



29 Jan.
2015



Technologie LED

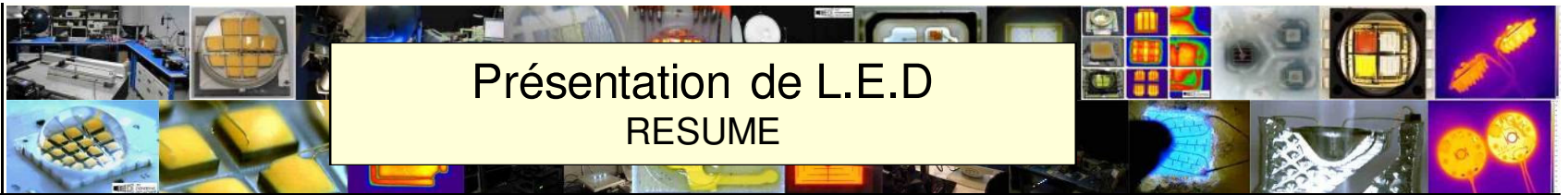
Etat de l'art, perspectives, intégration et Mesures



29 Jan.
2015



- Présentation de L.E.D
- Technologie des LED (Principe, Performance, Design, Marché)
- Techniques et technologies associées
- Tests et Photométries



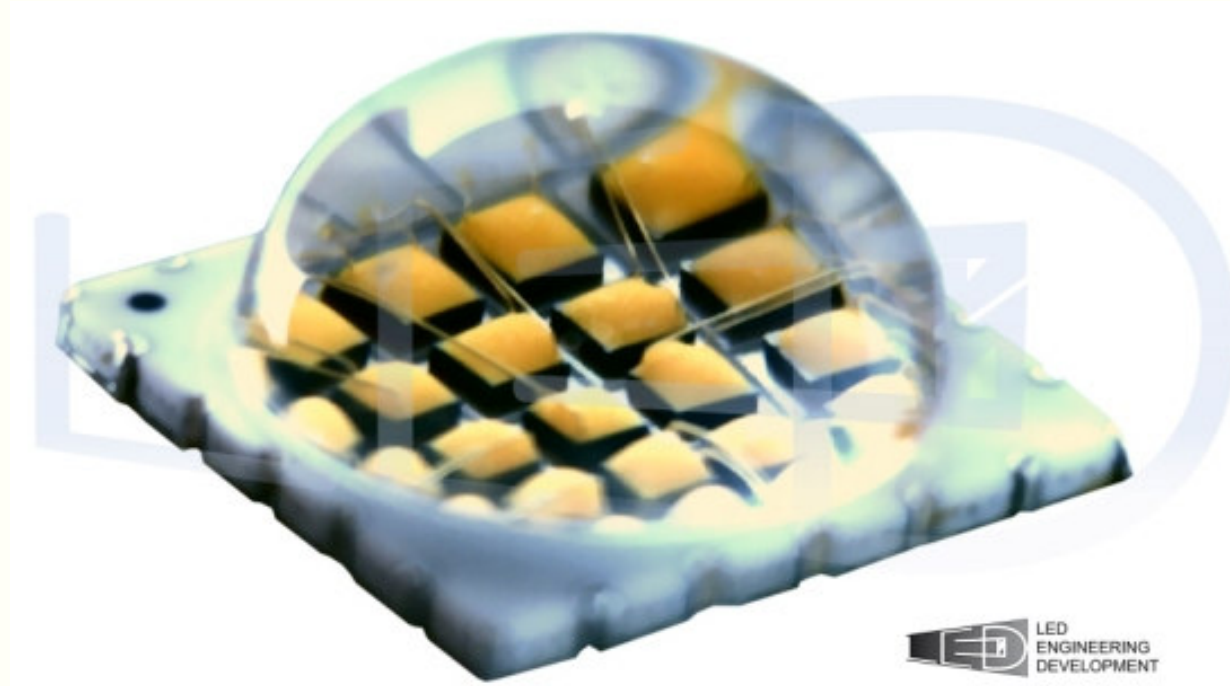
Présentation de L.E.D RESUME

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Activité
- Moyens de tests et développement



29 Jan.
2015

L.E.D : Notre activité

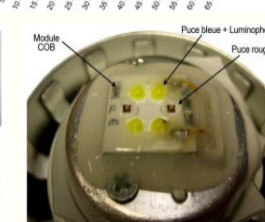
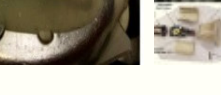
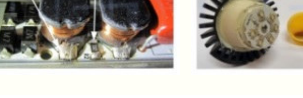
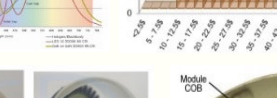
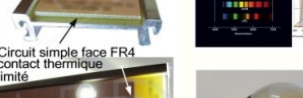
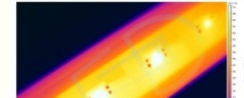
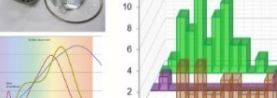
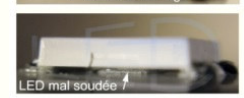
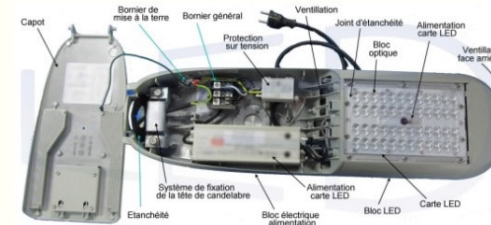
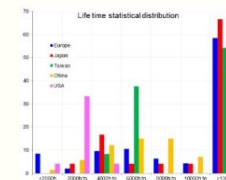
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Identification, choix et validation de LED pour applications client
- Développement de produit client (prototypes et petites séries)
- Tests de performances de LED, modules, systèmes
- Investigations et “Reverse Engineering” (7ans d’activité – 400 sys./an)
- Analyse des performances au regard du marché
- Formation
- Analyse concurrentielle & veille technologique





29 Jan.
2015



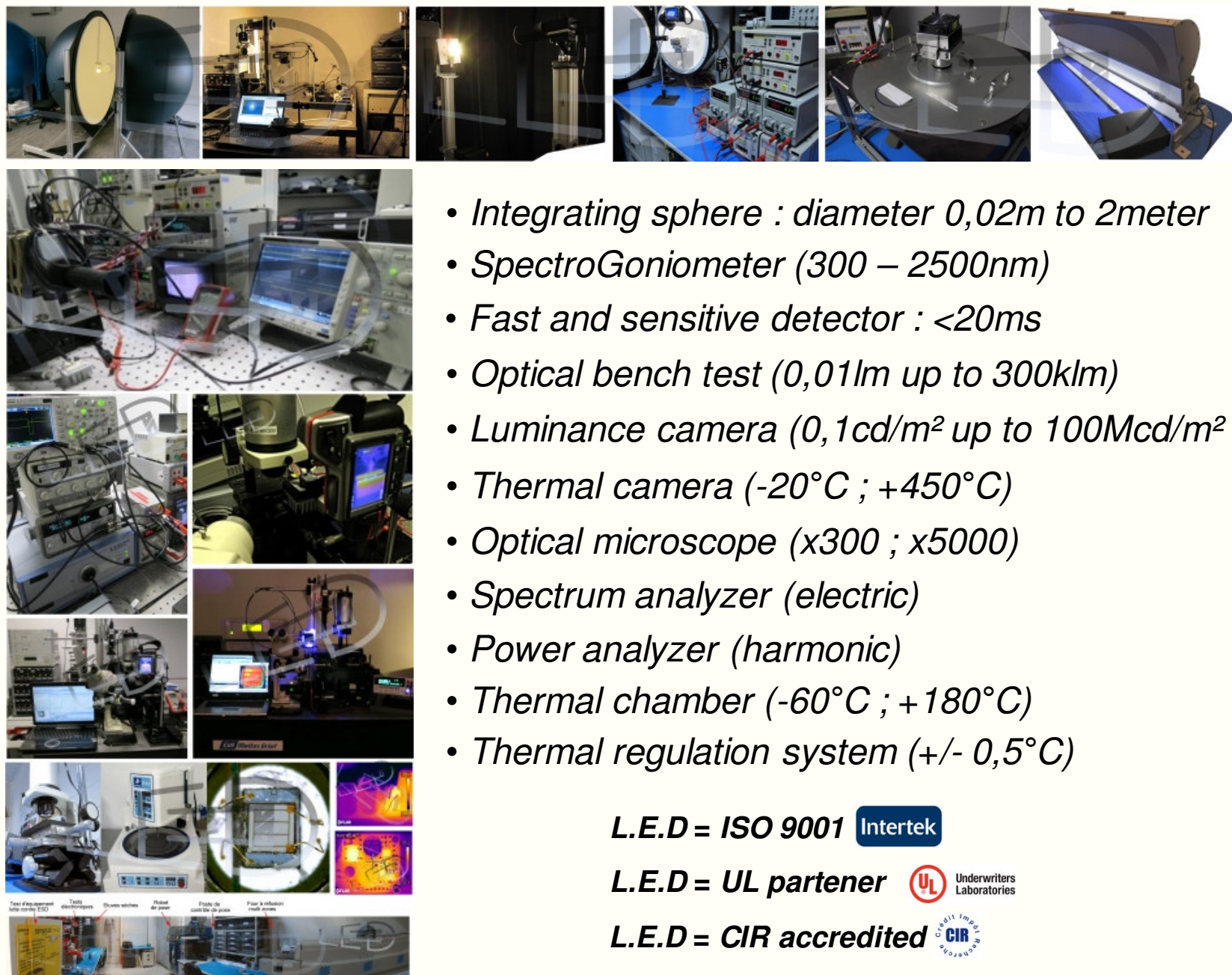
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

L.E.D : Détails des équipements et moyens de tests



- Integrating sphere : diameter 0,02m to 2meter
- SpectroGoniometer (300 – 2500nm)
- Fast and sensitive detector : <20ms
- Optical bench test (0,01lm up to 300klm)
- Luminance camera (0,1cd/m² up to 100Mcd/m²)
- Thermal camera (-20°C ; +450°C)
- Optical microscope (x300 ; x5000)
- Spectrum analyzer (electric)
- Power analyzer (harmonic)
- Thermal chamber (-60°C ; +180°C)
- Thermal regulation system (+/- 0,5°C)

L.E.D = ISO 9001

L.E.D = UL partener Underwriters Laboratories

L.E.D = CIR accredited



29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

L.E.D : Industrialisation, prototype et petites séries

Facilities to make industrial prototype, testing board, pre series



2 Robots : 5000 components / hour



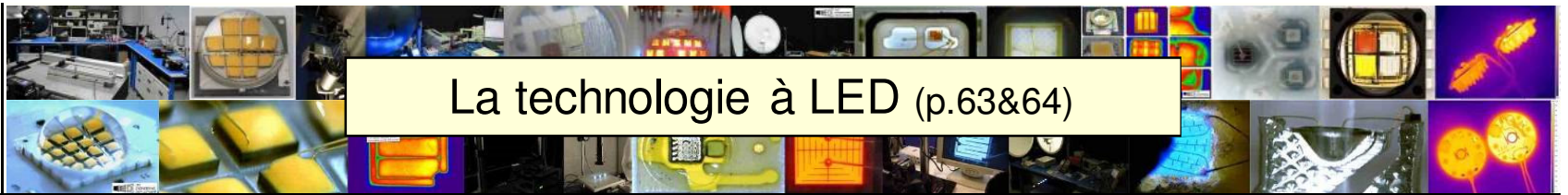
Heaters : 1000 cards (100x100mm) / day



Additional capabilities

- *200m² platform for mechanical and specific prototype*
- *Capacity to make LED card x2*
- *Specific test for luminaire*





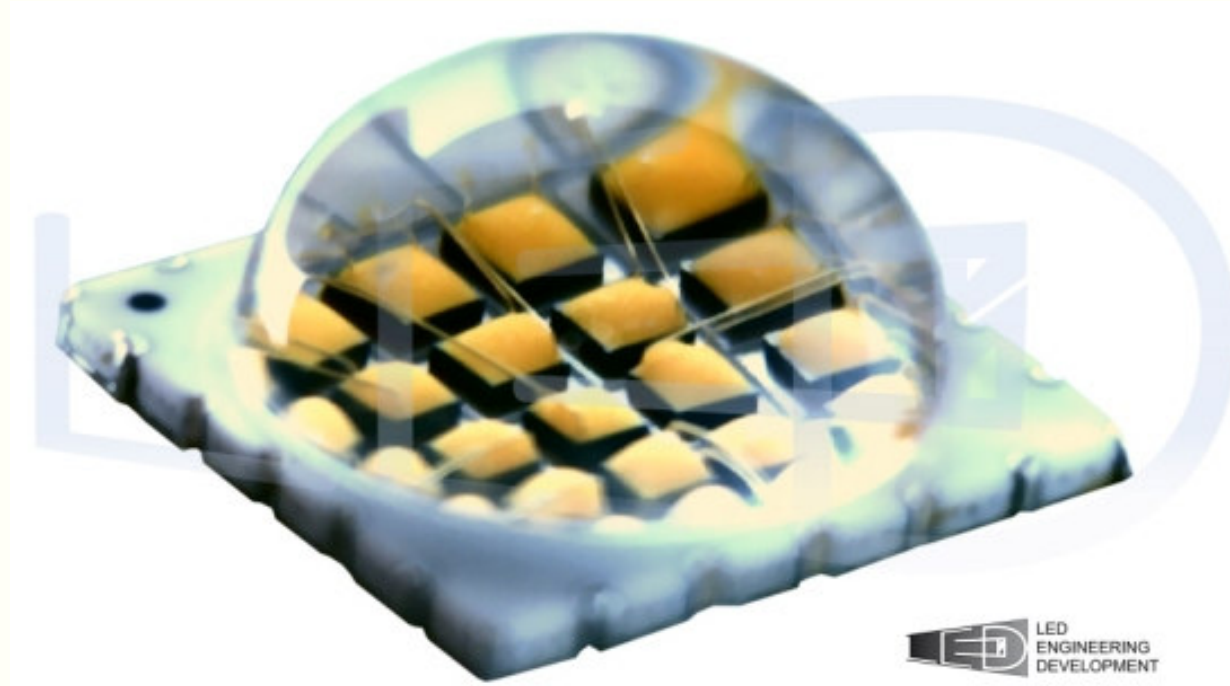
La technologie à LED (p.63&64)

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Rappels historiques – Vocabulaire
- LED = système complexe : présentation
- Principe de fonctionnement : émission lumineuse / Luminophore
- Fabrication
- Paramètres influents



29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

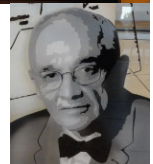
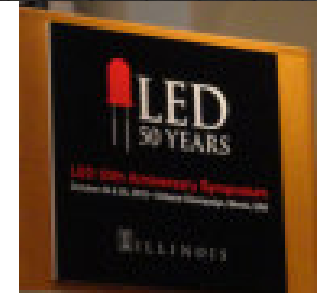
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Rappels historiques il y a plus de 100 ans.....

- First semi conductor emission : 1907
- First Red LED (holonyak) : 1962
- First Yellow LED (Craford) : 1969
- Blue GaN LED (Maruska – Pankove) : 1971
- High quality GaN (Akasaki) : 1986
- Two-Flow MOCVD (Nakamura) : 1990
- InGaN single crystal layers (Nakamura) : 1992
- First bright blue LED (Nakamura) : 1993
- First White LED (Nichia) : 1993
- Bright Green LED demonstrated (Nakamura) : 1996
- High power white LED (Lumileds) : 1998
- Haitz's Law (Haitz) : 2000





29 Jan.
2015

Vocabulaire & Lexique : LED, Module, COB

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

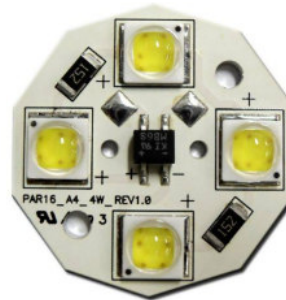
Tests et
Photométrie

Source lumineuse : les différences

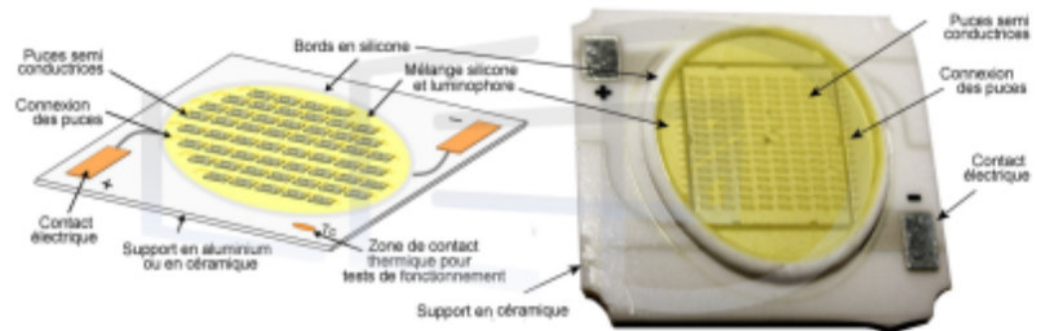
LED
(différent de « Chip »)



Module LED



COB
(**Chip On Board**)



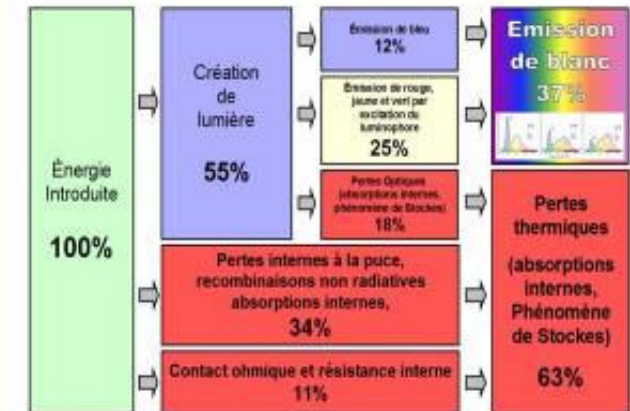
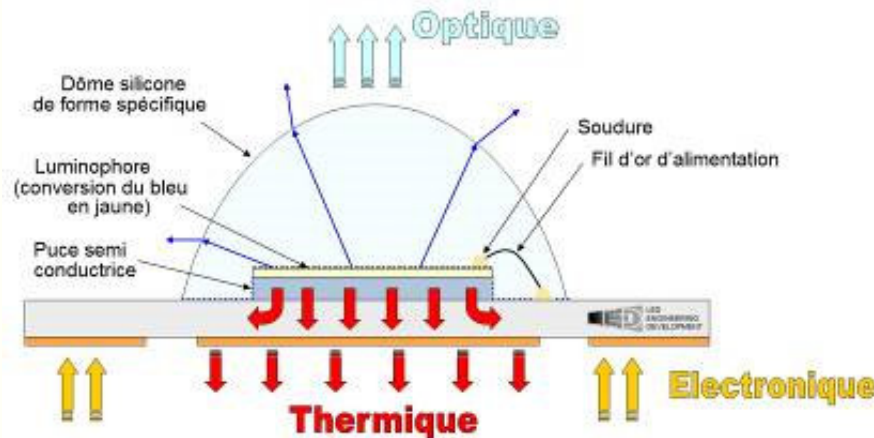


Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et technologies associées

Tests et Photométrie



Les LED pour l'éclairage – DUNOD (2012)

Optique

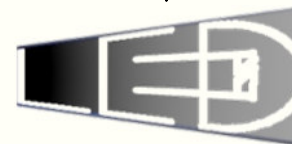
- *Extraction de la lumière*
- *Qualités colorimétriques*
- *Quantités et unités*
- *Design et mise en forme*
- *Mesures & Prototypes*
- *Veille techno & marché*
- *Simulation & Modèles*
- *Reverse Engineering*
- *Performances extrêmes*

Thermique

- *Dissipation de la chaleur*
- *Analyse des capacités*
- *Quantités et unités*
- *Design et mise en forme*
- *Mesures & Prototypes*
- *Simulation et Modèles*

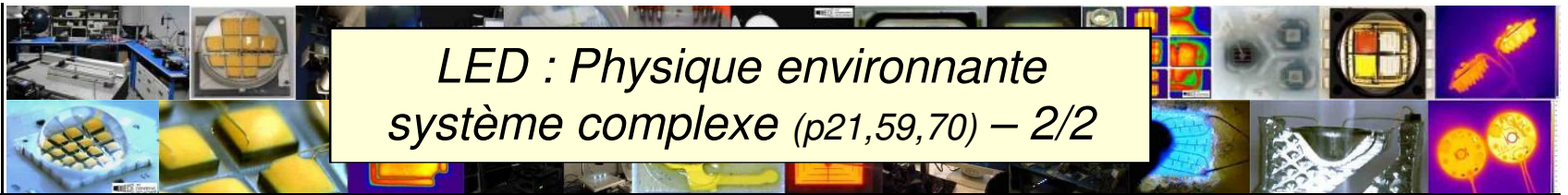
Électronique

- *Régulation in situ*
- *Contrôle & Pilotage*
- *Gestion th. intelligente*
- *Design d'alimentation*
- *Mesures et prototypes*
- *Veille techno & marché*
- *Reverse Engineering*





29 Jan.
2015



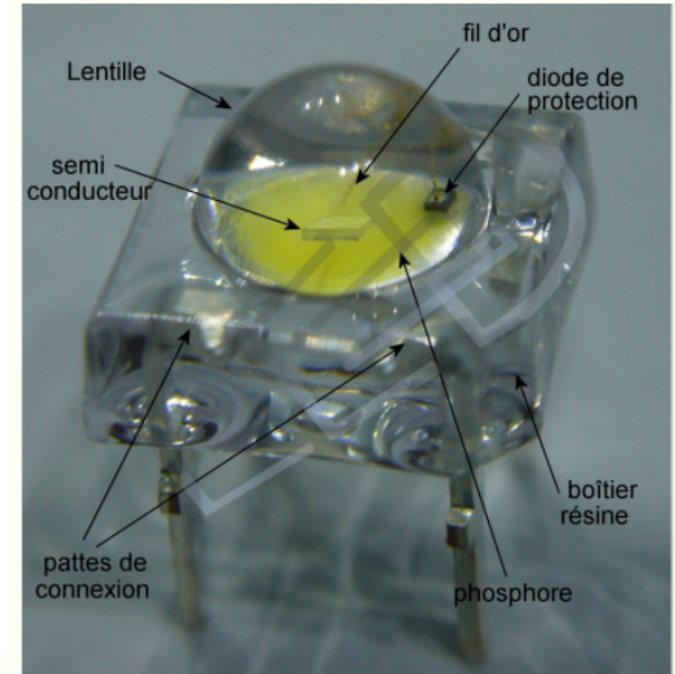
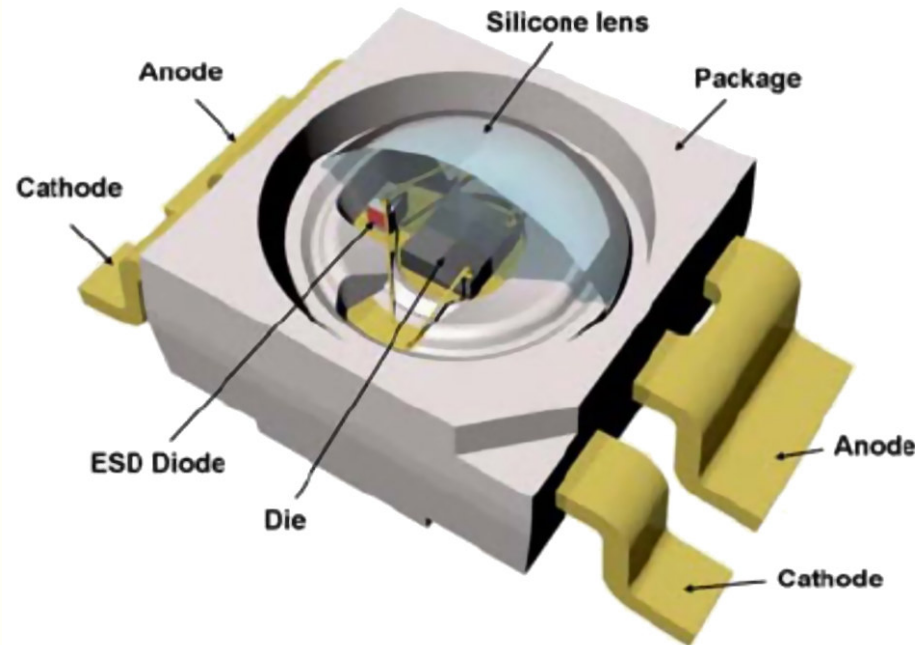
LED : Physique environnante système complexe (p21,59,70) – 2/2

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Optique

- Puce semi conductrice
- Luminophore
- lentille primaire

Thermique

- PAD de dissipation
- Neutralité
- Résistance Th.

Électronique

- Fil d'alimentation
- Patte d'alimentation
- Protection ESD



29 Jan.
2015



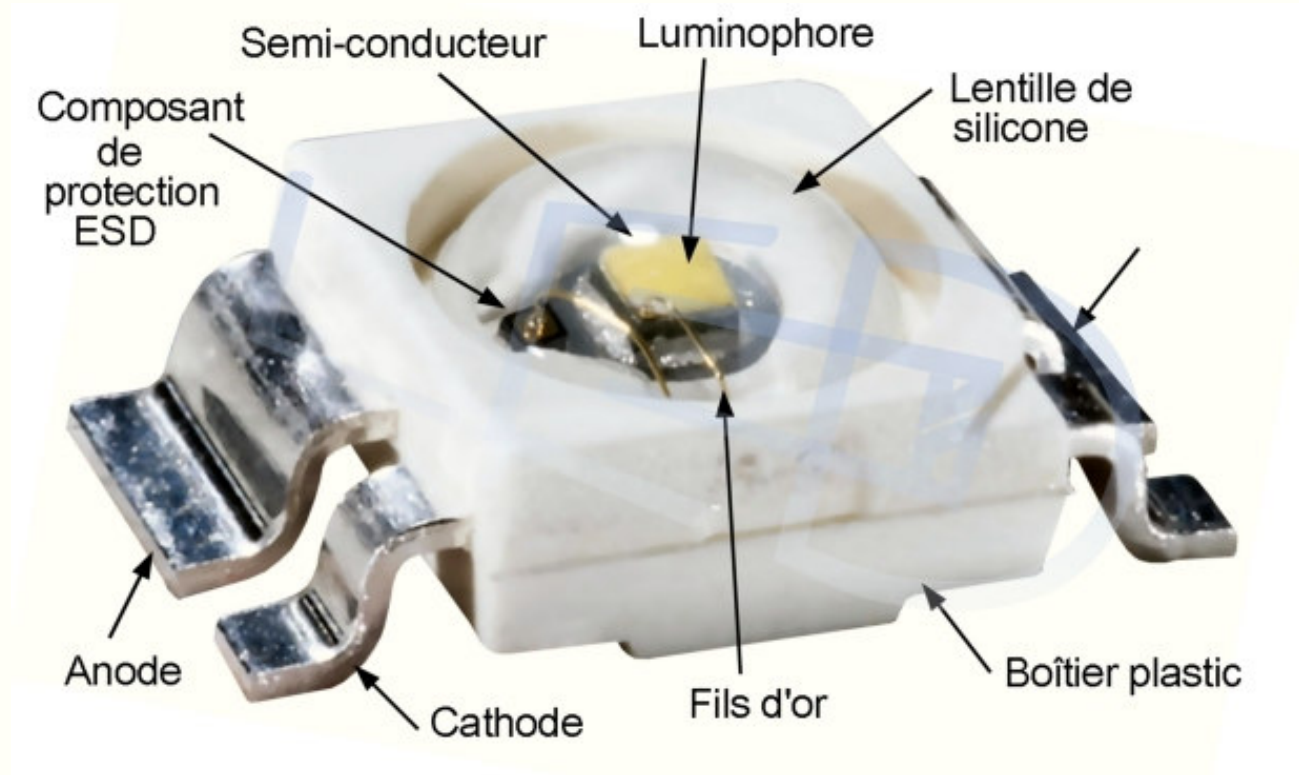
La technologie à LED : gros plan

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

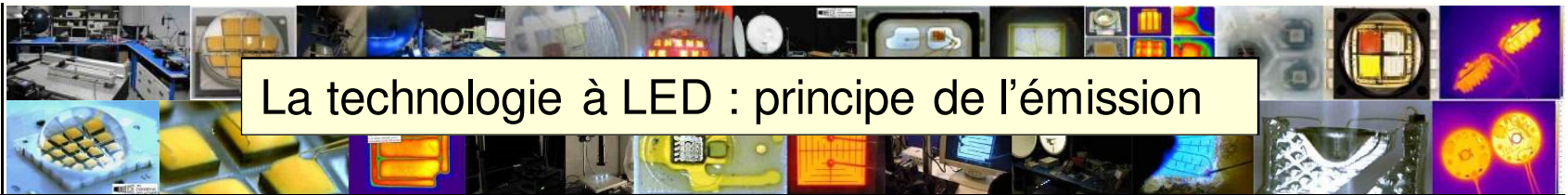
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Les différents organes d'une LED

- 1) La puce semi-conductrice
- 2) Le support de la puce
- 3) Le boîtier
- 4) Le luminophore
- 5) La conduction électrique
- 6) La dissipation thermique



La technologie à LED : principe de l'émission

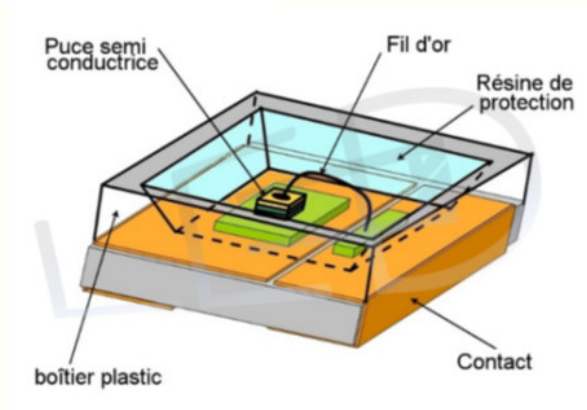
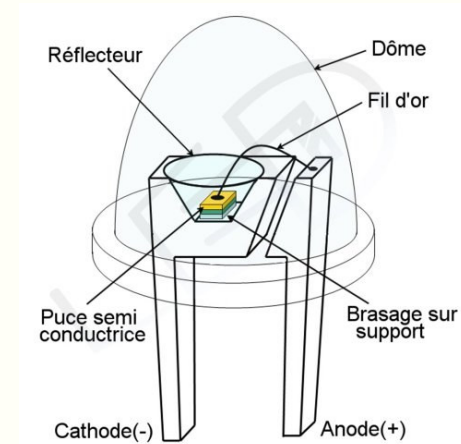
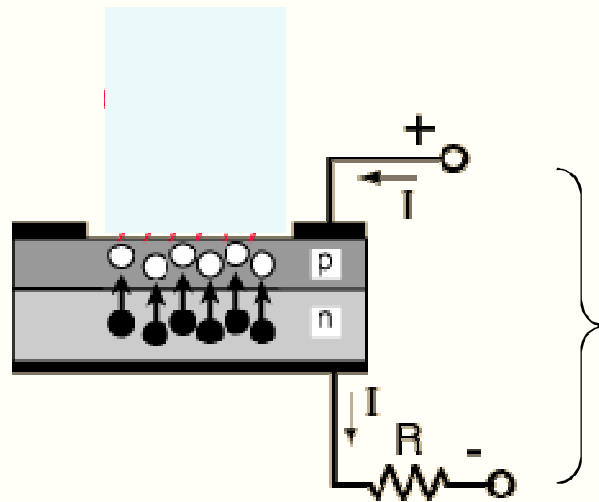
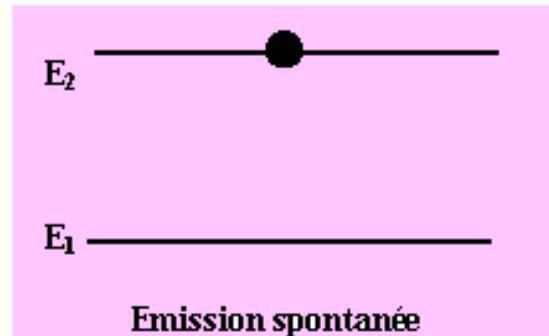
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Principe de l'émission semi-conductrice



- On applique une différence de potentiel à une jonction PN
- On crée une excitation des couches électroniques de l'état E_1 à E_2
- Une émission lumineuse se produit lors du retour des électrons à leur état initial



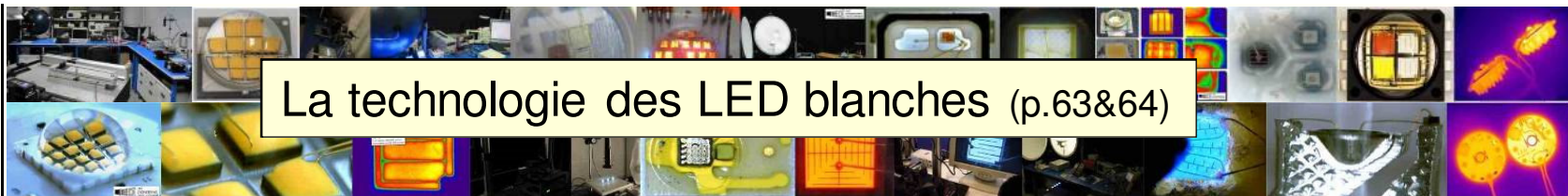
29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

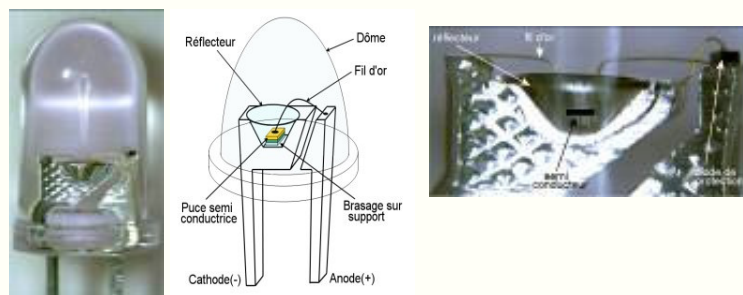
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

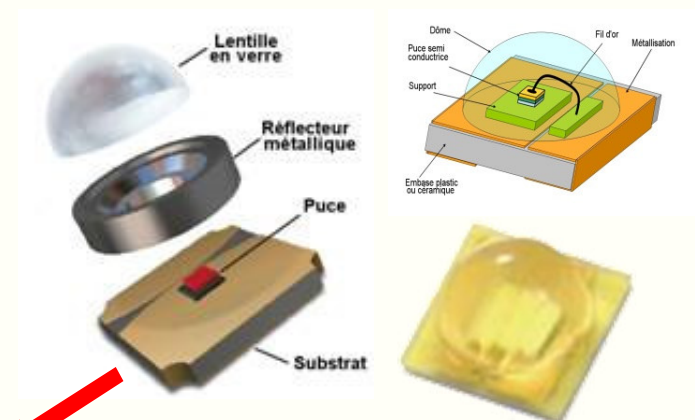


La technologie des LED blanches (p.63&64)

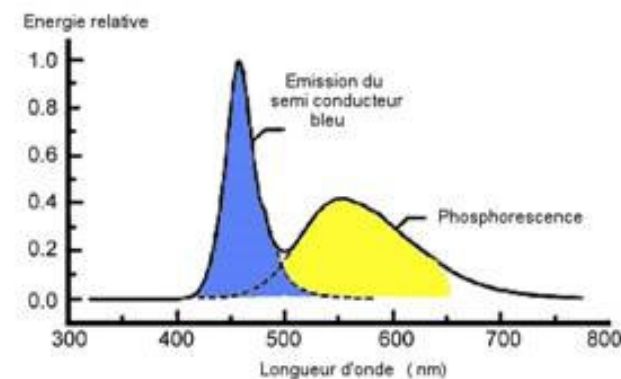
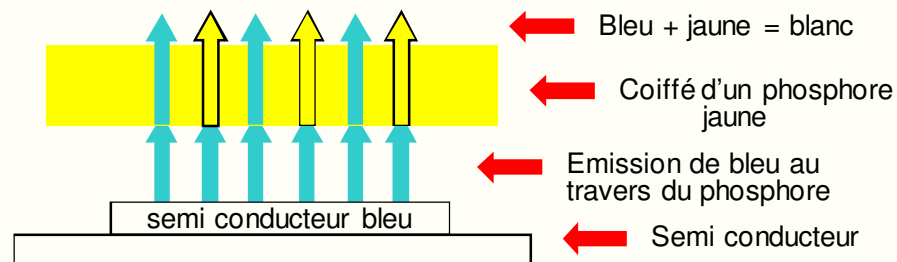
Ancienne génération : 5mm
Composants traversants



Nouvelle génération : CMS
Composants montés en surface



Une idée identique au départ : la fluorescence

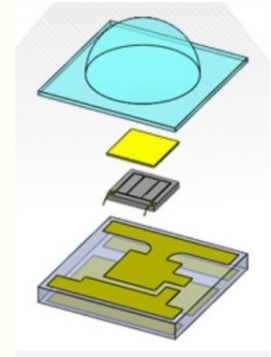




La technologie à LED : Fabrication Semi conducteur

Principales étape de fabrication des Wafer

- Création de substrat (voir substrats intermédiaires)
- Dépôts, attaques chimiques, four, découpe laser





29 Jan.
2015

La technologie à LED : intégrations du semi conducteur

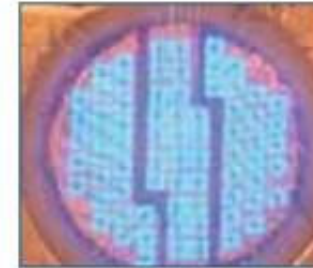
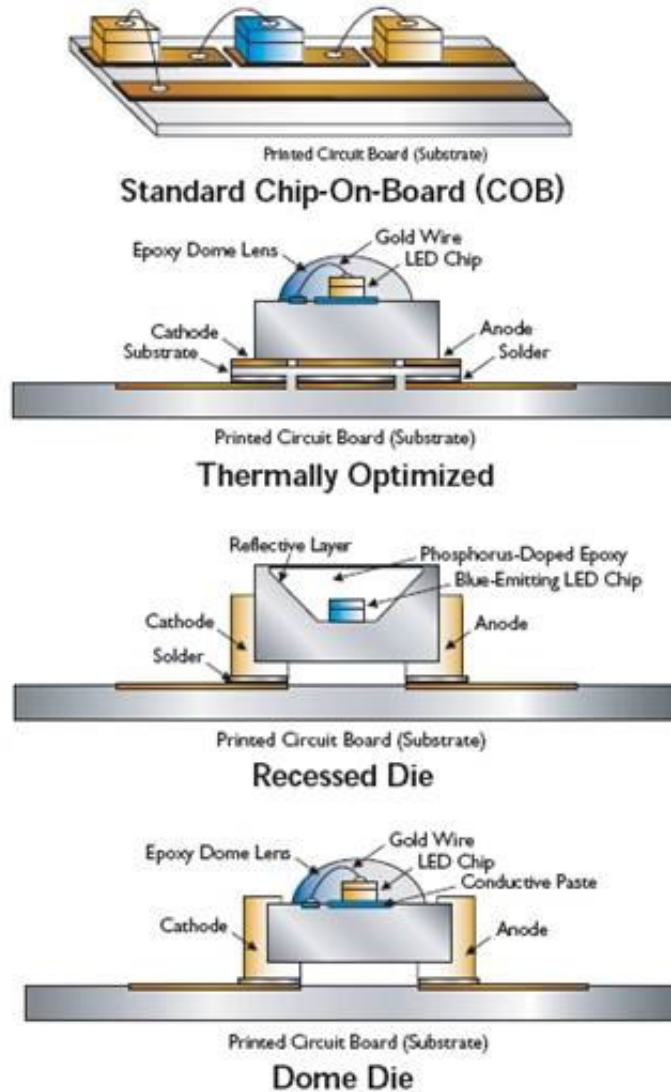
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

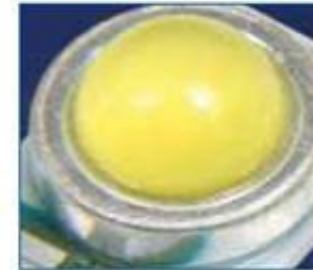
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Typical Types Of LED Packages



COB



Boîtier optimisé



Puce dans réflecteur



Puce avec dôme



29 Jan.
2015



La technologie à LED : Luminophore

Présentation de L.E.D

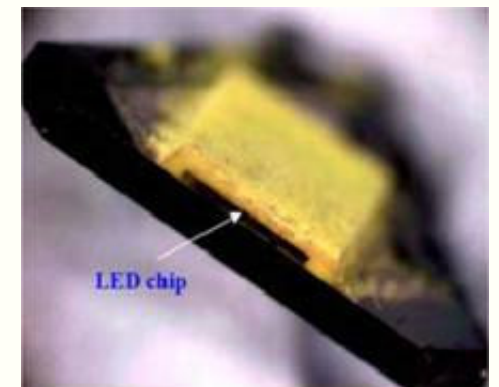
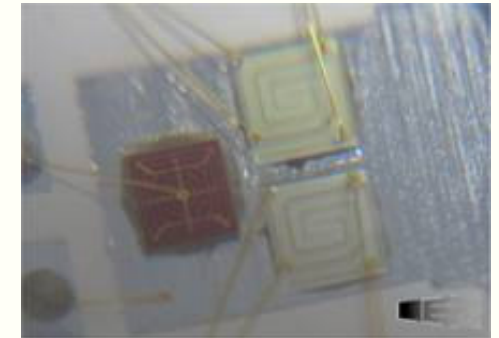
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

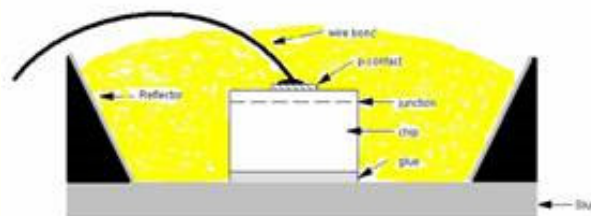
Tests et
Photométrie

Rôle et dépôt du Phosphore : LEDs blanches

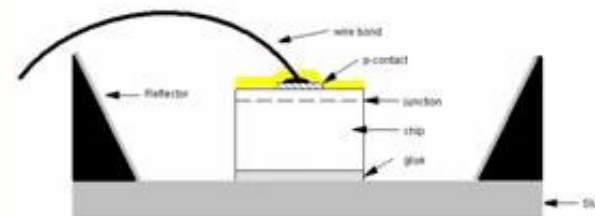
- Création de blanc à partir de bleu
- 2 méthodes : Conventionnelle / coating
- Constitué de particules agrégées
- Peut être noyé dans une résine
- Le plus répandu : YAG

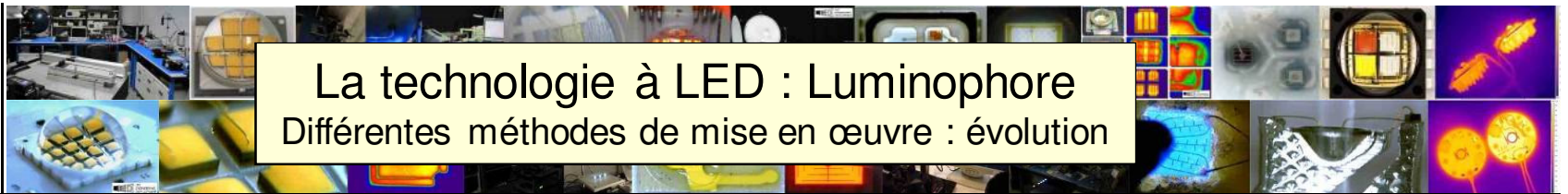


Conventional Coating of Phosphor Granules



Conformal Coating of Phosphor Granules





La technologie à LED : Luminophore

Différentes méthodes de mise en œuvre : évolution

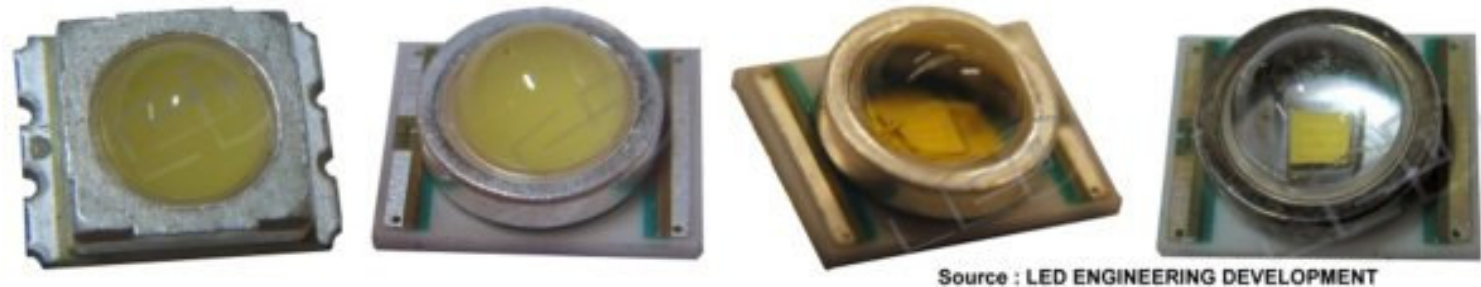
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- La déposition des luminophores est un point clé depuis le départ
- De la qualité du dépôt, dépend la qualité colorimétrique des LED



Evolution :

⇒ "Cup"

⇒ Conformal coating

⇒ Chip coating



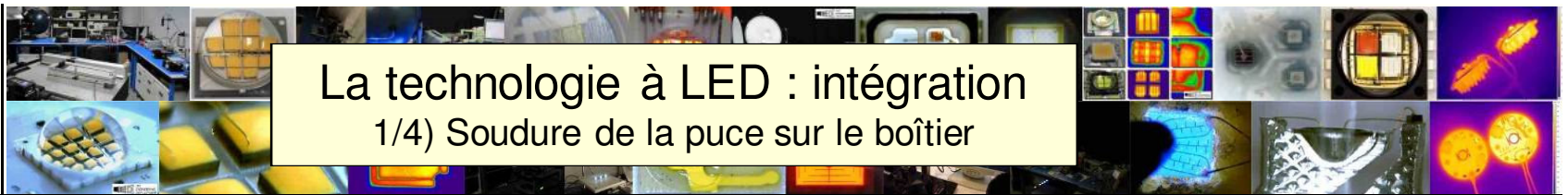
29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

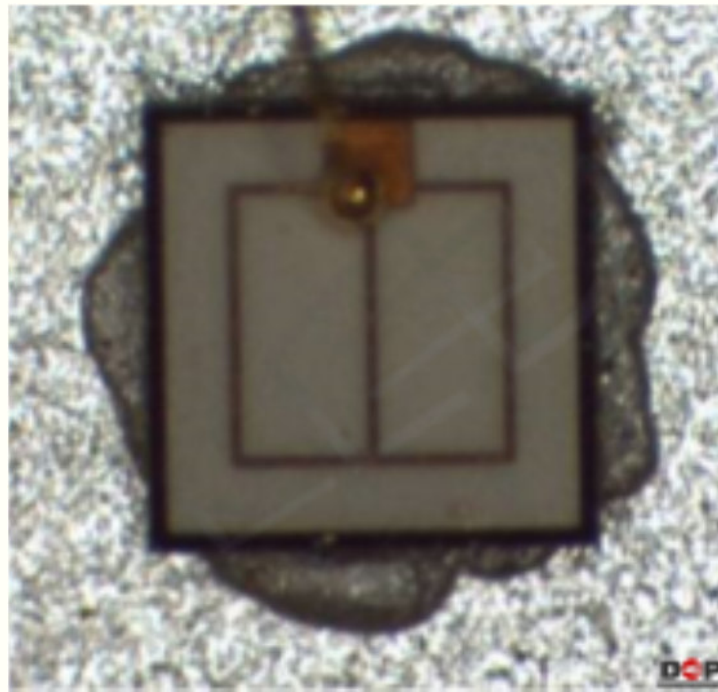
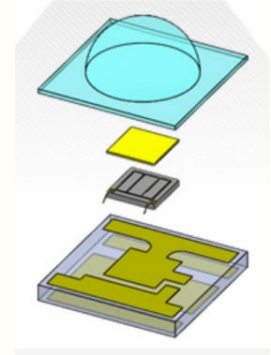


La technologie à LED : intégration

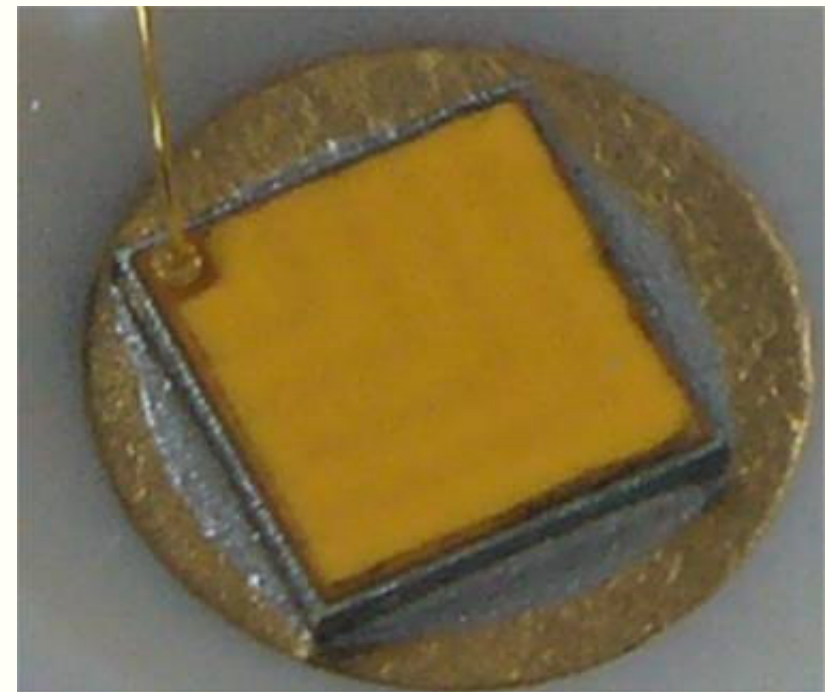
1/4) Soudure de la puce sur le boîtier

Étape cruciale pour limiter les pertes

- Va contribuer à la Rth de l'ensemble
- Définit la qualité d'un fabricant



Réalisé manuellement : LM



Automatisation

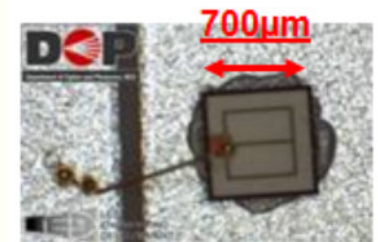
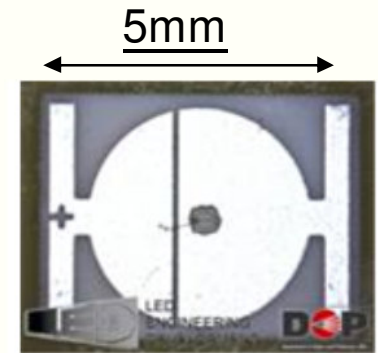
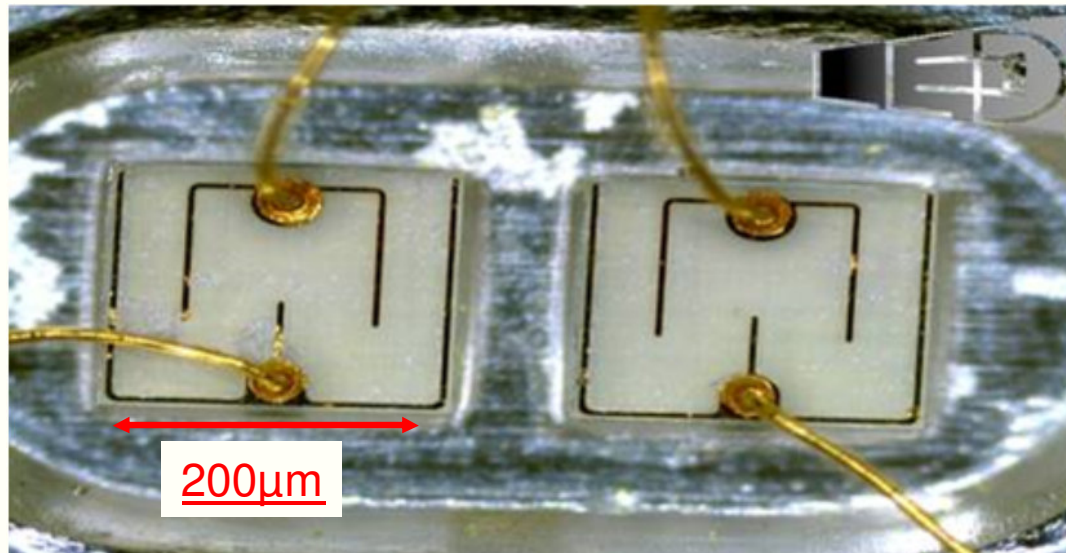


La technologie à LED : intégration

2/4) Bonding pour techno verticales

Bonding : alimentation de la puce

- Primordial pour la fiabilité des composants
- N'est pas présent pour les techno FlipChip
- 10 à 30 μ m de diamètre : or
- Noyé dans la résine de protection





29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

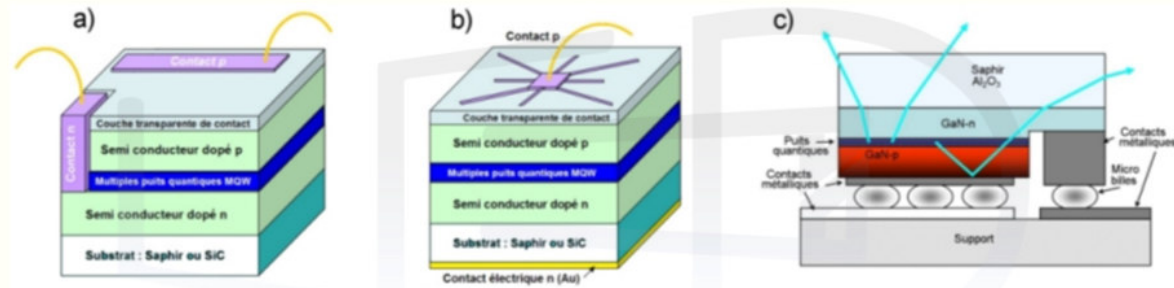
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

La technologie à LED : intégration

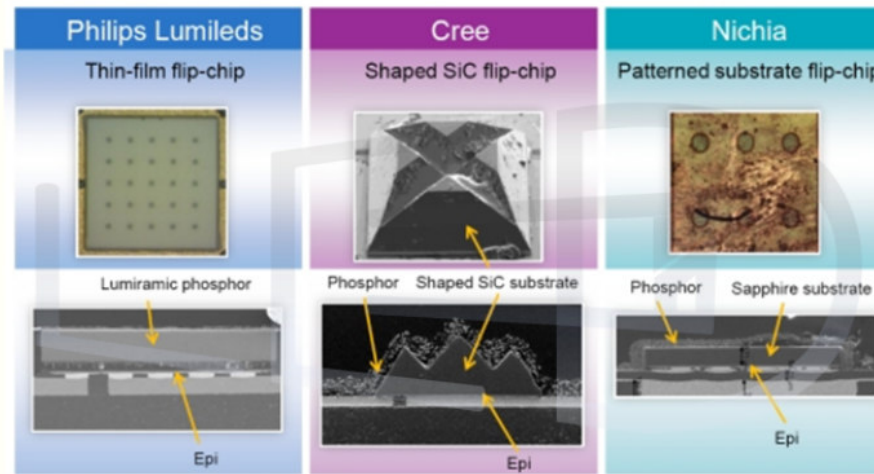
3/4) Technologies Flip-Chip

Rappel :



Pour les LED de puissance intermédiaire : latéral

Pour les LED de forte puissance, la technologie Flip Chip domine :



Craford - PHILIPS 50th-Symposium LED (Illinois USA 2012)



29 Jan.
2015

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

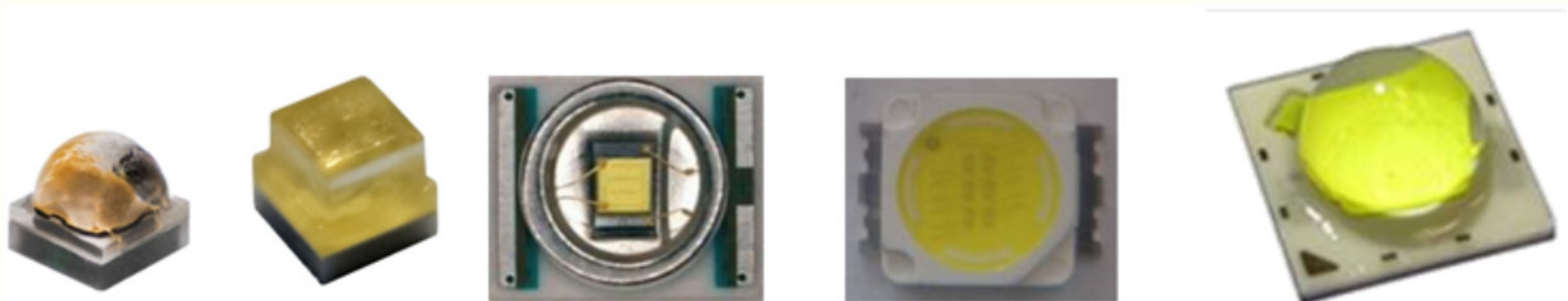
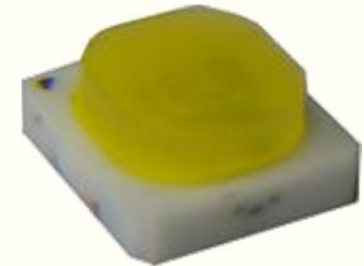
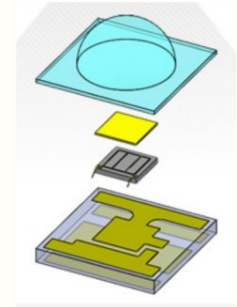
Tests et
Photométrie

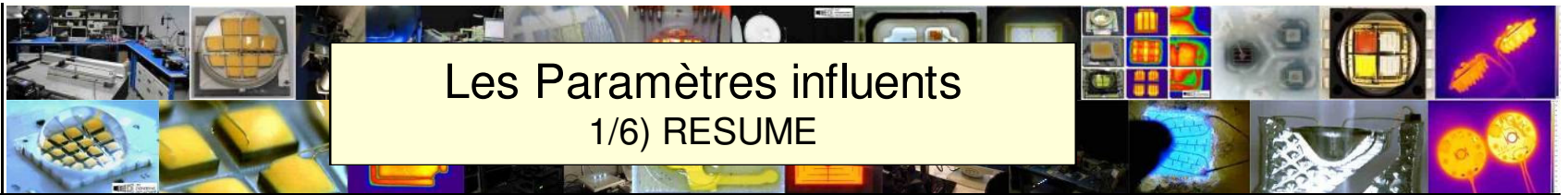
La technologie à LED : intégration

4/4) Protection / extraction lumineuse

Différents matériaux pour différentes applications

- Résines dures transparentes = protection accrue
- Résines / Silicones souples avec phosphore = grand angle d'émission
- Dôme silicone souple transparent = efficacité
- Résine noyant le phosphore en épaisseur fine = réduction des coût de fabrication
- Dôme en verre = efficacité





Les Paramètres influents

1/6) RESUME

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- La chaleur
- Le courant
- Le mode de pilotage
- L'humidité
- Matériaux incompatibles





29 Jan.
2015

Les Paramètres influents

2/6) La Chaleur

Présentation de L.E.D

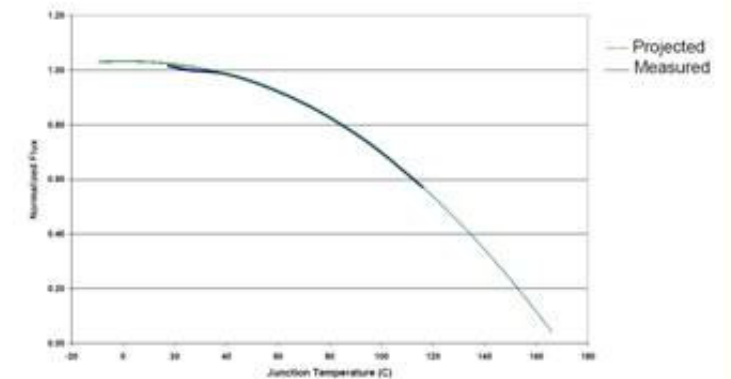
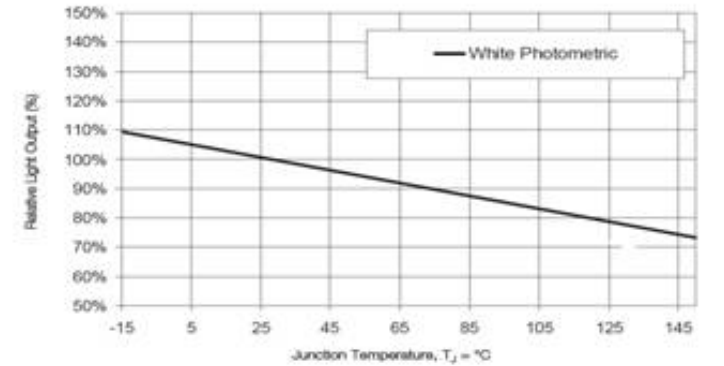
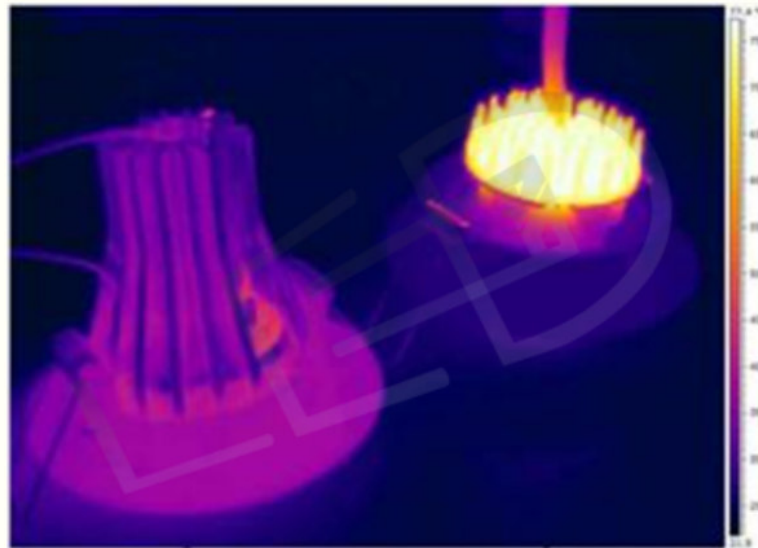
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

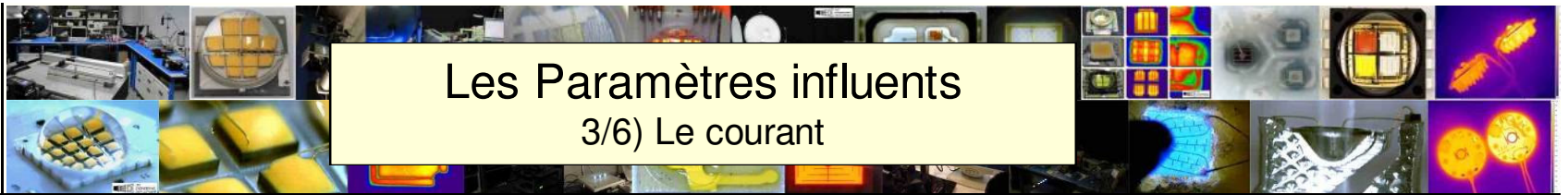
La baisse va dépendre

- Du type de LED
- De l'architecture interne (produit)
- Des perf. thermiques





29 Jan.
2015



Les Paramètres influents

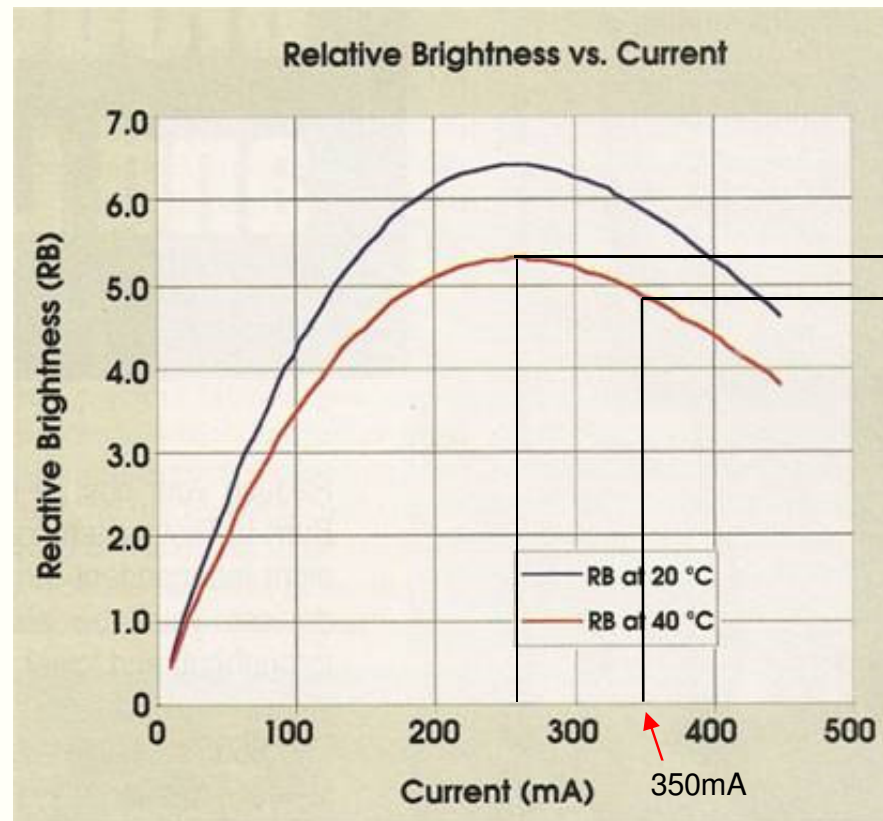
3/6) Le courant

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



↕ 9 – 10%

Photonic Spectra – juin 2007

L'Efficacité dépend du courant injecté dans les LEDs en passant par un optimum



29 Jan.
2015



Les Paramètres influents

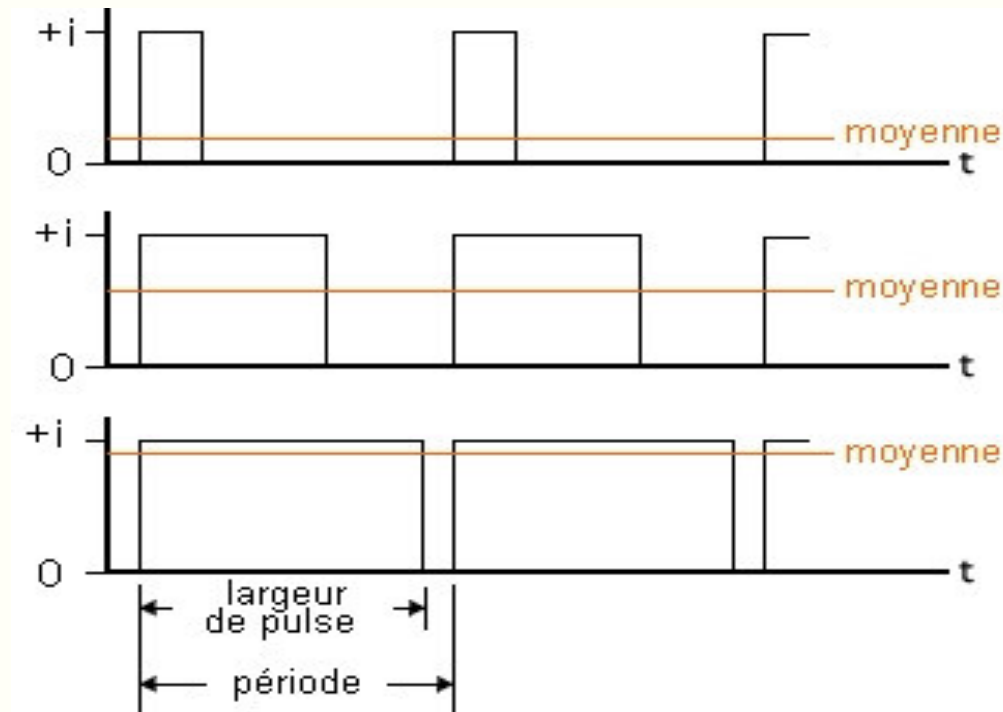
4/6) Le mode de pilotage

Présentation de L.E.D

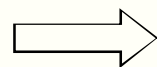
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Alimentation continue Vs PWM



En mode PWM :

- 1) Moins de dérives chromatiques
- 2) Efficacité supérieure



29 Jan.
2015



Les Paramètres influents

5/6) L'humidité

Présentation de L.E.D

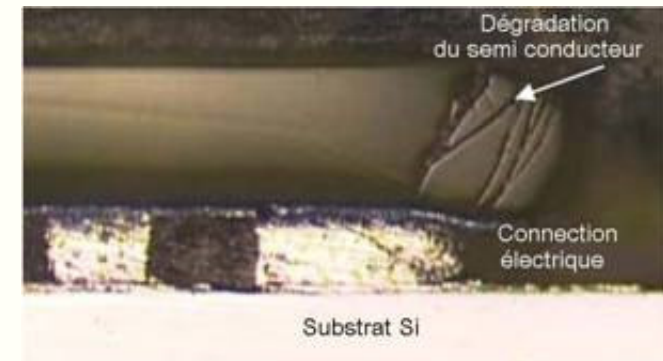
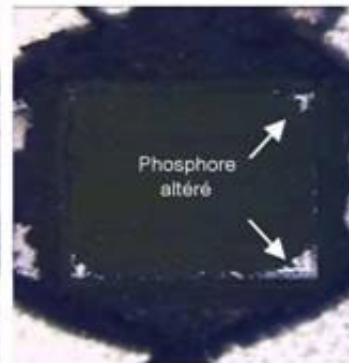
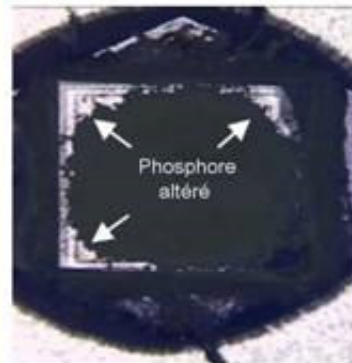
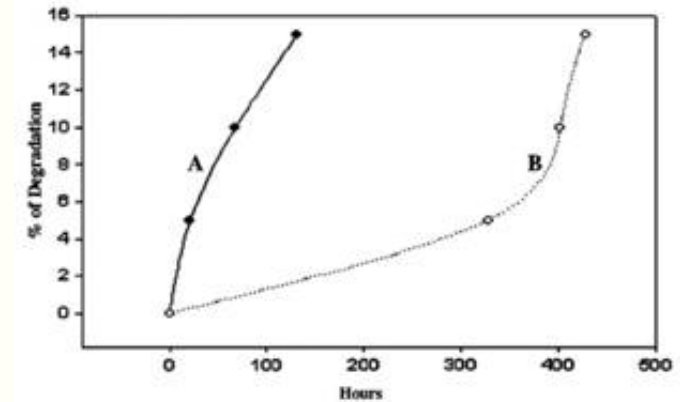
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

En atmosphère humide

- 1) Altération du phosphore
- 2) Dégradation de la puce





Les Paramètres influents

6/6) Matériaux incompatibles







Présentation de L.E.D

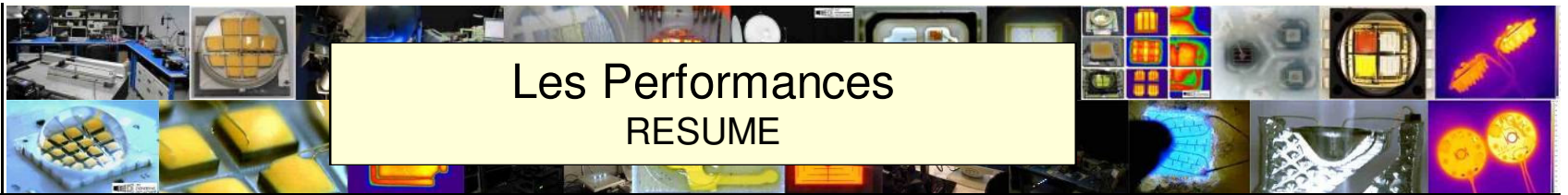
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Différents matériaux entrent dans la composition de fabrication des LEDs, notamment des silicones ou autres plastic souples. Certaines architectures de LEDs permettent l'insertion de ces composants

-  Fumées provenant de dérivés aromatiques carbonés
-  Composés cyanoacrylates
-  Formaldéhydes
-  Certaine graisse thermique à base de silicone
-  Utilisation de vernis acryliques
-  Alcool iso propylique



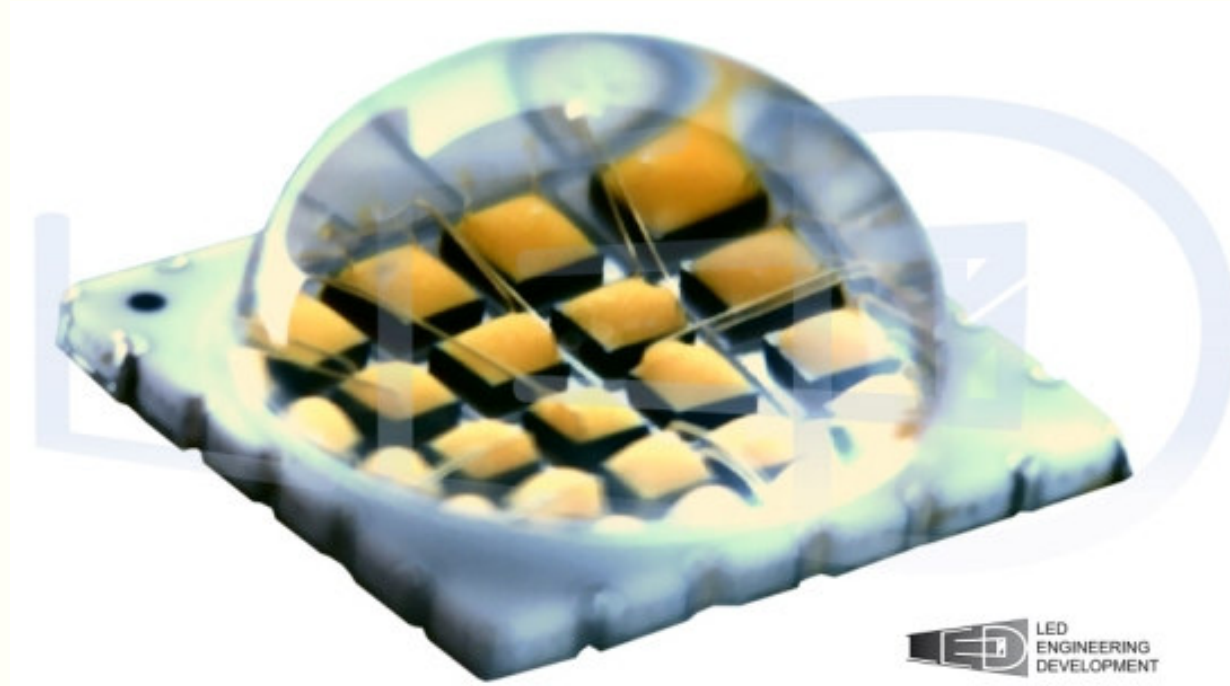
Les Performances RESUME

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Limites de la technologie
- Performances des composants disponibles en volumes
- Contexte économique – Marché
- Performances des systèmes d'éclairage
- Maturité et perspectives



29 Jan.
2015

Les Performances Limites de la technologie

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Blue chip 460nm + YAG

Spectral Lumen Equivalent : LE

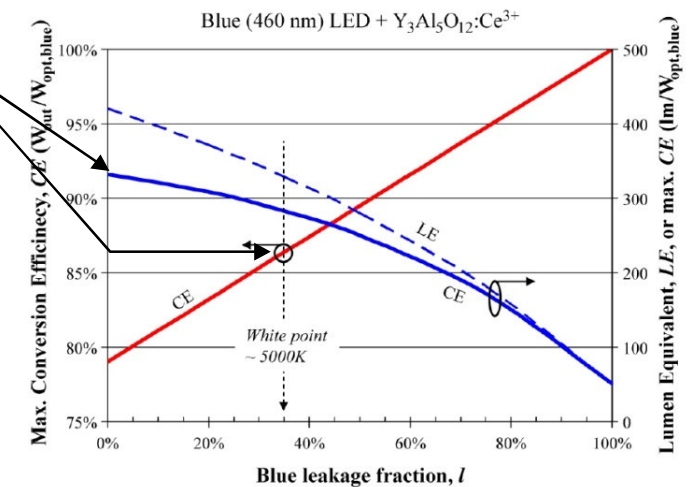
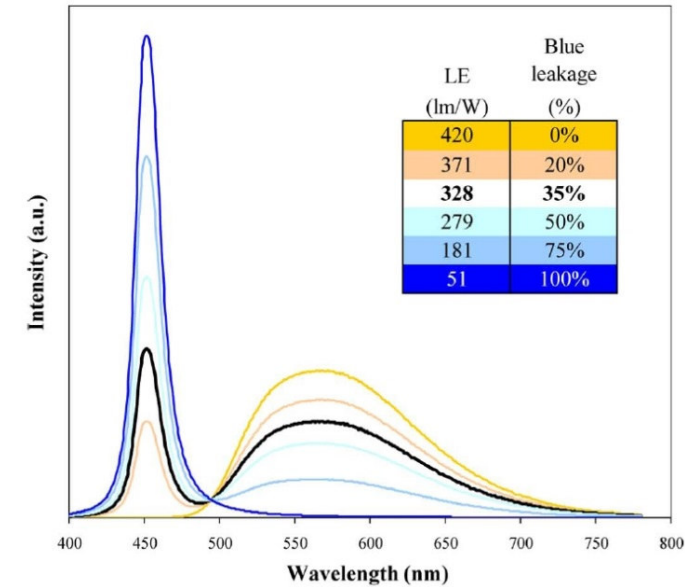
We have :

- Max conversion Efficacy = $330 \text{ lm/W}_{\text{opt}}$
- Conversion Efficacy for 5000°K = $289 \text{ lm/W}_{\text{opt}}$

BUT.....

- Conversion from electron to photon is today :
60 – 75%

Potential Efficacy $\Rightarrow 170 - 210 \text{ lm/W}_{\text{elec}}$



Michael R. KRAMES - IEEE



29 Jan.
2015



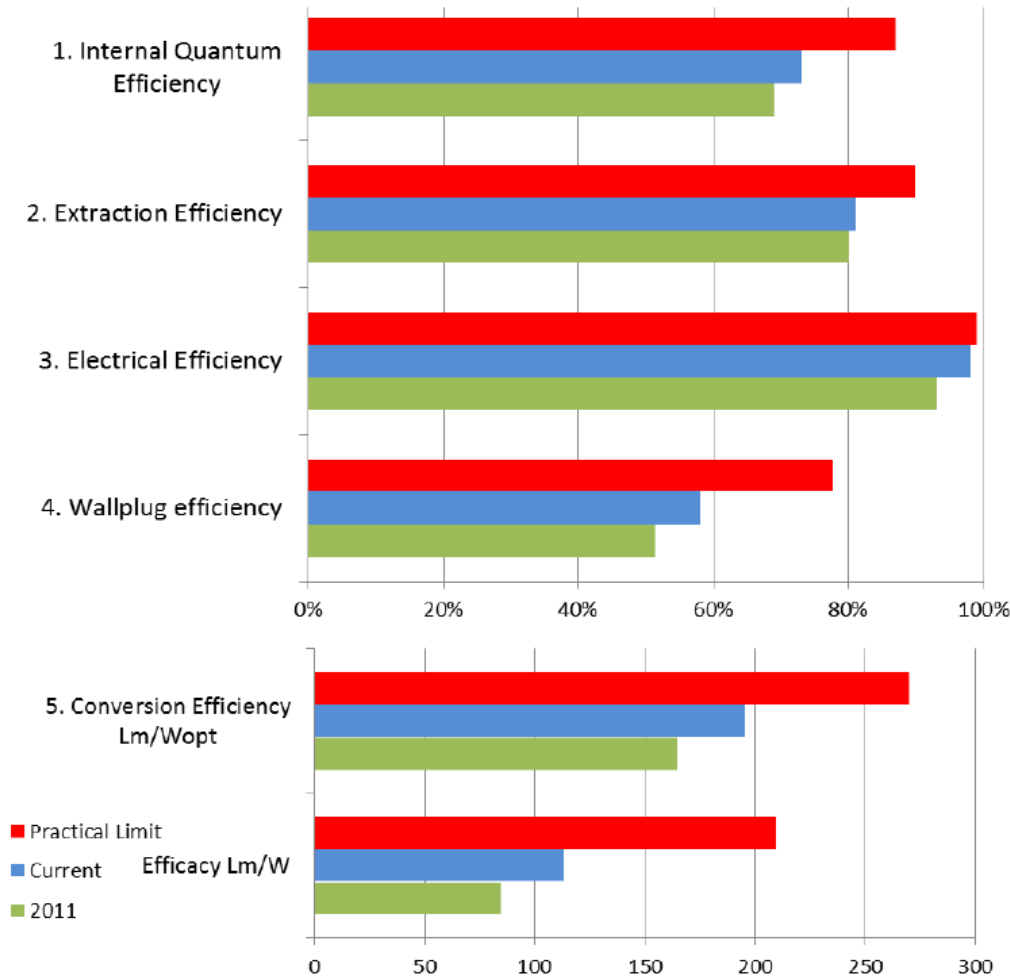
Les Performances décomposition des pertes

Présentation de L.E.D

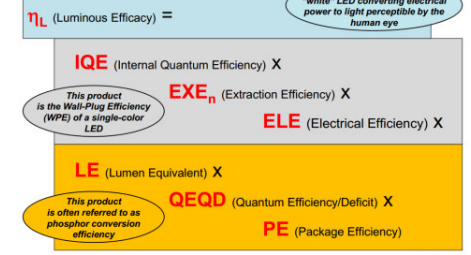
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



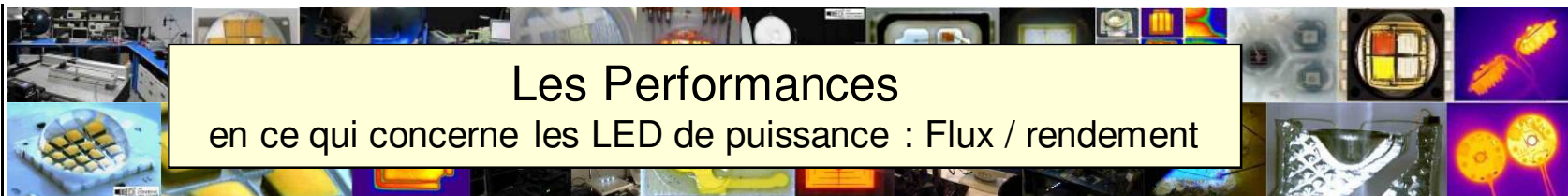
Luminous efficacy defined



Craford - Illinois LED Symposium October 24, 2012



29 Jan.
2015



Les Performances

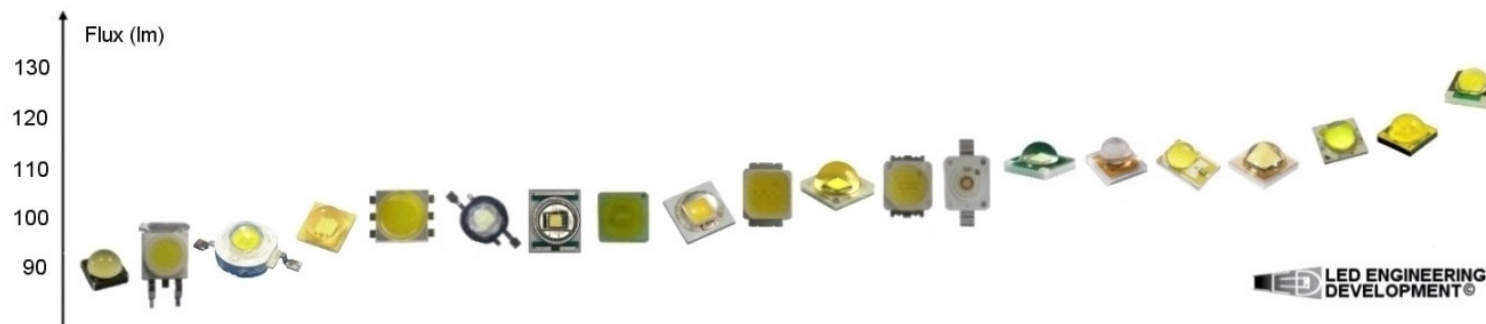
en ce qui concerne les LED de puissance : Flux / rendement

Présentation de L.E.D

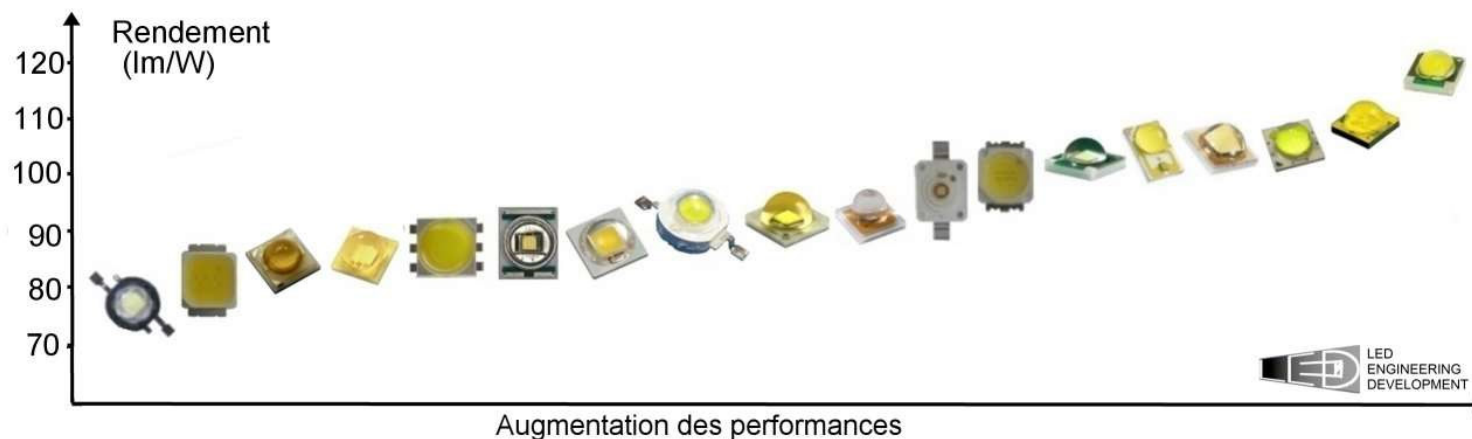
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



110 - 140lm par LED - 4000K @ 25°C de jonction (parfois 85°C)
+ 10-15% @ 4500-5000K
- 5-10% @ 3000K



100-140lm/W - 4000K @ 85°C – 0,5USD (100Kpcs)



29 Jan.
2015

Les Performances

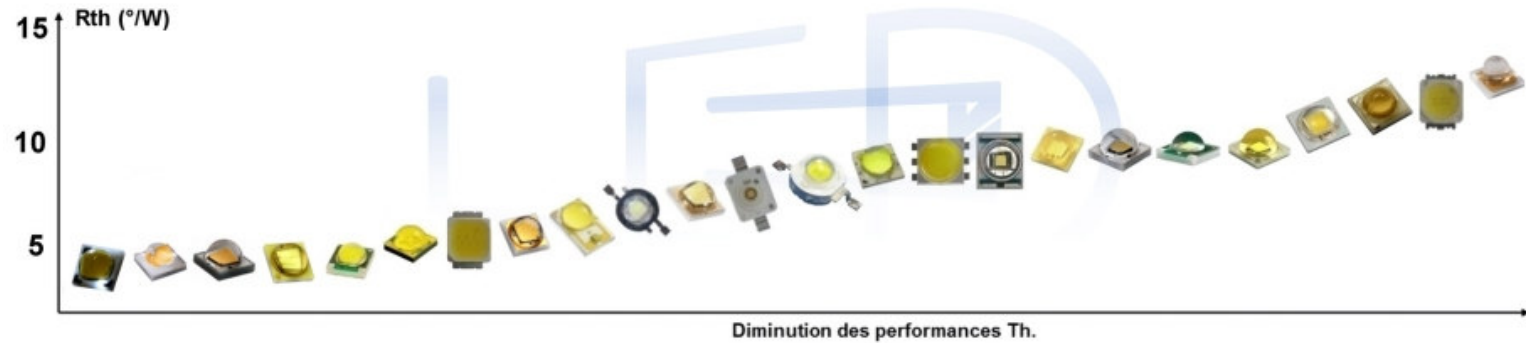
en ce qui concerne les LED de puissance : Résistance th.

Présentation de L.E.D

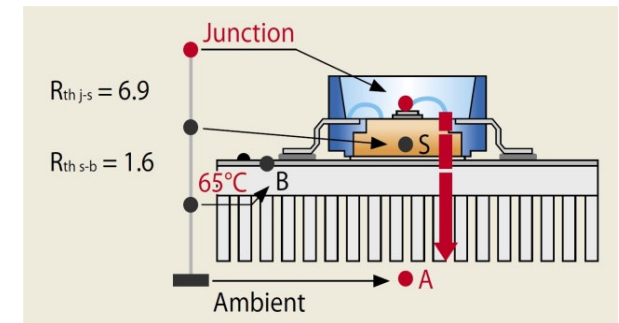
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- 1) La R_{th} , c'est la capacité d'extraire
La chaleur du semi-conducteur
- 2) Très important à fort courant
La puissance thermique étant importante dans ce cas
- 3) Le plus souvent, ce paramètre n'est pas constant avec la temp.
Il augmente en général avec la température : importance du design





29 Jan.
2015



Les Performances en ce qui concerne les LED « Mid-Power »

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- 20lm (60mA) à 45lm (120mA)
- 80 – 140 lm/W (à courant “raisonnable”)
- 2700-5000K disponible
- IRC 80 min
- $R_{th} = 15-70^{\circ}/W$
- 0,03 – 0,11€/pc pour 100Kpcs



Les Performances Résumé

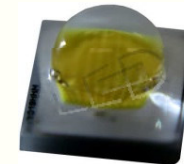
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Efficacité 1W > 120-140lm/W en blanc neutre
- Efficacité Mid-Power >140lm/W en blanc neutre
ATTENTION aux températures de fonctionnement
- Efficacité 1W > 170lm/W en blanc froid
- Angle d'émission > 110°
- Température de jonction >150°C (1W)
- IRC > 85 (>90 voir >95 disponible parfois pour les COB)
- Prix < 0,35€/100lm en 1W - 350mA
- Prix < 0,2€/100lm en Mid-Power – 30-60mA
- Durée de vie > 40000h





29 Jan.
2015

Contexte technologique

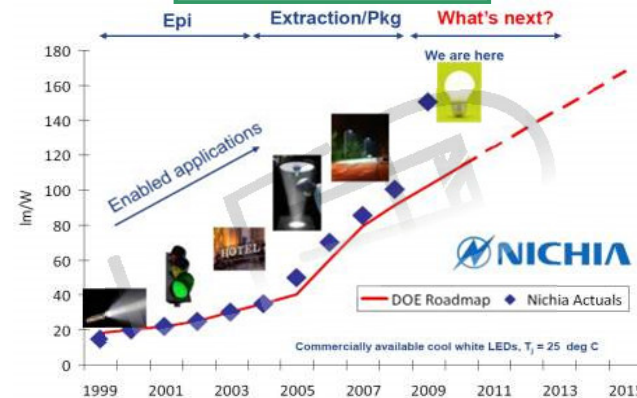
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

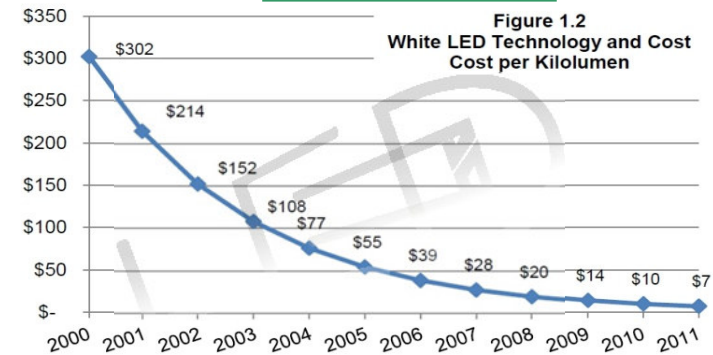
Tests et
Photométrie

Santa Clara 2012



High Efficiency

SIL report 2012



+ Low price

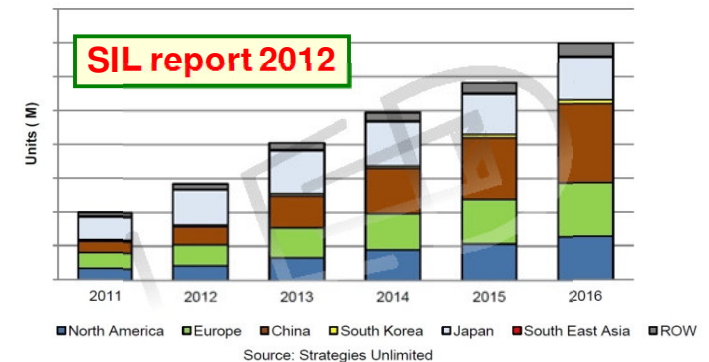
Get all the Lumens You are Paying For



Taipei
Nov 2012

+ High resistance

SIL report 2012



= Increase sales



29 Jan.
2015

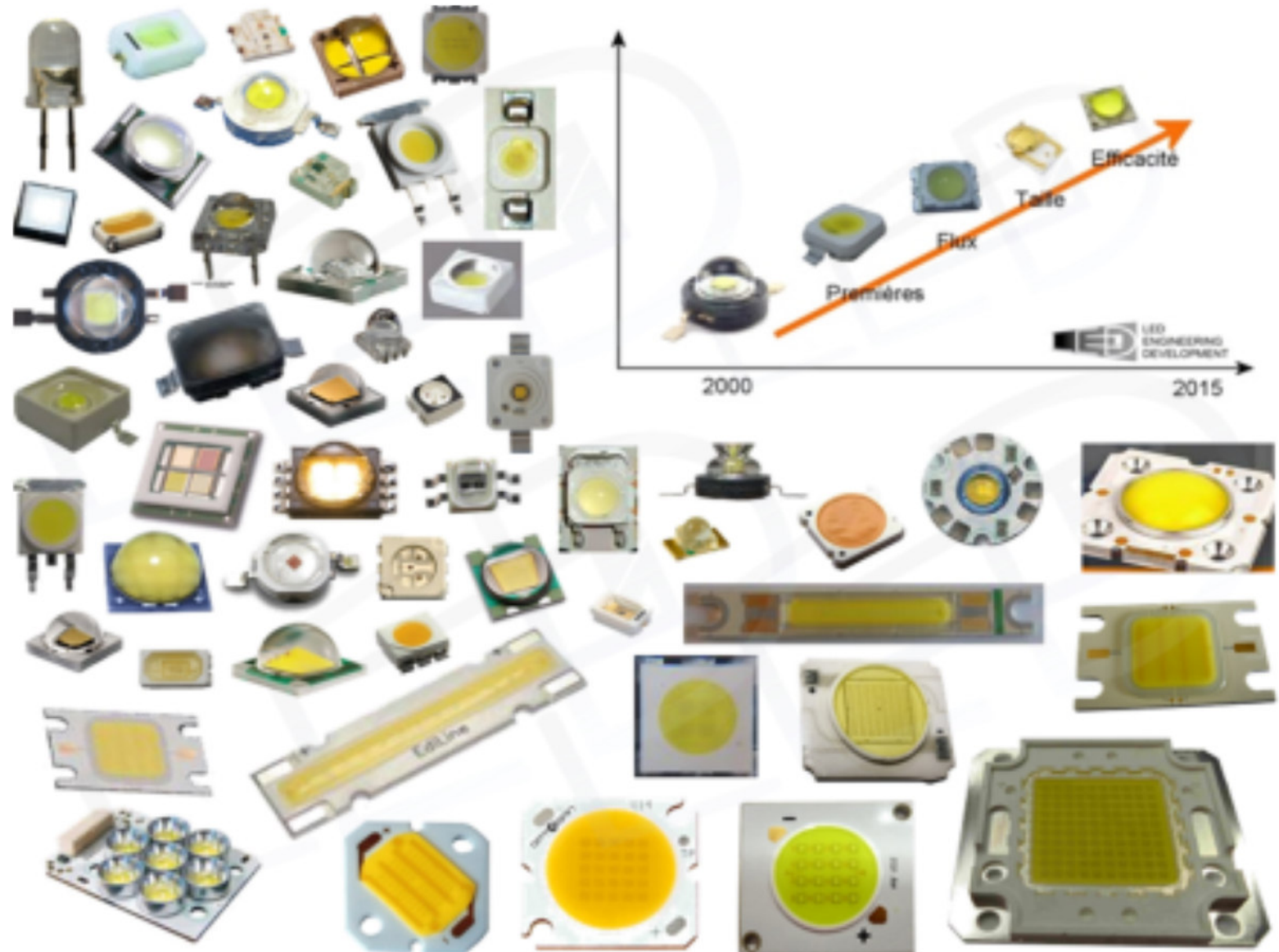
Marché des LED

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie





29 Jan.
2015

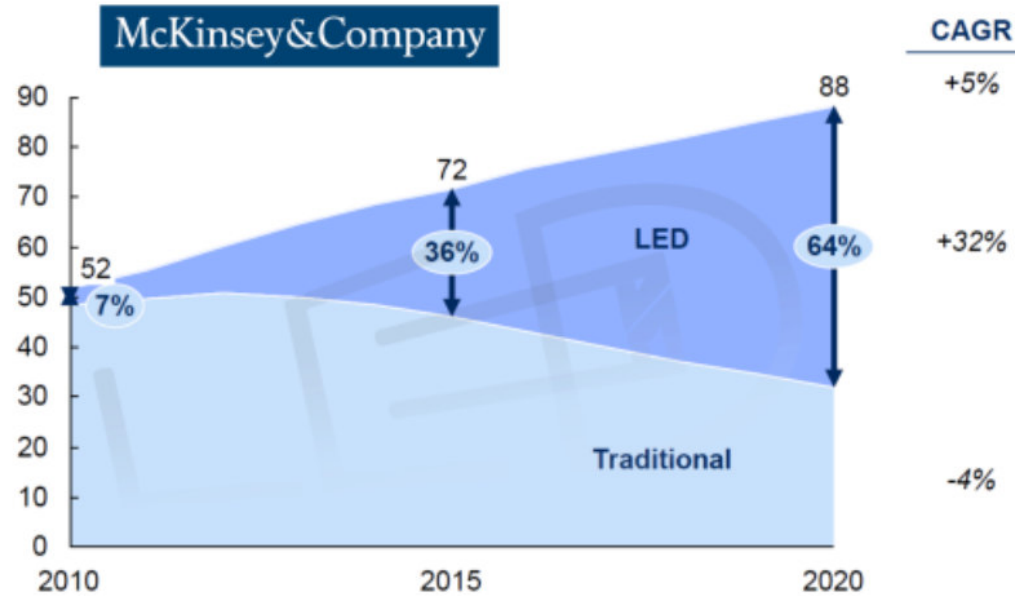
Marché des LED

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

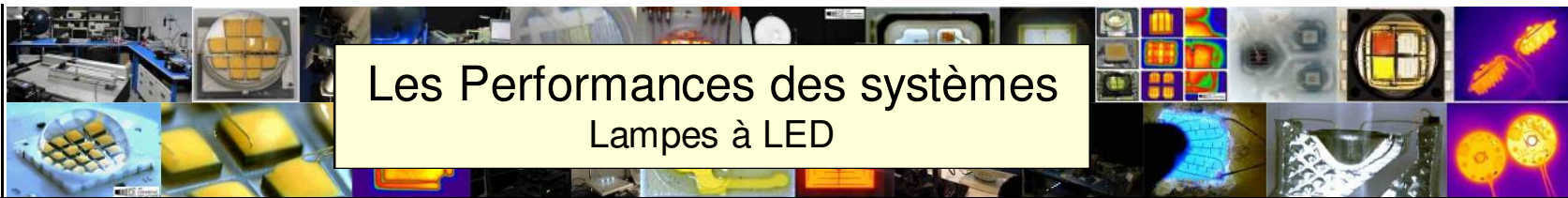
Tests et
Photométrie



- 1) Dans le monde, le taux de pénétration est de 25 à 35%
- 2) En France, le taux de pénétration suivant les domaines est plutôt autour de 10 à 20%
- 3) Dans les 5 prochaines années 1 produit vendu sur 2 sera à LED



29 Jan.
2015



Les Performances des systèmes Lampes à LED

Présentation de L.E.D

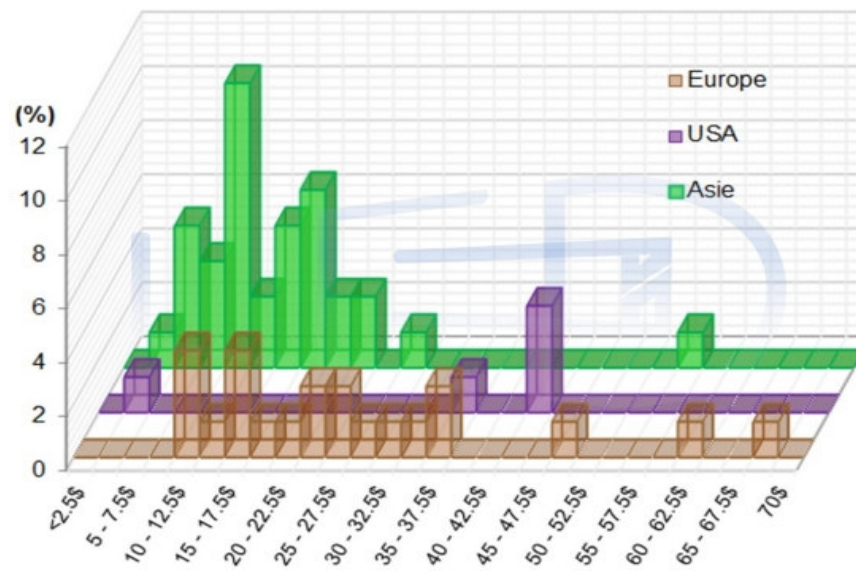
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Les rendements : de 40 à 100 lm/W (3000K)
- IRC de 60 à plus de 90
- 6000 - 25000h
- Prix : [3\$ - 45\$]

Statistical prices distribution of tested LED lamps



LpS 2013
LED SYMPOSIUM
+ EXPO

LED Lighting
Technologies
International Wiring Approaches

24-26 SEPT 2013
BREGENZ | AUSTRIA

Strategies in Light.
15TH ANNIVERSARY

FEBRUARY 25-27, 2014 ■ SANTA CLARA, CALIFORNIA
SANTA CLARA CONVENTION CENTER ■ WWW.STRATEGIESINLIGHT.COM





29 Jan.
2015

Les Performances des systèmes Tubes à LED

Présentation de L.E.D

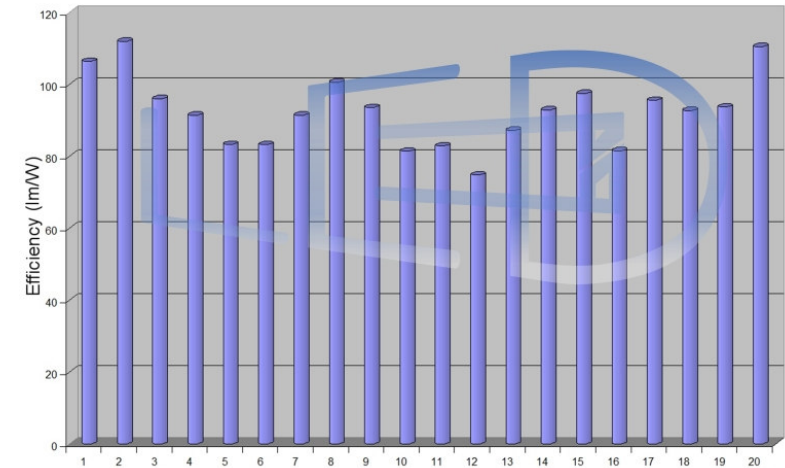
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Tubes à LED



- Les rendements : de 70 à 140 lm/W (4000K)
- IRC de 60 à plus de 90
- 6000 - 20000h
- Prix : [18€- 35€] pour 10Kpcs



Les Performances des systèmes Down-light

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

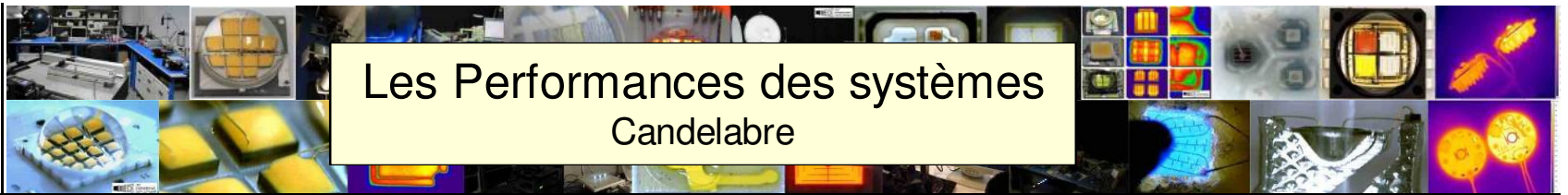


Down light en remplacement des fluo compactes 18W

- Rendements des systèmes de 50 à 100 lm/W (3000-4000K)
- IRC de 70 à 90
- Durées de vie (électronique comprise) comprises entre 15000 et 35000h
- Prix des modules intégrés au luminaire : [20 ; 45] €



29 Jan.
2015



Les Performances des systèmes Candelabre

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Photométries validées aux regards des normes en vigueur
- Rendements $>120\text{lm/W}$
- Coûts accessibles en 2013 (Tête lumineuse = 250\$ à 900€HT)



29 Jan.
2015



Maturité et perspectives

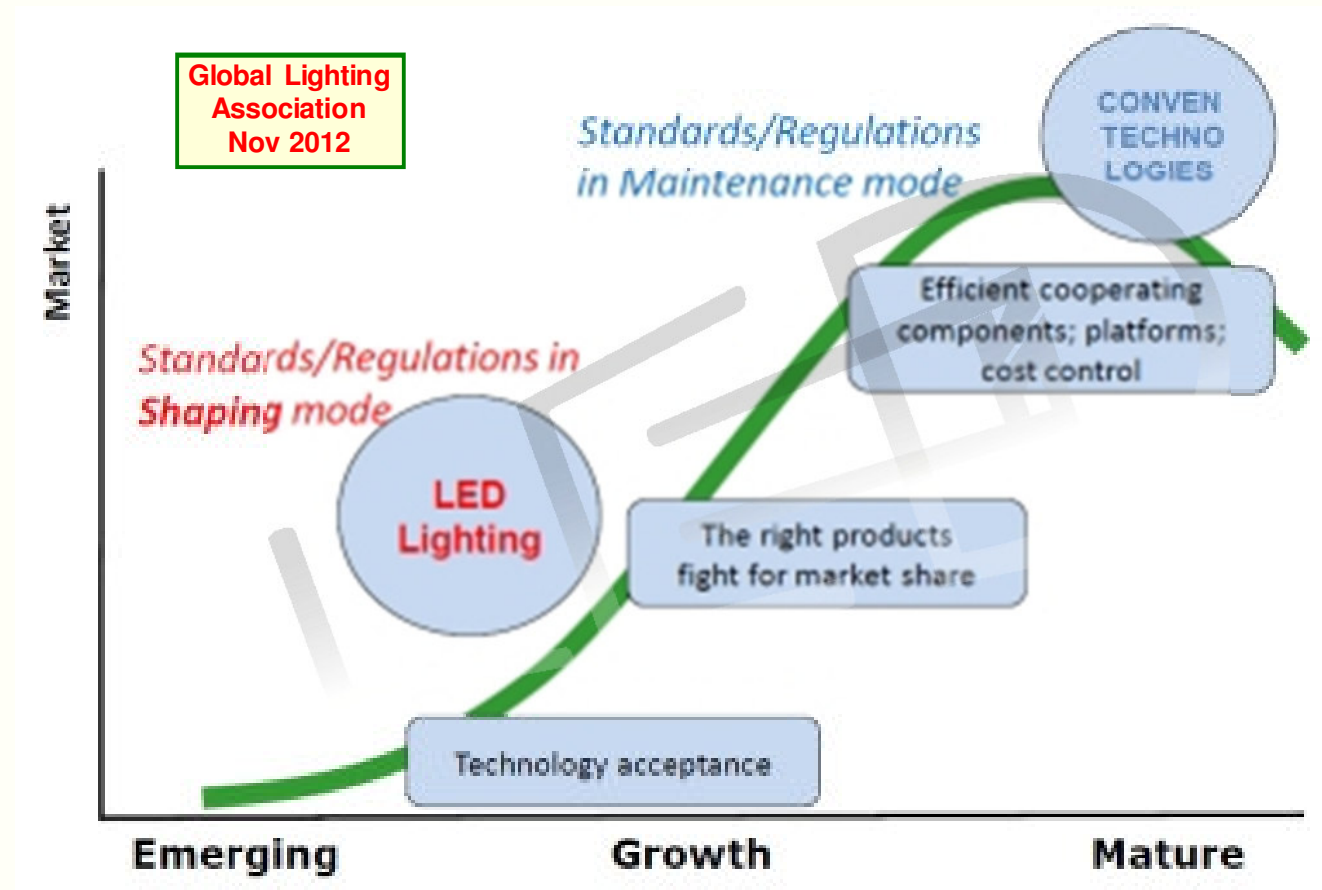
Maturité

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- ➡ Depuis 2009, de nombreuses applications intègrent des LED
- ➡ L'aspect modulaire sera un point clé pour les années à venir



29 Jan.
2015

Maturité et perspectives Progrès réalisés – Nouvelles techno

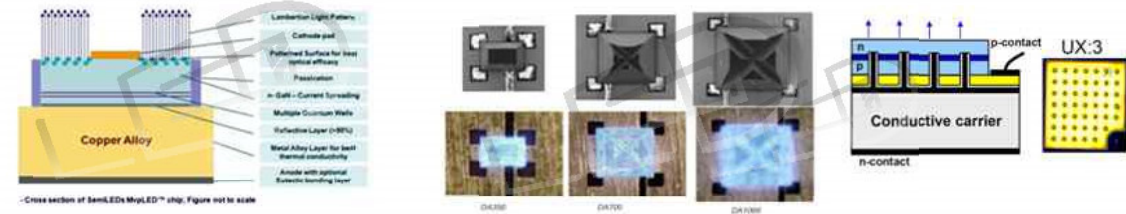
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

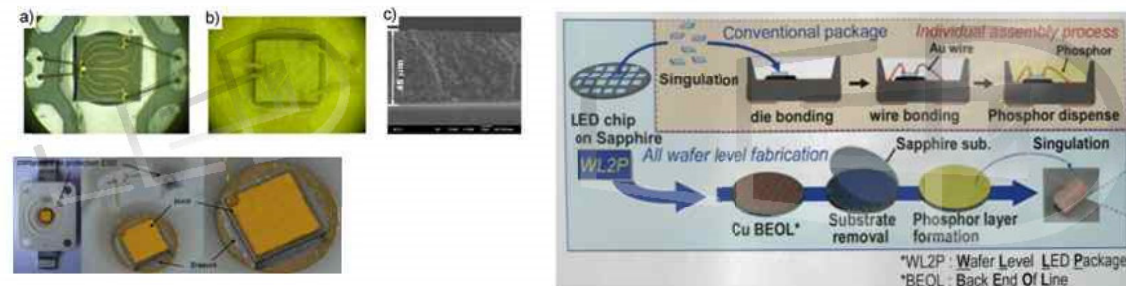
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

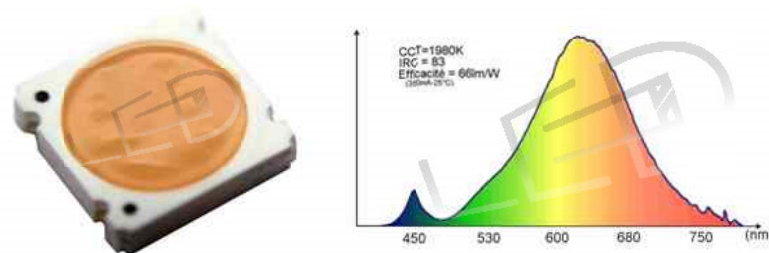
Au niveau de
la puce



Au niveau du
dépôt de
luminophore

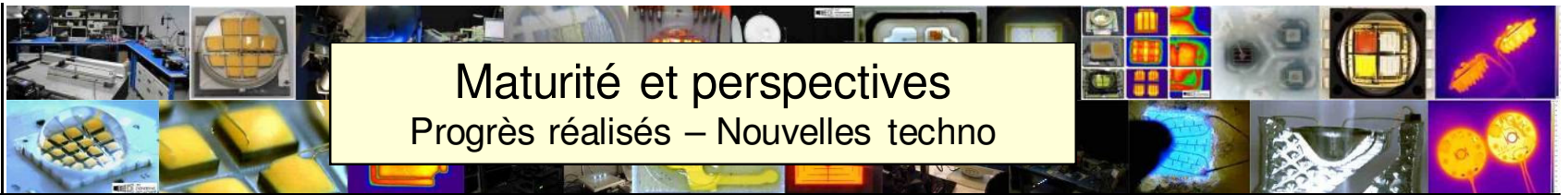


Au niveau du type
et de la qualité
du luminophore





29 Jan.
2015



Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Types de boîtier : plastique - céramique
- Taille des puces : 100µm de côté à plus de 1400µm
- Type d'alimentation du semi-conducteur
- Optique primaire





29 Jan.
2015



Maturité et perspectives Technologies en cours de développement

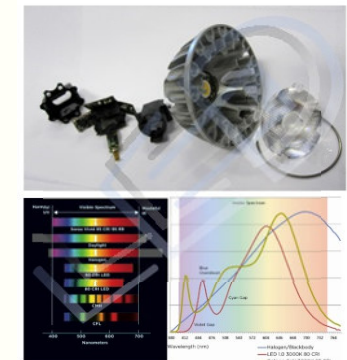
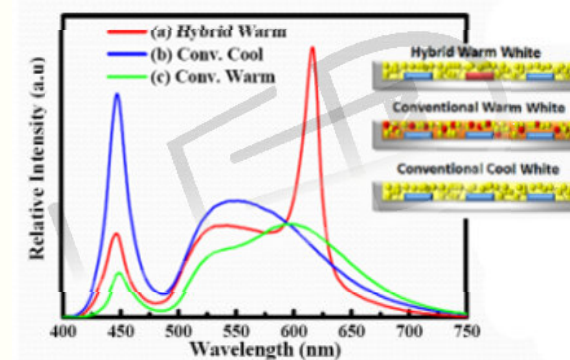
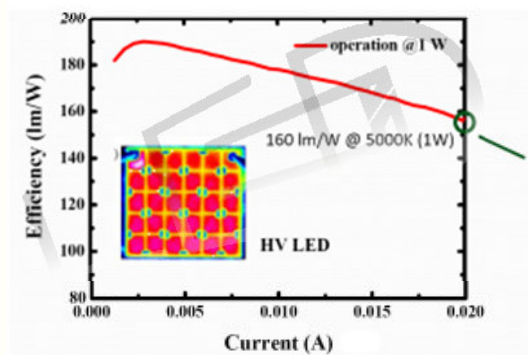
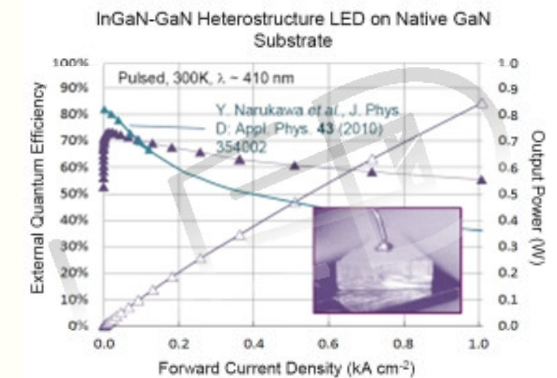
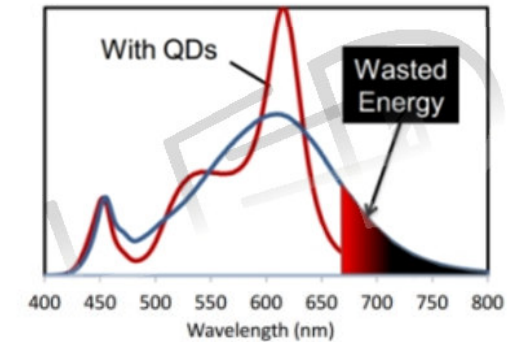
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Quantum Dots
- Nouveaux substrats
- LED hybrides
- Technologie AC
- Nouveaux processus
 - Nouveaux Luminophores
 - Nano techno : nano fils





29 Jan.
2015

Quel futur pour les LED ?

Les prévisions 2015 – 2017 : dispo à la vente

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

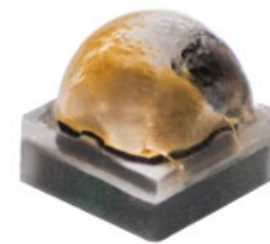
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- LED « mid-power » dans de nouveaux domaines

- LED super-Luminescente (> 500-1000 lm /puce)

- COB plus compacts (> 1000 à 2500 lm / cm²)

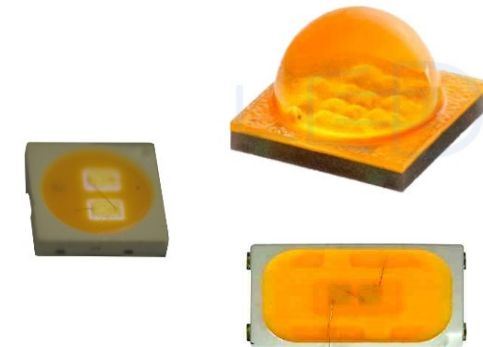


- Boîtier de LED réduits à leur plus simple expression

- Chip On Board (COB) Miniature

- LED en mode DC (jusqu'à 50V et +)

- LED Super luminescentes





29 Jan.
2015

Quel futur pour les LED ?

Les prévisions 2015 – 2017 : dispo à la vente

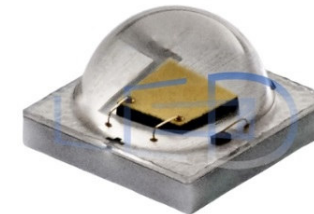
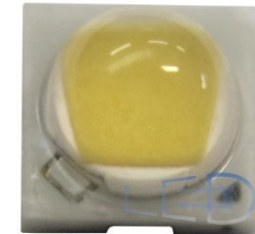
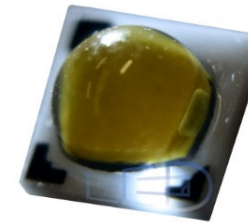
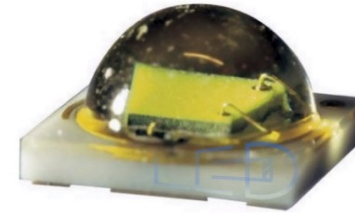
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Efficacité $> 140\text{-}170\text{lm} / \text{W}$
(en blanc neutre / chaud)
- Flux lumineux $> 600\text{lm}$
par composant (voir plus avec
les récents « COB miniature »)
- IRC > 90 (>95 en COB)
- Durée de vie $> 60000\text{h}$
- $100\text{lm} (@350\text{mA}) < 0,35\text{€}$
(pour 10-50Kpcs)
- $100\text{lm} (@150\text{mA}) < 0,1\text{€}$
(pour 100-500Kpcs)





29 Jan.
2015



Maturité et perspectives

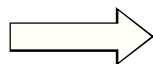
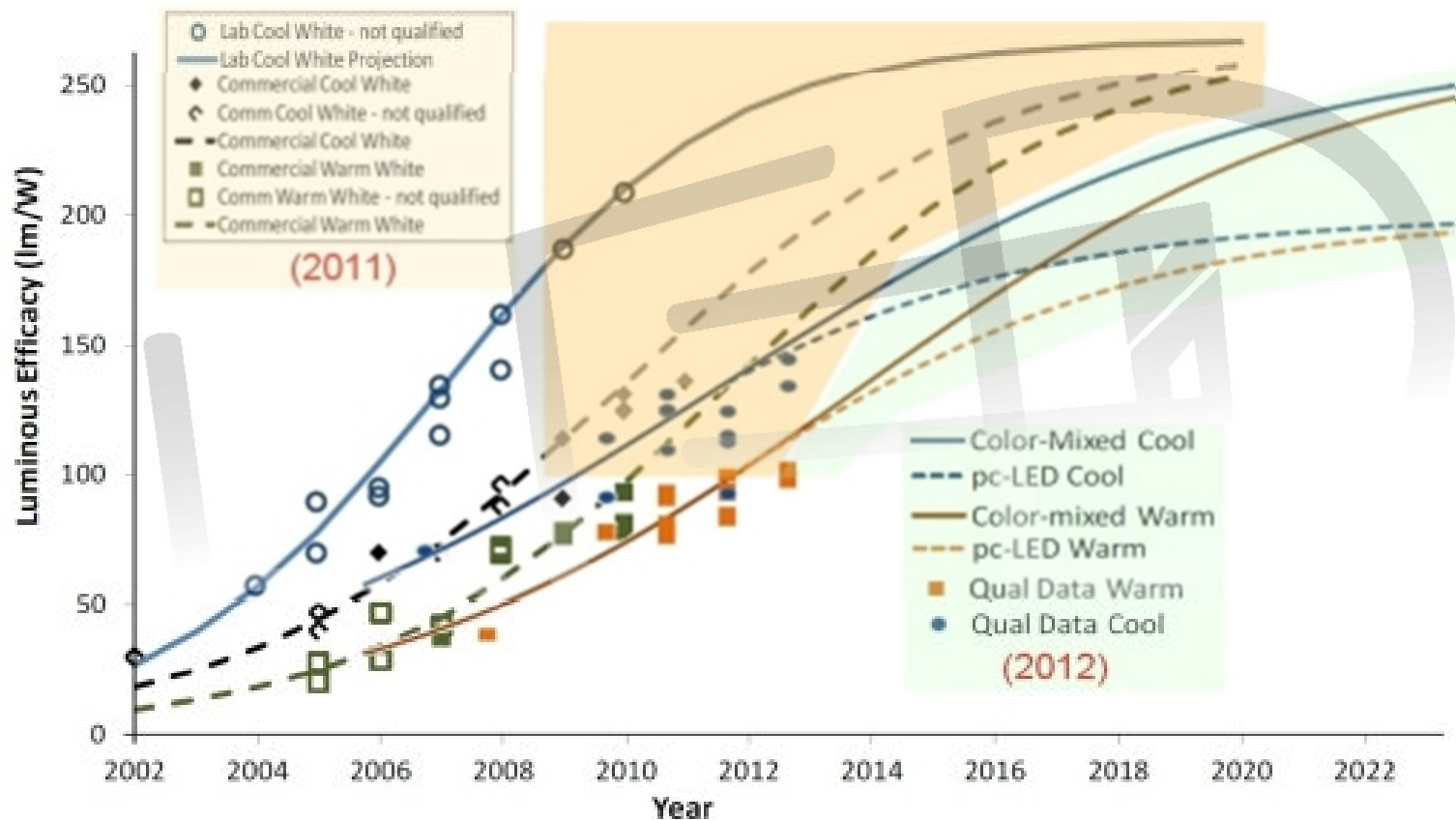
Attention aux prévisions.... Pas simple !

Présentation de L.E.D

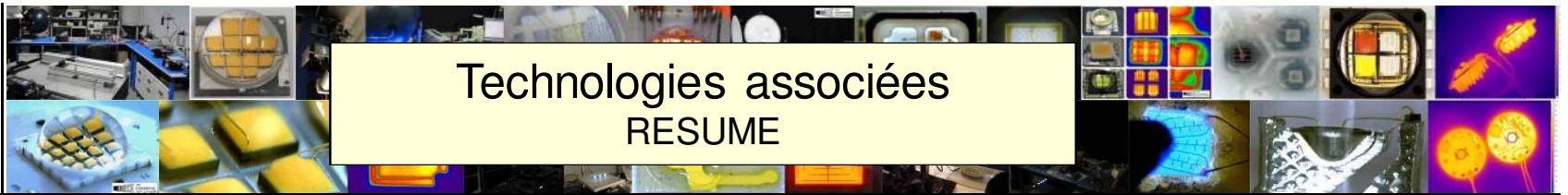
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



Question : Quelle est notre marge de progression ?



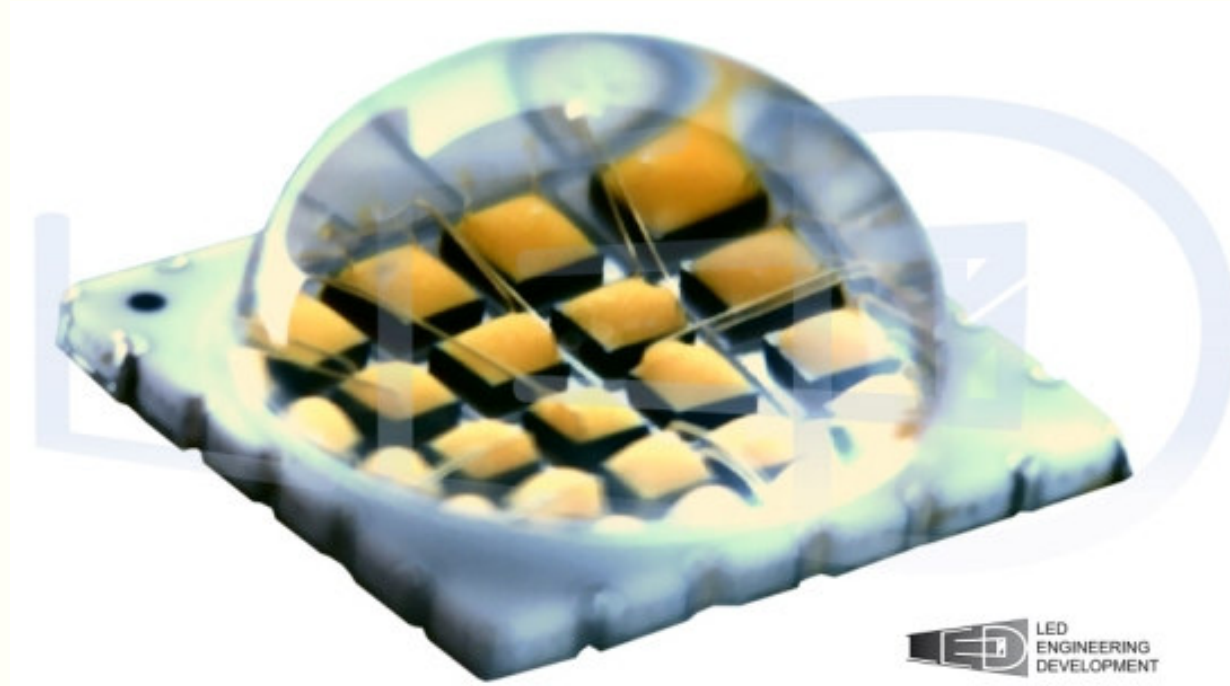
Technologies associées RESUME

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Performances variables et pas toujours disponibles
- Gestion de la température
- Méthodes d'alimentation
- Choix des technologies de circuits
- Optiques secondaires
- Mécanique et dissipation
- Conseils en intégration



Technologies associées

Performances variables – disponibilité des informations – 1/2

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Informations nécessaires voir indispensables

- *Flux et/ou intensité à courant nominal/maximal*
- *Tension de fonctionnement = V_f à courant nominal (p155)*
- *Dérive chromatique en fonction de la température et du courant*
- *Résistance thermique (valeur max) et condition de la valeur*
- *Tri en flux/intensité et en couleur disponible*
- *T_j max*
- *Composant de protection (diode Zener)*
- *Plage d'utilisation Courant = $f(T^{\circ}C)$*
- *Évolution du $V_f = f(T^{\circ}C)$*
- *Baisse de flux en fonction de la température*
- *Durée de vie en fonction de T_j*
- *Profil de température de soudure*
- *Diagramme d'émission de la LED*
- *Type de puce et/ou origine de la puce*
- *Classification norme photo biologique (62471)*



Technologies associées

Performances variables – disponibilité des informations – 2/2

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

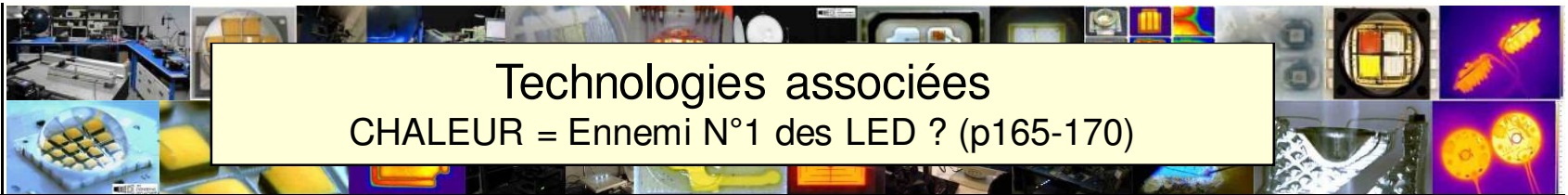
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

État de l'art des informations constructeurs pour les LED :

- Performances optiques à 25°C : OK à 100%
- Précision sur les mesures + Binning : OK à 100%
- Dérives en flux Vs Tj : OK à 100%
- Performances thermiques : OK à 80%
- Dérives colorimétriques Vs température/courant : OK à 50%
- Durées de vie Vs Tj : OK à 30%
- Données sur la durée de vie basées sur tests réels : OK à 15%
- Transparence sur les tailles des puces (l acceptable) : OK à 10%

- ⇒ *Intégration des LED dans les systèmes d'éclairage = complexe*
- ⇒ *Nécessité de connaître les performances
à Tj = 50, 75 voir 100°C*
- ⇒ *Tests des systèmes développés à température de jonction connue*



Technologies associées

CHALEUR = Ennemi N°1 des LED ? (p165-170)

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

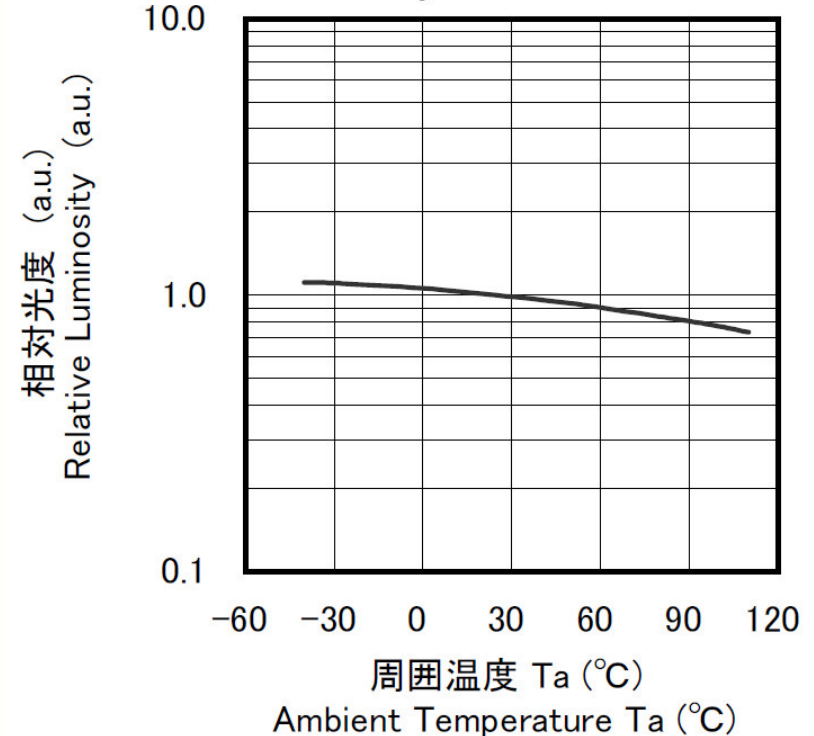
Tests et
Photométrie

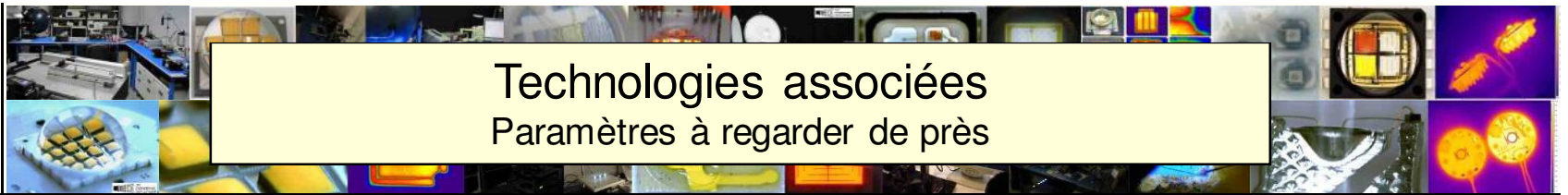
Une chaleur trop importante

- Réduit le flux en temps réel
- Fait dériver la colorimétrie
- Fait chuter le rendement
- Diminue la durée de vie
- Amplifie les pertes
- Augmente la résistance Th .
- Influence différemment les couleurs : rouge + sensible

■ 周围温度-相对光度特性
Ambient Temperature vs.
Relative Luminosity

$I_{FP} = 20\text{mA}$





Technologies associées

Paramètres à regarder de près

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

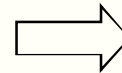
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

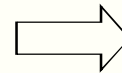


Nous constatons que

- *La gestion thermique est primordiale (p165)*

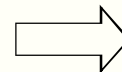


Pourtant les valeurs de résistance thermique sont souvent des données typiques (max = ?)



Pour ces mêmes valeurs de résistance thermique, peu d'info lorsque T_j augmente

- *Le besoin de flux est important dans l'application finale (à T_j « Réelle »)*



Beaucoup de fabricants spécifient leurs LED sur la base de mesures impulsionsnelles à $T_j=25^{\circ}C$



Technologies associées

Modes d'alimentation

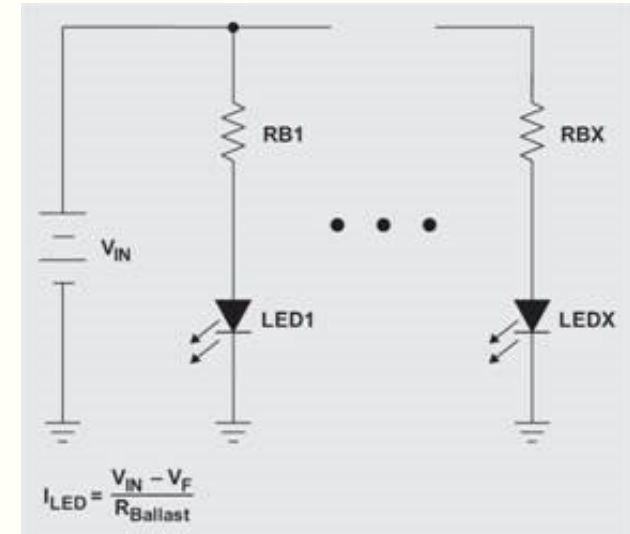
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

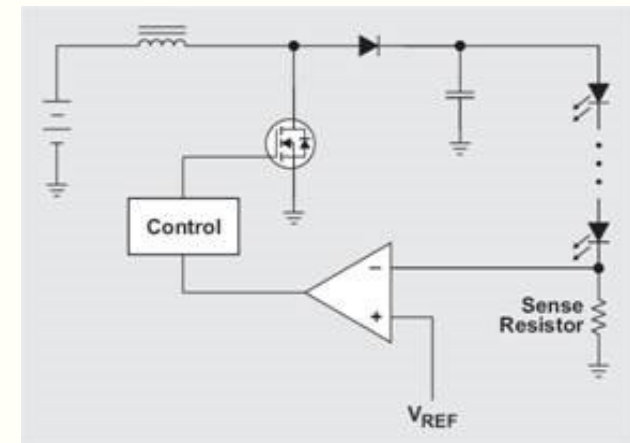
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

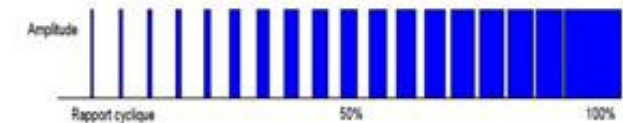
- *Pilotage en tension : dérive en i*
(p153 – Fig.8.4)



- *Pilotage en courant*
 - *Mode continu (DC)*
 - *Mode pulsé (PWM)*



DEMO





Technologies associées

Circuits imprimés : différentes technologies

Présentation de L.E.D

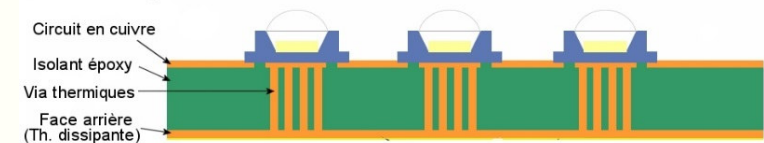
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

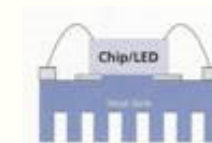
Les technologies « traditionnelles »

- *FR4*
- *FR4 + via thermiques*
- *Support Aluminium*



Les technologies « récentes »

- *Dissipateur alu/céramique*
- *PCB FR4 multicouche / Alu*
- *PCB FR4 multicouche / encre thermique*





29 Jan.
2015

Technologies associées

Optiques secondaires : Lentilles, réflecteurs, diffusants

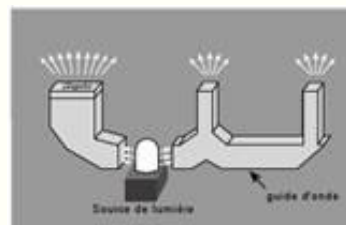
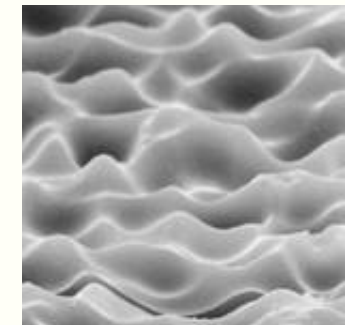
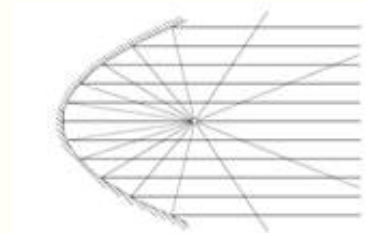
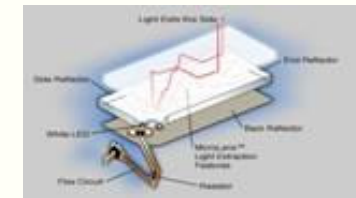
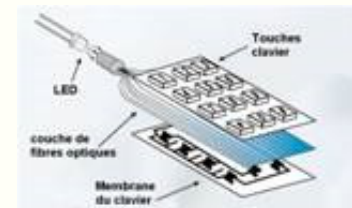
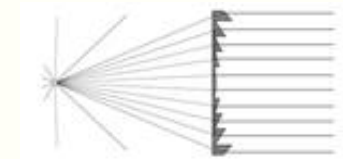
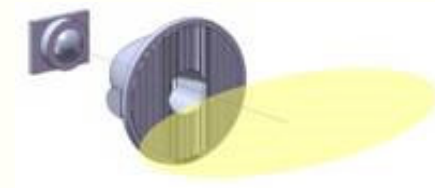
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Lentilles « standard »
- Lentilles spécifiques
- Faisceaux coniques ou ovales
- Fibres optiques
- Diffusants micro structurés
- Réflecteurs
- Films micro structurés
- Guide d'onde





Technologies associées

Optiques secondaires : l'arrivée de « Mid-Power puissantes »

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Avec l'évolution des LED Mid-Power, les optiques s'adaptent
 - Les montages ne sont plus unitaires mais en matrice
 - Le nombre de point lumineux se multiplie

- L'étanchéité peut être mise en œuvre :
proche du PCB



- Les questions qui restent en suspend :
 1. durée de vie et fiabilité des Mid-Power
 2. Précision sur la photométrie



Technologies associées

Mécanique et dissipateurs

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

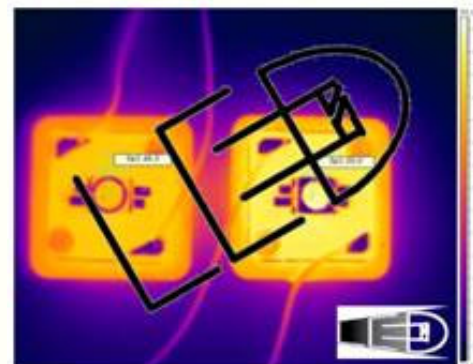
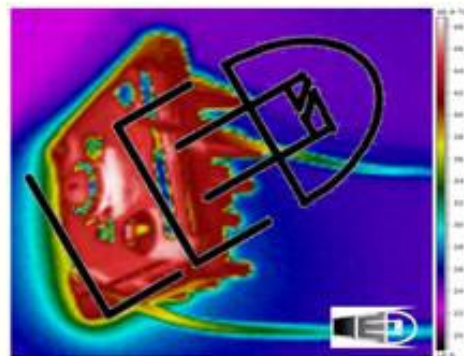
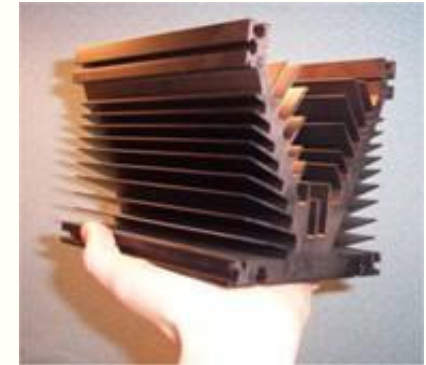
Tests et
Photométrie

Caractéristiques principales

- De $0,5^{\circ}/W$ à plus de $50^{\circ}/W$
- interfaces thermiques additives
- Dépendance en longueur
- Type de convection

Les évolutions

- Matières : plastic / céramiques
- Dissipation active (membrane vibrante)





Technologies associées

Gestion thermique des systèmes d'éclairage

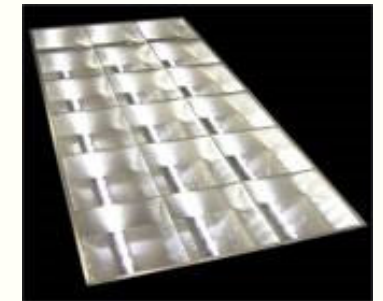
Présentation de L.E.D

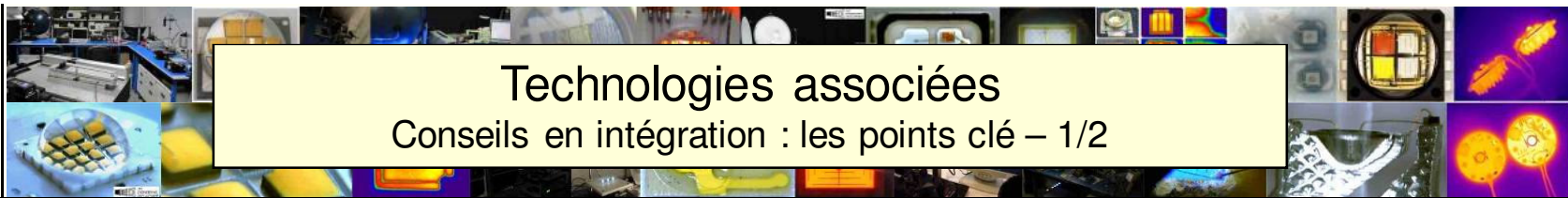
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Protection Vs Régulation
- Séparation bloc optique / bloc électronique
- passive : mais comment
- adéquation thermique / nettoyage





Technologies associées

Conseils en intégration : les points clé – 1/2

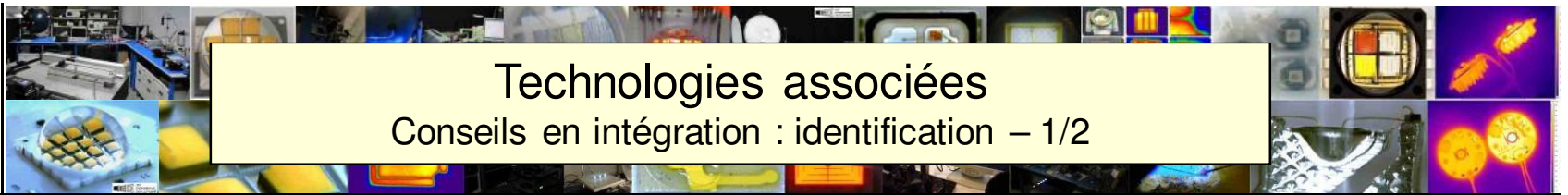
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- *Les LED chauffent* \Rightarrow *Le support doit être adapté*
Surface (mm²), via thermique, matériau
- *Le Vf varie* \Rightarrow *Le pilotage en courant est requis*
- *LED = composant sensible à la soudure* \Rightarrow *Soudure en refusion obligatoire*
(maîtrise des profils de température)
- *Carte LED = carte « standard »* \Rightarrow *Soudure brillante = soudure correcte*
Soudure terne = oxydée et/ou mal « fondue »
- *Carte LED = Montage sans nettoyant* \Rightarrow *Surface propre non souillée*
Traces marron = potentielles soudures manuelles



Technologies associées






Conseils en intégration : identification – 1/2

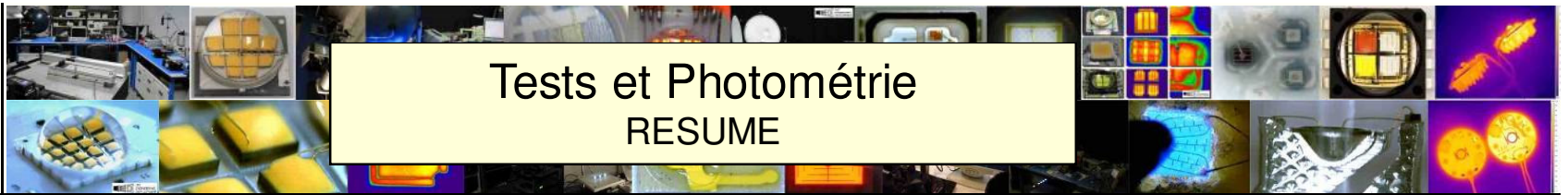
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- *Les LED chauffent*  *Mesure par soudure thermocouple*
Tests en caméra IR : ATTENTION = ε
- *Le V_f varie*  *Le pilotage en courant : OK*
DC/DC : Puissance = Cte
Régulateur : i_{total} = Cte ; V varie
-  *Le courant est instable*
Mesure à chaud et à froid à faire : limites
- *LED = composant*  *Profile de température disponible*
sensible à la soudure *Type de matériel employé : four 4 zones*
- *Carte LED =*  *Soudure brillante = soudure correcte*
carte « standard » *Demander le type de pâte à braser*
utilisée : cela « prouve » la refusion



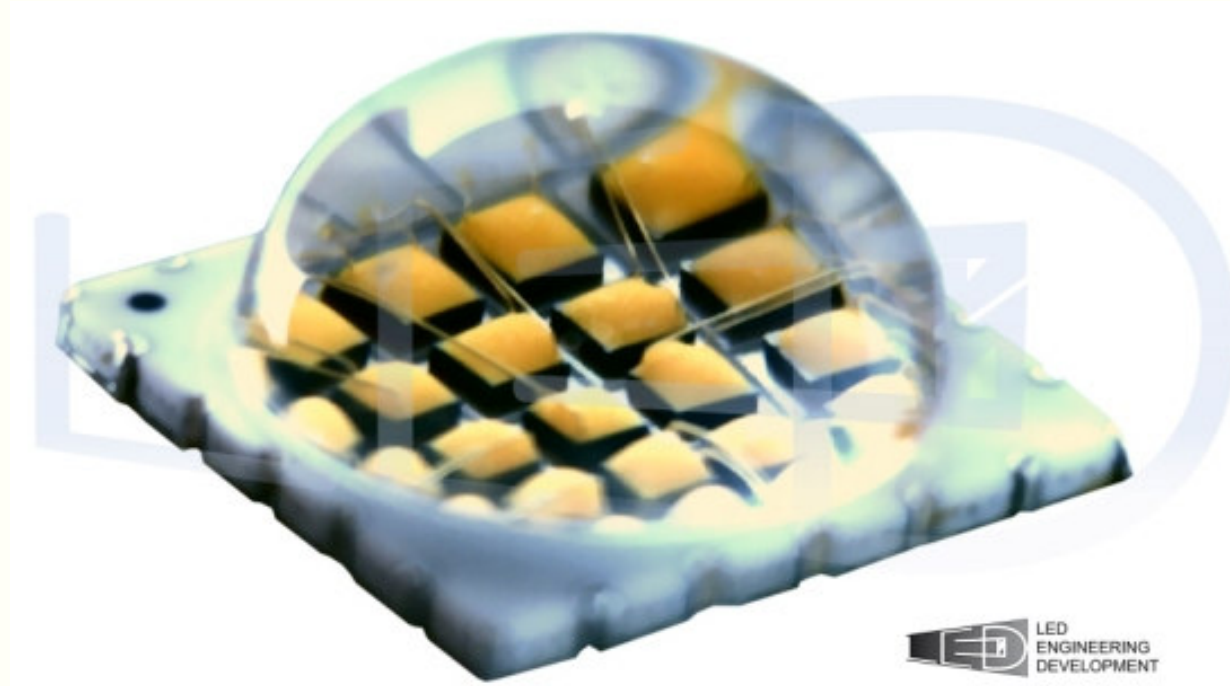
Tests et Photométrie RESUME

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Particularité des LED : leur spectre
- Différents outils de mesure
- Méthodes de mesure des systèmes à LED
- Coût des mesures



29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

Particularité des LED : leur spectre

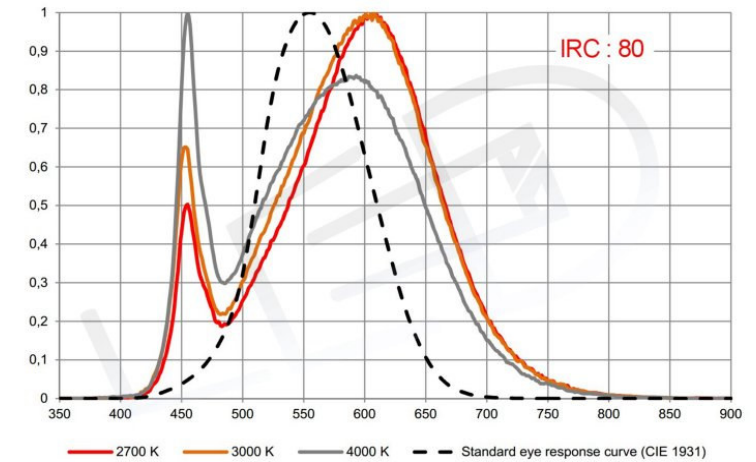
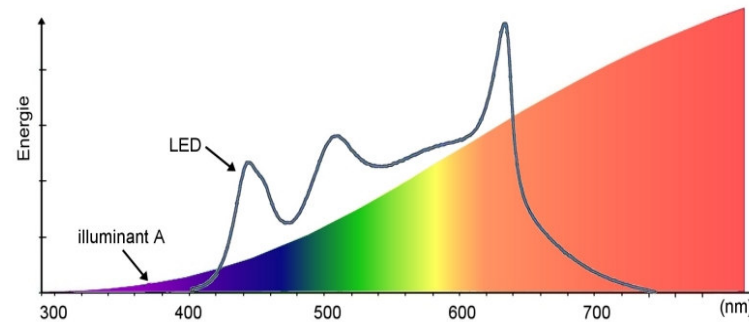


Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Le semi-conducteur qui excite la luminophore est « bleu »
- Problématique de l'auto-absorption



29 Jan.
2015



Tests et Photométrie

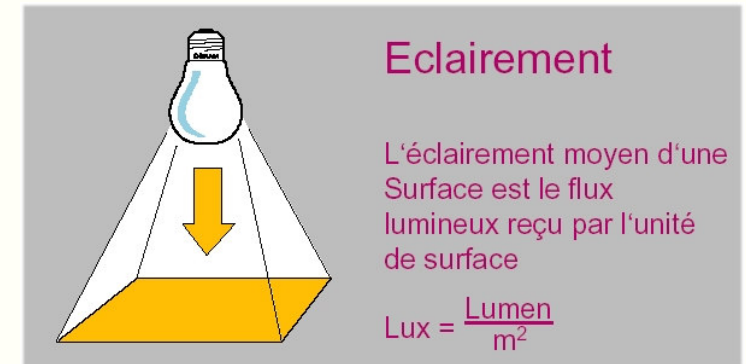
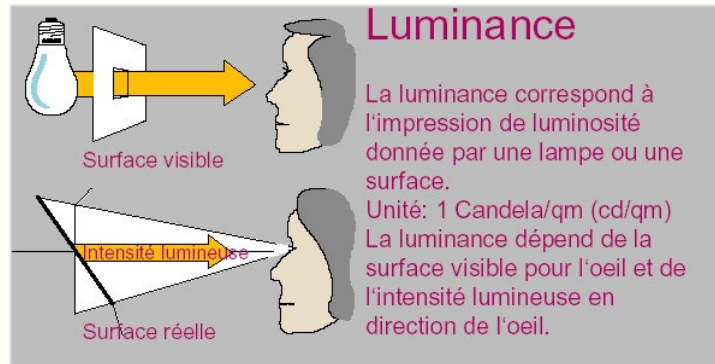
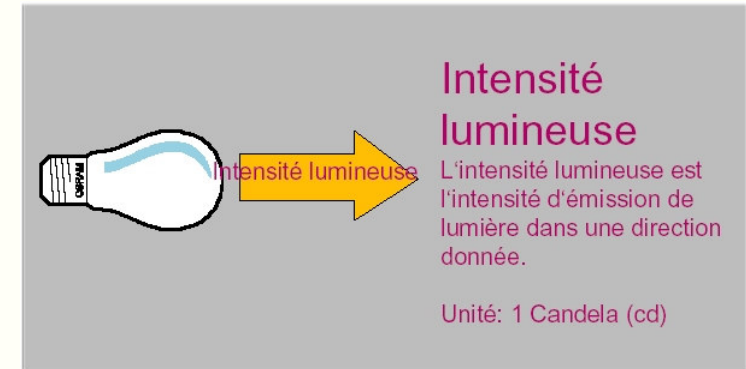
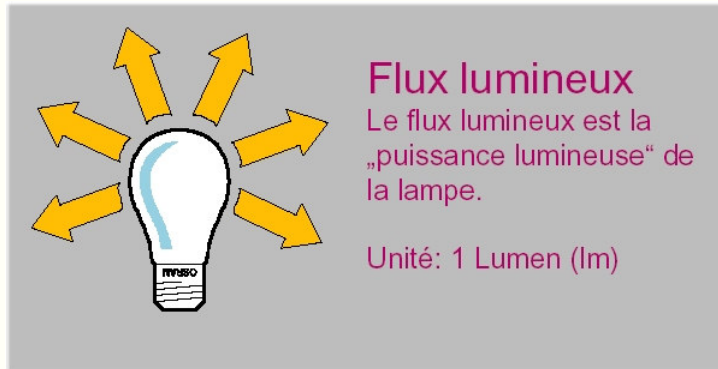
Savoir ce que l'on souhaite mesurer – 1/2

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- Quelle grandeur on souhaite mesurer
- En terme de thermique, comment maîtriser le paramètre
- Calcul d'erreur de mesure
- Mesures continues ou pulsées (10-20ms)



Tests et Photométrie

Savoir ce que l'on souhaite mesurer – 2/2



Présentation de L.E.D

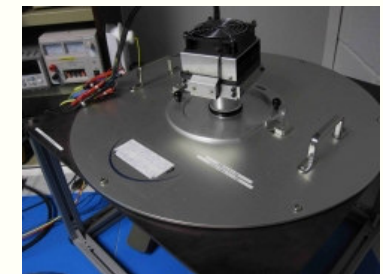
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Mesurer ? Comment ? Pourquoi ?

- Ne pas oublier les règles de photométrie
- Bonne approche de la technologie LED et de ses performances : détecter des PB
- Gérer la thermique des composants lors des essais
- Adapter les appareils de mesure aux objets à évaluer (taille, forme du faisceau émis)
- Posséder des appareils calibrés
- Contrôler le courant des LED de façon fine ($<1\%$)
- Connaître les V_f des LED lors de la mesure
= information sur « l'état » de la jonction





29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

Description des mesures : Sphères / $\frac{1}{2}$ sphère

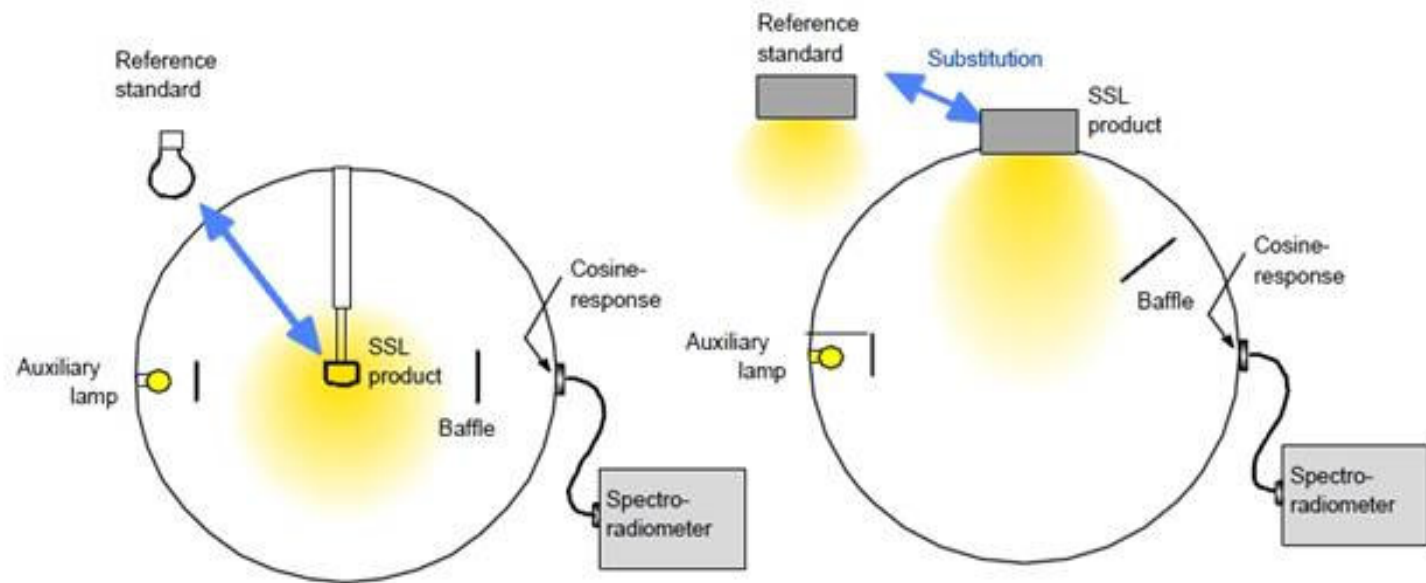
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

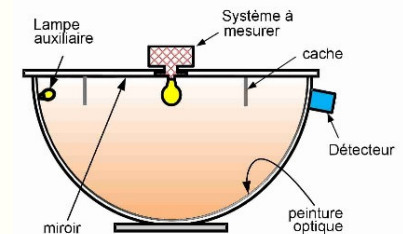
Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Mesure en sphère : LM-79 (produit LEDs)



- Suivant la géométrie du luminaire : 4π ou 2π
- Avantage à la méthode 2π pour l'auto-absorption + thermique





Tests et Photométrie

Description des mesures : Goniomètre

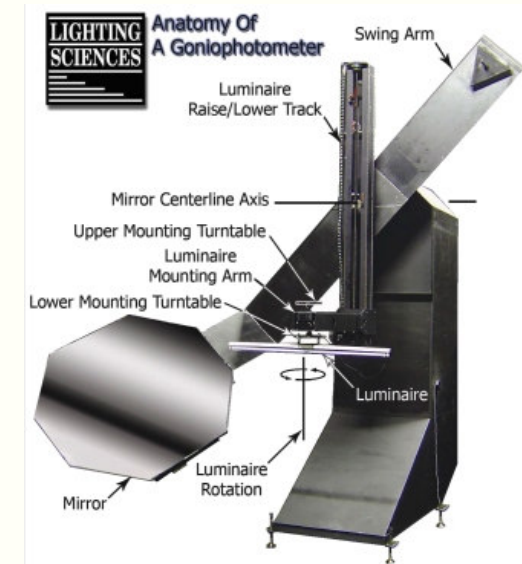
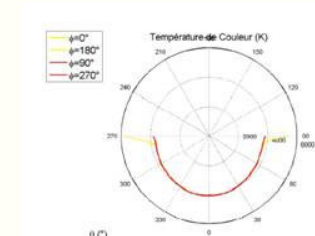
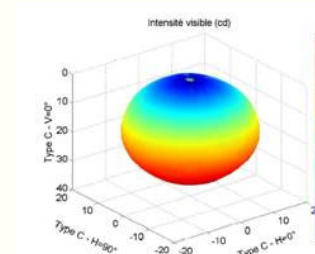
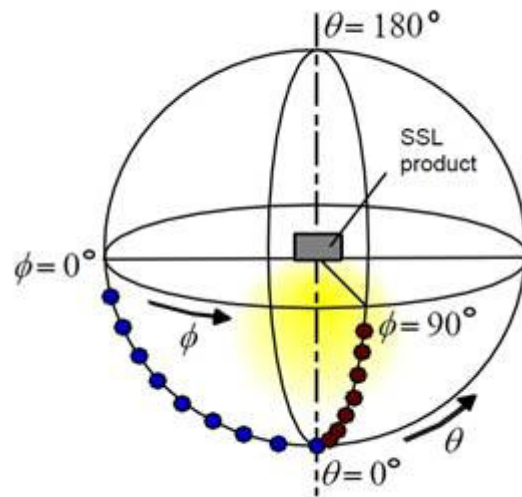
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

Mesure au goniomètre : LM-79 (produit LEDs)



- Géométrie du flux
- Nombreuses informations
- Différents types de goniomètres : avec ou sans miroir



29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

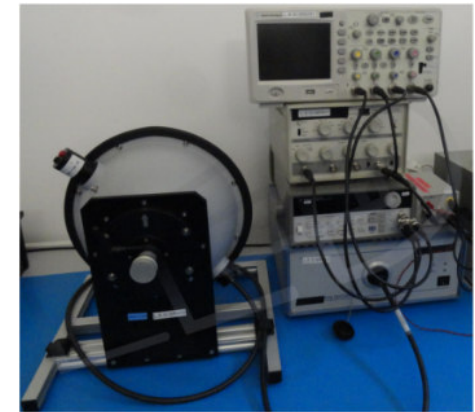
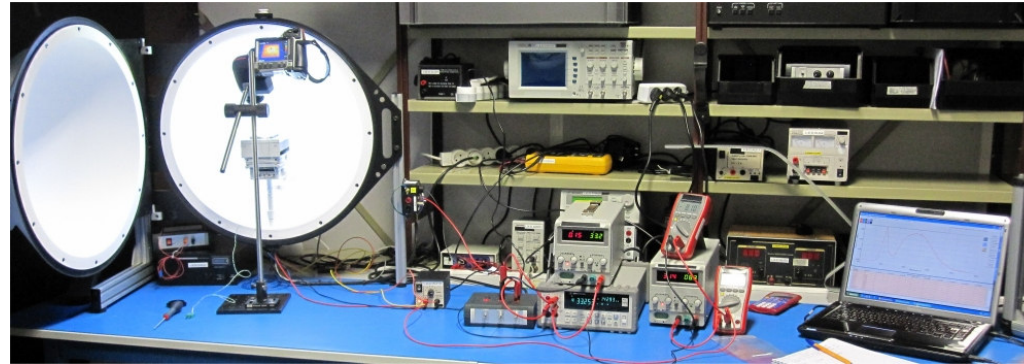
Description des mesures : Test DC / impulsionnel

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie



- En mode continu nous sommes proche de la « réalité »
- En mode impulsionnel : peu d'influence de la thermique
- Dans certains cas, il faut réaliser les 2 mesures



29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

Autres types de mesure – Prix des appareils

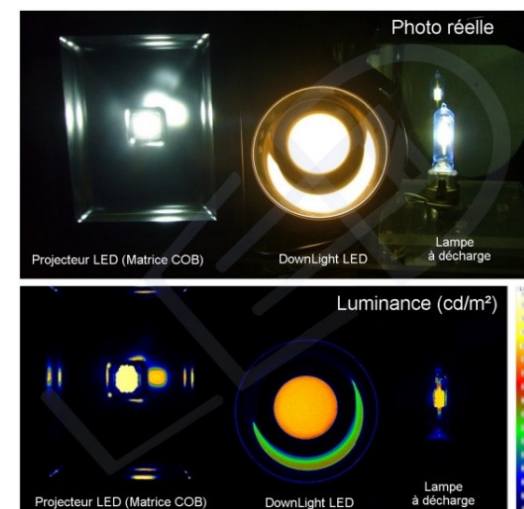
Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

- Mesure d'éclairement : luxmètre
(150€HT – 2500€HT)
- Mesure de luminance: luminancemètre
Zone ou cartographie (2500 – 15000€HT)
- Mesure d'intensité : luxmètre
(150€HT – 2500€HT) – attention aux lois
de photométrie ($1/d^2$)





29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

Normes en France et USA

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

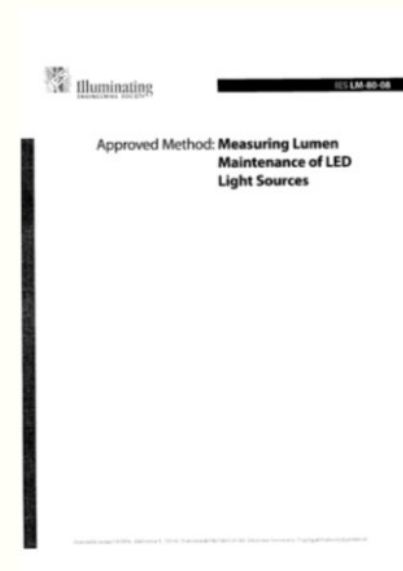
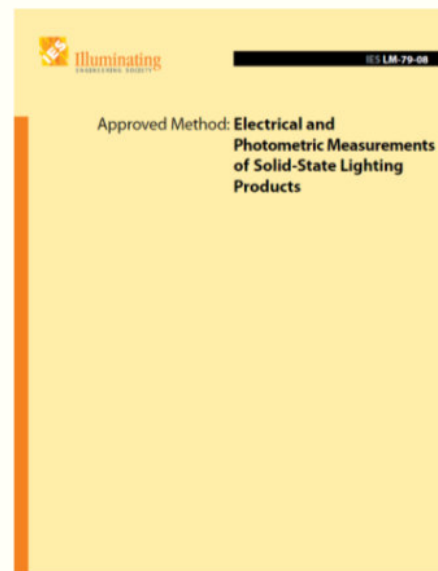
Tests et
Photométrie

Tests de luminaires à LED :

- France = EN13032
- USA = LM79

Tests de baisse de flux de composants :

- France = xxxxxx
- USA = LM80





29 Jan.
2015

Tests et Photométrie

Standards de mesure (p168)

Présentation de L.E.D

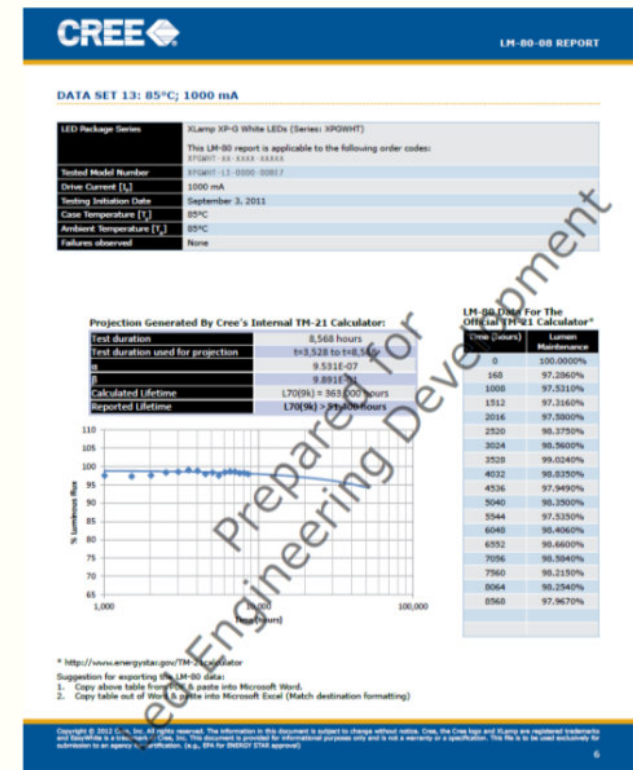
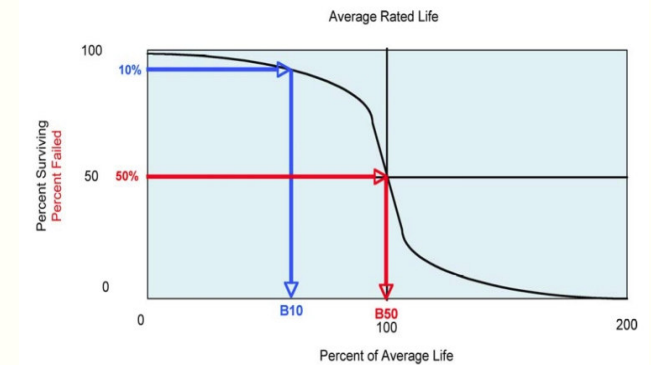
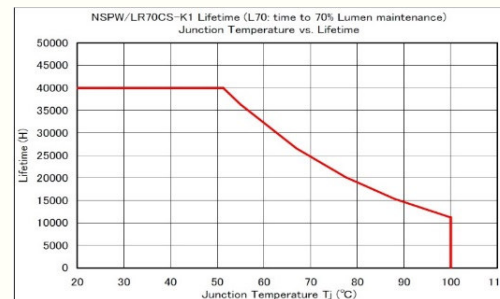
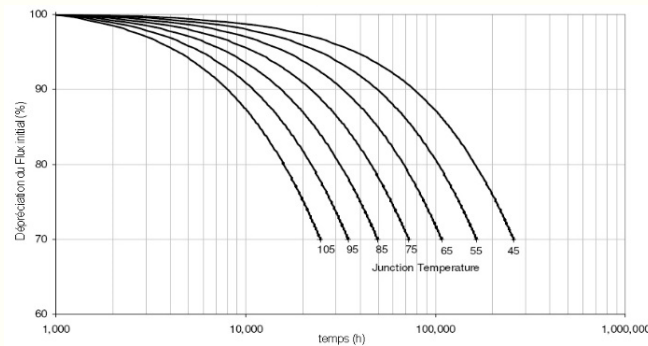
Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

L70, B10, « catastrophique failure »

- *Durée de vie = L70 / LM80 / LM79*
- *Mortalité des composants = B10, B50*
- *Défaillances prématurées*
« catastrophique failure » : ppm





Tests et Photométrie

Coût en France et en Europe

Présentation de L.E.D

Technologie des LED

Techniques et
technologies
associées

Tests et
Photométrie

France (suivant quantités) :

- Mesures de flux, CCT, Rendement = 200€HT à 500€HT le test
- Photométrie complète (non certifiée) : IES = 250€HT à 1200€HT le test
- Photométrie complète (certifiée) : IES = 500€HT à 1000€HT le test

Europe (suivant quantités) :

- Mesures de flux, CCT, Rendement = 150€HT à 350€HT le test
- Photométrie complète (non certifiée) : IES = 200€HT à 500€HT le test
- Photométrie complète (certifiée) : IES = 400€HT à 800€HT le test

Coût des appareils hors personnel, entretien et calibration :

- Sphère + spectro = 7000€HT à 25000€HT
- Goniomètre = 55000€HT à 150000€HT
- Calibration (1 fois par an) = entre 1000€HT et 2500€HT suivant les cas



29 Jan.
2015

QUESTIONS

Merci de votre attention

Laurent.massol@led-development.fr

For more information on LED technology :

Editor : DUNOD

