{\text{surf}} + DR \quad (\text{en W/}^\circ\text{C}) \\ &= 43,89 + 20,4 = 64,29 \text{ W/}^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Les ponts thermiques : la RT2000 est très sévère avec les ponts thermiques, afin de simplifier les calculs nous prendrons les déperditions par pont thermique = 20% des déperditions surfaciques.

$$\begin{aligned} Dep_{\text{totale}} &= Dep + 20\% Dep(\text{ponts thermiques}) \\ &= 64,29 + 20\% = 77,15 \text{ W/}^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

7-5-Calcul de la puissance chauffage pour la chambre 3:

Afin de pouvoir assurer la mise en régime (après un arrêt ou un réduit du chauffage il est nécessaire de majorer de 20%° :

$$\begin{aligned} \text{Donc } P &= Dep_{\text{totale}} + 20\%^\circ \times (T_i - T_{\text{ext}}) \\ &= 77,15 + 20\% \times (20 - (-5)) = 2314,5 \text{ W} \end{aligned}$$

on choisira un convecteur de 2500 W

7-6-Calcul de la puissance chauffage pour la salle de bains:

Le calcul ici n'est pas nécessaire car la pièce est petite nous allons trouver des puissances de 600W or les sèche serviettes ont des puissances de 1kW minimum, nous serons donc sûr de pouvoir assurer le chauffage.

7-7-Calcul de la puissance chauffage pour la cuisine:

Le calcul est le même que dans la chambre, bien sûr adapté aux surfaces et matériaux. Mais la différence viendra de la ventilation car nous disposons d'une VMC simple flux. L'air est donc extrait en partie dans cette pièce. Nous devons connaître le débit de ventilation Q_v , pour cela il faut utiliser le tableau suivant, qui donnera le Q_v en fonction du nombre de pièce principale (ici 4 donc $Q_v = 120 \text{ m}^3/\text{h}$)

Nb pièces principales	Cuisine $Q_v (\text{m}^3/\text{h})$	SDB1 $Q_v (\text{m}^3/\text{h})$	SDB2 $Q_v (\text{m}^3/\text{h})$	WC1 $Q_v (\text{m}^3/\text{h})$	WC2 $Q_v (\text{m}^3/\text{h})$
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
>=5	135	30	15	30	15

On négligera l'apport par la porte par rapport au débit de la VMC.

Travail personnel



Sachant que les coefficients thermiques sont inchangés calculer la puissance nécessaire pour chauffer la cuisine.

- Déperditions concernant les parois extérieures :

$$\text{Dep (parois)} = U_p \text{ mur} \times S$$

- Déperditions concernant le plafond :

$$\text{Dep (plafond)} = U_p \text{ plafond} \times S \times b \quad (\text{avec } b = 0,8 \text{ en effet les combles sont faiblement ventilés})$$

- Déperditions concernant le plancher :

$$\text{Dep (plancher)} = U_p \text{ plancher} \times S \times b \quad (\text{avec } b = 1 \text{ en effet le vide sanitaire est fortement ventilé})$$

- Déperditions concernant les portes fenêtres:

$$\text{Dep (Pfe)} = U_p \text{ Fe} \times S \text{ PF}$$

- Déperditions concernant la ventilation :

$$\text{DR} = 0,34 \times Q_v \quad (Q_v \text{ étant le débit de ventilation en m}^3/\text{h})$$

On négligera l'apport par la porte par rapport au débit de la VMC.

Déperditions surfaciques :

$$\text{DP surf} = \text{Dep (parois)} + \text{Dep (plafond)} + \text{Dep (plancher)} + \text{Dep (Pfe)} \quad (\text{en W/}^\circ\text{C})$$

Déperditions totales :

$$\text{Dep} = \text{DP surf} + \text{DR} \quad (\text{en W/}^\circ\text{C})$$

Les ponts thermiques : la RT2000 est très sévères avec les ponts thermiques, afin de simplifier les calculs nous prendrons les déperditions par pont thermique = 20% des déperditions surfaciques.

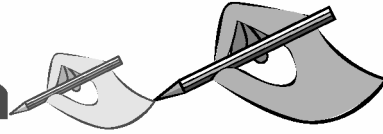
$$\text{Dep totale} = \text{Dep} + 20\% \text{ Dep (ponts thermiques)}$$

Calcul de la puissance chauffage pour la cuisine:

Afin de pouvoir assurer la mise en régime (après un réduit ou un arrêt du chauffage il est nécessaire de majorer de 20%° :

$$\text{Donc } P = \text{Dep totale} + 20\%^\circ \times (T_i - T_{\text{ext}})$$

Autocorrection



- Déperditions concernant les parois extérieures :

$$\begin{aligned}\text{Dep (parois)} &= U_p \text{ mur} \times S \\ &= 0,39 \times 18,81 (*) = 7,33 \text{ W / } ^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

$$(*) : \text{Surface } S = (5,8 + 3) \times 2,5h - (1,45 \times 2,2) = 18,81 \text{ m}^2$$

- Déperditions concernant le plafond :

$$\begin{aligned}\text{Dep (plafond)} &= U_p \text{ plafond} \times S \times b \quad (\text{avec } b=0.8 \text{ en effet les combles sont faiblement ventilés}) \\ &= 0,34 \times 17,4 (*) \times 0,8 = 4,73 \text{ W / } ^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

$$(*) : \text{Surface } S = 5,8 \times 3 = 17,4 \text{ m}^2$$

- Déperditions concernant le plancher :

$$\begin{aligned}\text{Dep (plancher)} &= U_p \text{ plancher} \times S \times b \quad (\text{avec } b=1 \text{ en effet le vide sanitaire est fortement ventilé}) \\ &= 0,42 \times 17,4 \times 1 = 7,30 \text{ W / } ^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

(avec $b=1$ en effet le vide sanitaire est fortement ventilé)

- Déperditions concernant les portes fenêtres:

$$\begin{aligned}\text{Dep (Pfe)} &= U_{pFe} \times S_{PF} \\ &= 2,9 \times 1 \times (1,45 \times 2,2) = 9,25 \text{ W / } ^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

- Déperditions concernant la ventilation :

$$DR = 0,34 \times Q_v \quad (Q_v \text{ étant le débit de ventilation en m}^3/\text{h})$$

On négligera l'apport par la porte par rapport au débit de la VMC.

$$DR = 0,34 \times Q_v = 0,34 \times 120 = 40,8 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Déperditions surfaciques :

$$\begin{aligned}DP \text{ surf} &= \text{Dep (parois)} + \text{Dep (plafond)} + \text{Dep (plancher)} + \text{Dep (Pfe)} \quad (\text{en W/}^\circ\text{C}) \\ &= 7,33 + 4,73 + 7,30 + 9,25 = 28,61 \text{ W/}^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Déperditions totales :

$$\begin{aligned}Dep &= DP \text{ surf} + DR \quad (\text{en W/}^\circ\text{C}) \\ &= 28,61 + 40,8 = 69,41 \text{ W/}^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

Les ponts thermiques : la RT2000 est très sévères avec les ponts thermiques, afin de simplifier les calculs nous prendrons les déperditions par pont thermique= 20% des déperditions surfaciques.

$$\begin{aligned}Dep \text{ totale} &= Dep + 20\% \text{ Dep (ponts thermiques)} \\ &= 69,41 + 20\% = 83,29 \text{ W/}^\circ\text{C}.\end{aligned}$$

6-5-Calcul de la puissance chauffage pour la cuisine:

Afin de pouvoir assurer la mise en régime (après un réduit ou un arrêt du chauffage il est nécessaire de majorer de 20%° :

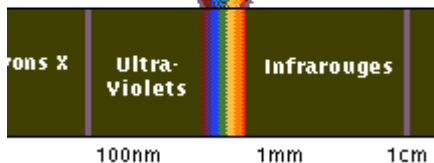
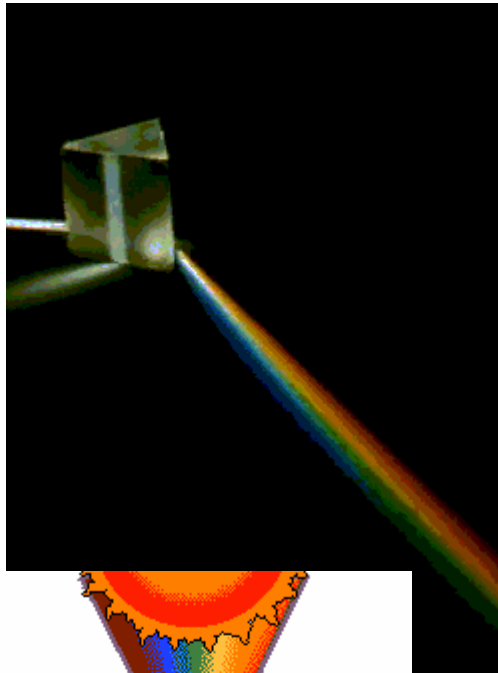
$$\begin{aligned}\text{Donc } P &= Dep \text{ totale} + 20\%^\circ \times (T_i - T_{ext}) \\ &= 83,29 + 20\% \times (20 - (-5)) = 2498,76 \text{ W} \\ \text{on choisira, là aussi, un convecteur de } 2500 \text{ W}.\end{aligned}$$

S 2 – 3 : ECLAIRAGISME.

1-NOTIONS D' ECLAIRAGISME :1-1-Définition de la lumière :

La lumière du soleil est la principale source d'énergie thermique naturelle. Elle se forme au cœur de l'astre. Là à une température que l'on évalue à 15 millions de degrés, la fusion d'atome d'hydrogène et d'hélium produit de l'énergie sous forme de photons. Ces photons sont émis vers la terre grâce à des ondes électromagnétiques vibratoires. Huit minutes leur suffisent pour parcourir les quelques 150 millions de kilomètres qui les séparent de la terre, à la vitesse constante de 300 000 km / s.

La lumière du soleil est considérée comme la lumière de référence.



Elle émet sur différentes longueurs d'ondes dont on mesure la fréquence en nanomètres (1 nanomètre = 1 milliardième de mètre). Ces longueurs d'ondes sont comprises entre 300 et 3000 nm.

**L'homme n'en distingue qu'une très faible partie entre 380 et 770 nm.
En deçà se situent les ultraviolets, au-delà les infrarouges.**

La commission internationale de l'éclairage a fixé des normes :

Ainsi le rouge correspond à 770 nm, le vert à 546,1 nm et le bleu à 435,8 nm.

Des références utiles car c'est à partir de ces 3 couleurs primaires que l'on peut reconstituer la lumière blanche.

1-2-Photométrie :

La mesure d'intensité du rayonnement de la lumière sur l'œil humain s'appelle la photométrie.

Elle concerne toutes les mesures effectuées pour étudier la quantité de lumière émise. L'appareil utilisé est le luxmètre. Comme son nom l'indique il mesure la quantité de lumière reçue par un espace à une hauteur donnée. Plus le luxmètre est éloignée de la source, naturelle ou artificielle, plus la lumière est faible.

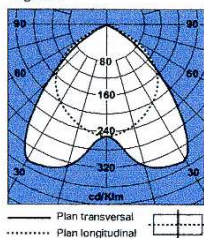
Vous tenez compte de cette loi en rapprochant vos plantes de la fenêtre pour qu'elles aient plus de lumière.

Pour choisir les sources et les luminaires qui correspondent à vos exigences ou contraintes, les éclairagistes professionnels se réfèrent aux courbes photométriques qui figurent sur les catalogues de fabricants de luminaires. Ces courbes indiquent la configuration des angles que prend la lumière à partir du luminaire et l'intensité avec laquelle elle se répartit dans l'espace.

Calcul des éclairagements

La répartition photométrique des appareils d'éclairage peut être représentée de 2 façons :

Figure 1



1) Courbe photométrique

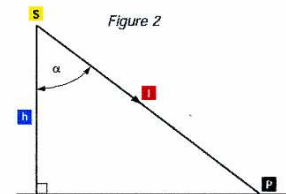
Cette courbe donne la répartition des intensités lumineuses (en candélas pour 1000 lm) dans les 2 plans de symétrie de l'appareil (figure 1). Ceci permet de calculer le niveau d'éclairage en un point **P** sur un plan horizontal, la source **S** étant placée à une hauteur **h** par rapport à ce plan.

L'intensité réelle **I** dépend du flux de la lampe (ou des lampes) installée(s) dans le luminaire :

$$I = \frac{I_{lue} \times \text{Flux lampes}}{1000}$$

L'éclairage au point P est :

$$E_p = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$$

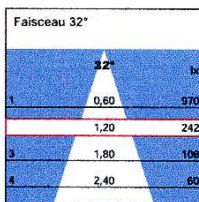


2) Diagramme simplifié

Pour la plupart des luminaires décoratifs, on utilise un diagramme où apparaissent :

- l'angle d'ouverture du faisceau,
- les niveaux d'éclairage dans l'axe de l'appareil,
- la dimension des plages éclairées, à différentes distances de la source lumineuse (de 1 à 4 m).

Le cône d'éclairage ainsi défini donne la limite du faisceau de l'appareil à l'endroit où le niveau d'éclairage est égal à la moitié de la valeur dans l'axe. Lorsque l'appareil ne modifie pas la répartition lumineuse de la source (cas des lampes halogènes dichroïques par exemple), ce diagramme n'est pas indiqué : se reporter aux caractéristiques techniques de la lampe.



- Angle d'ouverture du faisceau : 32°.
- A 2 m de distance :
 - Eclairage au centre de la plage : 242 lux.
 - Diamètre du cercle éclairé : 1,20 m (sur ce cercle, l'éclairage est de 121 lux).

Naturelle ou artificielle, la lumière agit sur tous les corps vivants comme sur de nombreux objets. Sans elle, les plantes et plus généralement tous les organismes vivants ne survivraient pas. Ces effets bienfaisants ont pourtant leur revers. Trop de lumière provoque notamment des troubles de la vue, voire des céphalées, car l'œil agressé doit accommoder sans cesse. Et si on porte des lunettes de soleil à la plage, il faudrait aussi se protéger quand on travaille dans une bijouterie ou dans une boutique de prêt-à-porter sous 1000 lux d'ambiance.

Certains rayonnements peuvent donc devenir nocifs si l'on ne maîtrise pas leur diffusion. Il est donc essentiel de connaître les effets pervers et de s'en prémunir.

Pour simplifier, un exemple : si l'on veut conserver un tableau ou un tapis, il faut le protéger à la fois des rayonnements infrarouges et ultraviolets. Emis par le soleil ou par des lampes notamment des lampes à incandescence, les infrarouges dégagent de la chaleur et dessèchent les fibres, les pigments, les vernis.

Les ultraviolets qui s'échappent des lampes fluorescentes ou du soleil décolorent, quant à eux, les matériaux.

Aujourd'hui, il existe heureusement des moyens de parer à ces désagréments : il suffit d'apposer des filtres sur les vitrages ou de poser des verres spéciaux chargés en plomb.

Tous ces éléments démontrent à quel point l'éclairage influe sur notre perception.

Nous devons donc en parler comme de tout ce qui touche aux sens : d'un côté la connaissance de la technique et des lois de la physique de la lumière, de l'autre la mobilité et la variété des êtres humains.

L'énergie électrique consommée par les lampes est transformée en ondes électromagnétiques. Certaines de ces ondes sont visibles et constituent la lumière. En cela, les lampes sont proches du soleil, qui envoie des rayonnements thermiques, dont la partie visible est la lumière naturelle.

Les lampes, depuis leur mise au point par Edison, se sont diversifiées pour reproduire le mieux possible les qualités de la lumière naturelle, dite du « jour ». Or il est difficile de restituer le mélange parfait des éléments composants la lumière naturelle. Chaque lampe répond à certaines qualités de cette lumière, chacune transforme de l'énergie électrique selon un principe de fonctionnement très différent (voir paragraphe 2).

Pour choisir une lampe, on s'appuie sur plusieurs critères qui permettent de comparer les différents modèles existants en fonction de la qualité et de la quantité de lumière produite.

On distingue ainsi l'indice de rendu des couleurs, le flux lumineux, l'éclairement, l'intensité lumineuse, la puissance, l'efficacité lumineuse, la distance à laquelle est placée la lampe, la luminance et la durée de vie

1-3-Couleur de la lumière et indice du rendu des couleurs :

Chaque type de lampe restitue plus ou moins bien les couleurs, selon son mode de fonctionnement et les éléments qui la composent. L'Indice de Rendu des Couleurs ou IRC (symbole : RA) est un critère prépondérant dans le choix d'une lampe. On classe de 0 à 100 la qualité de lumière qu'une lampe émet. La couleur idéale est égale à 100 (RA = 100) .

Les lampes sont toutes classées par rapport à cet indice. Par exemple, une lampe fluorescente qui a un IRC de 95 a un très bon rendu des couleurs .

Pour comprendre cette notion d'IRC, imaginons une lampe halogène montée sur un variateur.

Regardons le mur ou le plafond : plus la lampe est forte, plus la lumière émise est blanche et plus les coloris sont bien rendus. A haute intensité la lampe halogène, dont le spectre est un mélange équilibré de couleurs, produit une lumière homogène, proche de la lumière du jour, blanche et régulière.

Dans certaines lampes, la lumière émise est formée d'un mélange des couleurs incohérentes, ce qui entraîne des déformations pour notre vision. Par exemple dans les tunnels autoroutiers, les lampes à décharge au sodium émettent une seule longueur d'ondes. elles sont dits monochromatiques c'est à dire que leurs radiations ne peuvent exciter qu'une partie des cellules photosensibles qu'elles éclairent. Par conséquent, seules sont renvoyées à notre œil les colorations jaunes des objets éclairés.

1-3-1-Température en degrés Kelvin :

L'échelle des degrés Kelvin (K) sert de classement aux lampes et permet de les identifier par rapport à la couleur de leur flux lumineux. Ce classement permet d'évaluer quel type de couleur va diffuser la lampe lorsqu'elle est allumée à plein rendement.

Ainsi, on pourra décider de l'ambiance lumineuse qui va en résulter dans l'environnement.

La température de couleur s'échelonne de 2000 K (pour les lampes à température chaude) à 10 000 K (pour les lampes à température très froide) .

En général on choisit les couleurs froides (à partir de 3500 K et plus) pour les éclairagements puissants, et des coloris chauds (de 2500 à 2800 K) pour les éclairagements intimes et faibles.

1-4-Flux lumineux :

Le flux lumineux est la quantité de lumière fournie par la lampe, et son unité de mesure est le lumen (symbole : lm).

En fonction de l'effet recherché, la quantité d'éclairage est déterminante. Par ailleurs , le flux lumineux de la lampe est modifié par le luminaire dans lequel elle est montée. La position de la lampe (plus ou moins enfoncée ou au contraire saillante) et la qualité des dessins des réflecteurs produisent des faisceaux intensifs ou extensifs et augmentent ou réduisent le flux de la lampe. En outre, le flux lumineux d'une lampe qui reçoit de la poussière de la fumée ou tout autre pollution sera forcément rapidement altéré.



T8 Claudlux



Une gamme de tubes fluorescents offrant d'excellentes performances colorimétriques et photométriques.

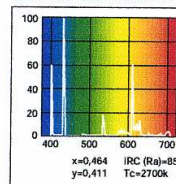
Caractéristiques

Maintien du flux lumineux pendant toute la durée de vie.
Utilisation avec ballast conventionnel ou électronique.

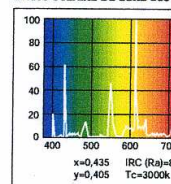
Applications

Eclairage industriel et commercial dans les magasins, bureaux, centres industriels, supermarchés, partout où d'excellentes performances et un excellent rendu des couleurs sont nécessaires.

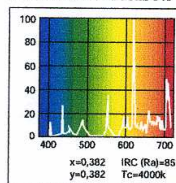
BLANC CONFORT DE LUXE 827



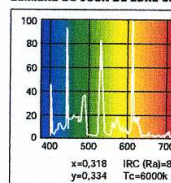
BLANC SOLAIRE DE LUXE 830



BLANC BRILLANT DE LUXE 840



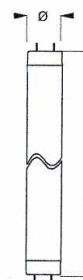
LUMIERE DU JOUR DE LUXE 860



79

Code commercial	Code usine	Désignation	Puissance (W)	Culot	Temp. couleur (K)	Flux Lum. (lm)	Durée de vie moy. (heures)	Dimensions (mm) L Ø	Unité de vente mini
01673	1001673	F 18W 827	18	G13	2700	1350	14000	590 26	25
01680*	001680	F 30W 827	30	G13	2700	2300	14000	895 26	25
01674	1001674	F 36W 827	36	G13	2700	3350	14000	1200 26	25
01675	1001675	F 58W 827	58	G13	2700	5200	14000	1500 26	25
01453	1001453	F 18W 830	18	G13	3000	1350	14000	590 26	25
01079*	001079	F 30W 830	30	G13	3000	2300	14000	895 26	25
01473	1001473	F 36W 830	36	G13	3000	3350	14000	1200 26	25
01488	1001488	F 58W 830	58	G13	3000	5250	14000	1500 26	25
01452	1001452	F 18W 840	18	G13	4000	1350	14000	590 26	25
01080*	0001080	F 30W 840	30	G13	4000	2300	14000	895 26	25
01472	1001472	F 36W 840	36	G13	4000	3350	14000	1200 26	25
01487	1001487	F 58W 840	58	G13	4000	5250	14000	1500 26	25
01507	1001507	F 18W 860	18	G13	6000	1350	14000	590 26	25
01078*	0001078	F 30W 860	30	G13	6000	2300	14000	895 26	25
01516	1001516	F 36W 860	36	G13	6000	3350	14000	1200 26	25
01537	1001537	F 58W 860	58	G13	6000	5250	14000	1500 26	25

*Produits Sylvania



1-5-Eclairage :

Le lux (symbole : lx), unité de mesure de l'éclairage, est peut être la seule connue des néophytes.

L'éclairage (calculé en lux) représente la quantité de lumière au moment où elle atteint une surface (un mur, un sol, un plafond selon l'endroit où l'on, mesure cet éclairage). C'est la quantité de lumière que nous voyons, percevons et pouvons mesurer physiquement avec le luxmètre (l'équivalent de la cellule pour régler l'appareil photo en fonction de la lumière) et « réfléchir » par cette surface vers notre œil.

Les centres d'éclairage préconisent des éclairages moyens, qu'il est souhaitable de respecter pour un bon confort visuel. Quoi qu'il en soit, il s'agit d'ordre de grandeur, que l'on pourra moduler pour composer un éclairage correspondant à telle ou telle activité.

Ainsi certaines personnes ont besoin de près de 500 lx pour lire et écrire, alors qu'en général, la moyenne pour ce genre de tâche est de 300 lx. Pour éplucher les légumes à la cuisine, on compte environ 200 à 300 lx.

Pour se maquiller, il faut bien sûr plus de lumière que pour prendre son bain (environ 500 lx pour le maquillage). Mais le confort prime sur les lux et il faut surtout ne pas être ébloui.

Luminaires d'éclairage intérieur "basse et très basse luminance"

Depuis plusieurs années, constructeurs, prescripteurs, installateurs, utilisateurs... se sont familiarisés avec l'emploi d'un certain nombre de qualificatifs pour caractériser la distribution des luminances des luminaires d'éclairage intérieur pour lampes fluorescentes. Ces termes, qui sont devenus d'utilisation courante, ne répondaient pas jusqu'à présent à des définitions quantitatives précises. Les nouvelles définitions proposées par l'A.F.E. permettent la clarification de ces appellations à l'aide de certains seuils de luminance tels qu'ils figurent dans les abaques de Bodmans et Söllner et des limitations des angles de défilement, en adoptant les conventions suivantes :

Luminaires "basse luminance".

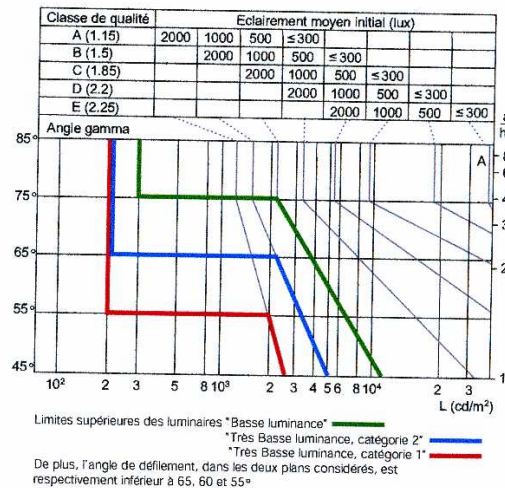
Les deux courbes de distribution sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque 1, classe de qualité B, correspondante à 1000 lux. Vu sous des angles compris entre 75° et 85°, les luminances (calculées dans les mêmes conditions) sont inférieures à 300 cd/m². Les angles de défilement dans les deux plans considérés sont inférieurs à 65°.

Luminaires "très basse luminance, catégorie 2".

Les deux courbes de distribution sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque 1, classe de qualité A, correspondante à 2000 lux. Vu sous des angles compris entre 65° et 85°, les luminances (calculées dans les mêmes conditions) sont inférieures à 200 cd/m². Les angles de défilement dans les deux plans considérés sont inférieurs à 60°.

Luminaires "très basse luminance, catégorie 1".

Les deux courbes de distribution sont situées entièrement à gauche de la courbe de l'abaque 1, classe de qualité A, correspondante à 2000 lux. Vu sous des angles compris entre 55° et 85°, les luminances (calculées dans les mêmes conditions) sont inférieures à 200 cd/m². Les angles de défilement dans les deux plans considérés sont inférieurs à 55°.

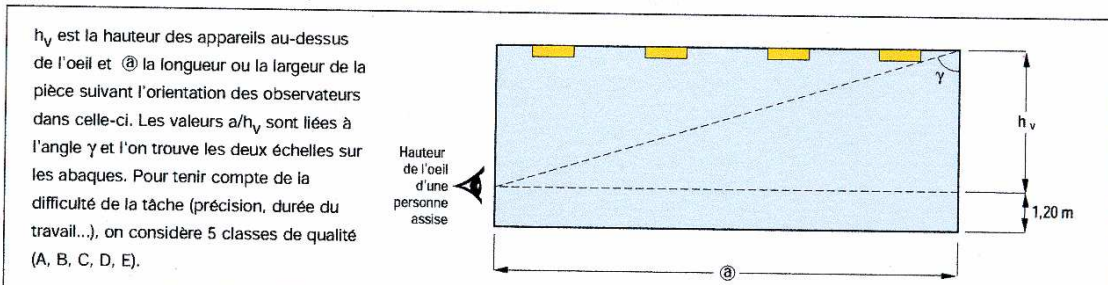


Luminances limites des appareils : abaques de Söller

La gêne causée par un luminaire est d'autant plus importante que :

- le niveau d'éclairement dans le local est plus élevé,
- l'angle formé entre la ligne qui joint l'oeil de l'observateur aux différents luminaires et la verticale est plus grand (c'est-à-dire que le luminaire est plus dans le champ visuel),
- la destination du local conduit à y accomplir des tâches visuelles plus difficiles,
- la luminance des luminaires est plus importante.

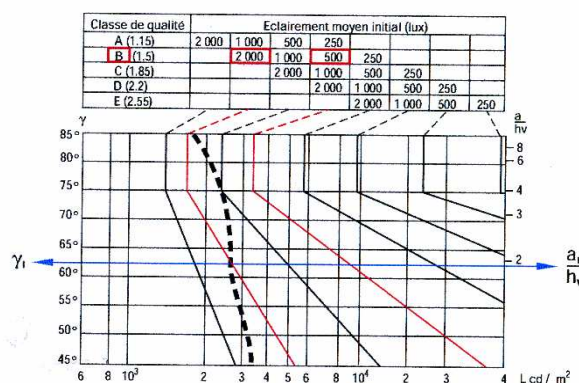
Enfin, l'orientation des luminaires dans le local par rapport aux occupants a son importance.



Classes de qualité	Tâches ou activités
A	Exécution de tâches visuelles très exigeantes, par exemple assemblage électronique minutieux.
B	Exécution de tâches avec des exigences visuelles particulières, par exemple contrôle fin. Exécution de tâches avec des exigences visuelles modérées mais demandant une concentration importante et continue, par exemple travail de bureau, assemblage de composants de petite taille.
C	Exécution de tâches avec des exigences visuelles et une concentration modérées, par exemple travail d'atelier en position assise, assemblage de pièces de taille moyenne pour un travailleur debout.
D	Exécution de tâches avec des exigences visuelles simples exigeant une concentration normale pour des travailleurs qui se déplacent fréquemment dans une zone très limitée, par exemple manutention de service autour d'une grosse machine, montage de pièces de dimensions importantes.
E	Locaux dans lesquels les personnes n'ont pas de poste de travail fixe, elles se déplacent pour exécuter des tâches de très faibles exigences visuelles. Locaux qui ne sont pas utilisés de façon continue par les mêmes personnes.

Des courbes relatives à des niveaux d'éclairement pour une classe de qualité donnée partagent, chacune, l'abaque en 2 parties : à gauche les luminances admissibles pour un luminaire permettant de réaliser l'éclairement en question sans éblouissement.

Les luminances du luminaire vu sous différents angles sont reportées sur l'abaque. L'appareil dont la courbe des luminances est figurée en trait pointillé conviendra pour une classe de qualité B, pour un éclairage de 500 lux quelle que soit la pièce dans laquelle il sera installé ; par contre il ne conviendra pour un niveau de 2000 lux que pour des pièces ayant des dimensions a/h_v , inférieures à a_i/h_v (figure ci-contre).



Attention

Il ne faut pas confondre classe photométrique et classe de qualité.

- La classe photométrique d'un luminaire est liée à la répartition dans l'espace du flux lumineux émis par celui-ci, plus ou moins intensive ou extensive, indépendamment de toute notion de confort.
 - La classe de qualité d'une installation est liée à l'activité pratiquée dans un local, caractérisant la difficulté du travail visuel.
- Bien que ces deux entités soient représentées par des lettres (A, B, C, D, etc), elles n'ont aucun rapport entre elles.**

1-6-Intensité lumineuse (Voir courbes photométriques paragraphe 1-2) :

La candela (symbole : cd) est l'unité de mesure de l'intensité lumineuse, c'est à dire du flux lumineux émis dans une direction et compris dans l'espace défini par l'angle du réflecteur (alors que les lumens mesurent le flux lumineux sortant du luminaire et émis dans toute les directions).

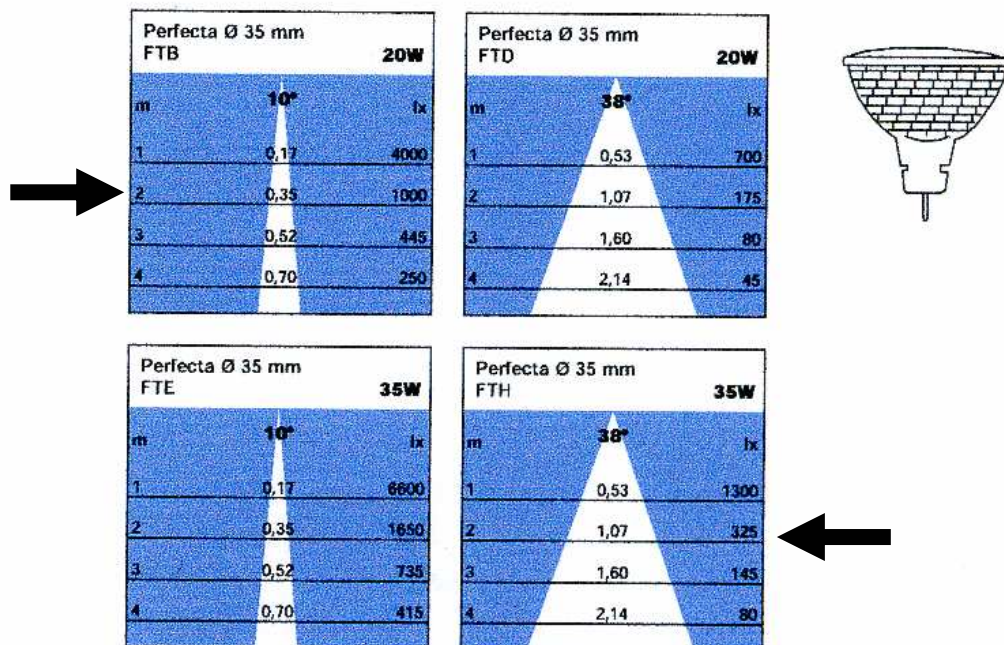
C'est la première unité de mesure d'éclairage utilisée par les physiciens. Son nom est liée à l'origine des mesures de la lumière artificielle, évaluées à partir des sources de l'époque : les chandelles (en anglais candle).

Les candelas (ainsi que le degré d'ouverture de l'angle du réflecteur) sont inscrites sur les étiquettes des lampes dichroïques TBT (Très Basse Tension) .

L'intensité de la lampe varie en fonction de l'ouverture de son angle : plus il est serré, plus les candélas augmentent ; plus il est large , plus les candélas diminuent

L'intensité lumineuse n'est pas proportionnelle à la puissance électrique (en watts) de la lampe. Certaines lampes de 20W (10°) sont plus intenses que des lampes de 35W d'un angle plus large (38°).

1000 lux à 2m pour la lampe de 20W (10°) (diamètre 35 cm) plus grand que 325 lux à 2m pour la lampe de 35W (38°) (diamètre 1,07m)

Perfecta Ø 35 mm1-7-Puissance :

La puissance d'une lampe (en watts : symbole W) est l'énergie consommée par la lampe pendant un certain temps pour fournir une intensité lumineuse donnée. La puissance d'une lampe est toujours liée à sa consommation et à sa production de chaleur . nous verrons que les lampes à incandescence chauffent plus que d'autres pour éclairer . il faut donc toujours vérifier la puissance d'une lampe, ce qui évite d'acheter 3 lampes de 500W pour bien éclairer un salon alors que 3 lampes de 150W suffiraient peut-être en dégageant 3 fois moins de chaleur !.

D'autre part, la puissance des lampes est important lorsqu'on définit les circuits d'alimentation des éclairages. On ne choisit pas le même conducteur pour installer 10000 W ou 50 W en 230 V.

Pour les rails et systèmes à câbles en TBT, la somme des puissances des lampes est déterminante pour calculer l'intensité, le nombre de spots est limité par la capacité du rail (16 ou 25A)

1-8-Efficacité lumineuse :

L'efficacité lumineuse d'une lampe est le rapport entre le flux lumineux qu'elle fournit et la puissance électrique consommée pour produire cette lumière (unité lumens par Watt : lm /W)

Cette mesure est directement liée à la notion de consommation d'énergie en watts et donc de gaspillage, puisqu'une partie de l'électricité consommée est transformée en chaleur mais pas en lumière.

Lorsqu'on allume une lampe, on cherche à éclairer pour un moindre coût d'énergie électrique, tout en limitant la pollution due à la chaleur émise par les lampes.

1-9-Lumière et distance :

Plus un objet est éloigné d'une source, moins il est éclairé : la lumière diminue lorsqu'on éloigne la lampe, elle augmente lorsqu'on la rapproche.

La suspension éclaire beaucoup la table placée juste en dessous, mais à un mètre autour, il n'y a presque plus de lumière. Cette loi physique s'applique à toutes les lampes, qu'il s'agisse de la lampe équipant une suspension dans une cuisine ou d'un projecteur de théâtre ! la quantité de lumière diminue proportionnellement au carré de la distance entre le point où se trouve la source lumineuse et le point où percuta la lumière .

A 10m on a 100 fois (10^2) moins de lumière qu'à 1m de la lampe.

Pour maîtriser en partie ce problème les fabricants de lampes ont mis au point des réflecteurs qui dirigent le flux lumineux. Toute l'énergie lumineuse est récupérée et part en grande partie dans la direction indiquée par le réflecteur. On peut donc diriger la lumière.

La deuxième conséquence est qu'en resserrant le flux, on le concentre et, comme pour un tuyau d'arrosage que l'on resserre, le débit est plus petit mais plus fort ! les lampes à réflecteurs dichroïques envoient leur flux lumineux dans un angle précis d'émission (de 5° à 60° selon les modèles).

Les réflecteurs placés derrière les lampes TBT sont des concentrateurs ou des diffuseurs du flux lumineux , selon le dessin des facettes qui se trouvent à la surface du verre dichroïque.

Le flux lumineux est ainsi modifié. L'intensité de la lampe varie en fonction de l'ouverture de son angle (plus il est serré, plus les candelas augmentent ; plus il est large, plus elles diminuent)

Pour définir les angles des lampes, on utilise des abréviations d'origine anglaise :

VNSP (Very Narrow SPot) : 5° à 7°.

SP (SPot) : 7° à 10°.

MFL (Medium FLood) : 24° à 38°.

FL (FLood) : 38° à 45°.

VWFL (Very Wide Flood) : 45° à 60°.

1-10-Luminance des matériaux :

La luminance mesure la quantité de lumière renvoyée par une surface et perçue par l'œil.

Elle dépend donc à la fois du degré de réflexion de la surface et de la quantité de lumière émise.

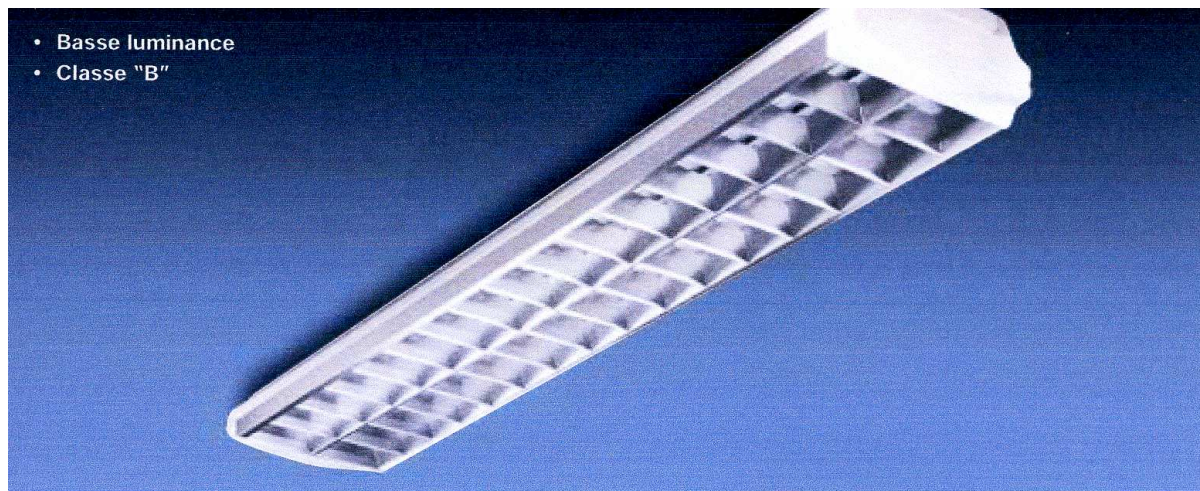
Plus la luminance est élevée, plus l'image reçue par l'œil est éblouissante.

Lorsqu'on doit fournir un effort soutenu et régulier, le fait d'avoir à proximité des matériaux à forte luminance entraîne une fatigue de l'œil. celui-ci doit se protéger contre les rayonnements de ces matériaux , qui perturbent la tranquillité nécessaire à la vision lorsque nous devons nous concentrer.

1-11-Durée de vie :

la durée de vie d'une lampe dépend de la technologie employée donc du mode de production de lumière (voir paragraphe 2).

- Basse luminance
- Classe "B"



Classic

Double Optique

Applications

Secteurs tertiaire ou commercial : bureaux, salles de réunion, salles de classes, commerces.
Travail intermittent sur écran.

Code commercial	Code usine	Désignation
95278	1055266	2 lampes 36W PC
95279	1055267	2 lampes 58W PC

Accessoires de suspension

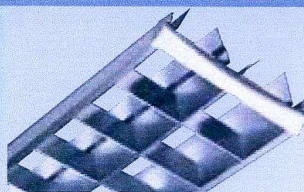
44009	5044009	Câble de suspension (x2)
44010	5044010	Câble d'alimentation 1,60m - 3 x 1,5²

Accessoires pour mise en ligne (luminaire bout à bout)

44007	5044007	Eclisse de mise en ligne (entre 2 luminaires en plafonniers)
44012	5044012	Entretoises pour alimentation Ø15mm
44008	5044008	Eclisse de mise en ligne + câble de suspension (entre 2 luminaires suspendu)

Faisceaux de câblage traversant

44015	5044015	5 x 2,5mm² duo 36W
44016	5044016	5 x 2,5mm² duo 58W



Description de l'optique

Double optique basse luminance classe "B"; miroirs longitudinaux et ventelles en vé, en aluminium satiné.



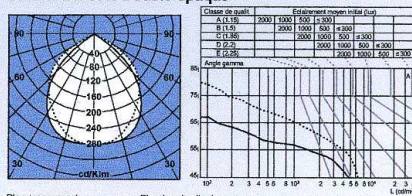
Classe	I
Degré de protection	IP 20-IP 21*
Essai au fil incandescent	960°C
Energie de choc	2 J/K 07
Rendement 2 x 36W	0,51B

* en plafonnier



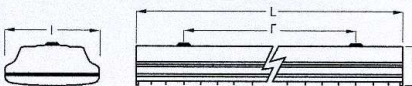
PRONOTELEC
SALLES DE CLASSE
ET BUREAUX

Classic 2 x 36W Double optique



Plan transversal — Plan longitudinal

PUISANCE W	RENDEMENT			ESPACE MAX. UNIF. : 0.8	
	Total	Direct	Ind.	Longitudinal	Transversal
2 x 36	0,51	0,51 B	-	1,50 h _u	1,50 h _u
2 x 58	0,51	0,51 B	-	1,50 h _u	1,50 h _u



Dimensions (mm)

Lampe	L	I	H	F	Poids (kg)
2 x 36W	1250	202	85	1000	5,7
2 x 58W	1550	202	85	1000	7,1



Caudilux Ø26
36/58W-G13
36W = 3350 lm
58W = 5200 lm

2-PRODUCTION DE LA LUMIERE:

l'éclairage consiste à produire de la lumière en utilisant l'énergie électrique (transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse).

Divers procédés sont utilisés :

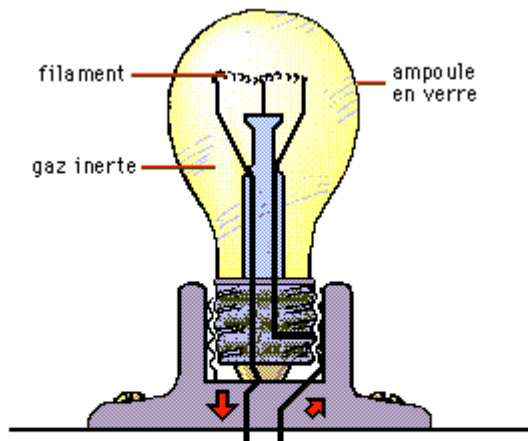
- Eclairage par incandescence.
- Eclairage par halogènes.
- Eclairage par fluorescence (ou lampes à décharge).

2-1-Lampes à incandescence :

A l'intérieur de l'ampoule qui est en verre (en silice exactement) de la lampe à incandescence on crée le vide, et on introduit souvent un gaz (argon-azote ou krypton-azote).

On place dans cette atmosphère un filament de tungstène spiralé qui reçoit l'énergie électrique.

Sous l'effet de la chaleur (loi de Joule : une résistance (filament) parcouru par un courant provoque de la chaleur), le filament devient incandescent, rougit. Plus il chauffe, plus il blanchit, plus son éclat est grand et plus il éclaire. Il atteint son point de fusion à 3300°C ; au delà il se désagrége.



Un filament métallique formant résistance électrique est parcouru par un courant électrique.

L'énergie électrique est transformée en énergie calorifique ; Du fait de la haute température, il y a production de lumière.

Pour éviter la destruction du filament on place celui-ci à l'abri de l'oxygène de l'air dans une ampoule contenant un gaz inerte.

2-2-Lampes halogènes :

Le système d'éclairage des lampes halogènes est dérivé du fonctionnement des lampes à incandescence à filament de tungstène.

Le filament de la lampe halogène peut atteindre sans dommage une plus grande température, produire plus de lumière (lumière plus blanche) pour une même énergie électrique consommée.

Le quartz qui constitue son ampoule est beaucoup plus résistant que le silice des lampes à incandescence (mais il ne faut pas laisser de trace de doigts sur ces ampoules au risque qu'elles se détériorent).

Le cycle de l'halogène ou cycle de régénération se déroule de la façon suivante :

- ✓ Le filament porté à haute température laisse s'échapper des atomes de tungstène vers la paroi de la lampe (ce qui entraîne son noircissement dans le cas des lampes à incandescence).
- ✓ Les atomes d'halogènes (brome ou iode) vont se combiner à ces atomes de tungstène et créer un halogénure de tungstène (bromure de tungstène ou iodure de tungstène) qui sera attiré par la chaleur du filament.
- ✓ Au contact du filament il y a séparation des 2 atomes ; le tungstène reprend sa place sur le filament et l'halogène va chercher un autre atome de tungstène pour le ramener.

Au cours de son fonctionnement, le filament de la lampe se vaporise : Les atomes de tungstène se dirige vers la paroi.

A proximité du verre les atomes d'halogènes (iode, brome, chrome) se combinent avec ceux de tungstène et forment une molécule : l'halogénure de tungstène.

La molécule ainsi formée vient par convection vers le filament.

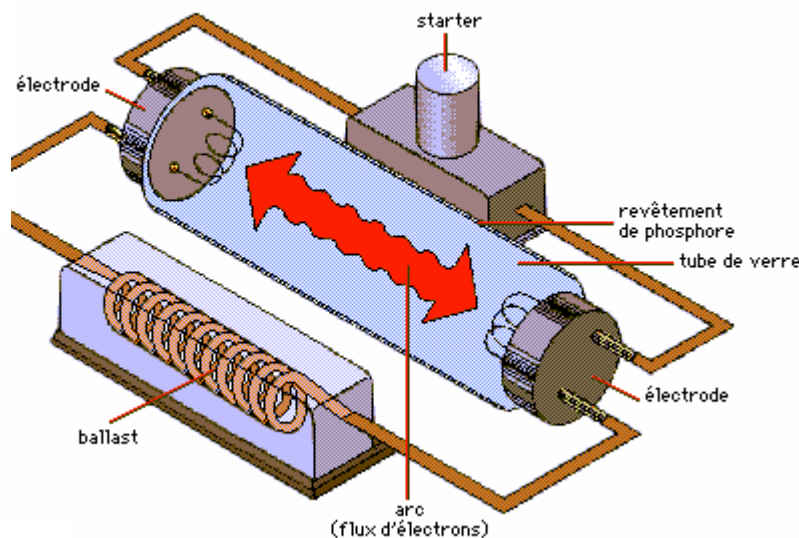
En raison de la température ($> 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$) l'halogénure de tungstène se dissocie en un atome de tungstène qui se dépose sur le filament et un atome d'halogène qui ainsi libéré va se recombinaison avec un autre atome de tungstène.

Il reprend ainsi son cycle de REGENERATION..

2-3-Lampes fluorescentes :

Le principe de fonctionnement de la lampe fluorescente est une adaptation de l'arc électrique découvert au 19^{ème} siècle. Dans un tube on déclenche une décharge électrique entre les 2 embouts qui réagissent comme des électrodes et l'effet fluorescent se produit. Le rayon ultraviolet devient visible en entrant en contact avec les substances photoluminescentes (poudres fluorescentes dont la composition permet d'obtenir les différentes couleurs des tubes) contenues dans les gaz rares du tube. Le temps que cette réaction se stabilise explique que l'allumage soit un peu irrégulier dans les tubes usagées. Le système fluorescent exige quelques composants complémentaires :

- ✓ Ballast, self ou bobine pour assurer pour limiter le courant et entretenir le régime d'arc dans le tube.
- ✓ Starter pour assurer l'éclairage du tube en provoquant l'émission d'électrons par les électrodes
- ✓ Condensateurs pour assure l'antiparasitage, éventuellement relever le facteur de puissance ou décaler l'éclairage d'un tube par rapport à l'autre (montage duo).



Si on crée une décharge électrique dans un tube comportant deux électrodes et contenant un gaz on obtient des radiations visibles et invisibles.

On va transformer, grâce aux poudres fluorescentes, les radiations invisibles (ultraviolets) en lumière.

C'est la composition de ces poudres qui donnent les différentes teintes des tubes fluorescents.

2-4-Comparaison des 3 procédés :

	<i>Lampes à incandescence</i>	<i>Lampes halogènes</i>	<i>Tubes fluorescents</i>
<i>Durée de vie :</i>	1000h	2000h	> à 8000h
<i>Efficacité lumineuse :</i>	10 à 20 lumens / Watt	20 à 25 lumens / Watt	40 à 80 lumens / Watt
<i>Couleur :</i>	Jaune orangé	Blanc (proche de la lumière naturelle)	Variable (poudres)
<i>Prix :</i>	< 2€	Environ 10€	Entre 10 et 30€
<i>Forme – Esthétique :</i>	Très varié	Peu de formes mais généralement caché	Peu de formes mais des efforts avec les fluocompacts

Travail personnel



3-APPLICATIONS A L'ECLAIRAGE DE LA MAISON :

Pour illustrer le comparatif ci dessus, nous allons réaliser un avant projet d'éclairage et comparer les résultats si on installe des lampes à incandescence ou des lampes fluocompactes dans la chambre 3 de la maison étudiée précédemment.

Avant projet d'éclairage de la chambre 3 :

3-1-Données du local:

Cette chambre mesure 6,2m de long et 3,5 de large.

Le hauteur du sol au plafond est de 2,5 m.

Les luminaires seront fixés directement au plafond (hauteur de suspension = frise = 0 donc $j = 0$).

Le plan utile est à une hauteur de 0,8m.

Cette chambre servira de bureau et les travaux seront de lecture et d'écriture

On choisira un éclairage direct type C et le rendement des luminaires sera de 85% ($\eta = 0,85$).

L'empoussièrement est faible

Le plafond et les murs sont de couleur claire et le plan de travail (plan utile) de couleur sombre.

Réaliser un avant projet d'éclairage consiste à déterminer le nombre et la puissance des lampes à installer afin d'avoir un éclairement convenable.

Pour cela il faut faire un petit calcul en appliquant la formule :

$$F = \frac{E \times S \times d}{\eta \times U}$$

Où :

- ✓ F est le flux nécessaire en lumens (lm).
- ✓ E est l'éclairement moyen en lux (lx).
- ✓ S est la surface du plan utile en mètre carré (m²).
- ✓ d est le facteur de dépréciation.
- ✓ η est le rendement du luminaire.
- ✓ U est l'utilance.

3-2-Détermination de l'éclairage moyen E en lux :

Le local

Sa destination permet de déterminer le niveau d'éclairage à réaliser sur le plan de travail : on trouvera ce niveau dans les tableaux détaillés des "Recommandations relatives à l'éclairage intérieur" de l'Association Française de l'Eclairage. Quelques exemples sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Eclairages moyens à maintenir en fonction de l'activité (d'après AFE)		
Mode d'éclairage	Eclairage à maintenir	Type d'activité
GÉNÉRAL (activité intermittente ou tâche grossière)	15	Minimum pour la circulation à l'extérieur
	25	Cours et entrepôts
	40	Parkings, allées de communication
	80	Chargements et déchargement, quais et docks
	125	Voies de circulation intérieure, escaliers, magasins
GÉNÉRAL (lieux de travail continu)	175	Minimum pour la tâche visuelle
	250	Grosse mécanique, tâches industrielles diverses, lecture et écriture
	425	Mécanique moyenne, imprimerie, dactylographie, travaux de bureaux
	625	Bureaux de dessin, mécanographie
	850	Mécanique fine, gravure, comparaison des couleurs
GÉNÉRAL ou LOCALISÉ	1250	Mécanique de précision, électronique fine, contrôles divers
LOCALISÉ	> 1750	Tâches très difficiles dans l'industrie ou le laboratoire

Note : les éclairages à maintenir sont des valeurs minimales pour l'exécution de la tâche visuelle correspondant au type d'activité défini. En aucun cas on ne devra descendre en dessous de cette valeur.

L'éclairage moyen est fonction du local et plus précisément de l'activité que l'on va réaliser dans ce local. On trouve dans la documentation (prendre travaux de lecture et d'écriture)

$$E =$$

3-3-Calcul des caractéristiques du local:

Les dimensions du local

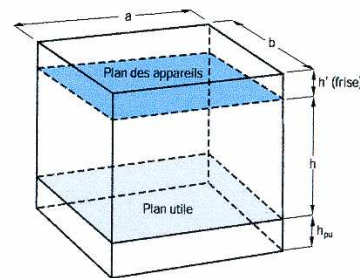
Toutes les formules et tous les tableaux qui vont suivre sont relatifs à des locaux parallélépipédiques de longueur et largeur a et b (figure ci-contre) :

Sauf cas particuliers, le travail ne s'effectue pas au sol mais à une certaine hauteur au-dessus de celui-ci. On appelle plan utile un plan fictif couvrant toute la surface de la pièce (donc de dimensions a x b) et situé par convention à 0,85 m du sol (sauf indications différentes).

On ne considérera donc jamais la hauteur totale d'un local mais :

- la hauteur h des luminaires au-dessus du plan utile,
- la hauteur h' de suspension des luminaires sous le plafond.

Pour caractériser les dimensions (ou plus exactement les rapports de dimensions) d'un local, on utilise les deux notations suivantes :



Indice du local

$$K = \frac{a \times b}{h(a+b)}$$

Rapport de suspension

$$j = \frac{h'}{h+h'}$$

Dans les tableaux que nous utiliserons plus loin, il a été sélectionné dix valeurs pour K (0,6 - 0,8 - 1 - 1,25 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 et 5) et deux valeurs pour j (0 et 1/3). Dans les calculs, si l'on obtient des valeurs différentes, il faudra parfois interpoler. Tous ces calculs supposent une disposition régulière des appareils.

3-3-1-Calcul de la surface :

Longueur du local : $L = 6,2 \text{ m}$
 Largeur du local : $l = 3,5 \text{ m}$

$$S =$$

3-3-2-Calcul de l'indice du local :

$$k = \frac{a \times b}{h (a + b)} \quad k =$$

3-3-3-Calcul du rapport de suspension :

$$j = \frac{h'}{h + h'} \quad j = 0$$

3-4-Détermination du facteur de dépréciation :

Dépréciation

En cours d'utilisation, le flux lumineux émis par une lampe baisse : entre deux nettoyages, les surfaces des lampes et du luminaire s'empoussièrent ; les matériaux qui composent le luminaire peuvent vieillir ; les parois du local voient aussi leur couleur changer dans le temps.

Les conditions de la dépréciation varient avec la nature de l'activité exercée dans le local, la nature des lampes, la construction du luminaire, la fréquence des nettoyages. A titre indicatif, l'Association Française de l'Eclairage indique les valeurs suivantes :

Facteurs de dépréciation			
Nature de l'activité	Niveau d'empoussièrment	Facteur de maintenance	Facteur compensateur de dépréciation
Montages électroniques, locaux hospitaliers, bureaux, écoles, laboratoires	Faible	0,65	1,50
Boutiques, restaurants, entrepôts, magasins, ateliers d'assemblage	Moyen	0,55	1,75
Aciéries, industries chimiques, fonderies, polissages, menuiseries	Elevé	0,50	2

Le facteur compensateur de dépréciation est le chiffre par lequel il faut multiplier l'éclairement moyen à maintenir pour connaître le flux à installer initialement.

Ainsi la formule permettant de calculer le flux total à installer devient :

$$F = \frac{E_a \times a \times b \times d}{U \times \eta_s} \quad (d = \text{facteur compensateur de dépréciation})$$

Ce facteur tient compte du vieillissement des sources de lumière de l'encrassement des luminaires et de leur éventuel entretien (maintenance). Il varie de 1,5 (cas favorable) à 2 (cas défavorable).

$$d =$$

3-5-Détermination du rendement des luminaires :**Rendement et classe d'un luminaire**

On appelle rendement en service (η_s) d'un luminaire le rapport du flux lumineux sortant du luminaire dans les conditions usuelles d'emploi, au flux qu'émettrait la lampe (ou l'ensemble des lampes) équipant ce luminaire, dans des conditions de température et d'alimentation spécifiées par les normes en vigueur.

Rendement hémisphérique inférieur : c'est la même définition que la précédente, mais en ne considérant que le flux inférieur rapporté au flux total de la lampe (ou des lampes) η_{si} .

Rendement hémisphérique supérieur : même définition, mais avec le rapport du flux supérieur uniquement, au flux total de la lampe (ou des lampes) η_{ss} .

On a : rendement total = rendement hémisphérique inférieur + rendement hémisphérique supérieur. La forme de la courbe de répartition du flux supérieur n'affecte pas le niveau d'éclairement sur le plan de travail. On part de cette constatation pour classer la répartition supérieure dans une seule classe : la classe T. Par contre, la répartition du flux inférieur, suivant qu'elle se fait d'une manière plus ou moins intensive, va jouer considérablement dans les résultats donnés par une installation. Aussi a-t-on défini dix classes pour caractériser la répartition du flux hémisphérique inférieur : les classes, A, B... I, J. Un luminaire sera donc défini complètement par le tableau suivant :

	NOMBRE DE LAMPES	RENDEMENT		
		Total	Direct	Indirect
	2 x 36 W	0,55	0,41 G +	0,14 T

La lettre T et le chiffre η_{ss} disparaissent si l'appareil n'émet du flux que dans l'hémisphère inférieur (appareil direct).

Ce rendement correspond au rapport du flux sortant du luminaire et du flux émis par la source. Il est donné par les fabricants de luminaires et varie de 0,4 à 1.

On prendra dans ce cas : $\eta = 0,85$

3-6-Détermination de l'utilance :

L'utilance est donnée en % ; Elle dépend :

- du système d'éclairage (direct, indirect,...).
- du facteur de réflexion des murs, du plafond et du sol.
- du rapport de suspension (j).
- de l'indice du local (k).

3-6-1-Système d'éclairage :

Eclairage direct type C.

3-6-2-Facteurs de réflexion :

Les facteurs de réflexion

Dans les tableaux que nous allons utiliser plus loin, il existe 14 groupements de facteurs de réflexion qui ont été jugés usuels. Ils sont donnés dans l'ordre : plafond, mur, plan utile. Et, pour éviter une surcharge des tableaux, ils ne sont pas donnés en pourcentage mais par le chiffre des dizaines de cette valeur.

Par exemple 753 signifie :	
• f. réflexion du plafond :	70%
• f. réflexion des murs :	50%
• f. réflexion du plan utile :	30%

Lorsque l'on ne connaît pas la nature ou la couleur exacte des parois, on peut s'aider du tableau ci-dessous :

	Clair	Moyen	Sombre	Très sombre	Nul
Plafond	8	7	5	3	0
Murs	7	5	3	1	0
Plan utile	3	3	1	1	0

<i>Couleur du plafond :</i>	<i>Couleur des murs :</i>	<i>Couleur du plan utile :</i>

Facteurs de réflexion retenu :

3-6-3-Détermination de l'utilance (voir page suivante)

$$U =$$

3-7-Calcul du flux total :

$$F = \frac{E \times S \times d}{\eta \times U} = \quad =$$

Ce flux F correspond au flux lumineux total nécessaire pour éclairer ce local
Maintenant nous devons répartir les luminaires.

3-8-Répartition des luminaires :

$$N = \frac{F}{f} = \frac{\text{Flux lumineux total}}{\text{Flux lumineux d'une source}} \quad \text{avec } N : \text{nombre de sources lumineuses}$$

3-8-1-Faire le calcul en prenant des lampes à incandescence standard krypton de 150W en 230V
(document fabricant pages suivantes).

$$N =$$

3-8-2-Faire le calcul en prenant des minix triple de 23W
(document fabricant pages suivantes).

$$N =$$

3-9-Conclure :

LUMINAIRE CLASSE A

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 0

A

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	88	81	87	81	78	74	70	67 74 70 67 70 67 66
0.80	95	87	94	86	85	80	76	73 79 75 73 75 72 71
1.00	102	91	99	90	91	85	81	78 84 81 78 80 78 76
1.25	107	95	104	94	96	89	86	83 88 85 82 84 82 80
1.50	110	97	108	96	100	92	89	86 91 88 86 87 85 84
2.00	116	101	113	100	107	97	94	92 95 93 91 92 90 89
2.50	119	103	116	102	111	100	98	96 98 96 95 95 94 92
3.00	122	105	118	104	114	102	100	99 100 99 98 98 97 95
4.00	125	106	121	105	118	104	103	102 102 101 100 100 99 97
5.00	126	107	122	106	120	105	104	104 103 103 102 101 101 98

LUMINAIRE CLASSE A

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 1/3

A

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	85	79	84	79	76	73	70	67 73 69 67 69 67 66
0.80	91	85	90	84	82	79	75	72 78 75 72 75 72 71
1.00	97	89	96	89	88	84	80	78 83 80 78 80 77 76
1.25	103	93	101	92	93	88	85	82 87 84 82 84 82 80
1.50	106	96	105	95	97	91	88	85 90 87 85 87 85 84
2.00	112	100	110	99	103	96	93	91 94 92 90 92 90 89
2.50	116	102	114	101	108	99	97	95 97 96 94 95 93 92
3.00	119	104	116	103	111	101	99	98 100 98 97 97 96 95
4.00	122	105	119	105	115	103	102	101 102 101 100 99 99 97
5.00	124	106	121	105	117	104	103	103 103 102 101 101 100 98

LUMINAIRE CLASSE B

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 0

B

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	80	74	79	73	68	65	60	56 64 59 56 59 56 55
0.80	89	81	87	80	76	72	67	63 71 66 63 66 63 61
1.00	96	86	93	85	84	78	73	70 77 73 69 72 69 67
1.25	102	91	99	89	90	84	79	76 82 78 75 77 75 73
1.50	106	94	103	92	95	87	83	80 86 82 79 81 79 77
2.00	113	98	109	97	103	93	90	87 91 88 86 87 85 83
2.50	117	101	113	100	107	96	94	91 95 92 90 91 89 87
3.00	120	103	116	101	111	99	97	95 97 95 94 94 93 90
4.00	123	104	119	103	115	102	100	98 100 98 97 97 96 93
5.00	125	106	121	104	118	103	102	101 101 100 99 98 98 95

LUMINAIRE CLASSE B

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 1/3

B

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	76	71	75	71	66	64	59	56 63 59 56 59 56 55
0.80	84	78	83	78	74	71	66	63 70 66 63 66 62 61
1.00	91	84	90	83	81	77	72	69 76 72 69 72 69 67
1.25	98	89	96	88	87	82	78	75 81 77 74 77 74 73
1.50	102	92	100	91	92	86	82	79 85 81 79 81 78 77
2.00	109	97	107	96	99	92	88	86 90 88 85 87 85 83
2.50	114	100	111	99	104	95	93	90 94 92 90 91 89 87
3.00	117	102	114	101	108	98	96	94 97 95 93 94 92 90
4.00	120	104	117	103	112	101	99	97 99 98 96 96 95 93
5.00	123	105	119	104	115	102	101	100 101 100 98 98 97 95

LUMINAIRE CLASSE C

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 0

C

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	71	66	70	65	58	55	49	44 54 48 44 48 44 42
0.80	82	74	80	73	68	64	58	53 63 57 53 57 53 51
1.00	90	81	87	79	76	71	65	61 70 65 60 64 60 58
1.25	97	86	94	85	84	77	72	68 76 71 67 70 67 65
1.50	102	90	99	88	89	82	77	73 80 76 72 75 72 70
2.00	109	95	105	93	97	88	84	81 86 83 80 82 79 77
2.50	113	98	110	96	103	92	89	85 90 87 84 86 83 81
3.00	116	100	112	98	106	95	92	89 93 90 88 89 87 84
4.00	120	102	116	101	111	98	95	93 96 94 92 92 90 88
5.00	122	103	118	102	113	99	97	95 97 96 94 94 92 90

LUMINAIRE CLASSE C

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 1/3

C

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	67	63	66	62	55	53	48	44 53 48 44 48 44 42
0.80	77	72	76	71	65	62	57	53 62 56 53 56 53 51
1.00	85	78	84	77	73	69	64	60 69 64 60 63 60 58
1.25	92	84	91	83	80	76	71	67 75 70 67 70 66 65
1.50	98	88	96	87	86	80	76	72 79 75 72 74 71 70
2.00	105	93	103	92	94	87	83	79 86 82 79 81 78 77
2.50	110	96	107	95	99	91	87	84 89 86 84 85 83 81
3.00	113	99	110	98	103	94	91	88 92 89 87 88 86 84
4.00	117	101	114	100	108	97	94	92 95 93 91 92 90 88
5.00	120	103	116	101	111	99	96	94 97 95 93 94 92 90

LUMINAIRE CLASSE D

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 0

D

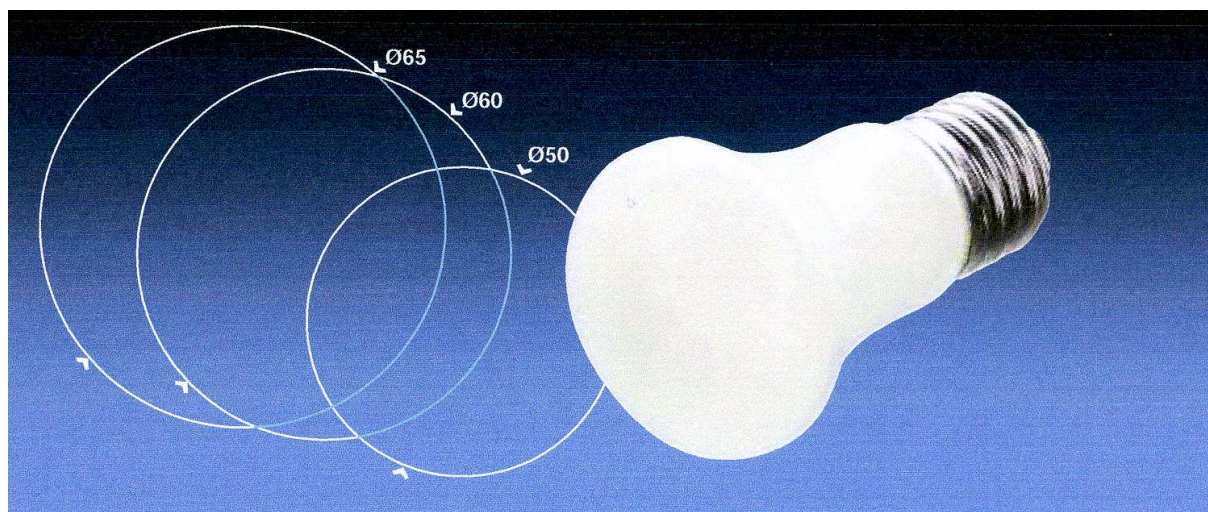
Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	66	61	64	60	51	49	42	37 48 42 37 41 37 35
0.80	77	70	75	68	62	58	51	46 57 51 46 50 46 44
1.00	85	76	83	75	70	66	59	54 64 58 53 57 53 51
1.25	93	82	90	81	78	73	66	61 71 65 61 64 60 58
1.50	98	86	95	85	84	77	72	67 76 71 66 69 66 64
2.00	106	92	102	91	93	85	80	76 83 78 75 77 74 72
2.50	111	96	107	94	99	89	85	81 87 83 80 82 79 77
3.00	114	98	110	97	104	92	89	85 90 87 84 86 83 81
4.00	118	101	114	99	109	96	93	90 94 91 89 90 88 85
5.00	121	102	117	101	112	98	96	94 96 94 92 92 91 88

LUMINAIRE CLASSE D

TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 1/3

D

Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311	
	871	771	751	711	531	331	000	
0.60	62	58	61	57	49	47	41	37 47 41 37 41 37 35
0.80	72	67	71	66	59	56	50	46 56 50 45 50 45 44
1.00	80	74	79	73	67	64	58	53 63 57 53 57 53 51
1.25	88	80	86	79	75	71	65	60 70 64 60 64 60 58
1.50	94	84	92	83	81	76	70	66 75 70 66 69 65 64
2.00	102	91	99	89	90	83	78	75 82 77 74 77 74 72
2.50	107	94	104	93	96	88	84	80 86 83 80 82 79 77
3.00	111	97	108	96	101	91	88	84 90 86 84 85 83 81
4.00	116	100	112	99	106	95	92	89 93 91 88 89 87 85
5.00	119	102	115	100	110	98	95	93 96 93 91 92 90 88



Standard Krypton 230V

La lampe Krypton offre une lumière puissante parfaitement diffusée grâce à l'opalisation. Plus blanche et moins éblouissante, son usage est fortement recommandé partout où un bon confort visuel est nécessaire.

Caractéristiques

Parfaite diffusion de la lumière.
Belle lumière peu éblouissante.
Fort pouvoir lumineux.
Forme caractéristique : champignon.

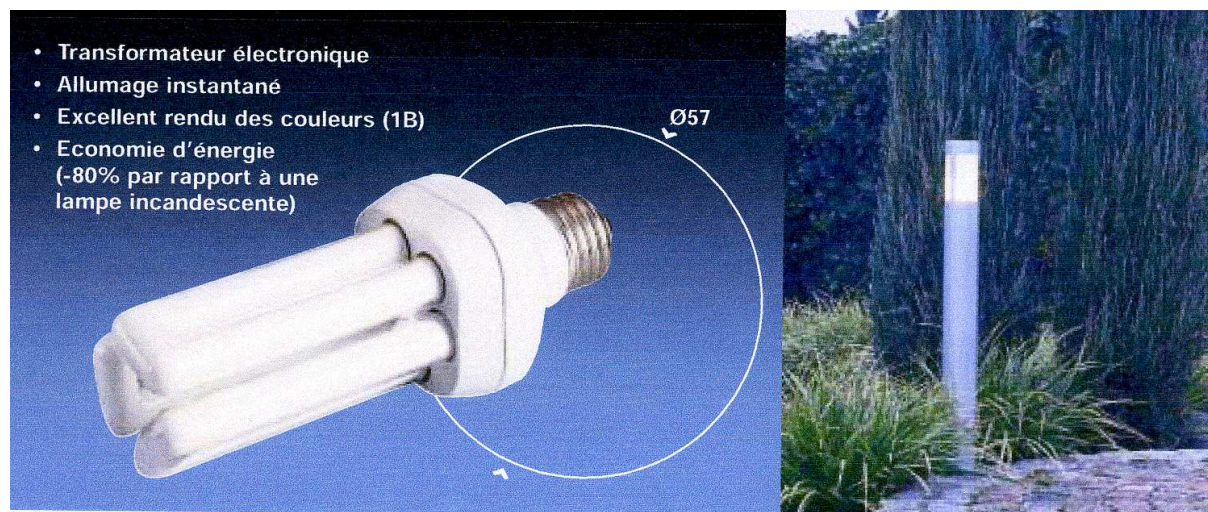
Applications

Habitat. Bureaux. Commerces. Hôtellerie.



Code commercial	Code usine	Désignation	Puissance (W)	Tension (V)	Culot	Flux (lm)	Dimensions (mm)		Unité de vente mini	Condt 10 x 10
							L	Ø		
68016	1068016	40W E27	40	230	E27	415	87	50	10	100
68012	1068012	40W B22	40	230	B22	415	86	50	10	100
68048	1068048	60W E27	60	230	E27	715	87	50	10	100
68044	1068044	60W B22	60	230	B22	715	86	50	10	100
68084	1068084	75W E27	75	230	E27	940	87	50	10	100
68080	1068080	75W B22	75	230	B22	940	86	50	10	100
68116	1068116	100W E27	100	230	E27	1350	95	60	10	100
68112	1068112	100W B22	100	230	B22	1350	94	60	10	100
68148	1068148	150W E27	150	230	E27	2175	111	65	10	100
68144	1068144	150W B22	150	230	B22	2175	110	65	10	100
68164	1068164	200W E27	200	230	E27	3000	111	65	10	100
68160	1068160	200W B22	200	230	B22	3000	110	65	10	100





- Transformateur électronique
- Allumage instantané
- Excellent rendu des couleurs (1B)
- Economie d'énergie (-80% par rapport à une lampe incandescente)

Minix Triple

Lampe fluorescente compacte, conçue en remplacement des lampes incandescentes standard.
Elle produit le même flux lumineux qu'une Minix double avec une taille encore plus compacte.
Elle peut donc être utilisée dans de très nombreux luminaires pour couvrir les applications les plus variées.

Caractéristiques

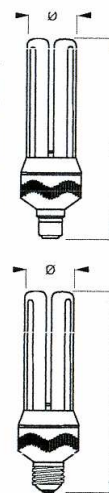
Substitution immédiate aux lampes incandescentes.
Couleur chaude comparable à celle de l'incandescence (2700 K).
Durée de vie exceptionnelle (10 000 heures = 10 fois la durée de vie d'une lampe incandescente).
Faible dégagement de chaleur.

Modèle présenté : Micro 70.
Voir *Eclairage extérieur*.
Gamme *Résidentiel*.

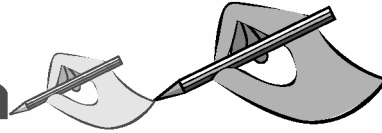


Code commercial	Code usine	Désignation	Puissance (W)	Tension (V)	Culot	Poids (g)	Temp. couleur (K)	Flux Lum. (lm)	Durée de vie moy. (heures)	Dimensions L (mm)	Ø (mm)	Unité de vente mini
27610	1027610	Minix T 15W/E27	15	230	E27	105	2700	900	10000	135	57	10
27606*	0027606	Minix T 15W/B22	15	230	B22	105	2700	900	10000	135	57	10
27609	1027609	Minix T 20W/E27	20	230	E27	120	2700	1200	10000	153	57	10
27607*	0027607	Minix T 20W/B22	20	230	B22	120	2700	1200	10000	153	57	10
27611	1027611	Minix T 23W/E27	23	230	E27	125	2700	1500	10000	164	57	10
27608*	0027608	Minix T 23W/B22	23	230	B22	125	2700	1500	10000	164	57	10

*Produits Sylvania.



Autocorrection



3-2-Détermination de l'éclairement moyen E en lux :

L'éclairement moyen est fonction du local et plus précisément de l'activité que l'on va réaliser dans ce local. On trouve dans la documentation (prendre travaux de lecture et d'écriture)

$$E = 250 \text{ lux}$$

3-3-Calcul des caractéristiques du local:

3-3-1-Calcul de la surface :

Longueur du local : $L = 6,2 \text{ m}$
 Largeur du local : $l = 3,5 \text{ m}$

$$S = L \times l = 6,2 \times 3,5 = 21,7 \text{ m}^2$$

3-3-2-Calcul de l'indice du local :

$$k = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

$$k = (6,2 \times 3,5) / (2,5 - 0,8) \times (6,2 + 3,5) = 1,31$$

on prendra 1,25

3-3-3-Calcul du rapport de suspension :

$$j = \frac{h'}{h + h'}$$

$$j = 0$$

3-4-Détermination du facteur de dépréciation :

Ce facteur tient compte du vieillissement des sources de lumière de l'encrassement des luminaires et de leur éventuel entretien (maintenance). Il varie de 1,5 (cas favorable) à 2 (cas défavorable).

$$d = 1,5$$

3-5-Détermination du rendement des luminaires :

Ce rendement correspond au rapport du flux sortant du luminaire et du flux émis par la source. Il est donné par les fabricants de luminaires et varie de 0,4 à 1.

$$\text{On prendra dans ce cas : } \eta = 0,85$$

3-6-Détermination de l'utilance :

L'utilance est donnée en % ; Elle dépend :

- du système d'éclairage (direct, indirect,...).
- du facteur de réflexion des murs, du plafond et du sol.
- du rapport de suspension (j).
- de l'indice du local (k).

3-6-1-Système d'éclairage : **Eclairage direct type C.**

3-6-2-Facteurs de réflexion :

<i>Couleur du plafond :</i>	<i>Couleur des murs :</i>	<i>Couleur du plan utile :</i>
Clair	Clair	Sombre
8	7	1

Facteurs de réflexion retenu : 871

3-6-3-Détermination de l'utilance (voir page suivante)

U = 86%

3-7-Calcul du flux total :

$$F = \frac{E \times S \times d}{\eta \times U} = \frac{250 \times 21,7 \times 1,5}{0,85 \times 0,86} = \mathbf{11\ 132\ lm}$$

Ce flux F correspond au flux lumineux total nécessaire pour éclairer ce local
Maintenant nous devons répartir les luminaires.

3-8-Répartition des luminaires :

$$N = \frac{F}{f} = \frac{\text{Flux lumineux total}}{\text{Flux lumineux d'une source}} \quad \text{avec } N : \text{nombre de sources lumineuses}$$

3-8-1-Faire le calcul en prenant des lampes à incandescence standard krypton de 150W en 230V.

N = 11132 / 2175 = 5,11 arrondi à 5 lampes de 150W.

3-8-2-Faire le calcul en prenant des minix triple de 23W

N = 11132 / 1500 = 7,42 arrondi à 8 lampes de 23 W

3-9-Conclure :

même si le nombre des lampes fluocompactes est supérieur à celui des lampes à incandescence il faut voir que :

- **La lampe standard krypton coûte 6,09* €HT alors que l'autre coûte 30,88* €HT mais la durée de vie d'une lampe à incandescence est de 1000h alors que la lampe minix a une durée de vie de 10000h soit 10 fois plus.**
- **Les puissances installées en fluorescence sont inférieures à celles des incandescence (8 x 23 = 184W inférieur à 5 x 150 = 750W) donc le coût de l'énergie sera moins cher.**

** tarif Claude 2003*