



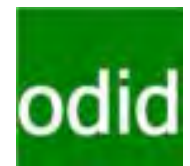
Séminaire LED

Septembre 2016

Ingrid Van Steenberghe – Gérante ODID

Auditrice UREBA agréée

Bureau conseil indépendant – Economie d'énergie en éclairage



Ingrid Van Steenberghe

Gérante ODID

ingrid@odid.be

0473/823.406

www.odid.be

Passionnée par l'éclairage depuis 1987

Consultante indépendante depuis 1998

Auditrice agréée: UREBA et AMURE

Membre de Groen Licht Vlaanderen

Membre de l'Institut Belge de l'Eclairage IBE

Totalement neutre vis-à-vis des fournisseurs



ONAFHANKELIJK ADVIESBUREAU VOOR ENERGIEZUINIGE VERLICHTING.
BUREAU CONSEIL INDÉPENDANT. ÉCONOMIE D'ÉNERGIE EN ÉCLAIRAGE.

AUDITS IN VERLICHTING  AUDITS EN ÉCLAIRAGE	ANALYSE VAN OFFERTES  ANALYSE DES OFFRES
OPLEIDINGEN IN VERLICHTING  FORMATIONS EN ÉCLAIRAGE	ADVIESVERLENING IN VERLICHTING  CONSULTANCE EN ÉCLAIRAGE
odid	LICHTBEREKENINGEN  ETUDES D'ÉCLAIRAGE (DIALUX)

Plan de l'exposé

9h15	Introduction : - <i>La vision: une matière fascinante et complexe</i> - <i>Quelques notions d'éclairagisme</i> Le point sur la technologie LED
10h30	<i>Pause café</i>
10h45	Les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage appliqués au LED - <i>Efficacité, gestion et dimensionnement</i> Eclairage LED dans le secteur tertiaire - <i>Règles d'or pour l'éclairage des hôpitaux, écoles... illustrés par des études de cas</i> Questions/réponses
12h00	<i>Lunch sandwich</i>



80% des informations qui nous parviennent
sont liées à la vision!



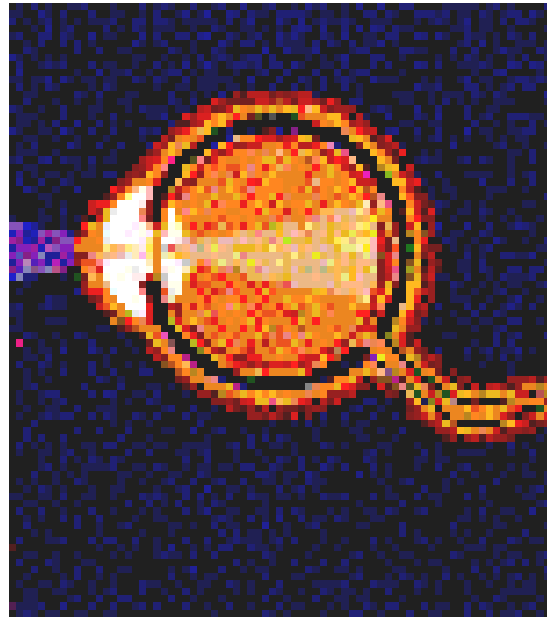
Voir... = un phénomène
complexe!



La perception visuelle...

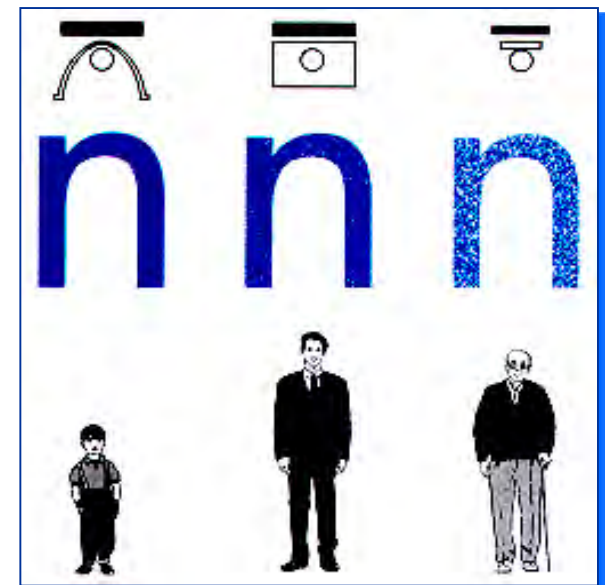
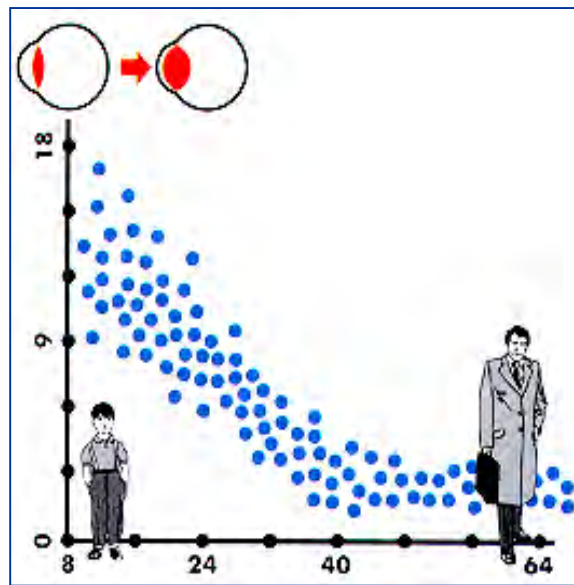
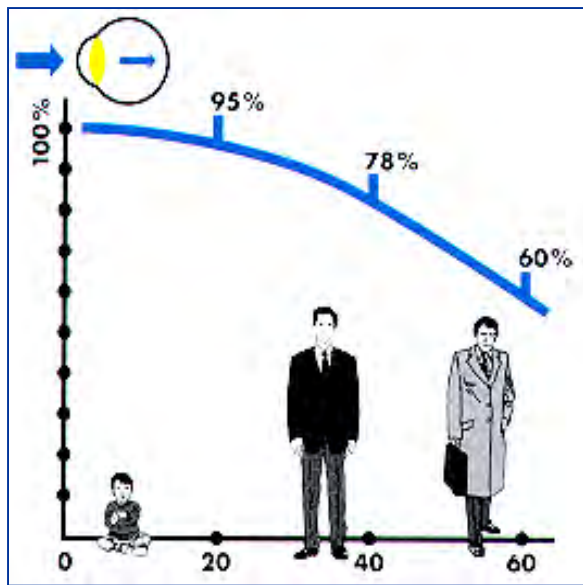
L'œil intègre le rayonnement. Un rayonnement lui apparaîtra sous une sensation globale : une luminosité et une teinte ou couleur.

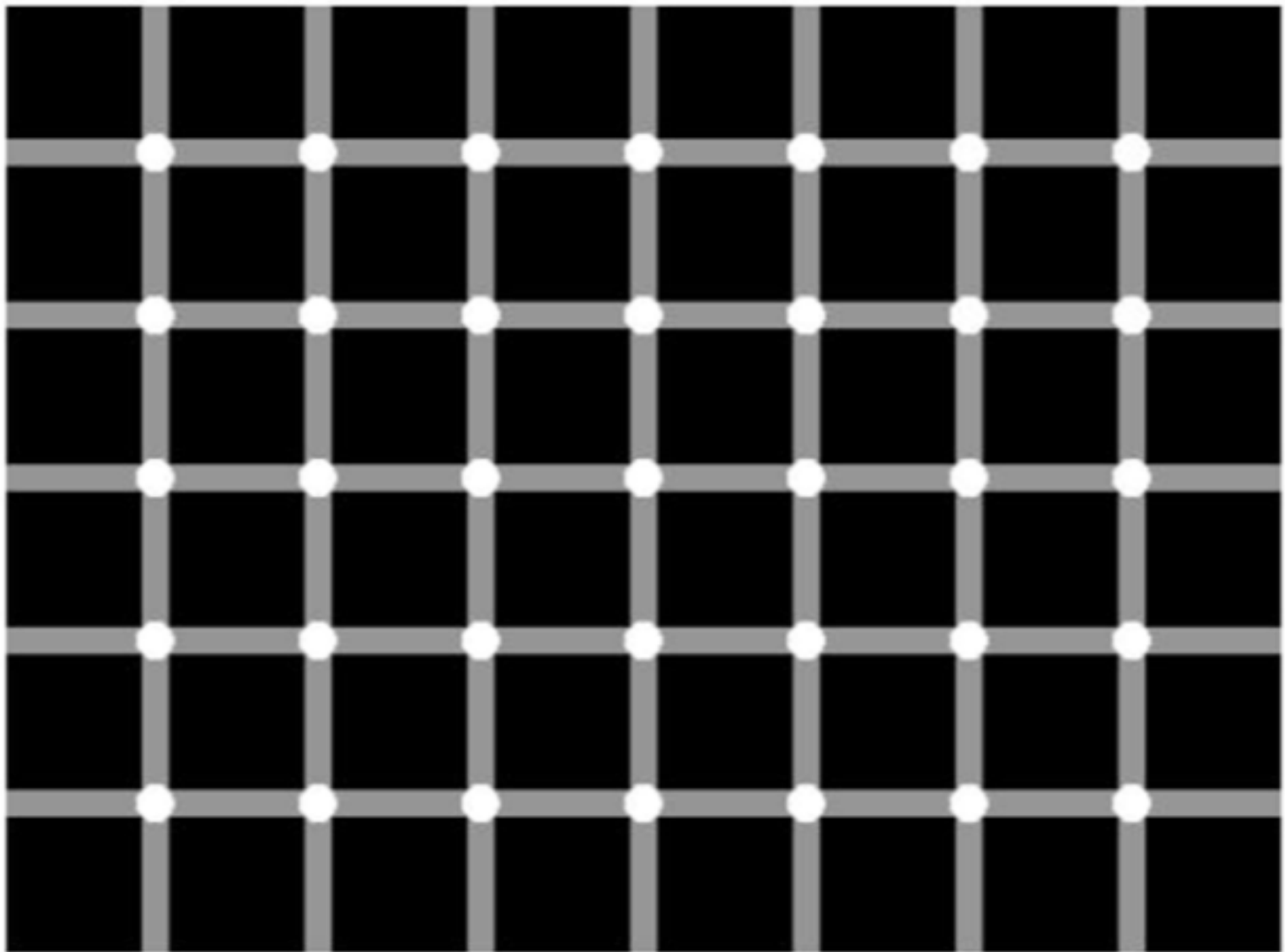
Premier intervenant: l'œil...



Avec l'âge, l'œil évolue...

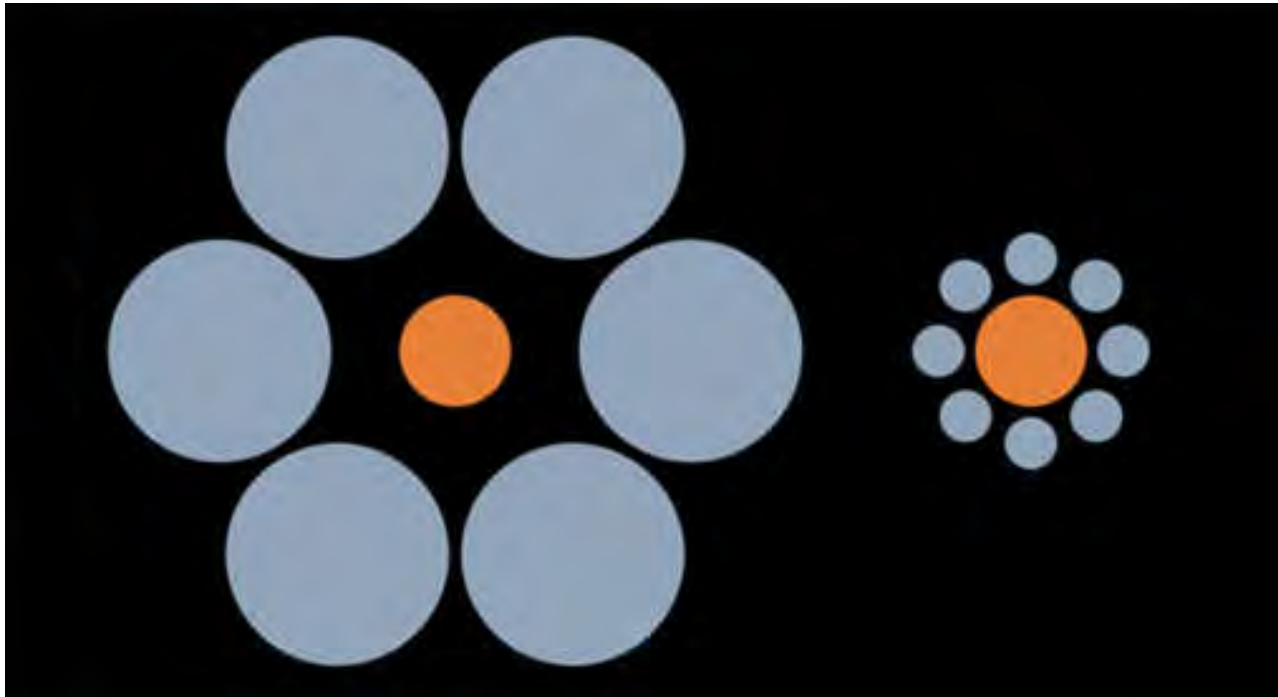
La perception visuelle aussi!





Comptes les points noirs !!!

26



Est-ce que le diamètre du rond orange est identique dans les deux figures?

Un objet sera mieux perçu...

- s'il est de grande taille
- s'il est immobile ou se déplace à vitesse réduite
- s'il contraste avec son environnement
- s'il est suffisamment « éclairé » !



Sous 500 lux



Sous 50 lux

Un texte
devient de
moins en moins
lisible lorsque la taille
des caractères diminue.



Sources
primaires



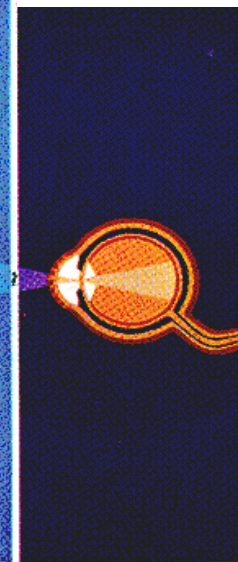
Soleil, lampes à
décharge, ...

Sources secondaires
(retransmission & modification)



Atmosphère, air, eau, lentilles, fenêtres,
objets, ...

Récepteur /
encodeur
(œil)



Cornée
Iris

Décodeur /
interprète
(cerveau)



Analyse
Identification

Physique
Valeurs objectives

Vision
Valeurs subj.

La lumière & ses caractéristiques



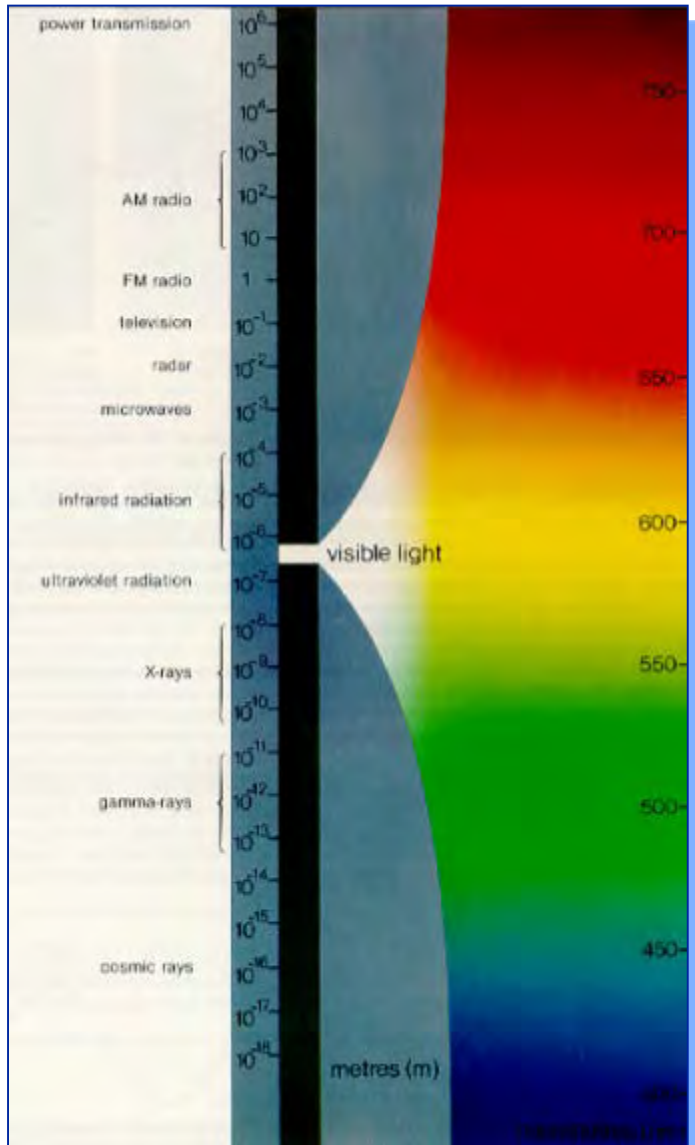
Quelques notions de colorimétrie



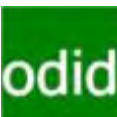
La lumière est une très petite partie du spectre électromagnétique, qui a la particularité d'être perçue par l'œil.

UV.....VISIBLE.....IR
380nm à 760nm

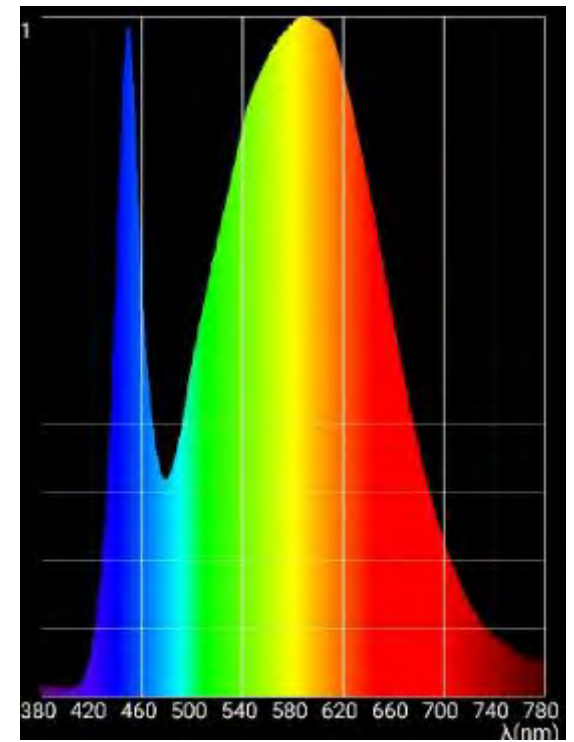
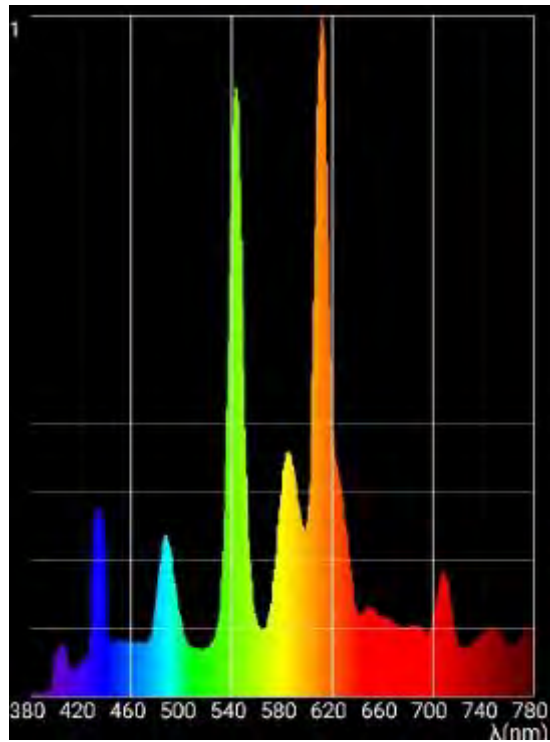
Radiation énergétique
= Grandeur physique
= Mesurable



unipso

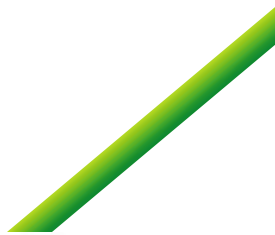
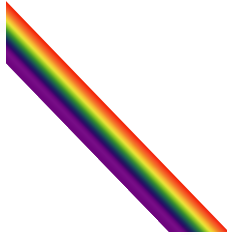


Reconnaître une source par son spectre

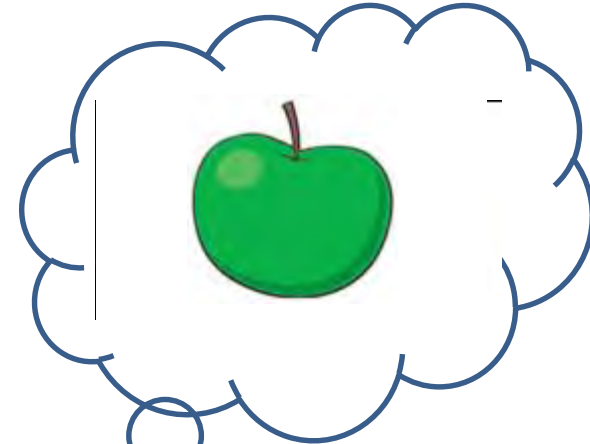


C'est quoi "la couleur"?

No Colours!
Only spectra & reflection characteristics



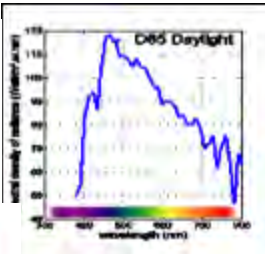
Colour



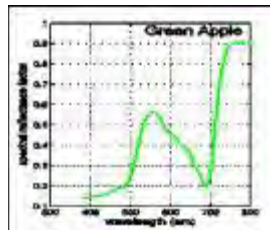
Σ



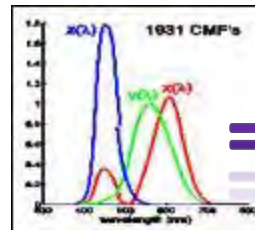
UNIPSO



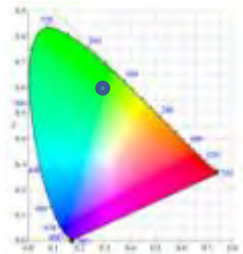
$\times$



$\times$



$= X, Y, Z \rightarrow$



Kevin Smet – A colour rendering index based on memory colours

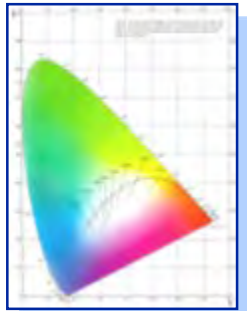
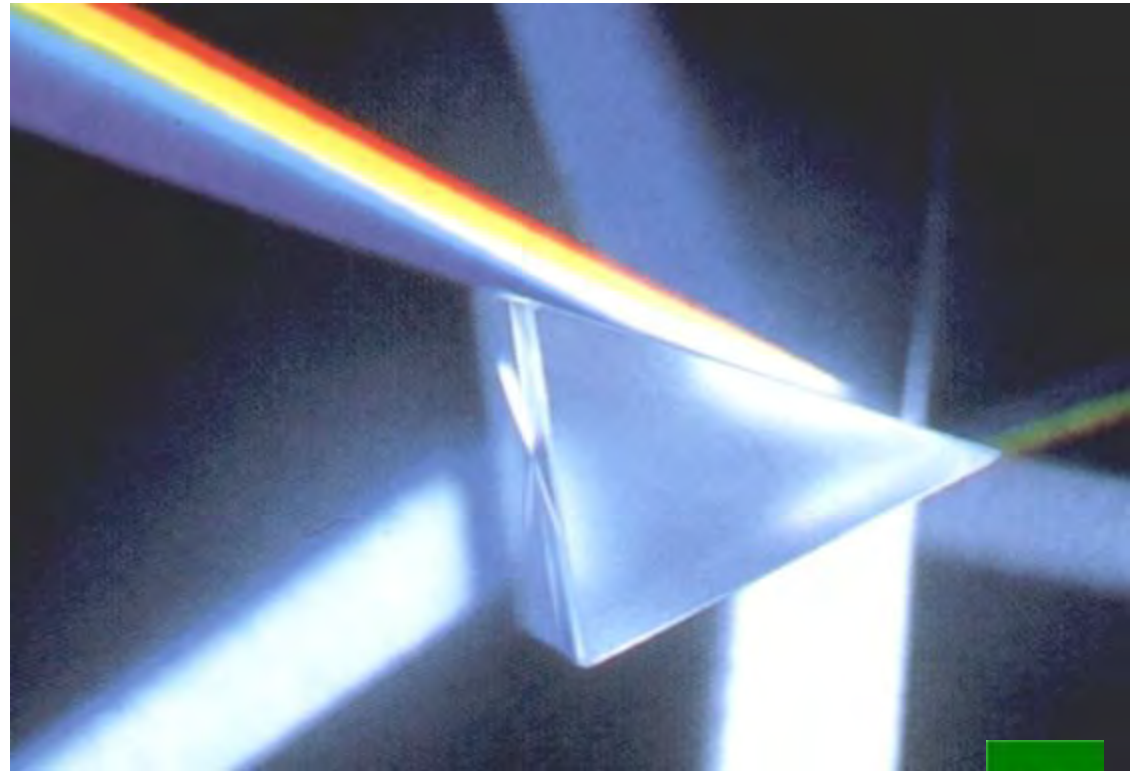
Quelques notions de colorimétrie

Le spectre contient toute l'information de couleur.

Cette info n'est cependant pas parlante.

D'autres paramètres sont utilisés pour qualifier la source...

- **La température de couleur**
- **L'indice de rendu des couleurs**
- Les vecteurs de couleur
- Les coordonnées trichromatiques



Température de couleur (K)

~ 3000 K



Teinte 830

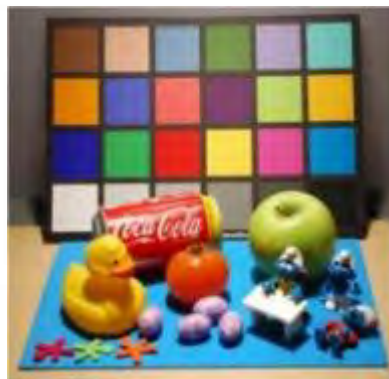
~ 4000 K



Teinte 840

	Cool Daylight	6.500K
	Daylight	5.400K
	Cool White	4.000K
	White	3.500K
	Warm White	3.000K
	INTERNA	2.700K

IRC - Indice de rendu des couleurs (Ra)



Classe d'IRC	IRC
1A	Ra > 90
1B	90 > IRC > 80
2	80 > IRC > 60
3	60 > IRC > 40

Code : indice de rendu des couleurs et température de couleur



indice rendu des couleurs- 80..89

Température
de couleur
3000

*Code international pour toutes les
sources d'éclairage.*

*PS: Adaptation de la classification
"Indice de rendu des couleurs" en
cours.*

Colorimétrie: Human Centric Light

La nature



La technique



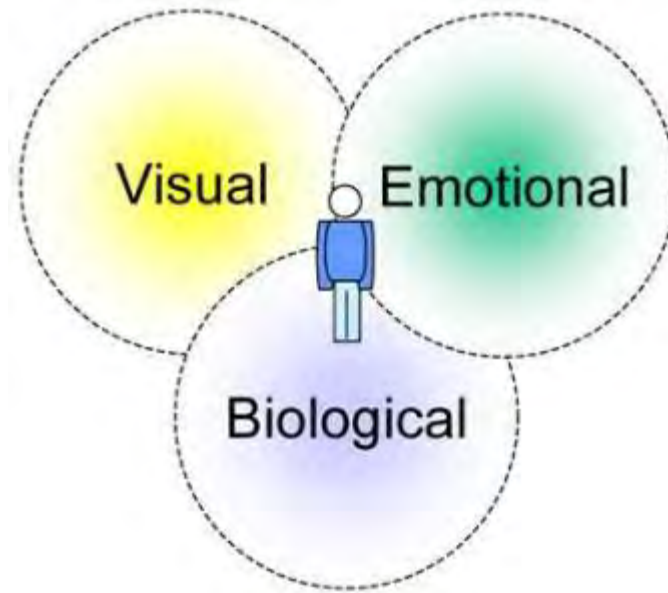
unipso



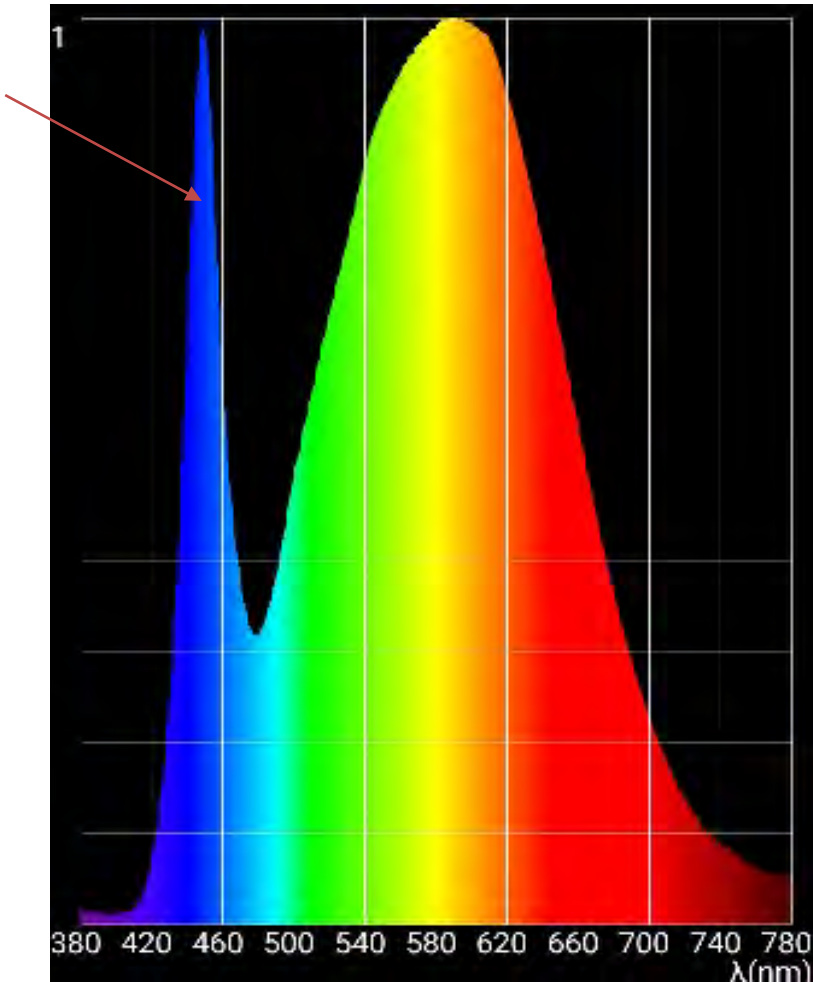
Colorimétrie: impact

La colorimétrie d'une source lumineuse a un impact sur tout organisme vivant.

Ainsi pour l'humain en plus de l'aspect visuel, la couleur de la lumière a un impact sur le comportement biologique et émotionnel.



Le risque photo-biologique de lampes: EN 62471



“Blue Hazard”

Norme décrit les classes de risque:
Eclairage intérieur: LED Classe R0-R1
(non-marqués = OK)

Effect photo-biologique?
Risque de dégradation de la rétine (?)

**Encore beaucoup d'éléments
méconnus.**

Le risque photo-biologique de lampes: EN 62471

A recommander pour minimiser les risques dans les écoles:

Principe de précaution:

- Enfants :
 - pas de LED dans les classes d'écoles primaires et maternelles.
 - LED à placer uniquement dans les zones hors classes
 - LED Classe R0-R1 (non-marqués = OK)
 - Évitez les LEDS nues (optez pour l'opalin)
 - Préférez couleur chaude 3000K (en tout cas <4000K)

Lecture à recommander:

“Le remplacement d'un tube fluo T8 par un tube LED dans les écoles: la synthèse pour le directeur.”

J. Claessens Architecture et Climat UCL - Version 2015

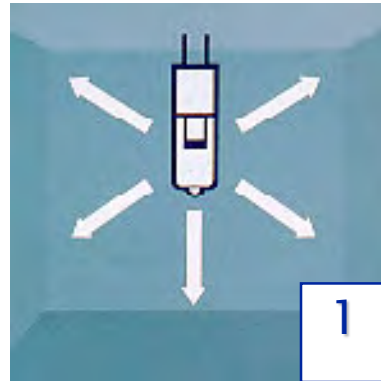
Quelques notions de photométrie



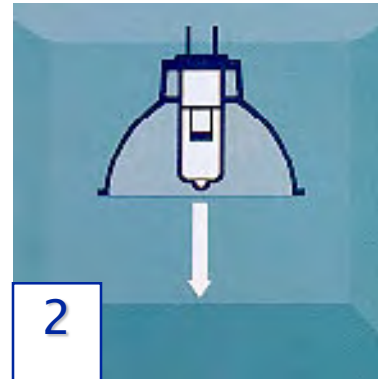
Quelques notions de photométrie

La photométrie est la science qui a trait à la mesure de la lumière.

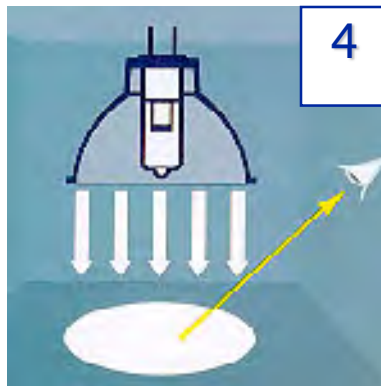
Flux [F]
Lumen



Intensité [I]
Candela
 $I = F / d\Omega$



Luminance [L]
Candela/m²



Eclairement [E]
Lux
 $E = F / dS$
 $E = I / d^2$

Quelques notions de photométrie

Un jour d'été sans nuage	100.000 lx
Un jour d'hiver sans nuage	10.000 lx
Une surface de travail bien éclairée	500 lx
Une autoroute bien éclairée	20 lx
Un chemin d'évacuation de salle obscure	1 lx
Une nuit par pleine lune	0,2 lx
Le soleil	$2 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$
Lampe à décharge haute pression	$10^6 \text{ à } 10^7 \text{ cd/m}^2$
Filament d'une lampe	10^6 cd/m^2
Tube fluorescent T8	5000 cd/m^2
Luminaire fluorescent opalin	1000 cd/m^2
Page bien éclairée	150 cd/m^2
Ecran d'ordinateur (fond blanc)	100 cd/m^2
Ecran d'ordinateur (fond sombre)	10 cd/m^2
Autoroute	2 cd/m^2

Quelques notions de photométrie: exemple

LED module +/- 50W(lumière blanche)

5.000 lm



Tube fluorescent 58W

5.000 lm

*La norme EN 12464-1 indique
des valeurs limites pour l'UGR
(Unified Glare Ratio)*

*Mais le calcul de l'UGR ne tient
pas compte de la luminance de
crête des points LED!
(UGR en révision)*



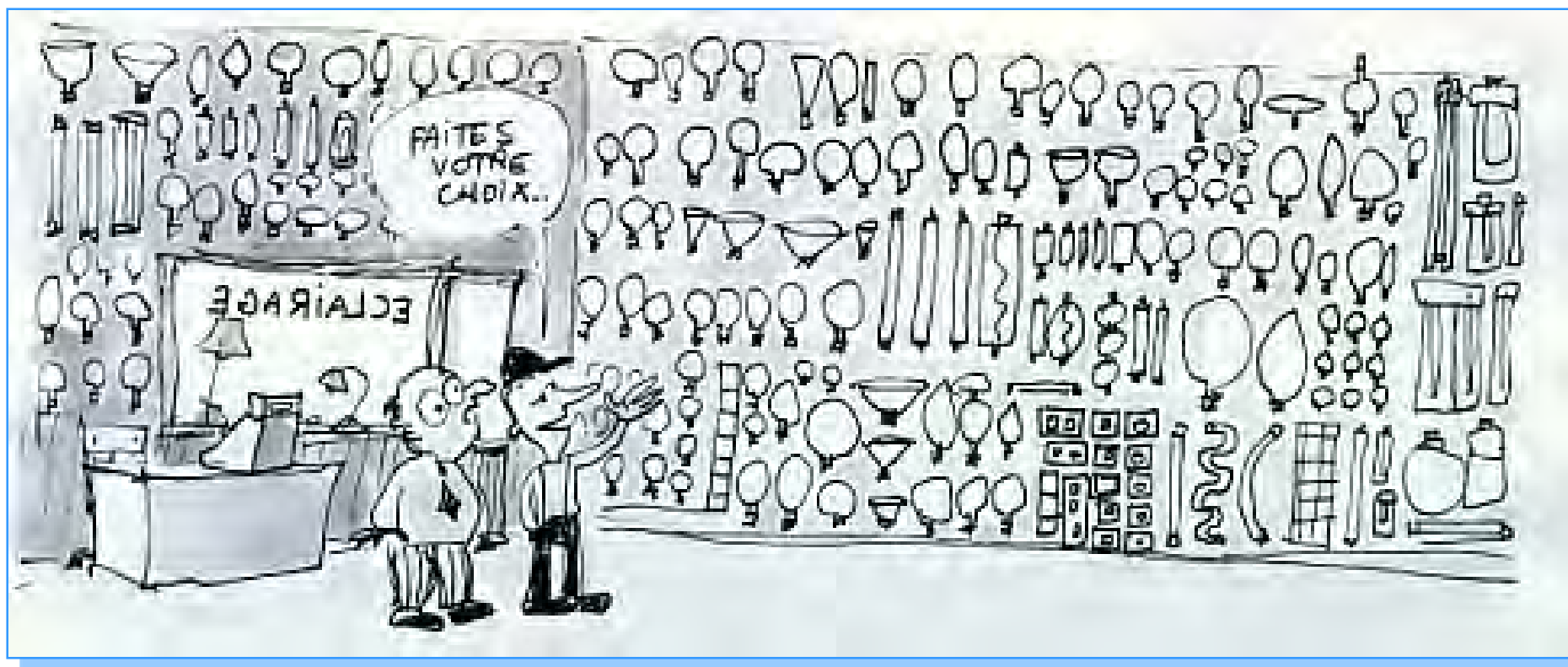
Tube T8 58W: 5.000 cd/m²

LED : > 50.000 cd/m² = éblouissement!



L'éclairage artificiel





PRINCIPAUX PARAMETRES CARACTERISANT LES SOURCES

Caractéristiques électriques

- La puissance
- La tension d'alimentation
- Le culot
- Le système d'amorçage

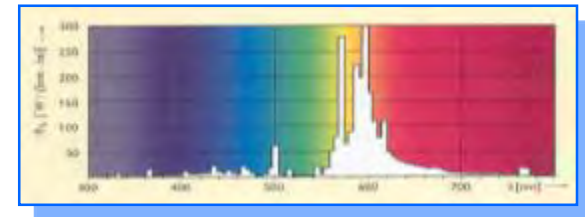


Caractéristiques photométriques

- La quantité de lumière émise (le flux lumineux en lumen)
- L'efficacité lumineuse = Flux/Puissance lampe (lm/W) (ballast non inclus)

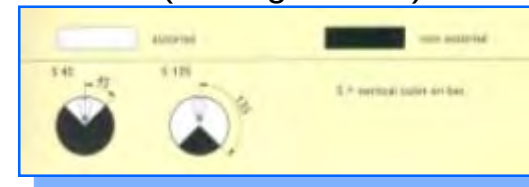
Caractéristique spectrales

- Le spectre
- La température de couleur
- L'indice de rendu des couleurs
- L'émission d'UV / Permitted Exposure Time PET / Dfc (damage factor) / Emission d'IR



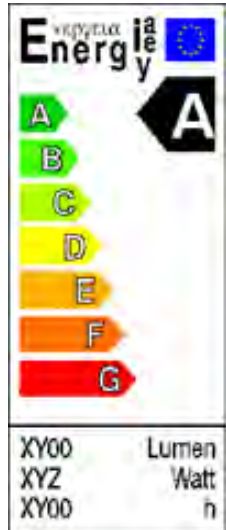
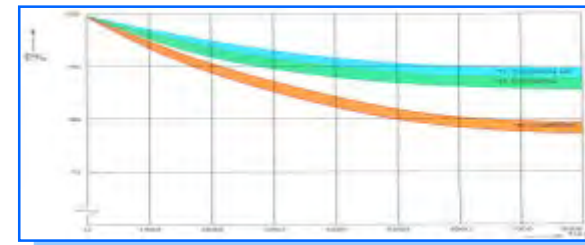
Caractéristiques géométriques

- Position de fonctionnement
- Dimensions de la lampe et de la surface émettrice



Caractéristiques de fonctionnement

- La température optimale de fonctionnement
- La durée de vie et de la dépréciation
- Le temps de préchauffage et de réallumage
- La résistance aux variations de tension



Les sources lumineuses

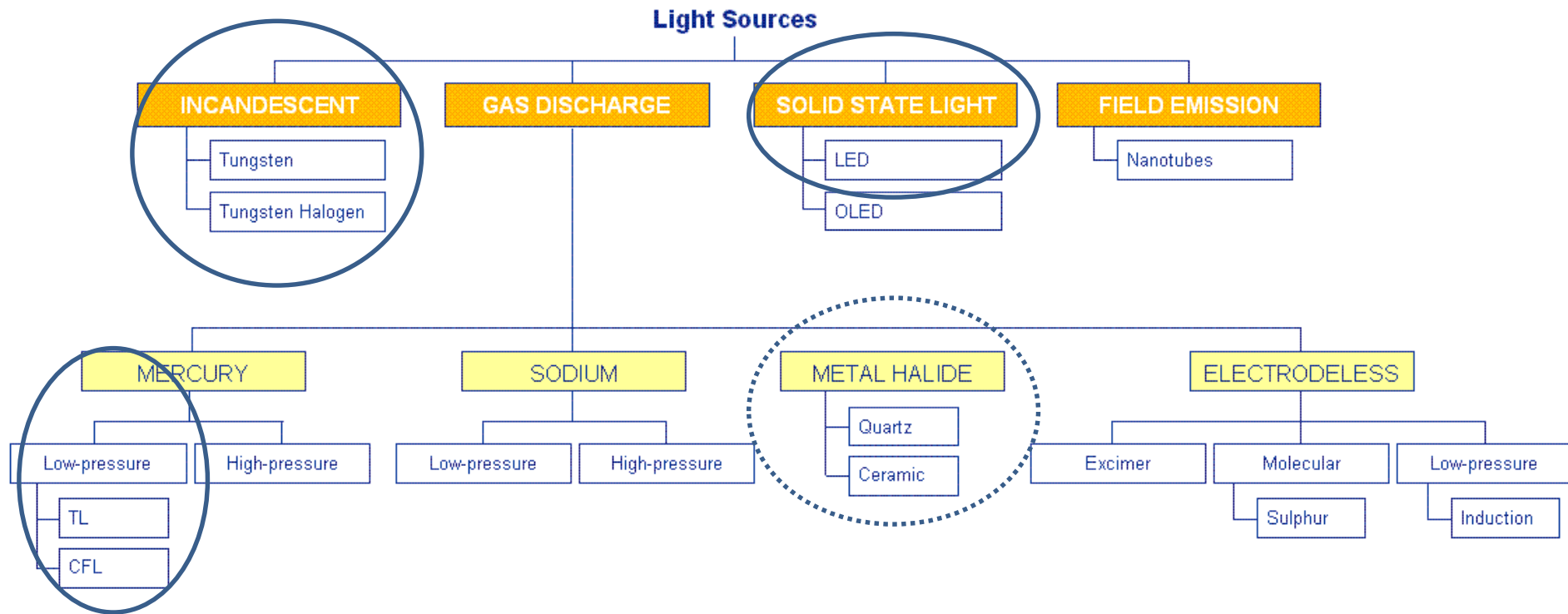


Tableau récapitulatif

Caractéristiques des sources lumineuses

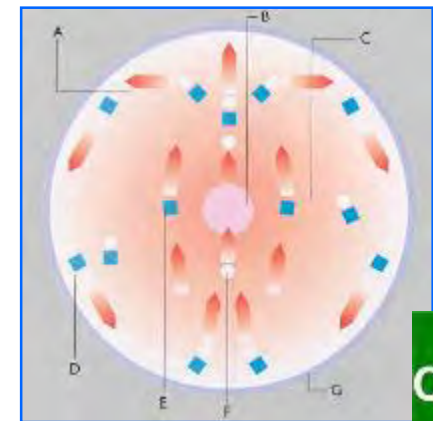
	Incandescence	Halogène	Fluorescence T8	Fluorescence T5	Fluorescence Compact	Iodures métalliques	Sodium haute pression	Relamping LED	LED module professionnel
Efficacité indicatif (lm/W)	+/- 10	15-18	75-90	95-105	50-80	75-95	+/- 100	+/- 50 à 120lm/W	+/- 150
IRC (RA)	100	100	85-95	85-95	85	85-95	25-65	75-85	85-98
Classe Energie	F	E	B	A	B	A	A	A-B	A
Durée de vie (heures)	1 000	5 000	20.000- 40.000	20.000- 40.000	10 000	10.000-12.000	20 000	20.000 – 30.000	50 000 L...B...F...
Dimmable	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	(Non)	Non	(Oui)	Oui
Plage de flux lumineux Indicatif (lm)	250- 10.000	100- 15.000	1.350- 5.700	140- 6.000	350- 4.800	5.200- 40.000	5.000- 130.000	250- 3500	1.000- 50.000

Lampes à incandescence – Lampes halogène

	Incandescence	Halogène
Efficacité indicatif (lm/W)	+/- 10	15-18
IRC (RA)	100	100
Classe Energie	F	E
Durée de vie (heures)	1 000	5 000
Dimmable	Oui	Oui
Plage de flux lumineux (lm)	250-10.000	100-15.000



- Incandescence: 2.700 K
- Halogène: 3.000K
- Mise en régime = 0 sec
- Réamorçage après 0 sec.
- Halogène ECO
- Halogène : Dimensions réduites



odid

- régénérer le cycle halogène!



Lampes mercure basse pression - les tubes fluorescents

3 diamètres

	Fluorescence T8	Fluorescence T5
Efficacité indicatif (lm/W)	75-90	95-105
IRC (RA)	85-95	85-95
Classe Energie	B	A
Durée de vie (heures)*	20.000-40.000	20.000-40.000
Dimmable	Oui	Oui
Plage de flux lumineux Indicatif (lm)	1.350-5.700	140-6.000

- T12 38 mm Ø 20 à 65 W (anciens!)
- T8 26 mm Ø 18 à 58 W (et ECO)
- T5 16 mm Ø 14 à 80 W (et ECO)
- T° couleur: 2700 à 6500 K
- Préchauffage: 0 sec.
Réallumage: 0 sec.... mais 1 à 5 min. avant 80% flux
- Durée de vie: 8.000 h avec ballast conventionnel, 20.000 h avec ballast électronique
- Existe en durée de vie extra longue 40.000h
- Environnement: miniaturisation, diminution de la quantité de mercure et recyclage complet – RECUPEL
- Existent en version ECO (-10%)

*: très faible dépréciation



Lampes mercure basse pression - les lampes fluocompactes

	Fluorescence Compact
Efficacité indicatif (lm/W)	50-80
IRC (RA)	85
Classe Energie	B
Durée de vie (heures)	10 000
Dimmable	Oui
Plage de flux lumineux Indicatif (lm)	350-4.800

Fonctionne sur le principe du tube fluorescent, miniaturisé

2 types

- De substitution (33 à 65 lm/W)

culot E27 ou E14

ballast intégré

pour usage domestique



- A alimentation séparée (50 à 88 lm/W)

culot à broches (2p et 4p)

nécessité d'utiliser un ballast

(de préférence ballast électronique)

pour éclairage professionnel



T° couleur: 2700 à 6500 K

- Préchauffage: 0 sec

Réallumage: 0 sec.... mais 1 à 5 min. avant 80% flux

Lampes aux halogénures métalliques (p.ex. HQI, HPI, CDM,...)

	Iodures métalliques (Céramique)
Efficacité indicatif (lm/W)	75-95
IRC (RA)	85-95
Classe Energie	A
Durée de vie (heures)	10.000-12.000
Dimmable	(Non)
Plage de flux lumineux Indicatif (lm)	5.200- 40.000

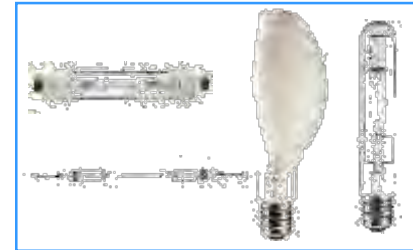
Culot E27, E40, R7s, G12...

2 types

- *Brûleur quartz (Industriels et sportifs)*

Shift des couleurs vers le vert.

Différence de couleur visible entre plusieurs lampes d'un même lot, d'un âge différent...



- **Brûleur céramique**

En petite puissances 20W – 35W

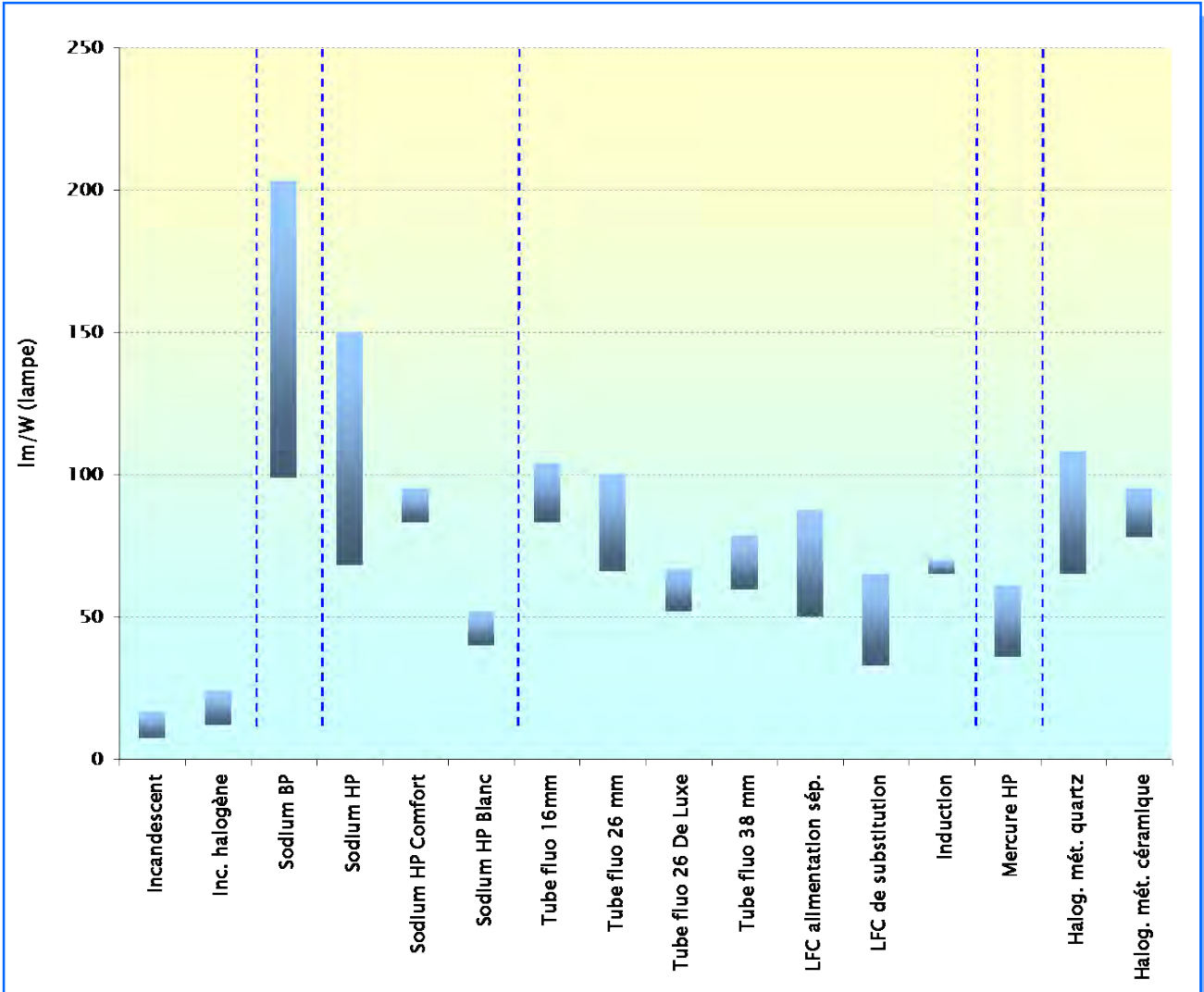
Meilleure stabilité de couleur (IRC 95)



- Nécessité d'utiliser un ballast
- Certains types: luminaires fermés obligatoires!
- Positions de fonctionnement limitées (voir doc)
- **Préchauffage: 3 à 5 min.**
Réallumage: 15 à 20 m

L'efficacité lumineuse des lampes

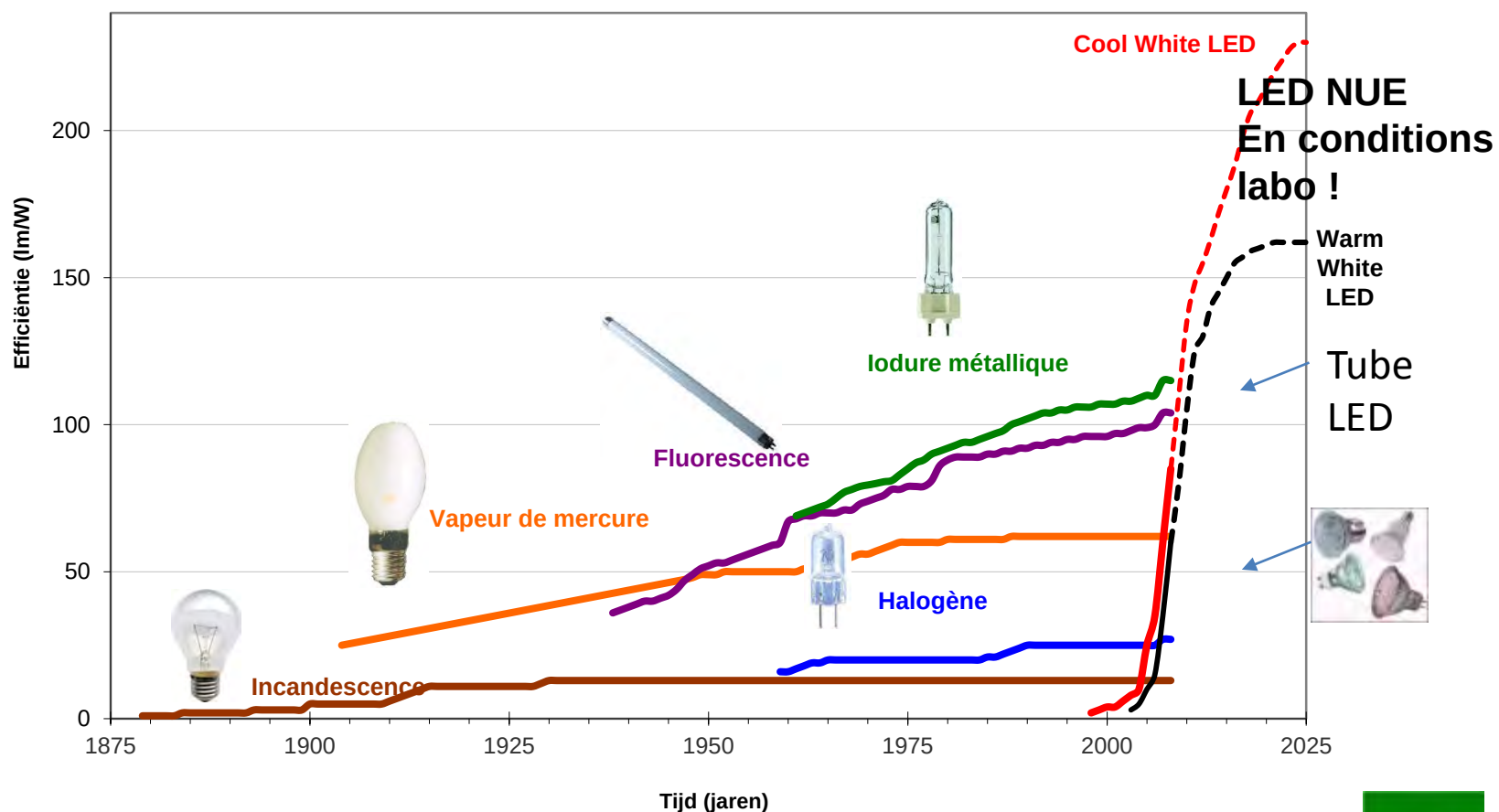
Le rendement des sources actuelles varie de 7,5 à 150 lm/W, et même 203 lm/W avec les sodium BP.



D'après catalogue Philips 2001/2002

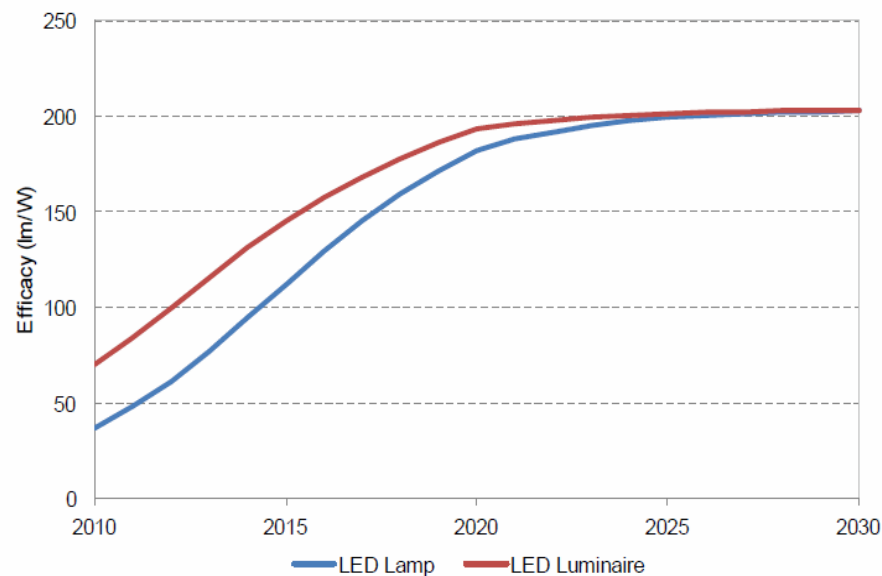
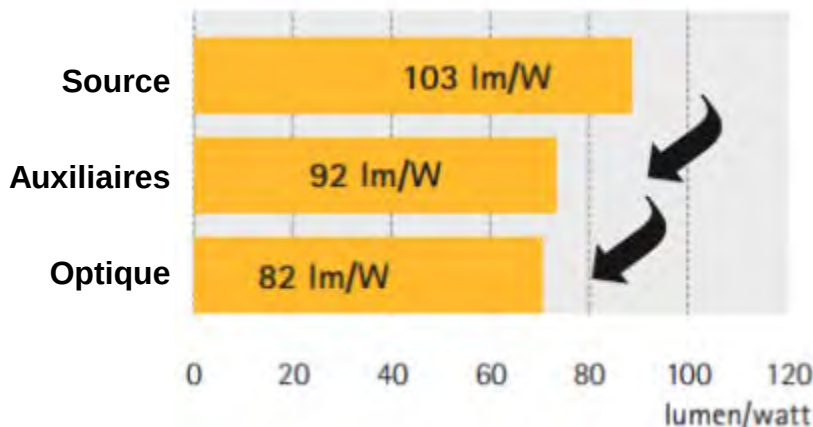
Et où se positionnent les LEDS ?

Comparatif des principales sources (lumière blanche)



Bron : DOE USA 2008/LABORELEC

L'efficacité des systèmes d'éclairage (lumen/W) (y compris auxiliaires électriques et optiques)



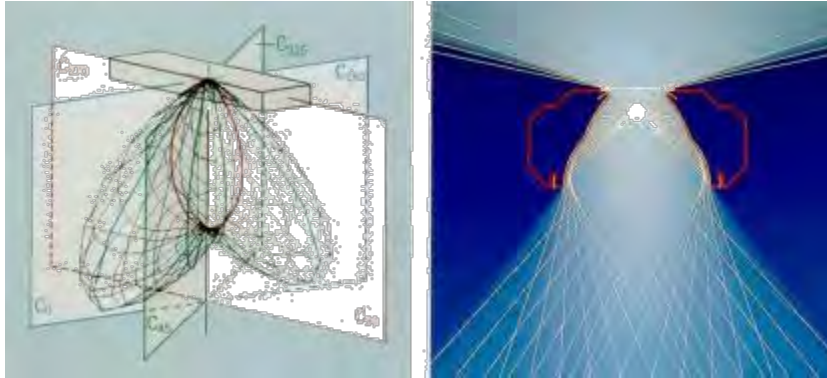
*Sans tenir compte de l'IRC et de la t° de couleur
Source DOE 2012*

Avantages ballast électronique (HF):

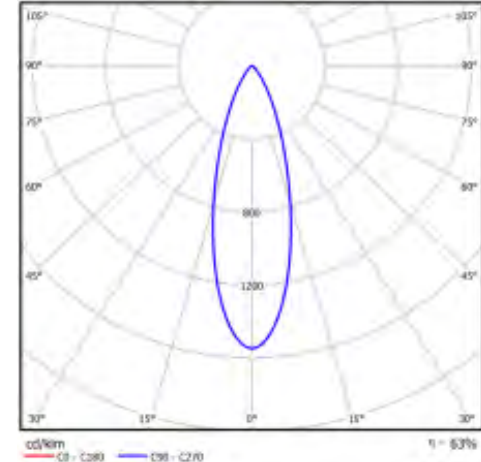
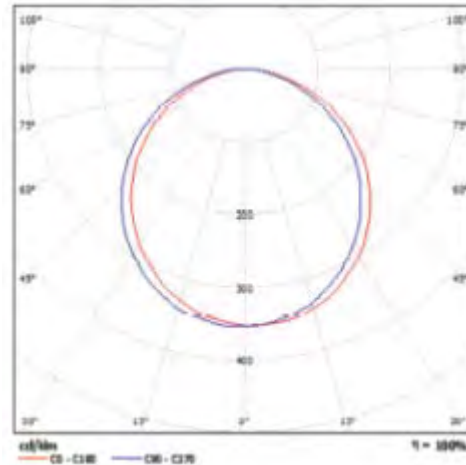
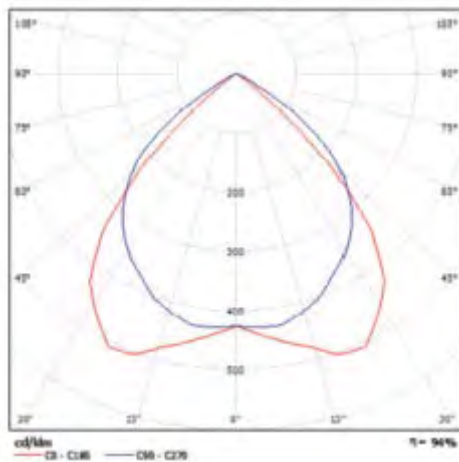
- Durée de vie de lampe doublée
- Pas d'effet stroboscopique
- Economie d'énergie (20%)
- Gestion automatisée possible (existe ballast HF dimmable)

**Aussi importante que le rendement :
La photométrie!**

Les luminaires



- Optique & photométrie
- Mécanique (IP, Ch...)
- Electrotechnique
- Esthetique



Rendement du système =
Rendement de la source x rendement des auxiliaires x rendement de l'optique

La photométrie est aussi importante que le rendement!

Aspects mécaniques

Protection contre les influences externes

Degrés IP

1 ^{er} chiffre			2 ^{ème} chiffre		
Degré de protection contre les contacts avec les parties sous tension et contre la pénétration de corps solides			Degré de protection contre la pénétration des liquides		
Degré	Définition abrégée	Symbole	Degré	Définition abrégée	Symbole
0	Non protégé		0	Non protégé	
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50mm		1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau	
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12mm		2	Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5mm		3	Protégé contre l'eau de pluie	
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1mm		4	Protégé contre les projections d'eau	
5	Protégé contre les poussières		5	Protégé contre les jets d'eau	
6	Totalement protégé contre les poussières		6	Protégé contre les paquets de mer	
			7	Protégé contre les effets d'immersion (1 m)	
			8	Matériel submersible	

Entretien correct de l'installation d'éclairage

Lampes à changer (en groupe – durée de vie moyenne!)

Luminaires à nettoyer (facteur d'entretien!)

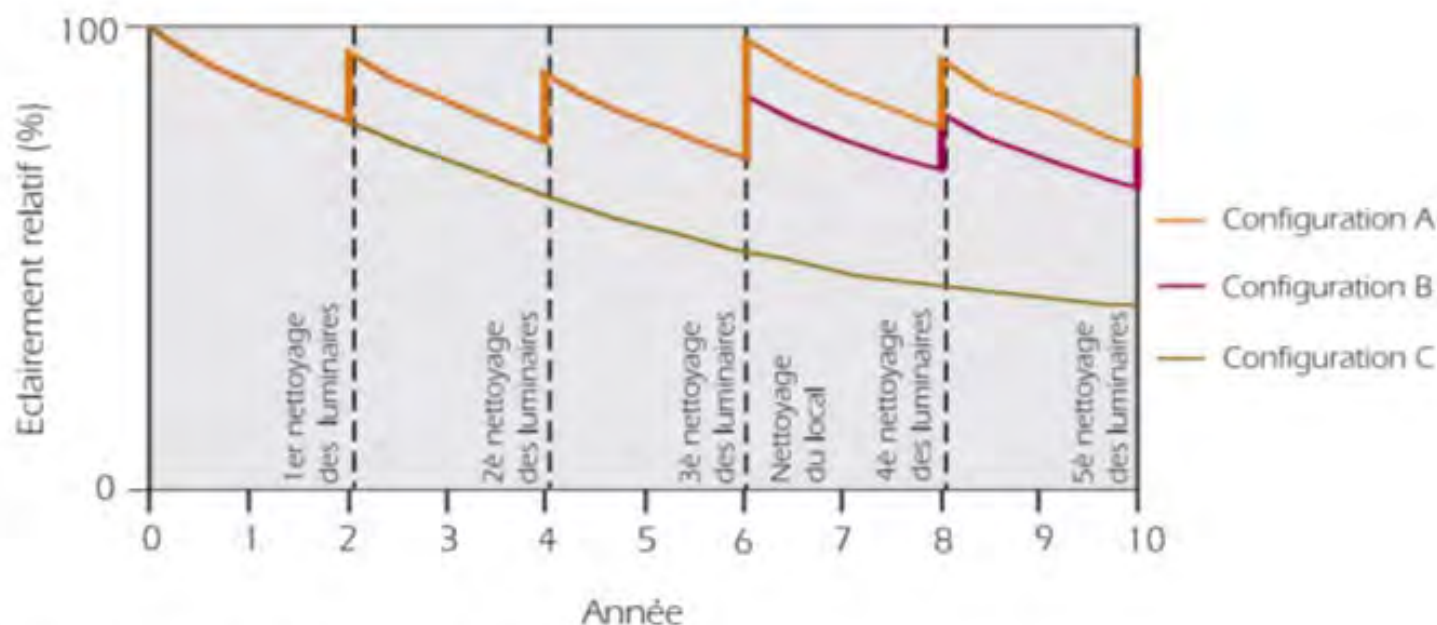
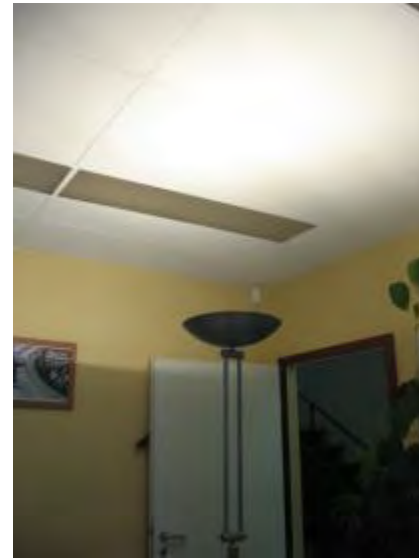


Figure 18 : Dépréciation de l'éclairage relatif au cours du temps

Quelques exemples de gaspillage d'énergie en éclairage

Lampes et/ou luminaires à faible rendement
Mauvais entretien



Le point sur la technologie LED

Normalisation des produits LED : Terminologie

LED chip	Auxiliaire LED	Lampe LED	Module LED	Luminaire LED
				
				
- à intégrer	-alimentation seule ou avec des fonctions de contrôle (tension, courant, gradation) - à intégrer ou indépendant	-système complet - culot normalisé - substitution INC - également des versions non auto-ballastées	- avec ou sans auxiliaire externe - à intégrer ou indépendant (engine) - normalement avec son radiateur	système complet - non démontable - avec module remplaçable ou non - avec lampe LED

Terminologie : - **IEC 62504 TS** : *Terms and definitions for LEDs and LED modules.*

Sera publié en norme en 2013

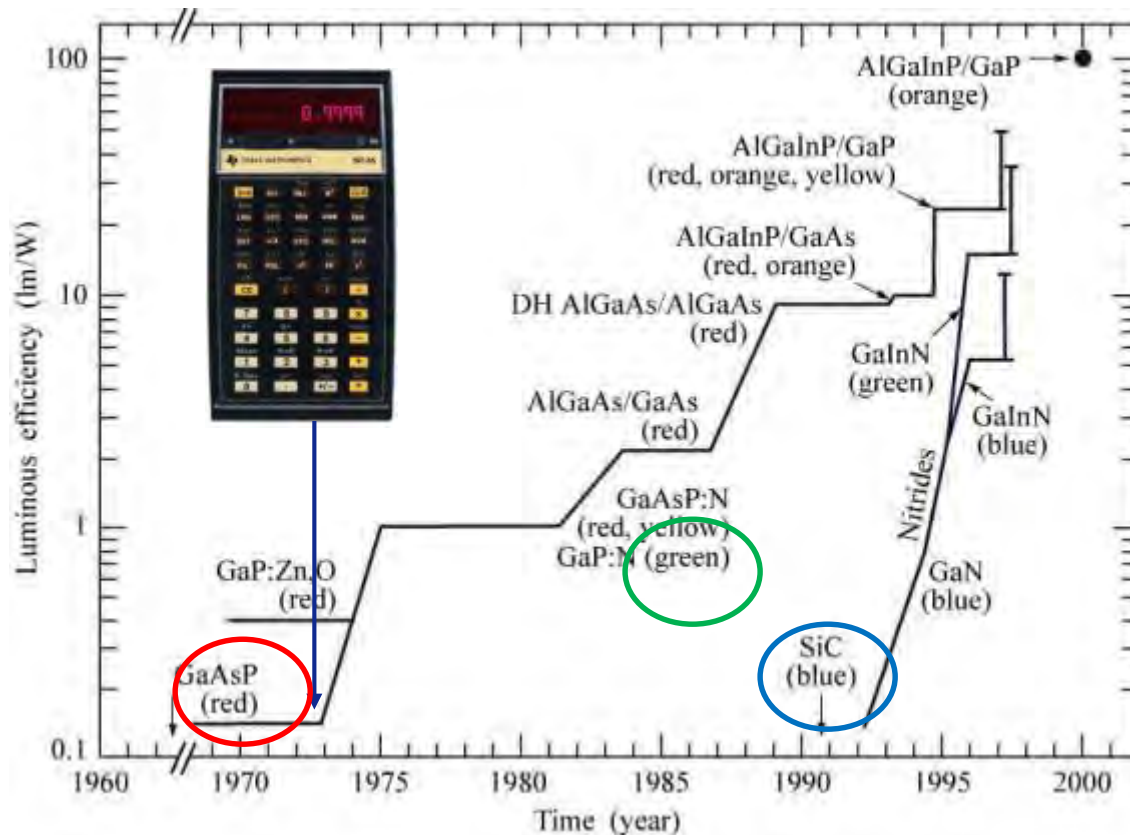
- **IEC 61231** : *ILCOS Code*

© UCL 2012 1D/ 19 Guy Vandermeersch



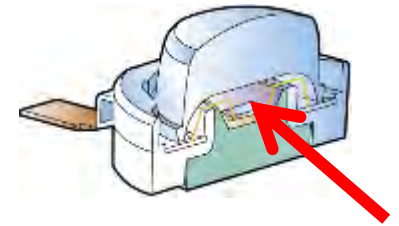
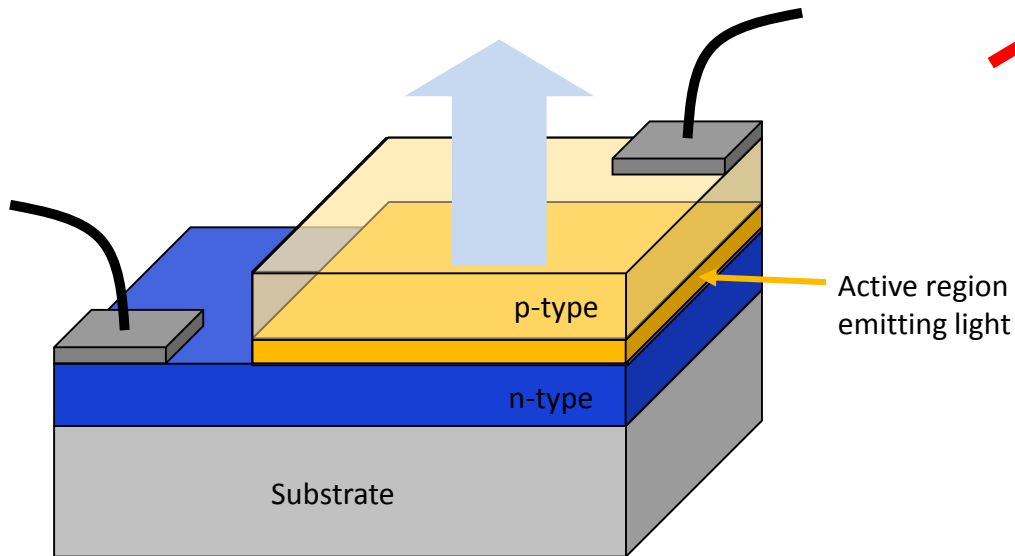
Eclairage innovant: les LEDs

- LED – Une nouvelle technologie ?
 - 1907** : H. J. Round



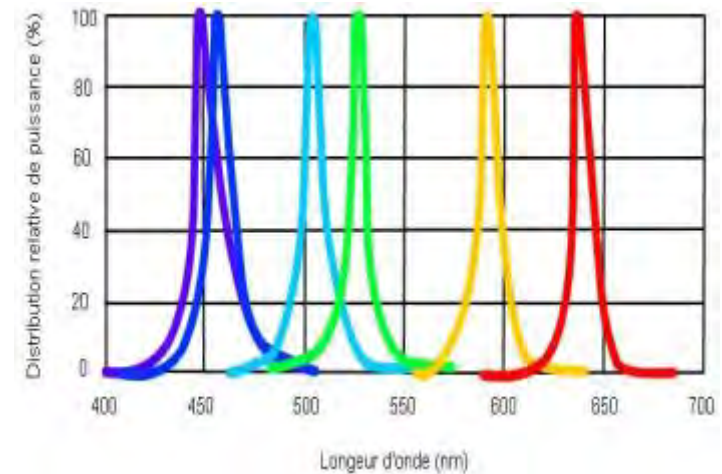
Eclairage innovant: les LEDs

- Qu'est-ce qu'une LED ?



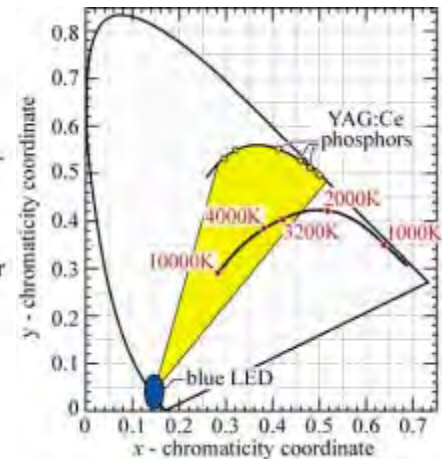
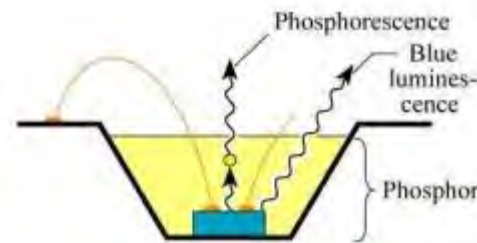
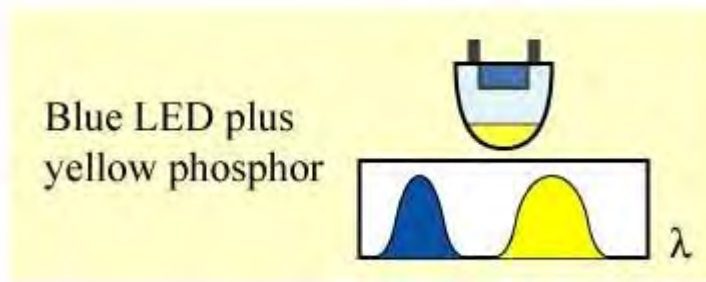
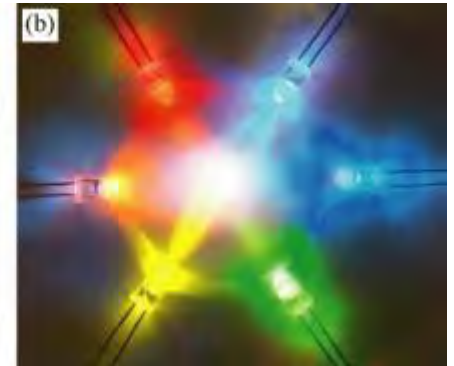
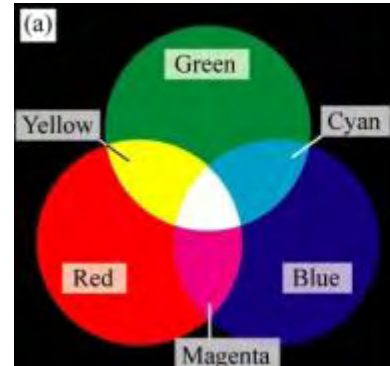
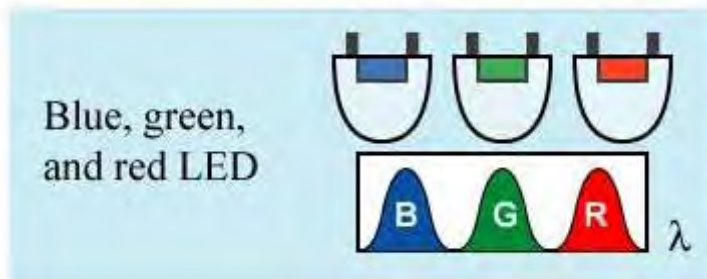
Composant électronique ($\approx 4\text{mm}^2$)

- Particularités :
 - Lumière **générée à l'intérieur du matériau**
 - Lumière **monochromatique**



Eclairage innovant: les LEDs

- Comment faire du blanc ?



Eclairage innovant: les LEDs

- Blanc chaud – Blanc froid



Rendu des couleurs



Les avantages

Avantages des LEDs

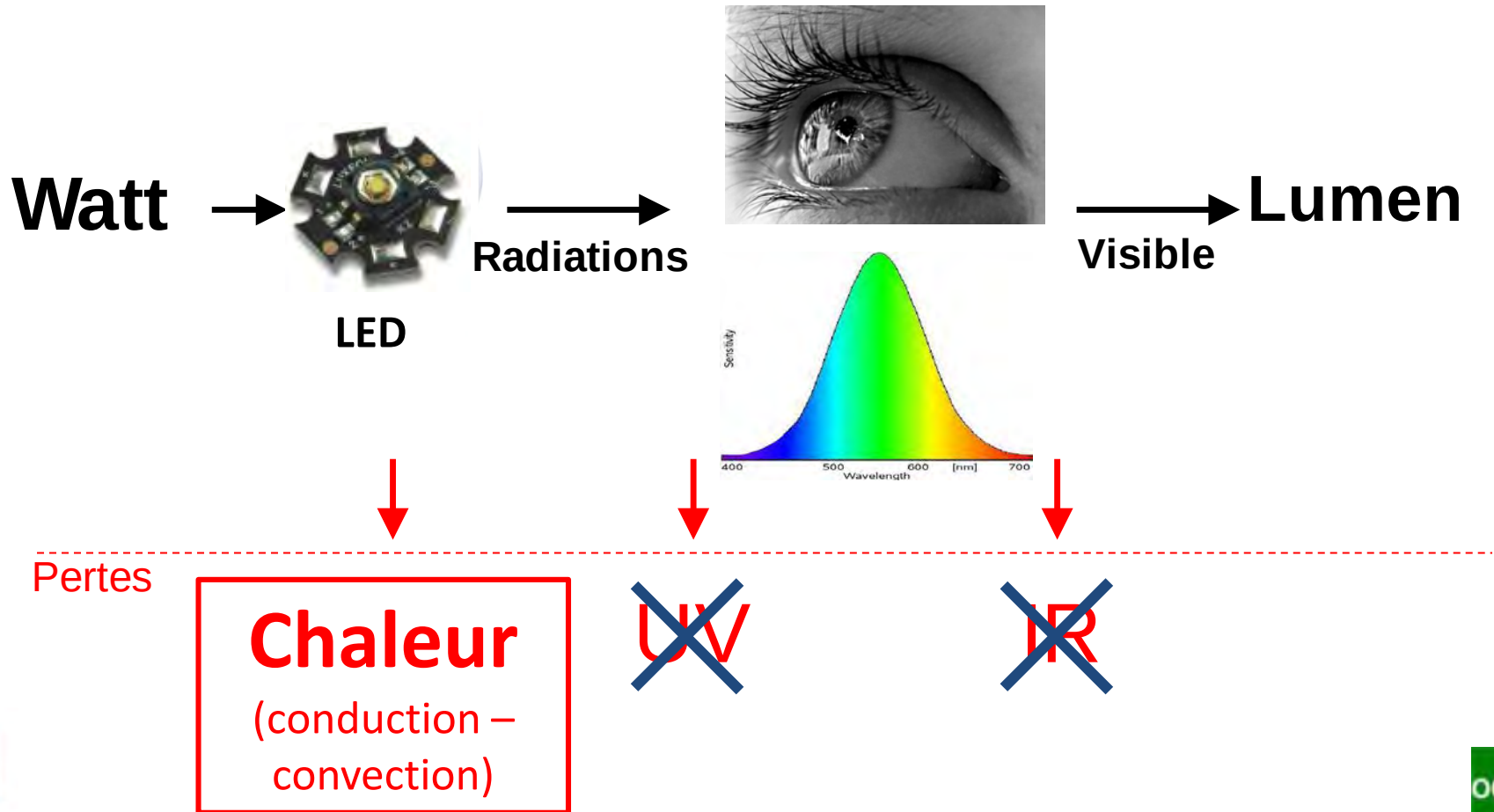
- Couleur
- Longue durée de vie *
- Petite dimension
- Grande résistance mécanique
- Allumage instantané
- Pas de mercure**
- Dimmable

**: si appliqué correctement! Définition durée de vie?*

*** : mais contient d'autres produits toxiques et rares*

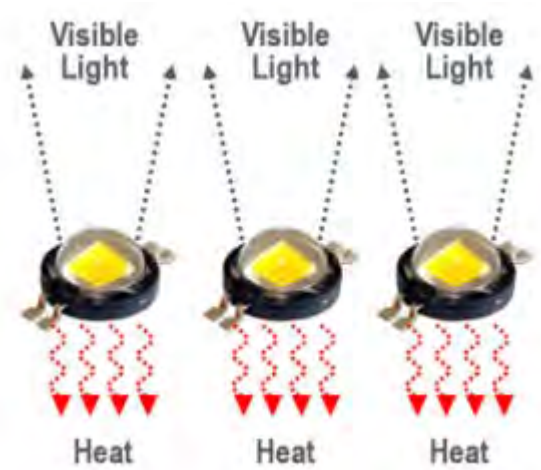
Eclairage innovant: les LEDs

- La LED ne génère pas de chaleur ?



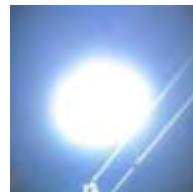
TRES IMPORTANT en LED

Gestion thermique, alimentation et optique

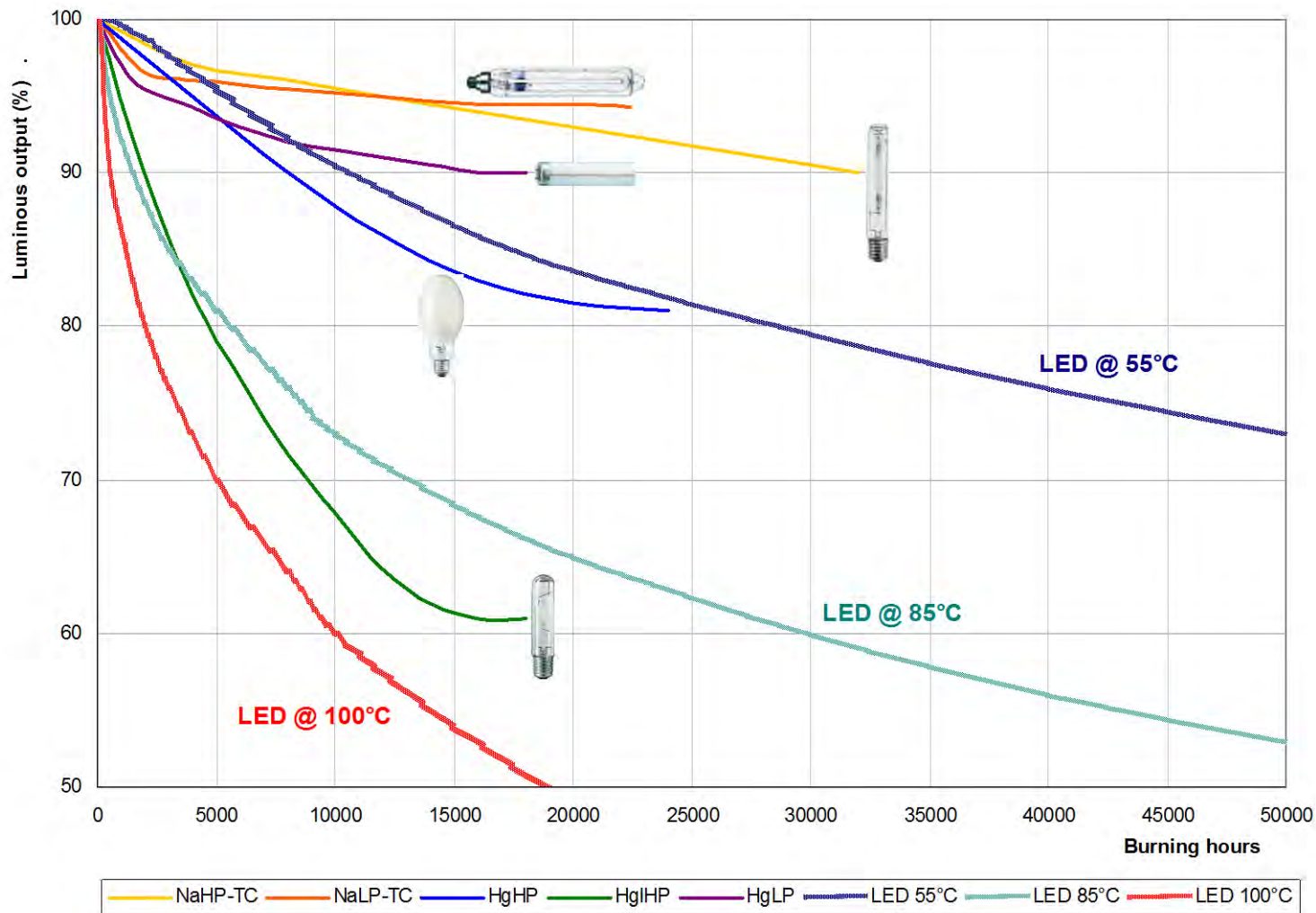


Les LEDS aiment le froid!

Préférez un système complet conçu pour LED !



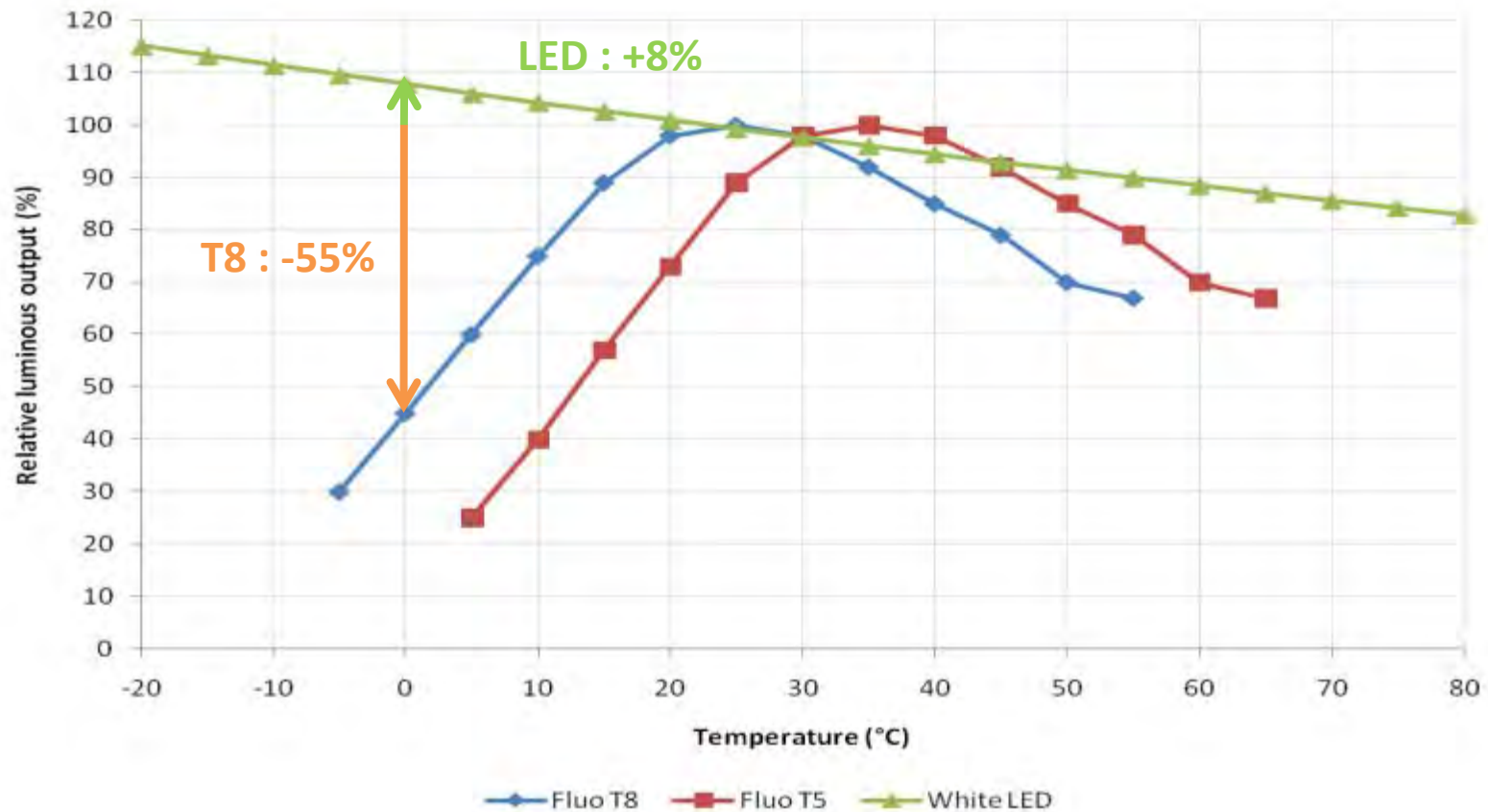
- Plus la LED chauffe, moins elle vivra longtemps



LED de bonne qualité = moins de frais d'entretien

Applications “LED” spécifiques

- Meilleure efficacité lumineuse à basse température



LEDS Encore quelques graphiques (source DOE USA 2012)

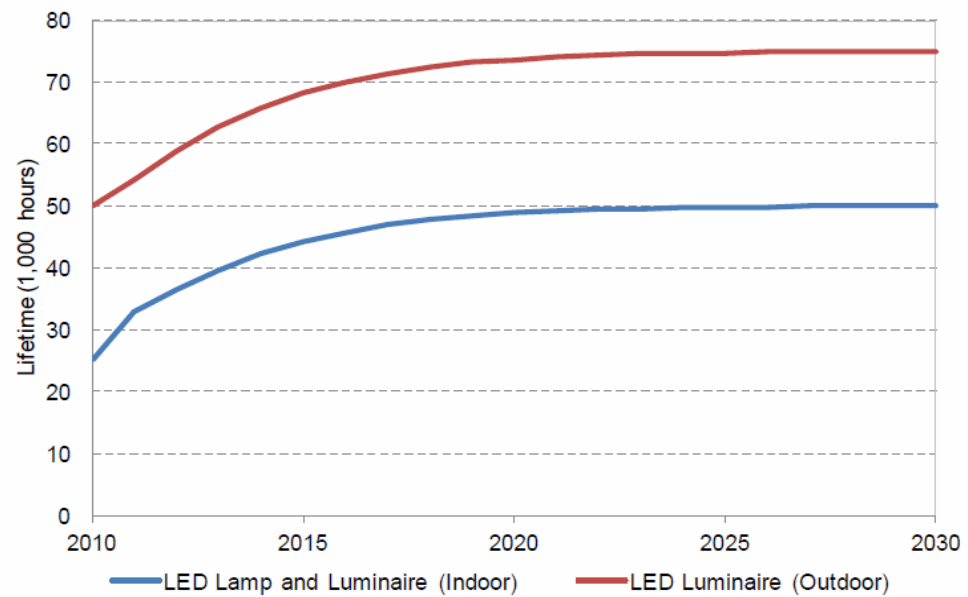
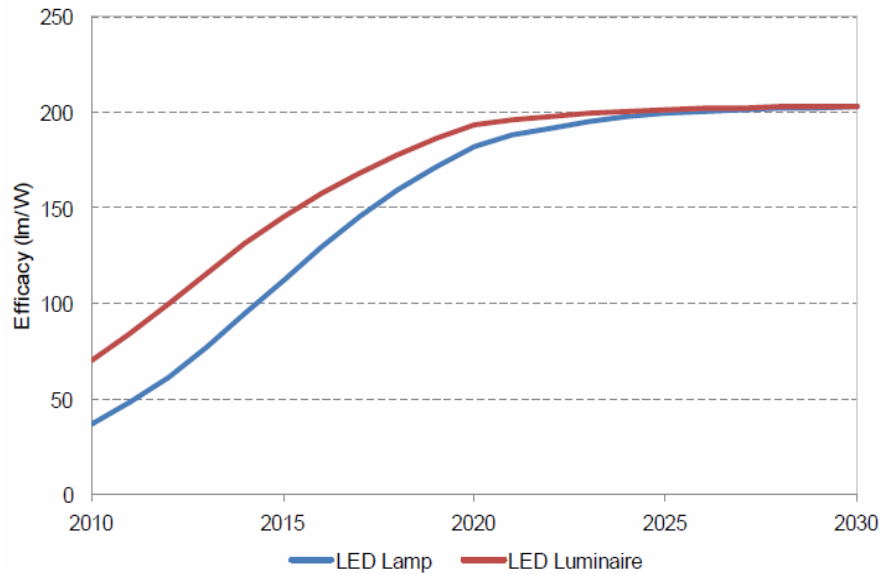


Figure 5.2 LED Lifetime Improvement

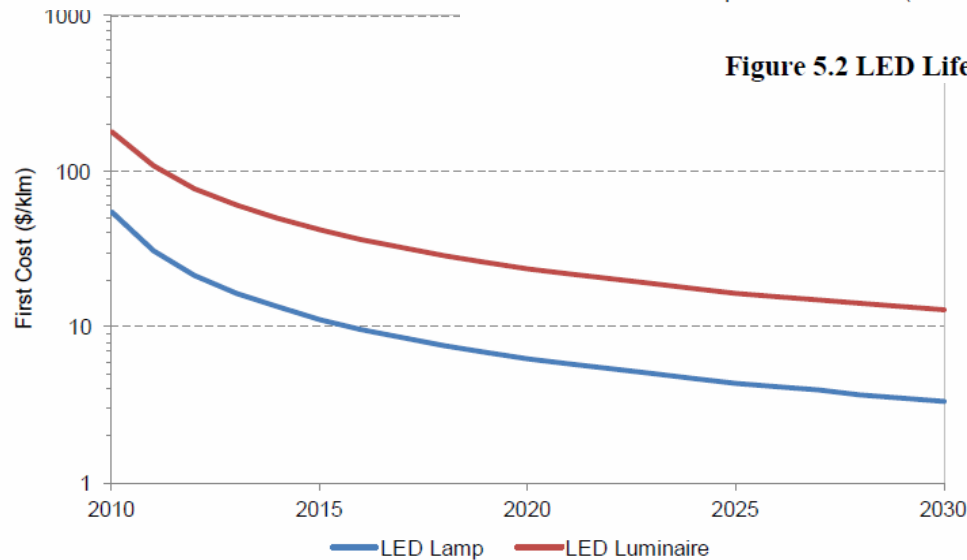
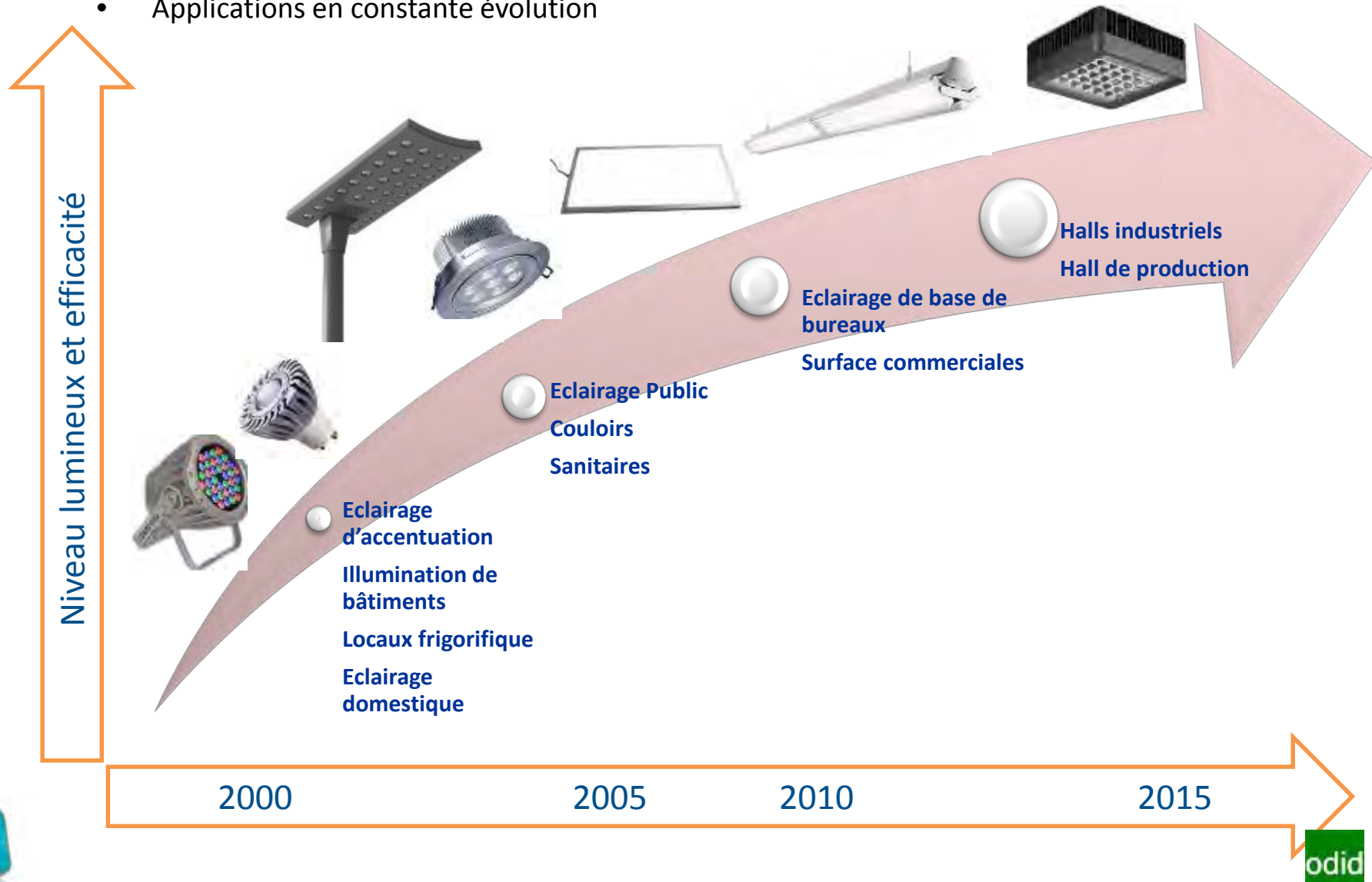


Figure 5.3 LED Price (\$/klm) Improvement

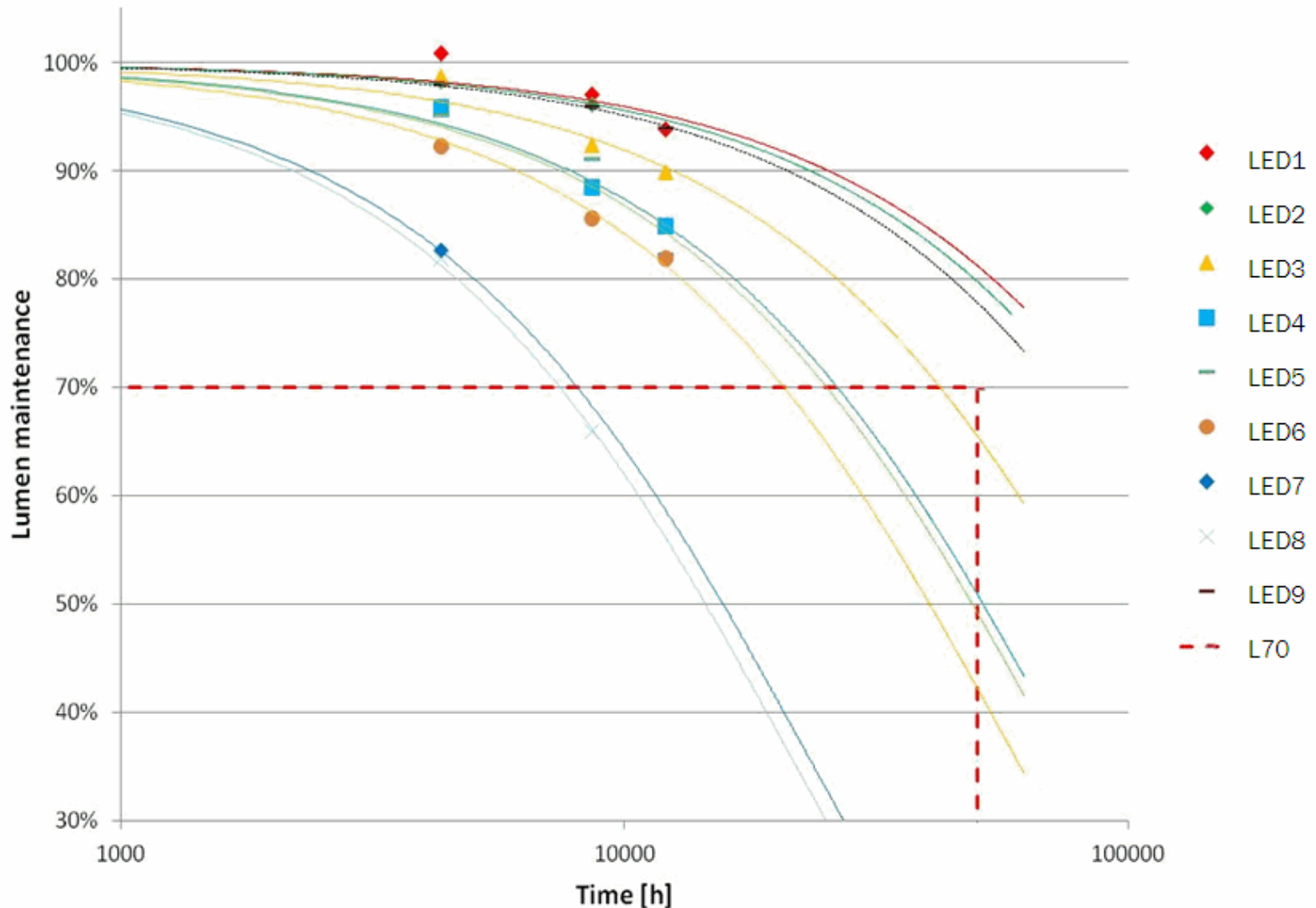
Evolution des application led 2000 - 2015

- Applications en constante évolution



Tests Laborelec

Durée de vie des armatures LED

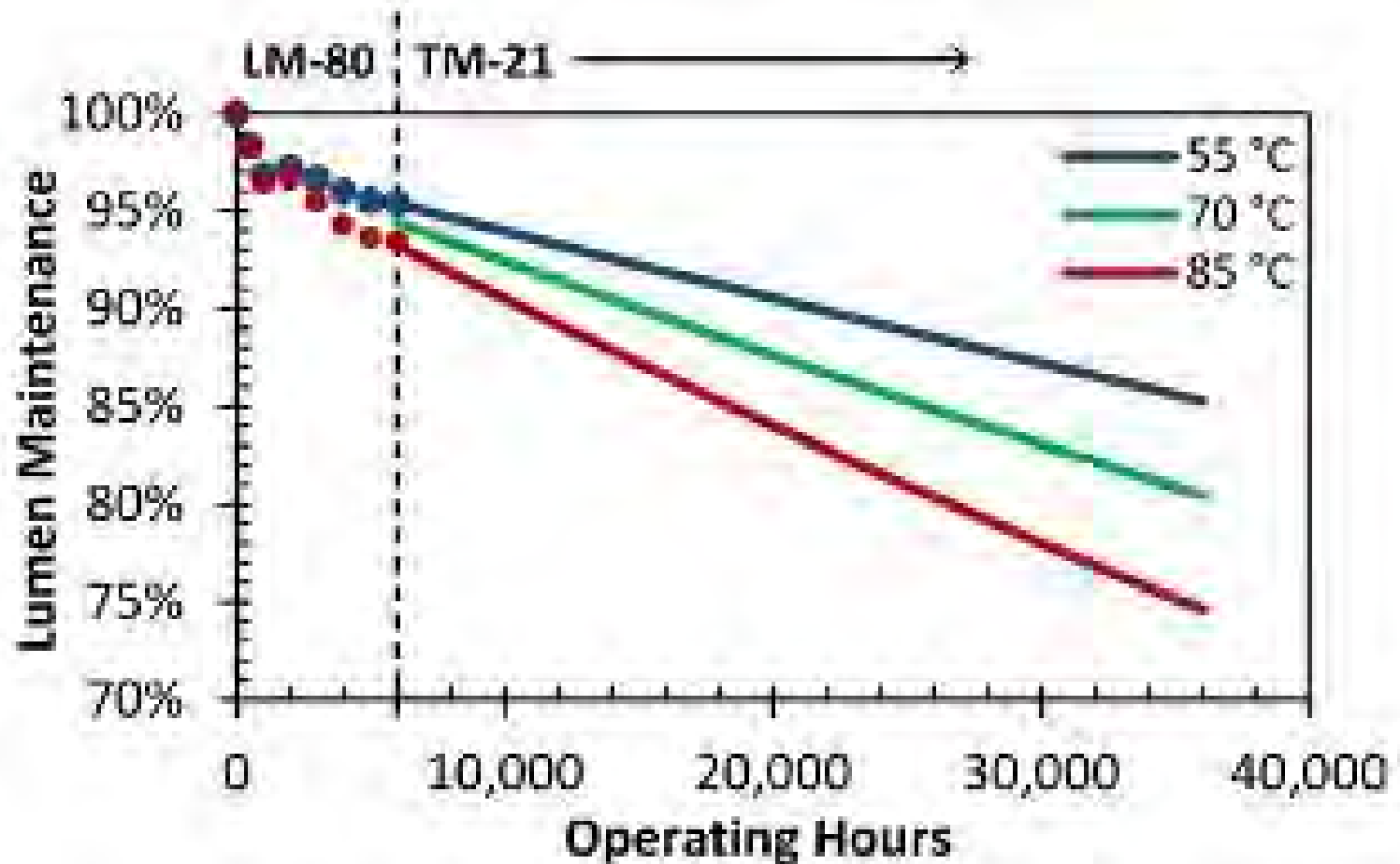


Depuis 2009
Extrapolation à 60.000h (*1^e génération de luminaires*)

LED et durée de vie

Protocole de mesure LM-80

extrapolation conforme TM-21



LED et durée de vie

Définitions normalisées:

Les valeurs L-B-F donnent les caractéristiques de durée de vie des luminaires-Led

60.000 L70 F10

Durée de vie en heures

Quantité de lumière restante à la fin de la durée de vie annoncée (%)

Estimation du nombre de Led qui présenteront une défaillance prématurée (%)



LED et durée de vie

Valeur B = % de la population LED pas conforme à L

- Dans la pratique des documentations : L-B (F) ou LLMF

p.ex.

L 80 B20 à 30.000h

L70 à 50.000h

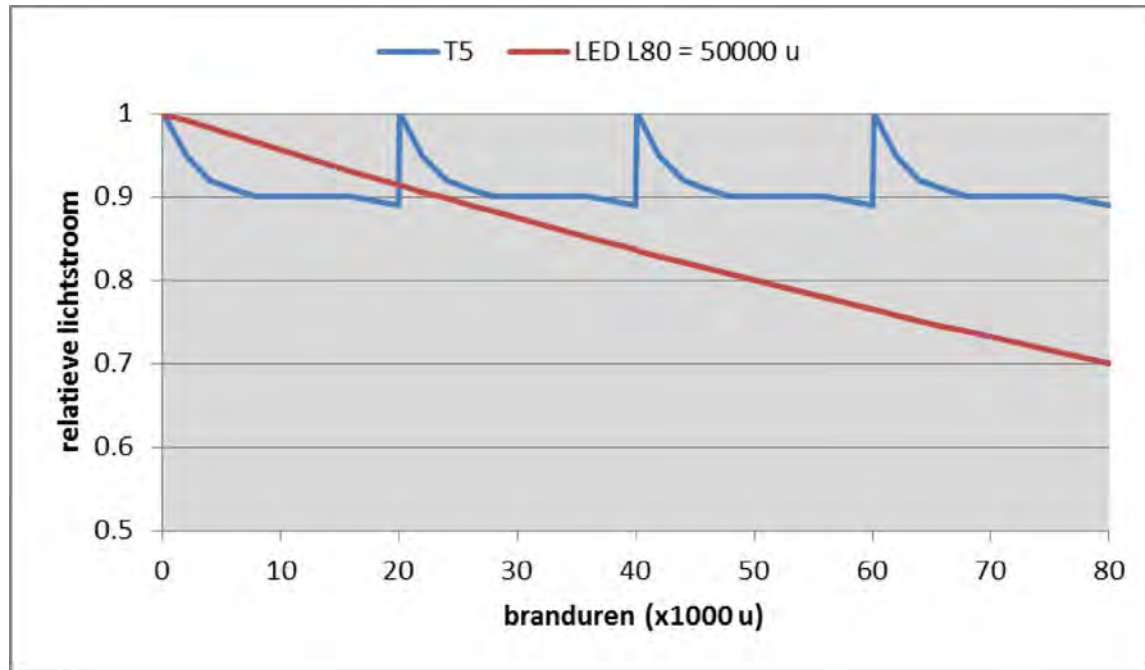
L90 B10 à 50.000h

LLMF 90% à 50.000h

N'acceptez pas de valeurs durée de vie sans connaître les valeurs L (B) et F ou le LLMF (lamp lumen maintenance factor).

Spécifiez des valeurs minimales de durée de vie dans vos spécifications techniques et cahier des charges.

LED et durée de vie – Facteur de maintenance



Le facteur de maintenance (MF) est important dans le dimensionnement.

MF = Facteur de réduction permettant de prendre en compte la diminution de l'éclairement réalisé du à plusieurs phénomènes liés au vieillissement de l'installation et des locaux (en autre LLMF).

Donc : surdimensionnement de l'installation neuve!

Les 3 fondements des économies en éclairage

- 1) **Utiliser des sources lumineuses et des luminaires efficaces**
(et bien les entretenir!)
- 2) **Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin**
(de façon intelligente! Favorisez l'éclairage du jour !)
- 3) **Dimensionner et planifier de manière adéquate**
(concept, normes, confort visuel...)

Encore toujours valables, aussi pour les LEDS!

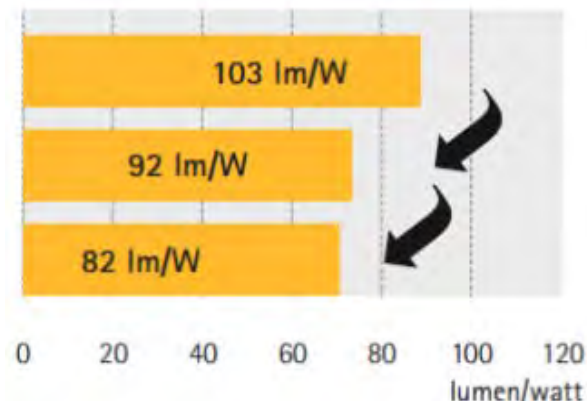
Les 3 fondements des économies en éclairage

- 1) Utiliser des sources lumineuses et des luminaires efficaces
(et bien les entretenir!)

Efficacité des systèmes d'éclairage LED

Les chiffres ne sont que des exemples

- Rendement LED:
- Perte de l'OPTIQUE:
 - Perte du DRIVER:



						
LED Die	LED Array		Optics		Control Gear	LED Luminaire
110 lm/W	90%	99 lm/W	90%	89 lm/W	90%	80 lm/W
	85%	94 lm/W	60%	56 lm/W	70%	39 lm/W

Il y a une perte de rendement dans:

- LEDS en eux mêmes (t°...)
- L'optique
- L'auxiliaire électrique (driver)

Le rendement final est la somme de tous les rendements ensembles.

Efficacité des systèmes d'éclairage LED

Comment faire le bon choix en LED?

Lisez les fiches techniques!

Lm/W

Photométrie

Durée de vie

Stabilité de couleur

IRC – température de couleur

...

Exemple DALLE LED 60x60





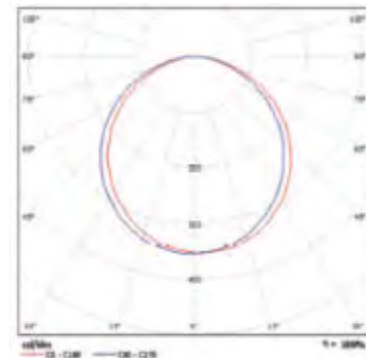
ACCESSOIRES

Référence : 158703

Couleur : Blanc

Matériau :	Aluminium/acrylique
Sources :	SMD LED 40W
Source fournie avec le produit :	oui
Longueur / largeur :	59.5 cm / 59.5 cm
Hauteur / Profondeur :	1.2 cm /
Puissance max :	40 W
Température de couleur :	3000 K
Flux lumineux :	2900 lm
IRC :	80
Classe efficacité énergétique EEC :	A-A++
Application :	Encastrés plafond intérieurs LED Peut être utilisé comme suspension grâce au kit de suspension et à la patère ou comme plafonnier grâce au cadre de montage (voir accessoires en option)

Quelques exemples de documentation DALLE LED



Technical Specifications: Luciano Architectural

Product Color	Matt White
Measurements	595x595 mm
Product Weight	2,8 kg
Power consumption	36 W
Input voltage	90-270V
Input Frequency	50/60 Hz
Lumen output	3700 lm - 4900 lm
lumens per Watt (Lfficacy)	> 110 lm /W
Powerfactor (PF)	> 0,98
Dimmable	1-10V DC dimming control (Optional DALI)
Color Rendering Index CRI	> 85
CCT	3000K , 4000K, 5000K 3.5 SDCM
Beam Angle	113
UGR	< 19
Material	Polycarbonate A05
Glow Wire Test	650
UL94 V0	Yes



LG Innotek
INSIDE



odid



Brochure ETAP U2

Tableau comparatif DALLE LED (sera montré lors de la présentation)

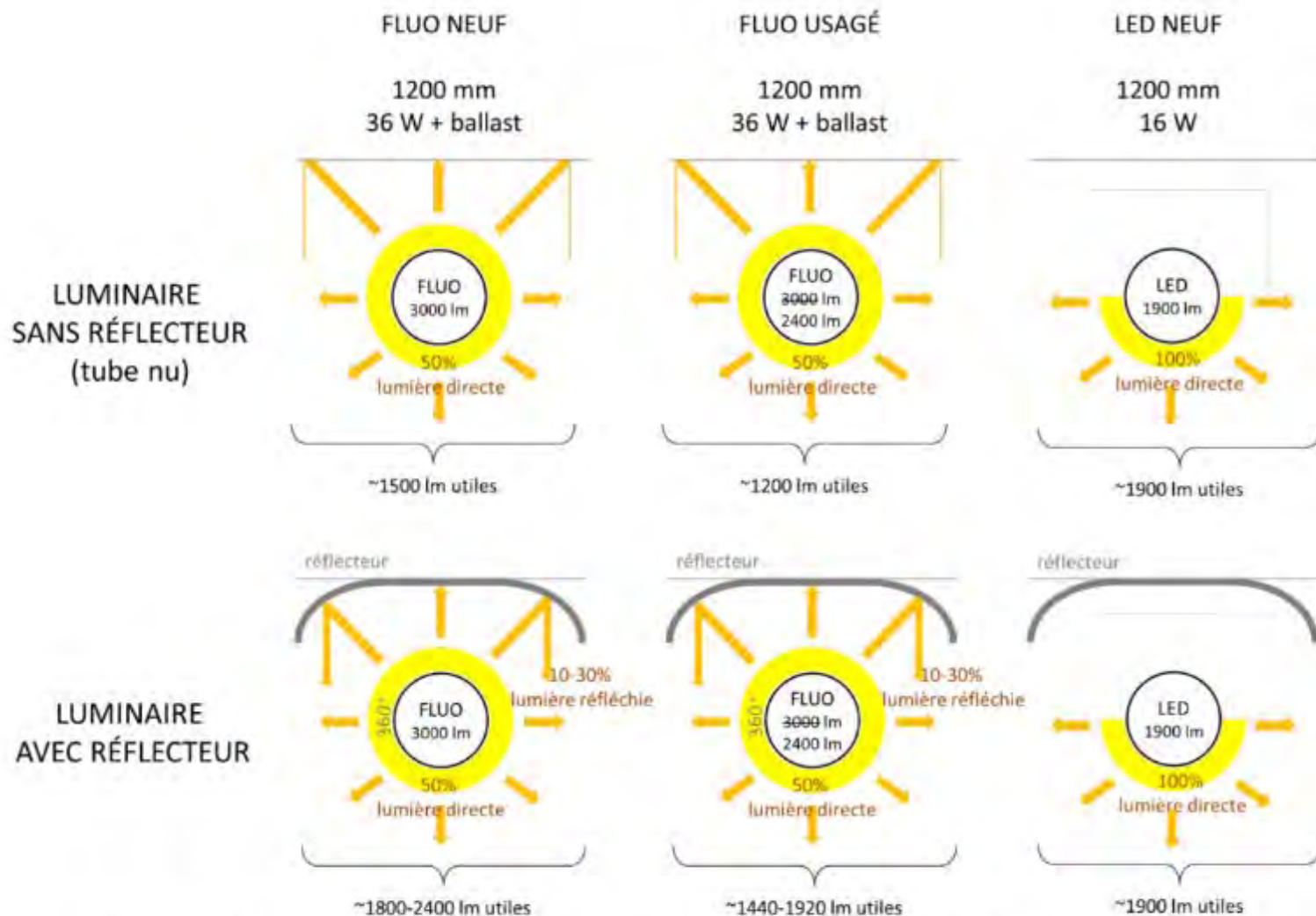
Conseils:

Interprétez les données techniques.

Posez (vous) les bonnes questions.

Comparez des pommes avec des pommes.

L'efficacité des systèmes d'éclairage – Tubes LED



Efficacité lumineuse de différentes configurations de luminaires et de tubes

TUBE LED usagé?

Dépréciation du flux?
=> Moins de lux que fluo!

Aussi importante que le rendement :
La photométrie!

Les 3 fondements des économies en éclairage

- 1) Utiliser des sources lumineuses et des luminaires efficaces
(et bien les entretenir!)
- 2) Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin
(de façon intelligente! Favorisez l'éclairage du jour !)

Gestion automatisée (*de façon intelligente!*)

Détecteurs de présence ou d'absence (pas sur BM!)

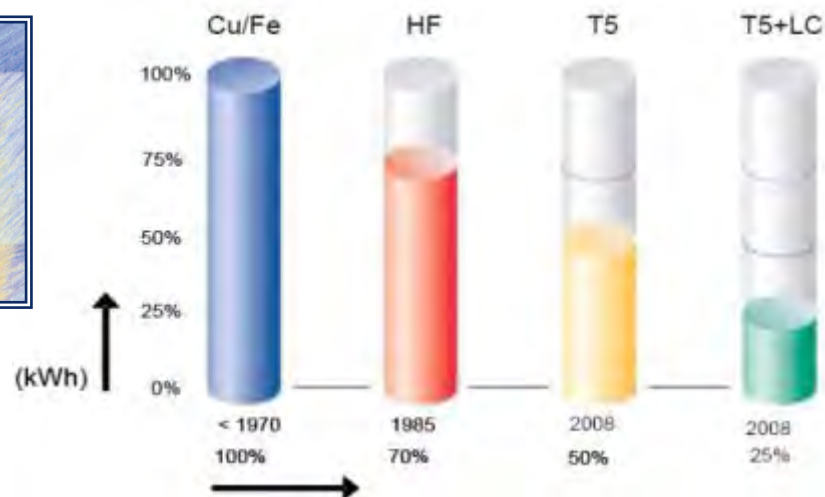
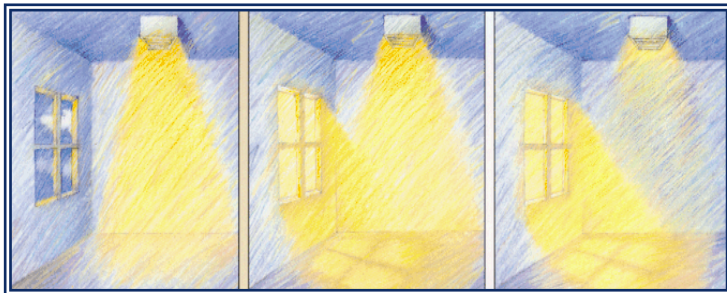
Gradation en fonction de la lumière du jour

(par lampe, par groupe de lampes, centralisé...)



Dimming installation neuve (surdimensionnement)

Cellule crépusculaire + horloge



unipso

Quelques exemples de gaspillage en éclairage



LEDs allumées inutilement
=
Gaspillage !

Sensibilisez les gens!

Les 3 fondements des économies en éclairage

3) Dimensionner et planifier de manière adéquate
(concept, normes, confort visuel...)

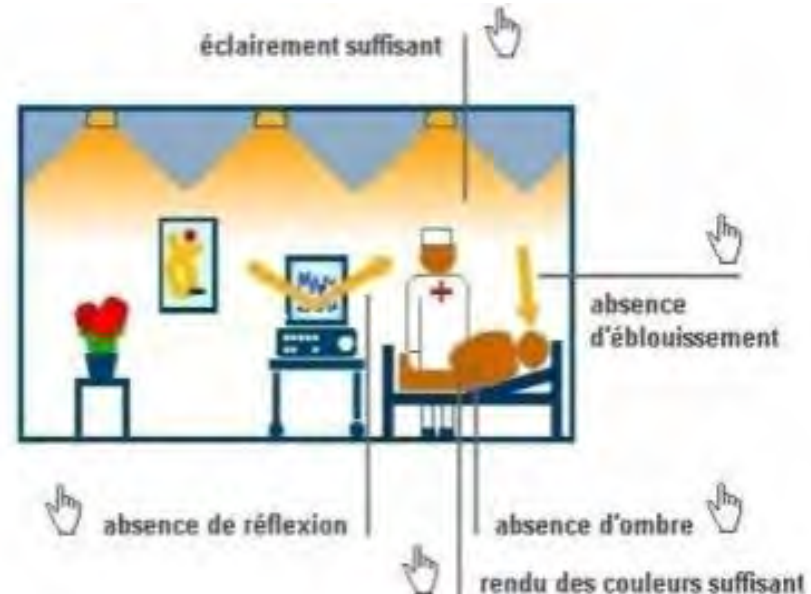
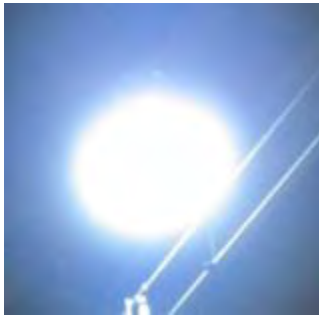
Eclairage fonctionnel

Dimensionnement adéquat !

EN 12464-1 « Lieux de travail intérieur »

A éviter situations d'inconfort visuel

(Eblouissement, contrastes, ...)



Trois exigences de base:

1) Confort visuel

Se sentir bien

Niveau de production élevé

2) Performance visuelle

Pas de manière ponctuelle
mais tout au long de la
période de travail et dans
toutes les circonstances

3) Sécurité

Aucun accident!

Les différents critères:

- 1) La répartition de la luminance
- 2) Le niveau d'éclairement (lux)
- 3) L'éblouissement
- 4) L'orientation de la lumière
- 5) Le rendu des couleurs et la température de couleur
- 6) Le flicker (scintillement lié à l'effet stroboscopique)
- 7) La variabilité / le dimming
- 8) Et ... l'efficacité énergétique**

D'abord le confort visuel !

La norme EN 12464-1



Exemple:

Le niveau d'éclairement en LUX est suffisant

MAIS remarquez la luminance élevée!

Risque d'éblouissement – Ombres marquées – Réflexions gênantes

La norme EN 12464-1

Exemple: La norme recommande un éclairage sans scintillement (flicker)

CCT	3163 K
CRI	86,5
Lux	286,5
λ_p	612 nm
fc	26,6
PFlicker	26,8 %

CCT	3901 K
CRI	86,2
Lux	1075,6
λ_p	543 nm
fc	100,0
PFlicker	0,2 %



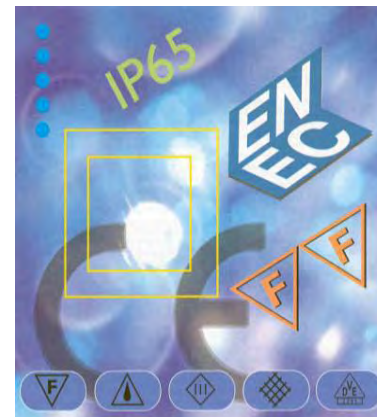
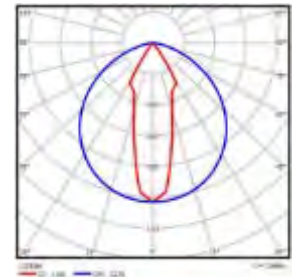
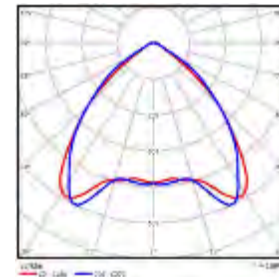
Extraits de mesures par spectromètre – voir PFlicker

Remplacement des luminaires actuels par des luminaires LED?

Oui ! ... mais pas n'importe comment!

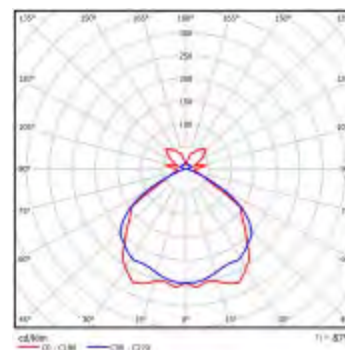
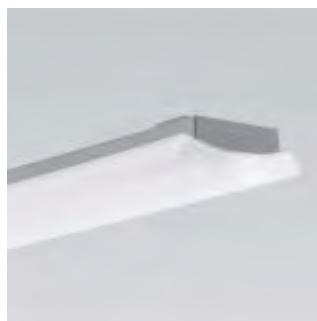
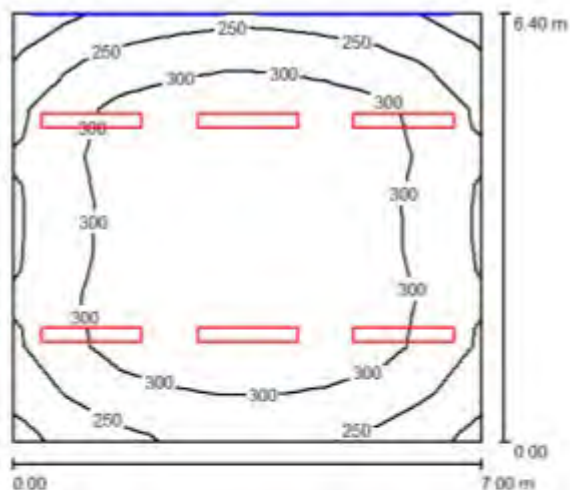
Les recommandations :

- **Dimensionnez correctement!**
- Sélectionnez des luminaires de qualité (fiabilité!)



Dimensionnement de l'éclairage

Logiciels de calcul de niveau d'éclairement: DIALUX ou RELUX



Puissance spécifique < 2,5 W/m²/100 lux

Hauteur de la pièce: 3.000 m, Hauteur de montage: 3.000 m, Facteur de maintenance: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:83

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	296	199	356	0.672
Sol	20	251	170	304	0.676
Plafond	70	173	74	1066	0.429
Murs (4)	50	206	120	349	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
Trame: 9 x 9 Points
Zone périphérique: 0.000 m

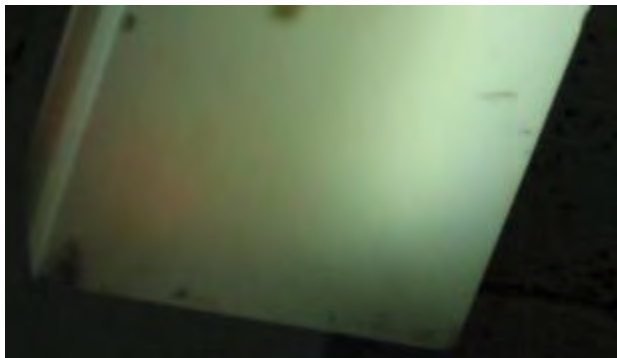
UGR

En long- En travers vers l'axe de luminaire
Mur gauche 19 15
Mur inférieure 19 15
(CIE, SHR = 0.25.)

Attention:

- Utilisez des courbes photométriques des labos accrédités!
- Ne perdez pas de vue: Confort visuel, Facteur de maintenance, réflexions (%), uniformité, ombres, contrastes, zone périphérique,...

L'importance d'un bon éclairage



Actions possibles

- Action de sensibilisation
- Relamping

*Lampe non-économique à remplacer par une lampe économique (**uniquement dans luminaire efficace et en bon état**) - attention CE/ENEC*

- Relighting

*Système d'éclairage complet à remplacer
(si installation d'éclairage est en fin de durée de vie
Ou si en mauvais état, énergivore...)*

Exemples











Le saviez vous ?

L'amélioration de l'éclairage représente:

- > 25 à 75% (et même plus!) d'économie d'énergie
- > 50% de diminution de frais de maintenance

Il existe des subsides pour les audits (UREBA – AMURE)

Retour sur investissement : varie très fort !

Est fonction du nombre d'heures de fonctionnement

- ⇒ **Priorité aux locaux avec nombre d'heures de fonctionnement élevé**
- ⇒ **Priorité aux luminaires en mauvais état**
- ⇒ **Priorité aux situations de mauvais confort visuel!**

Nouveau projet = faire le bon choix en éclairage (TCO)

Mieux vaut prévenir que guérir!

LED ? OUI ! Mais pas n'importe où et pas n'importe comment !

Conclusion pour l'optimisation de l'éclairage

Les 3 fondements des économies en éclairage

- 1) Utiliser des sources lumineuses et des luminaires efficaces
(et bien les entretenir!)
- 2) Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin
(de façon intelligente! Favorisez la lumière du jour !)
- 3) Dimensionner et planifier de manière adéquate
(concept, normes, confort visuel ! ...)

A l'action !

Faites des économies !

Mais surtout:

Améliorez le confort visuel dans votre établissement !

Il y a des subsides (AMURE et UREBA)

<http://energie.wallonie.be>



Besoin d'aide? ... A votre service !

ingrid@odid.be



unipso