

Le futur de l'éclairage électronique

Patrick Mottier
Responsable Programme Eclairage

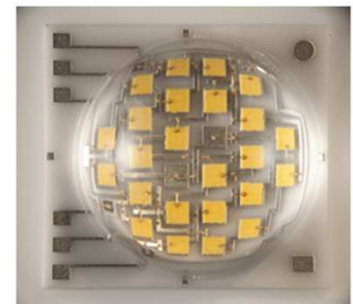
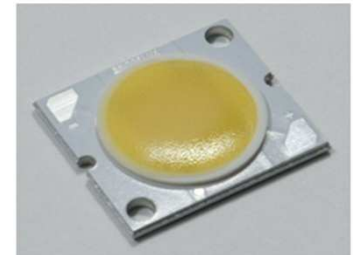
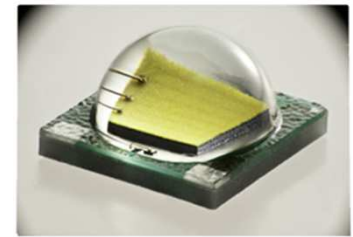
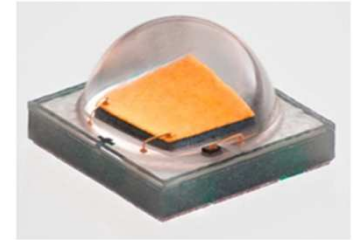
Le contexte

L'émergence des leds depuis quelques années comme sources de lumière

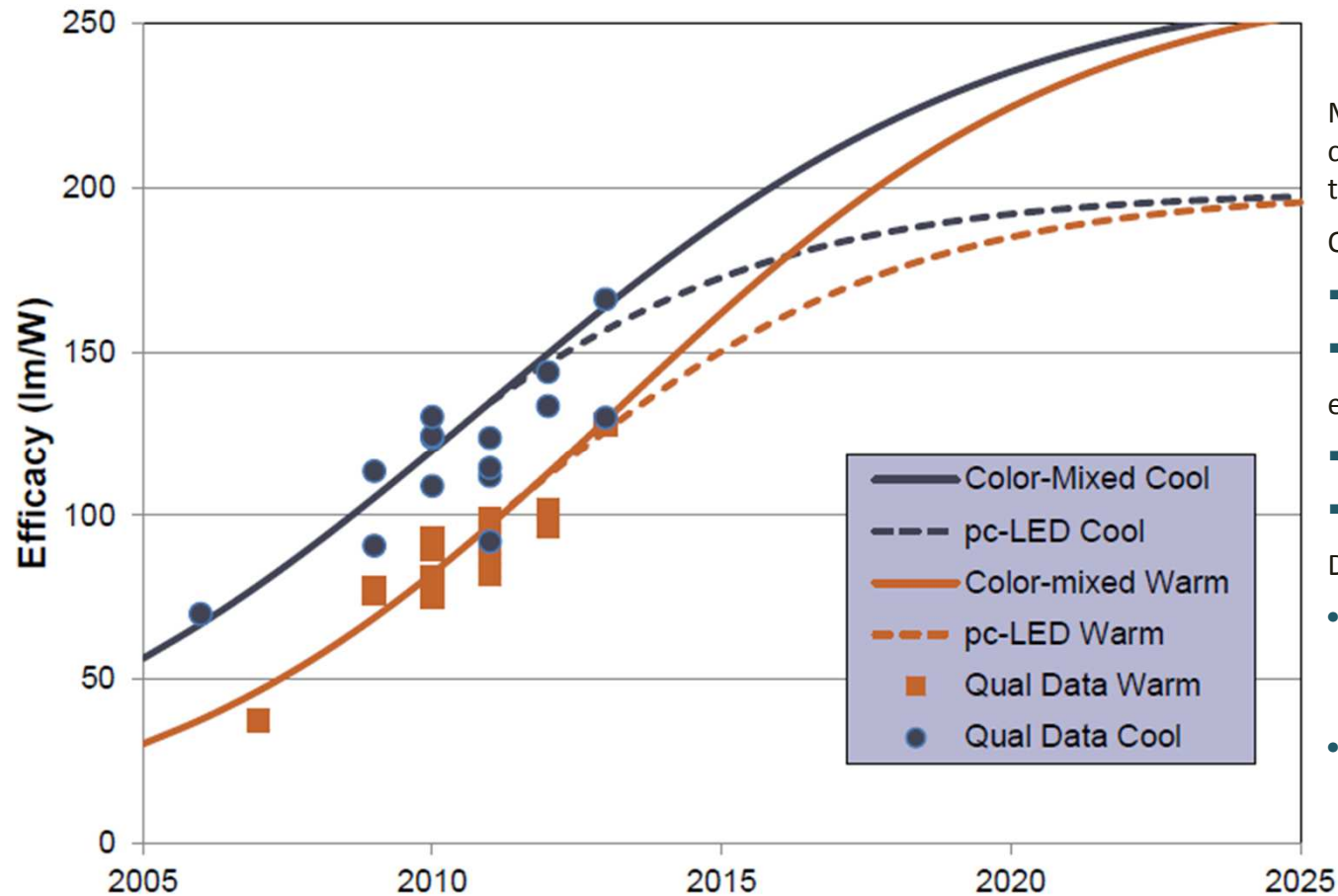
- Efficacité énergétique
- Fiabilité
- Dimensions réduites

Une rupture technologique majeure

- Amélioration rapide des performances
- Baisse continue des coûts



L'efficacité lumineuse au niveau composant



Mesures standardisées à une densité de courant de 350 A.cm^{-2} et une température de jonction de 25°C

On différencie les blancs chauds

- CRI 80-90
- CCT 2580-3710K

et les blancs froids

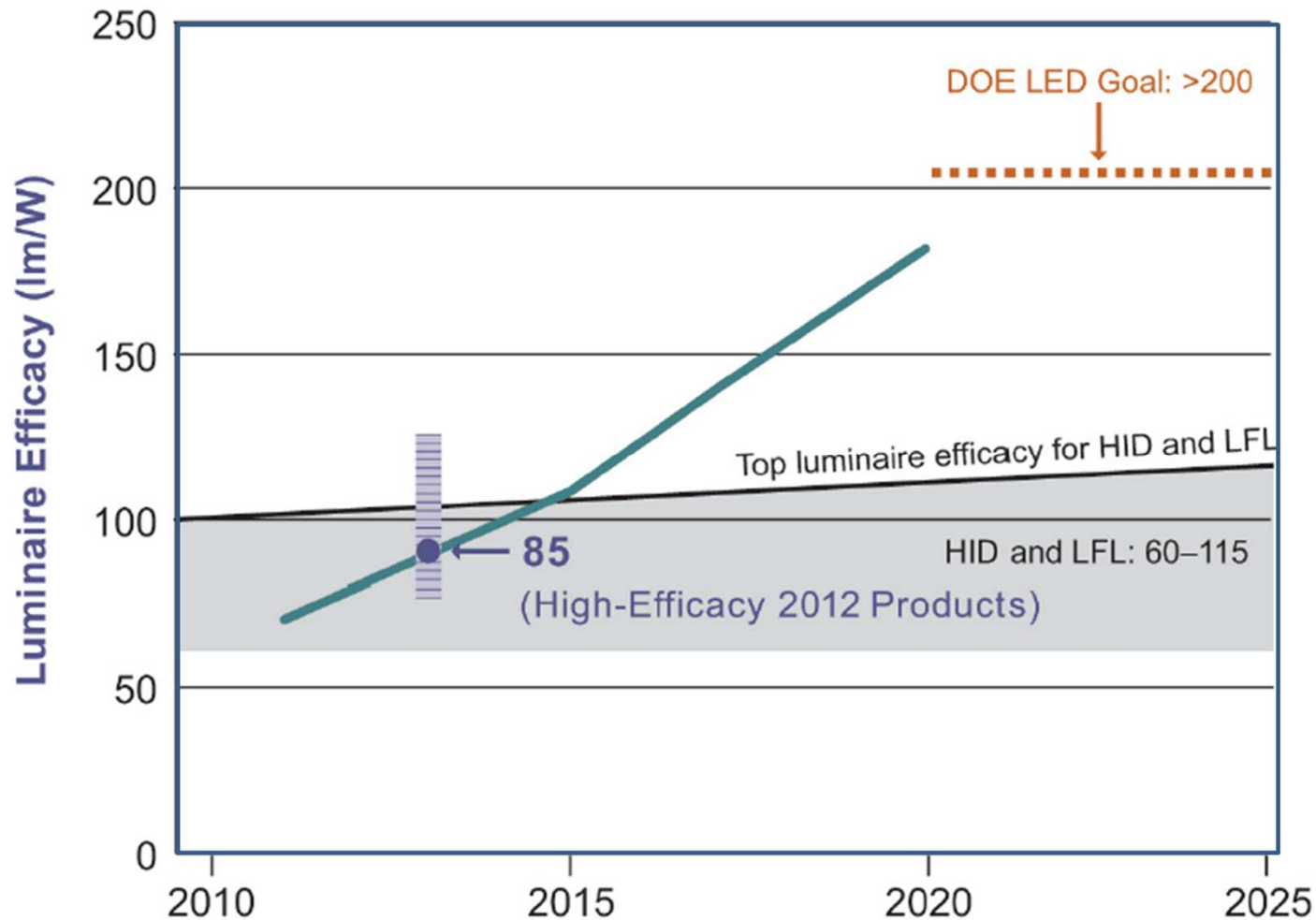
- CRI 70-80
- CCT 4746-7040K

Deux approches différentes :

- par photoconversion de la lumière émise par une led bleue par des luminophores (PC)
- par mélange de leds de couleurs différentes (RVB par exemple)

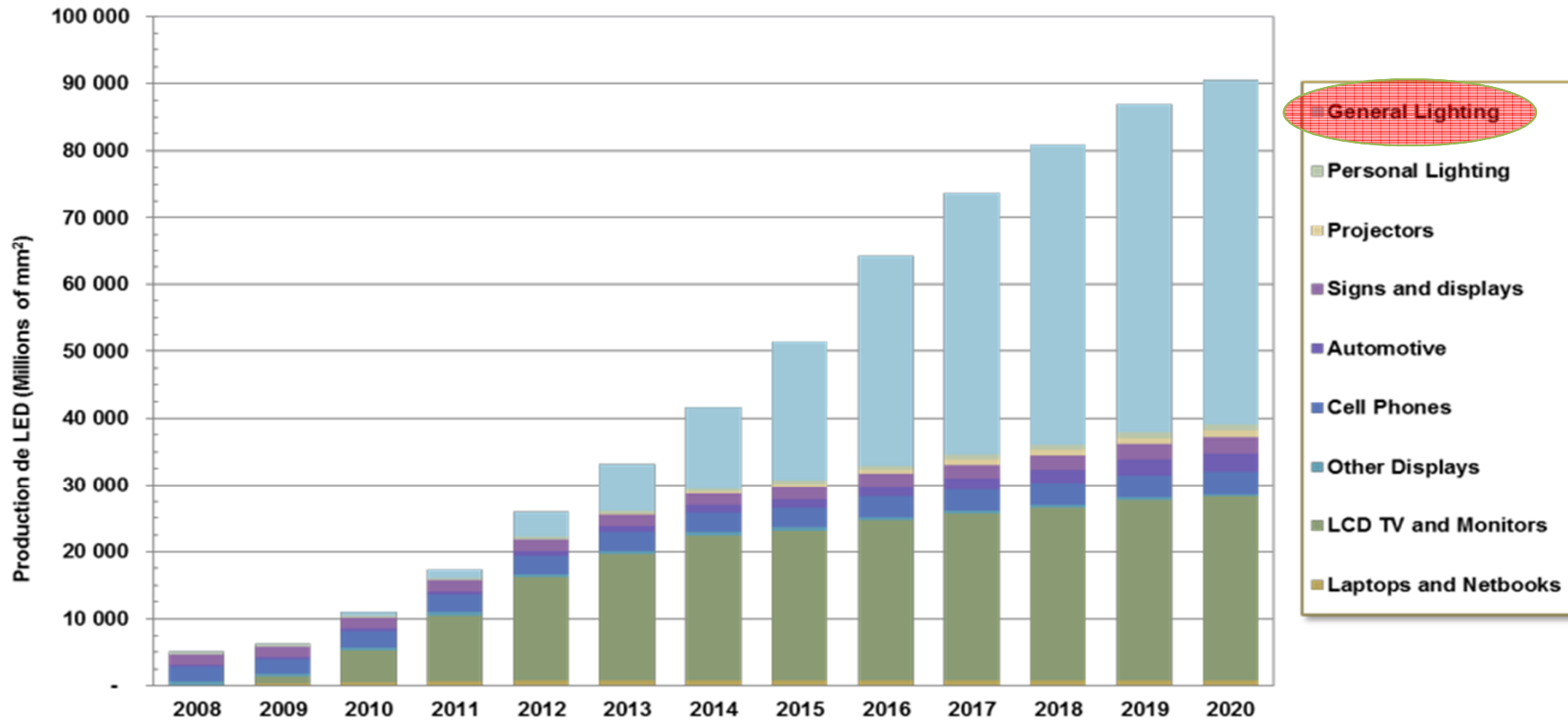
Source : Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan - April 2013

L'efficacité lumineuse au niveau lampes & luminaires



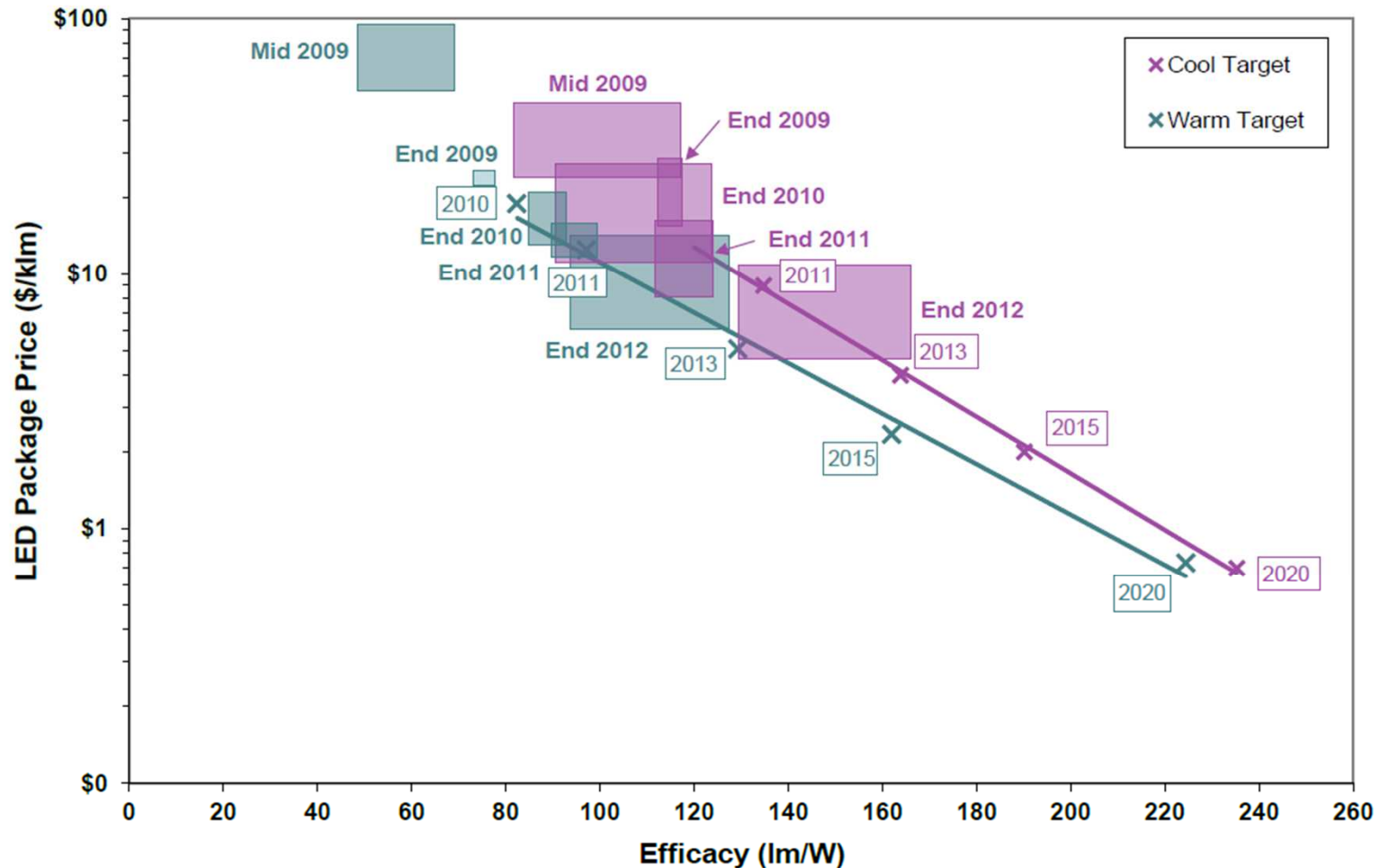
Source : Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan - April 2013

L'éclairage devient le principal relais de croissance des leds



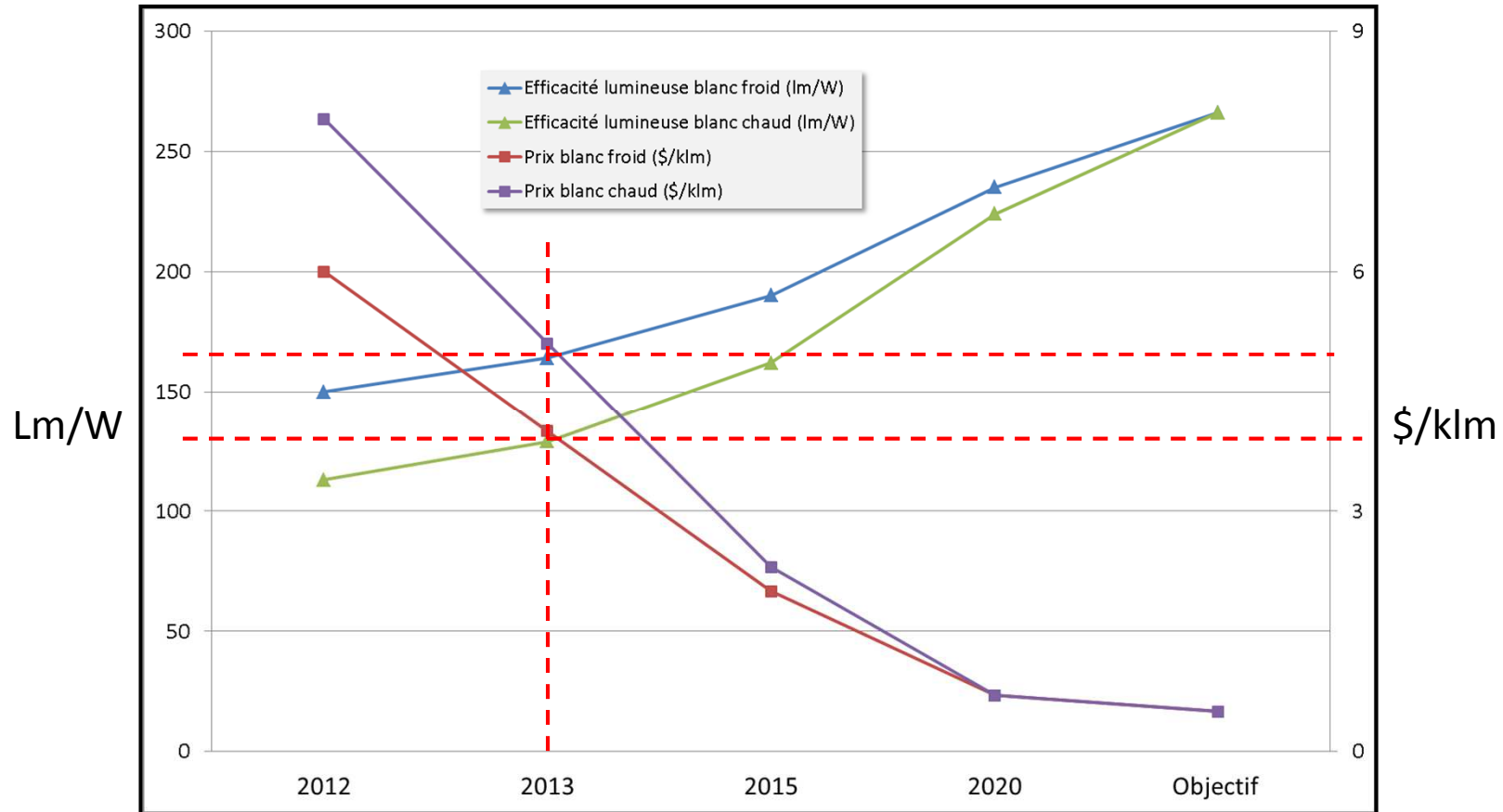
Source YOLE développement

Baisse des prix effective... et programmée



Source : Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan - April 2013

Baisse des prix effective... et programmée



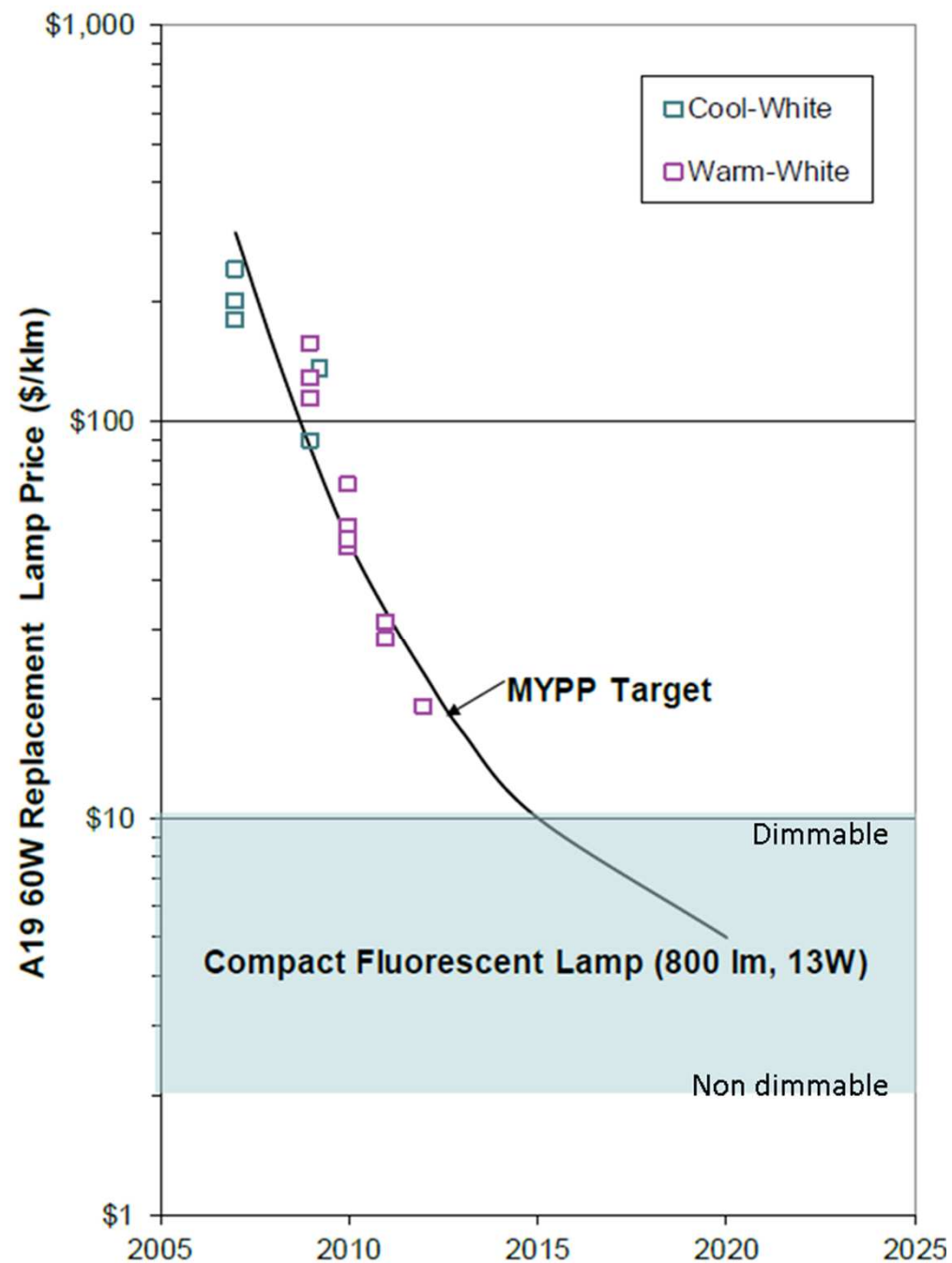
Note: Projections for cool-white packages assume CCT=4746-7040 K and CRI >70, while projections for warm-white packages assume CCT=2580-3710 K and CRI >80. All efficacy projections assume that packages are measured at 25 °C with a drive current density of 35 A/cm².

Source : Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan - April 2013

Les prix baissent également au niveau des lampes et des luminaires.



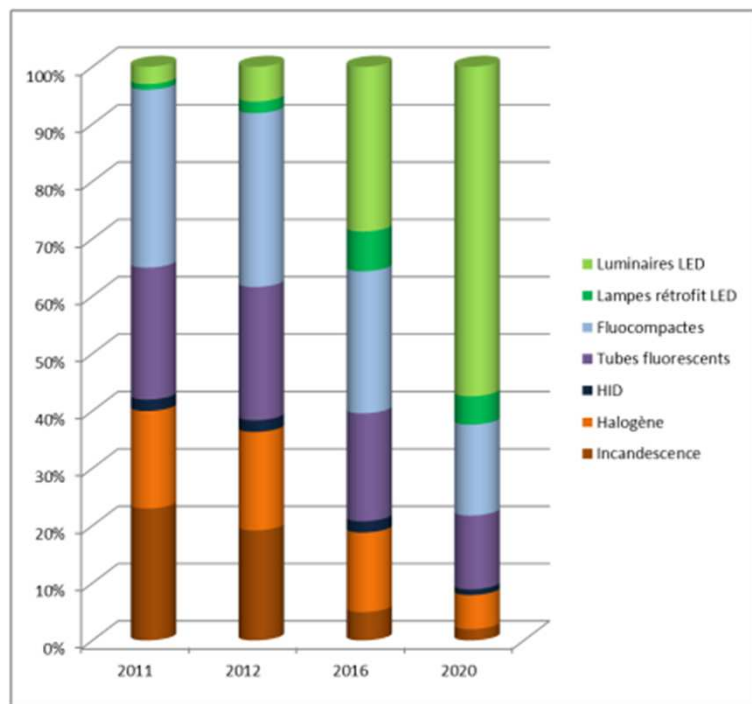
Prix en \$/klm d'une lampe équivalente à la 60W à incandescence →



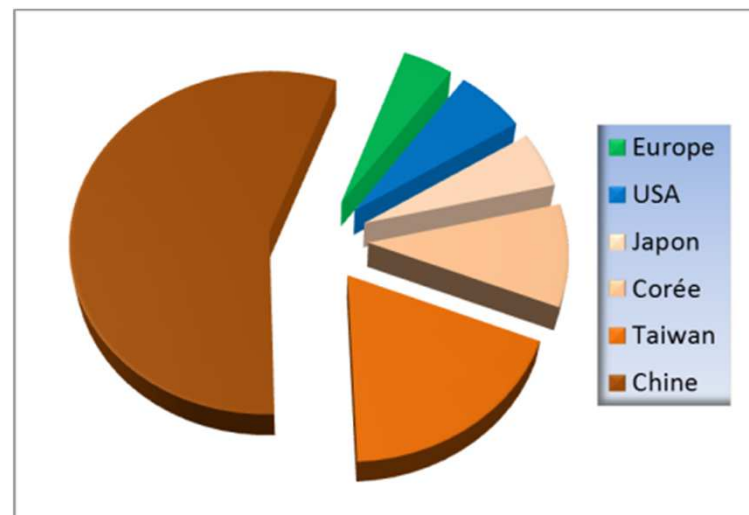
Décollage du marché de l'éclairage général



Multiplication des acteurs : plus de 100 fabricants de chips led répertoriés !

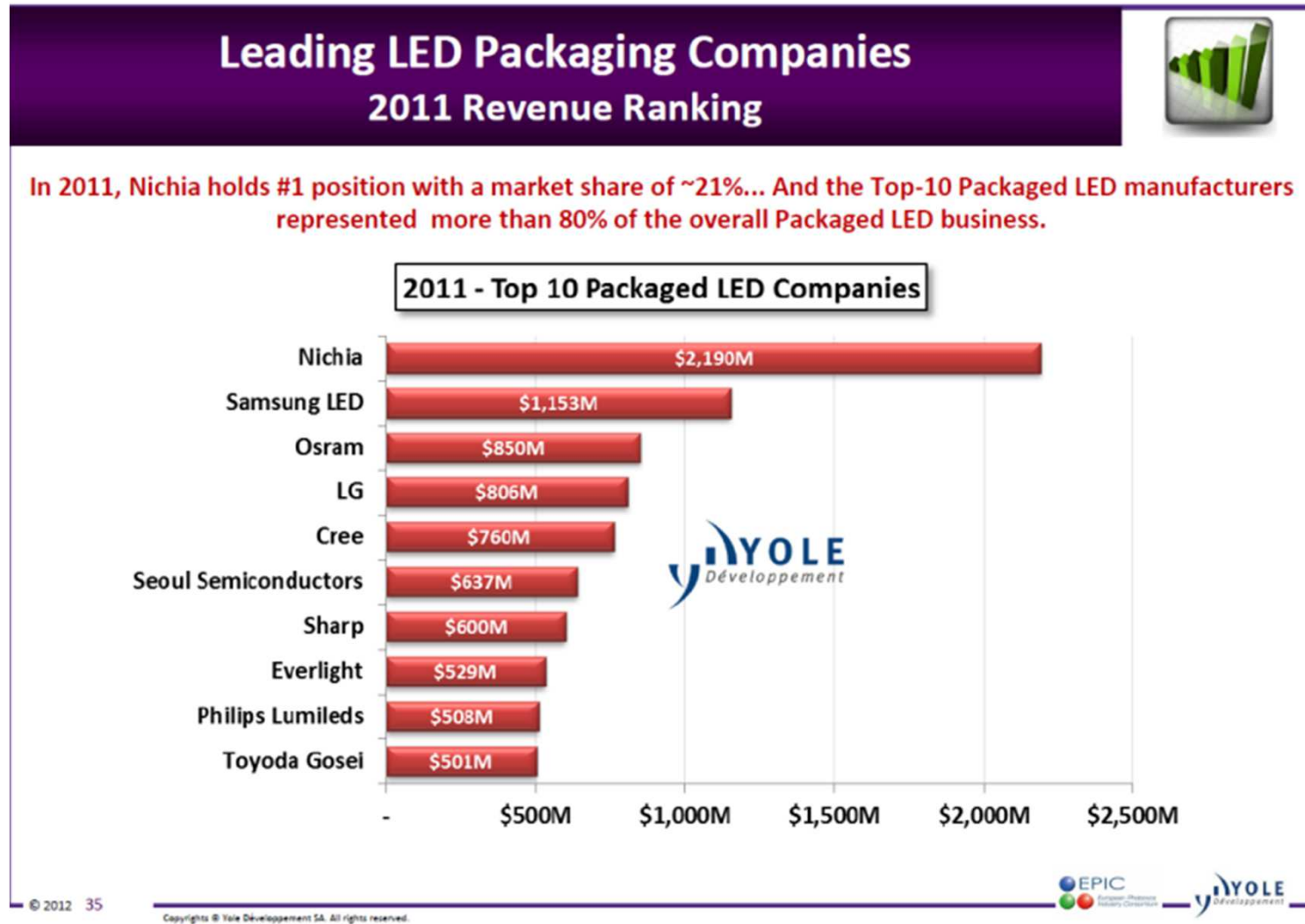


Technologies déployées dans les nouvelles installations (Source : Lighting the way: Perspectives on the global lighting market - McKinsey's 2012)

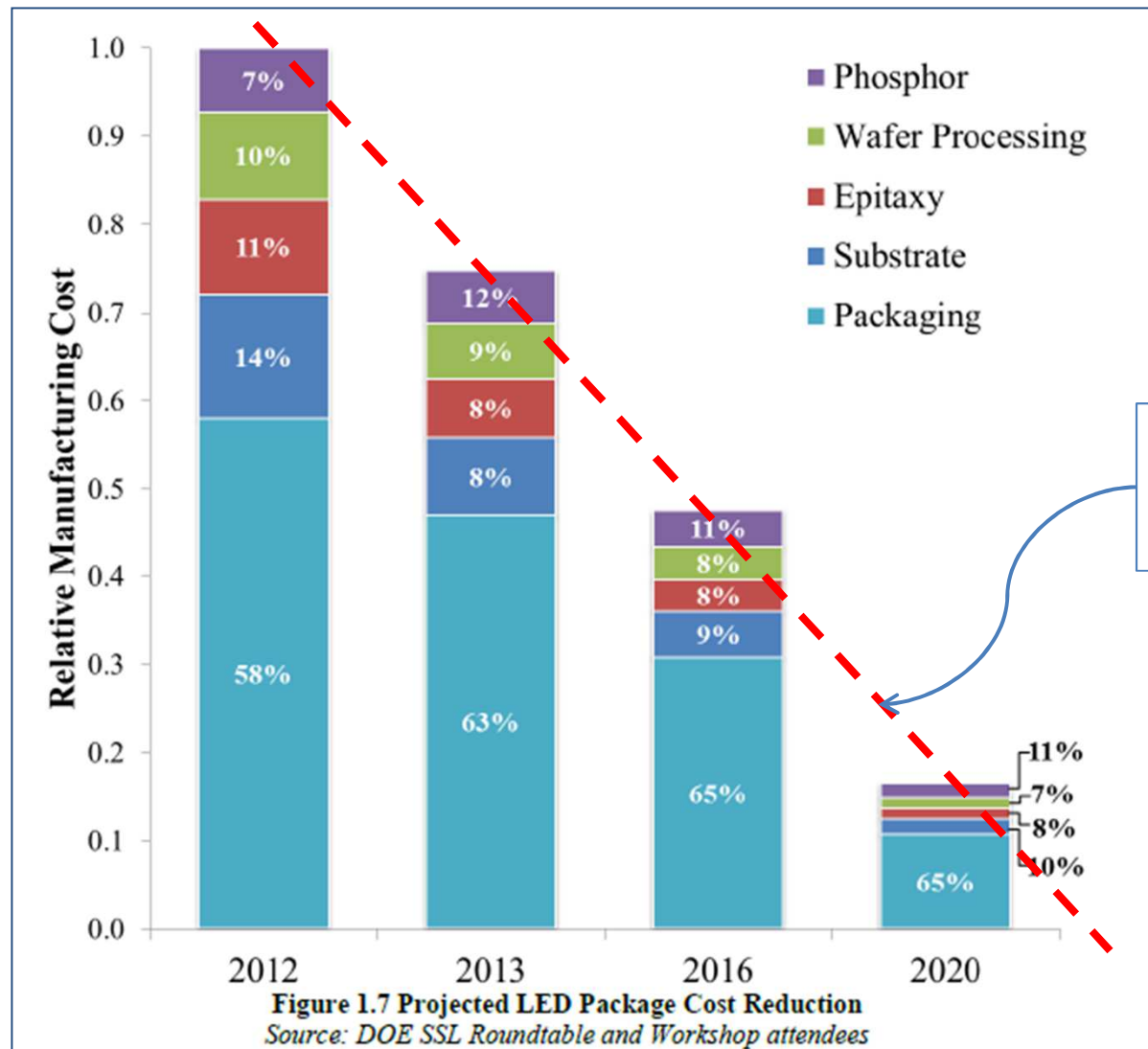


Répartition des fabricants de leds GaN dans le monde (Source : 2012 LED manufacturers & packagers – Yole Développement)

Le top 10 des fabricants de leds (2011)

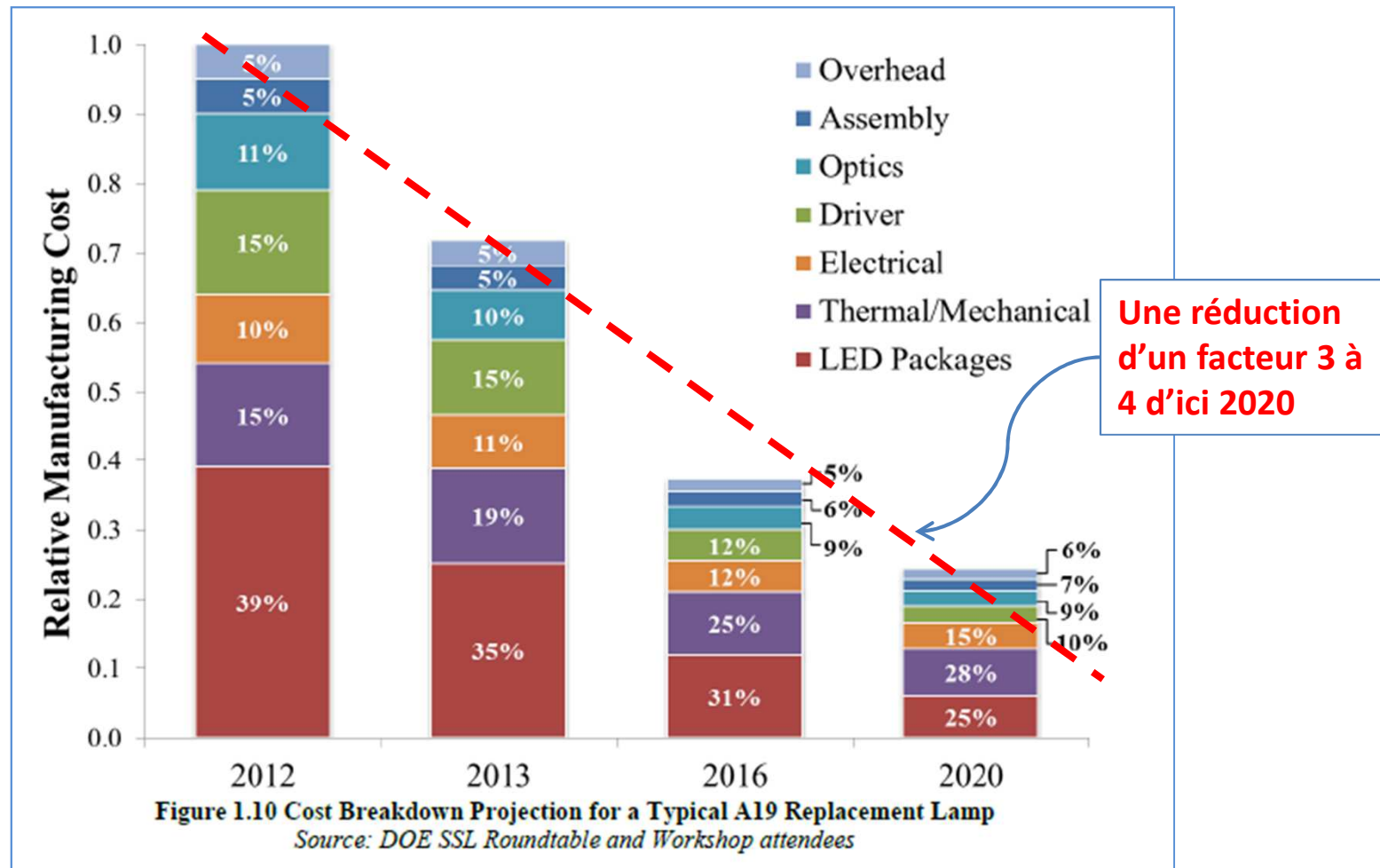


Prévision de réduction du coût de fab. des leds



Source : Solid-State Lighting Research and Development: Manufacturing Roadmap – Septembre 2013

Répartition des coûts et évolution attendue dans une lampe LED



Source : Solid-State Lighting Research and Development: Manufacturing Roadmap – Septembre 2013

Principaux thèmes de R&D et problèmes adressés

Problème adressé ↓	Techno - logie →	Augmentation diamètre	Substrat silicium	Quasi-cristal GaN	Nanofils
Baisse des coûts de fabrication		✓	✓	✗	✓
LED vertes efficaces		✗	✗	✓	✓
Efficacité à fort courant		✗	✗	✓	✗
LED blanches « as grown »		✗	✗	✗	✓

Le substrat

Augmenter les diamètres de substrat

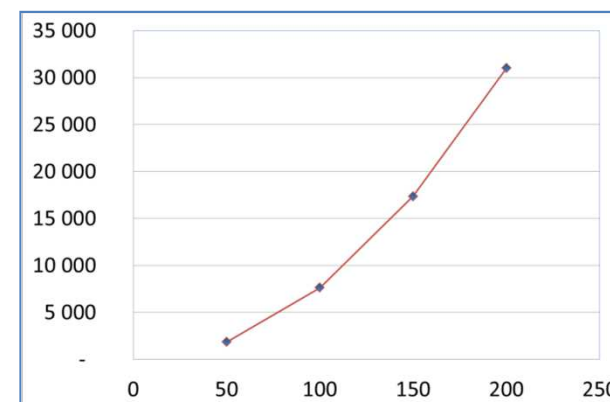
- Recette de la microélectronique silicium
- Mais cette dernière joue sur 2 paramètres
 - Augmenter les diamètres et diminuer les dimensions
 - Pas d'équivalent avec les LED

Opter pour un substrat moins cher

- Silicium
- Mais substrat → 14% du coût matière !

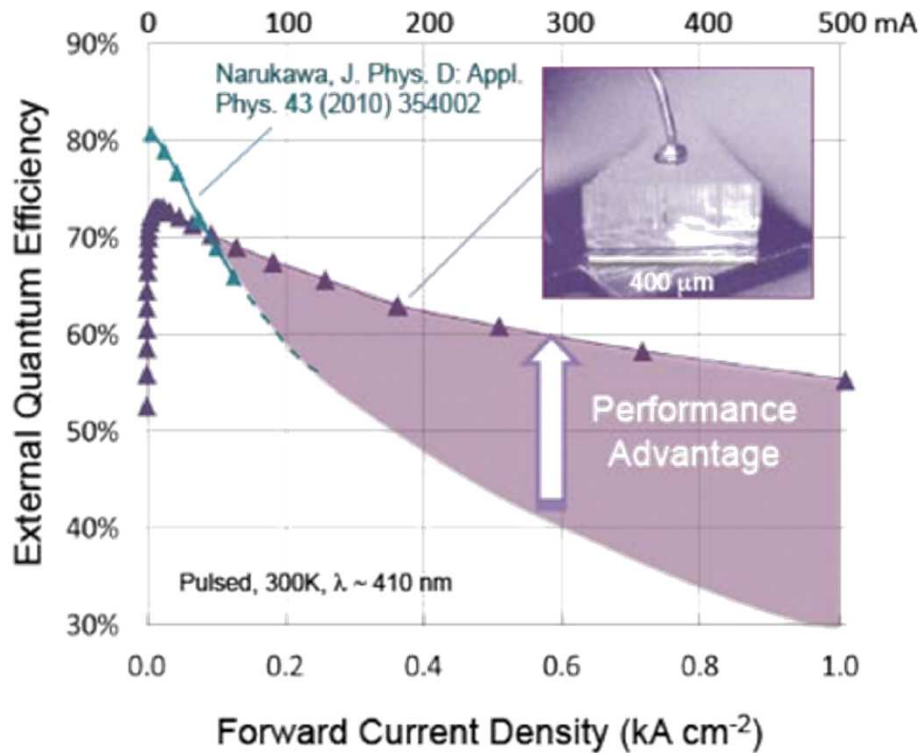
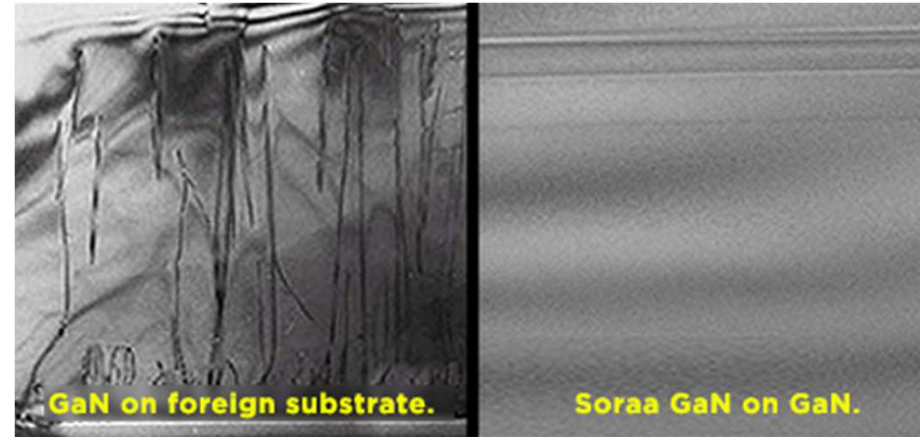


LED GaN fabriquées sur un substrat silicium de $\Phi 200\text{mm}$ (OSRAM)



Nombre de puces 1mm² suivant le diamètre du substrat

Quasi-cristal GaN



The main advantage of Soraa's GaN on GaN LED material is that it allows reliable operation at very high current densities. It has 1000x fewer defects than conventional LEDs, which have GaN layers on cheaper foreign substrates like sapphire, silicon carbide, or silicon. This enables Soraa LEDs to emit 10x more light per unit area of LED material than conventional LEDs. GaN on GaN's optical transparency and high thermal and electrical conductivity also enable a very robust, simple LED design that delivers maximum light output and performance.

Source : <http://www.soraa.com/> - October 2013

LED nanofils

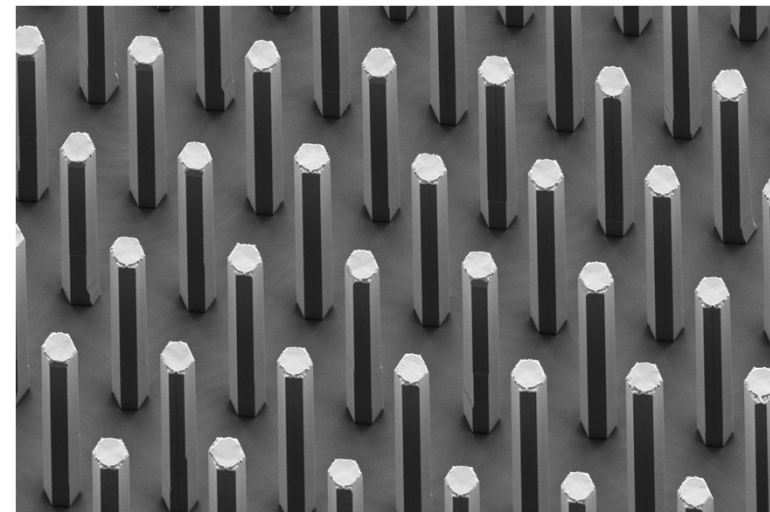
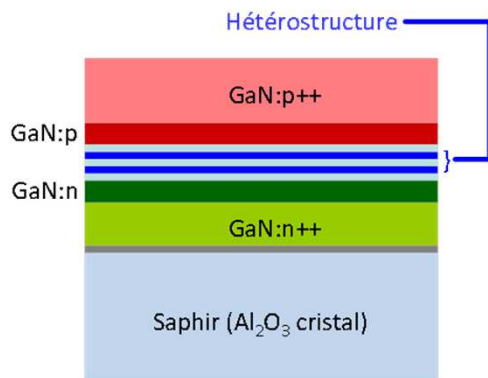
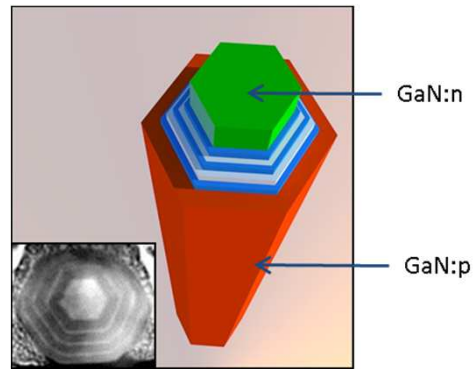


Photo ALEDIA



Photo GLO

- Procédé compatible avec des substrats de silicium de grands diamètres
- Fabrication sur ligne CMOS quasi-standard
- Emission possible sur tout le spectre visible → lumière blanche au niveau du chip ?

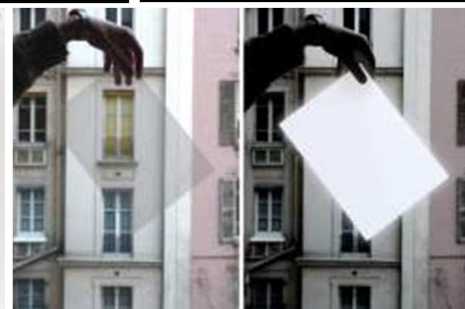
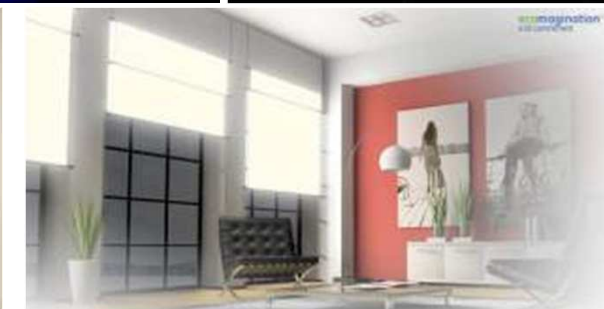
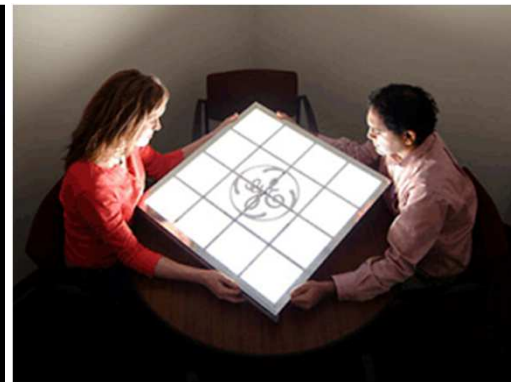
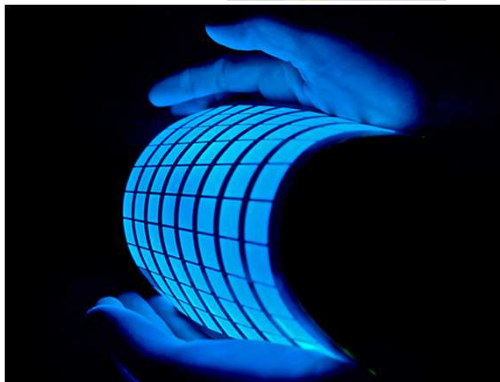
2 acteurs industriels

- ALEDIA, une start-up issue des travaux de R&D du CEA-LETI & INAC
- GLO, une start-up issue des travaux de l'université de Lund (Suède)





Les leds organiques



Réal. Blackbody

General Electric – Ecomagination

<http://jonathanroditi.blogspot.com>

<http://www.futura-sciences.com>

LED versus OLED

LED	OLED
Très haute luminance (>100 10 ⁶ cd/m ²)	Basse luminance (< qq 1 000 cd/m ²)
Source ponctuelle → spot, lampes rétrofit, éclairage public, phares automobile	Grande surface → Eclairage diffus
Système optique requis	Pas d'optique
1mm ²	Mince, plat, éventuellement flexible et/ou transparent
~100 à 200 lm/W	~45 lm/W
30 000 h	<10 000 h – Sensible à H ₂ O & O ₂ → encapsulation requise
~ <1€ 100lm	Ordre de grandeur ~100€ les 200lm (Lumiblade - Philips)

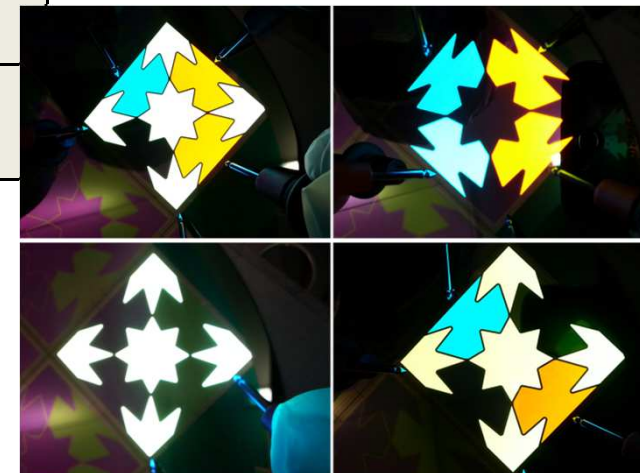


Photo CEA

En France, 2 acteurs industriels

- Start-up en création (CEA)
- Astron-Fiamm – Blackbody



Astron  FIAMM



**La valeur se déplace vers l'aval de la chaîne :
luminaires et « Smart Lighting »**

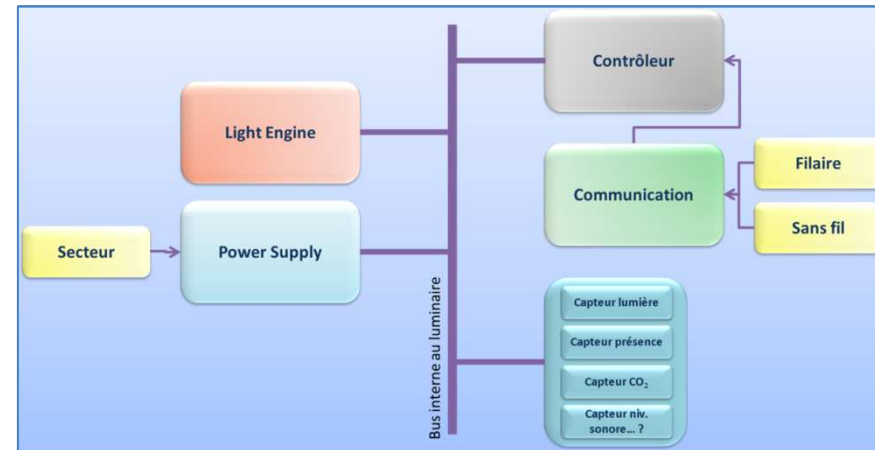
Le « smart lighting »

Introduire de l'électronique dans les luminaires

- Contrôleur
- Capteur
- Communication

pour optimiser l'éclairage

- Economie d'énergie
- Confort & bien-être



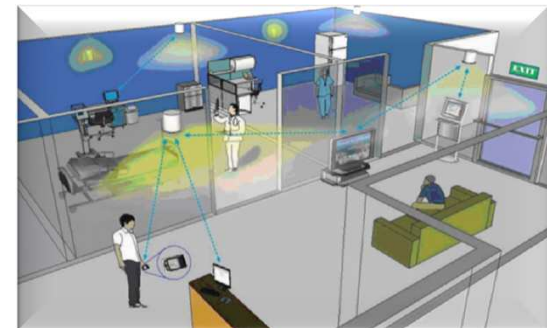
Le CEA-LETI met en place LumInnov un projet de R&D multipartenaires orienté PME



Enocean

« LiFi » ou Visible Light Communication

Utiliser les capacités de modulation très rapide des LED pour transmettre de l'information tout en éclairant !
Des développements rapides
En France, 2 acteurs industriels

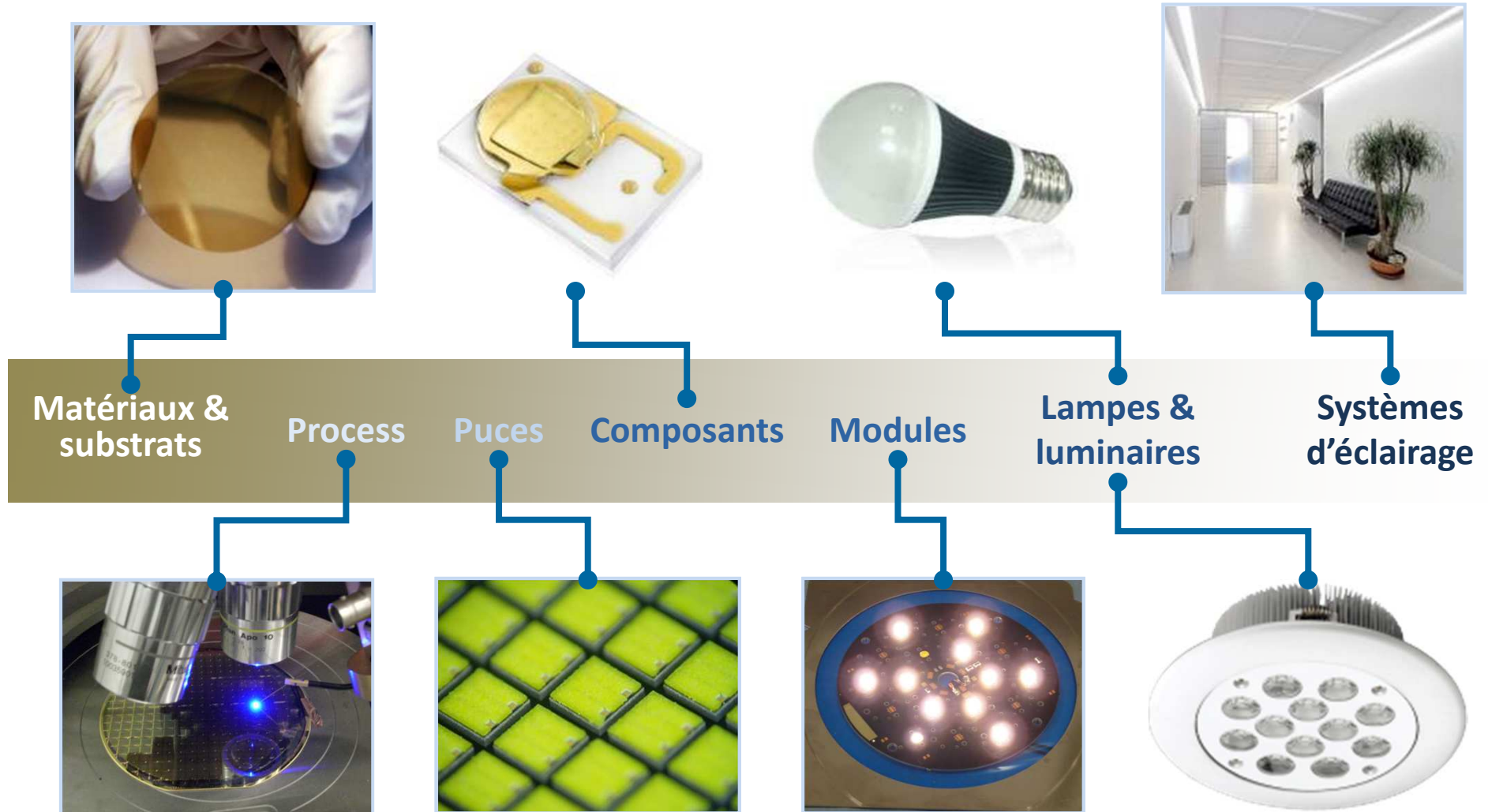


En France, 2 acteurs industriels

- OLEDCOMM
- LUCIOM



Le CEA, acteur de R&D sur toute la chaîne de la valeur



Une approche par les usages



Partenariat avec l'École Nationale Supérieure de Création Industrielle



PISEO, partenaire du CEA



Plateforme nationale mutualisée
d'innovation de la filière éclairage

Créée en novembre 2011, 31
actionnaires, capital social 777 000€

Accompagnement des entreprises pour
le développement et la mise en œuvre
de sources et systèmes d'éclairage à
LED innovants et performants

Basée à Vénissieux, à côté de Lyon



Caractérisation photométrique,
électrique et thermique de sources et
appareils d'éclairage

Fiabilité des systèmes d'éclairage à LED

Vérification réglementaire et normative

Expertise, conseil et formation dans le
domaine de l'éclairage

CEA at the board of the french association « Cluster Lumière »

- Founded June 2008 for
 - Innovation
 - Demonstration
 - Business developmentin the fields of new technologies for lighting
- About 150 companies and organizations involved



leti

LABORATOIRE D'ÉLECTRONIQUE
ET DE TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION

CEA-Leti
MINATEC Campus, 17 rue des Martyrs
38054 GRENOBLE Cedex 9
Tel. +33 4 38 78 36 25

www.leti.fr



Merci de votre attention

Rendez-vous sur le stand CEA - ForumLED 2013 à Paris
La Villette – 26&27 novembre 2013

