

Première partie

Tableau d'équivalence des lampes

En moyenne, les lampes fluorescentes consomment quatre fois moins d'électricité, pour une production de lumière théoriquement équivalente.

Lampe fluorescente	Lampe classique à incandescence
9 watts	30 watts
11 watts	40 watts
15 watts	60 watts
20 watts	75 watts
50 watts	100 watts

Mais cette image montre d'autres équivalences

Comparatif incandescence - fluocompacte

liti71.jpg

The diagram illustrates the equivalence between incandescent and compact fluorescent lamps (CFL) in three key areas:

- Power (Wattage):** A central column of arrows points from incandescent wattages (15W, 25W, 40W, 60W, 75W, 100W, 120W) to equivalent CFL wattages (3W, 5W, 7W, 11W, 15W, 20W, 23W). The 20W CFL is highlighted with a red box.
- Cosommation de courant (Current Consumption):** Shows a 100% current consumption for an incandescent lamp and a 20% consumption for a CFL, indicating a 5-fold reduction in electricity usage.
- Durée de vie (Lifespan):** Shows that 15 incandescent lamps (15 x 1000 h) are equivalent in total hours to 1 CFL (15000 h), demonstrating a 15-fold increase in lifespan.

MICRELEC

Seconde partie

PHOTOS DES EMBALLAGES DES LAMPES DU BANC D'ESSAI

Lampe fluo compacte



Lampe halogène



Lampe à led

ALVF300

XanLite®

CONSOMME 1,7 W
ECLAIRE 15W



E14 | x30
230V | LEDs

ecologique
Lumière Economique Durable

LED
technology

30 000h
DE DURÉE DE VIE DES LEDs

LUMIERE BLANCHE CHAUDE



ALVF300

ALVF300	Lampe à filament
1,7 W	±15 W
63 lumens	165 lumens*
115°	>340°
30 000h	±1 000h

Eclairage dans l'axe**

0,5m	50 lux	53 lux
1m	13 lux	14 lux
2m	5 lux	4 lux

(FR) Avertissement :
LED à haute luminosité.
Ne pas utiliser avec un variateur de lumière.
Ne pas regarder directement les LEDs.

(ENG) Warning :
High intensity LED.
Do not use with a light dimmer.
Do not look at the LEDs directly.

(ESP) Advertencia :
LED de alta luminosidad.
No utilizar con un variador de luz.
No mire directamente las LEDs.


H-BH

RoHS CE X

www.xanlite.com

XanLite®

* : sur la base de 11 lm/W pour une lampe à filament.
Variation possible de 5 à 25 lm/W selon les lampes.
** : de 10 à 20 lux permettent la lecture.



3 760006 296612 >

Lampe à incandescence à filament tungstène



Présentation 2/3

Repères sur le capot transparent

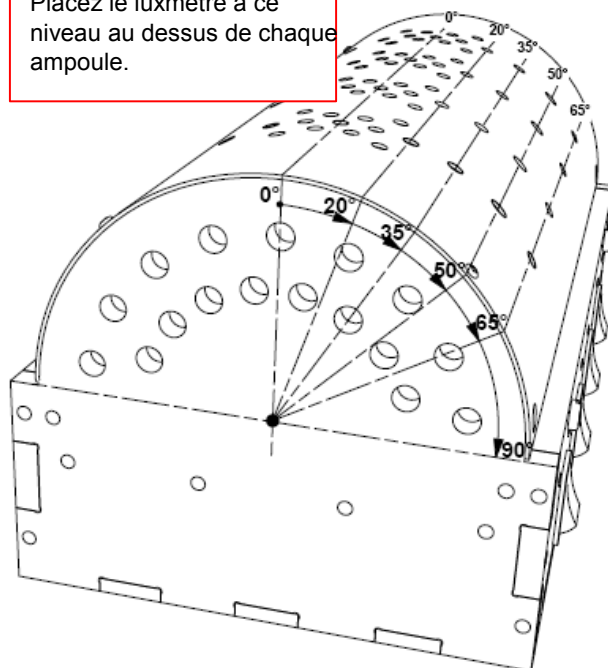
Les trous d'aération du capot transparent servent aussi de repères pour positionner un luxmètre et faire des mesures de luminosité sous différents angles.

En effet il est intéressant de vérifier si une ampoule éclaire bien de façon homogène dans toutes les directions.

En utilisant les trous d'aération comme repères pour placer le luxmètre, on pourra comparer la puissance lumineuse d'une ampoule juste au dessus (0°) jusqu'à sur le côté, à 90°.

Le dessin ci-dessous indique la position angulaire des repères (trous d'aération).

Placez le luxmètre à ce niveau au dessus de chaque ampoule.



Conseils pour le relevé de mesures

- Pour obtenir des mesures comparables d'une ampoule à une autre, toujours placer l'appareil de mesure de la même façon, en appui sur le capot transparent.

- Il convient aussi que les mesures soient effectuées dans un local peu éclairé, ou tout au moins éclairé de façon homogène et constante, afin que la lumière ambiante ne fausse pas les mesures.

- Bien évidemment, il convient qu'une seule ampoule soit allumée à la fois.

- Laisser l'ampoule se stabiliser (chauffer) quelques minutes avant de relever des mesures.

A propos de sécurité

Ce banc d'essai n'est pas un simple support d'ampoules fermé par un capot.

Nous l'avons voulu sûr en les mains d'élèves pour faire comparer sans risque de vraies ampoules 230 V d'éclairage domestique.*

Il a été conçu pour passer les tests rigoureux de la certification.

Son dessin, les matériaux utilisés, la réalisation des assemblages, les composants électriques utilisés ont été choisis dans ce but.

Notre banc d'essai "BE-AMP" est certifié selon les normes NF EN 60598-1+A1 et NF EN 60598-2-4 (luminaires et luminaires portatifs) et répond aux exigences spécifiques des luminaires pour enfants.

Le rapport d'expertise est disponible sur demande

Extrait des caractéristiques :

- résiste à des chutes de 1 m sur sol béton,
- capot transparent incassable,
- peut rester allumé en permanence sans que l'on puisse se brûler sur aucune partie,
- peut rester allumé en permanence sans que l'on perçoive de déformation, en particulier sur le capot,
- reste rigide après séjour de plusieurs heures dans une étuve à 75°C,
- le cordon électrique ne peut être arraché,
- l'accès aux ampoules nécessite un outil et du temps,
- ...

* Il existe des ampoules très basse tension et nous aurions pu envisager un matériel avec des ampoules 12 V. Mais celles-ci ne répondent pas aux mêmes exigences et normes que les ampoules d'éclairage domestique. De plus il est improbable de pouvoir trouver 4 ampoules 12 V des 4 technologies différentes, comparables, de même forme et pouvoir d'éclairage. L'éclairage domestique réel est réalisé en 230 V. On ne peut mener d'investigation pertinente que sur des ampoules 230 V.

Présentation 3/3

Note sur la puissance des ampoules

Sur les étiquettes du banc d'essai, les puissances indiquées sont les puissances "maxi" des ampoules que l'on peut mettre dans les douilles. C'est une mention obligatoire pour répondre aux normes selon lesquelles le matériel est certifié.

Cela ne veut pas dire que l'ampoule montée fait forcément la puissance indiquée sur l'étiquette ; on peut mettre une ampoule moins puissante. Le banc d'essai est prévu pour une durée de vie de plusieurs années, ce qui n'est pas le cas des ampoules qui l'équipent. Les nouvelles normes impliquent une évolution rapide des gammes d'ampoules et il est fort probable que d'une série à l'autre, nous soyons obligés de changer le modèle d'ampoule, tout en restant dans des valeurs très proches de la puissance. Ce qui est important avec ce banc d'essai est de pouvoir comparer et faire des mesures sur différents types d'ampoules.

**Banc d'essai comparatif
d'ampoules d'éclairage**
Réf. BE-AMP

230 V - 53 W - 50 Hz

 **www.a4.fr**

  **Fabriqué en France**



**Ampoule
à incandescence**

E14
230 V
25 W maxi

**Ampoule
halogène éco.**

E14
230 V
18 W maxi



**Ampoule
fluo compacte**

E14
230 V
5 W maxi

**Ampoule
à LEDs**

E14
230 V
5 W maxi

Note sur les appareils de mesures à utiliser

Les appareils de mesure (Wattmètre et Luxmètre) utiles pour comparer des ampoules ne sont pas fournis avec le banc d'essai. En effet pourquoi imposer un pack plus cher alors que ces appareils de mesures sont peut-être déjà dans vos armoires ou celles du professeur de sciences ? De plus il existe un choix important d'appareils, plus ou moins précis, plus ou moins fiables et plus ou moins onéreux.

- Parmi les **Wattmètres** que nous proposons au catalogue, celui qui est déporté de la prise avec transmission par ondes vers un lecteur autonome à piles est le plus lent (mais le plus sûr pour l'élève) : à chaque mesure, il faut attendre trois ou quatre secondes pour la lecture. Certains Wattmètres permettent entre autre de mémoriser ou de moyenniser la consommation. Dans les activités proposées nous ne préconisons que des mesures simples de consommation instantanée.

- Les **luxmètres** donnent une valeur de luminosité qui ne tient pas compte de la température de couleur (couleur d'éclairage). Dans les activités proposées nous avons négligé volontairement de faire utiliser un Kelvinmètre (mesure de la température de couleur), vu le prix élevé de ces appareils. Il faudrait souligner cependant que la température de couleur devrait être un critère important de choix d'une ampoule. On peut l'apprécier à l'oeil (lumière chaude, lumière froide, lumière jaune,...). Il peut être intéressant de faire remarquer aux élèves que toutes les ampoules, même à luminosité égale, ne fournissent pas forcément la même lumière et le même confort.

On pourra aussi attirer l'attention sur les dangers que peuvent représenter des ampoules qui émettent des lumières néfastes pour l'oeil ; en particulier les rayonnements ultra-violet qui peuvent émettre certaines DEL.

- Nous proposons aussi d'utiliser un **chronomètre** pour mesurer le temps de montée en puissance après l'allumage d'une ampoule. Ce paramètre est important avec les ampoules fluo qui doivent chauffer avant de donner leur pleine puissance.



Wattmètre
Réf V-NETBPEM2



Luxmètre
Réf V-DVM1300

Notice banc d'essai réf BE-AMP

Le banc d'essai ampoules (réf BE-AMP) permet d'observer, comparer et tester en fonctionnement différents types d'ampoules d'éclairage domestique :

- ampoule à filament à incandescence,
- ampoule à filament halogène,
- ampoule fluo compacte (fluo compacte),
- ampoule à LED.

Cet appareil permet en toute sécurité, de faire fonctionner ensemble ou tour à tour différentes ampoules et de relever des mesures. Il est préconisé d'utiliser un Wattmètre et un Luxmètre pour comparer les valeurs de consommation / éclairage.

Caractéristiques techniques

Tension de service 230 V - 50 Hz.

Puissance totale 53 W

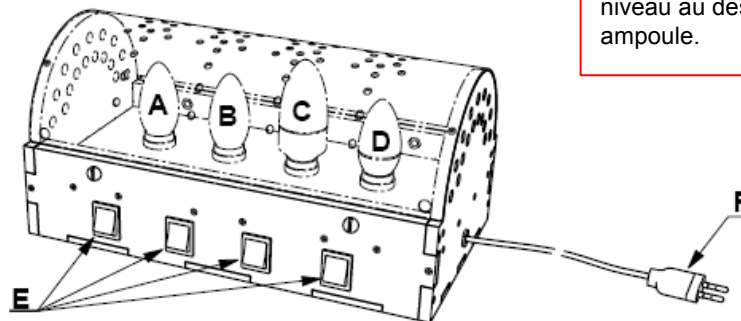
4 ampoules 230 V de type flamme, culots E14 installées :

- **A** : ampoule à incandescence 25 W maxi - Référence *AMPI-E14-23025*
- **B** : ampoule halogène 18 W maxi - Référence *AMPH-E14-23018*
- **C** : ampoule fluo compacte 5 W maxi - Référence *AMPF-E14-23005*
- **D** : ampoule à LED 3W maxi - Référence *AMPL-E14-23003*

Boîtier PVC résistant aux chocs avec capot transparent interdisant l'accès direct aux ampoules.

4 interrupteurs lumineux (**E**) pour commander chaque ampoule séparément.

Placez le luxmètre à ce niveau au dessus de chaque ampoule.



Utilisation

Connecter la fiche de l'appareil (**F**) à une prise secteur 230 V.

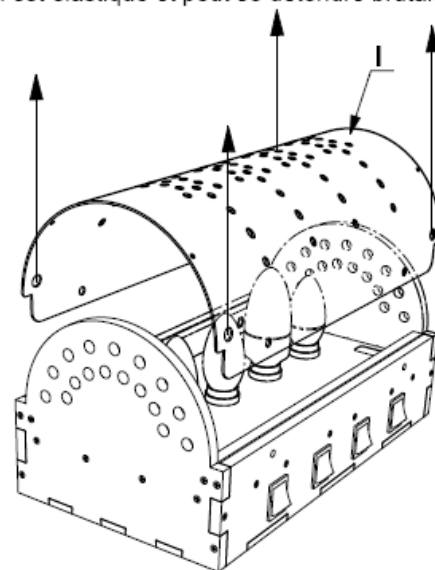
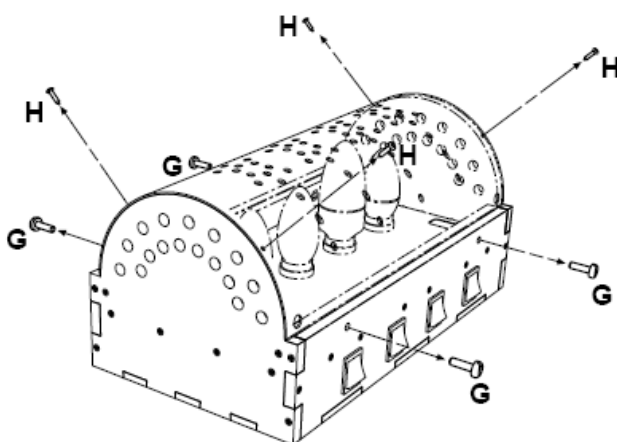
Agir sur les interrupteurs (**E**) pour allumer ou éteindre individuellement chacune des 4 ampoules.

Se reporter au dossier D-BE-LAMP (téléchargeable gratuitement sur www.a4.fr) pour les pistes d'expérimentation à mener en classe.

Remplacement des ampoules

Ne remplacer les ampoules que par les ampoules d'origine (Cf. ci-dessus, caractéristiques techniques).

- 1 - Avant toute intervention sur l'appareil, le déconnecter de la prise secteur 230 V.
- 2 - Démonter les 4 vis en plastique (**G**) et les 4 vis métalliques (**H**),
- 3 - Déboîter avec précaution le capot (**I**) vers le haut en le retenant car il est élastique et peut se détendre brutalement.
- 4 - Remplacer les ampoules "grillées" par des ampoules d'origine.
- 5 - Remettre en place le capot et ses 8 vis de fixation.



Si le câble extérieur souple ou le cordon de ce luminaire est endommagé, il doit être remplacé exclusivement par le fabricant, son service de maintenance ou toute personne de qualification équivalente, ceci afin d'éviter tout risque.

Activité 2 - Mesurer la consommation

Problématique de départ

Que consomment les différentes ampoules ; les consommations annoncées sont-elles exactes ?

Mise en situation

- Le professeur confie aux élèves le banc d'essai, les données fabricant des ampoules (boîtes vides des ampoules ou photocopies des boîtes ; cf. pages 06 à 08) et un Wattmètre.
 - Il est demandé de donner la consommation de chaque ampoule.
 On dispose des données fabricant, mais sont-elles fiables ? On demande les comparer avec des mesures de consommation réelle.
 Résultats à présenter dans un tableau puis un graphe.
 Donnez vos conclusions.

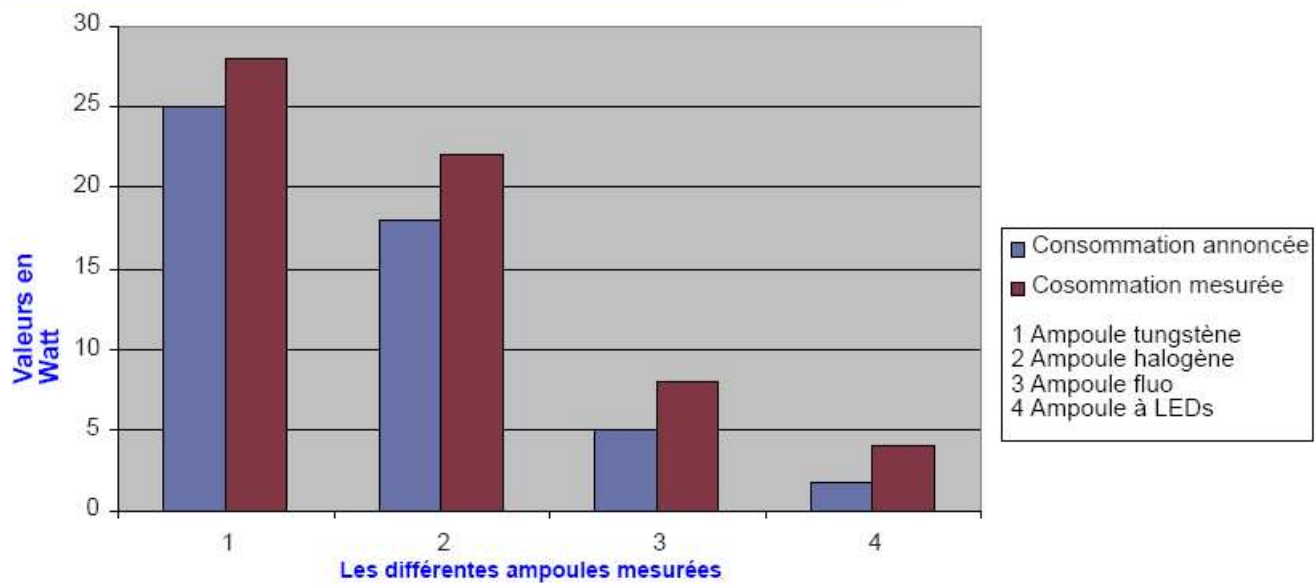
Réponses attendues

Tableaux et graphes donnés à titre d'exemples, réalisés sur Excel ; fichiers disponibles sur le CD et sur www.a4.fr. Attention, selon les ampoules mesurées et la précision du Wattmètre utilisé, les chiffres ne seront pas forcément les mêmes que ceux donnés ici à titre d'exemple. Ce qui importe avant tout est bien le fait de pouvoir comparer.

Consommation annoncée / consommation mesurée

Les données brutes, présentées en tableau

	1 Tungstène	2 Halogène	3 Fluo	4 LED
Données fabricant (Watt)	25	18	5	1,7
Consommations mesurées (Watt)	28	22	8	4



On constate que systématiquement les consommations annoncées sont inférieures aux consommations réelles mesurées*.

Si les 4 ampoules du banc d'essai donnent effectivement le même pouvoir éclairant, il est flagrant que l'ampoule tungstène consomme beaucoup d'énergie, à l'opposé de l'ampoule à LED qui semble consommer 7 fois moins. En revanche l'écart entre ce qu'annonce le fabricant et ce qu'on mesure réellement est relativement beaucoup plus important pour l'ampoule à LED : 2,3 fois plus !

* On pourrait mettre en cause l'appareil de mesure. Mais il s'avère qu'effectivement les consommations données par les fabricants sont souvent inférieures à la réalité mesurée.

Rappel du code couleurs :

En noir, les quelques explications pour le professeur.
 En rouge foncé les questions posées aux élèves (oralement ou à faire noter dans le cahier).
 En bleu, exemple de ce qu'un élève peut apporter comme réponse(s).

Activité 3 - Mesurer la luminosité selon différents angles

Mise en situation

- Le professeur confie aux élèves le banc d'essai, les données fabricant des ampoules (boîtes vides des ampoules ou photocopies des boîtes ; cf. pages 06 à 08) et un luxmètre.
- Il est demandé de comparer les luminosités des différentes ampoules.
- On dispose des données fabricant, mais sont-elles fiables ? On doit comparer par des mesures.
- En particulier, les ampoules éclairent-elles aussi bien dans toutes les directions ?
- Résultats à présenter sur un graphe.
- Donnez vos conclusions.

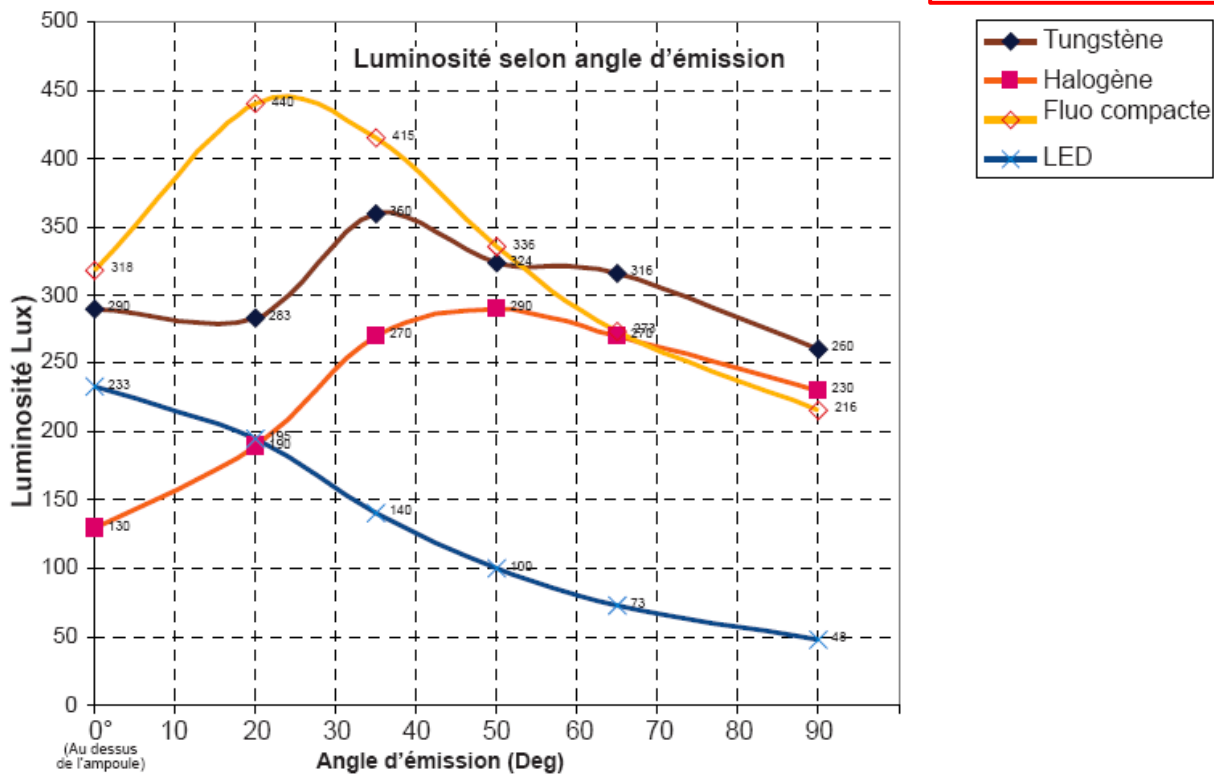
Réponses attendues

Tableaux et graphes donnés à titre d'exemples, réalisés sur Excel ; fichiers disponibles sur le CD et sur www.a4.fr. Attention, selon les ampoules et le luxmètre utilisés, les valeurs ne seront pas forcément les mêmes que celles donnés ici à titre d'exemple. Ce qui importe avant tout est bien le fait de pouvoir comparer.

Luminosités comparées des différentes ampoules, sous différents angles

Angle (Deg)	Tungstène (Lux)	Halogène (Lux)	Fluo (Lux)	LED (Lux)
0	290	130	318	233
20	283	190	440	195
35	360	270	415	140
50	324	290	336	100
65	316	270	273	73
90	260	230	216	48

Mesures que l'on relève avec le luxmètre juste au-dessus de chaque ampoule de la maquette donc avec un angle égal à 0°. Eviter de réaliser ces mesures en pleine lumière extérieure, ce qui fausserait les relevés, mais au contraire choisissez un environnement opaque comme dans un cube.



Constatations - Conclusions :

- L'ampoule tungstène produit l'éclairage le plus homogène dans toutes les directions ;
- l'ampoule à LED éclaire surtout au dessus et peu sur le côté ;
- l'ampoule halogène éclaire peu au dessus ; cela semble dû à l'effet lentille de ses deux couches de verre ;
- l'ampoule fluo semble avoir la plus grande puissance d'éclairage dans un cône de 50°.

Rappel du code couleurs :

En noir, les quelques explications pour le professeur.

En rouge foncé les questions posées aux élèves (oralement ou à faire noter dans le cahier).

En bleu, exemple de ce qu'un élève peut apporter comme réponse(s).

Activité 4 - Calculer la l'efficacité énergétique

Mise en situation

- Le banc d'essai n'est pas nécessaire pour cette activité. En revanche il faut avoir déjà réaliser les activités 2 et 3 (mesures de puissance consommée et de luminosité).

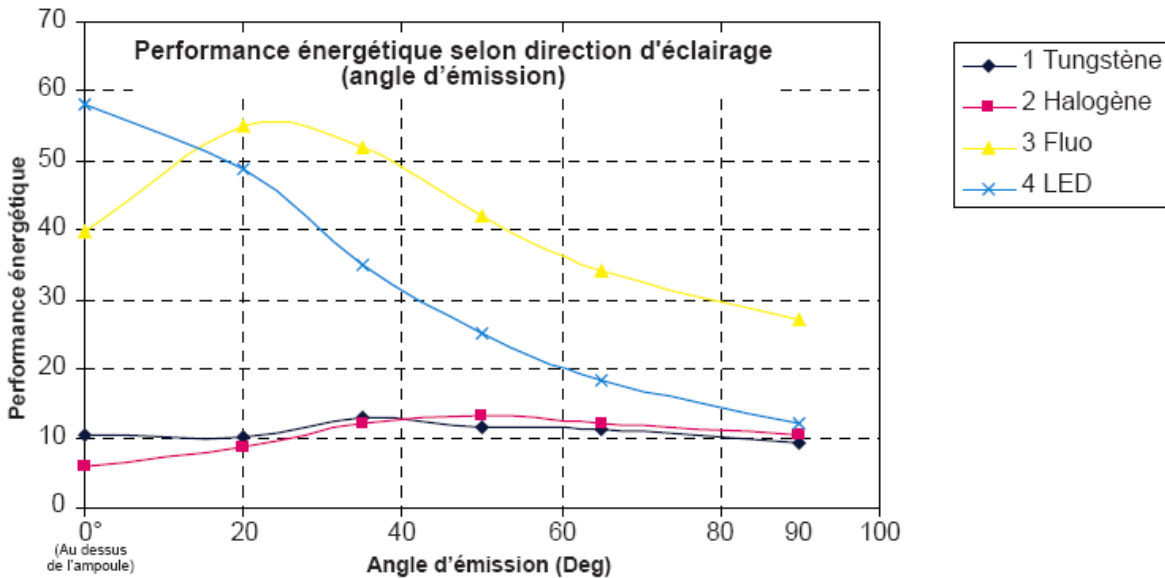
L'efficacité énergétique d'un produit est le rapport entre l'énergie efficace restituée (par exemple la lumière émise) et la consommation d'énergie (par exemple l'électricité consommée). Pour un résultat donné, moins le produit consomme d'énergie, plus on dit qu'il est efficace énergétiquement.

Pour une ampoule d'éclairage, l'efficacité énergétique = lumière émise (Lux) / consommation électrique (Watt)

A partir des mesure de consommation et de luminosité (activités 1 et 2), calculer et comparer les efficacités énergétiques des différentes ampoules.

On pourra présenter les mesures effectuées et le calcul de l'efficacité énergétique en tableau puis tracer un graphe.

Performance énergétique selon direction d'éclairage (luminosité / puissance consommée)				
Angle (Deg)	1 Tungstène	2 Halogène	3 Fluo	4 LED
0	10	6	40	58
20	10	9	55	49
35	13	12	52	35
50	12	13	42	25
65	11	12	34	18
90	9	10	27	12
MOYENNE	11	10	42	33



Constatations - Conclusions :

- Il est flagrant que les ampoules à filament (tungstène et halogène) ont les plus basses efficacités énergétiques.
- L'ampoule à LED a la meilleur efficacité mais seulement au dessus de l'ampoule, dans une zone très restreinte ; en revanche, sur le côté, cette ampoule n'est pas meilleur en efficacité que les ampoules à filament.
- L'ampoule fluo a la meilleur efficacité énergétique bien que celle-ci n'est pas homogène dans toutes les directions.

Activité 5 - Mesurer la montée en puissance d'une ampoule

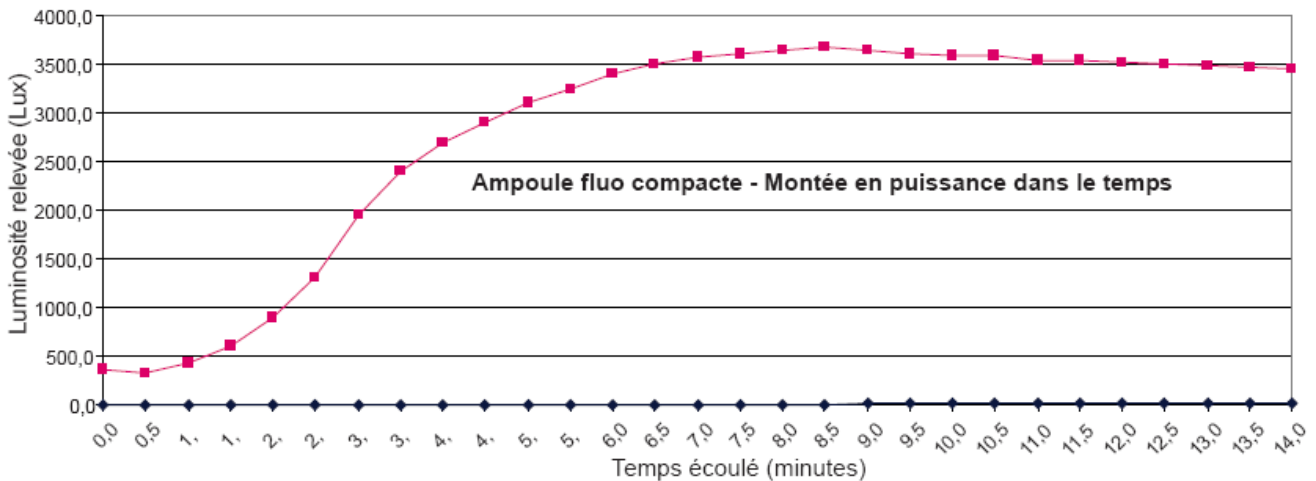
Mise en situation

- Le professeur confie aux élèves le banc d'essai et un chronomètre. (Les élèves peuvent utiliser leurs montres).
- On constate que l'ampoule fluo compacte n'est pas performante dès l'allumage mais qu'il lui faut un temps de chauffe pour atteindre sa pleine efficacité.
- On demande de fixer un luxmètre sur le capot du banc d'essai au dessus de l'ampoule fluo et de relever des mesures de luminosité à intervalles de temps régulier, jusqu'à ce que la mesure soit stabilisée.
- Résultat sous forme de tableau + graphe.
- Le fait de fixer le Wattmètre permet d'avoir des mesures comparatives fiable (si l'appareil bouge, la mesure peut être différente). On peut utiliser simplement un ruban adhésif.
- On doit démarrer le test avec une ampoule froide qui n'a pas été allumée depuis au moins une demi-heure.
- On peut laisser les élèves se poser la question de l'intervalle de temps entre les mesures. Une mesure toutes les 30 secondes est le bon intervalle.

Réponses attendues

Tableaux et graphes donnés à titre d'exemples, réalisés sur Excel ; fichiers disponibles sur le CD et sur www.a4.fr.

Montée en puissance dans le temps de l'ampoule fluo-compacte - Relevé de mesures			
Temps depuis l'allumage (minutes)	Luminosité au dessus de l'ampoule (lux)	Temps depuis l'allumage (minutes)	Luminosité au dessus de l'ampoule (lux)
0,0	360	7,5	3 600
0,5	320	8,0	3 630
1,0	430	8,5	3 660
1,5	610	9,0	3 630
2,0	900	9,5	3 590
2,5	1 300	10,0	3 570
3,0	1 940	10,5	3 570
3,5	2 400	11,0	3 520
4,0	2 680	11,5	3 520
4,5	2 900	12,0	3 510
5,0	3 090	12,5	3 480
5,5	3 240	13,0	3 470
6,0	3 390	13,5	3 460
6,5	3 500	14,0	3 430
7,0	3 570		



Constatations - Conclusions :

- Au démarrage l'ampoule commence par baisser un peu de luminosité puis monte progressivement en puissance. La puissance maximum est atteinte au bout de 8,5 minutes (8 minutes et 30 secondes) puis décroît un peu et se stabilise.
- Une fois "chaude", l'ampoule fluo compacte éclaire presque 10 fois plus qu'au démarrage.
- 80 % de la puissance de l'ampoule est atteinte après environ 4 minutes.

Activité 6 - Quelle ampoule choisir pour quelle application

Mise en situation

- Après les différents tests et mesures réalisés sur les 4 ampoules du banc d'essai, on peut poser à nouveau la question : quelle ampoule choisir ?
Les réponses doivent être nuancées, en particulier selon le type d'utilisation.

La questions posée peut être :

Quelles conclusions peut-on tirer des investigations menées autour des différents types d'ampoules d'éclairage.
Que pourrait-on conseiller à un consommateur qui achèterait une ampoule ?

Réponses attendues (exemple de réponses attendues)

Les différentes ampoule testées

- Les ampoules à filament (tungstène et halogène) ont des rendements (ou efficacité énergétique) nettement inférieurs aux ampoules "éco" (fluocompactes et DEL).

- L'ampoule qui a la meilleure efficacité énergétique (la plus économique à l'usage) est l'ampoule fluocompacte. Mais son inconvénient est son temps de montée en puissance. En effet il faut plusieurs minutes pour que ce type d'ampoule atteigne sa pleine efficacité.

- L'ampoule à LED a la meilleure efficacité dans un cône assez serré dans l'axe de l'ampoule. Mais sur le côté son efficacité est nettement inférieure à celle de l'ampoule fluocompacte. A 90°, l'ampoule à LED n'est pas plus efficace qu'une ampoule à filament.

Quelle ampoule choisir ?

- Pour un éclairage d'ambiance qui reste allumé longtemps (pièces à vivre, séjour, chambres, cuisine, etc), l'ampoule fluocompacte sera un bon choix. Après quelques minutes de chauffe elle offre une bonne efficacité et est la plus économique d'emploi.

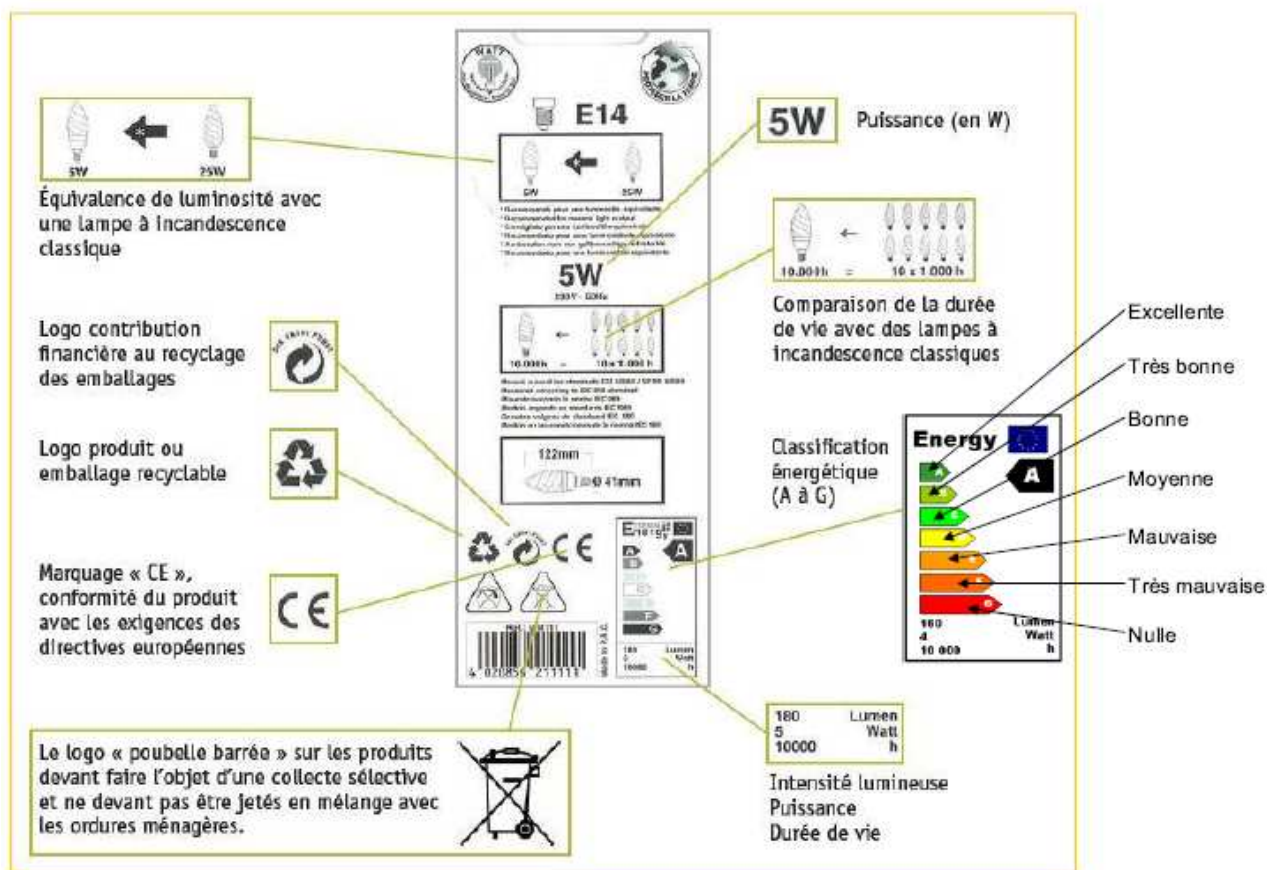
- Pour un éclairage ponctuel (spot) qui a pour objet d'éclairer une zone réduite (lampe de chevet pour lire, spots au dessus d'une table de cuisson ou d'un évier, spot pour mettre en valeur un objet, etc), l'ampoule à LED est bien adaptée. elle offre la meilleure efficacité énergétique pour ce type d'application. En revanche l'ampoule à LED éclaire mal latéralement.

- Pour une pièce dans laquelle on passe peu de temps mais qui nécessite un éclairage efficace immédiatement (cellier, réserve, garage, WC, etc), on peut se poser la question de l'utilisation des ampoules à filament. En effet si ces ampoules sont très gourmandes en énergie, elles offrent le double avantage de l'efficacité immédiate avec une puissance d'éclairage homogène dans toutes les directions.

L'ampoule fluocompacte devrait être allumée plusieurs minutes à l'avance (le temps de chauffe) ou être surdimensionnée, pour un besoin en éclairage de une minute ou deux ; ça ne serait pas forcément rentable. De plus on pourrait être tenté de la laisser allumée en permanence, ce qui serait un vrai gâchi d'énergie.

L'ampoule à LED offre un éclairage ponctuel mal adapté à l'éclairage d'une pièce.

ETIQUETTE ENERGIE



SITES A CONSULTER

Définitions concernant l'éclairage :

<http://www.dynalum.com/dico/definition-eclairage.htm>

Prix des lampes et caractéristiques :

<http://www.lighting.philips.fr/index.wpd>

Ecole de l'énergie

http://france.edf.com/html/ecole_energie/index.html

Ma lampe et le recyclage des ampoules :

<http://www.malampe.org/>

Lien lampe et efficacité énergétique :

http://www.light11.fr/cms/1_6/Lampes.html

Ademe bretagne

http://www.ademe.fr/bretagne/actions_phares/energie_maitrise/conseils_eclairage.asp

<http://www.espaceampoules.fr/questions-fr-quentes/46.html>

niveau d'éclairage conseillé dans une habitation

<http://www.eclairermoi.com/index.php?rubrique=5&ssrubrique=35>

énergie : définition énergie

<http://www.planete-energies.com/contenu/energie/definition.html>

http://sti.discip.ac-caen.fr/sites/sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/Fiche_synthese_CI_3.pdf

Définition du mot éclairage.

Eclairage n. m. Ensemble des techniques et des appareils ayant pour but de produire une lumière artificielle.

Le résultat de l'éclairage est dit éclairement. La technique de l'éclairage a imposé la définition d'un certain nombre de grandeurs caractéristiques des phénomènes mis en jeu, ainsi que des unités correspondantes.

Caractéristiques physiques

L'intensité lumineuse

d'une source mesurée, en fait, l'énergie rayonnée dans une direction donnée par cette source, à l'intérieur du spectre visible ; son unité est la candela (cd), qui équivaut à l'énergie lumineuse de 1/683 watt par stéradian, émise dans la direction retenue à une fréquence de $540 \cdot 10^{12}$ hertz. Le stéradian (sr) est l'angle solide centré sur une sphère de rayon R, qui découpe sur elle une surface égale à R^2 .

Le flux lumineux

correspond à l'énergie lumineuse rayonnée dans un angle solide, par une source ponctuelle située à son sommet et d'intensité constante dans toutes les directions de l'angle solide. Son unité est le lumen (lm) correspondant à une intensité constante de 1 cd dans toutes les directions se situant à l'intérieur d'un angle solide de 1 sr.

La luminance

d'une source non ponctuelle, dans une direction déterminée, est le quotient de son intensité dans cette direction par sa surface apparente. Son unité est le candela par mètre carré (cd/m²).

L'exitance

d'une telle source correspond au flux global émis par l'ensemble de ses points, rapporté à sa surface réelle. Son unité est le lumen par mètre carré (lm/m²).

L'éclairement

d'un objet correspond à l'ensemble des flux lumineux qu'il intercepte, rapporté à la surface réelle qui est éclairée. Son unité est le lux (lx) qui est égal à 1 lm/m², mais à laquelle on a donné un nom particulier pour différencier l'éclairement de l'exitance. L'efficacité lumineuse d'une source est le quotient du flux lumineux global qu'elle émet en tous ses points par la puissance qu'elle absorbe. Son unité est le lumen/watt (lm/W).

Les techniques d'éclairage

De la flamme à l'halogène.

Elles furent tout d'abord assurées par l'emploi de flammes : foyer de bois proprement dit, torches, lampes à huile, bougies, lampes à pétrole puis à essence, et enfin éclairage au gaz à partir du début du XXe siècle. Les lampes à essence et à gaz équipées de manchons tissés en fibres réfractaires chauffés par la flamme atteignirent pour la première fois, en 1885, des qualités lumineuses (exitance, blancheur de la lumière) en ligne avec celle des appareils d'éclairage moderne. L'apparition de l'électricité conduisit le Britannique Humphrey Davy à construire la première lampe à arc en 1810. Mais c'est l'invention de la lampe à incandescence, en 1879, qui permit d'amorcer un développement significatif de l'éclairage électrique, lequel finit par supplanter, entre les deux guerres mondiales, toutes les autres formes d'éclairage. La lampe de Thomas Edison possédait une ampoule de verre sous vide, dans laquelle se trouvait un filament de carbone comportant une boucle unique obtenue par pyrolyse d'une fibre de bambou. Ce filament était mis sous tension par des conducteurs métalliques traversant la paroi de l'ampoule ; porté à 1 800 °C, il produisait une lumière à légère dominante rouge, avec une efficacité médiocre de 3 lm/W. Aujourd'hui, on utilise exclusivement des filaments de tungstène, le plus réfractaire de tous les métaux, enroulé en hélice ou en double hélice pour augmenter sa surface rayonnante et diminuer les pertes de chaleur dans le gaz de remplissage. On obtient ainsi des températures de 2 400 à 2 600 °C. Les ampoules classiques sont emplies d'un mélange d'argon et d'azote sous une pression de 0,5 bar à froid. Leur efficacité lumineuse est de 12 à 20 lm/W et leur durée de vie moyenne de 1 000 heures environ. La dominante rouge est atténuée, mais n'a pas disparu. Le remplissage de l'ampoule au krypton permet d'améliorer encore un peu la qualité de la lumière sans modifier sensiblement les autres caractéristiques. Le remplissage initial de l'ampoule par un mélange de gaz rare et de vapeur d'halogène (brome, iode), sous quelques bars à froid, permet d'augmenter sensiblement la température du filament, donne une lumière proche de la lumière solaire, porte l'efficacité à 25 lm/W, tout en doublant ou triplant la durée de vie par limitation de la vitesse de sublimation du tungstène. La haute pression de fonctionnement à chaud impose que le filament soit contenu dans un tube de faible diamètre, en verre épais. Bien que l'ampoule halogène chauffe globalement moins qu'une ampoule électrique, l'exiguïté de la surface du tube conduit à une température de peau très élevée. Il faut donc empêcher tout contact direct avec le tube en service. Ce dernier peut avoir la forme d'un crayon, avec une borne à chacune de ses extrémités : on

la monte dans des luminaires fermés par une glace amovible. Il peut aussi être scellé à l'intérieur d'une seconde ampoule de verre, de taille normale, dans les lampes halogènes à culots.

Les techniques récentes.

Le dernier stade d'évolution des appareils d'éclairage est celui des lampes à décharge. Lorsqu'un gaz raréfié est soumis à une différence de potentiel, il s'ionise spontanément et devient ainsi conducteur. Le passage du courant électrique excite les électrons des couches périphériques des atomes du gaz raréfié qui, lorsqu'ils retombent à leur position d'équilibre, émettent de la lumière. À l'inverse de la lumière engendrée par le rayonnement des corps chauds, qui comporte un spectre de fréquence continu, cette lumière froide est composée de quelques raies d'émissions monochromatiques, caractéristiques du gaz utilisé, bandes qui se trouvent aussi bien dans le spectre visible que dans ses domaines latéraux, infrarouge et ultraviolet. C'est ainsi que certains tubes à décharge émettent sur une seule raie visible, rouge dans le cas du néon, jaune dans le cas de la [vapeur de sodium](#). Les tubes au néon ne sont pas utilisés pour l'éclairage, mais pour la réalisation d'enseignes lumineuses. L'utilisation d'autres gaz rares peut conduire à des couleurs différentes. Les lampes à vapeur de sodium sont, en revanche, utilisées dans les éclairages publics, en raison de leur durée de vie considérable (supérieure à 13 000 heures), de leur efficacité proche de 130 lm/W et aussi du fait que leur longueur d'onde d'émission correspond à la fréquence de sensibilité maximale de l'oeil. Leur monochromatisme rigoureux présente toutefois l'inconvénient de donner, dans les nuits profondes, un aspect cadavérique aux personnes éclairées dont la figure ne présente que des nuances d'intensité variable de la seule couleur jaune. On tend donc actuellement à les associer à d'autres sources de lumière. Le spectre d'émission de la [vapeur de mercure](#), quant à lui, se compose de quelques raies peu énergétiques dans le domaine visible (produisant une faible lumière blanc bleutée), mais surtout d'une raie intense dans l'ultraviolet, invisible et ne traversant pas les tubes de verre. Mais il est possible de revêtir la paroi interne de ces tubes de sels métalliques luminescents. Les électrons périphériques de leurs constituants, excités par la lumière ultraviolette, émettent à leur tour lorsqu'ils reviennent à leur orbite d'équilibre. Il est possible de les choisir pour que cette émission se fasse dans le spectre visible et de moduler à volonté le spectre de cette lumière en fonction des conditions d'utilisation, par l'utilisation d'un cocktail d'éléments fluorescents différents. La durée de vie des tubes luminescents standard est d'environ 10 000 heures, leur efficacité de 93 lm/W. Ils n'émettent pas de rayons infrarouges caloporteurs. Il existe également, pour l'emploi industriel, de grosses ampoules utilisant cette même technique.

La réalisation des éclairages

[L'oeil humain](#) s'habitue à des éclairages très variables. En plein soleil tropical, sur un terrain nu, l'éclairage peut atteindre 100 000 lx. Il peut tomber, dans les régions tempérées par temps légèrement nuageux, et dans une rue même large, à 10 000 lx. Les niveaux d'éclairage artificiel sont très inférieurs, par exemple 2 000 lx sur une table d'opération, 800 sur une table à dessiner, 400 pour la lecture, la dactylographie et les ouvrages de dames minutieux, 200 comme niveau général dans les cuisines et les salles de bains, avec un renfort à 400 sur les plans de travail ou devant les miroirs, 150 dans les salons, salles à manger, chambres à coucher, avec renfort à 400 dans les coins travail ou les coins lecture, sur les tables et à la tête des lits, 50 lx sur les autoroutes à l'approche des villes, 30 lx dans les rues, avec un minimum absolu de 15.

Dans l'éclairage des locaux, il faut éviter les effets d'éblouissement et de zone sombre. On y parvient, dans les locaux professionnels comme les bureaux de dessin, en créant des plafonds translucides lumineux, ou en multipliant les tubes fluorescents sur un plafond classique. Dans les locaux d'habitation, on multiplie également les sources lumineuses, en privilégiant les éclairages indirects ou les vastes diffuseurs qui diminuent la luminance de la source, sans pénaliser sensiblement son pouvoir éclairant. Certains architectes contemporains ont éclairé de vastes locaux collectifs en appliquant la technique des centrales de lumière, qui utilisent des [fibres optiques](#) amenant la lumière en de multiples points, à partir d'une source lumineuse intense et unique.

Une sensation particulière de confort peut être associée à la façon dont l'éclairage rend les couleurs. Les lampes à incandescence délivrent un spectre continu, fonction de la température d'émission. Cette notion permet d'analyser les spectres discontinus d'émissions au niveau du rendu des couleurs, par la notion de température de couleurs qui est celle d'un filament chaud fictif dont le spectre continu donnerait un rendu équivalent. Le choix du cocktail de sels luminescents, dans les tubes à vapeur de mercure, permet d'obtenir des températures de couleurs allant de 2 700 °K environ (équivalent d'une lampe à incandescence standard) à environ 6 500 °K (lumière blanc bleuté des salles d'opération). (source webencyclo)

4 types d'ampoules* sont utilisées pour l'éclairage domestique :

- les ampoules à filament tungstène,
- les ampoules halogènes,
- les ampoules fluorescentes (fluocompactes),
- les ampoules à LED.

Les lampes à filament classiques (lampes à incandescence)

Les lampes à filament classiques (lampes à incandescence), sont concurrencées depuis le début des années 1980 par les lampes dites "à économie d'énergie" qui ont un meilleur rendement lumineux et une meilleure longévité. des directives Européennes successives remettent en cause depuis le début des années 2 000 l'utilisation courante des lampes à incandescence pour l'éclairage domestique. A terme les lampes classiques à incandescence devraient disparaître de l'habitat au profit de moyens d'éclairage plus économiques et plus respectueux de l'environnement.

Les lampes à incandescence classiques

Ce sont les lampes encore les plus courantes au moment où nous écrivons ces lignes.

Elles sont constituées d'un filament tungstène plongé dans un gaz neutre. Le filament est traversé par un courant électrique qui le porte à incandescence ; il émet de la lumière et de la chaleur et perd petit à petit de la matière jusqu'à se rompre. Les lampes à filament tungstène ont une durée de vie limitée et n'ont pas une très bonne efficacité énergétique ; beaucoup d'énergie est dissipée en chaleur. Environ 5 % seulement de l'énergie consommée est restituée en lumière. Elles sont vouées à être remplacées par des lampes de meilleure efficacité énergétique et aussi plus durables.

Les lampes à incandescence halogène

Elles sont constituées d'un filament plongé dans des vapeurs de brome ou d'iode. Ce gaz permet que le filament s'use beaucoup moins vite que dans une lampe à incandescence classique. La durée de vie est environ 2 fois celle d'une ampoule classique. Le filament peut être porté à plus haute température, ce qui permet un meilleur rendement et l'émission d'une lumière plus vive.

Les lampes fluo compactes

Elles fonctionnent selon le même principe que les tubes fluorescents et en constituent une variante moins encombrante. Un gaz (généralement des vapeurs de mercure) est excité par un courant électrique et émet un rayonnement ultraviolet qui produit une lumière visible au contact de pigments fluorescents qui tapissent les parois de l'ampoule. La durée de vie de ces lampes est environ 6 à 8 fois plus élevée que celle des ampoules à filament classiques. Leur rendement énergétique est 5 à 6 fois plus important que celui des ampoules à filament classique : environ 30% de l'énergie consommée est restituée en lumière. En revanche il leur faut plusieurs minutes de montée en puissance pour qu'elle fournissent leur plein éclairage.

Les lampes à LED

Une LED (Light Emitting Diode) est un composant électronique constitué de matériaux semi-conducteurs qui émet de la lumière sous l'action d'un courant électrique faible. La technologie LED a été découverte en 1907 mais les premières applications n'ont vu le jour que dans les années 1970. Les lampes d'éclairage à LED sont apparues au début du 21^e siècle. Les lampes à LED sont constituées de plusieurs LED réunies dans un même boîtier. Les avantages de ce type de lampe sont : très faible consommation (8 fois moins qu'une lampe à incandescence), durée de vie très longue (environ 50 000 à 100 000 heures). De plus les LED ne contiennent pas de mercure, contrairement aux lampes fluo. En revanche les LED d'éclairage ne procurent qu'une lumière très directionnelle, dans un cône d'environ 120°, ce qui rend difficile d'obtenir un éclairage diffus. On entend et on voit même écrit que les lampes à LED ne dégagent pas de chaleur. Cela ne reflète pas exactement la réalité car s'il est vrai que les LED ne dégagent presque pas de chaleur, pour les utiliser dans une ampoule d'éclairage domestique il faut les associer à un transfo. ou système électronique qui les alimente en courant continu. Ces systèmes de transformateur sont inclus dans les culots des ampoules à LED et produisent de la chaleur. Sur certaines ampoules à LED le culot est muni d'ailettes de refroidissement.

* Dans ce dossier, nous parlons d'ampoule qui est le terme employé communément pour désigner les lampes. Le terme "ampoule" désigne littéralement l'enveloppe en verre d'une lampe. Mais le terme "ampoule" est utilisé couramment et le mot "lampe" est compris le plus souvent comme désignant un luminaire.

Exemples d'informations lampes sur sites fabricants

The screenshot shows a Philips website page for an 'EcoClassic Flamme halogène' lamp. The page is in French and includes a navigation menu, a product image, and a detailed technical specifications table. The specifications table is organized into columns and lists various technical details such as power, lifespan, and color temperature.

Caractéristiques techniques	
Spécificités techniques	
Quantité de mercure: 0 mg	Intensité: 78 mA
Temps de chauffe: 0,2 s	Dimensions de l'ampoule (hauteur): 99,5 mm
Facteur de puissance: 1	Indice de rendu des couleurs (IRC): 100
Durée de vie de la lampe: 2 an(s)	Lumen: 200
Durée de vie nominale: 2 an(s)	Flux lumineux nominal: 200 lm
Puissance nominale: 18 W	Tension: 230 V
Puissance: 18 W	Durée de vie de la lampe: 2 000 heure(s)
Puissance en watt équivalente: 23 W	Durée de vie nominale: 2 000 heure(s)
Dimensions de l'ampoule (diamètre): 36 mm	Température de couleur: 2 800 K
	Nombre de cycles d'allumage/extinction: 8 000
	Facteur de maintien des lumens: 0,9 (à la fin de la durée de vie nominale) %
	Forme: Flamme torsadée
	Effet lumineux / finitions: Crystal
	Classe énergétique: D
	Culot: E14
	Temps de chauffe, luminosité à 60 %: 0 s
	Couleur: Blanc chaud
	Intensité variable: Oui

Informations Techniques



Puissance : 05W (équivalent de 15 W)

Ampoule économique à très faible consommation. Ampoule pour utilisation en veilleuse. Sa taille est inférieure à 89mm. Sa forme de sphère lui offre un design agréable.

Fiche technique

Culot : E14 petite vis

- **Economie d'énergie et lumière du jour:** jusqu'à 80% d'économie d'énergie
- **Classe énergétique:** A
- **Ballast électronique** pour un allumage instantané avec absence de scintillement
- **Durée de vie:** 8 000 heures
- **(IRC) :** 8
- **Luminosité:** 180 lm
- **Température :** 2700 K - Lumière chaude

Dimensions de l'ampoule: 89 mm X 45 mm (diamètre)

GU10 STANDARD 20 LED / GU10 SHAPE, STANDARD, 20 LEDS

■ GU10 - Ø 50 mm - 230 V AC

CODE	REF.	W		
Ouverte / Open				
180099	LE 2010R	1,18	15 - 25	Rouge/Red
180100	LE 2010G	1,18	15 - 25	Vert/Green
180101	LE 2010B	1,18	15 - 25	Bleu/Blue
180102	LE 2010Y	1,18	15 - 25	Jaune/Yellow
180103	LE 2010W	1,18	10 - 20	Blanc/White
180098	LE 2010RGB	1,18	-	RGB*
Fermée / Closed				
180151	LE 2011R	1,18	15 - 25	Rouge/Red
180152	LE 2011G	1,18	15 - 25	Vert/Green
180153	LE 2011B	1,18	15 - 25	Bleu/Blue
180154	LE 2011Y	1,18	15 - 25	Jaune/Yellow
180155	LE 2011W	1,18	10 - 20	Blanc/White
180408	LE 2011WW	1,18	10 - 20	Blanc chaud/Warm white

* RGB : variation séquentielle des couleurs / Gratuated colour variation



Orbitec | éclairage général / general lighting 5