



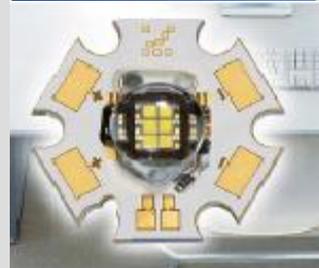
Eclairage à Leds et développement durable

Réalités et perspectives

Bernard Duval - Délégué Général

Les LEDs et le développement durable

- **Eclairage à Leds et développement durable**
- **Besoins et enjeux technologiques**
- **Normalisation : sécurité et performances**
- **Photométrie et colorimétrie**
- **Efficacité lumineuse, durée de vie**
- **Eclairagisme**
- **Performances environnementales**
- **Conclusions**



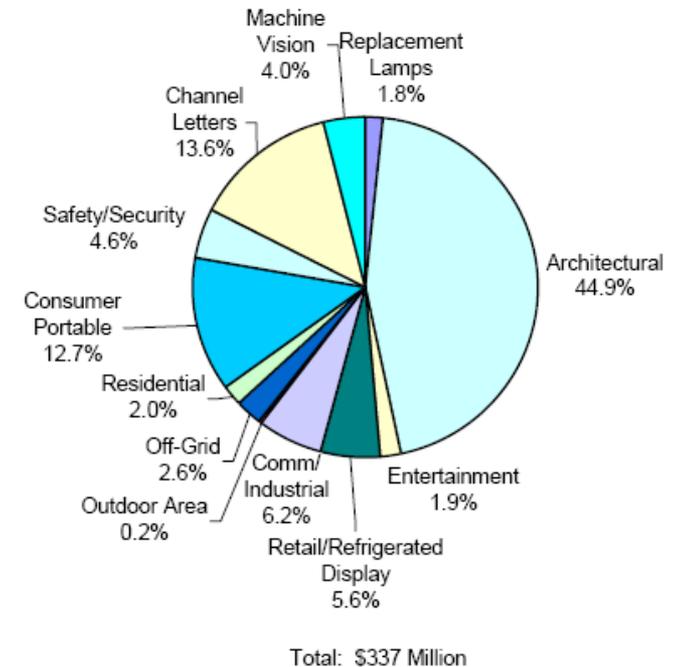
Développement durable et qualité de l'éclairage



Tendances de marché :

Application Eclairage général

- Forte progression mondiale
- Marché fragmenté,
 - Produit niches
 - Start up
 - Innovations technologiques
- Qualité variable des produits domestiques
- Amélioration de l'offre produit
- Niveau d'expertise faible des grands noms de l'industrie de l'éclairage

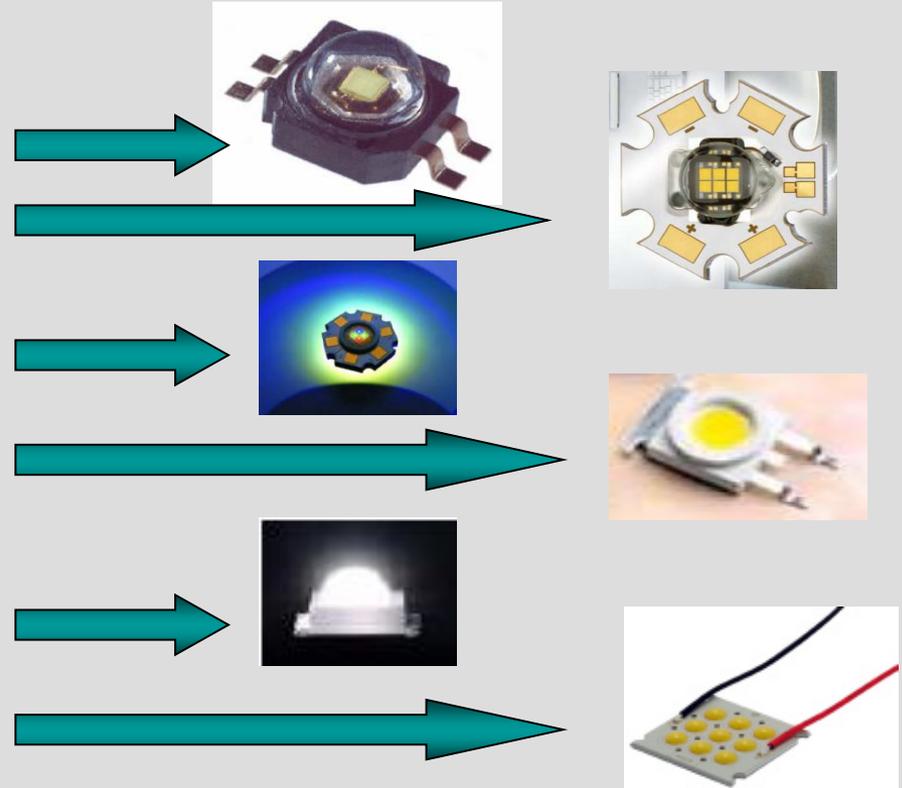


Répartition du marché mondial 2007
Source Strategie unlimited report



Evolution technologique des Leds

- ❑ Power leds et modules multi ship
 - Courant supérieur a 1.5A par LED
 - Multichip modules
- ❑ Blanc
 - RGB + A +?? Colour mixing
 - Conversion du phosphore 3 000 K – 6 500 K
- ❑ Intégration des optiques
 - SMT avec optiques
 - COB avec optiques
- ❑ Système intelligent
 - Température de couleur réglable
 - Capteur (lumière, température)
 - Gradation de lumière (maintenance du flux lumineux)



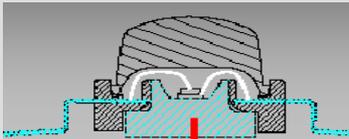
Structure de la normalisation

La normalisation en éclairage			
	Normes d'éclairagisme		Normes Produits
International	CIE	CIE-France AFE	CEI 34A/B/C/D
Europe	CEN	CIE-France AFE	CENELEC
France	AFNOR	X90X CIE-France	UTE

Besoins en normes !

- ❑ **Des normes pour des consommateurs en demande de confiance**
 - Substitution de lampes à incandescence et fluocompactes
 - Qualité de lumière
 - Performances environnementales : énergie, fin de vie

- ❑ **Des normes pour les pouvoirs publics**
 - Protéger les consommateurs et assurer une libre circulation des produits
 - Répondre aux exigences énergétiques



Besoins en normes !

- ❑ **Des normes pour les professionnels de l'éclairage**
 - **Fiabilité et sincérité des données techniques**
 - **Normalisation des composants : alimentation, protocole de communication et connectique**
 - **Promouvoir les meilleures technologies**
 - **Protéger leurs produits contre les produits non-conformes et présentant des risques de sécurité**

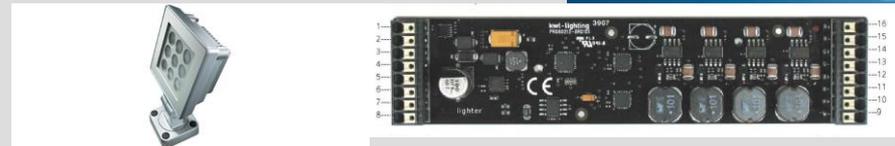


Sécurité électrique des LEDs – Normes CEI

- ❑ Des normes pour répondre aux exigences essentielles de conformité aux directives européennes DBT / CEM

- ❑ Normes de sécurité électrique

- Définitions des LEDs et modules de led en éclairage général (1)
- Lampes à led auto-ballastées (2)
- Modules de led (3)
- Appareillages pour modules de led (4)
- Luminaires incorporant des led (5)



(1) *IEC 62504 TS Ed. 1 Terms and definitions for LEDs and LED modules*
IEC 61231 – ILCOS Code

(2) *IEC 62560 Ed 1 : Self-ballasted LED-lamps for general lighting services > 50V*

(3) *IEC 62031 LED module safety*

(4) *IEC 61347-2-13 LED control gear – Safety*

(5) *IEC 60598-1 – Luminaires Part1 : General requirements and tests*

Performances des LEDs – Normes CEI

❑ Normes de performances électriques

- Appareillages électroniques CC/CA pour modules de LEDs (1)
- Appareillages pour LEDs (2)
- Appareillages pour module de LEDs – DALI (3)

❑ Normes à créer pour caractériser les LEDs !

- Photométrie (4), colorimétrie
- Efficacité lumineuse, durée de vie

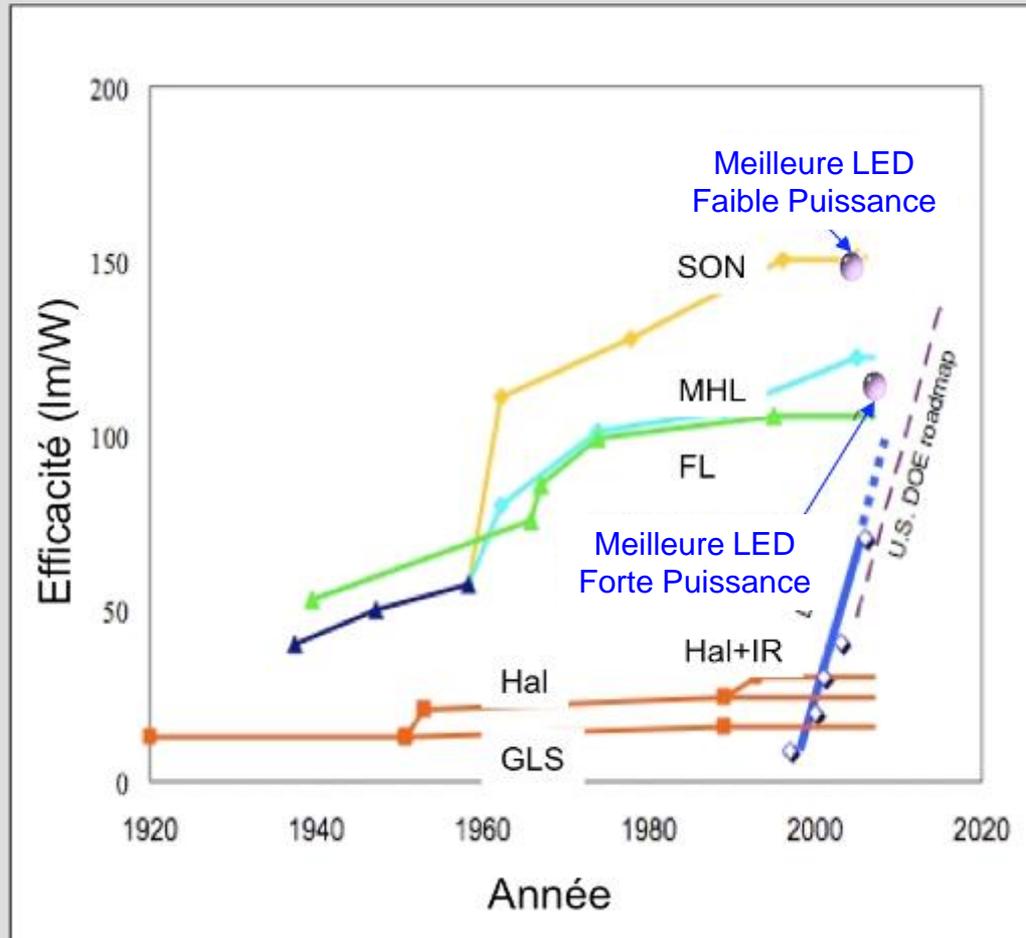


- (1) IEC 62384 A1 Ed. 1 : DC or AC supplied electronic control gear for LED modules
- (2) IEC 62384 LED control gear – Performance
- (3) EMC - IEC 61547 – Immunité / IEC 61000-3-2 – Harmoniques / EN 55015 (RFI)
- (3) *IEC 62386-207 Ed.1 LED module control gear - Performance (DALI)*
- (4) *Centre beam intensity of reflector lamps*

5 enjeux technologiques

- Efficacité lumineuse
- Qualité de la lumière
- Photométrie et optique
- Durée de vie
- Performances environnementales

Des LEDs de plus en plus efficaces !



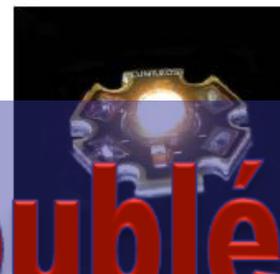
2007: Efficacité lumineuse de 138 lm/W avec une efficacité énergétique de 22%

Des LEDs de plus en plus lumineuses !

5mm LEDs
1-2 lm



Luxeon I
25 lumens
1999



Luxeon III
65/80 lumens
2003



Luxeon V
120 lumens
2002

**Le flux a doublé
tous les 18-24 mois
pendant 30 ans !**



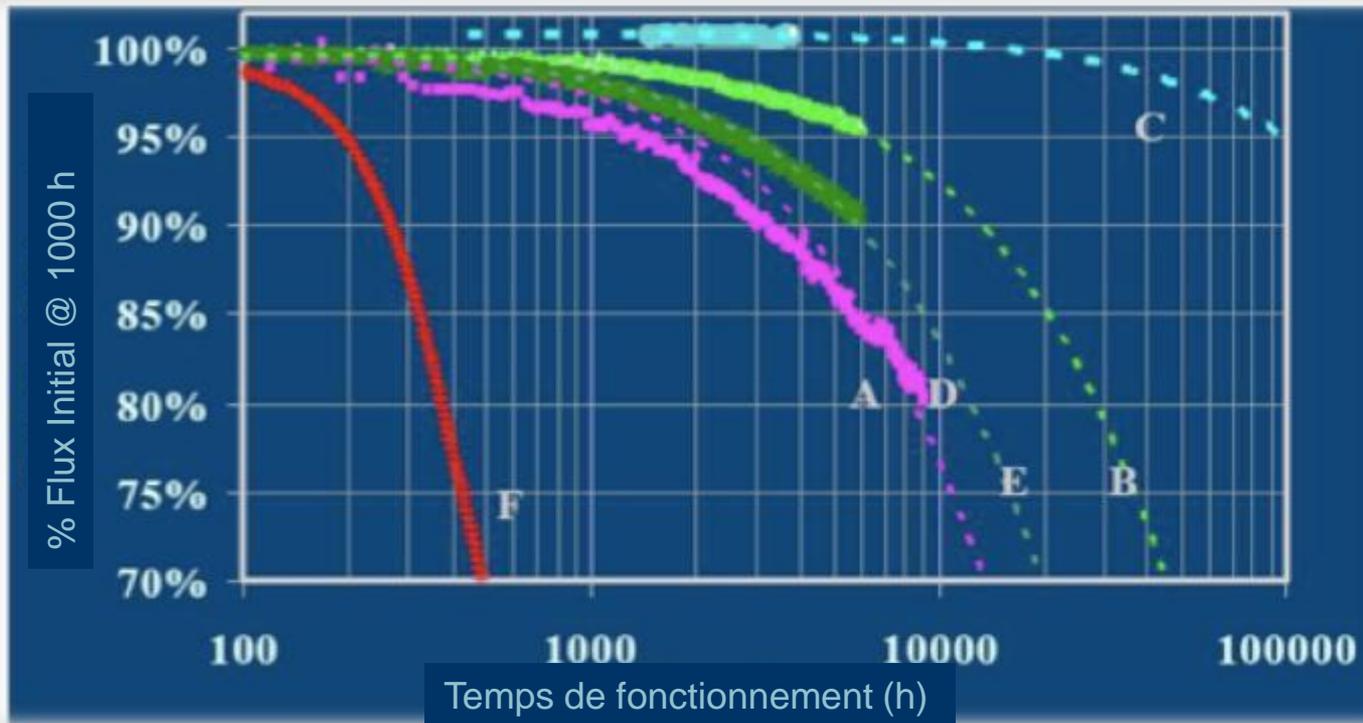
1200 lm - OSRAM - OSTAR
(2007)



La qualité est un enjeu majeur !

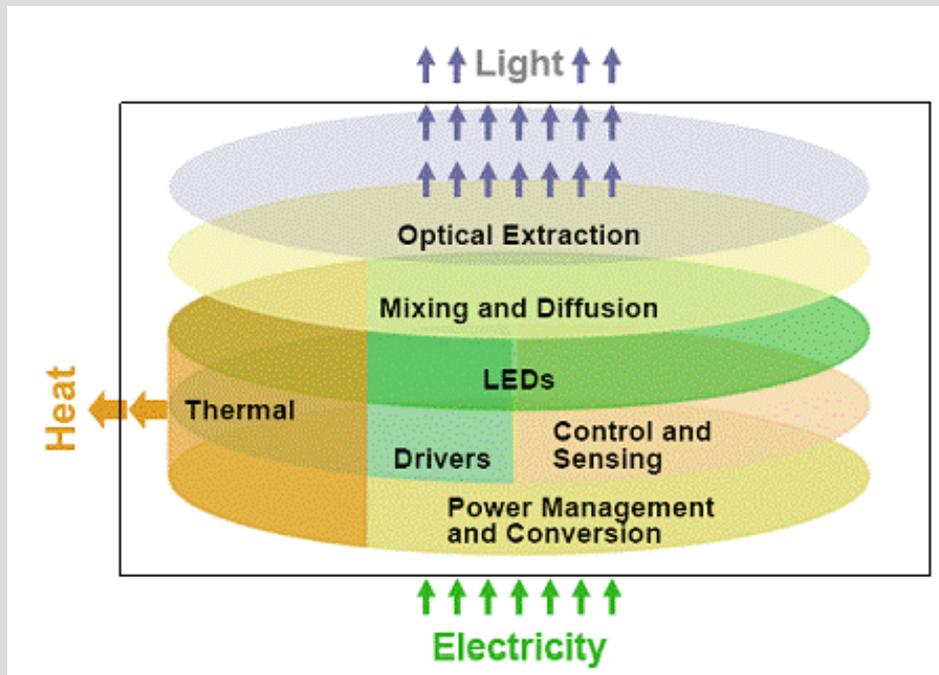


Des différences notables entre différents fabricants de HB-LEDs



Enjeux : Efficacité lumineuse

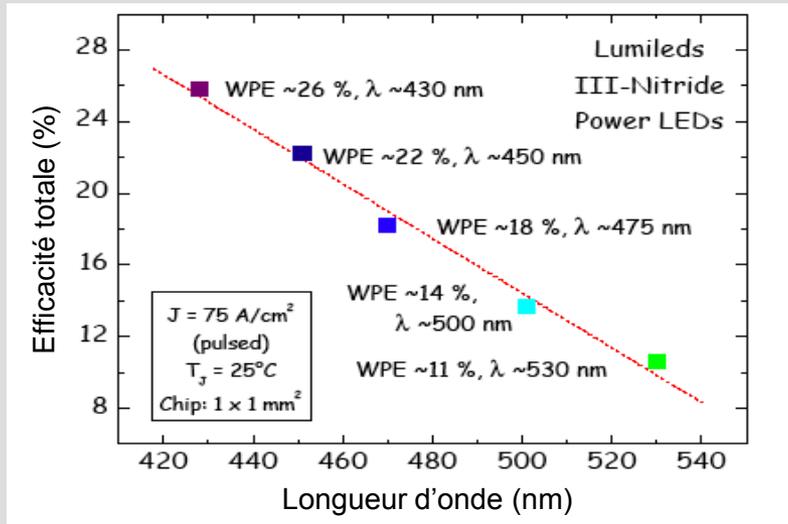
Target	Solid-state				Incandescent	Fluorescent
	2002	2007	2012	2020		
Luminous Efficacy (lm/W)	25	75	150	200	16	85



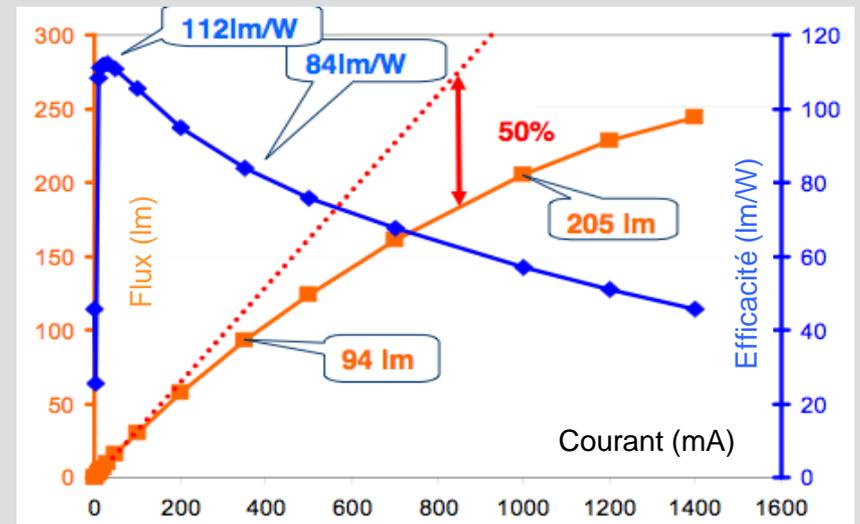
- Comparable a l'incandescence 100lm / W !
- Effet d'annonce laboratoire
- Im/W des fabricants donné a 25°
- Exemple de design constructeur (Cree LED Lighting Solutions) encastré de sol spécifié à 57 lm/W output
- Management thermique
 - Impact sur l'efficacité lumineuse
 - Augmentation de Tj des boitiers
 - Diminution de la résistance thermique
- Considérer l'électronique environnante: Driver, Alimentation
- Taille des puces (Strategie Unlimited)
 - Small chip (~350 microns square; 20 mA drive current)
 - Nichia – 150 lm/W ou Cree – 131 lm/W
 - Large chip (~1 mm square; 350 mA drive current)
 - OSRAM – 136 lm/W ou Cree – 129 lm/W ou Lumileds – 115 lm/W

L'efficacité dépend de plusieurs paramètres

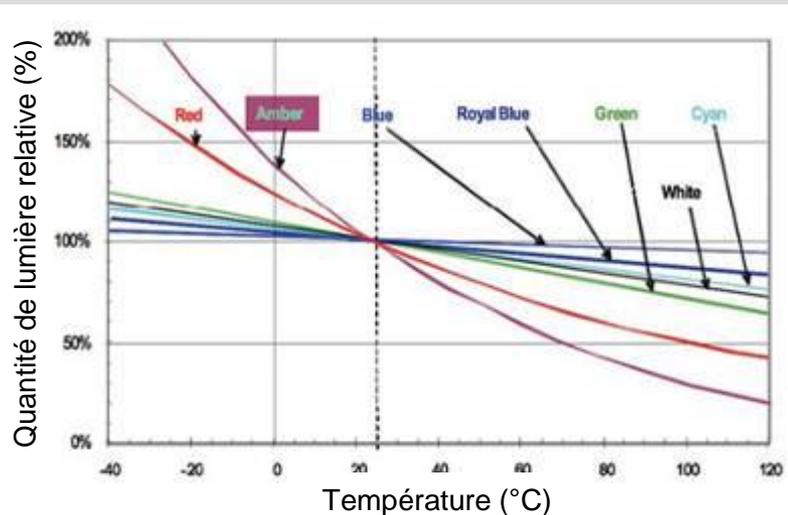
Longueur d'onde



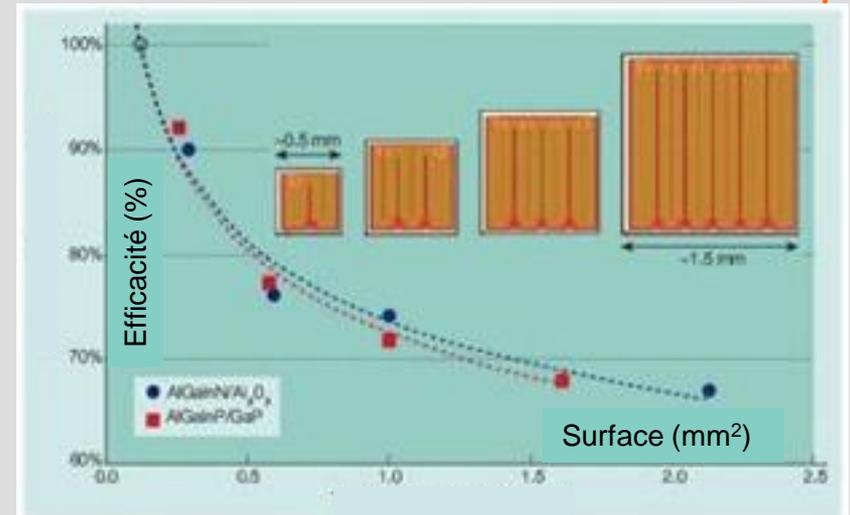
Courant



Température de la jonction



La surface du chip

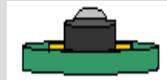


Efficacité lumineuse réelle des LEDs !

❑ Efficacité lumineuse (lm/W)

Sur la puce de 65 à 100 lm/W (LEDs de puissance)

+ système optique → - 20 %



+ alimentation → - 5 à - 15 %



+ incorporation → - 5 à - 20 %



Efficacité lumineuse réelle du système à leds : de 35 à 72 lm/W !

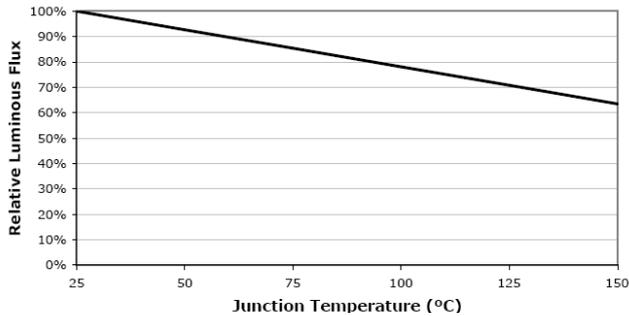
❑ Un processus de normalisation est nécessaire

- . Mesure du flux lumineux
- . Mesure de la puissance totale consommée

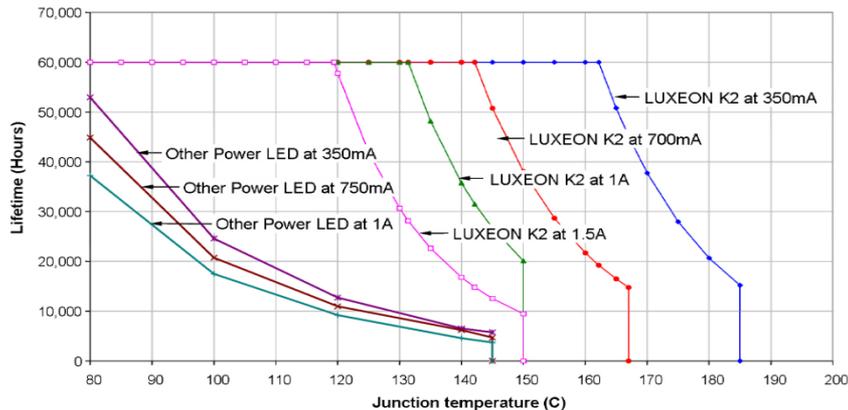
Enjeux : Durée de vie

Target	Solid-state				Incandescent	Fluorescent
	2002	2007	2012	2020		
Lifetime (hrs)	20,000	>20,000	>100,000	>100,000	1,000	10,000

Relative Flux vs. Junction Temperature ($I_f = 350$ mA)



(B50, L70) lifetimes for Power LEDs



- 3 paramètres spécifient la durée de vie
 - T_j (composant), T_c (Module), T_a (luminaire)
 - Courant
 - % Quantité de flux
- Garantie des luminaires
 - MTTF composants
 - Burning
- Condition réelle d'utilisation des applications ou luminaires
 - T_j de la LED est + haute que 25°
 - Mesures faites dans un environnement stable (après 2 h de fonctionnement)

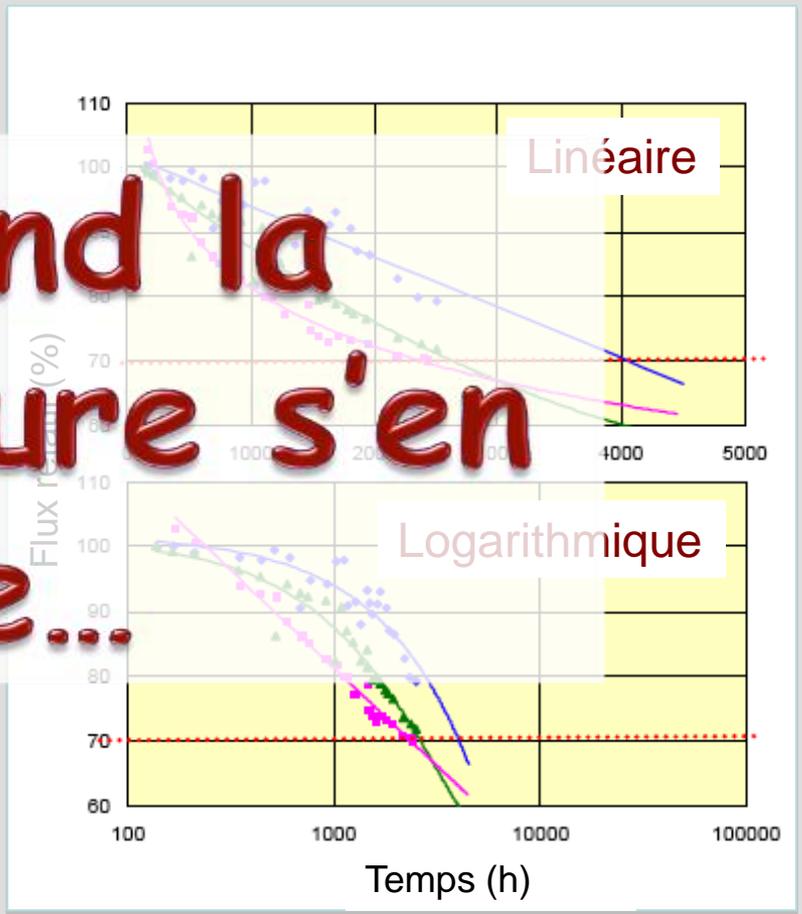
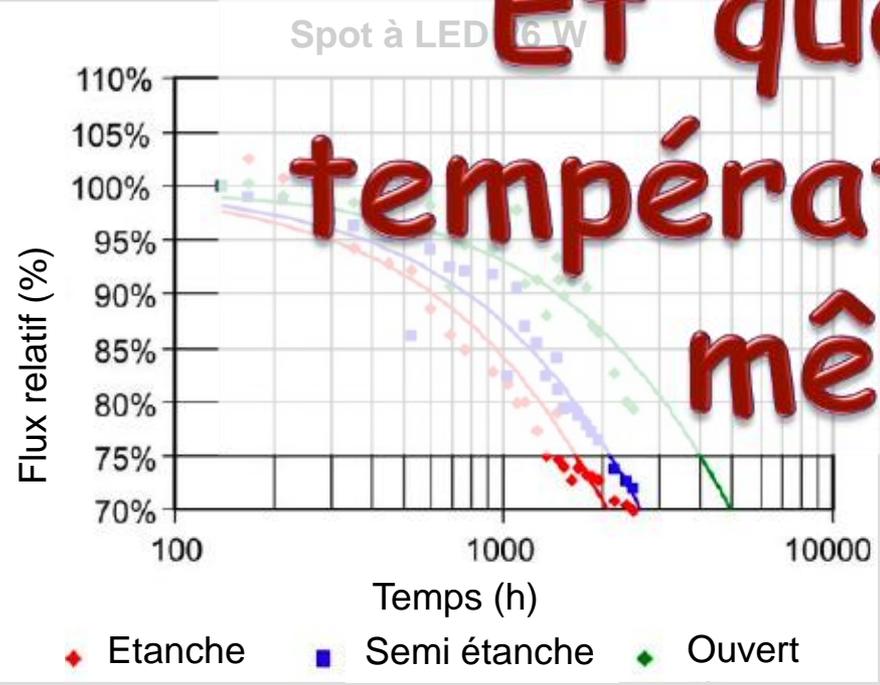
La durée de vie des LEDs

Affirmation: La durée de vie d'une jonction est supérieure à 50 000 h

Cela dépend aussi de la méthode d'extrapolation utilisée...

Mais, il en va autrement dans un luminaire...

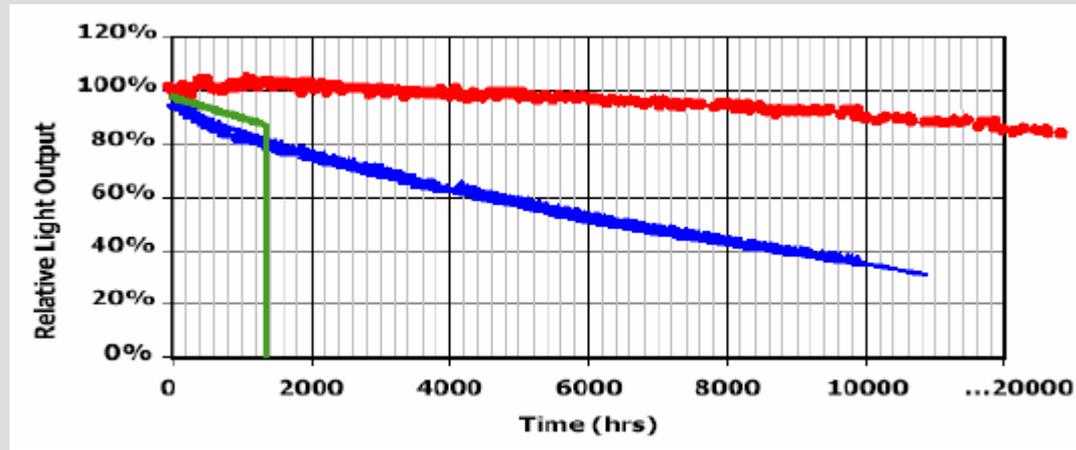
Et quand la température s'en mêle...



Durée de vie des LEDs

□ Durée de vie (h)

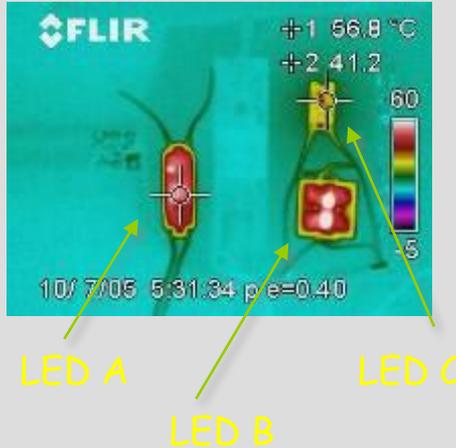
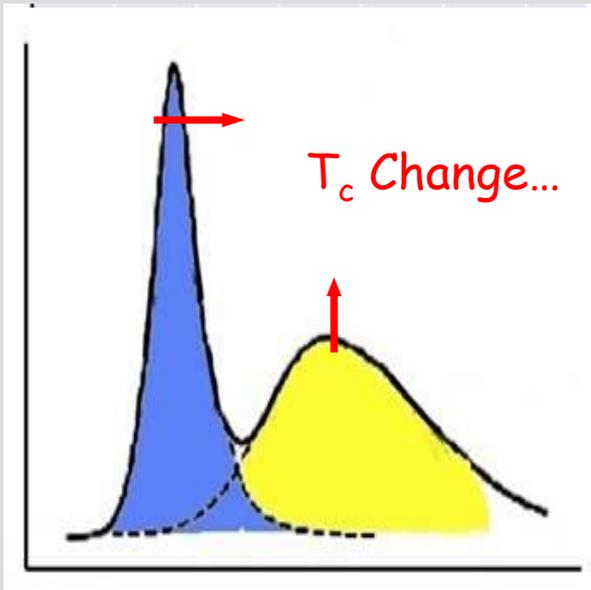
- Variable suivant les types de diode et les conditions de fonctionnement
- Durée de vie économique fondée sur la chute du flux lumineux dans le temps (+- 50 000 heures)



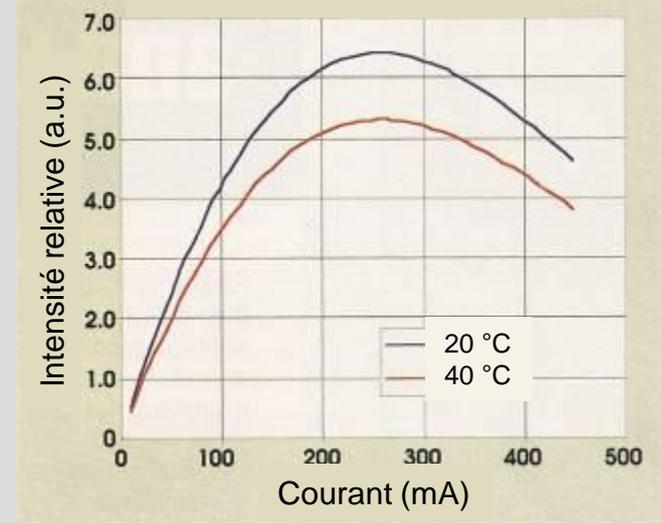
- Un processus de normalisation est nécessaire
 - définition de la durée de vie
 - méthode de mesure

La température affecte les performances

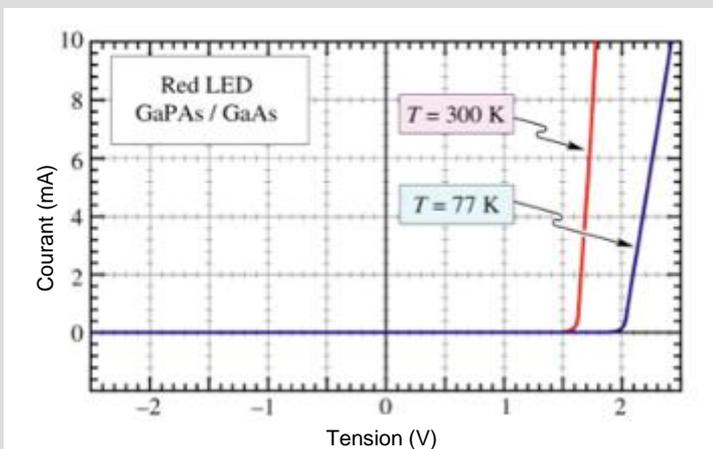
Spectre



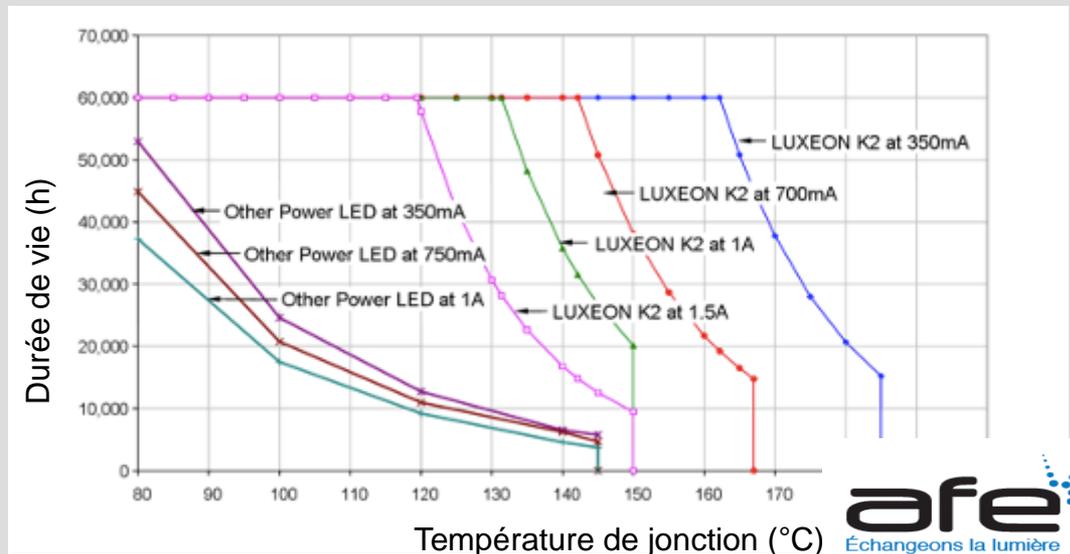
Intensité lumineuse



Ch. Electriques

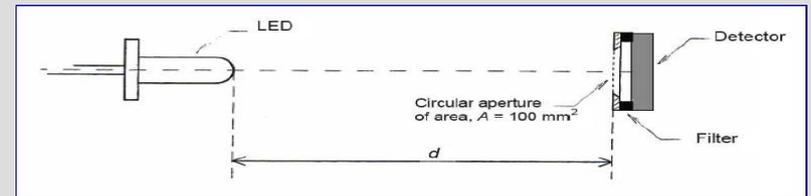
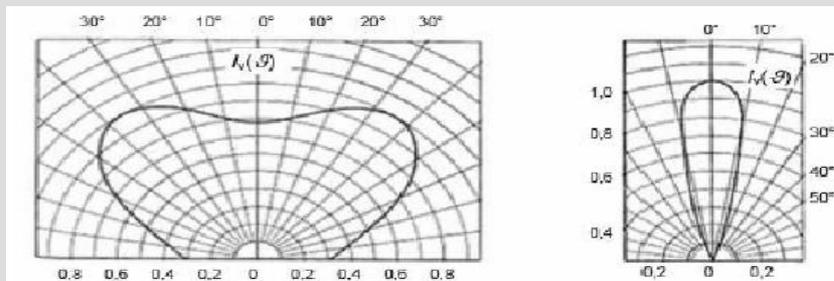


Durée de vie

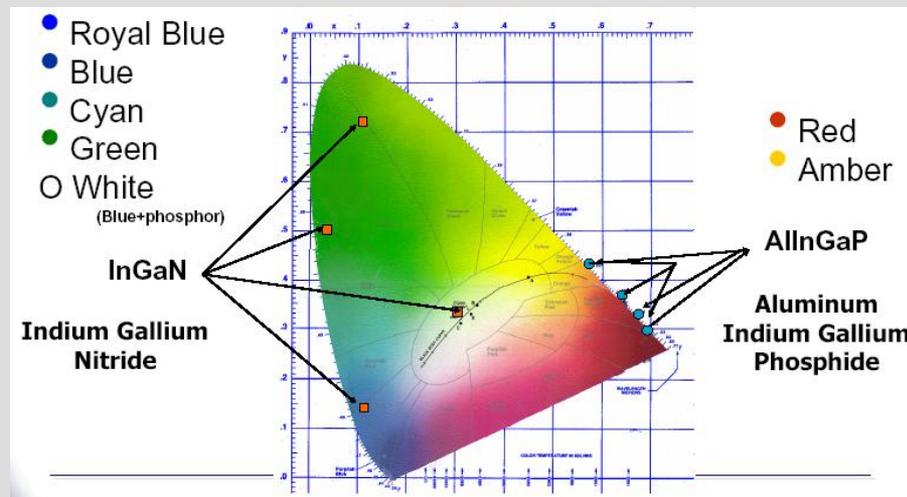


Photométrie et colorimétrie à la CIE

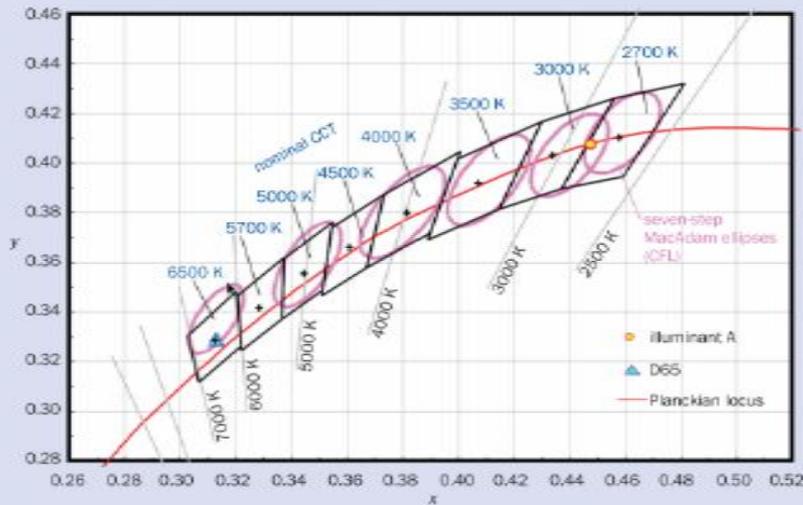
❑ Publication CIE 127 – 2007 : Measurement of LEDs



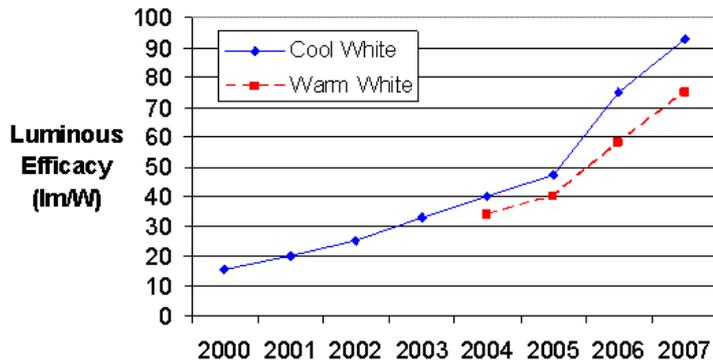
❑ Publication CIE 177 – 2007 : Color rendering of white LEDs light sources



Enjeux : Qualité de la lumière



- IRC
- CCT
- Blanc chaud
 - Dérive CCT
 - Dégradation du phosphore
 - Multi couche
 - Terminologie 2700 ou 3500 K ?
- Homogénéité (Mac Adam ellipse 3)
- Apparence



Enjeux : Phosphore

- L'enjeux du Blanc
- Effet thermique:
 - Dérive en CCT
- Compléter le spectre
- Nouvelle méthode de repose du phosphore
- IRC >80 CW/ WW

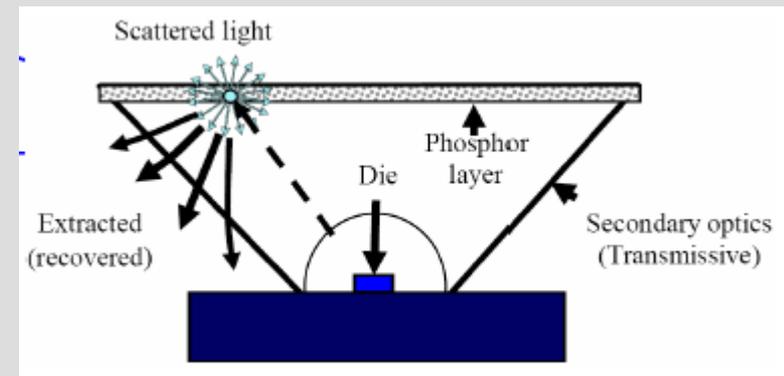
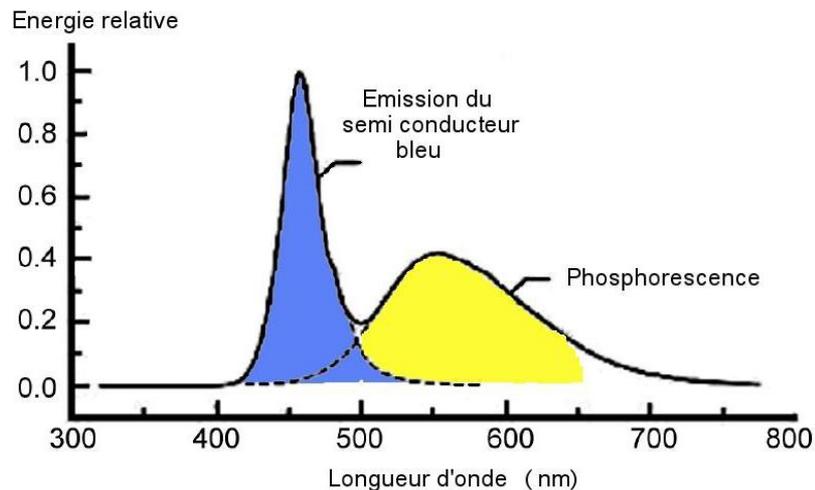
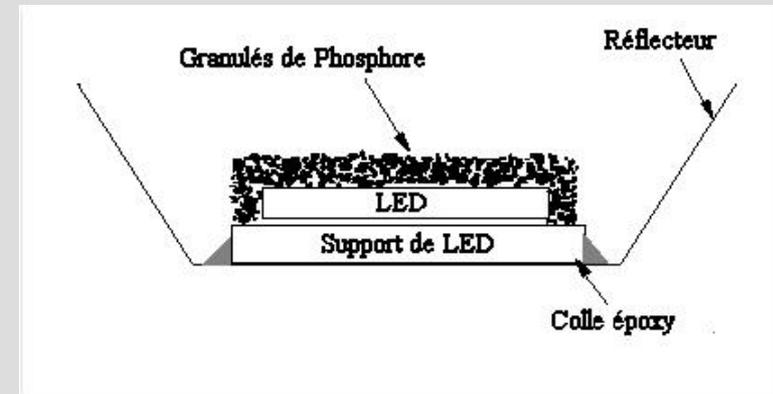
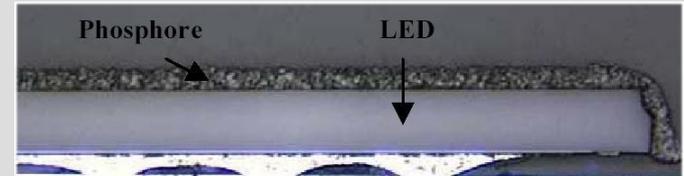


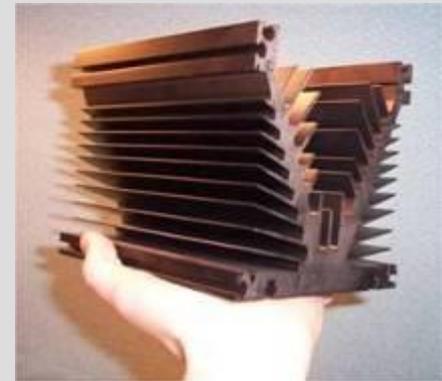
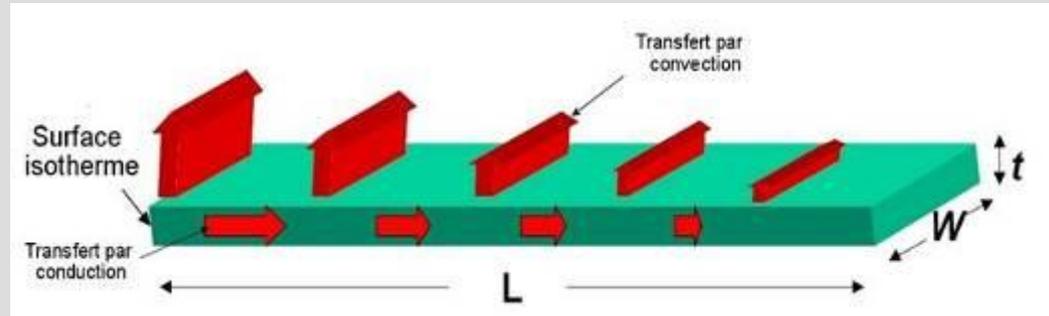
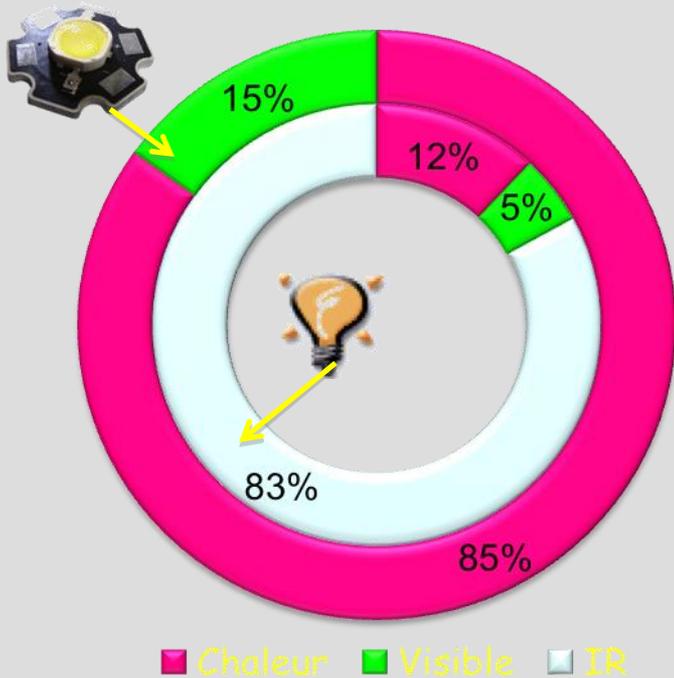
Illustration : Laurent Massol led.fr

Enjeux : Optique



- ❑ Optique conventionnelle
 - Une optique secondaire diminue de 15 à 20% le rendement
 - Volumineux
 - Difficilement efficace pour les boîtiers multichip
- ❑ Élément Micro optique
 - Proposer pour application de volume
 - Faible encombrement
 - Adapter au boîtier
- ❑ Micro-optique monolithique
 - Plus d'assemblage
 - Intégrer à la fabrication
 - Correction ou compensation des couleurs

Les LEDs ne sont pas « froides » !!!



350mA:

$P_{\text{electr.}} = 1.12\text{W}$

$P_{\text{opt}} = 425\text{mW}; 38\%$

$P_{\text{heat}} = 695\text{mW}; 62\%$

1000mA:

$P_{\text{electr.}} = 3.75\text{W}$

$P_{\text{opt}} = 884\text{mW}; 24\%$

$P_{\text{heat}} = 2.87\text{W}; 76\%$

1400mA:

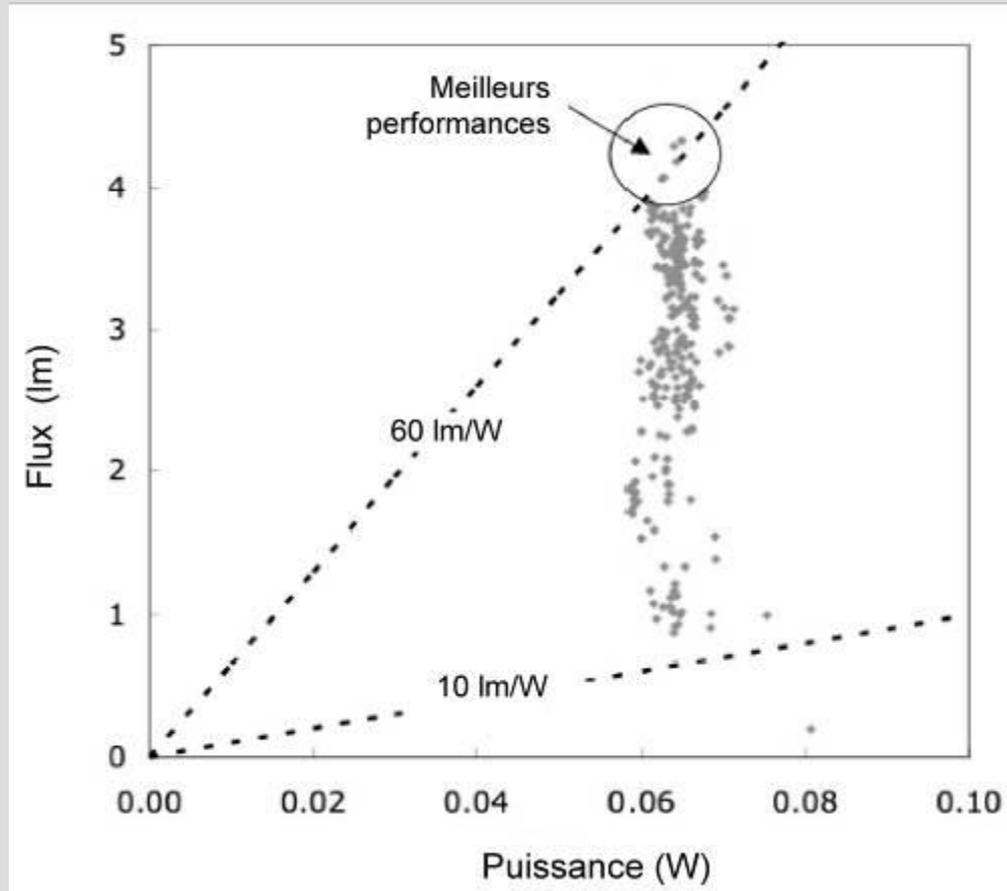
$P_{\text{electr.}} = 5.6\text{W}$

$P_{\text{opt}} = 1.07\text{W}; 19\%$

$P_{\text{heat}} = 4.53\text{W}; 81\%$

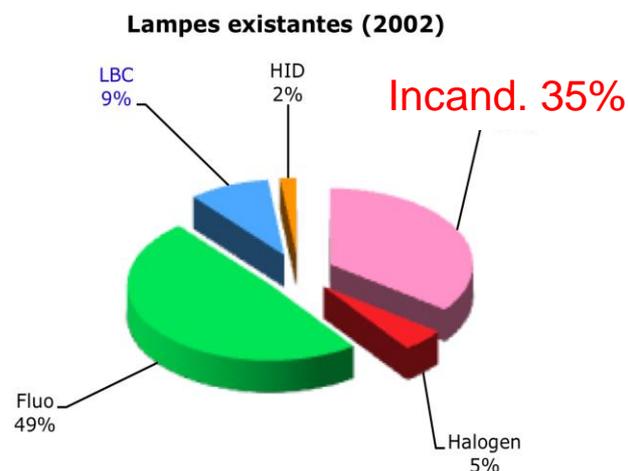
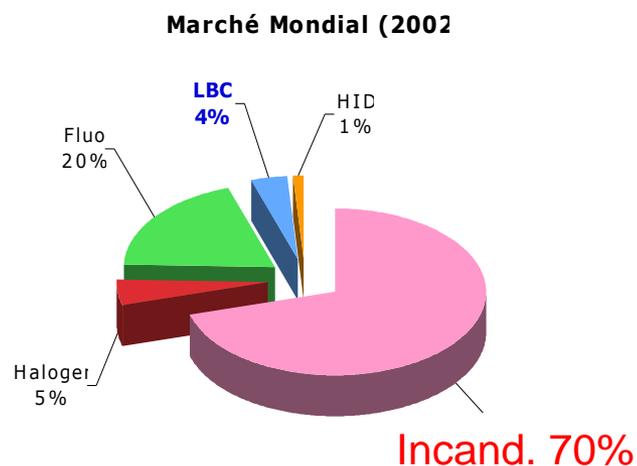
La qualité est un enjeu majeur !

Des différences notables entre différentes LEDs du même fabricant (dans la même série)...



Quelques questions légitimes...

- ❑ Avons nous une capacité de production suffisante ?
- ❑ Est-ce que le consommateur acceptera cette transformation du marché ?
- ❑ Quels sont les impacts sociaux ?



Eclairagisme et LEDs

□ De l'éclairage de valorisation et d'accentuation à l'éclairage général

- les éclairages à led devront répondre aux normes d'éclairagisme
 - . NF EN 12464 1/2 – Eclairage des lieux de travail
 - . NF EN 12193 – Eclairage des installations sportives
 - . NF EN 13201 – Eclairage public

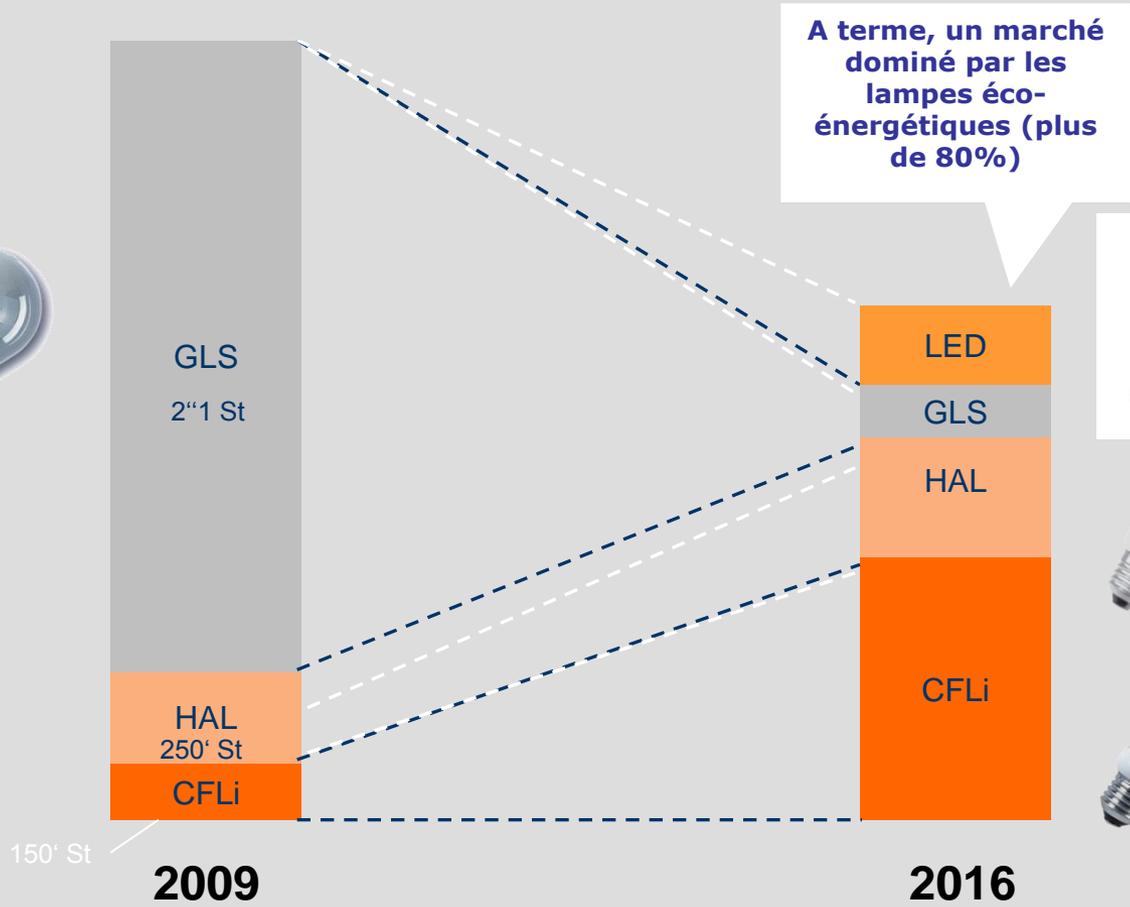
□ Evaluation des risques par rapport aux rayonnements

- Pas d'émission UV / IR pour les LEDs
- Dans le visible, travaux en cours et normalisation :
 - . CIE : TC 6.57,6.14, 6.55 (LEDs) HB blue light hazards
 - . IEC TC 34/76, CIE Div 6 – CIE Standard S 009
 - . IEC 62471-1 2006 Photobiological safety on lamps / luminaires
 - . *IEC 62471-2 CD Guide for safety issues for non-laser sources*



Mesure d'exécution EuP pour l'éclairage domestique

Changements pour le marché → Vers l'éclairage à leds dans l'habitat ?



La directive EuP en éclairage domestique

Les dispositions réglementaires

Un avenir pour les Leds !

Le règlement européen EuP va faire disparaître les lampes de l'habitat les plus consommatrices d'énergie (lampes non directionnelles)

Bannissement² progressif des lampes énergivores (fonction du classement énergétique des lampes³)

Etape 1 - 1 ^{er} Sept. 2009	- Bannissement de toutes les lampes non claires B, C, D, E, F ou G - Bannissement des lampes claires $\geq 950 \text{ lm}^4$ de catégories D, E, F ou G - Bannissement de toutes les autres lampes claires de catégories F ou G
Etape 2 - 1 ^{er} Sept. 2010	- Bannissement des lampes claires $\geq 725 \text{ lm}^5$ de classes D et E
Etape 3 - 1 ^{er} Sept. 2011	- Bannissement des lampes claires $\geq 450 \text{ lm}^6$ de classes D et E
Etape 4 - 1 ^{er} Sept. 2012	- Bannissement complet des lampes claires $\geq 60 \text{ lm}^7$ de classes D, E
Etape 5 - 1 ^{er} Sept. 2013	- Bannissement des lampes à culots S14, S15 ou S19
Etape 6 - 1 ^{er} Sept. 2016	- Bannissement des lampes claires C

> ~ 80 W

> ~ 65 W

> ~ 45 W

> ~ 7 W

⁴ lm pour « Lumen » : l'unité de mesure du flux lumineux. 950 lm équivalent à une puissance $\geq \sim 80 \text{ W}$ pour les lampes à incandescence

⁵ Equivalent $\geq \sim 65 \text{ W}$ pour les lampes à incandescence

⁶ Equivalent $\geq \sim 45 \text{ W}$ pour les lampes à incandescence

⁷ Equivalent $\geq \sim 7 \text{ W}$ pour les lampes à incandescence



La directive EuP en tertiaire Les exigences réglementaires

Une opportunité pour le développement des leds !

Lampes	Dates prévues
Tubes halophosphate 640 -> Bannissement	 2010
Tubes T12 -> Bannissement	 2012
Sodium Haute Pression / Iodure Métallique culot à vis -> Iodure E27 et E40 de faible qualité (aucune HCl ou HQI n'est affectée) -> SHP standard E27/E40	 2012
Nouvelle étude par la commission Européenne	2014
Sodium HP Pug-in / Retrofit (subst. Fluo ballon) -> Bannissement	 2015
Mercure HP (Fluo-ballon) -> Bannissement	 2015
Iodure E27/E40 -> Bannissement des quartz E27/E40	 2017

Performances environnementales

- **Eco-conception (1/2)**

- pas de plomb ni de mercure dans les LEDs
- miniaturisation, gradation et éclairage dynamique
- système d'éclairage électronique



- **Energie (1)**

- éclairage domestique : Incan → LFC → LED → marquage énergétique
- progrès à faire en efficacité lumineuse, qualité de lumière
- marché produit « éclairage professionnel » en développement

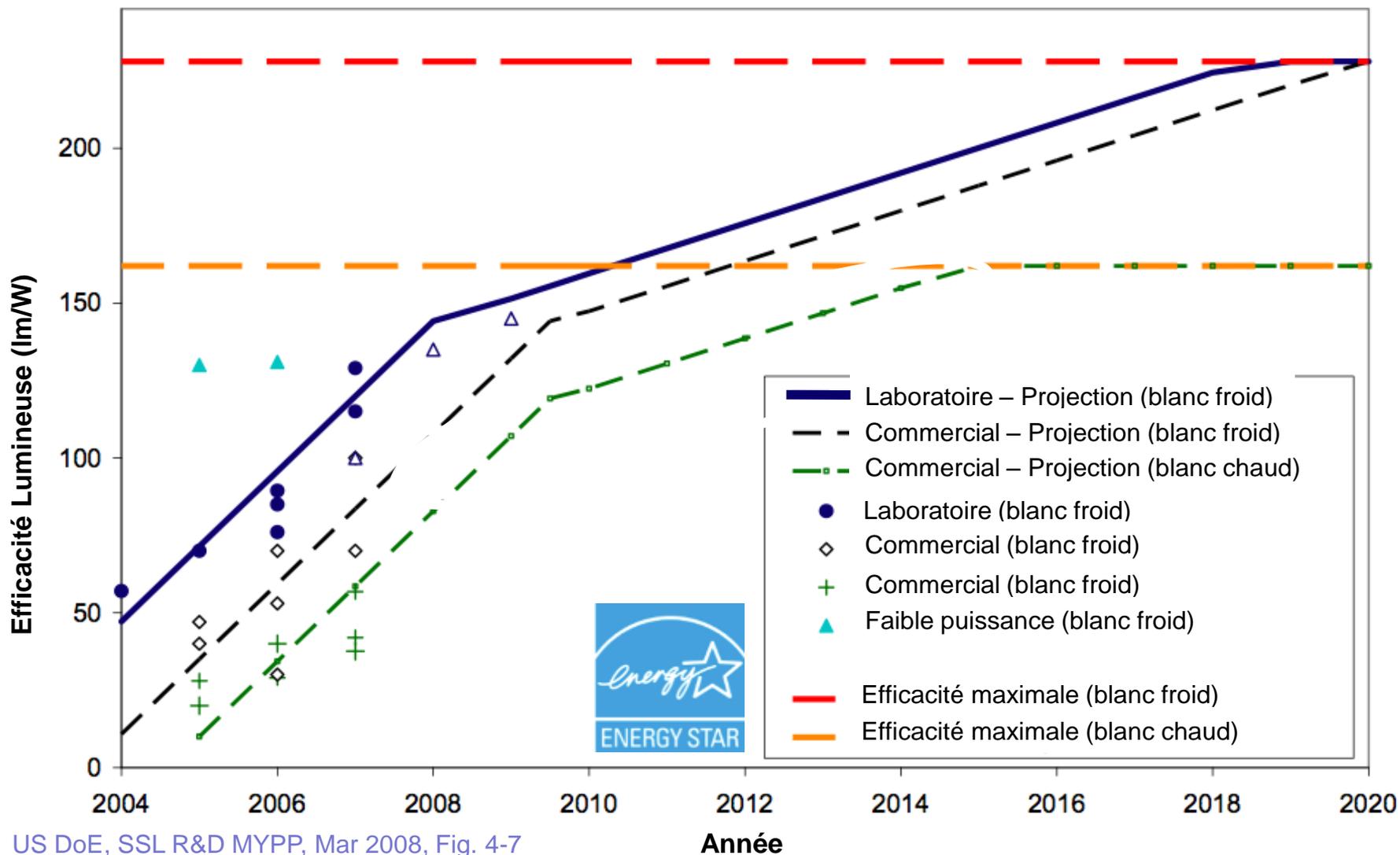
- **Fin de vie de la LEDs (3)**

- led = composant électronique / lampe → collecte, recyclage obligatoire

- **Directives européennes**

- (1) EuP – Energy using Products
- (2) RoHS – Restriction Of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment
- (3) WEEE – Waste Electronic and Electrical Equipment

Mais quelles sont les limites de la technologie ?



Et après les LEDs ?

- ❑ Haute qualité de couleurs
- ❑ Flexible, Pliable...
- ❑ Propriétés mécaniques excellentes
- ❑ Faible poids
- ❑ Faibles dimensions
- ❑ Faciles à fabriquer



ORGANIC LEDs: O-LEDs

Equivalent à une lampe 80W



Une efficacité en croissance rapide

- Première annonce
- General Electric: 15 lm/W
- Philips-Novaled: 32 lm/W
- Osram: 40 lm/W
- Univ. Displ. Co: 63 lm/W
- Univ. Displ. Co: 100 lm/W
- suivre...

années 70
Janvier 2005
Juin 2006
Septembre 2006
Octobre 2006
Juin 2008

Picture by Visser

Conclusions (1)

- ❑ **Données techniques sincères et fiables**
 - Flux, efficacité lumineuse
 - Qualité de la lumière : IRC, T_k
 - Durée de vie
 - Consommation
- ❑ **Développement de la normalisation**
- ❑ **Amélioration des performances d'éclairage**
 - Efficacité
 - Cout
 - Contrôle
 - Intégration dans des systèmes d'éclairage
- ❑ **Support des initiatives régionales et locales**

Conclusions (2)

- ❑ **Faire obstacle aux produits non-conformes et présentant des risques pour la santé et la sécurité des consommateurs**
- ❑ **Promouvoir les performances des meilleures technologies à LEDs**
- ❑ **Répondre aux défis énergétiques présents et à venir**
- ❑ **Encourager les acteurs à développer des produits LEDs**
- ❑ **Accélérer la compétitivité économique de l'éclairage électronique**

afe

Échangeons la lumière



MERCI

**Crédit photos et remerciements à Laborelec, The Ligting Association, Frédérique Le Houedec
Ledon Lighting GmbH, Philips, Osram, Tridonic Atco et au professeur Georges Zissis**