



SPOTLED

29/10/2010

Eclairage LED & mise en œuvre de la technologie dans des applications professionnelles (10/2010)

Plan de la présentation



2

- Colasse SA
- Théorie sur la lumière
- Les LED inorganiques
- Exemples d'applications professionnelles des LED
- Questions - Réponses

Colasse SA



3

- Localisée à Ans (Liège)
- Capital : 62kEuros, 100% familial
- Personnel : 4 + 1 Freelance
- 0 Accident, certifié VCA* par Vinçotte.
- Factorisé par KBC commercial finance
- Projets de recherche en cours avec le CARAH
 - Optimisation de la croissance des plantes sous éclairage LED
 - Mise en évidence des effets biocides des LED UV sur les plantes

Colasse SA: Offre



4

CONCEPTION
FABRICATION
VENTE
IMPORTATION
EXPORTATION
INTEGRATION

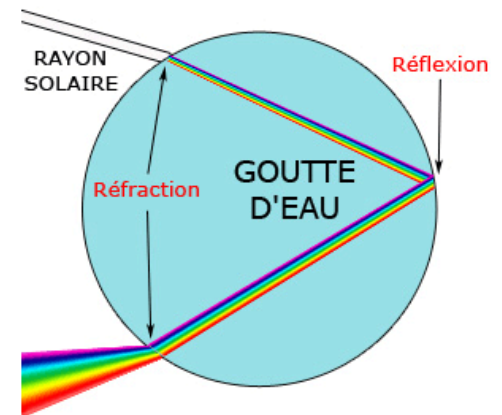
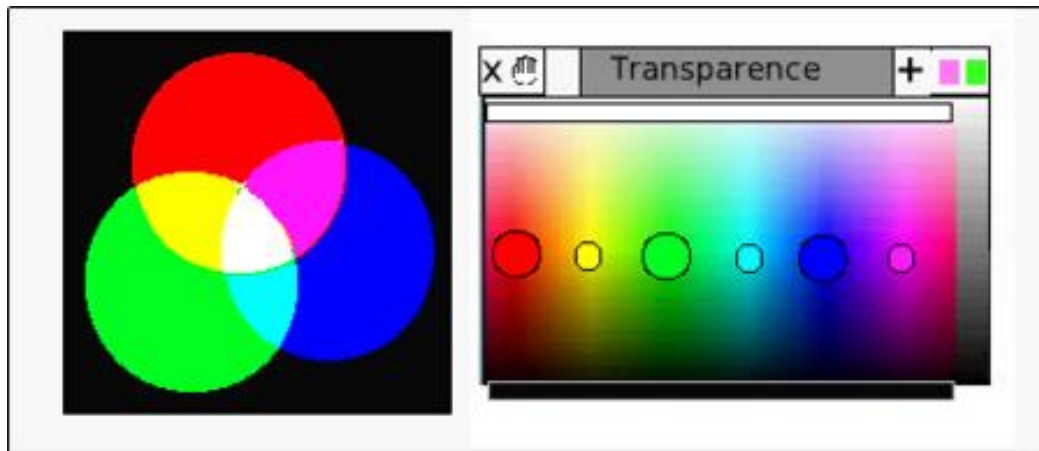
- Afficheurs LED
 - Afficheurs LED textes et graphiques
- Eclairage LED
 - Eclairage LED domestique et industriel
- Produits d'Automation
 - Moxa, Maestro, Meanwell, ES, Ewon
- Services de consultance
 - Suivi de productivité industrielle
 - Acquisition de données , data logging
 - Réception de machines

Qu'est ce que la lumière ?



5

- La lumière désigne les ondes électromagnétiques visibles par l'œil humain = **ondes lumineuses**
- La lumière « Blanche » est l'addition des différentes composantes du spectre visible



Photométrie



6

- Photométrie = la science qui étudie le rayonnement lumineux du point de vue de la perception par l'œil humain.

Photométrie



7

- La perception visuelle d'un objet est donc composée de données physiques objectives
 - Puissance et qualité de(s) sources de lumières
 - Influence des sources secondaires (transmissions, modifications)
- ... et de données subjectives liées à l'organe de réception: les photorécepteurs de la rétine de l'oeil
- ... et à l'organe d'interprétation: le cerveau
- La perception visuelle d'un objet sera d'autant meilleure que :
 - L'objet est grand
 - Qu'il est immobile par rapport à l'observateur
 - Qu'il contraste avec son environnement
 - Qu'il est suffisamment éclairé



Unités de mesure de la lumière

8

- Unités Energétiques
 - Flux énergétique exprimé en Watt
- Unités Physiologiques (visuelles)
 - Flux physiologique (flux visuel) exprimé en lumen

EXEMPLE

Une lampe à filament de tungstène ayant une puissance électrique de 100W émet un flux énergétique de 90W et un flux visuel de 1500 lumen

Definitions (grandeurs visuelles)



9



- Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'oeil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm).
- L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr .
- L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m^2 .
- La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m^2).

Quelques niveaux d'éclairement



10

■ Jour d'été sans nuage	100 000 lux
■ Jour d'hiver sans nuage	10 000 lux
■ Surface de travail bien éclairée	500 lux
■ Autoroute bien éclairée	20 lux
■ Chemin d'évacuation cinéma	1 lux
■ Une nuit de plein lune	0.2 lux

Colorimétrie



11

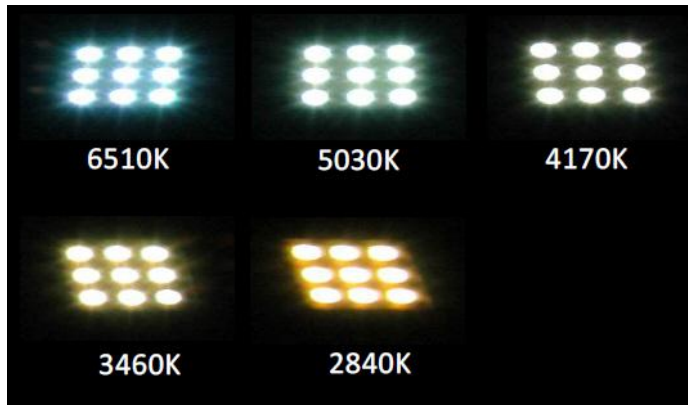
- La « qualité » de la lumière dépend de sa composition spectrale. Celle-ci étant peu exploitable, d'autres paramètres ont été définis pour qualifier celle-ci:
 - La température de couleur
 - Les coordonnées trichromatiques
 - L'indice de rendu des couleur

Colorimétrie : la température de couleur



12

- La température de couleur d'une source lumineuse est la température (exprimée en Kelvin) à laquelle il faudrait chauffer un corps noir pour que la lumière qu'il émet soit identique à celle de la source lumineuse en question.



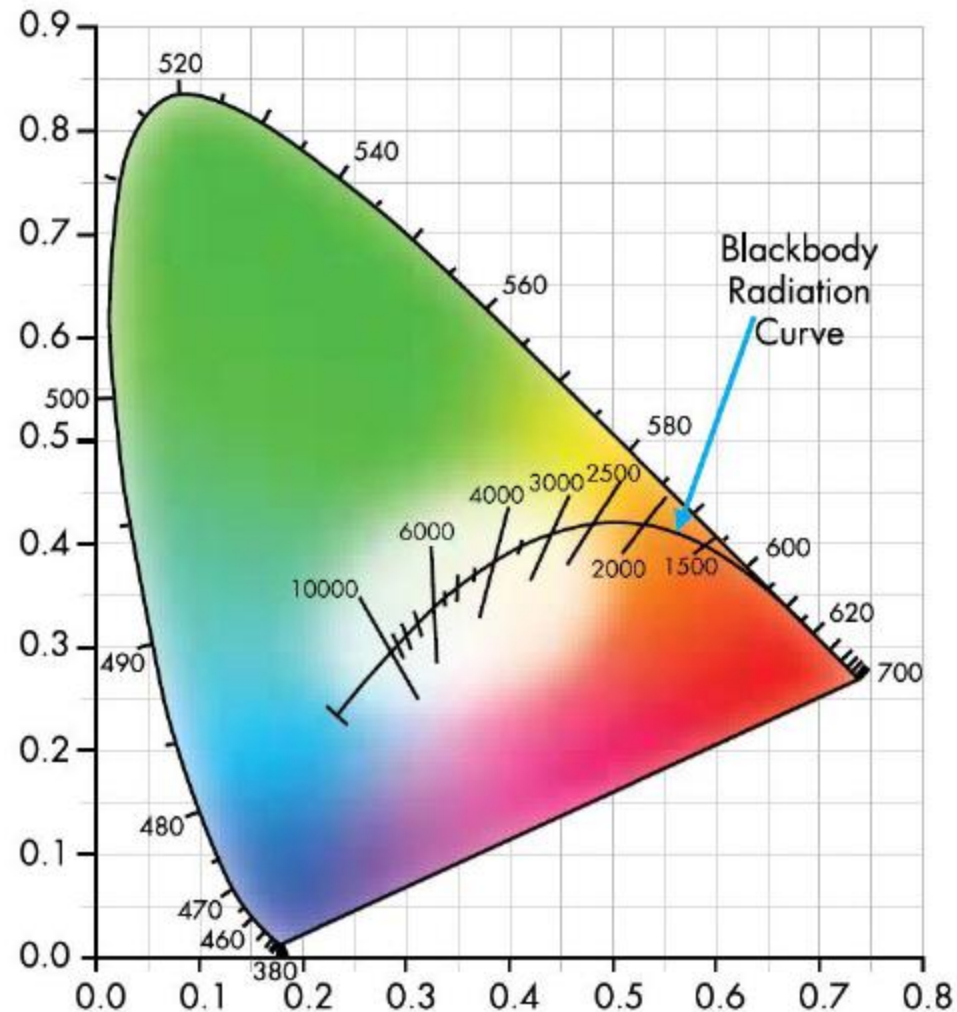
- Pour la LED on parlera de température de couleur corrélée car la lumière émise par la LED peut être relativement éloignée de la courbe des corps noirs.

Colorimétrie : les coordonnées trichromatiques



13

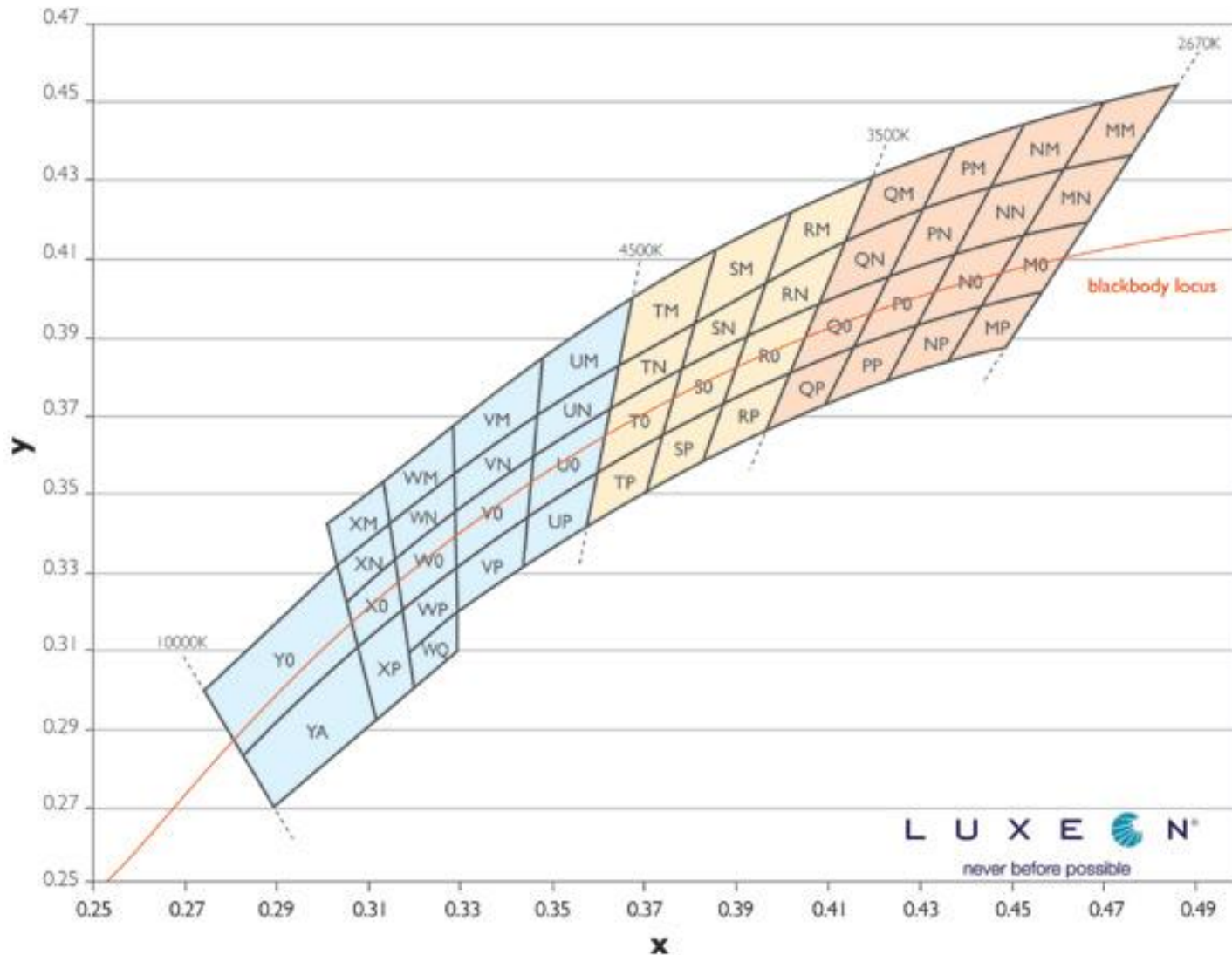
- CIE 1931
- Coordonnées x, y, z
- Contour =
spectrum locus
(monochromatique)
- Courbe = lieu des corps noir



Paniers (Bins) de LEDs blanches



14



Colorimétrie : l'IRC



15

- L'indice de rendu de couleur (IRC, Ra) est la capacité d'une source de lumière à restituer les différentes couleurs du spectre visible sans en modifier les teintes.
- Pour mesurer l'IRC d'une source, on compare le rendu de 8 ou de 14 couleurs normalisée sous la lumière de cette source par rapport au rendu de ces mêmes couleurs sous la lumière d'une source de référence.
- D'autres méthodes de détermination de l'IRC sont en cours d'étude car peu adaptées aux LED
- Une lumière possédant la même répartition spectrale qu'un corps noir (c'est le cas de la lumière du soleil) possède un IRC de 100.

Colorimétrie : l'IRC



16

Classe de rendu des couleurs	Très bon		Bon		Moins bon	Mauvais	Non défini
	1A	1B	2A	2B	3	4	-
Indice du rendu des couleurs	90-100	80-89	70-79	60-69	40-59	20-39	<20
Lampes à incandescence et lampe halogène à incandescence	x						
Tubes fluo	x	x	x	x	x		
Lampes fluo compactes	x	x					
Lampes à vapeur de mercure haute pression				x	x		
Lampes aux halogénures métalliques	x	x	x	x			
Lampes à vapeur de sodium haute pression		x		x	x	x	
Lampes à vapeur de sodium basse pression							
LED blanches dernières génération (2010)	x	x	x				

L'impact de l'éclairage sur la consommation d'énergie



17

- Depuis les accords de Kyoto, on reconnaît l'impact de l'éclairage sur l'environnement : dans le bâtiment non résidentiel, il peut représenter jusqu'à **40 %** des consommations électriques.
- Pourtant, **jusqu'à 70 % de ces consommations pourraient être économisés** en remplaçant les anciens luminaires par des systèmes modernes plus performants.
- Dans la plupart des cas, de tels investissements sont **rapidement rentables**, et ils permettent souvent d'améliorer la qualité de l'éclairage.

Les LED inorganiques



18

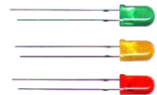




Bref historiques des LED

19

- 1907 Première découverte par H.J. Round, il réalisait des expériences avec le carbure de silicium.
- 1962, invention de la première LED rouge.
- 1972 La première montre numérique, la "Time Computer" de Pulsar.
- Au milieu des années 70, d'autres couleurs se sont ajoutées au rouge, y compris le jaune, l'orange et le vert.



- Entre 1970 et 1995, l'intensité lumineuse des LED rouges a augmenté d'un facteur d'environ 45.
- 1993 : Invention de la LED bleue et de la LED blanche par Nichia.
- Entre 1995 et 2003, l'efficacité de la LED a été multipliée par 16 et son émission lumineuse par 430.



Principe de fonctionnement

20

- Faire passer des électrons au travers d'une jonction de semi conducteur de type P-N grâce à une différence de potentiel entre anode et cathode.
- La partie P de la jonction est dopée en électrons libres
- La partie N de la jonction est dopée en « trous »
- Quand un électron se recombine avec un trou, il libère de l'énergie sous forme d'un photon. → Lumière
- La lumière émise est principalement monochromatique
- Ses caractéristiques: couleur, rendement dépendent uniquement du semi-conducteur



Caractéristiques électriques

21

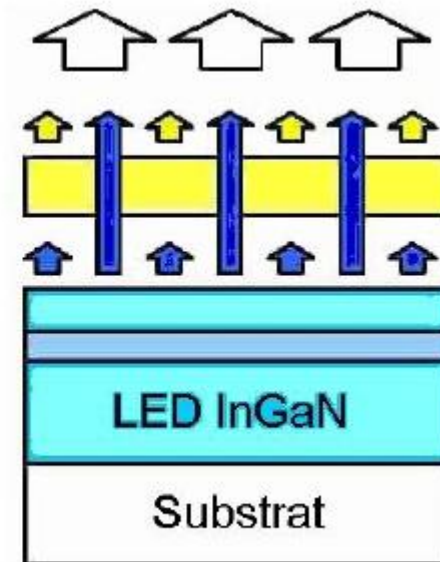
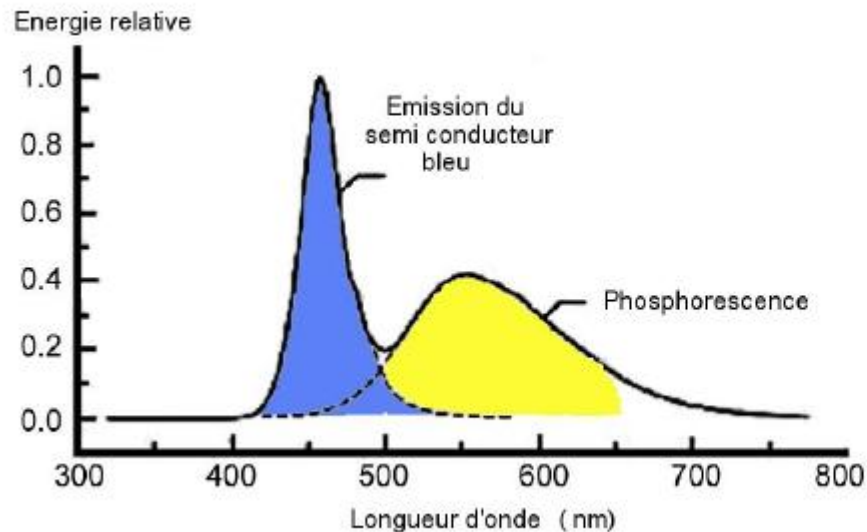
- Fonctionne comme une diode (un sens passant)
- Fonctionne en basse tension
- La tension dans le sens passant, « Forward Voltage », dépend du semi-conducteur utilisé.
- 2 grandes familles:
 - AlGaInP : 2.95V (valeur typique)
 - Rouge, Orange, Ambre
 - InGaN: 3.42V (valeur typique)
 - Vert, Bleu, Blanc



LED Blanches

22

- LED blanche = LED Bleue + Phosphore



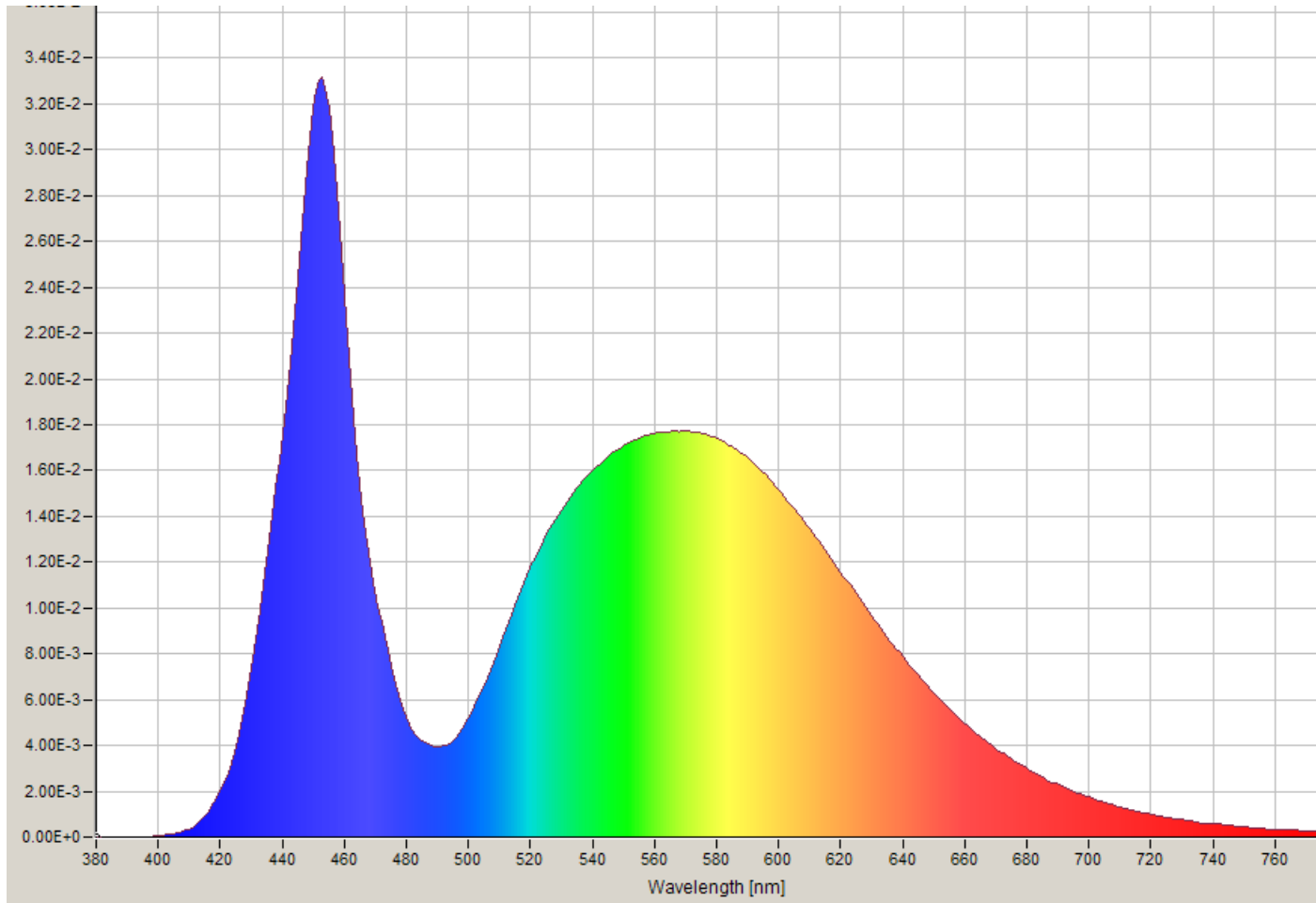
- Procédé inventé par Nichia en 1993
- D'autres procédés existent



LED Blancches

23

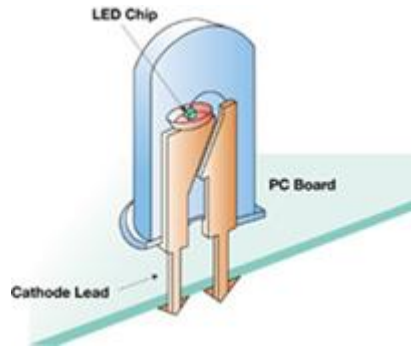
■ Projecteurs 50W 4500K 120°@ 1m



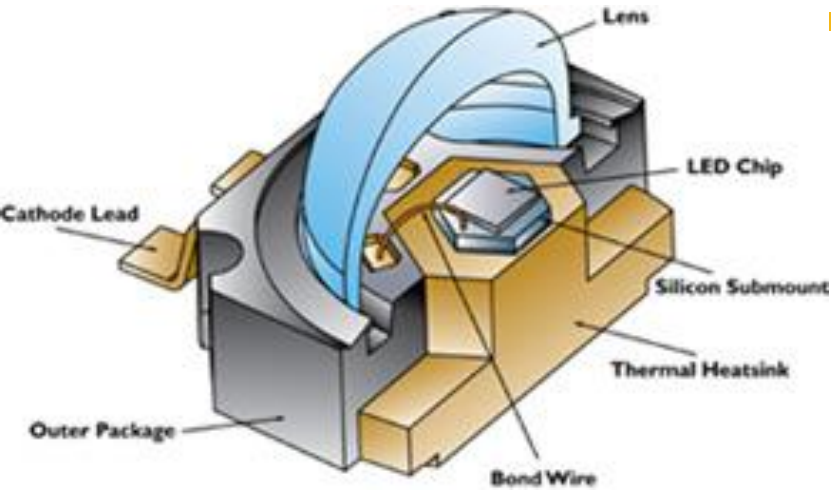
Les LED



24



- **Construction typique d'une LED de 5mm**
- Le semi-conducteur est déposé sur un réflecteur, connecté par un fil en or puis noyé dans une résine qui forme la bulle.
- Inconvénients :
 - Flux lumineux limité (15, 25 Lumen)
 - Refroidissement de la jonction insuffisant, résine isolante
 - Durée de vie relativement limitée
 - Composant traversant, soudure par machine à vague (procédé complexe) ou manuel
 - Toujours utilisé pour application d'affichage électronique, gadget low cost, signalisation,...



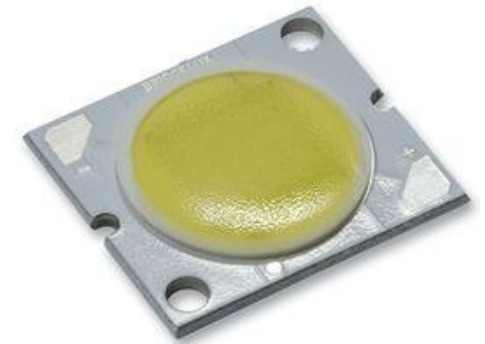
- Construction typique d'une **Power LED** (Luxeon K2 en illustration)
 - Montage en surface (SMD, procédé plus simple)
 - Puits thermique sous la jonction qui « aspire » la chaleur vers la platine de montage
 - Possibilité de montage sur platine SMI (métal core) pour un refroidissement optimal
 - Optique primaire avec angle de 110 à 120°
 - Flux lumineux important (+- 140 Lumen pour une K2)

Les LED matricielles



26

- LED matricielles type chip on board
(Bridgelux 2200lm en illustration)
 - Plusieurs jonctions en série
 - Montage en surface
 - Puits thermique sous la jonction qui « aspire » la chaleur vers la platine de montage
 - Possibilité de montage sur platine SMI (métal core) pour un refroidissement optimal
 - Optique primaire avec angle de 110 à 120°
 - Flux lumineux important (+ de 2000 Lumen)
- **Attention à la gestion du refroidissement**
- **Risques de fiabilité si beaucoup de jonctions en série**
- **Difficulté de trouver des optiques secondaires**





Avantages des LED

27

- Faible encombrement
- Choix des teintes (couleurs ou blancs)
- Durée de vie (gain en maintenance)
 - Note: la durée de vie d'une power LED blanche de qualité est de 40000 à 50000 heures. A ce moment l'intensité de la LED devrait avoir baissé d'environ 30% (sur base du respect des prescriptions du constructeur)
- Rendement
- S'allume instantanément
- Variation de l'intensité sans variation de teinte
 - Note : possibilité de léger glissement de la longueur d'onde dominante de quelques nm lors de l'échauffement de la jonction surtout pour les LED monochromatiques



Freins au développement

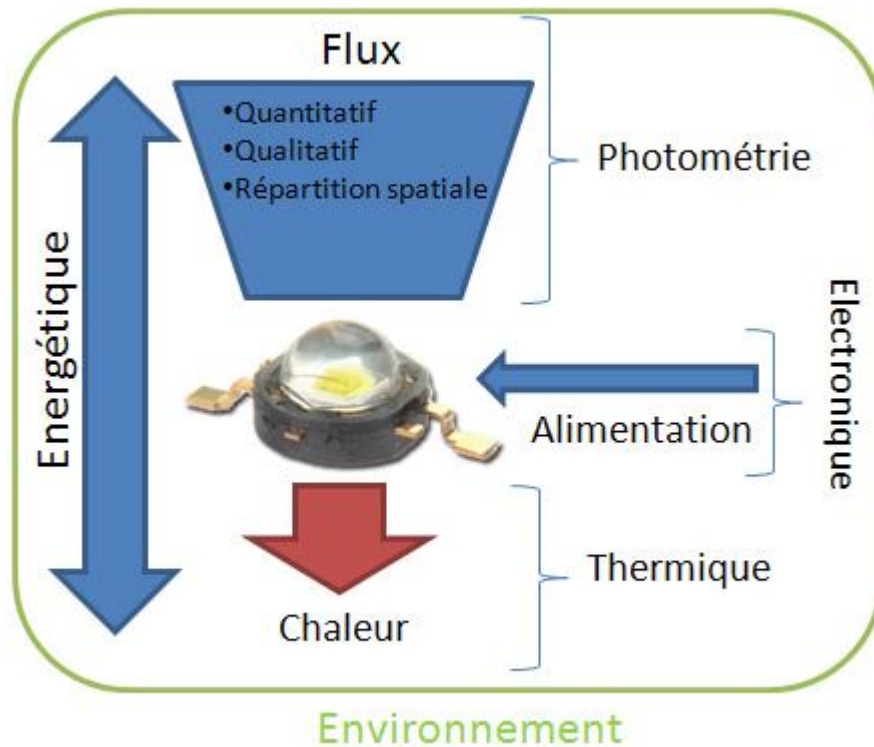
28

- Investissement
- Reproductibilité des teintes « Bins »
- Gestion thermique
- Capacité de production -> Délais



La mise en œuvre des LED

29



- Il y a 3 points à aborder dans le choix d'un éclairage LED
 - Le Flux lumineux
 - Quantité
 - Qualité
 - Répartition spatiale
 - L'alimentation
 - L'échauffement



Alimentation des LED

30

- Leds de basse puissance en produit linéaires
 - limitation du courant par résistance de tête. Groupes en parallèle de 3 à 6 led en série avec 1 résistance →
Bandeaux LED Flexibles
- Leds de puissance
 - Alimentations par source de courant :
 - Soit externe pour les « Modules »
 - Soit embarqués pour les spots



Gradation des LED

31

- Gradation (dimming)
 - Plusieurs solutions existent pour dimmer les LED
 - Dimming par abaissement de la tension ou du courant d'alimentation
 - Dimming par alimentation d'impulsions modulées (signal carré de largeur variable)
 - Attention à la gradation des spots LED
 - Vérifier la compatibilité de l'électronique du spot, de l'alimentation et du dimmer
 - Choisir une commande externe plutôt que dimmer directement les phases



L'échauffement

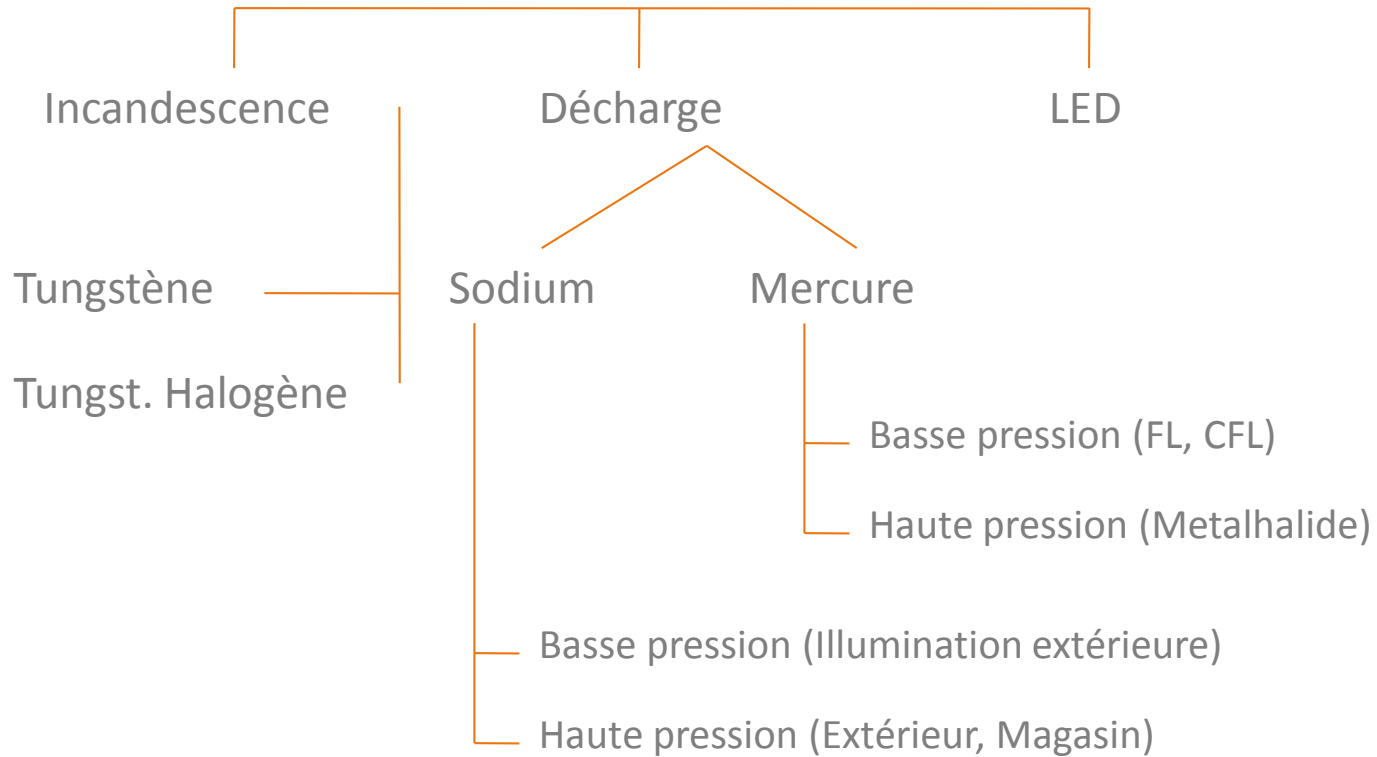
32

- La LED est une machine thermique qui chauffe nettement moins que la plupart des autres systèmes d'éclairage mais qui chauffe quand même.
- La jonction de la LED ne peut jamais dépasser les prescriptions du constructeur ($\pm 110^\circ$). Cette température dépend du courant d'alimentation, de l'efficacité du refroidisseur et de la température du milieu.
- En cas de surchauffe, l'efficacité de la led diminue de manière temporaire voire définitive si cette surchauffe se prolonge.

Les autres sources lumineuses artificielles



33





Comparaison des sources

34

Rendements en lm/W

- À incandescence: 10 à 15 lm/W
- Halogène: 15 à 25 lm/W
- LED: 15 à plus de 130 lm/W
- Mercure haute pression: 35 à 60 lm/W
- Lampe fluocompacte: 50 à 90 lm/W
- Lampe fluorescente: 60 à 95 lm/W
- Halogénures métalliques: 65 à 120 lm/W
- Sodium haute pression: 80 à 150 lm/W
- Sodium basse pression: 100 à 200 lm/W

Applications professionnelles



35

- Eclairage Commercial (moyenne surface)
- Eclairage Grande Surface
- Eclairage Bureau
- Eclairage Industriel
- Eclairage Routier
- Eclairage Horticole
- Eclairage Architectural Extérieur

Eclairage Commercial



36



- Relighting Magasin Olifant
- Remplacement de tous les spots halogènes 50W par Downlight Spotled KC008 8W 4500K 86°
- - 2700W de puissance instant.
- Meilleure répartition de l'éclairage
- Retour sur Invest. : 1.1 an
- Plus de noirceur autour des spots



Eclairage Grande Surface



37

- Remplacement 73 iodure métallique 150W (RX7F) remplacé par 73 cloches LED DOMAG 40W 5500K
- Flux lumineux supérieur
- Rendu des couleurs supérieur sur les fruits et légumes



Cora Caen, projet réalisé par BHP

Eclairage Bureau



38



- Relighting Bureau de direction 
- Repositionnement des éclairages
- Augmentation de l'homogénéité
- Diminution des ombres portées
- Diminution de la maintenance
- Design, Image
- Augmentation du Flux lumineux sur les surfaces de travail
- Produit : Lumoluce Luzern 3 spots 4500K 40°

Bureau de direction, projet Spotted

29/10/2010

Eclairage industriel



39

Hall Production Cosucra, projet Spotled



- Relighting Hall Filtres Vernay chez Cosucra (groupe Warcoing)
- Repositionnement des éclairages
- Diminution de l'éblouissement
- Diminution des ombres portées
- Diminution de la maintenance
- 1600W -> 500W Puissance inst.
- Augmentation du Flux lumineux sur les surfaces de travail
- Produit: Cloche Spotled BB100 4500K de 100W 90°

29/10/2010

Eclairage Routier



40



- Ville d'Andenne, AIEG, pilote réalisé sur 1.1km de voirie par Schröder
- Remplacement de luminaires à 2 tubes fluo de 40W par des luminaires LED Vezzo de 18 et 24 LED blanc chaud.
- Gain annuel en électricité: 1016 €
- Gain en luminance : +42%

Eclairage Façade Hotel



- Eclairage de façade : 30 spots 3x1W GU10 30° blanc chaud, led CREE XRE 7090



Hôtel Restaurant le Train de la Campagne, Sart lez Spa, projet Spotled

- Retour sur investissement 1.2 ans
- Gain annuels en électricité : 600 Euros

Eclairage Architectural



42

- Hotel Romaneira Portugal
 - Mise en lumière par Yann Kersalé et MX Design (Assesse)
 - Matériel: Gralumette, Lightwall, Photophore , Pop, Jonc de cheminement



29/10/2010

Eclairage Architectural



43



Relighting Tervuren, projet YF Spiegel & MX Design, 2008, produit: Light Wall Chaud et Froid

29/10/2010

Eclairage Horticole



44



- Eclairage de chambre de croissance
- 8X plus performant que les néons horticoles
- 2 Projets de recherche en cours
CARAH - SPOTLED

<<< Armoire de Recherche VEGELED
Projet CARAH-SPOTLED

Salades produites sous LED >>>



Eclairage Véhicules



45



Source Valéo

- Feux diurnes à LED
- Economie de 0.2 l au 100km
- Aucun entretien
- Durée de vie x4 par rapport à l'halogène
- Flexibilité par rapport au Design

29/10/2010

Conclusion



46

- A l'heure actuelle la technologie LED supplante peu à peu l'ensemble des autres technologies d'éclairage.
- Les sociétés de pointe telles que CREE, Nichia ou Lumileds préparent des chips avec des rendement qui avoisineront les 200lm / W.
- La technologie LED apporte une flexibilité sans précédent dans la mise en œuvre de la lumière.
- Le LED c'est maintenant et pour longtemps.

Question



47

- ?



Sources

- Améliorer et gérer votre consommation d'éclairage, Laborelec, *De Sweert, Vandenbosch*
- Portail de la Physique, Wikipedia
- Radiométrie et Détection Optique, Adalphy University New York, *JL Meyzonnette*
- Inorganic LEDs: working principles and prospects for general lighting applications, KaHo St-Lieven, *P. Hanselaer*
- Les sources lumineuses, led-fr.net
- Portail Energie, Architecture, UCL.
- Philips Lighting, présentation du salon de Genève, 2008.
- Simple Steps to Solid State Lighting, Future Elect.

Nos coordonnées



49

- Colasse SA
Département Spotled
- Place Nicolai 4
- 4430 Ans (Liège, Belgique)
- Tel : +32 4 225 2589
- Fax: +32 4 365 1376
- Web: <http://www.spotled.be>