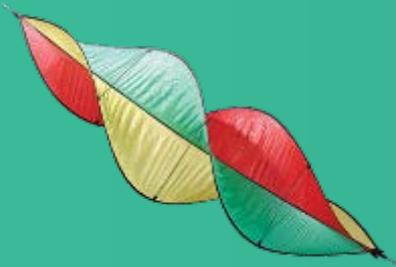




«Un éclairage durable dans le secteur culturel»

Quelles sont les dernières évolutions
technologiques en matière
d'éclairage?



Catherine Lootens
KU Leuven @ Campus Gent (KAHO)
Laboratorium voor Lichttechnologie
Groen Licht Vlaanderen 2020

UNIPSO – février 2014- Namur

Sommaire

- Groen Licht Vlaanderen
- Caractéristiques de la lumière
- Inspection des lieux
- Technologie de l'éclairage
- Points d'attention
- Les sources lumineuses
- Subsidies pour l'éclairage Bruxelles et Wallonie

Groen Licht Vlaanderen



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

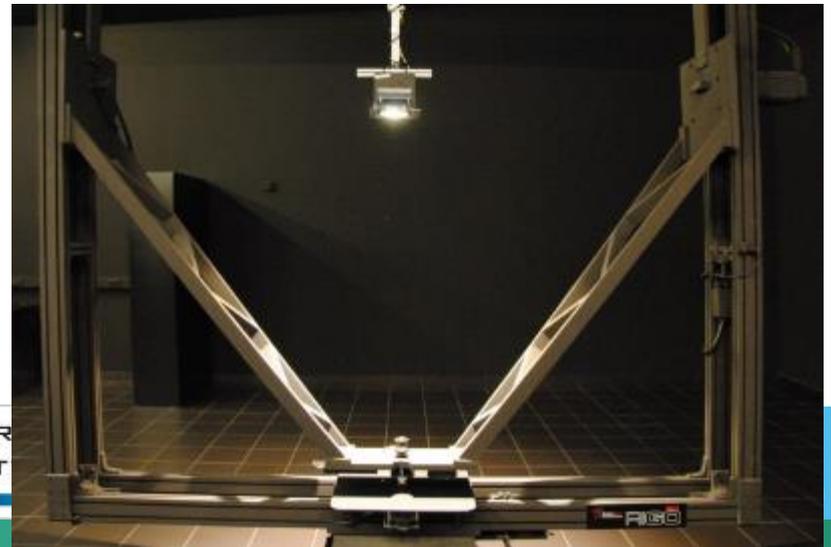
KU LEUVEN



Laboratoire de lumière et éclairage

- Laboratoire indépendant au service du secteur d'éclairage
- Recherche – Enseignement – Services
- 20 employés
- Thèmes
 - Eclairage intérieur
 - Couleur et apparence de matériaux
 - Conception optique
 - Sources lumineuses
- www.lichttechnologie.be

Catherine Lootens



Groen Licht Vlaanderen 2020 – le secteur d'éclairage Flamand en transition



- Agence Flamande d'Innovation
 - Projet VIS-Traject (80% subsides)
 - 6 ans (depuis 01/10/2011)
 - 4 exécuteurs
 - Consortium Groen Licht Vlaanderen (>70 entreprises) - 20% du financement du projet
 - Tout type de sociétés est représenté
 - Le projet est dirigé par un comité limité
 - Stimuler l'innovation via sensibilisation et avis techniques + recherche + implémentation (= études, démonstrations, ...)



Catherine Lootens



Consortium Groen Licht Vlaanderen



Contact



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

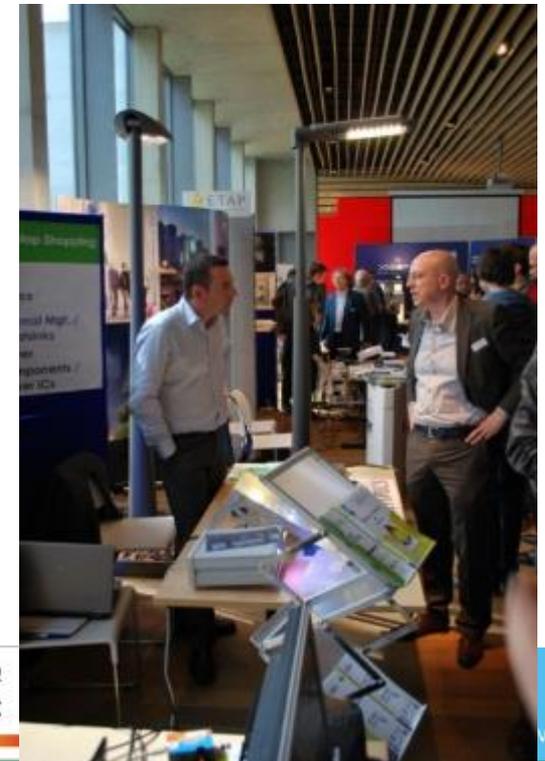
- Contact:
 - KU Leuven @ campus Gent (KAHO)
Laboratorium voor Lichttechnologie
Gebroeders Desmetstraat 1, 9000 Gent
Site: www.lichttechnologie.be en www.groenlichtvlaanderen.be
email: info@lichttechnologie.be info@groenlichtvlaanderen.be
 - Contact: Catherine Lootens (09/265.87.13)
 - Publications: www.groenlichtvlaanderen.be/ www.lichttechnologie.be



Invitation

Promotiedag Duurzame Verlichting

- 8-ième édition
- 8 mai (9h30-18h00)
- Ghelamco arena (Gand)
 - (stade de foot - la Gantoise)
- Le concept
 - Tout sur l'éclairage
 - 20 - 30 stands
 - Environ 15 sessions (plénière + parallèle)
 - Multiples contacts
 - > 300 participants



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

Caractéristiques de la lumière



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



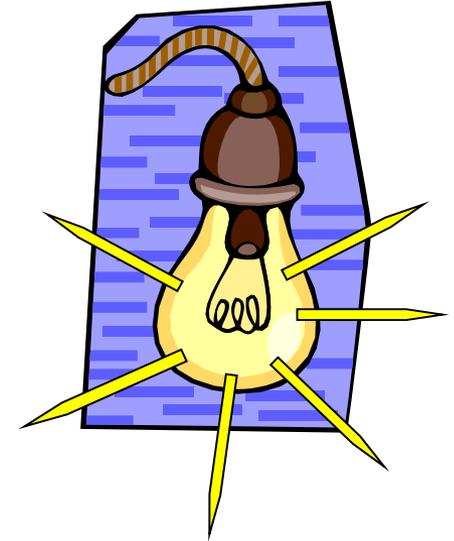
Flux lumineux

F Flux lumineux = lumen (lm)

I Intensité lumineuse = candela (cd)

E Niveau d'éclairage = lux (lumen/m²)

L Luminance = candela/m²



Auparavant uniquement valable pour les lampes non dirigées
Depuis le 01/09/2013, l'élément le plus caractéristique pour toutes les lampes, également pour les lampes dirigées

Base pour les calculs EEI (Indice d'Efficacité Energétique) pour l'Ecoconception et le label énergétique

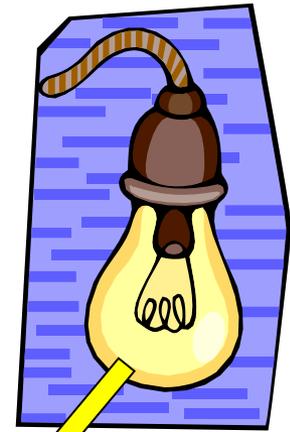
Intensité lumineuse

F Flux lumineux = lumen (lm)

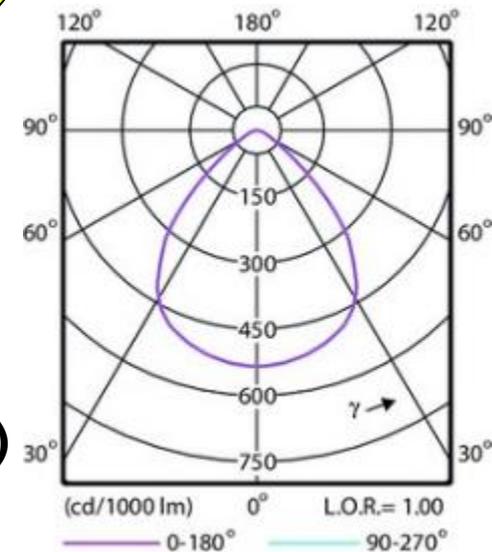
I Intensité lumineuse = candela (cd)

E Niveau d'éclairage = lux (lumen/m²)

L Luminance = candela/m²



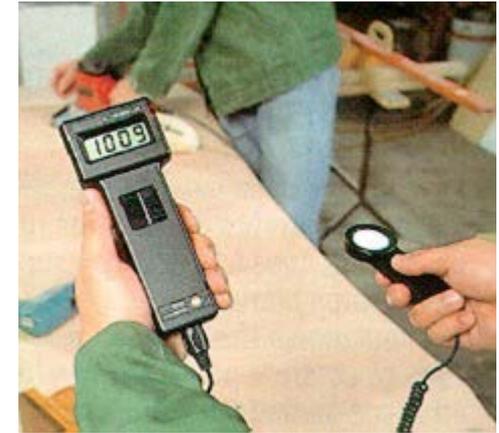
Intensité
lumineuse



Donné par le diagramme polaire du luminaire (en cd/klm)

Etait autrefois utilisé comme grandeur pour les lampes dirigées (spots)

Niveau d'éclairement

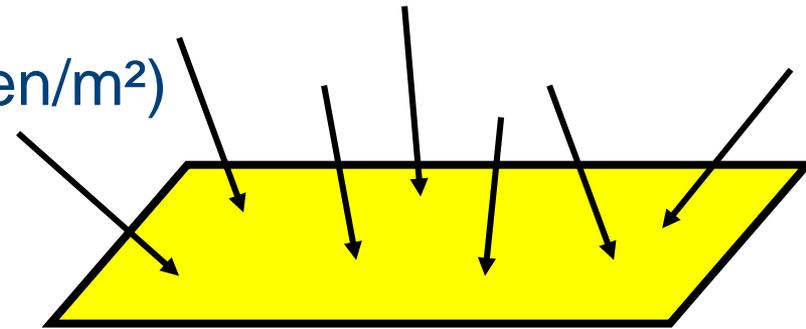


F Flux lumineux = lumen (lm)

I Intensité lumineuse = candela (cd)

E Niveau d'éclairement = lux (lumen/m²)

L Luminance = candela/m²



Résultat – n'est pas une caractéristique de la lampe

Mesure du niveau d'éclairement

Une mesure exacte est importante – son interprétation est parfois difficile

Exemple – un sol et des murs sombres peuvent entraîner

- Un éclairage élevé pour une basse luminance
- Un éclairage globalement plus bas (cf. sol et murs blancs) étant donné les coefficients de réflexion bas

Luminance

F Flux lumineux = lumen (lm)

I Intensité lumineuse = candela (cd)

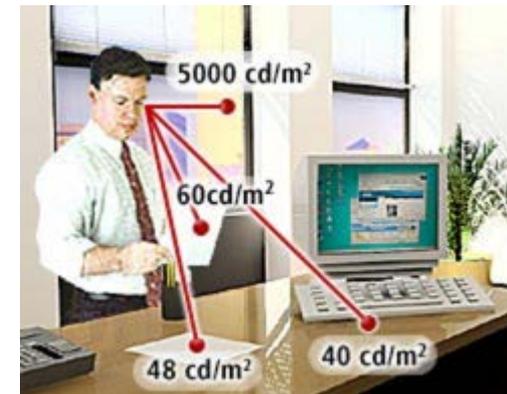
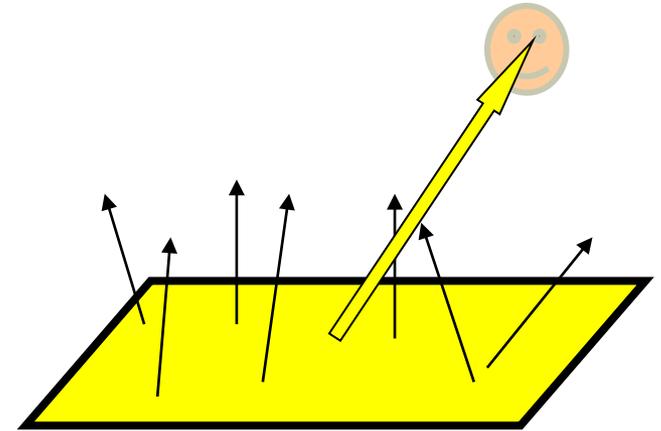
E Niveau d'éclairage = lux (lumen/m²)

L Luminance = candela/m²

Résultat – n'est pas une caractéristique de la lampe

Mesure de la clarté (ou de l'éblouissement)

La luminance est ce que nous voyons
en tant que personne !



Inspection des lieux



Groen
Licht
Vlaanderen

LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



KAHO
SINT-LIEVEN

Dépistage

- Lampes inefficaces?
 - Lampes incandescentes
 - Lampes halogènes
 - Anciennes lampes fluorescentes T12, T8 (couleur 33)
 - Les lampes à vapeur de mercure
- Lampes défectueuses?
- Lampes de couleurs différentes?
- Lampes à durée de vie courte?

Dépistage

- Luminaires inefficaces?



Dépistage

- Appareillage auxiliaire inefficace?
 - ballast électromagnétique
 - Classe B: Low loss
 - Classe C: Conventional
 - Classe D: High loss



Dépistage

- Limitation des heures d'utilisation?
 - Tient-on compte de la lumière du jour (éclairage naturel)?
 - extinction ou dimmage?
 - Circuits différents?
 - L'éclairage est-il éteint lors d'absence?
 - Le local est-il rendu sombre à cause de la lumière de jour?
 - Stores (peuvent être retro-reflectant)



Dépistage

- Y-a-t'il des mesures de maintenance?
 - Substitutions des lampes en groupe
 - Nettoyage des luminaires
- Les murs et plafonds, sont-ils propres et peints en couleurs claires?



Technologie de l'éclairage



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

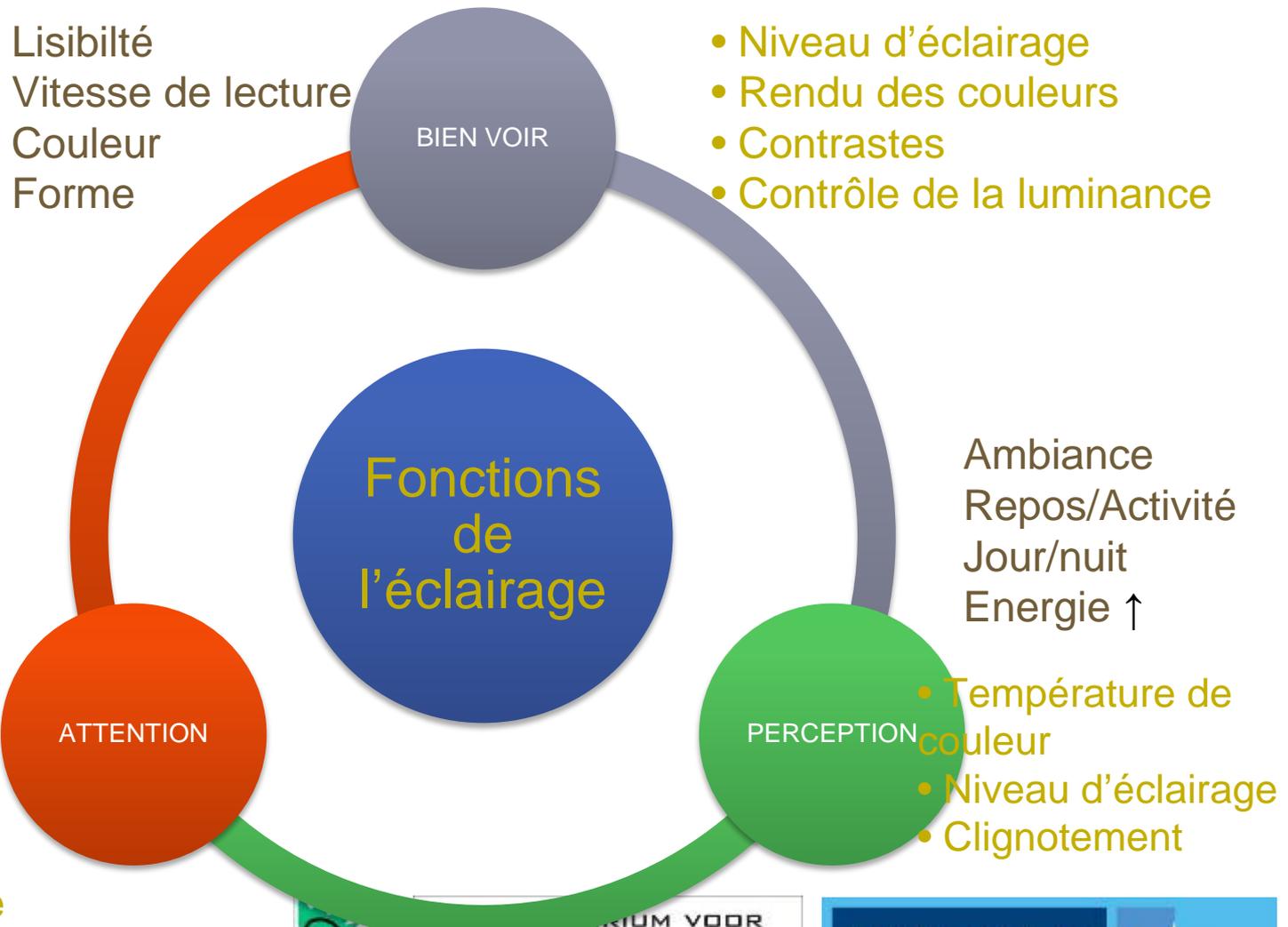
KU LEUVEN



Avantages d'un éclairage mis à jour



Pourquoi bien éclairer ?



Des économies d'énergie avec un meilleur éclairage

- Limitation de la puissance et des heures de fonctionnement lié à un meilleur confort visuel
- 3 points de référence
 - Lumière naturelle
 - **Lumière artificielle**
 - Sources lumineuses
 - Armatures
 - Appareils auxiliaires
 - Etudes
 - Automatisation

STAM Bijloke site Gent (Source: ACT Lighting)



Des économies d'énergie avec un meilleur éclairage

- Pénétration de la lumière naturelle
 - Orientation de l'immeuble
 - m² de fenêtres
- Installation d'éclairage
 - Sources lumineuses efficaces
 - Optiques/luminaires à haut rendement
 - Appareillage auxiliaire électronique
 - Optimisation du rayonnement lumineux, bon plan d'éclairage
- Automatisation : Allumage et/ou Variation de la lumière
 - Temps
 - Détection de présence
 - Détection de la lumière du jour

Mises à jour possibles

- Relamping
 - Remplacement avec le même type de lampe
- Retrofit
 - Remplacement avec un autre type de lampe
- Relighting
 - Remplacement de l'ensemble du luminaire
- Refurbish
 - Adaptation du luminaire

Vlaamse Opera stad Gent
Source: Open Monumentendag



LABORA
LICHT

Retrofit

Spiegelzaal Paleis op de Meir – na renovatie
Source – markant architecten – Van hunsel & partners



Bron: Osram



Bron: Ledon

Relighting



*Relighting avec led - Vooruit Gent
(Source: Vooruit Gent)*

Catherine Lootens



*Relighting avec lampes à décharge aux halogénures métalliques i - STAM Bijloke site
Gent (Sources: ACT Lighting)*

Refurbisch



Refurbish d'une armatures d'exterieur historique à ed (Source: Osram)



Source à led- Evolution One

Galerie des glaces – Versailles (Source: Mathieu Lustrerie)



Eclairage artificiel

Optez pour des sources lumineuses efficaces

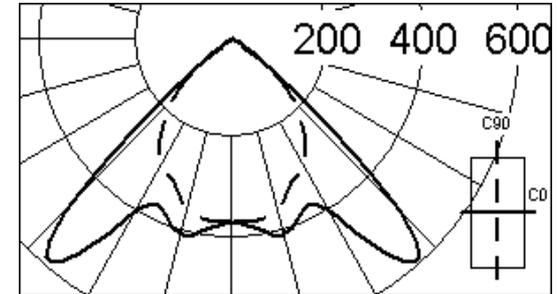
- Fluorescence
 - Lampes vapeur de mercure basse pression
 - Linéaire, circulaire, compacte
 - Lampe à décharge aux halogénures métalliques
 - LED, OLED
 - Induction, plasma, ...
-
- A éviter :
 - Lampes à filament
 - Lampes à vapeur de mercure haute pression



Luminaires

Optez pour des luminaires efficaces

- Rendement η ou LOR (Light Output Ratio)
 - Réflecteurs/optiques/diffuseurs
 - Nouveau : luminaires LED ; pas de LOR (généralement =1) mais LER (Luminaire Efficacy Rate en lm/W)
- Tenez compte du diagramme polaire
 - large/étroit/asymétrique = photométrie
 - Indirect/direct
- Attention également à l'éblouissement !
 - De préférence des luminaires basse luminance
 - Pas de pic d'éblouissement
 - Luminaires LED – demande plus de recherche

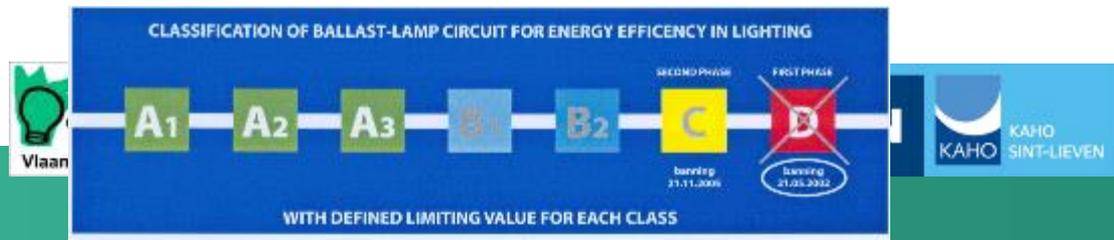


LOR 0,92 (92 %)

-Lampe :	58W - 5000 lm
-Rendement optique (η , LOR):	92%
-Intensité lumineuse du luminaire :	4600 lm
-Perte de lumière :	400 lm

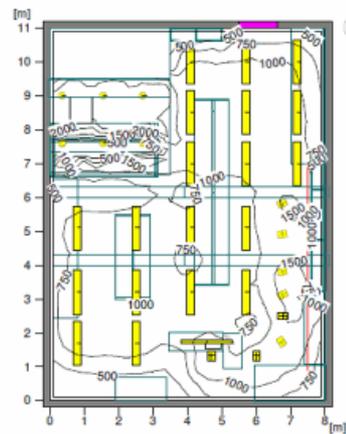
Appareillage auxiliaire

- **Optez pour un appareillage auxiliaire électronique**
 - Pour les techniques à décharge
 - Classe A recommandée (Ballast électronique)
 - A1, A2, A3 : Appareillages auxiliaires électroniques
- **Avantages :**
 - Consommation 20 - 25 % moins élevée que celle d'un ballast électromagnétique
 - Plus petit en volume et en poids
 - Meilleur cos phi
 - Lampes efficaces (par exemple T8) : 15-20 % plus efficaces
 - Allumage des lampes sans clignotement
 - Durée de vie de la lampe plus élevée
 - A la fin de la durée de vie la lampe est désactivée
 - Possibilité de dimming
 - Possibilité d'automatisation (pénétration de lumière du jour, détection de présence,..)



Le plan d'éclairage

- Choisissez pour un bon concept d'éclairage
 - Optimisez vers une utilance maximale
 - Choisissez le nombre, orientation et le profil optimal des luminaires
 - Evitez l'éblouissement !
 - Attention également à l'interprétation du plan d'éclairage
 - pièges : # points de calculs, zone périphérique, coefficients de réflexion, facteur de maintien
 - Compensez le surdimensionnement par un réglage automatisé
- Prenez les conseils des **spécialistes en éclairage**



Points d'attention



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



Points d'attention pour le secteur culturel

- Concernant les types de bâtiments
 - Nouveaux bâtiments
 - Bâtiments du patrimoine (rénovation, nouvel utilisation)
- Concernant les coûts
 - Consommation d'énergie
 - Achats des lampes (durée de vie)
 - Pic de consommation (prix d'électricité)
 - Limitations du temps d'allumage (réglage automatique)
- Concernant la conservation
 - UV
 - Chaleur
- Concernant le confort visuel
 - Vitesse de démarrage/redémarrage
 - Rendu des couleurs (CRI)
 - Température de couleur (CCT)
 - Cycles de commutation
 - Dimmage
 - Scénario

Adele – Albert Hall London
Source: Rob Sinclair

Catherine Lootens



Conservation: prEN 16163

- Norme Européenne

‘Conservation of cultural property – Exhibition lighting of cultural property’

- Lumière = facteur environnemental (cf. température, humidité relative, pollution,..)
 - Peut être néfaste pour des objets
 - effacement des couleurs
 - décoloration
 - fragilisation des matériaux
- Le dommage est cumulatif et irréversible
 - Le traitement de conservation ne peut réparer les dommages causés
 - Il faut tenir compte des aspects de conservation
 - La fragilité de l'objet
 - Spectre de la source lumineuse
 - L'exposition totale à la lumière (lux-heures/ans)
 - Aspects visuels: perception de la lumière, confort visuel,...
 - Aspects conceptuels: le concept d'éclairage contribue à la valeur du monument ou bâtiment

Le secteur culturel = lieu de travail

- Législation: Règlement général pour la protection du travail (RGPT)
- Nouvel arrêté royal du 10 octobre 2012
 - <http://www.emploi.belgique.be/defaultNews.aspx?id=37852>
 - Norme: EN12464-1 (rev. juillet 2011)
 - Confort Visuel

L'éclairage

Si l'employeur se conforme aux normes NBN-EN 124 64-1 et NBN-EN 124 64-2, il est présumé être en règle au niveau de l'éclairage. Il a par ailleurs le libre choix des moyens d'y parvenir.

Table 5.30 — Places of public assembly – Theatres, concert halls, cinemas, places for entertainment

Ref. no.	Type of area, task or activity	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Specific requirements
5.30.1	Practice rooms	300	22	0,60	80	
5.30.2	Dressing rooms	300	22	0,60	90	Lighting at mirrors for make-up shall be “glare-free”. Disability glare should be avoided at mirrors for make-up.
5.30.3	Seating areas – maintenance, cleaning	200	22	0,50	80	Illuminance at floor level.
5.30.4	Stage area - rigging	300	25	0,40	80	Illuminance at floor level.

Table 5.31 — Places of public assembly – Trade fairs, exhibition halls

Ref. no.	Type of area, task or activity	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Specific requirements
5.31.1	General lighting	300	22	0,40	80	

Perception de la lumière

- A base de rapport de luminances et contrastes
 - Combiner la lumière diffuse, direct ou indirect
 - Modelling
 - Rapport de luminances – créer des contrastes ou pas
 - Trop basse: TERNE
 - Lumière diffuse prédominante
 - Trop haute: DUR (si on le souhaite - DRAMIQUE)
 - (si pas souhaiter) Trop de contraste et trop d'ombres
 - Optimal: $1/3 < \text{rapport} < 3$
 - Bonne équilibre entre ombres et lumière

Modelling



Lumière Diffuse

–

Dirigée

–

Bon Modelling

Effet Terne

–

Dramatique

–

Neutre

Tenir compte d'exigences spécifiques

- Application – atmosphère
- Convivialité – facilité d'entretien
- Automatisation – système de gestion d'immeuble
- Effets spéciaux
- Protection – degré IP (eau, poussière, fumées, alimentation, ...)
- Emission de chaleur (IR) et/ou décoloration (UV)
- Fréquence de commutation (allumage – extinction)
- Limitation de la vision (daltoniens, mal voyants, personnes âgées)
- Point de vue des utilisateurs (spectateurs, bébés, malades, personnes âgées, fitness, sports de balle, ...)
- Résistance aux ballons (halls de sports)
- Résistance au chocs - transport

Les sources lumineuses



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

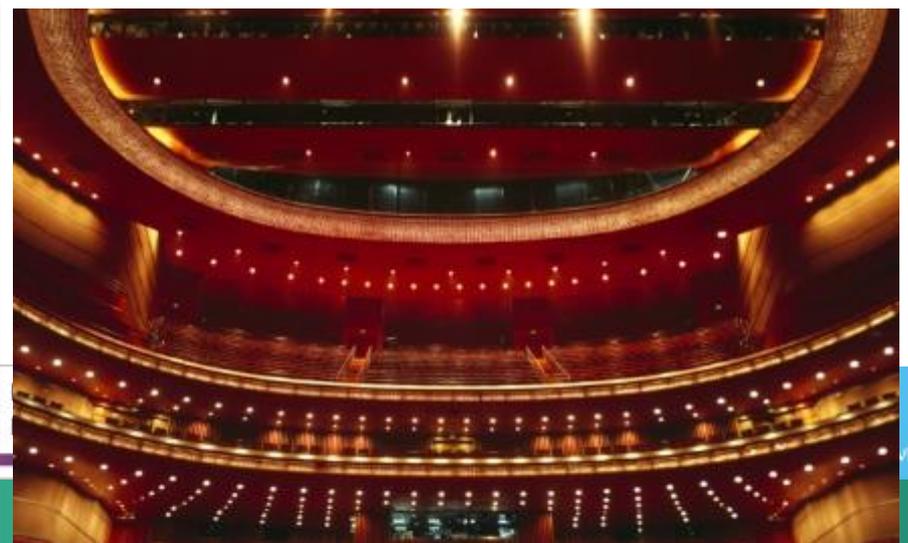
KU LEUVEN



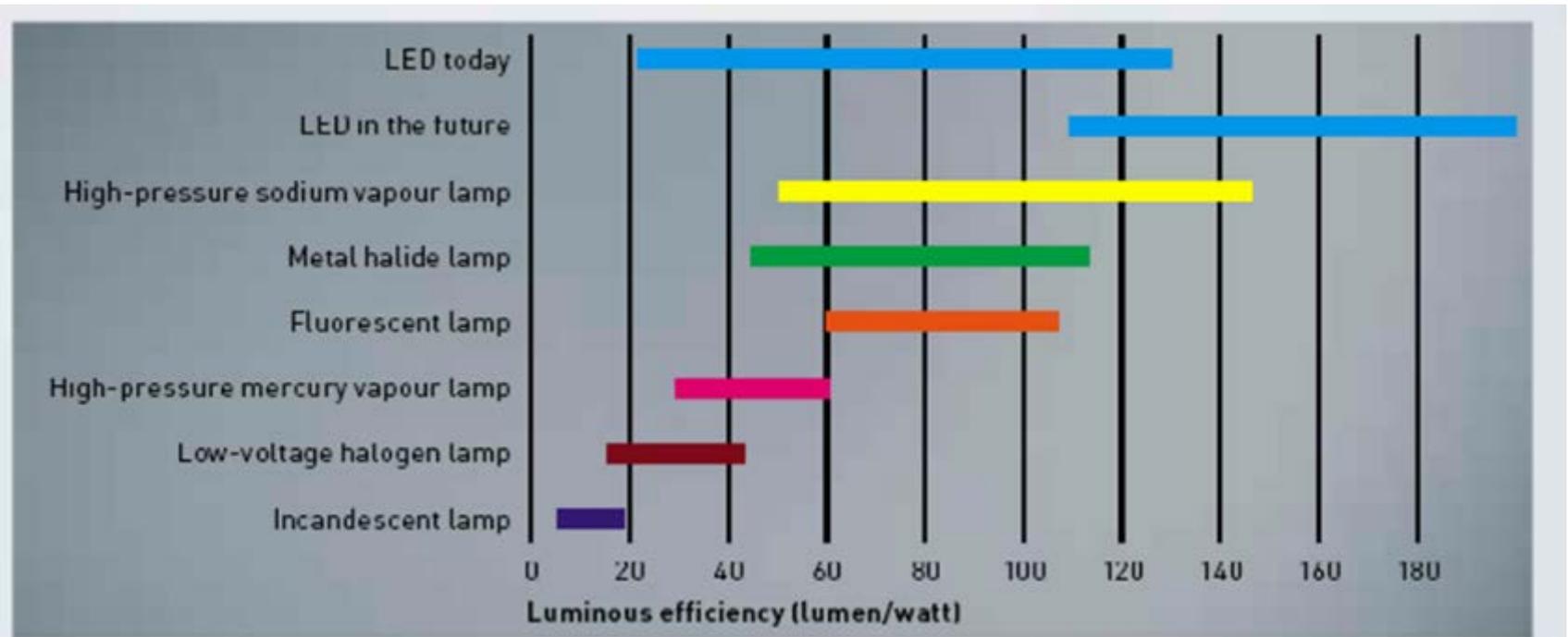
Halogène, halogénures métalliques, led ou plasma?



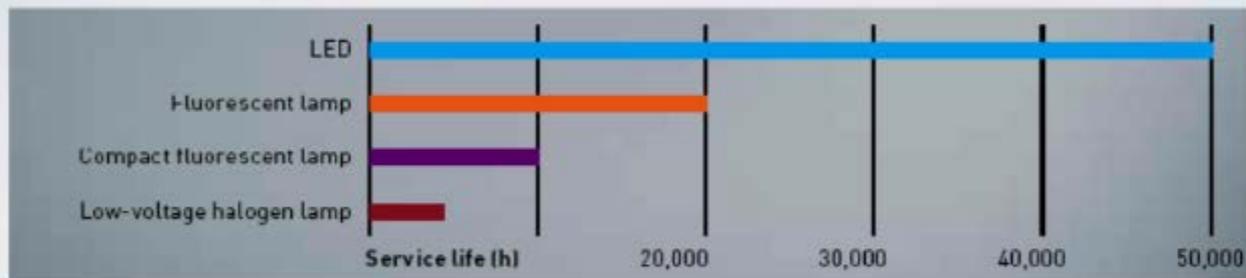
Catherine Lootens



Sources lumineuses

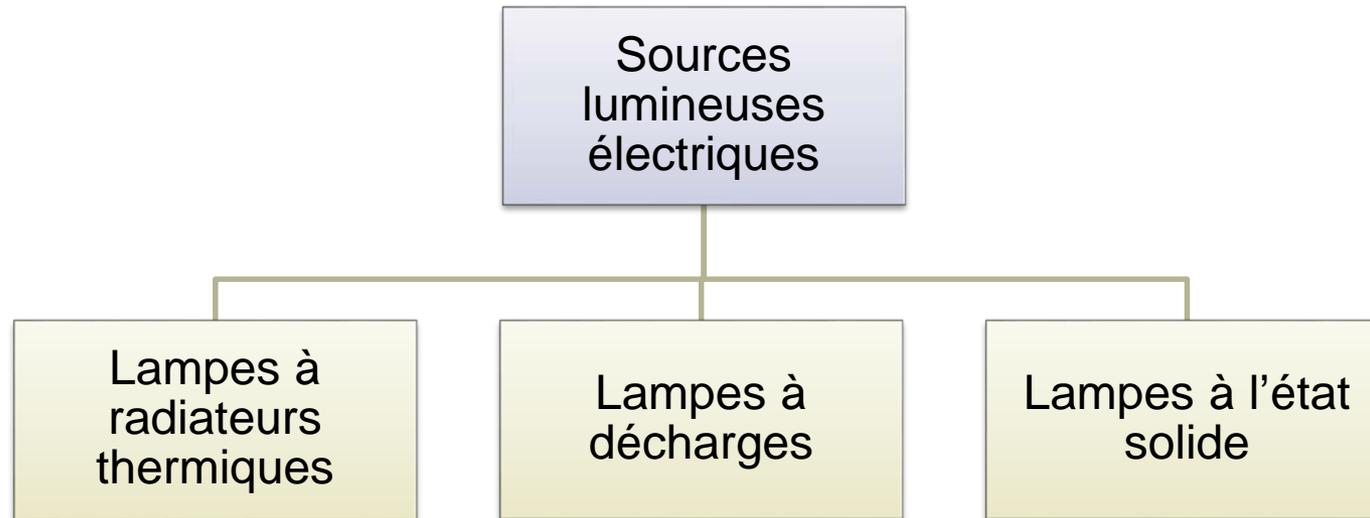


Around 50,000 hours service life means that relamping is no longer necessary.

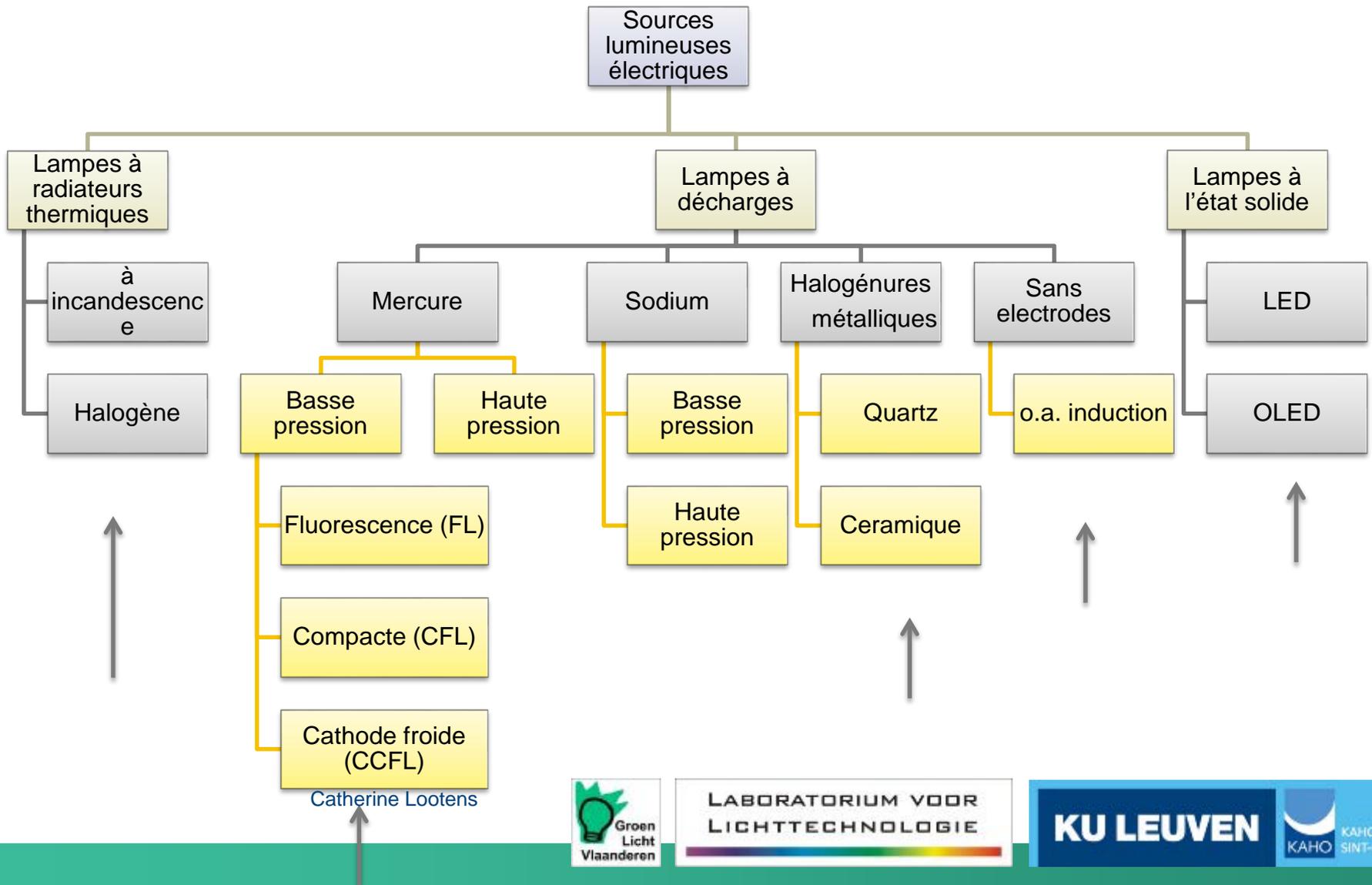


LED luminaires significantly cut maintenance and repair costs.

Types de lampes



Types de lampes



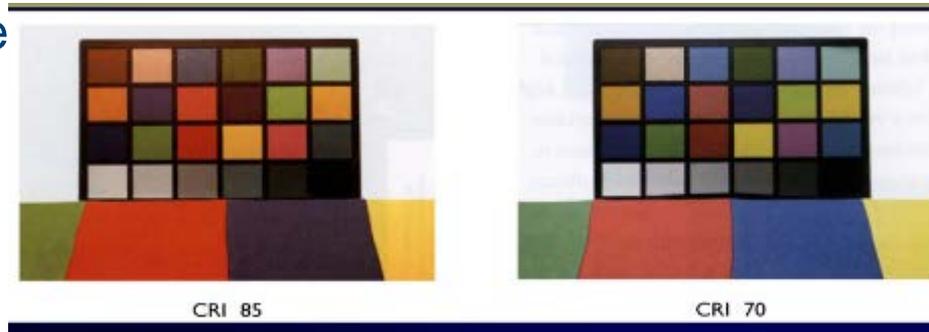
Mieux vaut combiner les sources



Caractéristiques des lampes

- Flux lumineux (lumen) – efficacité (lumen/Watt)
- Intensité lumineuse (lumen /sr = candella)
- Niveau d'éclairement (lumen/m² = lux)
- Luminance (candella/m²)

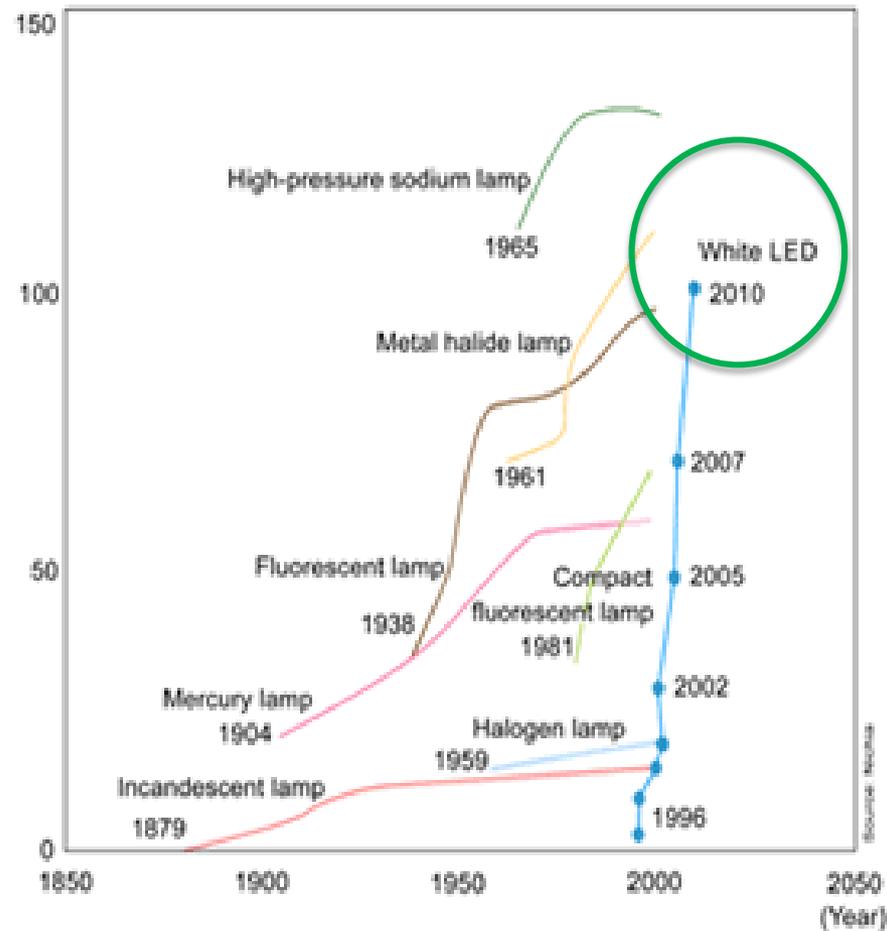
- Rendu de couleurs (CRI)
 - Au moins 80 (Ecodesign)
 - Mieux: Ra 90 - 20% moins efficient
- Température de couleur (CCT)
 - Stabilité attention
- Vitesse de démarrage/redémarrage
- Cycles de commutation
- Durée de vie
 - Dépréciation du flux
- Dimmage (variation)



Efficacité

- Rendement lumineux
 - Mesure de l'efficacité énergétique
 - Lumen/Watt (lm/W)
- Plus le rendement lumineux est élevé, mieux la lampe convertit en lumière la puissance électrique absorbée.
- Attention, l'efficacité n'augmente pas toujours avec la puissance
 - LED (voir l'exemple plus bas)
 - T5 (HE par rapport à HO)
- Comparaison des lampes
 - Lampes à incandescence : 15W donnent 120 lm (8 lm/W)
 - Lampes fluo compacte : 15W donnent 950 lm (63 lm/W)
 - Lampes LED : 13W donnent 1055 lm (81 lm/W)
20W donnent 1521lm (76 lm/W)

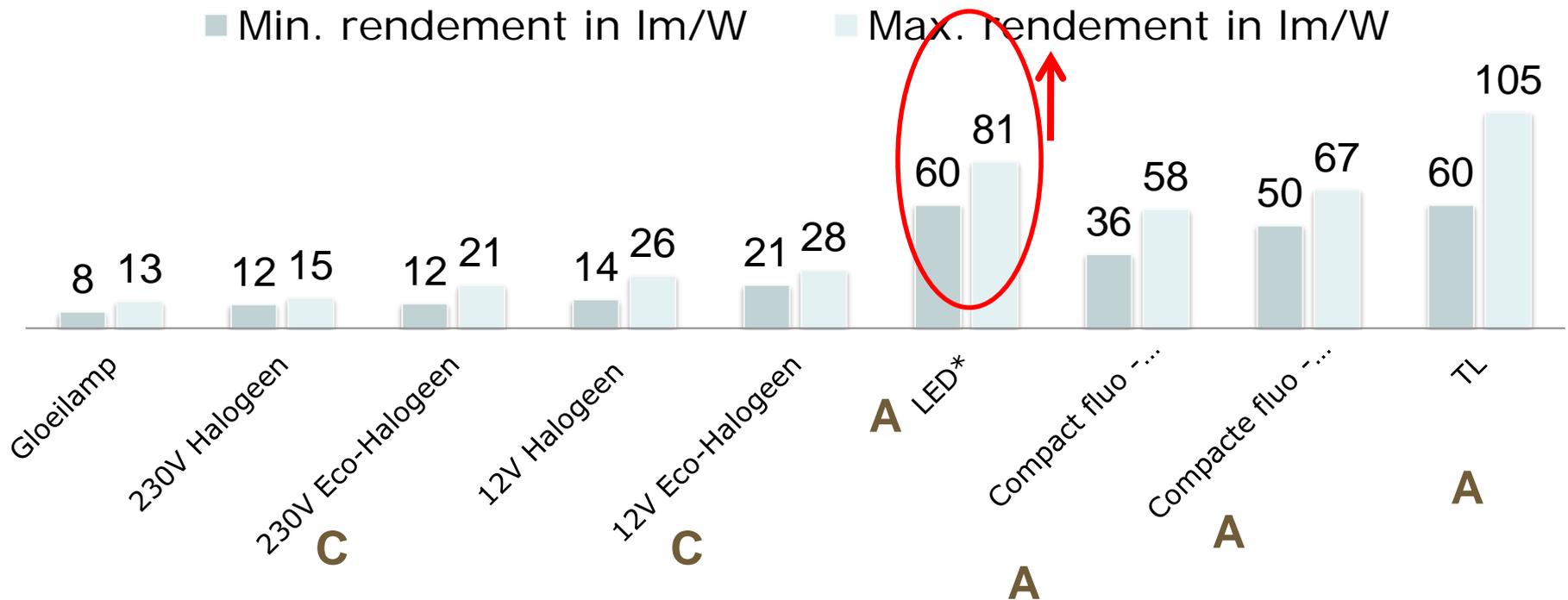
Efficaciteit



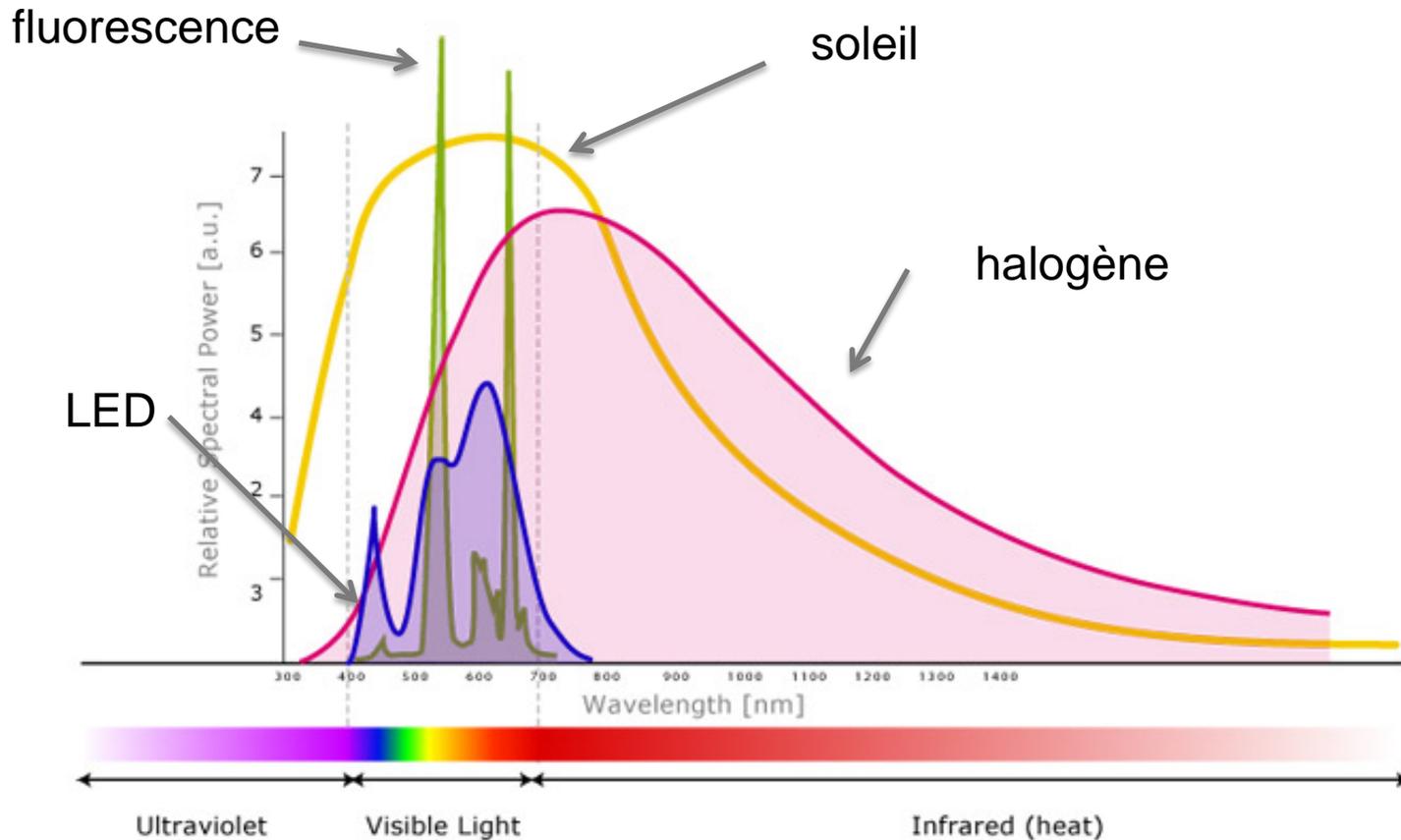
Comparaison motivée

Rendement lumineux des lampes domestiques

* chiffres automne 2013



Spectre des lampes

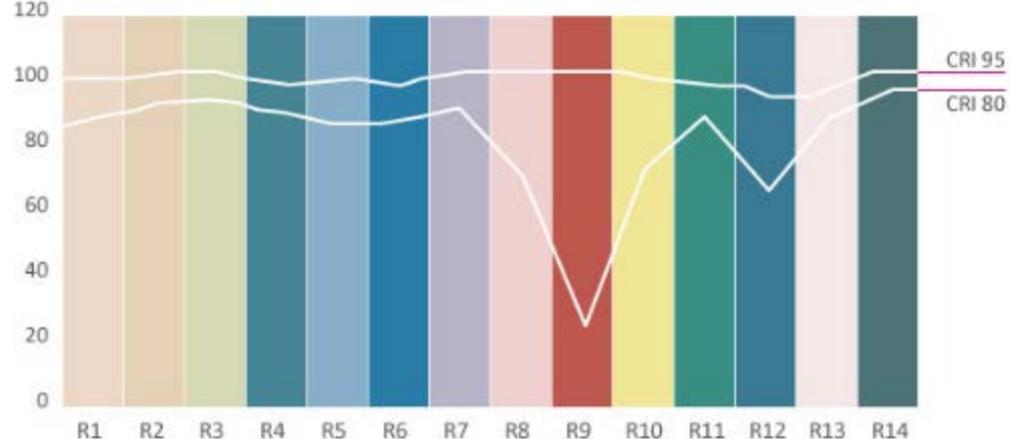


Except Integrated Sustainability - www.except.nl CC-BY-NC-SA

Rendu des couleurs

- Color Rendering Index

- CRI
- Valeur Ra



CRI	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
2.700 K, 97	96	98	98	98	96	95	98	98	99	97	94	90	96	98
3.000 K, 97	98	99	98	98	98	97	98	98	98	99	98	88	98	98
4.000 K 96	98	99	99	99	94	97	95	95	92	99	95	78	99	99

Nero Accent, Colour Rendering Index CRI > 95 Measuring data

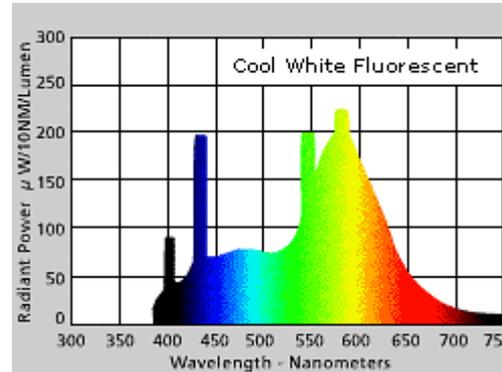
- Un indice, c'est-à-dire une mesure qui indique comment les couleurs sont rendues sous l'éclairage d'une lampe donnée, comparé à la lumière d'une lampe de référence ou source lumineuse de référence. La valeur maximale de cet indice est 100.
- En relation avec le spectre de la lampe

Rendu des couleurs

Echantillons test (1-8 ou 14)



Lampe test

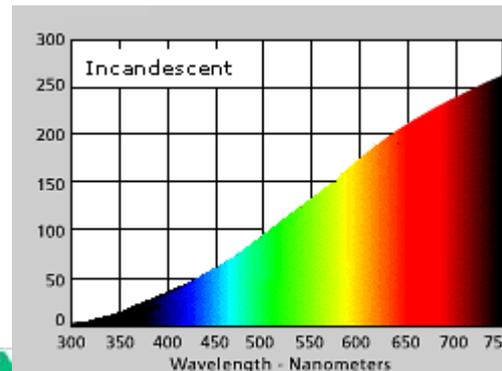


Mesure des coordonnées de couleur



<différences de couleur>

Lampe standard



Mesure des coordonnées de couleur

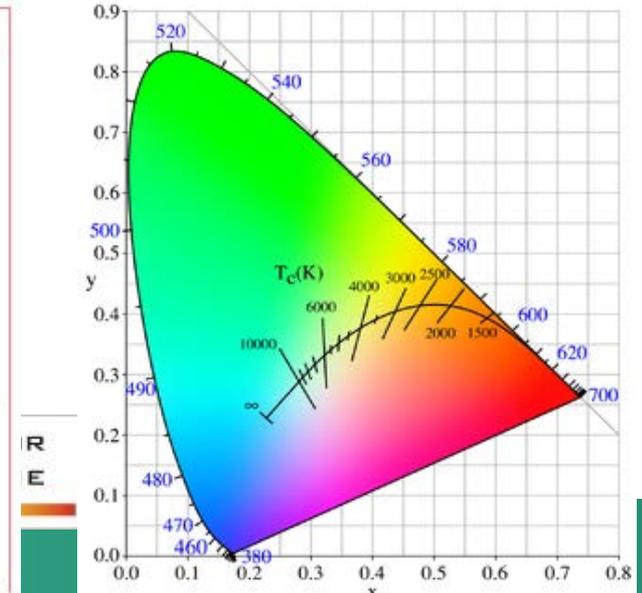
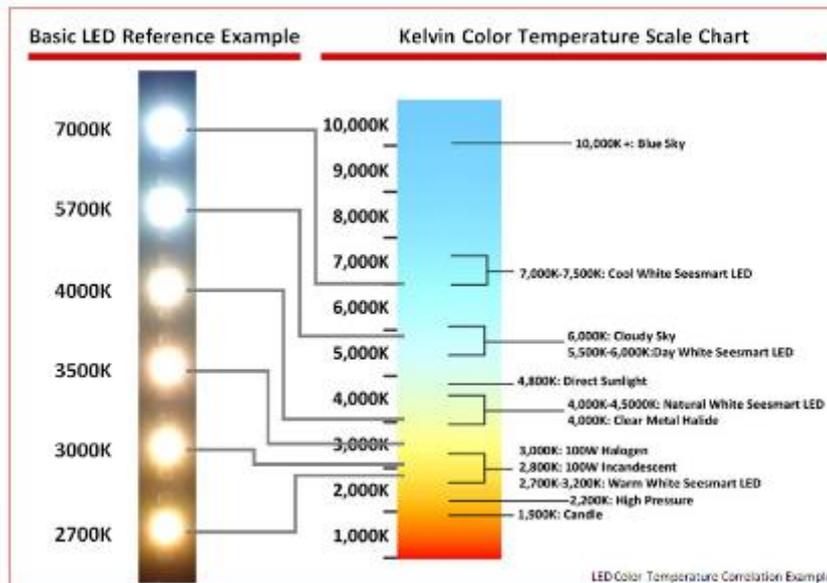
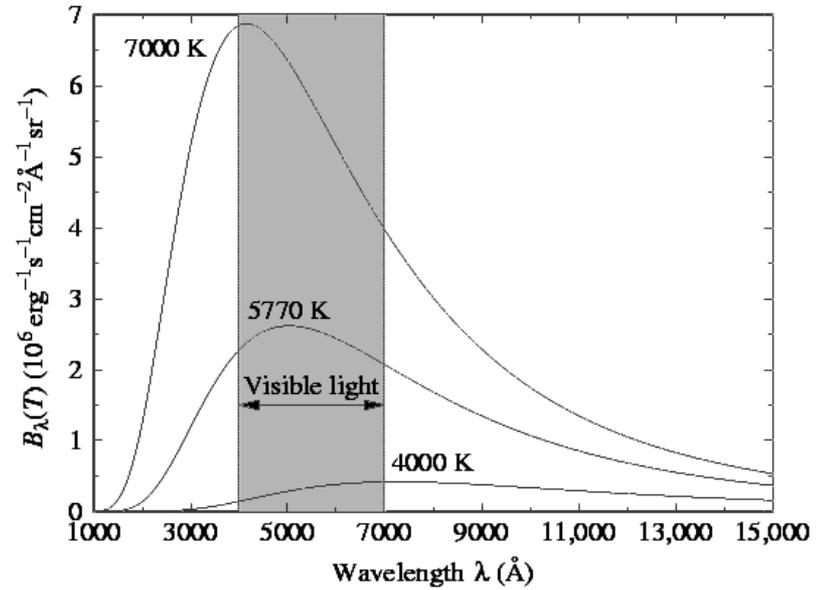
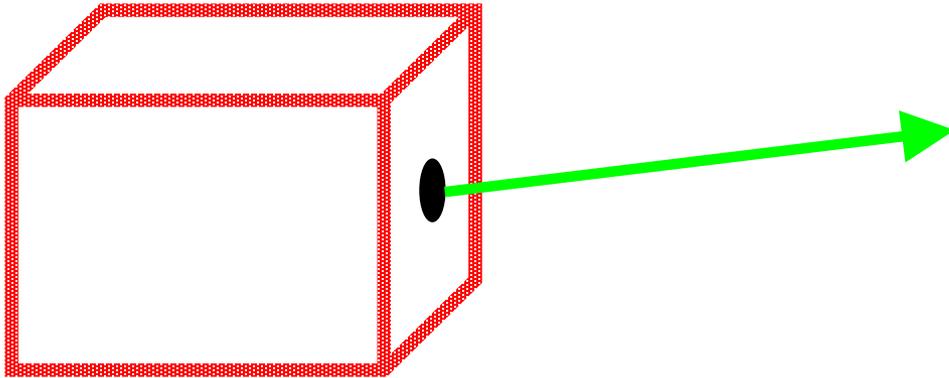


CRI

- Halogène (éco) : valeur Ra 100
- Fluorescence : valeur Ra 80+ ou 90+
 - CFL (domestique et professionnel) généralement limité à 80+
- Halogénures métalliques : valeur Ra 80+ ou 90+
- LED : valeur Ra 80+ ou 90+
- Plasma : valeur Ra 90+



Température de couleur



Température de couleur

- Halogène : 2700K
- Fluorescence : 2700K – 6000K
- Halogénures métalliques : 3000K ou 4200K
- LED : 2700K – 6000K (+ adaptable)
- Plasma : 5000-6000K



Spécifications des lampes pour secteur culturel

Type de lampe	spectre	technologie	Puissance max. (W)	max. Flux lumineux initiale(lm)	efficacité (lm/W)	Durée de vie moyenne (heures)	CRI	CCT (K)	dimming	remarques	dés-avantages	avantage
halogène	continue	Radiateur thermique , wolfram	5000	132500	15-25	400	100	2700	oui	2016: B -label	chaleur, fragile	Vitesse de démarrage
LED	discontinu	Etat solide, chimie	multichip: 1,2 à ...W led	11000	50-130 *	50.000	75 - 95	2800 - 8000	oui	RGB – wit	cher	RGB, dimming, robust, Vitesse de démarrage
plasma	continu	décharge ,sans electrodes, moléculaire, sulfur	295	17800	60-100	10.000	94	5300 - 6000	oui	Nouvel technologie	cher	Sans bruit, robust, sans scintillement
lineaire fluorescentie	discontinu	Decharge, mercure, T5 HO 840	120	9300	75-100	20.000	85 - 95	3000 - 4000	oui	Efficacité descend pour puissance pontante	Puissance limitée	rendement
halogénures métalliques	discontinu	Décharge, mercure, ceramique	18000	1650000	85-105	300	85 - 95	3000 - 6000	non	hot restrike possible	Contient du mercure	Flux lumineux grand

* Efficacité lumineuse



Ecodesign - DIM1 - Domestique

- Eclairage (domestique) – lampes non dirigées
 - Règlement N° 244/2009 (+ amendement 859/2009)
 - Uniquement pour les lampes à filament, CFL et LED
 - distinction entre lampes mates et claires
 - Court du 01/09/2009 au 01/09/2016 en 6 étapes
 - ACTUELLEMENT à l'étape 5 (01/09/2013) : exigences de fonctionnalité plus sévères
- Exigences concernant
 - l'efficacité énergétique et l'impact environnemental
 - la fonctionnalité, la perspective et la santé
 - l'information du client (emballage, site Web)
- Pour les LED : l'exigence concernant la fonctionnalité suit en DIM2
 - Jusqu'à présent seule exigence en matière d'efficacité énergétique !



Ecodesign - DIM1 – Efficacité énergétique

- Pour les lampes non dirigées (domestiques)
 - Lampes claires (élimination en 6 étapes)
 - A partir du 01/09/2012 – C, ou meilleur D (étape 4)
 - A partir du 01/09/2016 – uniquement B (étape 6)
 - Lampes mates (1 seule étape)
 - A partir du 01/09/2009 – seulement A (étape 1)



Dépliant VEA : www.energiesparen.be

Bouwen en verbouwen
Verkopen en verhuren



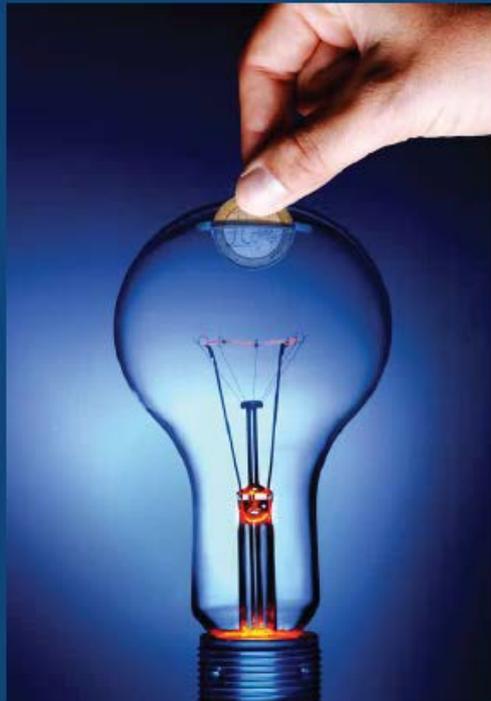
energiesparen.be

publicaties

subsidies



Help, de gloeilamp verdwijnt.



Over VEA | Veelgestelde vragen - zoeken | Agenda

Nog vragen? Bel gratis **1700**

nieuwe publicatie: Help, de gloeilamp verdwijnt

Van september 2009 mogen er geen gloeilampen en halogeenlampen met een vermogen vanaf 100 Watt verkocht worden (energieklasse D of hoger). Na september 2010 is dat geval voor gloeilampen en halogeenlampen met een vermogen vanaf 75 Watt en na vanaf 2012 dienen gloeilampen en halogeenlampen (energieklasse D of lager) van de markt verdwenen te zijn. Wat nu? Hoe kunt u gloeilampen en halogeenlampen het best vervangen door energiezuinige alternatieven. Lees er alles over in de publicatie ['Help de gloeilamp verdwijnt... een antwoord van a tot z.'](#) (pdf-bestand) .

Contact

Sitemap

Disclaimer

Vraag en antwoord van a tot z

Vlaamse overheid



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



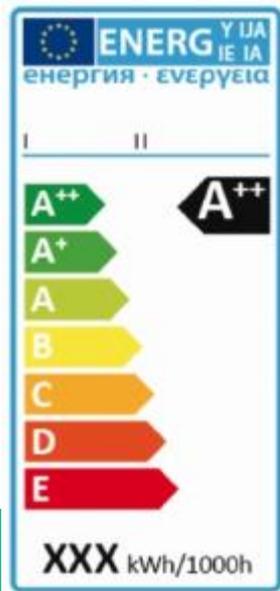
Dépliant CSTC



- [http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=La fin des lampes a incandescence.pdf&lang=fr](http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=La+fin+des+lampes+a+incandescence.pdf&lang=fr)

DIM1 – Qu'est-ce qui change ?

- La communication reliée aux labels énergétiques doit être réexaminée ! Elle est dépassée.
 - Lampe mate : classe A (à présent également A++ et A+)
 - Lampes claires (jusqu'en sept 2016) : classe C ou mieux (à présent également la meilleure D)
- Pour la plupart des lampes, les labels énergétiques restent néanmoins les mêmes



DIM1 – Qu'est-ce qui change ?

- Etape 5 (à partir du 01/09/2013) : exigences de fonctionnalités plus sévères pour les lampes non dirigées
 - CFL – **défi pour les fabricants !**
 - Plus longue durée de vie
 - Meilleure conservation du flux lumineux
 - Démarrage et temps de chauffe plus rapide
 - Supporte plus de commutations
 - Eco-halogène
 - Plus longue durée de vie
 - Moins de défaillances



Ecodesign – TIM Tertiare – étapes suivantes

- Lampes
 - 01/04/2015 (étape 3)
 - Suppression des lampes à vapeur de mercure haute pression
 - Suppression des lampes sodium haute pression de remplacement qui fonctionnent sur un ballast mercure haute pression
 - 2013-2014 concertation (entre autres à propos des halogénures métalliques !)
 - 01/04/2017 (étape 4)
 - Suppression des sources lumineuses aux halogénures métalliques actuelles (???)

Nouveau ! DIM2 – Domestique + tertiaire

- Lampes dirigées + (toutes les) LED et appareillage périphérique
 - Règlement N° 1194/2012
 - Court du 01/09/2013 au 01/09/2016 en 3 phases
 - 1 : 1er septembre 2013
 - 2 : 1er septembre 2014
 - 3 : 1er septembre 2016
- Exigences concernant
 - Efficacité énergétique et impact environnemental
 - Fonctionnalité, perspective et santé
 - Informations des clients (emballage, site Web)



DIM2 – Exigences de l'‘Efficacité énergétique’ des lampes dirigées

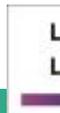
Table 2

Application date	Maximum energy efficiency index (EEI)			
	Lampes halogène à filament 230 V	Lampes halogène à filament 12V	Lampes HID	Autres lampes led, CFL, led tubes - modules
Stage 1	If $\Phi_{use} > 450$ lm : 1.75 D	If $\Phi_{use} \leq 450$ lm : 1.20 C If $\Phi_{use} > 450$ lm : 0.95 B	0.50 A, meilleure B	0.50 A, meilleure B
Stage 2	1.75 D	0.95 B	0.50 A, meilleure B	0.50 A, meilleure B
Stage 3	0.95 B	0.95 B	0.36 A	0.20 A+, meilleure A

CFL?

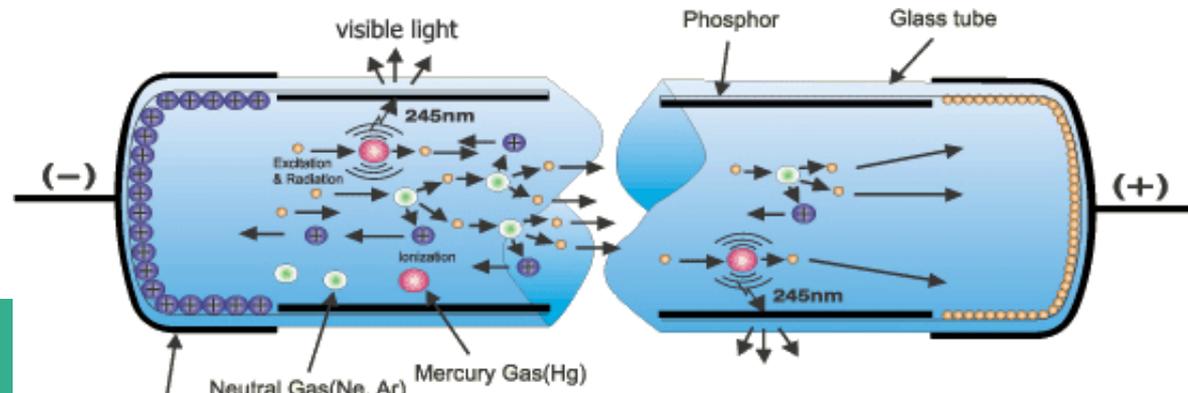
Lampes à filament - innovations

- Halogène éco : jusqu'à 30 % plus économique grâce à :
 - La technologie IR(C)
 - Couche IR sur le verre
 - Température ↑
 - La technologie au xénon
 - Est ajouté au gaz de remplissage
 - Atomes plus grands dans le gaz de remplissage : pertes de chaleur ↓
 - Température ↑
- Durée de vie plus longue
- Label énergétique
 - Lampes non dirigées : C
 - Lampes dirigées : B et C



Lampes fluorescentes

- Lampes à décharge mercure basse pression
- 3 types de lampes
 - Fluorescente linéaire (TL : Tubular Lamp)
 - Fluorescente circulaire
 - Fluorescente compacte
- Lampes à décharge
 - sous l'influence des UV, les poudres phosphorées fluorescentes émettent une lumière visible

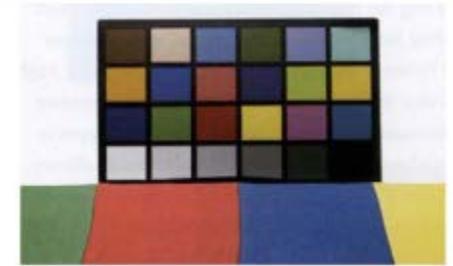


Caractéristiques des lampes fluorescentes

- Flux lumineux 45 - 100 lm/W
- Rendu des couleurs (CRI)
 - 80 et plus
 - CRI 90 (jusqu'à 20 % moins efficace)
- Température de couleur (CCT)
 - 2500K à 6000K
 - Blanc chaud à blanc froid
- Cycles de commutation
 - 100 000 et plus
- Durée de vie
 - >10 000 heures
 - Parfois jusqu'à 40 000 heures

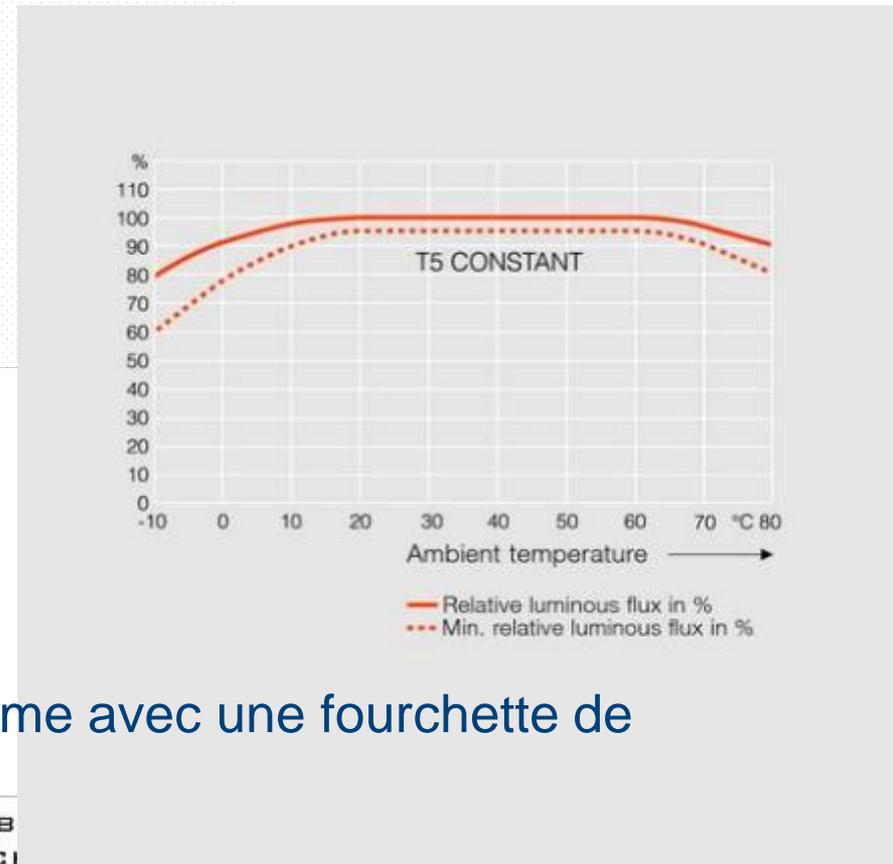
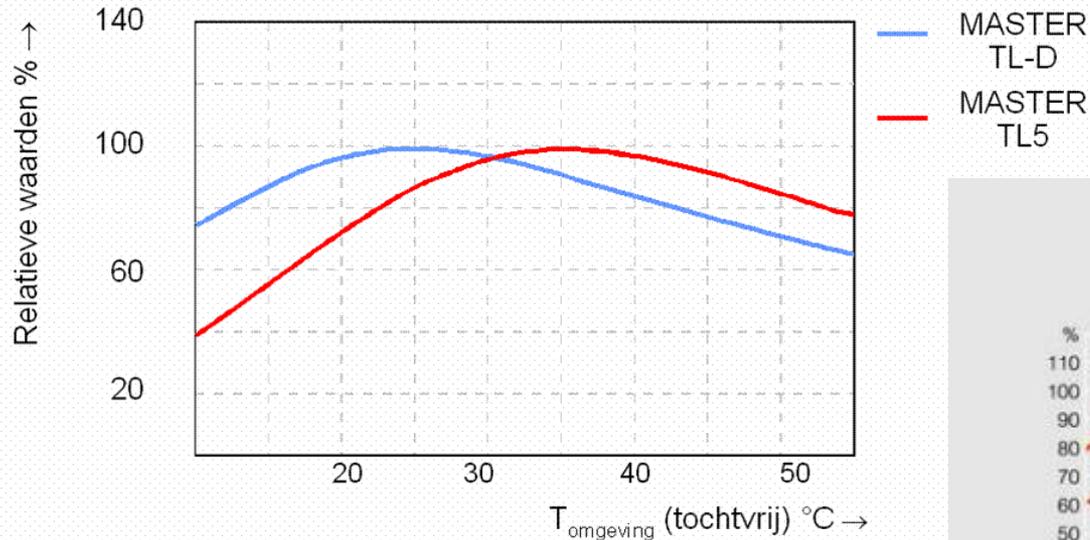


CRI 85



CRI 70

Lampes fluorescentes - température



- T5 spéciale sur base d'un amalgame avec une fourchette de température plus large

Lampes fluorescentes - nomenclature

- **T12** (60-78 lm/W) : 38 mm
 - À ne plus utiliser, remplacée par la T8
- **T8** (52-100 lm/W) : 25,4 mm
 - Indiquée à 25° C
 - Les types plus anciens de T8 (couleur 33,...) à remplacer (830,...): < 80 lm/W
 - Attention aux basses températures
- **T5** (83-104 lm/W) : 16 mm
 - Rendement lumineux le plus haut à 35° C
 - Mais indiquée à 25° C
 - Attention aux basses températures
 - Ne pas utiliser de T8 avec un adaptateur T5 !!!
 - Pas sécurisé
 - Moins de lumière
 - HE par rapport à HO

830 : Ra 80 – CCT : 3000K



5/8 inch = 16 mm

Lampes fluorescentes - innovations

- T8 éco et T5 éco
 - T5 (aussi bien en HE qu'en HO)
 - Egalement en T8 ! – mais moins avantageux avec un ballast électromagnétique conventionnel (n'est quasiment plus vendu)
 - Marques : Philips, GE, Osram, Aura Light, Havells Sylvania, ...
- Les fabricants de luminaires livrent déjà ces lampes automatiquement
 - *We are systematically replacing conventional T5 fluorescent lamps with T5 eco-lamps. The latter consume 10% less energy. Our tests show them to be at least as stable and reliable as the existing T5 lamps*

Lampes fluorescentes - innovations

- Consommation 10 % moins élevée
 - T5 éco HE jusqu'à 114 lm/W (par rapport à 104 lm/W T5 HE)
- Moins de mercure

	Standard T5		T5 eco	
	lamp type	lm/W lamp @ 35°C	lamp type	lm/W lamp @ 35°C
High Efficiency	14	99	13	108
	28	104	25	114
	35	105	32	114
High Output	24	89	20	98
	54	93	50	102
	49	99	45	109
	80	88	73	95

Source : Etap

Source : Axioma

T5	T5 Eco	Kleurtemperatuur	lm/W T5	lm/W T5 Eco
14 W	13 W	830/3000 K en 840/4000 K	96	104
24 W	20 W	830/3000 K en 840/4000 K	89	99
28 W	25 W	830/3000 K en 840/4000 K	104	114
35 W	32 W	830/3000 K en 840/4000 K	104	114
49 W	45 W	830/3000 K en 840/4000 K	99	109
54 W	50 W	830/3000 K en 840/4000 K	93	102
80 W	73 W	830/3000 K en 840/4000 K	88	99

Lampes fluorescentes compactes

- CFL-i :
 - Avec ballast intégré (E27 et E14)
 - **Usage domestique**
 - A partir de 40 lm/W (CFL-I)
- CFL-ni :
 - Sans ballast intégré (douille à piquer)
 - Usage professionnel
 - A partir de 70 lm/W (CFL-ni)
 - Choisir l'appareillage auxiliaire électronique
 - 2 pins (sera bientôt interdit)
 - 4 pins (possibilité de dimming, moyennant un appareillage auxiliaire électronique prévu à cet effet)
- Les deux types sont mis sous pression à cause de l'arrivée de la LED



CFLi - limitations

- Donnent trop peu de lumière
- Démarrent trop lentement
- Sont laides et grandes
- Sont rapidement défectueuses...
 - Commutations nombreuses (exemple : escaliers) : lampe spéciale
 - Attention aux luminaires fermés : température trop haute pour le ballast
- Dimming difficile
 - Par étapes (via interrupteur)
 - Graduel (dimmer mural)
- Influence de la température : le rendement baisse à basse température
- Influence de la puissance : le rendement augmente avec la puissance

Les directives d'Ecoconception pour l'éclairage domestique posent également des exigences au niveau des fonctionnalités d'une lampe !



Lampes à décharge aux halogénures métalliques

- HID : High Intensity Discharge
- Applications : industrie, sport, éclairage public, scène,...
- Miniaturisation : alternative économe en énergie aux spots halogène avec une lumière comparable (brillant)
- Magasins, espaces d'exposition, couloirs, patrimoine, espaces de réception, ...
- Quartz par rapport à brûleur céramique
- Caractéristiques
 - A partir de 20W, 35W, ... 400W
 - A partir de 85 lm/W (par rapport à l'halogène 25 lm/W)
 - Mini-Mastercolor CDM, Britespot, Powerball, Constantcolor CMH

Lampes à décharge aux halogénures métalliques

- Avantages

- Crisp white light
- Petite
- Egalement en faibles puissances
- Rendu des couleurs élevé ($R_a \geq 85$)
- 2500, 3000K ou 4200K
- Durée de vie : >12 000 heures
- Idéal pour les longues durées de fonctionnement
- Excellente conservation du flux lumineux
- Moins d'émission de chaleur dans les bâtiments
- Filtre UV
- Douille : grande variété
- Différents modèles

- Inconvénients

- Démarrage lent
- Redémarrage lent
- Pas ou peu de dimming
- Nouveau luminaire nécessaire
- Souvent un luminaire fermé

Lampes à décharge aux halogénures métalliques



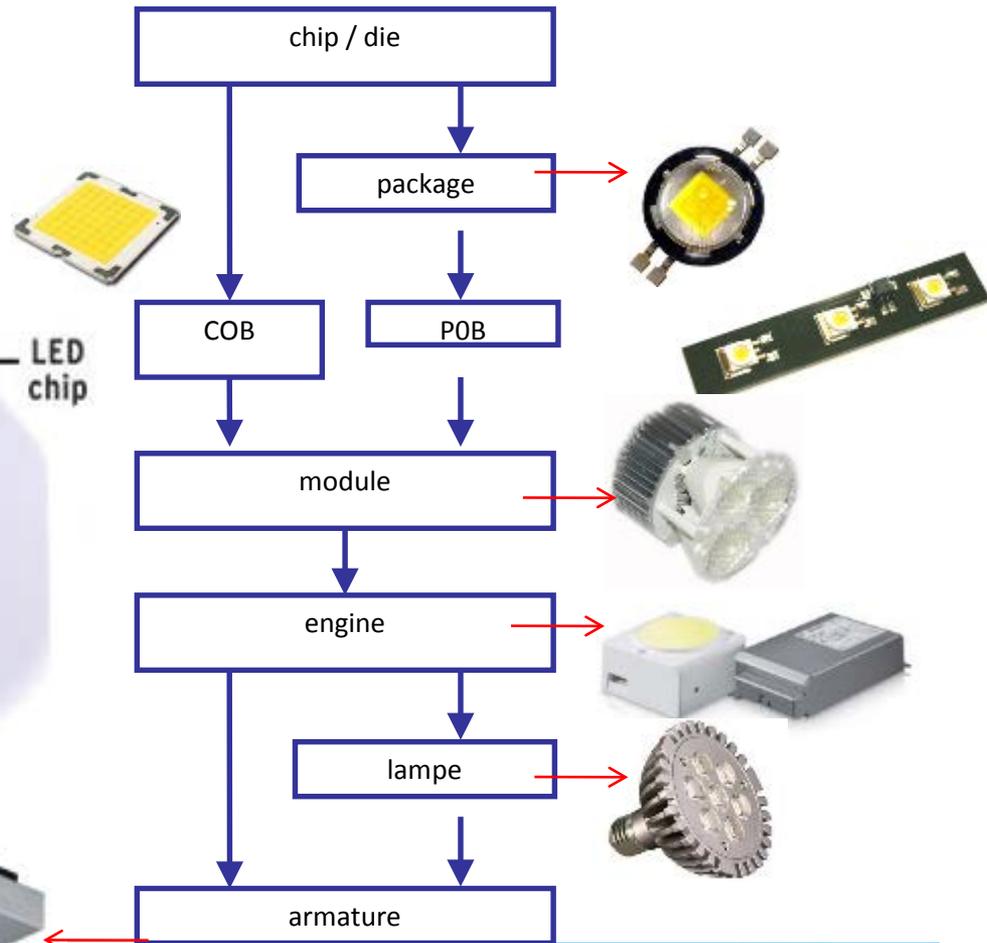
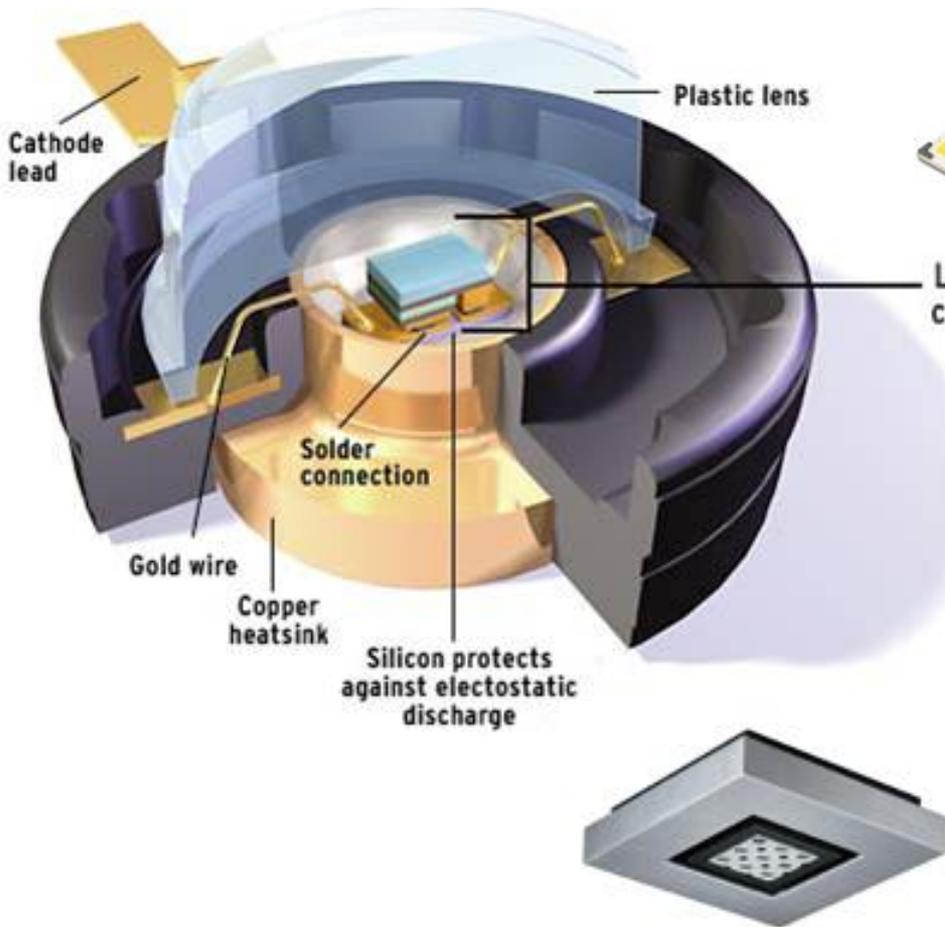
Lampes HID Innovations

- CRI plus élevé (lampes 90+)
- Couleur de température chaude
- Puissances moins élevées

Ecoconception également d'application –
à partir de 2013 également pour le réflecteur HID



LED – What's in a name

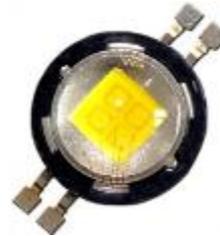


LED - What's in a name

- Single die package



- Multi die package

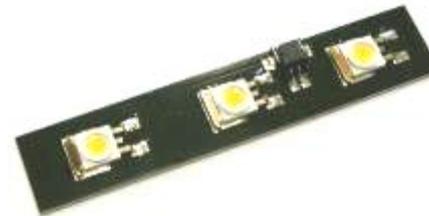


- COB (Chip on board)

- Directement sur le PCB (Printed Circuit Board)

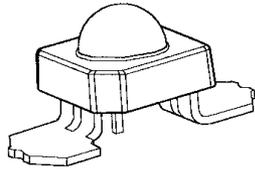


- POB (package-on-board)

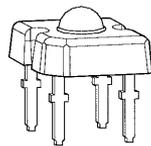


LED – What's in a name

- SMD (*Surface Mount Device*)



- TH (*Through Hole*) = DIP (*Dual In line Package*)



N'est pas recommandé – mauvaise gestion de la chaleur – faible durée de vie

Avantages LED

- Consommation
- Durée de vie
- Poids
- Robuste – résistance au chocs
- Peu ou pas d'UV
- Idéal pour utilisation à base Température
- Peu de chaleur
 - Moins de danger d'incendie
- Couleur et dynamique
- Temps de réponse courte
- Control: DMX ou dali
- Dimming



STAM Bijloke site Gent (Bron: STAM – Meyvaert)

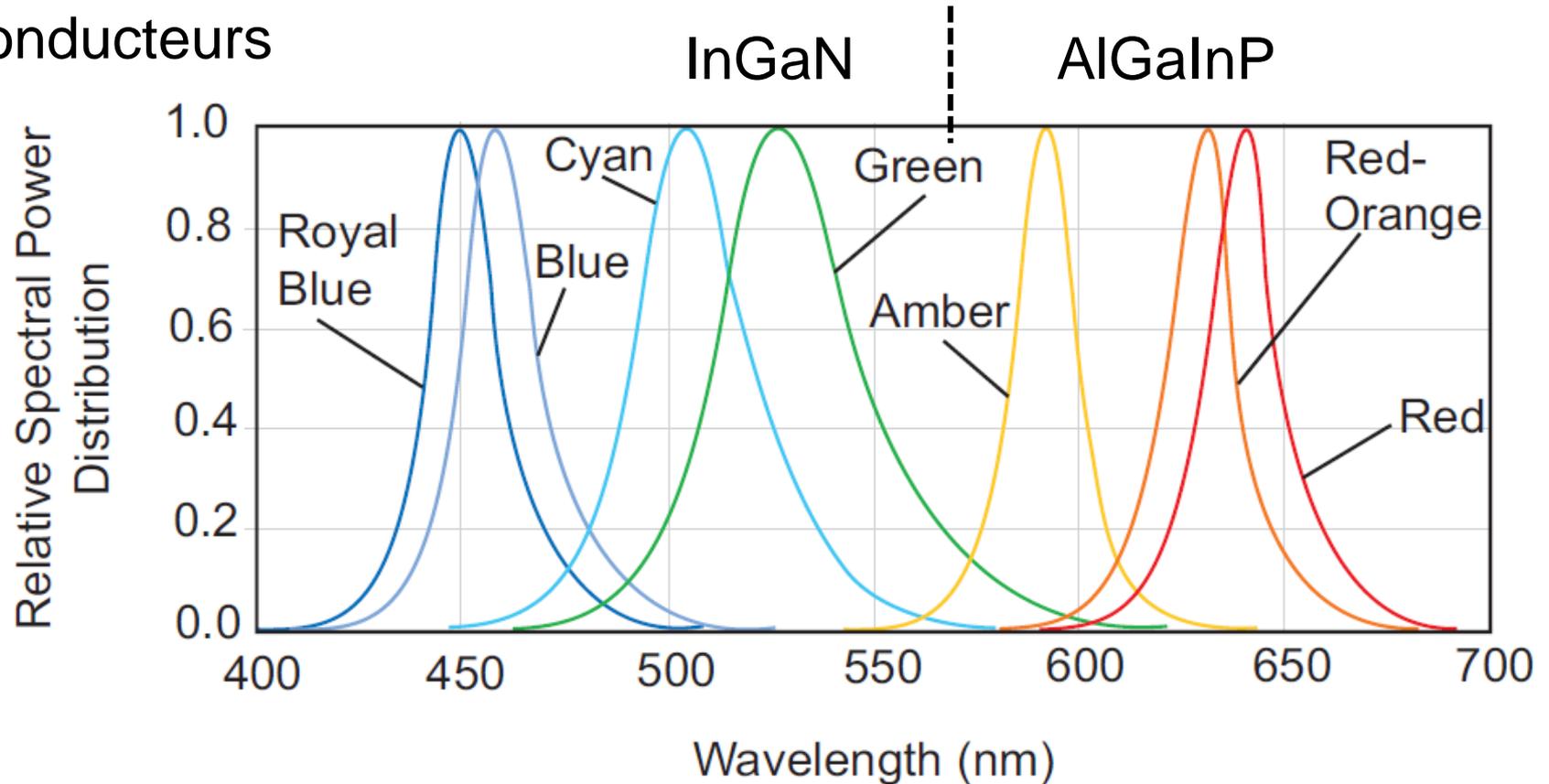


Catherine Lootens



LED

Différentes couleurs selon la combinaison de semi-conducteurs



Catherine Lootens



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

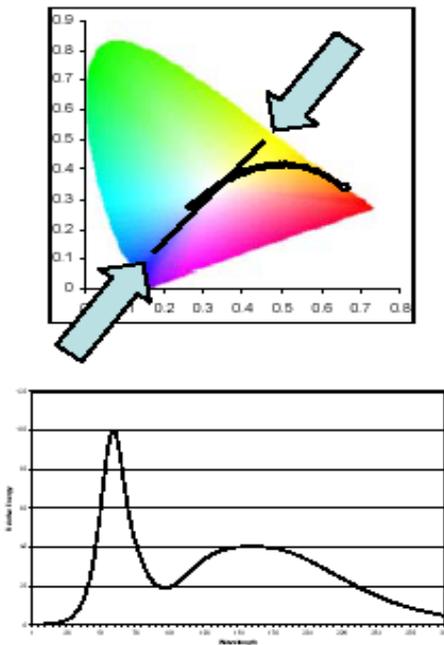
KU LEUVEN



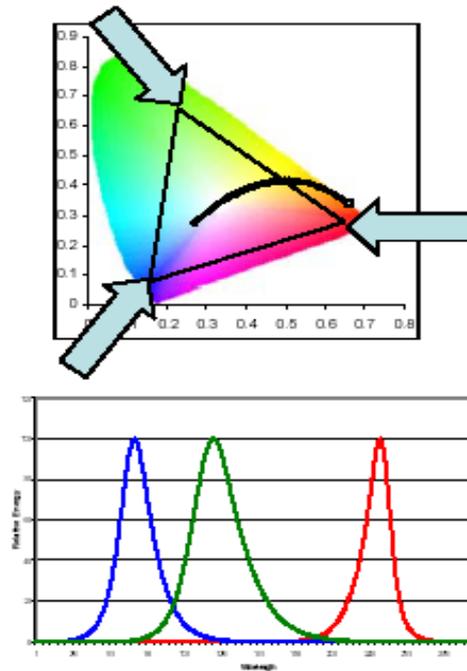
LED

3 méthodes pour obtenir de la lumière blanche avec des LED

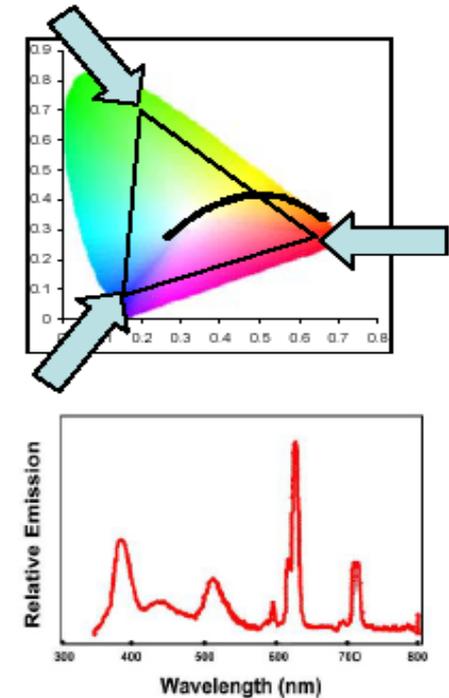
Blue LEDs
+ Yellow Phosphor



Red Green & Blue LEDs
(or OYGB LEDs)



UV or Purple LEDs &
RGB Phosphors



Gestion thermique de la LED

- **Passif**

Dissipateur thermique, Heatpipe

- Pas de consommation supplémentaire
- Compact
- Simple
- Durée de vie illimitée
- Pas de bruit



- **Actif**

Ventilateur, Membrane

- Plus compacte
- Meilleure capacité de refroidissement



LABORATO
LIGHTTEC

Efficacité du luminaire LED

- L'efficacité totale du système LED (%) dépend du
 - Rendement du pilotage de la LED (driver)
 - Rendement du die/package LED
 - Rendement de l'optique secondaire ou du diffuseur
- LER – Luminaire Efficacy Rate (lm/W)
 - Rendement du système total

Efficacité du système (lm/W) = Efficacité électrique (%) x LED efficacy (lm/W) x Efficacité optique (%)

LED – Durée de vie (L70-B50)

- Beaucoup de fabricants de LED indiquent une durée de vie de plus de 100 000 heures
- La ‘conservation/dépréciation du flux lumineux’ est cependant plus importante
- Il y a un accord pour prendre le L70 comme mesure de la durée de vie de la LED
 - L70 est le temps après lequel le flux lumineux de la LED est retombé à 70 % du flux lumineux d’origine
 - La durée de vie de la LED est définie comme la MTBF (Mean Time Between Failure) (B50) – temps moyen en défaillance
 - Le ‘failure rate’ est également importante (F10) – vitesse de défaillance
- On emploie malgré tout encore des L80 et L90. Cela peut entraîner un autre facteur de maintenance

LED – aujourd'hui

- Opinions erronées à propos des LED
 - Pas d'émission de chaleur....
 - Uniquement de la lumière froide.....
 - Une durée de vie de 100 000 heures....
 - La source lumineuse la plus économique du point de vue énergétique....
 - Pas de charge environnementale...
- Limitations (antérieures) ; aujourd'hui la plupart du temps sous contrôle
 - Gestion thermique – ok,
 - mais influence sur durée de vie, stabilité de couleurs, flux lumineux
 - Grands flux lumineux - ok
 - Blue light hazard - ok
 - CRI - ok
 - Binning (LED dans le même batch) - ok
 - Changement de couleur
 - Standardisation
 - Clignotement
 - Eblouissement

LED – Etat des lieux

- Mûr pour l'éclairage fonctionnel ? OUI
 - Lm/W \uparrow - des flux lumineux plus grands sont possibles – meilleure gestion thermique
 - Eblouissement mieux sous contrôle (via diffuseur)
- Applications
 - Downlights (alternative pour CFL): +++
 - Industriel (basse temp.): +++
 - Bureau : encastré/apparent/suspension : ++



LED



Catherine Lootens



Mythes LED

Remplacement de la T8 par la TL LED ?

- Attention au confort visuel ! Niveau d'éclairage, indice de rendu des couleurs, rayonnement lumineux, uniformité, éblouissement, ...
- La certification Enec n'est la plupart du temps plus valable
- Faire également attention au facteur de puissance, la sécurité électrique, le danger d'incendie
- Outre les exigences en matière d'efficacité énergétique et de fonctionnalités, le règlement d'Ecoconception n° 1194/2012 pose également des exigences claires au niveau de la communication – pas de fausses promesses
 - Ne peut pas être vendu comme 'remplaçant' de la TL si le résultat n'est pas entièrement le même



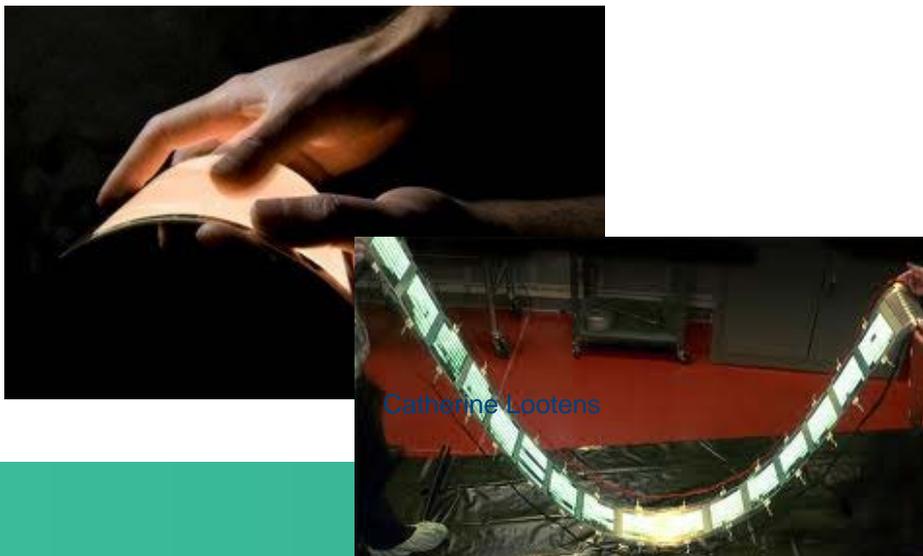
Tubes LED

- Etude du Laboratorium voor Lichttechnologie
- 12 ≠ tubes LED : remplaçants des TL 36W (2010)
 - TLD 36W/830: **3350 lm** (93 lm/W)
 - TLD Eco 32W830 : 3000 lm (93,75lm/W)
- Mesures initiales des tubes LED
 - P (W) : de 10,3W à 31,6W
 - I (lm) : seulement **754 lm à 1774 lm**
 - lm/W : de 50,8 à 89,6 lm/W
 - PF : de 0,45 à 0,97
 - CRI : de 65 à 89



OLED

Caractéristiques uniques



Catherine Lootens

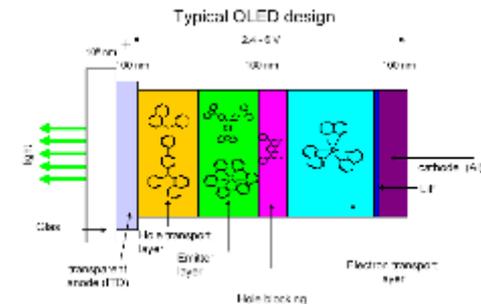
Atouts

- Léger, flexible, transparent, mince (< 1mm)
- Design
- Pas de substances nocives
- Il existe déjà des écrans :
 - Temps de réponse rapide (< 0,1 ms)
 - Consommation plus faible que le LCD
 - Meilleurs contraste et angle de vision

OLED - Types



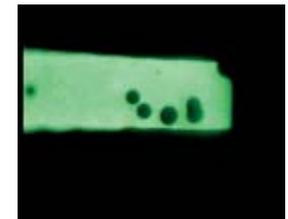
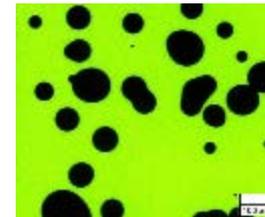
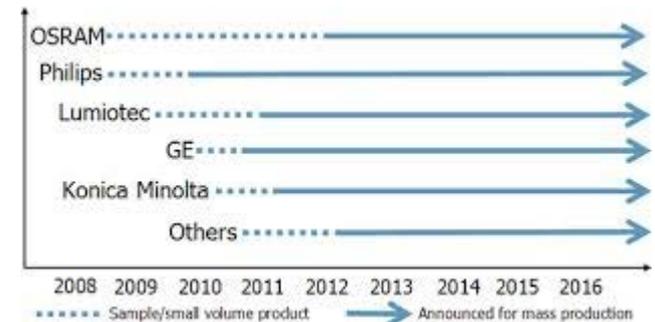
Couche d'émission polymère
Couche de transport de trous

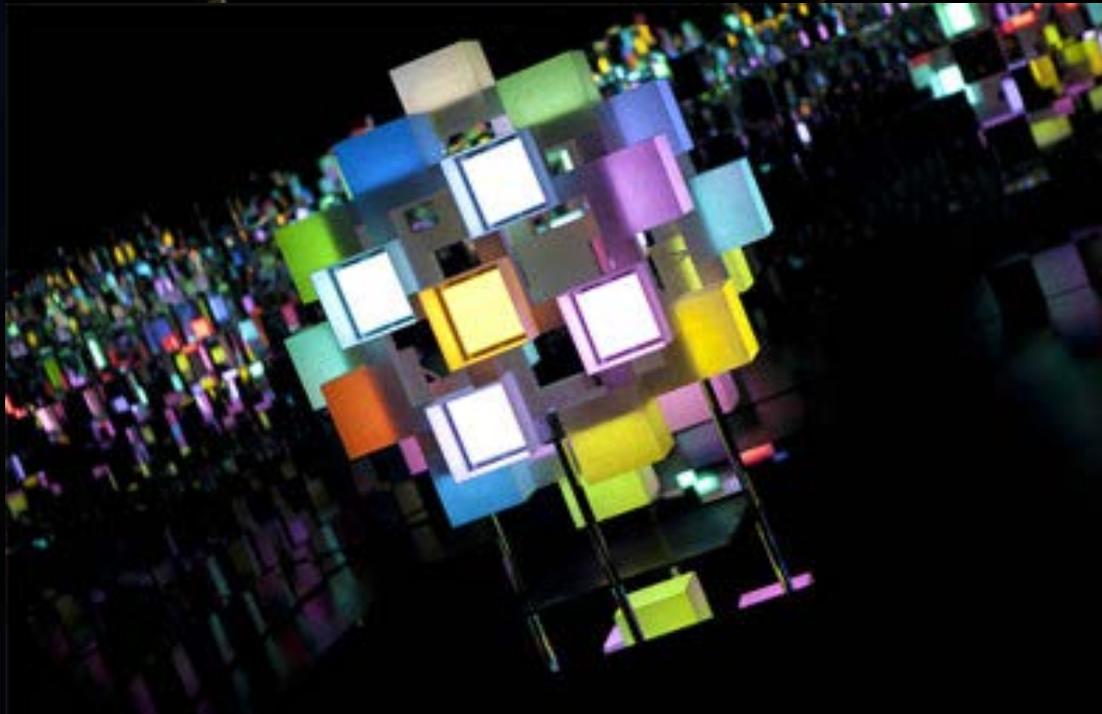
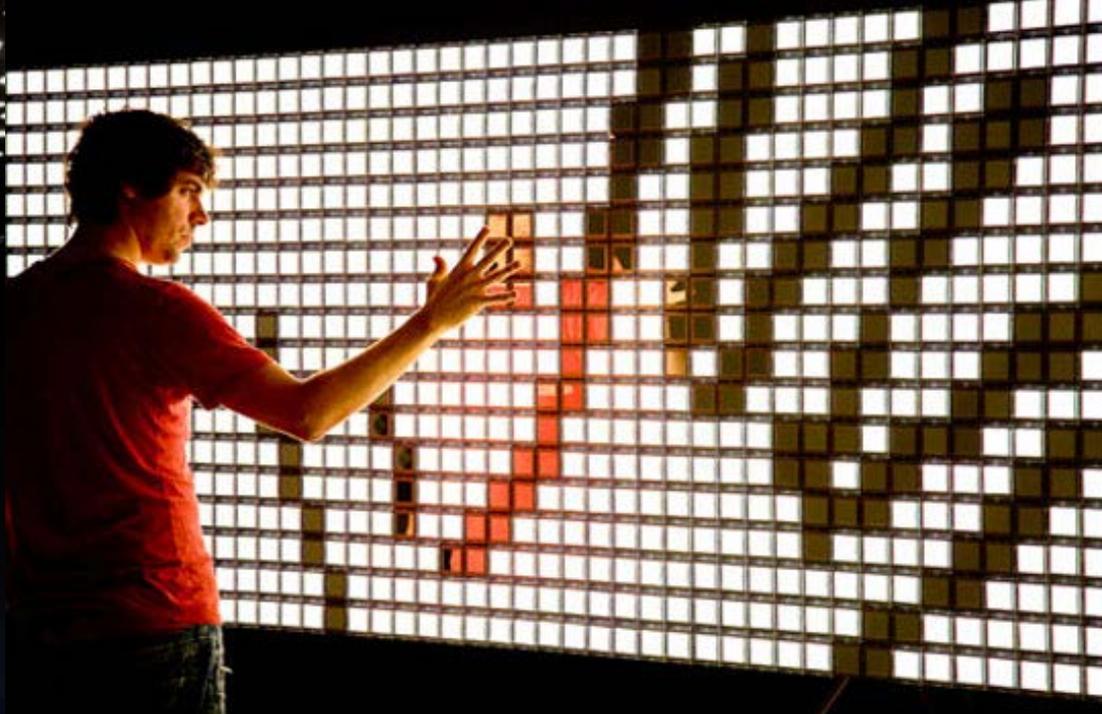


- OLED polymère (futur)
 - Structure simple
 - Soluble : impression R2R (roll to roll) possible (monocouche)
 - Efficacité et durée de vie limitées
- Small Molecule OLED:
 - Technique plus mature
 - Structure multicouche
 - Dépôt sous vide
 - Efficacité et durée de vie plus élevées

OLED - Défis

- Production en grandes masse
- Coût de production
 - Small molecule : jusqu'à 35 000 €/m²
 - Cible : Polymer OLED < 100 €/m²
- Large area : homogénéité, chaleur
- Durabilité :
 - Dégradation intrinsèque des polymères
 - Dégradation de l'électrode (H₂O, O₂)
 - Black spots :
- Efficacité
- Utilisation comme éclairage plutôt que comme art



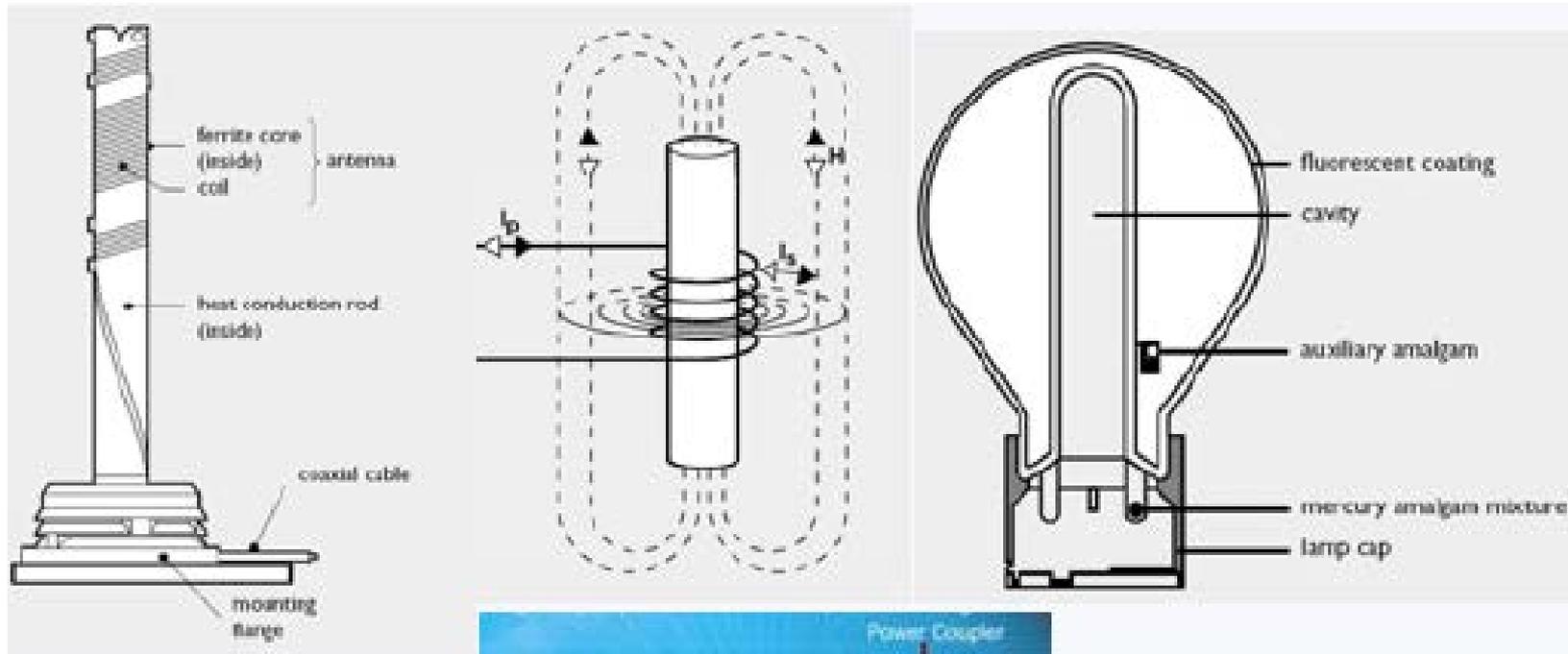


Induction

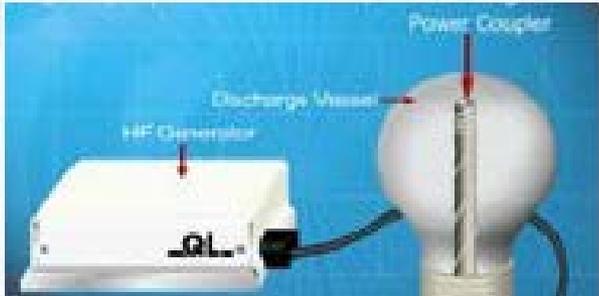
- Technologie
 - Sans électrode : accélération des électrons par un champ magnétique
 - Basée sur un amalgame de mercure
 - Peu connu pour application culturel
- Avantages
 - Démarrage direct, sans clignotement
 - Longue durée de vie et sans entretien jusqu'à 100 000 h
 - Basse température de la lampe : 50 - 60°
 - Grands flux lumineux
 - Facteurs de puissance élevés ($> 0,94$)
 - CRI acceptable (82-85)
 - Dimmable, résistant aux chocs
- Désavantage
 - Réduction du flux lumineux (et de l'efficacité): 10% après 20.000 h, 50% après 100.000 h



Induction



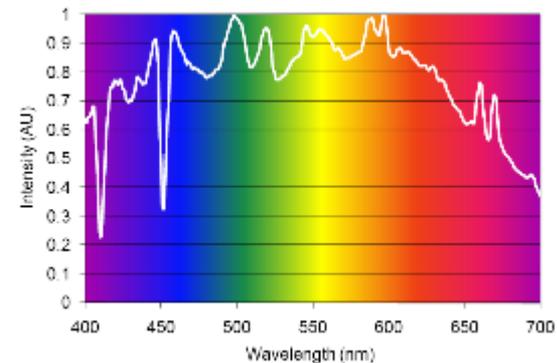
typisch
 $f=2,65\text{MHz}$



55, 85, 165W

Light Emitting Plasma (LEP)

- Pas d'électrodes
 - Energized by Radio Frequency (RF) power (900 MHz)
 - Egalement plasma soufre
- Full spectrum
- Applications
 - Rock&roll
 - Musé
 - Eclairage public
 - Agriculture: poulaillers bio à Heusden Zolder



LEP – Aujourd'hui

- Grands flux lumineux possibles ($> 15\ 000\ \text{lm}$)
- Source lumineuse efficace $> 130\ \text{lm/W}$
 - Exemple : Plasma 180W = 400W Halogénures métalliques
= 1000W Halogène
- Longue durée de vie ($> 10\ 000\ \text{h}$)
- Sans clignotement
- Sans ballast
- Entièrement silencieux
- Résistant aux chocs
- CRI élevé (Ra 94)
- Dimmable



LABORATORIUM
LICHTTECHNIEK



LEP – secteur culturel



CC Het Bolwerk à Vilvoorde a choisi pour les **ROBE Robin 300 plasma spots** grâce au bon rendu de couleurs (CRI=94) et la longue durée de vie des lampes , 10.000 heures! Source: Controllux

Subsides d'éclairage Bruxelles - Wallonie



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



Bruxelles

- **Les primes énergie en éclairage intérieur - IBGE/BIM**
 - www.leefmilieubrussel.be
 - www.bruxellesenvironnement.be
- Remplissez votre formulaire de demande endéans les 4 mois suivant la date de la facture de solde des travaux et au plus tard le 31 octobre 2014 et faites-le parvenir, complété et signé avec les annexes et les preuves de paiement, par envoi recommandé

PRIME ENERGIE E4

- RELIGHTING ET OPTIMALISATION DES INSTALLATIONS D'ECLAIRAGE

Cette prime est accessible pour le :	
Résidentiel (= maison unifamiliale ou appartement)	NON
Installations communes de logement collectif	OUI
Tertiaire et industriel	OUI
Cette prime est disponible pour une :	
Rénovation (bâtiment > 10 ans)	OUI
Construction neuve	NON

Montant: 25% facture pour les études et la fourniture et le placement du matériel

PRIME ENERGIE E4 – d'application pour :

- Le renouvellement total ou partiel du système d'éclairage afin d'atteindre un meilleur confort (respect des normes RGPT) tout en diminuant les consommations énergétiques liées à l'éclairage. Les différentes parties concernées du système d'éclairage sont les suivantes :
 - les sources (lampe à incandescence, tubes TL, ...);
 - les appareils d'éclairage ;
 - l'appareillage auxiliaire (ballasts, starters, ...).

PRIME ENERGIE E4 – d’application pour :

- Le placement d’équipements de gestion des installations électriques d’éclairage, tels que :
 - une minuterie, éventuellement associée à des détecteurs de présence, dans les locaux de circulation ainsi que dans les dégagements et toilettes ;
 - un réglage “tout ou rien” ou en continu du flux lumineux en fonction de l’éclairage naturel du local ;
 - un double allumage permettant un éclairage réduit (de 30 à 50 %).

PRIME ENERGIE E4 – pas d'application pour :

- **Les travaux ou investissements qui n'entrent pas en considération pour déterminer le montant maximal de la prime sont les suivants :**
 - le démontage et l'évacuation de l'ancienne installation ;
 - les nouveaux câblages et accessoires éventuels ;
 - la finition et la décoration.

PRIME ENERGIE E4 – conditions générales

- La prime ne sera octroyée que pour des projets pour lesquels on pourra prouver une **économie d'énergie d'au moins 30 %** par rapport à l'installation existante.
- La preuve sera apportée sous la forme suivante :
 - un **audit d'éclairage** (selon les exigences de la prime A1)
 - OU une **étude de dimensionnement** selon les règles de l'art de l'installation envisagée.



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



Etude de dimensionnement

- doit au moins comprendre les éléments suivants :
 - la description et les caractéristiques techniques de l'installation ;
 - les besoins énergétiques qui devront être couverts par l'investissement et les consommations effectives avant l'investissement ;
 - les hypothèses de travail
 - les calculs techniques de dimensionnement de l'investissement et les valeurs de référence utilisées ;
 - une estimation des économies d'énergie
 - le calcul économique du montant de l'investissement et de sa rentabilité ;
 - la justification des choix techniques et description de la solution proposée ;

PRIME ENERGIE E4 – conditions spécifiques

- EN CAS DE RENOUVELLEMENT DES SOURCES, LUMINAIRES OU APPAREILLAGES AUXILIAIRES

1. L'étude de dimensionnement ou l'audit doit être accompagné d'une note technique explicative comprenant au moins :

- la surface des locaux concernés (m²) ;
- l'ancienne puissance électrique d'éclairage installée ;
- le nombre d'heures de fonctionnement annuel estimé ;
- les nouvelles lampes et les anciennes lampes qui restent en place ;
- le flux lumineux moyen dans le local ;
- la nouvelle puissance électrique de l'éclairage en W/m² par 100 lux et la puissance totale installée ;
- une étude photométrique de type Dialux.

PRIME ENERGIE E4 – conditions spécifiques

2. L'éclairage doit répondre aux normes belges en vigueur.
3. La puissance installée après travaux ne peut pas dépasser :
 - 3 W/m² par 100 lux dans les halls de sport, piscines et ateliers ;
 - 2,5 W/m² par 100 lux dans les bureaux et les locaux scolaires ;
 - 3 W/m² par 100 lux dans les locaux à usage hospitalier ;
 - entre 3 W/m² par 100 lux dans un couloir bas et large (min. 30 m x 2 m x 2,8 m) et 8,5 W/m² pour 100 lux dans un couloir haut et étroit (min. 30 m x 1 m x 3,5 m);
 - 2,5 W/m² par 100 lux dans les parkings.

PRIME ENERGIE E4 – conditions spécifiques

4. Le niveau d'éclairage moyen ne peut dépasser de plus de 20 % les prescriptions de la norme NBN EN 12464-1 (NBN EN 12193 pour les installations sportives).
5. Le matériel installé doit être agréé ENEC (European norms for electrical certification) ou équivalent.
6. Les appareils prévus pour des tubes fluorescents ou des lampes fluocompactes seront équipés de ballasts électroniques HF. Les ballasts électromagnétiques ne seront admis que dans le cas particulier de luminaires étanches à plusieurs lampes de fortes puissances ou en cas d'utilisation dans des zones où la température ambiante s'avère particulièrement élevée. Dans ce cas, les ballasts électromagnétiques devront être au moins de classe B1, telle que définie par la directive européenne 2000/55/CE.

Région Wallonne

- **Région Wallonne**
 - <http://energie.wallonie.be/>
- Aide pour l'agrément technique d'un produit contribuant à une meilleure maîtrise de la consommation d'énergie (AMURE)
- Formulaire 22 – Prime relighting
 - Amélioration de l'efficacité énergétique et photométrique de l'éclairage intérieur
 - Demande de prime pour les personnes morales et les syndicats d'immeuble

AMURE : Améliorer l'efficacité énergétique

UREBA : Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les Bâtiments



LABORATORIUM VOOR
LICHTTECHNOLOGIE

KU LEUVEN



Wallonie – conditions d'octroi

- Exigences administratives
- Pour les audits : auditeurs agréés AMURE/UREBA
- Pour la prime relighting :
 - la demande doit être introduite auprès du gestionnaire de réseau de distribution (GRD) d'électricité dans les quatre mois prenant cours à la date de la facture finale sous peine d'être refusée.
 - La puissance installée après travaux ne peut dépasser :
 - 2,5 W/m².100 lux pour les bureaux et les locaux scolaires ;
 - 3 W/m².100 lux pour les halls de sport, les piscines et les locaux à usage hospitalier ;
 - 3 à 8,5 W/m².100lux (couloirs)
 - Le matériel installé doit être agréé ENEC

Wallonie – montant de la prime

- *Secteur tertiaire & industrie + secteur public*
 - Audits AMURE : 50 % (75 % pour accord de branche)
 - Relighting : plafonné à 10 000 euros par unité technique
 - 10 % pour diminution puissance entre 10 et 30 %
 - 20 % pour diminution puissance entre 30 et 50 %
 - 30 % pour diminution puissance > 50 %
 - Gestion inst. électr. : 30 % - max. 15.000 € par site
 - Max. 100 000 € sur 3 ans