

Le LUX en mode économie d'énergie

L'éclairage sous toutes ses facettes : De nouvelles technologies pour une grande diversité d'applications

5 mars 2015



IBGE INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT | BIM BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER

Site de Tour & Taxis · Avenue du Port 86C/3000 · 1000 Bruxelles
T +32 2 775 75 11 · F +32 2 775 76 11
info@environnement.irisnet.be · www.bruxellesenvironnement.be

Site van Thurn & Taxis · Havenlaan 86C/3000 · 1000 Brussel
T +32 2 775 75 11 · F +32 2 775 76 11
info@leefmilieu.irisnet.be · www.leefmilieubrussel.be





Le LUX en mode économie d'énergie

Séminaire bilingue (traduction simultanée)

Bruxelles, 5 mars 2015



8 :30	<i>Accueil des participants</i>
9 :00	Introduction de la journée <i>Modérateur</i>
9 :15	Enjeux liés à l'éclairage Se poser les bonnes questions sur l'éclairage des bâtiments tertiaires <i>Ingrid VAN STEENBERGEN (NL/FR), ODID - remplacée par Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen</i>
09 :45	Concevoir son projet d'éclairage Comment optimiser éclairage naturel, surfaces déperditives et éclairage artificiel pour limiter les consommations d'énergie <i>Coralie CAUWERTS (FR), UCL Architecture et Climat</i>
10 :35	Case Study : Nouveaux immeubles de bureaux Exemples de conception et de dimensionnement dans des espaces de bureaux modulaires <i>François LECLERCQ (FR), Matriciel</i>
11 :00	<i>Questions-réponses</i>
11 :10	<i>Pause-café et discussions avec les orateurs</i>
11 :35	Panel technologique des systèmes d'éclairage Caractéristiques, performances, efficacité et applications des différents luminaires présents sur le marché <i>Jean-Michel DESWERT (FR), Laborelec</i>
12 :25	Eclairage LED, la panacée universelle? Focus sur la technologie LED : applications, évolution, marché et normalisation <i>Guy VANDERMEERSCH (FR), Institut belge de l'éclairage</i>
13 :00	<i>Discussion autour d'un lunch</i>
13 :45	Gestion de l'éclairage et points d'attention pour la maintenance Aspects techniques des systèmes de gestion et de maintenance <i>Arnaud DENEYER (FR), CSTC</i>
14 :35	Case Study : Relamping dans les écoles Exemples de relamping LED dans les écoles et mode de financement par tiers investisseur <i>Didier TRINE (FR), Energy4you</i>
15 :10	<i>Pause-café et discussions avec les orateurs</i>
15 :35	Case Study : Relighting Exemples de relighting dans diverses applications <i>Ingrid VAN STEENBERGEN (NL/FR), ODID - remplacée par Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen</i>
16 :10	<i>Questions-réponses et conclusions de la journée</i>
16 :30	<i>Fin du séminaire</i>

Orateurs/Sprekers

Monsieur Yves MARENNE

Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable
(ICEDD) asbl
Boulevard Frère Orban 4
5000 NAMUR
@ : ym@icedd.be

Madame Catherine LOOTENS

Groen Licht Vlaanderen
KU Leuven, Technologicampus Gent
Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen
Vakgroep Elektrotechniek
Gebroeders De Smetstraat 1
9000 GENT
@ : catherine.lootens@kuleuven.be

Madame Coralie CAUWERTS

Aspirante FNRS
Université Catholique de Louvain (UCL)
Architecture & Climat
Place du Levant 1
1348 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE
Email coralie.cauwerts@uclouvain.be

Monsieur François LECLERCQ

MATRICIEL sa
Place de l'Université 25 Etage 2
1348 LOUVAIN-LA-NEUVE
Email fleclercq@matriciel.be

Monsieur Jean-Michel DESWERT

Laborelec
Rue de Rhode 125
1630 LINKEBEEK
Email jean-michel.deswert@laborelec.com

Monsieur Guy VANDERMEERSCH

Institut Belge de l'Eclairage (IBE-BIV)
c/o VUB - IrW - ETEC Boulevard de la Plaine 2
1050 IXELLES
Email guy.vandermeersch@scarlet.be

Monsieur Arnaud DENEYER

CSTC-WTCB
Rue du Lombardstraat 42
1000 BRUSSEL
Email arnaud.deneyer@bbri.be

Monsieur Didier TRINE

Energy4you
Zoning Industriel - Rue 2
6040 JUMET (CHARLEROI)
Email d.trine@energy4you.be

Commanditaire / Opdrachtgever

Bruxelles Environnement (IBGE) - Leefmilieu Brussel (BIM)
Monsieur Pierre MASSON
Site Tours et Taxis
Avenue du Port 86c/3000
1000 BRUXELLES/BRUSSEL
@ : pmasson@environnement.irisnet.be

Encadrement – Omkadering

Centre d'Etude, de Recherche et d'Action en Architecture asbl
(CERAA) – Cenergie bvba – ICEDD asbl
Madame Cécile ROUSSELOT
Rue Ernest Allardstraat 21
1000 BRUXELLES/BRUSSEL
@ : cecile.rousseLOT@ceraa.be

Les enjeux liés à l'éclairage

Ingrid VAN STEENBERGEN, Gérante - ODID
Remplacée par Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen 2020

La première fonction de l'éclairage est bien sûr de permettre la vision, qui est un phénomène très complexe.

Ingrid VAN STEENBERGEN nous ouvrira les portes de ce monde complexe en expliquant brièvement les différentes notions à prendre en compte lors de la conception d'un projet d'éclairage.

Elle illustrera également les trois fondements de l'économie d'énergie en éclairage :

- Efficacité,
- Eteindre ou dimmer,
- Dimensionner.

Vu la part importante de l'éclairage dans la facture d'énergie des bâtiments tertiaire, une bonne gestion de ces paramètres permettra des économies conséquentes, sans perdre de vue le confort visuel.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

Le 5 mars 2015
Bruxelles Environnement

Les enjeux liés à l'éclairage

Ingrid VAN STEENBERGEN, Gérante

Bureau conseil en éclairage ODID

Remplacée par Catherine Lootens – Groen Licht Vlaanderen 2020



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Lors de ce séminaire, Ingrid sera remplacé par:

Catherine Lootens

Collaboratrice "Groen Licht Vlaanderen 2020"

ESAT / Laboratorium voor Lichttechnologie



tél. +32 265 87 13 (228)

info@lichttechnologie.be

info@groenlichtvlaanderen.be



Objectifs de cette présentation

- Vous préparer pour cette journée passionnante !
- Mieux comprendre la complexité de la vision/de l'éclairage
- Vous aider à économiser de l'énergie en éclairage sans perdre de vue le confort visuel



3

Plan de l'exposé

1. Un très très bref rappel des notions théoriques
2. L'éclairage dans le tertiaire
3. L'économie d'énergie en éclairage: les 3 fondements!
4. Les questions à se poser



4

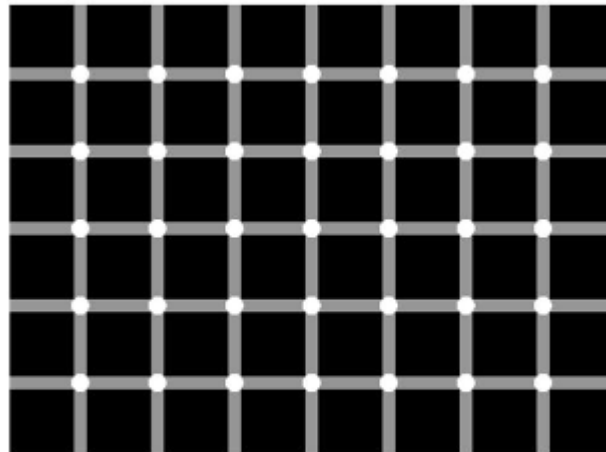
**80% des informations qui nous parviennent
sont liées à la vision!**



**Voir... un phénomène
très complexe!**



5



Comptez les points noirs!!



6

Exemple: Un objet sera mieux perçu...

- s'il est de grande taille
- s'il est immobile ou se déplace à vitesse réduite
- s'il contraste avec son environnement

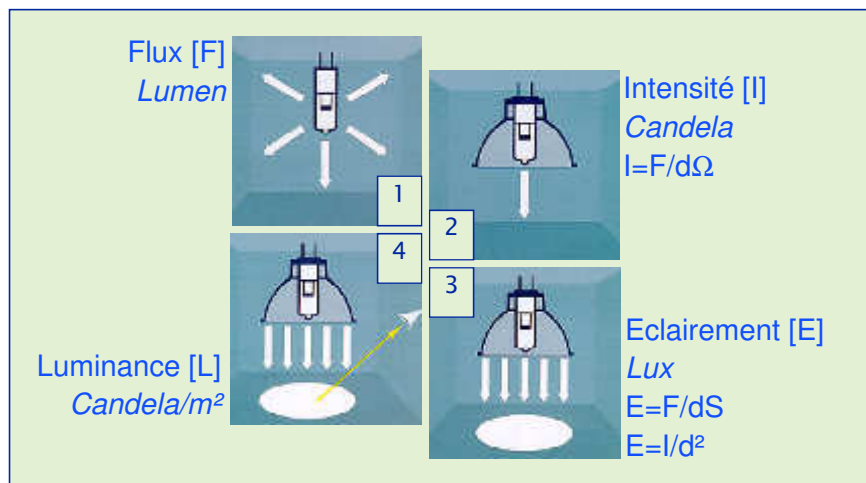
Un texte
devient de
moins en moins
lisible lorsque la taille

des caractères diminue.



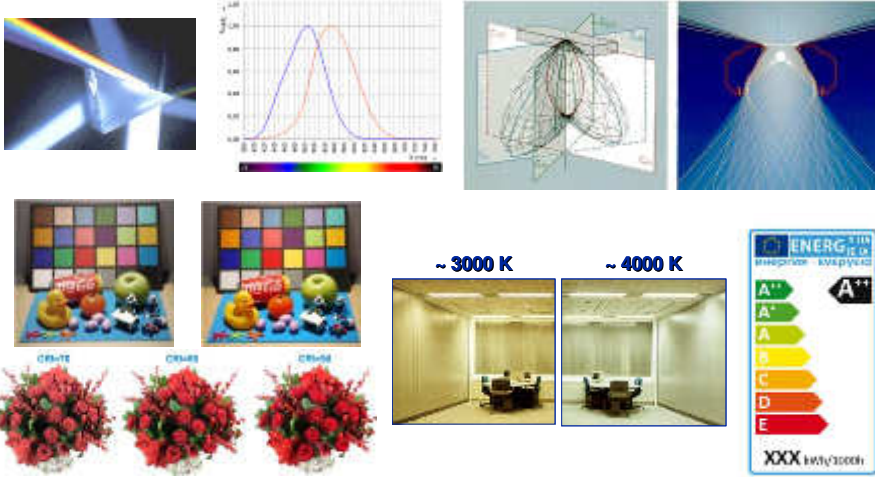
7

Quelques notions de photométrie



8

Ce n'est pas tout...



L'éclairagisme... un métier

9

Quelques notions de colorimétrie



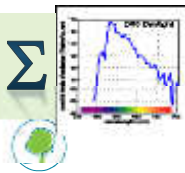
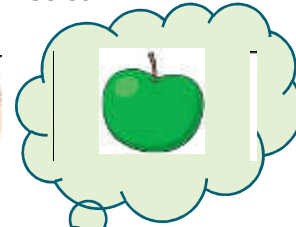
10

C'est quoi "la couleur"?

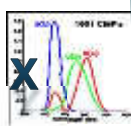
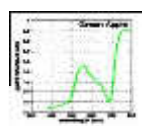
No Colours!
Only spectra & reflection characteristics



Colour



x



=X, Y, Z →



Kévin Smet – A colour rendering index based on memory colours

11

Confort visuel – attention aux luminances!

LED module +/- lumière blanche

5.000 lm

Lampe fluorescente 58W

5.000 lm



Fluo T8 58W: 5.000 cd/m²

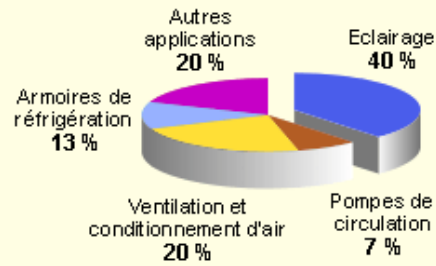
LED : > 50.000 cd/m² = éblouissement!



12

L'éclairage dans le tertiaire

Part de l'éclairage dans l'ensemble de la consommation électrique du secteur tertiaire



Source Energieplus-Le site



13

L'éclairage dans le tertiaire

Belgique:
consommation **électrique** par secteur en tertiaire (%)

	Eclairage	Conditionnement d'air	Refroidissement	Pompes à circulation	Chauffage Eau chaude	Autres
Hotels et restaurants	40,7	11,2	16,9	5,5	3,4	22,2
Soins de santé	37,4	32,3	7,8	5,8	3,6	13,1
Ecoles	59,1	19,7	1	9,8	3,3	7,1
Services	68,5	4,5	6,5	3,4	3,7	13,4
Bureaux et administration	47,2	19,3	1	4,5	3,9	24,1
Commerces	39,8	19,9	23,5	5,5	5,1	6,2
Total secteur tertiaire	45,8	18,7	11	5,3	4,2	15

Source: Laborelec 2009

(note: l'éclairage gagne en importance relative – voir Coralie)



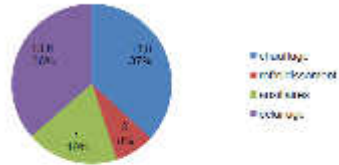
14

L'éclairage dans le tertiaire

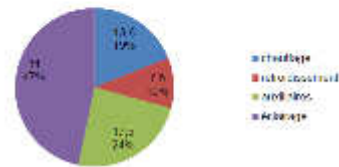
Exemple de répartition pour un bâtiment tertiaire passif



Besoins (kWh/m²/an)



Besoins en Energie Primaire

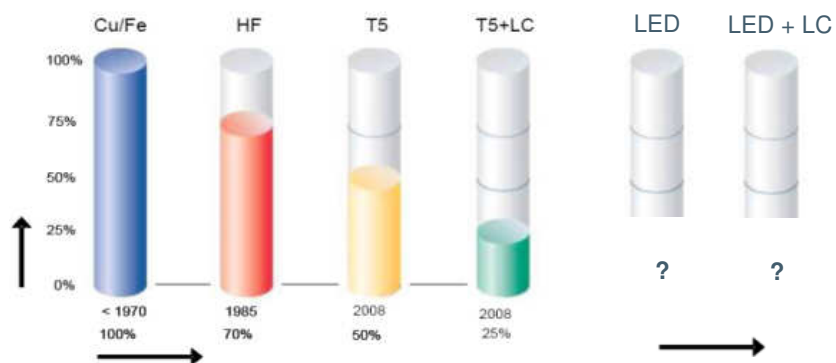


ADM

Master Class - Éclairage - 19/06/2016

15

Evolution : économies d'énergie en éclairage



LC = Lighting control

16

Un bon relighting

Un bon relighting c'est :

- Une bonne relation « qualité – prix » à l'investissement
- Economie d'énergie = économie sur la facture électrique durant la durée de vie totale de l'installation d'éclairage*
- L'accroissement de la qualité de lumière et du confort visuel et/ou la mise en valeur des espaces (d'exposition, de vente...)

*saviez-vous que l'investissement représente seulement +/-20% du coût global de propriété !
(le reste = consommation électrique et entretien)



17

Normes et certifications (il y a de plus en plus)

NBN EN 12464-1
LUMIÈRE INTERIEURE
NORME D'APPLICATION
EN 12464
CLASSE D'APPLICATION

CERTIFICAT PEB

breeam
Dragonfly House,
No 2 Guilders Way,
Norwich NR3 1UB
EXCELLENT

breglobal



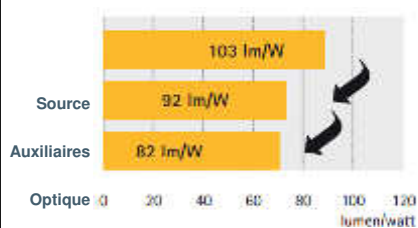
Retour à la base: les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage

- 1) Utilisation de sources lumineuses et de luminaires efficaces et bien les entretenir!
- 2) Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin de façon intelligente! Favorisez la lumière du jour
- 3) Dimensionnement et planification adéquat normes, **EN 12464**, confort visuel, concept?, DIALUX...

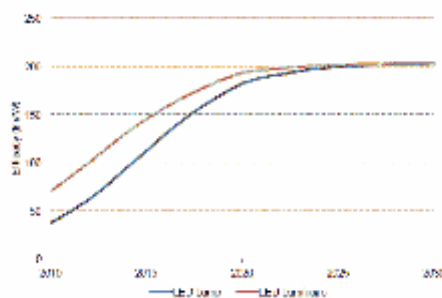


19

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



Rendement des LEDS?
De la diode, de la lampe LED ou
du luminaire LED complet?



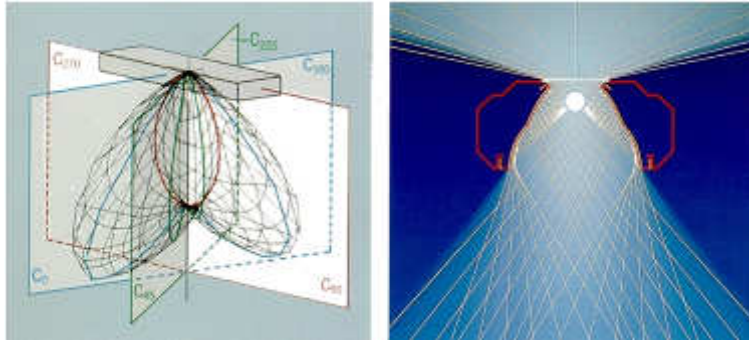
Sans tenir compte de l'IRC et de la t° de couleur
Source DOE 2012

Aussi importante que le rendement:
La photométrie!



20

Répartition de la lumière – la photométrie



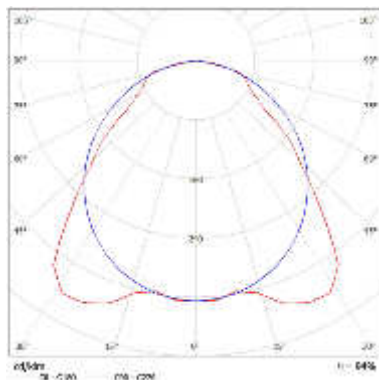
Mesure de l'intensité lumineuse dans les 3 dimensions
 Base de tout le dimensionnement d'une installation d'éclairage!



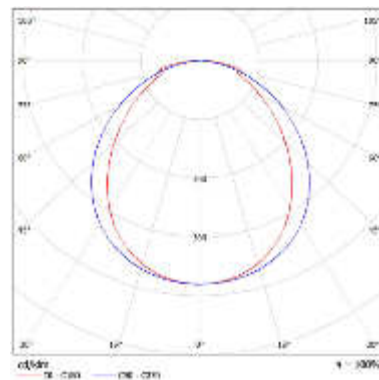
21

21

Rendement et Photométrie



Rendement 94%
 Courbe « batwing »
 Optimale : bonne uniformité
 en lux sur le plan de travail



Rendement 100%
 « Boule » de lumière
 Pas optimale: moins bonne uniformité
 en lux sur le plan de travail



La photométrie détermine également l'interdistance entre les luminaires.

22

Exemple: Emplacement des luminaires

Exemple : Bureau



...attention à la position par rapport à la fenêtre!

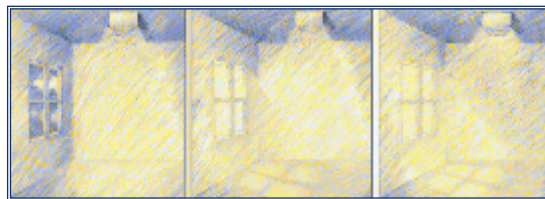


23

Gestion automatisée de l'éclairage ?

Nombres d'heures de fonctionnement?

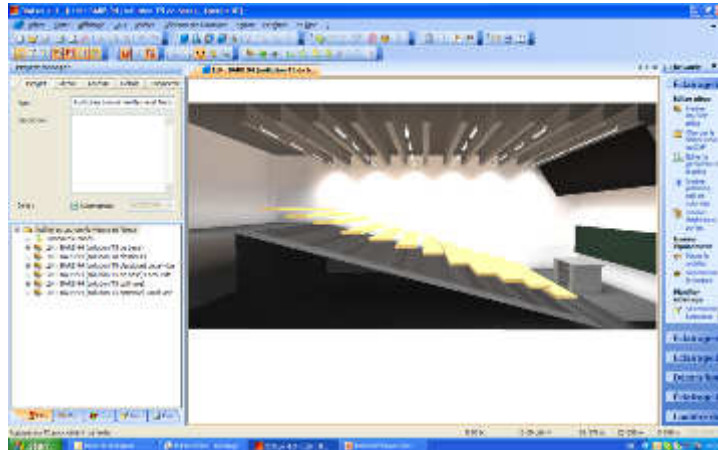
Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin (*de façon intelligente!*)
Egalement en LED!



24

Le dimensionnement

DIALUX ou RELUX = Logiciel de calcul de niveau d'éclairage
Etude à effectuer pour un dimensionnement correcte (EN 12464-1)



25

Surdimensionnement = gaspillage



Auditoire rénové
> 800 lux (norme: 300-500 lux)

Dimensionner correctement, c'est beaucoup plus que simplement calculer un niveau d'éclairage!
Contrastes, ombres, luminances...



Bureau rénové
> 1300 lux (norme: 300-500 lux)



26

Les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage

1) Utilisation de sources lumineuses et de luminaires efficaces et bien les entretenir!

Où se positionnent les LEDS? Rendement? Fiabilité? Durée de vie? Entretien?...

2) Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin de façon intelligente! Favorisez la lumière du jour

Peut-on dimmer des LEDS? Nombre d'allumages et durée de vie?...

3) Dimensionnement et planification adéquat normes, **EN 12464**, confort visuel, concept?, DIALUX...

Normalisation LEDS? Comment éviter l'éblouissement ! Quel facteur de dépréciation pour les LEDS?...



27

A retenir de cette présentation

- L'éclairage, c'est visible - REGARDEZ AUTOUR DE VOUS
- Les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage
- Le potentiel d'économie d'énergie en éclairage est réel.
Mais ne perdons pas de vue le confort visuel !

L'éclairagisme... c'est un métier!



28

Pour info:



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

DUURZAME
VERLICHTING
26 | 03 | 2015

Journée de la "Promotion de l'éclairage durable 2015" à Louvain



29

Une bonne journée de:

Ingrid Van Steenberghe

ingrid@odid.be

0473/823.406

www.odid.be

Passionnée par l'éclairage depuis 1987
Consultante indépendante depuis 1998
Auditrice agréée SPW: AMURE et UREBA
Membre de Groen Licht Vlaanderen
Membre de l'Institut Belge de l'Eclairage IBE
Neutralité totale



ONAFHANKELIJK ADVIESBUREAU VOOR
ENERGIEZUINIGE VERLICHTING.
BUREAU CONSEIL INDEPENDANT.
ECONOMIE D'ENERGIE EN ECLAIRAGE.

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

30

Concevoir son projet d'éclairage intérieur

**Coralie CAUWERTS, chargée de recherche
UCL – Architecture & Climat**

La lumière naturelle a toujours été un moyen privilégié pour révéler l'architecture et créer des atmosphères. Elle a d'ailleurs été longtemps source première d'éclairage dans le bâtiment. L'avènement de l'électricité dans les années quarante a radicalement changé la manière de concevoir l'éclairage intérieur et la lumière naturelle n'a plus été introduite que dans des programmes spécifiques (musées, églises, écoles...).

Ces dernières années, la législation sur la PEB a fortement mis en avant la dimension énergétique des bâtiments, au détriment d'aspects tels que le confort de l'occupant ou la qualité esthétique des espaces. Actuellement, la fenêtre, source de lumière naturelle dans le bâtiment, fait naître chez certains des craintes liées aux déperditions thermiques et aux surchauffes.

La présentation de Coralie Cauwerts a pour objectif de faire prendre conscience à l'auditoire que la bonne intégration de la lumière naturelle dans les bâtiments est bien plus qu'une question énergétique puisque la lumière naturelle offre de nombreux bienfaits. De récentes découvertes scientifiques prouvent d'ailleurs l'influence positive de la lumière naturelle sur la santé de l'être humain et font penser que de nouvelles règles de conception en éclairage intérieur seront développées, dans les années à venir, pour mieux rencontrer certains besoins psychophysiologiques.

La présentation identifiera des points d'attention sur lesquels s'interroger afin de trouver un équilibre entre confort visuel, déperditions thermiques, gains solaires et consommations en éclairage artificiel.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

5 mars 2015

Bruxelles Environnement

Concevoir son projet d'éclairage intérieur

Coralie CAUWERTS, Chargée de recherche

UCL – Architecture & Climat



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Objectifs de la présentation

- Vous faire prendre conscience que la bonne intégration de la lumière naturelle dans les bâtiments est bien plus qu'une question énergétique : la lumière naturelle offre de nombreux bienfaits à l'être humain
- Offrir des pistes pour déterminer un optimum entre:
 - ▶ confort visuel
 - ▶ déperditions thermiques
 - ▶ gains solaires
 - ▶ consommations en éclairage artificiel



2

Plan de l'exposé

1. Contexte
2. Concevoir son projet d'éclairage
 1. Privilégier la lumière naturelle
 2. Faire la balance avec les déperditions thermiques
 3. Faire la balance avec les gains solaires
 4. Compléter avec un éclairage artificiel efficace
3. Conclusions générales



3

Plan de l'exposé

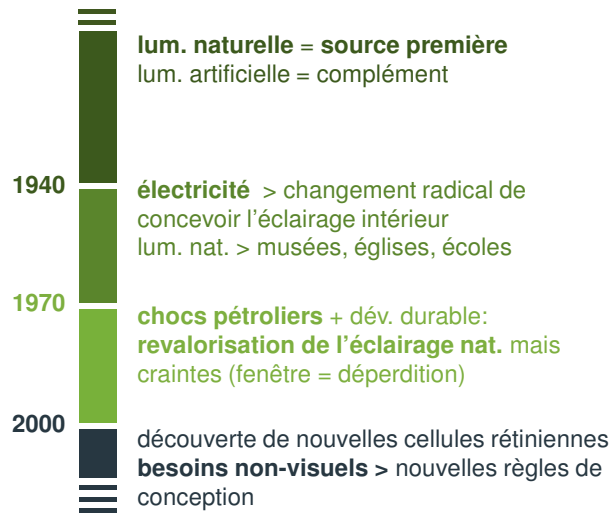
1. **Contexte**
2. Concevoir son projet d'éclairage
 1. Privilégier la lumière naturelle
 2. Faire la balance avec les déperditions thermiques
 3. Faire la balance avec les gains solaires
 4. Compléter avec un éclairage artificiel efficace
3. Conclusions générales



4

Contexte

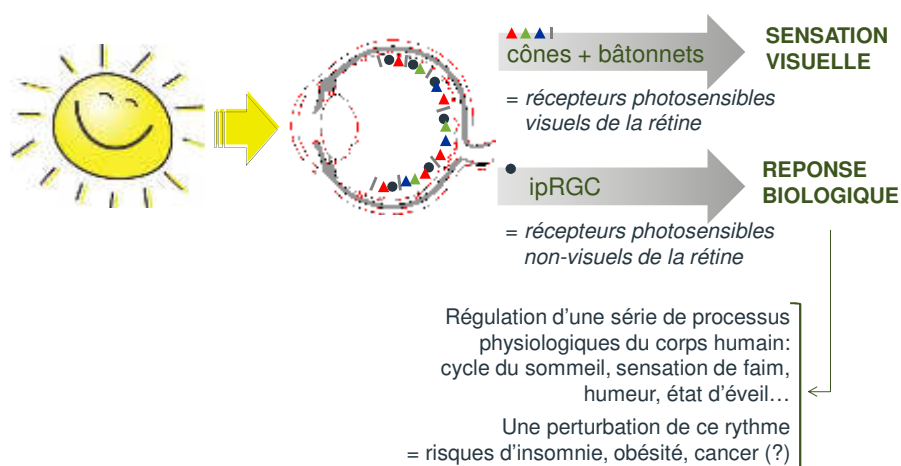
> L'éclairage au XXI^{ème} siècle:
bien plus qu'une question de confort visuel...



5

Contexte

> La lumière régule notre horloge biologique



6

Contexte

> Besoins visuels ≠ besoins circadiens (= biologiques)

	Besoins visuels	Besoins circadiens
Quantité	300-500 lux (tâche) ~100 lux (œil)	~1000 lux (œil)
Spectre (couleur)	Pic de sensibilité: 555nm (jaune)	Pic de sensibilité: ~420-480nm (bleu)
Distribution	Importante pour assurer le confort visuel	Pas importante car c'est l'éclairement dans l'œil qui compte
Durée et moment d'exposition	-	Avancer / reculer le cycle circadien



> **trop tôt pour émettre des règles de design claires** (niveau? spectre?) mais la **lumière naturelle** est la plus à même de satisfaire ces besoins ...

Contexte

> La lumière naturelle

- ▶ maximise le confort visuel de l'occupant (la lumière du jour, par sa nature, est la source lumineuse la plus adaptée au système visuel)
 - ▶ satisfait des besoins non-visuels (physiologiques et psychologiques)
- augmente le confort, la santé, la productivité et les performances des occupants

Si un équilibre est trouvé entre

- ▶ lumière naturelle
- ▶ déperditions thermiques
- ▶ gains solaires
- ▶ éclairage artificiel

de potentielles économies des ressources énergétiques sont possibles et le confort de l'occupant assuré



8

Plan de l'exposé

1. Contexte
2. **Concevoir son projet d'éclairage**
 1. Privilégier la lumière naturelle
 2. Faire la balance avec les déperditions thermiques
 3. Faire la balance avec les gains solaires
 4. Compléter avec un éclairage artificiel efficace
3. Conclusions générales



9

Concevoir son projet d'éclairage

> Un enjeu

En fonction du programme,
trouver un équilibre entre:

- ▶ le confort visuel (et le non-visuel)
- ▶ les déperditions thermiques des fenêtres
- ▶ les risques de surchauffe due aux gains solaires
- ▶ la consommation en éclairage artificiel
- ▶ la possibilité de ventilation
- ▶ le cadrage des vues sur l'environnement extérieur
- ▶ la composition des espaces et des façades



10

Concevoir son projet d'éclairage

> Une stratégie

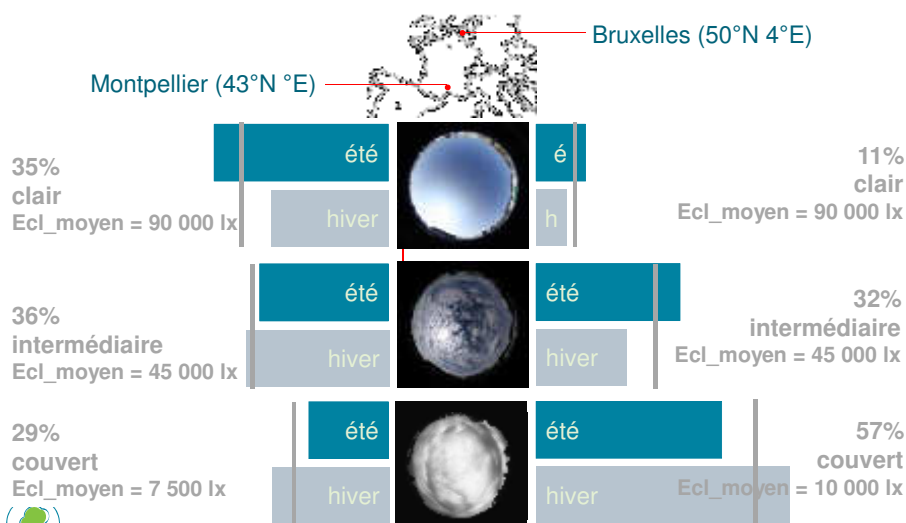
1. Privilégier la lumière naturelle dans le bâtiment
 - > source de lumière "gratuite"
 - > particulièrement bien adaptée à la vision humaine
 - > bienfaits psychologiques et physiologiques
2. Faire la balance avec les déperditions thermiques
3. Faire la balance avec les gains solaires
4. Compléter avec un éclairage artificiel efficace



11

Privilégier la lumière naturelle

> Conditions de nébulosité

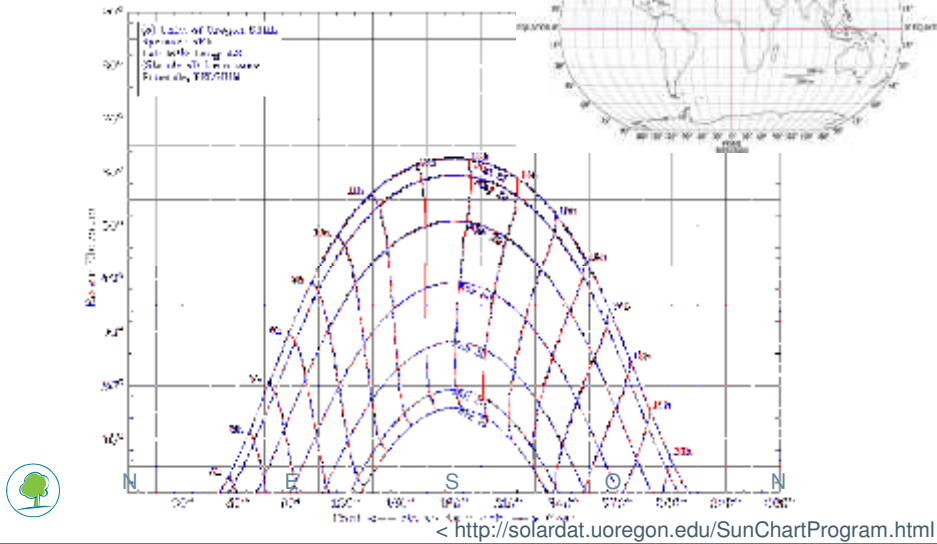


Note. NBN 12 464-1: 100 lx (circulation), 500 lx (bureaux), 5000 lx (autopsies)

Privilégier la lumière naturelle

> Course du soleil

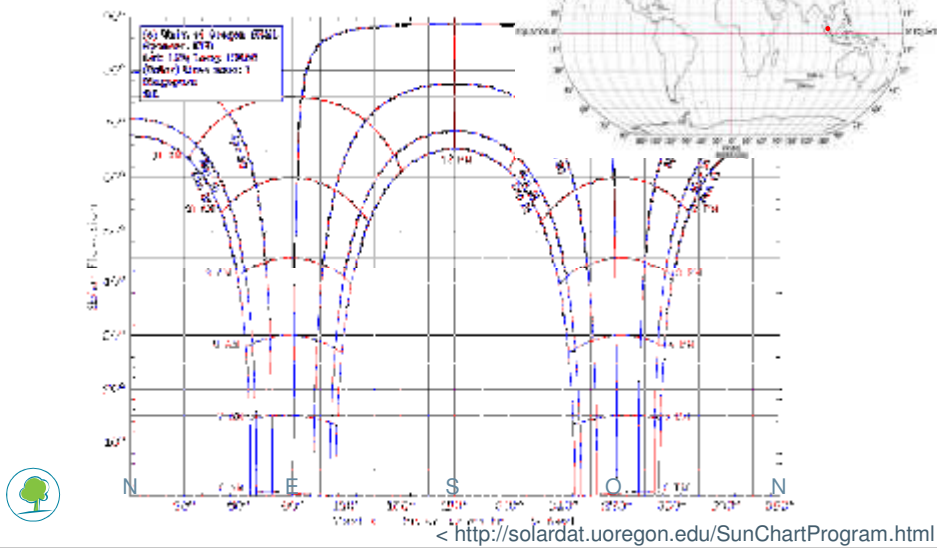
Bruxelles, lat: 50.8°N long: 4.3°E



Privilégier la lumière naturelle

> Course du soleil

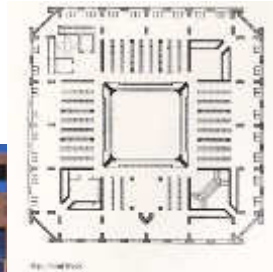
Singapour, lat: 1.3°N long: 103.9°E



Privilégier la lumière naturelle

> Dimensionner les ouvertures = f(besoins)

Bibliothèque, Etat-Unis.

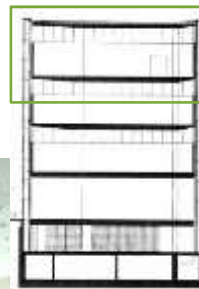


http://lha.epfl.ch/enseignement_lth/documents/b_marchand/theorie_archi_V/scren/6_LOUIS_KAHN.pdf

Privilégier la lumière naturelle

> Dimensionner les ouvertures = f(besoins)

Musée, Suisse.



16

Privilégier la lumière naturelle

> Dimensionner les ouvertures = f(besoins)

Bonne pratique :

- dimensionner en fonction des besoins / programme
- la lumière pénètre $\sim 2.5 * h_{\text{linteau}}$
 - local peu profond (prof < $2 * \text{hauteur}$): latéral OK
 - local profond (prof > $2 * \text{hauteur}$): latéral + zenithal
- plus la fenêtre est haute et plus éclairage en profondeur
- allèges vitrées amènent peu d'éclairage sur plan de travail à 80 cm

RRU (habitations sauf cuisine) :

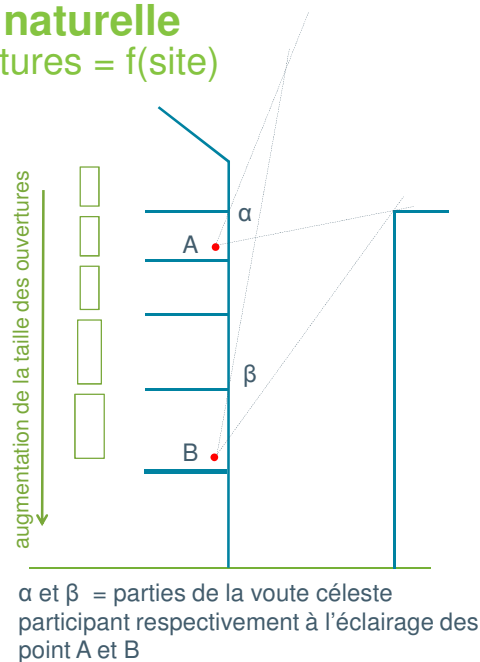
vitrage > 20% S_{plancher} + vues (sous-toiture: >8%)



17

Privilégier la lumière naturelle

> Dimensionner les ouvertures = f(site)



Privilégier la lumière naturelle

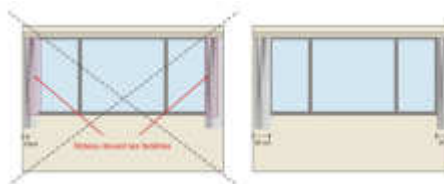
> Anticiper les obstructions

Peuvent réduire la dimension projetée de la baie:

- ▶ Châssis : privilégier le châssis fixe
- ▶ Tentures, stores : laisser 30cm autour des baies
- ▶ Aménagement intérieur
- ▶ Protections solaires fixes non-prévues



LESODIAL



RELOSO

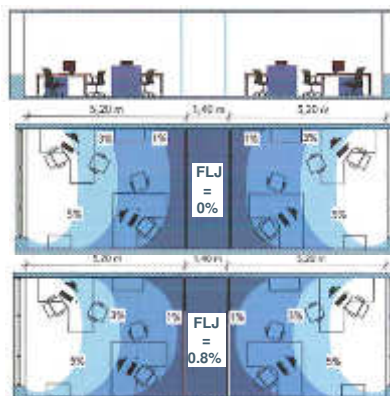


Privilégier la lumière naturelle

> Distribuer la lumière en profondeur

Eviter les espaces sans accès à la lumière du jour grâce à:

- ▶ cloisons vitrées
- ▶ portes vitrées
- ▶ vitrage clair / sablé
- ▶ cages d'escalier
- ▶ puits de lumière
- ▶ parois claires
- ▶ ...



Cloisons pleines

Cloisons vitrées

si ciel couvert de 10 000 lx : 80 lx dans le couloir
NBN 12 464-1 (artificiel) : 100 lx



Privilégier la lumière naturelle

> Conclusions

- ▶ Dimensionner les ouvertures en fonction des besoins : analyser le site, déterminer les zones à éclairer, les niveaux lumineux recherchés, les zones qui ne peuvent pas recevoir de soleil direct...
- ▶ Anticiper les potentielles obstructions: châssis, tentures, stores, protections solaires, aménagement intérieur...
- ▶ Distribuer la lumière en profondeur dans le bâtiment: cloisons/portes vitrées, parois claires, cages d'escalier...



21

Faire la balance

> Ecl.naturel vs. déperditions thermiques



22

Ecl.naturel vs. déperditions thermiques

> Coefficient de déperdition thermique (U - W/m²K)

= quantité d'énergie qui traverse la fenêtre, par m², et pour une différence de température de 1 kelvin

→ plus le U est petit plus la fenêtre est performante (PEB: $U_w < 2.2$)

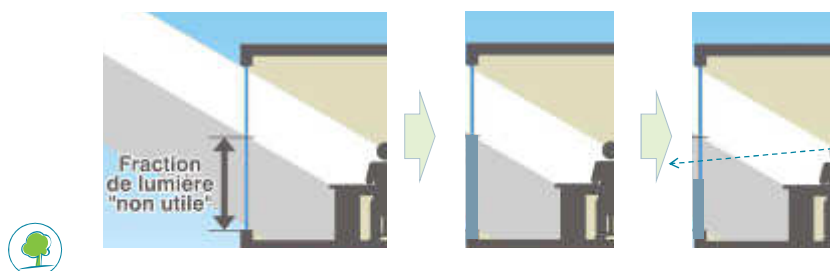
→ une fenêtre ~ 6 fois plus déperditif qu'un mur



Ecl.naturel vs. déperditions thermiques

> Hauteur de l'allège

- allège vitrée ou non-vitrée ?
 - ▶ Nécessité d'une vue ?
 - ▶ Esthétique de la façade ?
 - ▶ Hauteur du plan de travail ?



Ecl.naturel vs. déperditions thermiques

> Proportion de châssis

Uw dépend de:

- coef. de déperdition du châssis $U_f = f(\text{profil, matériau})$
 $U_f \sim 0.7$ (passif), 2.1 (bois), 2.0 (PVC) et 2.5 (alu)
- coef de déperdition du vitrage U_g
 $U_g < 1.3$ (PEB), $U_g \sim 0.7$ (triple basse- ϵ argon), 1.3 (si double)
- caractéristiques de l'intercalaire ψ_g

Le châssis = un point faible de la fenêtre

- ▶ Nécessité de dédoubler les fenêtres ?
- ▶ Nécessité de diviser la surface vitrée ?
- ▶ Nécessité de placer des ouvrants (ventilation, besoin psychologique...) ?
- ▶ Esthétique de la façade ?



Faire la balance

> Ecl. naturel vs. gains solaires



Les gains solaires:

- = principalement par les surfaces vitrées
- = un atout durant la période de chauffe mais, en fonction des gains internes, peuvent aussi entraîner des surchauffes



26

Rappel

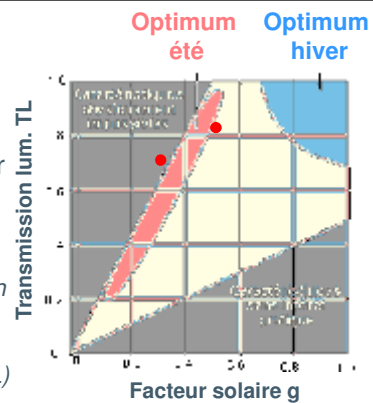
> Facteur solaire (g - %)

= la quantité totale d'énergie que laisse passer un vitrage par rapport à l'énergie solaire incidente

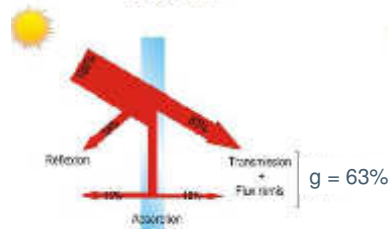
→ plus g est grand et plus les gains solaires sont importants, ce qui est généralement favorable en hiver (chaleur gratuite) mais défavorable en été (risques de surchauffe)

→ g est fonction de la Transmission Lumineuse (TL)

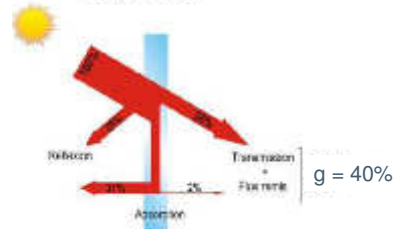
→ g peut être modifié par l'ajout d'une protection solaire



Vitrage clair [TL=80%]

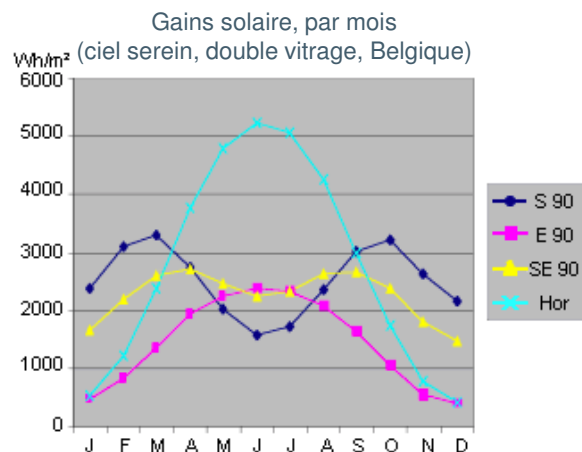


Vitrage sélectif [TL=70%]



Ecl. naturel vs. gains solaires

> Gains solaires = f (orientation, inclinaison)

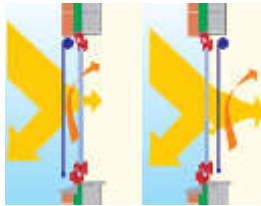


→ ouvertures zénithales et latérales = comportements divergents
→ dans notre climat, latéral sud = concordance avec les besoins

Ecl. naturel vs. gains solaires

> Les protections solaires : un rôle double

- Contre l'éblouissement → confort visuel
 - ▶ Placer la protection solaire à l'extérieur ou à l'intérieur
- Contre les surchauffes → confort thermique
 - ▶ Placer la protection solaire à l'extérieur

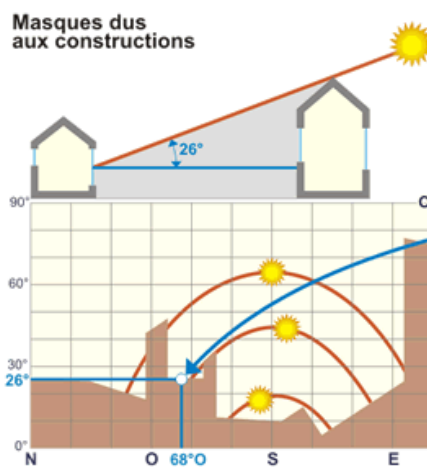
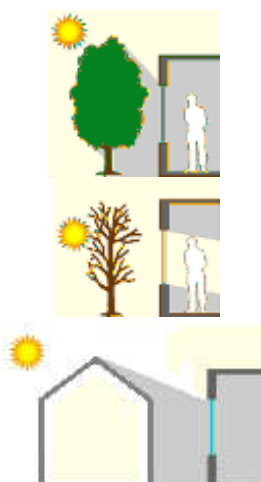


en veillant à conserver des niveaux lumineux satisfaisants
afin de réellement réduire les consommations en écl. artif.



Protections solaires | TYPES

> Végétation et bâtiments voisins



Protections solaires | TYPES

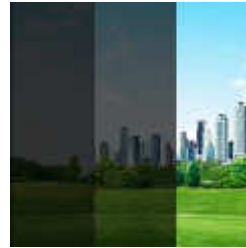
> Vitrages solaires et films autocollants

Avantages:

- pas de technologie
- vue non-obstruée

Inconvénients:

- permanent
- efficacité moindre qu'autres protections
- aspect légèrement teinté du vitrage
- aspect plus réfléchissant du verre
!! impact sur bâtiments voisins



<http://www.colorauto.fr/upload/teintes.jpg>



<http://www.techni-contact.com/ressources/images/produits/card/film-reflechissant-anti-solaire-et-anti-froid-731789-1.jpg>



Protections solaires | TYPES

> Brises-soleil

Avantages:

- robustesse
- efficacité (si pensés en fonction de l'orientation de la façade)

Inconvénients:

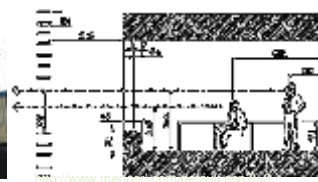
- vue obstruée (penser à supprimer des lamelles pour favoriser la vue de l'occupant vers l'extérieur)
- si fixes: empêche la pénétration de la lumière naturelle même si ciel couvert



<http://www.kawneer.com/kawneer/france/fr/products/categorie/brises-soleil/id=1504>



<http://mob.bbc-vire-35.cler-blog.com/article/poee-du-brise-soleil-58040664.html>



<http://www.me>



http://www.legournerdelarchitecte.com/popin-album.php?id_article=1246



<http://www.flickrriver.com/photos/calvin/293997441/>



Protections solaires | TYPES

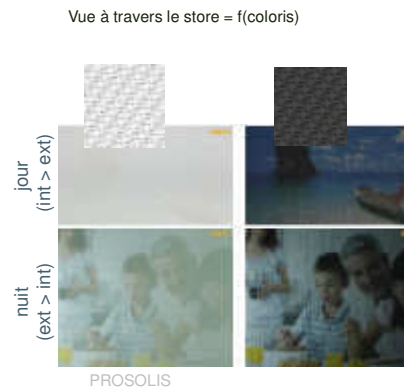
> Toiles perforées

Avantages:

- généralement mobiles et réglables en hauteur
- particulièrement efficaces contre surchauffes + éblouissement
> les coloris clairs favorisent la réflexion des rayons du soleil
- permettent une vision vers l'extérieur
> les coloris sombres favorisent la vision vers l'extérieur le jour

Inconvénients:

- manque de robustesse



Protections solaires | GESTION

> Fixes vs. mobiles



→ Avantage de la mobilité: maximiser la pénétration de la lumière quand pas besoin de se protéger du rayonnement solaire

Protections solaires | GESTION

> Manuelles vs. motorisées



→ Avantage de la motorisation: si couplé à un anémomètre, le store peut être préventivement remonté quand grand vent



Protections solaires | GESTION

> Si motorisées... automatiser ?

- **grande inertie des occupants** : ne réagissent que lorsque la situation devient intolérable
- la **motivation** des occupants à baisser les stores = liée à l'**inconfort visuel** plutôt qu'à la prévention des surchauffes

> l'**automatisation** de la protection solaire permet d'**anticiper les surchauffes**

- un capteur par façade est plus performant qu'un capteur en toiture
- prévoir la dérogation par l'occupant
- inconvénient : augmentation de la technicité du bâtiment (prévoir une maintenance)



Protections solaires

> Conclusions

- Favoriser l'usage des protections solaires extérieures
 - ▶ plus efficaces contre les surchauffes
- Choisir le type en fonction de l'orientation de la façade et de la course du soleil
 - ▶ au sud : protections « horizontales »
 - ▶ à l'ouest et à l'est : protections « verticales »
- Favoriser les protections mobiles, motorisées et automatisées, mais avec une dérogation manuelle par local
 - ▶ permet de maximiser la pénétration de la lumière quand pas besoin de se protéger
 - ▶ la gestion automatisée permet d'anticiper les surchauffes
 - ▶ la dérogation manuelle offre à l'occupant une certaine liberté
 - ▶ veiller à anticiper les problèmes de maintenance
- Ménager la vue sur l'extérieur



Faire la balance

> Ecl. naturel vs. écl. artificiel

Eclairage naturel

Eclairage artificiel

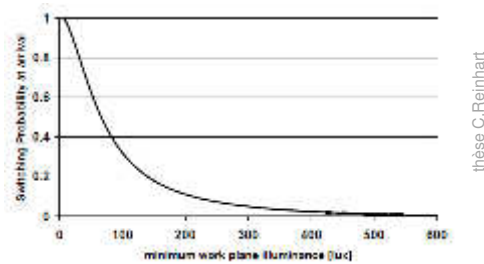


38

Eclairage artificiel

> Comportement des occupants

- la **probabilité d'allumer** l'éclairage en arrivant dans un local est fortement **liée au niveau d'éclairement** sur le plan de travail



- les **occupants allument** l'éclairage **lorsqu'ils entrent** dans le local le matin, **éteignent à midi** s'ils partent manger, **et rallument après le diner** si le **niveau d'éclairement est inférieur** à celui du matin

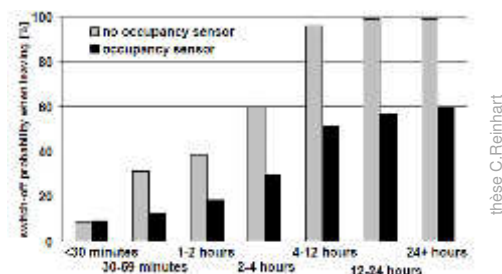


39

Eclairage artificiel

> Comportement des occupants

- la **présence de détecteur d'absence influence le comportement de l'occupant** : la probabilité que l'occupant d'un bureau particulier muni d'un détecteur de présence éteigne les lumières en quittant le local est 2 fois plus faible que celle pour un bureau sans détecteur d'absence.



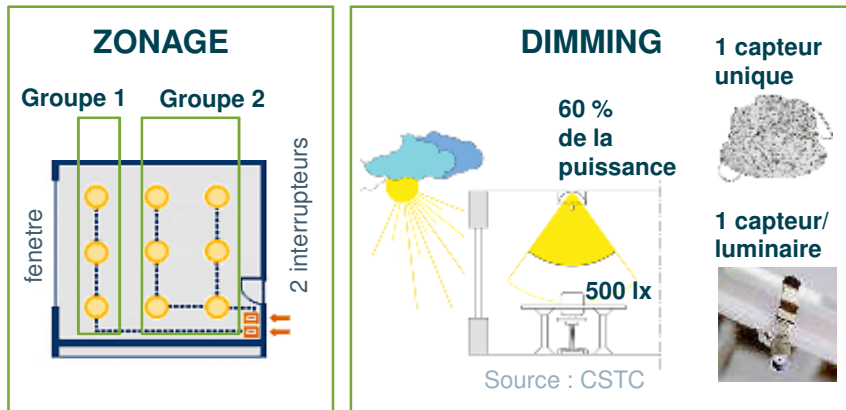
- Ce comportement réduit de 30% les potentiels gains énergétiques possibles grâce aux senseurs.*

40

Eclairage artificiel

> Stratégie

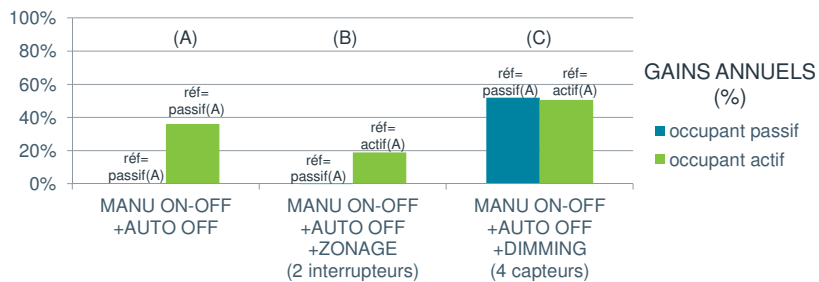
- En plus d'une gestion en fonction de l'occupation, penser à une **gestion fonction de la disponibilité en lumière naturelle**:



Eclairage artificiel

> Gains potentiels liés à la gestion

Exemple: salle de classe, Mons, S_vitrage/S_plancher 25%, Nord
1500h_occupation/an, 2.5W/m²/100lx, 300lx, 2 rangées de luminaires



- sans gestion liée à l'éclairage naturel, un occupant actif consomme ~30% de moins qu'un passif
- si l'occupant est actif, le zonage peut entraîner un gain de 20%
!! réfléchir à la position la plus adéquate des interrupteurs
- que l'occupant soit actif ou passif, les gains dus au dimming sont similaires ~50%

Eclairage artificiel

> Conclusions

- avant toute chose: une installation efficace
 - + gestion en fonction de l'occupation
 - + gestion en fonction de la lumière naturelle
 - ▶ zonage : entre 0 et 20% de gains, en fonction du profil de l'occupant
 - ▶ dimming : ~50% de gains
- !! anticiper le comportement des occupants
- toujours laisser à l'occupant le choix d'allumer + la possibilité d'éteindre la lumière
- AUTO-OFF très efficace dans les espaces partagés car l'occupant se sent moins responsable



43

Plan de l'exposé

1. Introduction
2. Lumière et santé
3. Concevoir son projet d'éclairage
 1. Privilégier la lumière naturelle
 2. Faire la balance avec les déperditions thermiques
 3. Faire la balance avec les gains solaires
 4. Compléter avec un éclairage artificiel efficace
4. **Conclusions générales**



44

Conclusions générales

> Tentation

Artificiel =

- Contrôlable
- Toujours disponible
- De toute façon nécessaire

Fenêtre =

- Source de déperditions
- Source de surchauffe
- Source de décoloration
- Source de distraction
- Problème de maintenance
- Problème de sécurité



Adam et Eve, Lucas Cranach l'Ancien, huile sur toile, 1526
Courtauld Institute Galleries, Londres (revisité)



Conclusions générales

> Tentation...mais

On passe actuellement la plupart de notre temps à l'intérieur, valoriser la lumière naturelle au sein des bâtiments permet:

- de maximiser le confort visuel
- de satisfaire des besoins non-visuels (physiologiques et psychologiques) et d'améliorer santé/productivité
- tout en réduisant les ressources énergétiques si balance avec:
 - déperditions (!! dimensions baies)
 - gains solaires (!! protections solaires)
 - écl. artificiel (!! gestion = f(écl.nat.)



Conclusions générales

> Quid aujourd'hui ?



https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRrXeFaGLR4_0-2TFaHu_xMdLih7DFBR5XecjD4wnkLoGLmG



Les architectes qui aujourd'hui dessinent des pièces ont oublié leur foi en la lumière naturelle. Assujettis à la facilité d'un interrupteur, ils se contentent d'une lumière statique et oublient les qualités infinies de la lumière naturelle grâce à laquelle une pièce est différente à chaque seconde de la journée.

Louis Kahn, 1901-74

47

Outils, sites internet, etc... intéressants :

• OUTILS :

- ▶ [VELUX DAYLIGHT VISUALIZER](#) (prise en mains rapide du logiciel, gratuit, calcul statique (FLJ))
- ▶ [DAYSIM](#) (logiciel gratuit moins facile à prendre en main, calcul dynamique (DA, évaluation des conso. électrique, prise en compte de la gestion de l'éclairage et des stores)
- ▶ [DIVA4Rhino](#) (logiciel plus accessible mais payant, idem DAYSIM)

• Le site de Bruxelles Environnement :

www.bruxellesenvironnement.be

et plus particulièrement :

- ▶ <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



48

Guide Bâtiment Durable

<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



Et notamment les fiches :

- ▶ [G WEL03 – Assurer le confort visuel au moyen de la lumière naturelle](#)
- ▶ [G ENE01 – Optimiser l'éclairage artificiel](#)
- ▶ [G ENE03 – Diminuer les pertes par transmission](#)
- ▶ [G ENE06 – Limiter les charges thermiques](#)



49

Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- L'éclairage naturel est à privilégier et l'éclairage artificiel doit compléter celui-ci en s'adaptant aux besoins de l'occupant
- Pour que de réelles économies soient faites, il convient d'anticiper le comportement des occupants (gestion des stores, de l'éclairage)
- !! si gestion automatisée, penser à
 - ▶ dérogation
 - ▶ maintenance
- La tâche est complexe puisqu'il s'agit de trouver un optimum entre éclairage naturel, déperditions thermiques, gains solaires, éclairage artificiel mais aussi composition des espaces, esthétique de la façade, ventilation naturelle, coût, vue, intimité ...



50

Contact

Coralie CAUWERTS

UCL – Architecture & Climat

Fonction : Chargée de recherche

Coordonnées :

☎ : 010/47.21.38

E-mail : coralie.cauwerts@uclouvain.be



51

Case study : Nouvel immeuble de bureaux

**François LECLERCQ,
MATRICIEL**

La présentation de François LECLERCQ présentera un cas concret de conception d'éclairage lors de la rénovation lourde d'un immeuble de bureau modulable.

Dans ce type de de bâtiment la modularité est souvent indispensable. Pour atteindre les standards passifs, voir Nearly Zero Energy Building, tout en garantissant un niveau d'éclairage suffisant, une étude préliminaire est souvent nécessaire.

Ce cas vous sera présenté afin que vous puissiez en tirer les grands enseignements quant à la conception de plateaux de bureaux raisonnablement flexibles et économes en éclairage.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

5 mars 2015

Bruxelles Environnement

Case Study : Nouvel immeuble de bureaux

François LECLERCQ

MATRiciel



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Objectif(s) de la présentation

- Montrer les possibilités de réduction de la consommation énergétique d'un immeuble de bureau en optimisant l'**éclairage artificiel**



Plan de l'exposé

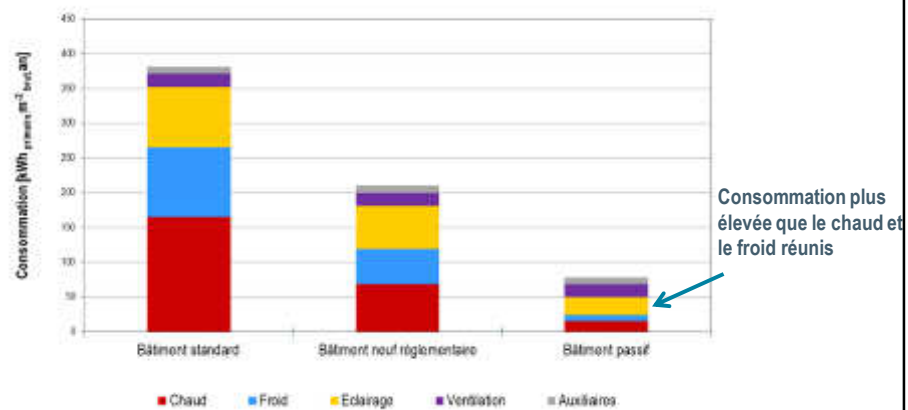
1. Enjeux
2. Conception d'éclairage - étude de cas
 - Présentation d'un projet
 - Flexibilité totale
 - Flexibilité raisonnée
 - Dimensionnement



3

Enjeux

Bureau



4

Conception de l'éclairage - étude de cas

Rénovation lourde d'un immeuble de bureaux passif



breeam



© Archi2000

5

Conception de l'éclairage - étude de cas

Quelle solution pour éclairer le plateau de bureaux?



Exigences :

- Tendre vers Nearly Zero Energy Building
- Modularité
- Niveaux d'éclairage suffisant

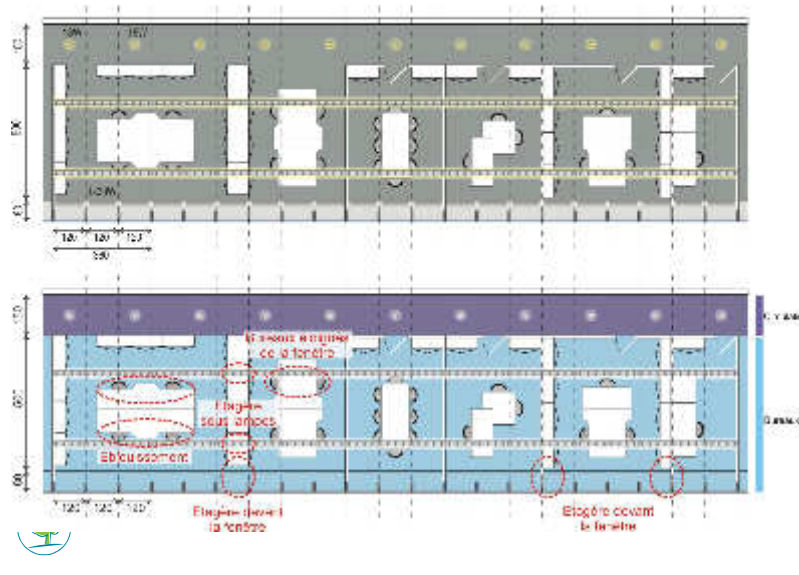


6

Conception de l'éclairage - étude de cas

Flexibilité totale

Luminaire



Conception de l'éclairage - étude de cas

Flexibilité totale

Puissance installée

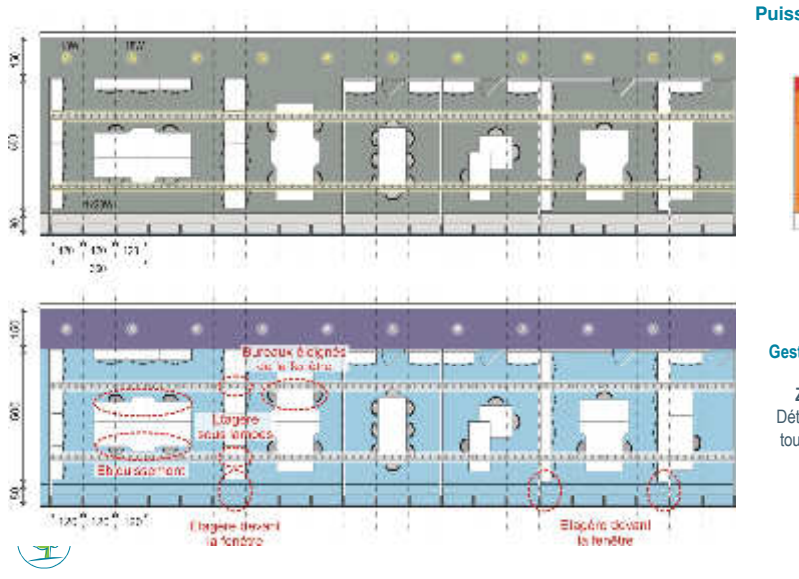


6 x 1x28 W

9,3 W/m²_{net}

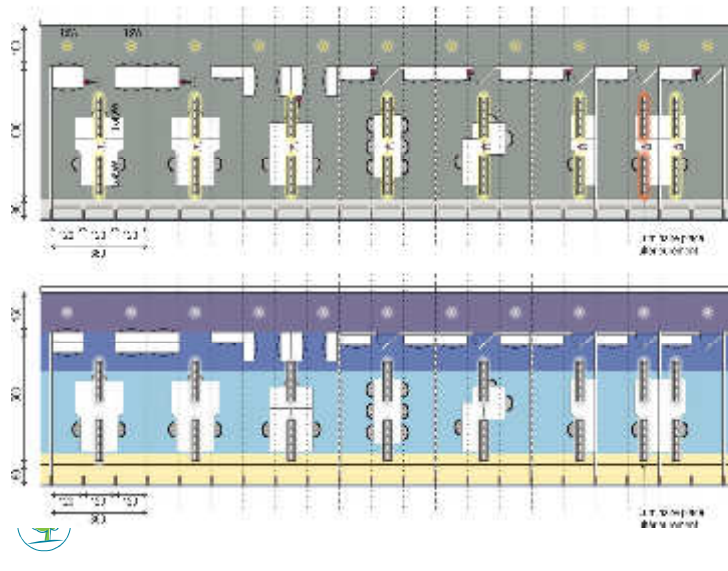
Gestion de l'éclairage

Zonage difficile:
Détecteur de présence
tous les xx modules ?



Conception de l'éclairage - étude de cas

Flexibilité raisonnée



Puissance installée



2 x 1x49 W
5,4 W/m²_{net}

Gestion de l'éclairage

Zonage facilité
1 détecteur de présence
pour 3 modules

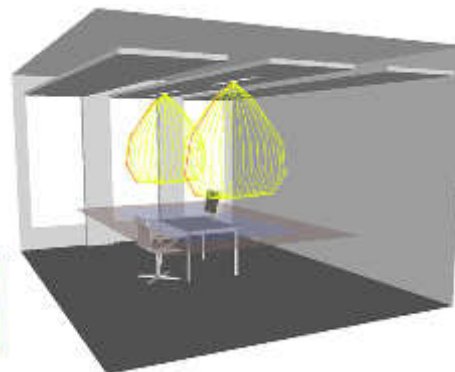
Commande sans fil
Manual on / auto off



Conception de l'éclairage - étude de cas

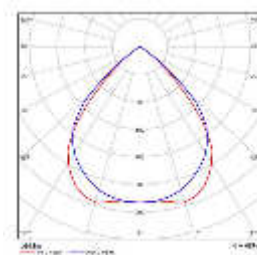
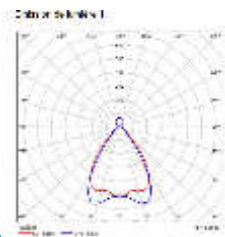
Comment dimensionner ?

- Enjeux : Confort (NBN EN 12464) vs consommation énergétique
- Modélisation - Dialux



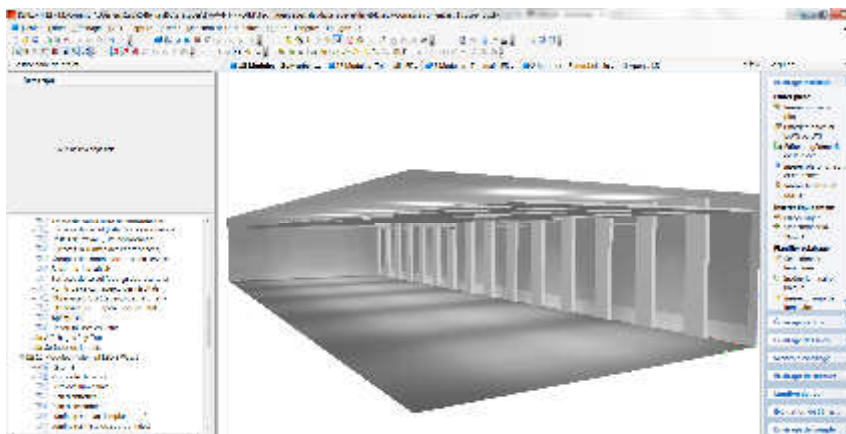
Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés

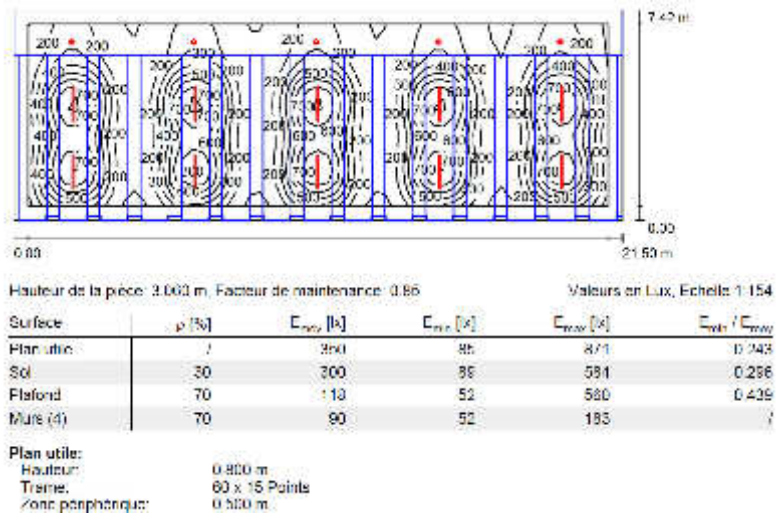


5,7 W/m²



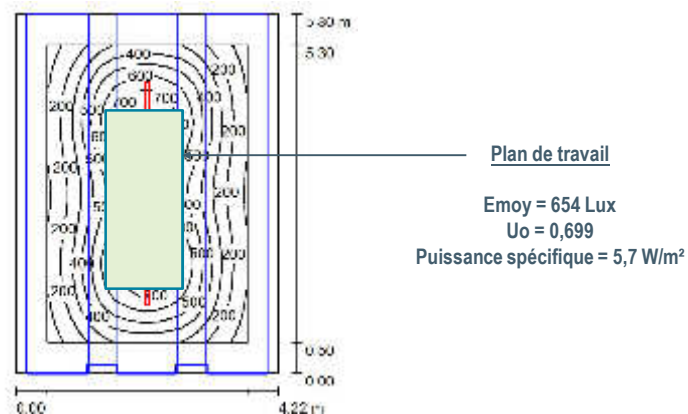
Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



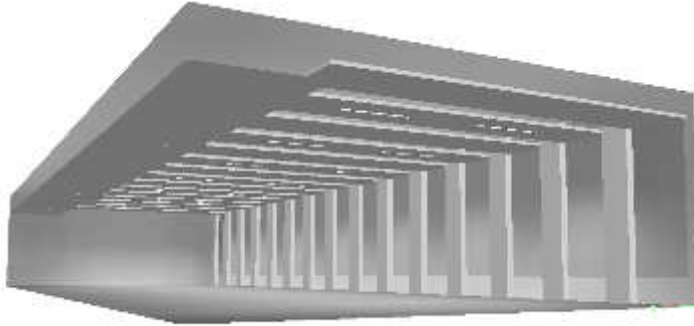
Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



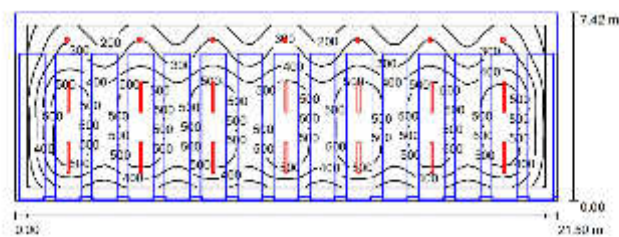
Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



Hauteur de la pièce: 3.060 m, Facteur de maintenance: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:154

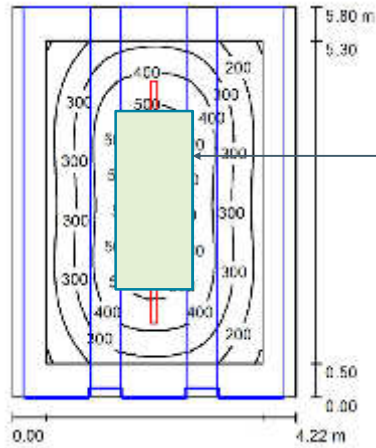
Surface	ρ [%]	E_{refl} [lx]	E_{refl} [lx]	E_{refl} [lx]	$E_{\text{refl}} / E_{\text{total}}$
Plan utile	7	410	84	607	0.228
Sol	30	347	71	591	0.204
Plebsol	70	80	41	103	0.506
Murs (4x)	50	84	40	188	

Plan utile:
 Hauteur: 0.800 m
 Trume: 60 x 15 Points
 Zone pénultième: 0.500 m



Conception de l'éclairage - étude de cas

Comparaison luminaires suspendus et encastrés



Plan de travail

Emoy = 501 Lux
 $U_o = 0,794$
 Puissance spécifique = $5,7 \text{ W/m}^2$

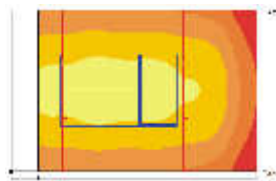


Conception de l'éclairage - étude de cas

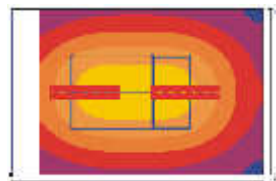
Puissance installée

Eclairage uniforme performant

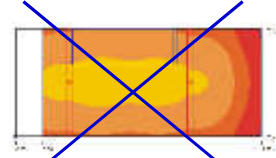
Eclairage localisé



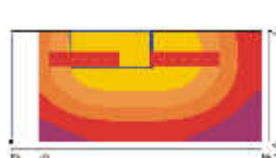
$6 \times 1 \times 28 \text{ W} = 9,5 \text{ W/m}^2$



$2 \times 1 \times 49 \text{ W} = 5,5 \text{ W/m}^2$



Non conforme à la norme NBN



12464



Gestion de l'éclairage

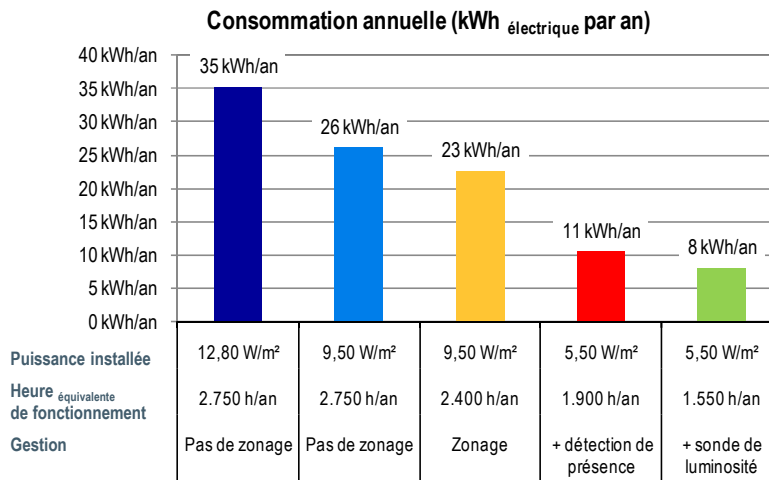
Détecteur de présence



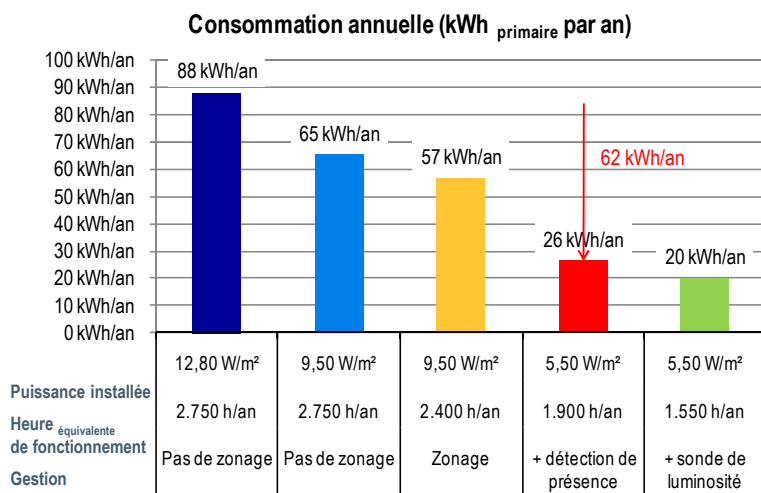
Sonde de luminosité



Conception de l'éclairage - étude de cas



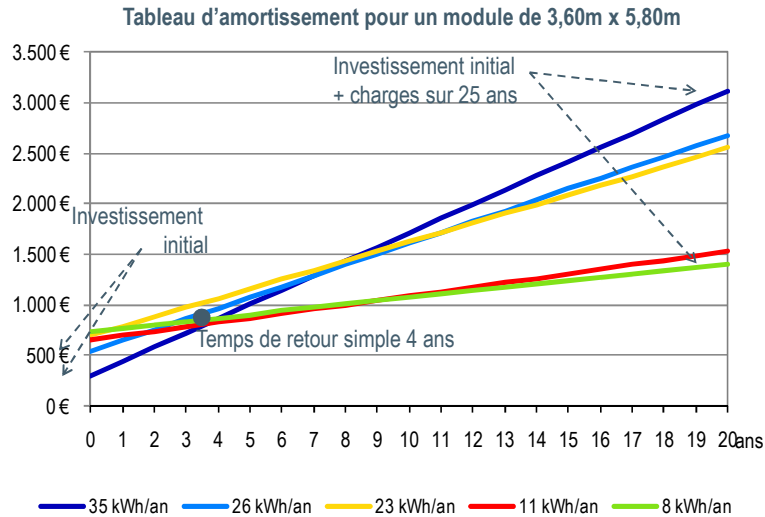
Conception de l'éclairage - étude de cas



A titre de comparaison le besoin de chaud d'un bâtiment passif est de **15 kWh/m²**



Conception de l'éclairage - étude de cas



Outils, sites internet, etc... intéressants :

- M. Bodart, A. De Herde, Guide d'aide à l'utilisation de l'éclairage artificiel en complément à l'éclairage naturel, pour un meilleur confort visuel et de substantielles économies d'énergie, Ministère de la Région Wallonne, DGTRE, Division Energie, 1999, disponible auprès de la Région Wallonne.
- G ENE01 - Optimiser l'éclairage artificiel: Optimiser l'éclairage artificiel pour assurer le confort visuel et limiter les consommations d'énergie
- Calcul pour le calcul de rentabilité des solutions d'éclairage : www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16807
- Le site de Bruxelles Environnement : www.bruxellesenvironnement.be

et plus particulièrement :

- ▶ <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



Guide Bâtiment Durable

<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



Et notamment les fiches :

- ▶ [G WEL03 – Assurer le confort visuel au moyen de la lumière naturelle](#)
- ▶ [G ENE01 – Optimiser l'éclairage artificiel](#)
- ▶ [G ENE03 – Diminuer les pertes par transmission](#)
- ▶ [G ENE06 – Limiter les charges thermiques](#)



23

Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Éclairage peu performant : 12,80 W/m², 2.750 h de fonctionnement/an
- Eclairage performant : on peut atteindre les 5,5 W/m², réduire de près de moitié les heures de fonctionnement !
- A Bruxelles, contenu des exigences sur les consommations de chauffage, les consommations d'éclairage représentent souvent 60% à 30% du bilan énergétique pour des immeubles de bureaux



24

Contact

François Leclercq

MATRIciel s.a.

Place de l'Université, 25 – 1348 Louvain-la-Neuve

☎ : 010/24.15.70

E-mail : fleclercq@matriciel.be



Panel technologique des systèmes d'éclairage

**Jean-Michel DESWERT, Technology Manager Lighting
LABORELEC**

Le mode de l'éclairage est en évolution constante et rapide. Au fur et à mesure des années, de nombreuses sources lumineuses, toujours moins énergivores et plus performantes, ont été développées, jusqu'à la révolution du LED.

Ces différentes solutions vous seront présentées par Le laboratoire de l'éclairage Laborelec, Experts en éclairage intérieur et extérieur indépendant des fabricants.

Différentes mesures en laboratoire sur les nouvelles technologies seront présentées afin de répondre aux questions souvent posées quant à leur qualité, leur efficacité et aux économies annoncées par les fabricants.

Les différentes normes seront également abordées.

Cette présentation vous donnera donc des éléments scientifiquement mesurés afin de faire un choix raisonné sur le très vaste marché de l'éclairage.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

5 mars 2015
Bruxelles Environnement

Panel technologique des systèmes d'éclairage
Jean-Michel DESWERT, Technology Manager - Lighting



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Laboratoire d'éclairage

LABORELEC
GDF SUEZ



Laboratoire accrédité ISO 17025



ISO 9001 pour les mesures sur site



Experts en éclairage intérieur et extérieur indépendant des fabricants



Actif dans les commissions de normalisation



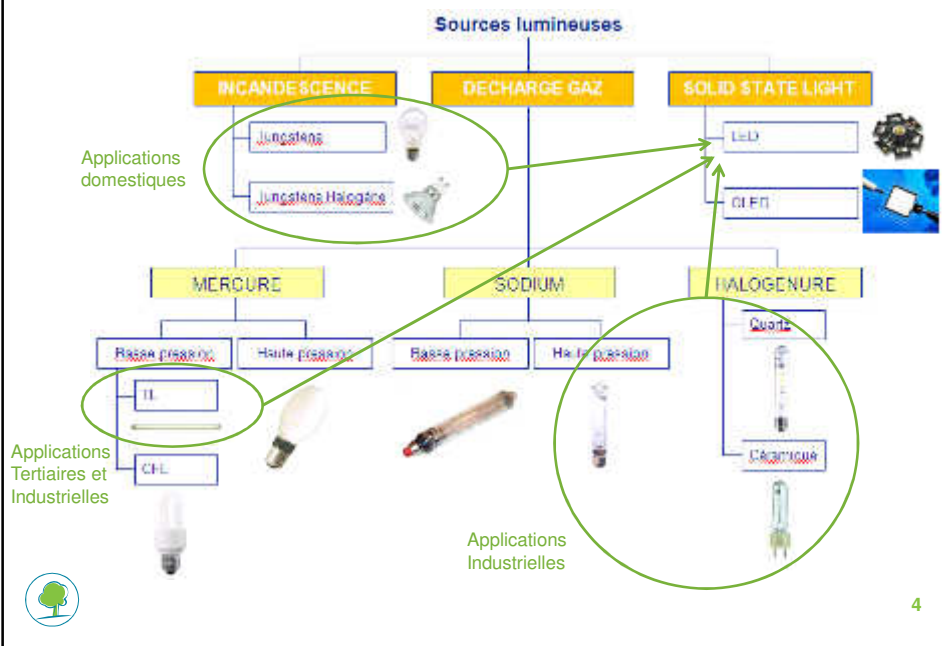
Plan de l'exposé

1. L'évolution des sources lumineuses
2. Mesures laboratoire
 - ▶ Ampoules spot LED retrofit GU10
 - ▶ Tubes LED
 - ▶ Luminaires LED pour bureau
 - ▶ Luminaires LED industriels
3. Les Normes
 - ▶ La mesure des LED
 - ▶ Performances et durée de vie
4. Conclusions



3

Les sources lumineuses



4

Lampes Fluorescentes – T5



- Deux types

Longueur du Tube	HE (High Efficiency)			HO (High Output)		
	Puissance [W]	Flux [lm]	Efficacité [lm/W]	Puissance [W]	Flux [lm]	Efficacité [lm/W]
0,55 m	14	1200	86	24	1750	73
0,85 m	21	1900	90	39	3100	79
1,15 m	28	2600	93	54	4450	82
1,45 m	35	3300	94	49	4300	88
				80	6150	77

+86%

-18%



5

Lampes Fluorescentes – T5

Lampes HE



Ecoles



Bureaux

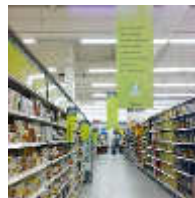


Hotels

Lampes HO



Industrie



Magasins



Halls sportifs



6

Lampes Fluorescentes – T5

- Comparaison avec les autres tubes fluorescents

	Puissance système	Flux lumineux	Efficacité du système	Gain en efficacité
T8 36W + ballast ferromagnétique	43 W	3200 lm	74 lm/W	
T8 36W + ballast électronique	36 W	3000 lm	83 lm/W	+12%
T5 HE 35W + ballast électronique	39 W	3450 lm	89 lm/W	+19%

- Durée de vie : 24000h →45000h
- Optique des luminaires performante
- Technologie mature
- Fonctionne uniquement sur ballast électronique
- Sensible à la température ambiante



7

Lampes aux halogénures métalliques

- Deux types :
 - ▶ Bruleur quartz



- ▶ Bruleur céramique



8

Lampes aux halogénures métalliques - Quartz

- Hautes puissances : 250W → 2000W
 - Température de couleur : 3000, 4000, 5600 K
 - Durée de vie : jusqu'à 20000h
 - Positions de fonctionnement limitées
 - Temps de réallumage : 15 minutes
- Applications : Industrie, architectural et sportif



9

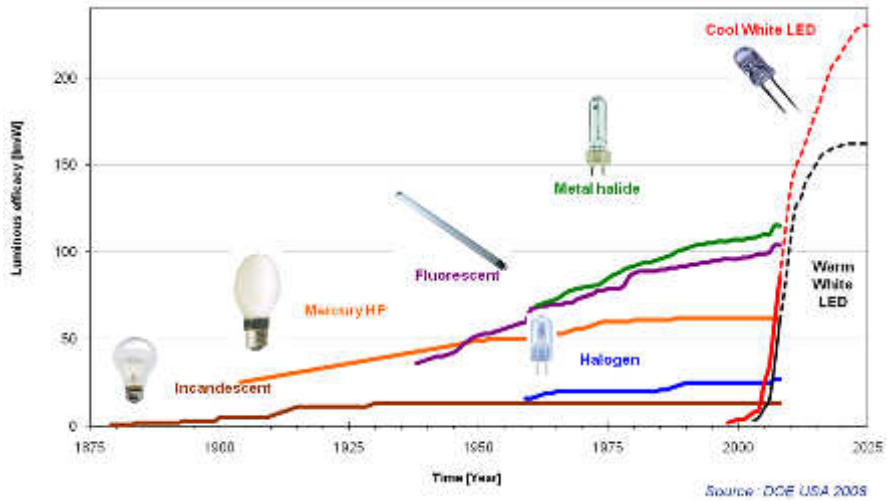
Lampes aux halogénures métalliques - Céramique

- Hautes puissances : 20W → 315W
 - Température de couleur : 3000, 4000 K
 - Durée de vie : jusqu'à 30000h
 - Temps de réallumage : 15 minutes
- Applications : Shop et éclairage public



10

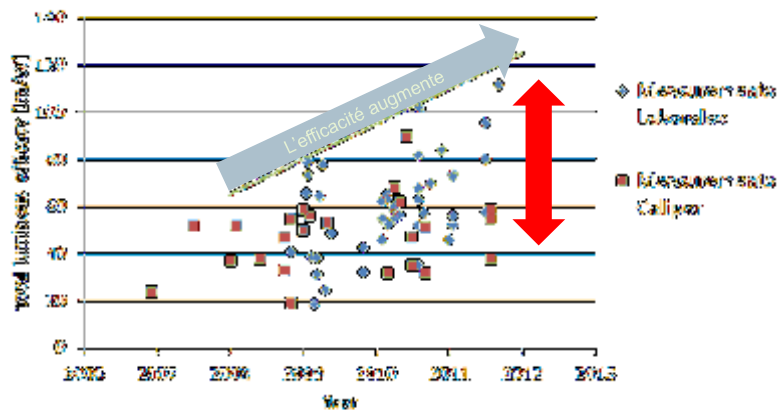
Les sources lumineuses



11

LED en évolution constante

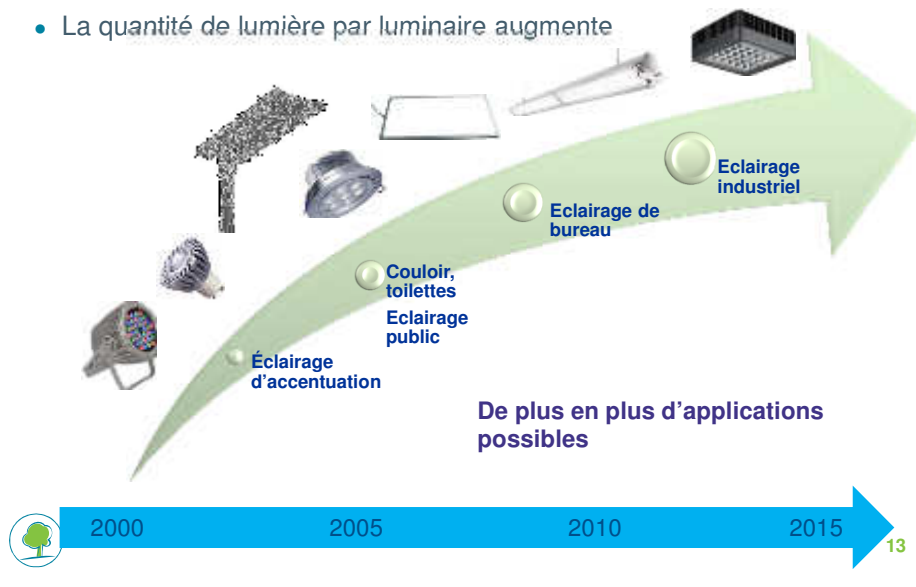
- De plus en plus efficace
- Max 125 lm/W mesuré à ce jour à Laborelec



12

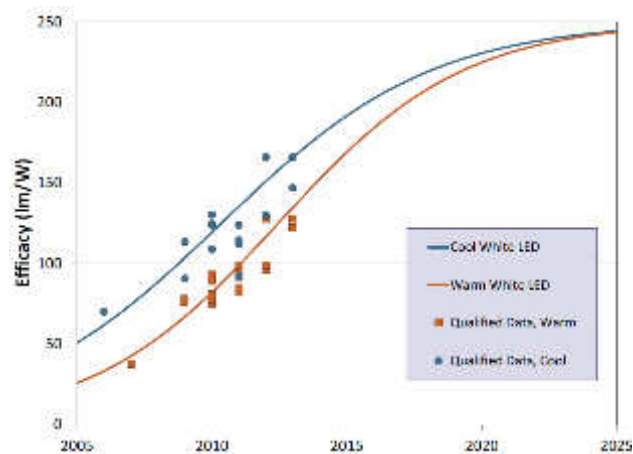
LED en évolution constante

- La quantité de lumière par luminaire augmente



LED en évolution constante

- Est-ce le moment d'investir ou faut-il attendre des LEDs encore plus efficaces?



Source : U.S. Department of Energy 2014

14

Exemples de mesures réalisées en laboratoire

- Ampoules spot LED retrofit GU10
- Tubes LED
- Luminaires LED pour bureau
- Luminaires LED industriels



15

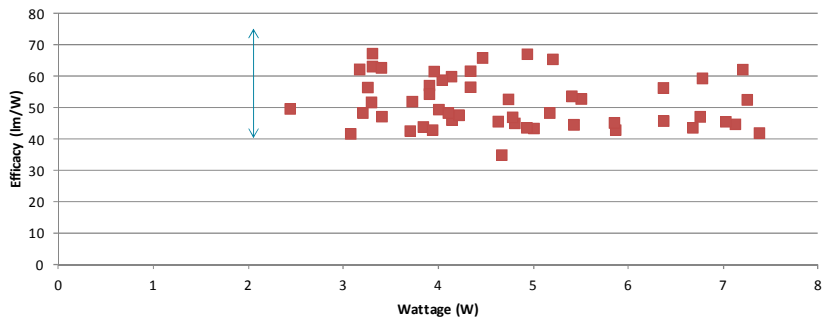
Ampoules spot LED retrofit GU10



16

Ampoules spot LED retrofit GU10

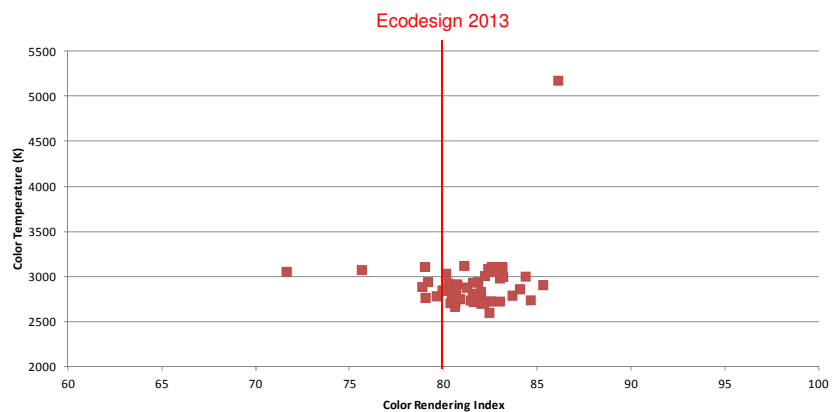
- Spot LED GU10 quasiment 10x plus efficaces que l'halogène



17

Ampoules spot LED retrofit GU10

- La qualité de la lumière est encore un défi



18

Tubes LED



19

Tubes LED

Lampvermogen	Systeemvermogen	
T8 36W + VSA (conventioneel)	42W	
TL LED merk A	12,6W	-70%
TL LED merk B	13,3W	-68%
TL LED merk C	18,3W	-56%
TL LED merk D	18,1W	-57%
TL LED merk E	23,0W	-45%

Economies d'énergie mises en avant par les fabricants



Mesures 2011

Point critique :

- Donnent-ils assez de lumière? Les niveaux d'éclairage (EN12464) sont ils respectés si on remplace 1 sur 1?
- Quelle durée de vie comparé à des T5 longlife ?
- Nouvelle norme concernant la sécurité : IEC 62776 - 2014

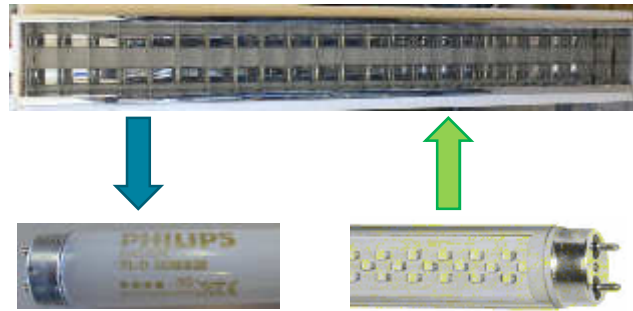
Nouvelles mesures 2014 : de 93 à 120 lm/W



20

Tubes LED – Test

- Luminaire Philips FM114
- Remplacement du tube fluo T8 par un tube LED

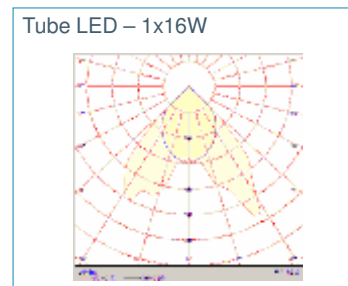
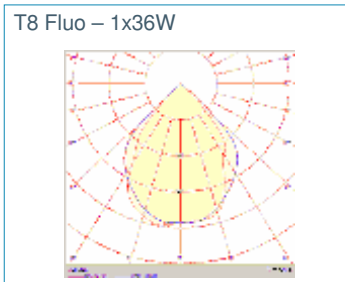


21

Tubes LED – Mesures Laboratoire

Type	Puissance [W]	PF	Flux [lm]	Rendement [lm/W]
T8 Fluorescent 36W	42		3200	74
Tube LED 1	15,8	0,97	1689	107
Tube LED 2	19,5	0,90	1810	93

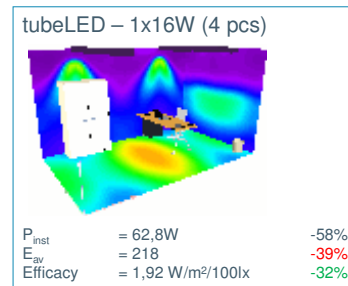
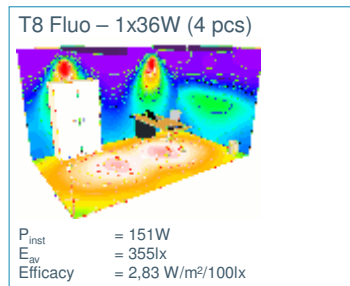
- Impact sur la photométrie



22

Tubes LED – Simulations

- Impact sur le niveau d'éclairage



23

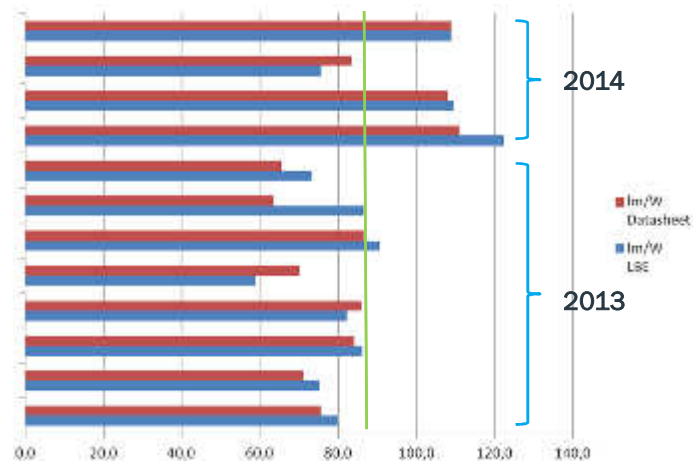
Luminaire LED pour bureau



24

Luminaire LED pour bureau

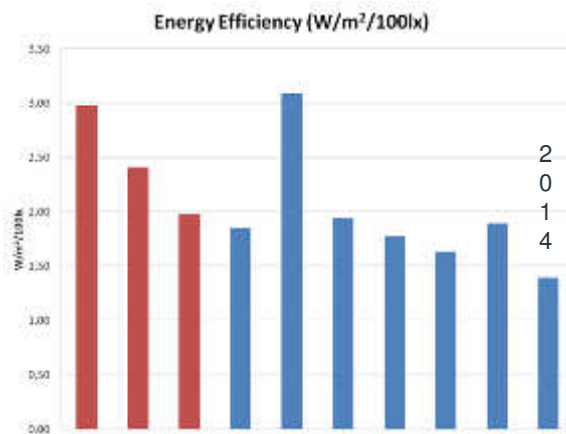
- Les luminaires LED de 2014 sont plus performants



25

Luminaire LED pour bureau - Simulations

- Les luminaires LED sont plus efficaces que les technologies classiques



26

Luminaire LED industriels

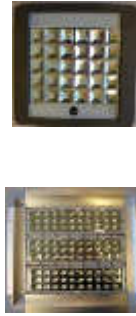
Ampoules LED de remplacement



Luminaire "cloche" LED



Luminaire LED Haute Puissance



Luminaire LED étanches



27

Luminaire LED industriels

	Efficacité		Flux lumineux		Efficacité	Temps de retour à la normale	
	lm/W	lm	lm	lm		lm/W	lm
Ampoules LED de remplacement	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
Luminaire "cloche" LED	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
Luminaire LED Haute Puissance	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
Luminaire LED étanches	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000
	100W	100	10000	100	100lm/W	10000	10000

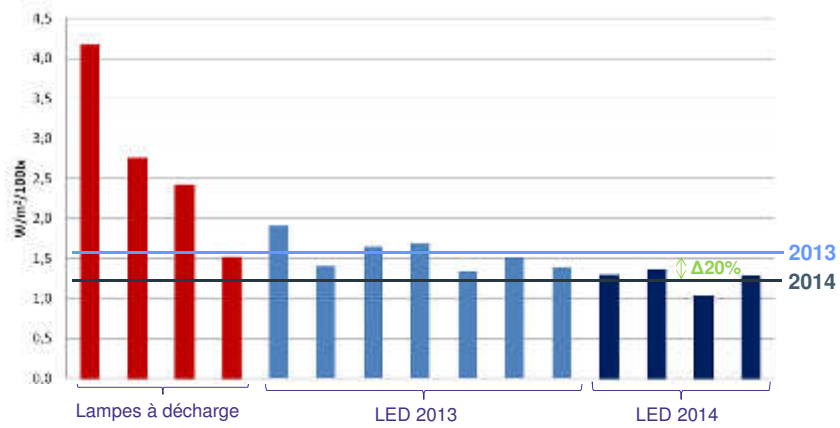


Mesures 2014 : de 90 à 123 lm/W

Mesures 2013

28

Luminaire LEDs High Bay



- Meilleure efficacité des LEDs
- Forte évolution en 1 an

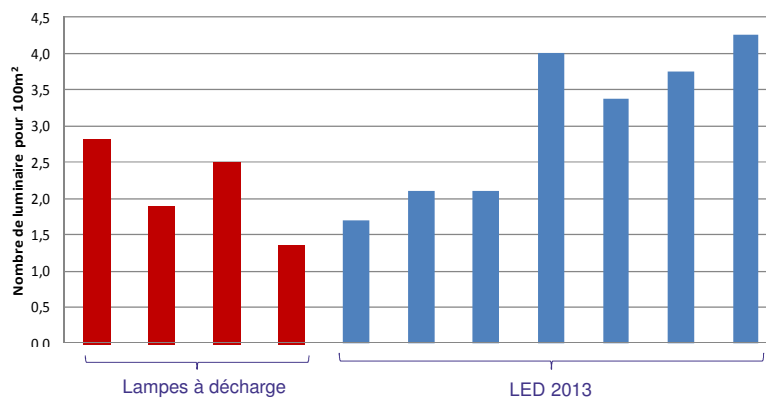


29

Luminaire LEDs High Bay



- Attention s'il faut placer plus de luminaires!

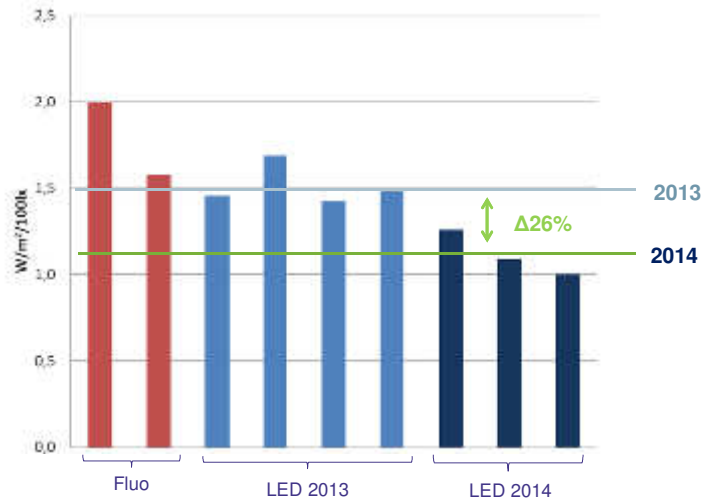


30

Luminaire LED étanches



- Intéressant car plus efficaces que la technologie Fluo



31

Les normes



32

Marquage CE et ENEC



Déclaration de conformité du fabricant aux :

- Normes de sécurité et EMC



Certification par un organisme indépendant (SGS, DEKRA,...) de la conformité à:

- Normes de sécurité et EMC
- Processus de fabrication ISO9001

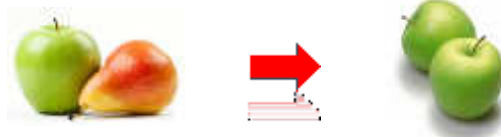
→ Rien sur les performances du produit



33

Le challenge de la mesure des LEDs

Mesurer les performances annoncées par les fabricants



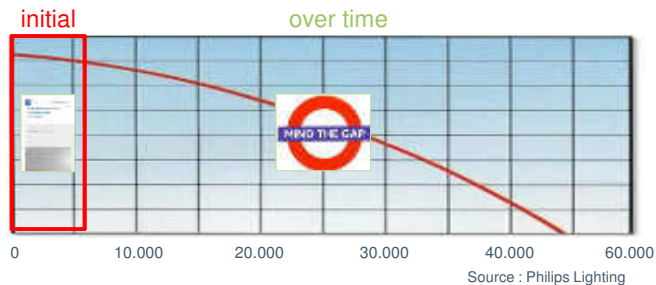
Source : Philips 2012

- Besoin de normes
- Jusqu'en septembre 2014, uniquement une norme américaine : IES LM-79 -)
- Depuis le 1-09-2014 : CIE DIS 025 → EN 13032-4



34

Nouvelle norme de performance IEC62717 & IEC62722 (2014)



Objectif :

- Spécification des performances initiales des luminaires LED;
- Etablir la confiance dans les produits LEDs;

Nouveau marquage ENEC+ pour la performance des luminaires LED



37

Nouvelle norme de performance IEC62717 & IEC62722 (2014)

Critères de qualités contrôlés:

- 1) Puissance d'entrée (W);
- 2) Flux lumineux (lm);
- 3) Rendement lumineux (lm/W);
- 4) Distribution d'intensité lumineuse;
- 5) Température de couleur (CCT en K);
- 6) Indice de rendu des couleurs (CRI);
- 7) Coordonnées chromatiques (initial and maintained);
- 8) Maintien du flux lumineux



38

Critère de qualité après 6000h

- Les autres composants doivent être pris en compte ...



39

Conclusions

LABORELEC
GDF SUEZ

- La technologie LED est potentiellement plus efficace pour certaines applications
 - ▶ Retrofit lampe spot GU10
 - ▶ Eclairage de bureau
 - ▶ Eclairage industriel
- Il existe une grande disparité de performances entre fabricants et la technologie LED est encore en pleine évolution
- Il faut toujours s'assurer d'atteindre le niveau lumineux requis par la norme
- Le choix de passer à la LED doit se baser sur:
 - ▶ Des données fiables de performances (nouvelles normes)
 - ▶ L'état actuel de l'installation d'éclairage (installation vétuste, nouveau bâtiment,...)
 - ▶ Une étude du coût total d'utilisation (investissement, énergie, maintenance)
 - ▶ Une comparaison avec les meilleures technologies classiques (T5, HID)



40

Guide Bâtiment Durable

<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



Et notamment les fiches :

- G_WEL03 – Assurer le confort visuel au moyen de la lumière naturelle
- G_ENE01 – Optimiser l'éclairage artificiel
- G_ENE03 – Diminuer les pertes par transmission
- G_ENE06 – Limiter les charges thermiques



41

Contact

LABORELEC
GDF SUEZ

Jean-Michel DESWERT

Fonction : Technology Manager - Lighting

☎ : 02/382.03.67

E-mail : jean-michel.deswert@laborelec.com



42

Eclairage LED, la panacée universelle ?

Focus sur la technologie LED : évolution, applications et normalisation

Guy VANDERMEERSCH,
Institut Belge de l'Eclairage

L'apparition des LEDs et la vulgarisation de leur utilisation dans diverses applications se traduisent par la mise sur le marché d'une très grande diversité de produits. Alors que les produits d'éclairage du 20^e siècle (lampes à incandescence, lampes fluorescentes et lampes à décharge) se sont développés de façon très progressive au sein de grandes sociétés ayant une grande expertise en technique d'éclairage, le produit LED au contraire s'est développé en quelques années. Le premier immeuble intégral LED date de 2009. Apparaissent aussi de nouveaux fabricants spécialistes semi-conducteurs moins familiers avec les techniques d'éclairage. S'en suit un développement moins contrôlé qui a pu conduire à une mise en œuvre parfois décevante.

Les meilleurs produits LED présentent des caractéristiques photométriques très prometteuses, une efficacité élevée, un contrôle souple et dynamique, un comportement stable et une durée de vie triple ou plus par comparaison avec les lampes à décharge, ce qui permet de dire que cette technique sera la technique d'éclairage de ce 21^e siècle.

C'est par le biais des normes qu'il est possible de fixer les critères objectifs d'appréciation de ces produits et de disposer d'une classification claire des performances à attendre au niveau photométrique et électrique tout en offrant des garanties pour la sécurité et la fiabilité des appareils et des installations. S'ajoute l'impérieuse nécessité d'arriver à une terminologie commune entre le monde des éclairagistes et des électroniciens. Dernier défi: comment évaluer de façon objective et accélérée la durée de vie de ces produits qui peuvent atteindre 20 ans d'utilisation.

Cette présentation permettra de mieux s'y retrouver parmi la multitude de produits LED sur le marché (lampes ou modules).

Les qualités spécifiques de cette technologie seront mises en avant, dans les meilleures applications possibles.

Les défaillances et critiques récurrentes seront également analysées afin de se construire un avis éclairé sur la question des LEDs.

Le point sera également fait quant à la normalisation des produits.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

5 mars 2014

Bruxelles Environnement

Eclairage LED, la panacée universelle?

Focus sur la technologie LED : évolution, applications et normalisation

G. VANDERMEERSCH, ir

Ibe-Biv



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Eclairage LED : En pleine expansion



- **La technologie LED** (light emitting diode)
 - Innovante et toujours en pleine évolution
 - progrès très sensibles en 5 ans
- **On lui prête toutes les vertus**
 - efficiente et économe en énergie
 - durée de vie presque illimitée
 - coût de maintenance faible
 - couleurs plaisantes
 - lumière froide (?)
 - Instantanée
 - modulable
 - biodynamique
 - écologique (sans Hg)



Eclairage LED : Toutefois...



Pour certains produits du marché :

Qualité inégale

- flux insuffisant,
- couleur médiocre,
- données de performance inexactes et exagérées
- manque de données et labels incomplets

Mise en œuvre décevante

- photométries non maîtrisées
- mauvaise gestion thermique
- dimming non-approprié
- durée de vie surestimée



De nouveaux acteurs sur le marché avec faible expertise en éclairagisme



Plan de l'exposé



Focus on LEDs

1. Lampes ou Modules
2. Qualités spécifiques
3. Que retenir ?
4. Normalisation des performances



Lampes LED : Définition



Lampe:

- système complet
- prêt pour branchement direct sur le réseau AC ou DC BT
- culot normalisé
- performances déclarées pour Ta 25°
- remplaçable mais non réparable
- usage grand public
- Type i ou si (intégré ou semi-intégré)



Lampes LED : Identification



Lampe:

- Du fait de son usage grand public : Le consommateur est relativement protégé par les Directives Eco design (EC1194-2012) et Eco-label (EC 874-2012).
- Dans le futur outre la marque, la tension et la puissance, le flux, l' IRC et la Tc devront être marqués sur la lampe
- L'identification ne pose en principe aucun problème



Modules LED : Définition



Type ni : non intégré

Module :

- système destiné à être intégré dans un luminaire
 - nécessite d'être associé à des auxiliaires et une alimentation
 - avec ou sans connecteur
 - performances déclarées pour température de jonction
 - éventuellement réparable et/ou remplaçable
- Un ensemble prêt à l'emploi s'appelle aussi « light engine »



Type si ou i (semi-intégré ou intégré)



Modules LED : Identification



Type ni : non intégré

Module :

- L'identification peut poser problème
 - Aucune obligation de marquage si le module est déclaré non remplaçable
 - Si le module est déclaré remplaçable, identification (label) nécessaire pour autant que le produit s'adresse à des non-professionnels et visible en magasin



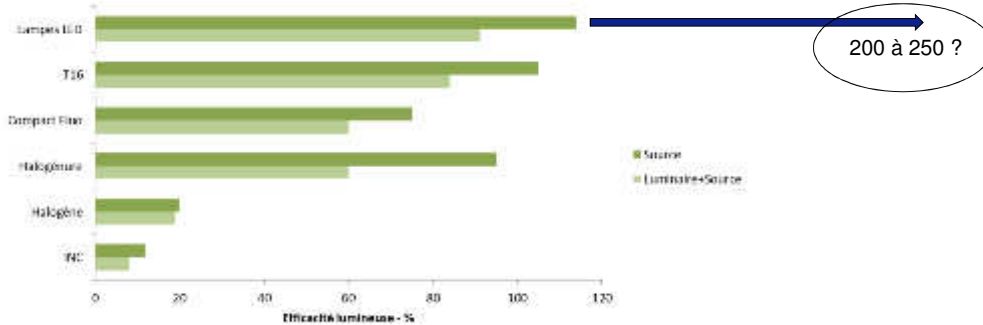
Type si ou i (semi-intégré ou intégré)



LED : Qualités spécifiques...



■ Efficacité lumineuse (lm/W)



Tous les composants doivent être efficaces – attention au mélange des données techniques

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

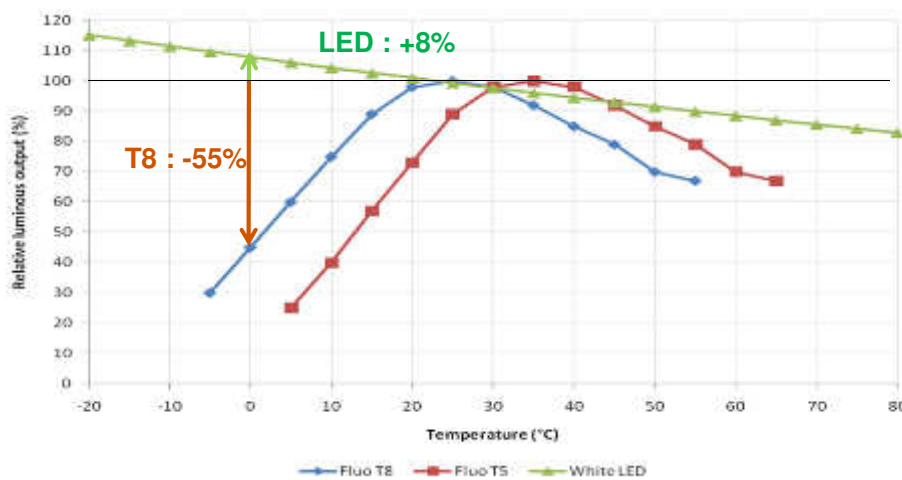


9

Eclairage LED : Qualités spécifiques...



Meilleure efficacité lumineuse à basse température



10

Mises en application : Eclairage de Frigos



L'éclairage de réfrigérateurs et congélateurs par tubes lumineux LED



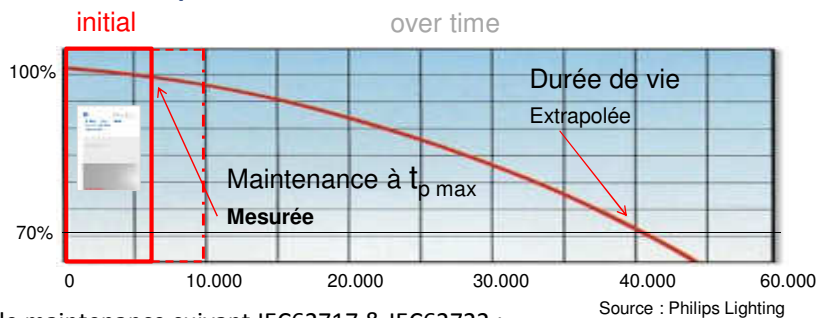
- Meilleure efficacité lumineuse à basse température
- Puissance installée réduite \Rightarrow il faut moins refroidir (P installé :-40%)
- Couleur "froide" attrayante \Rightarrow plus de vente
- Pas d'UV et IR \Rightarrow pas d'altération des produits



Eclairage LED : Qualités spécifiques...



■ Maintenance des performances et Durée de vie



- Essai de maintenance suivant IEC62717 & IEC62722 :
Essai de maintenance obligatoire jusqu' à 25% de la durée de vie mais max 6000h
- Les performances sont affectées par la température au niveau du semi-conducteur
Essai de maintenance à température t_{pmax} déclarée (température image de la température de jonction max)
Dans un luminaire, cette température doit être respectée
- Durée de vie utile extrapolée sur base d'essais de maintenance (max 6x)
Durée de vie déclarée de 60000 h nécessite un essai de 10000 h et $F_{extrapolé \text{ à } 60000 \text{ h}} > 70\% F_{initial}$



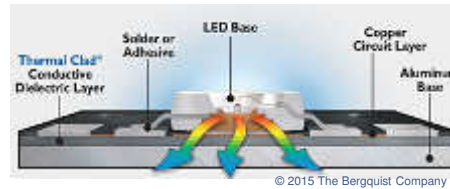
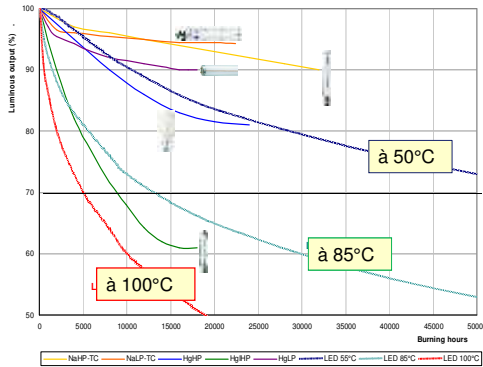
Eclairage LED : Qualités spécifiques...



■ Maintenance des performances et Durée de vie

Si la LED rayonne peu d'IR, comme tout semi-conducteur, elle s'échauffe.

- Le management thermique est décisif pour une efficacité élevée et une longue durée de vie des LED



• Gradient de flux : -0.2 à -0.5% / °C

• Solutions:

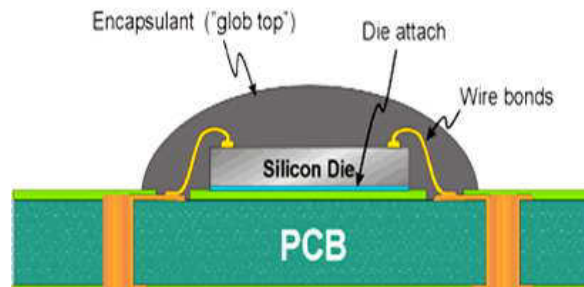
- Conductivité du matériau substrat ↗
- Surface ↗
- Ventilation forcée



LEDs : Principales défaillances



- Rupture du fil d'or d'alimentation (sur-courant)
- Décollement de la LED de son substrat
- Fusion de soudures (température excessive)
- Opacification de la lentille en résines par émission UV
- Réaction chimique avec les solvants utilisés dans les luminaires (contamination)



- Défaillance des drivers (surtension, ...)



LED : Qualité des performances ?



■ Non homogénéités dans le processus de fabrication

Dans un même lot de production on retrouve des LEDs présentant des différences de flux, de couleur et de caractéristiques tension/courant !



↓
TRI

- Les fabricants doivent trier les LEDs en Flux, en Chromaticité, en Tension/courant
- Ce tri contribue au coût mais est indispensable pour garantir une constance de qualité



LED : Binning en flux, couleur et tension

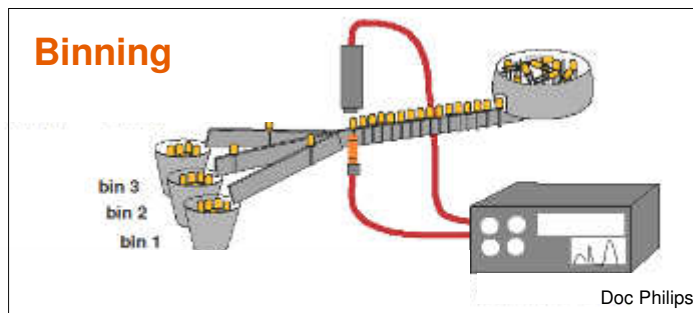


■ Non homogénéités dans le processus de fabrication

Dans un même lot de production on retrouve des LEDs présentant des différences de flux, de couleur et de caractéristiques tension/courant !



↓
TRI
Flux
Tension
Couleur

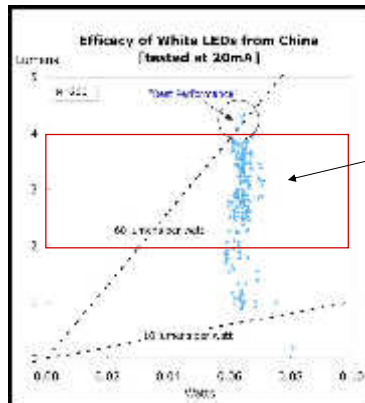


LED : Binning en flux



Les fabricants appliquent leurs propres critères pour le tri en flux, ce qui rend la comparaison difficile.

A l'étude : classer les 'bins' en flux par pas de progression de 12%



6 bins
décade 1
7 à 12

en Tension
par pas
de 250mV

	Décade 1	
7	2,00	2,24
8	2,24	2,50
9	2,50	2,80
10	2,80	3,15
11	3,15	3,55
12	3,55	4,00
13	4,00	4,50
14	4,50	5,00
15	5,00	5,60
16	5,60	6,30
17	6,30	7,10
18	7,10	8,00
19	8,00	9,00
20	9,00	10,0
	Décade 2	
1	10,0	11,2
2	11,2	12,5
3	12,5	14,0
4	14,0	16,0
5	16,0	18,0
6	18,0	20,0
7	20,0	22,4



Exemple: datasheet Cree



Minimum

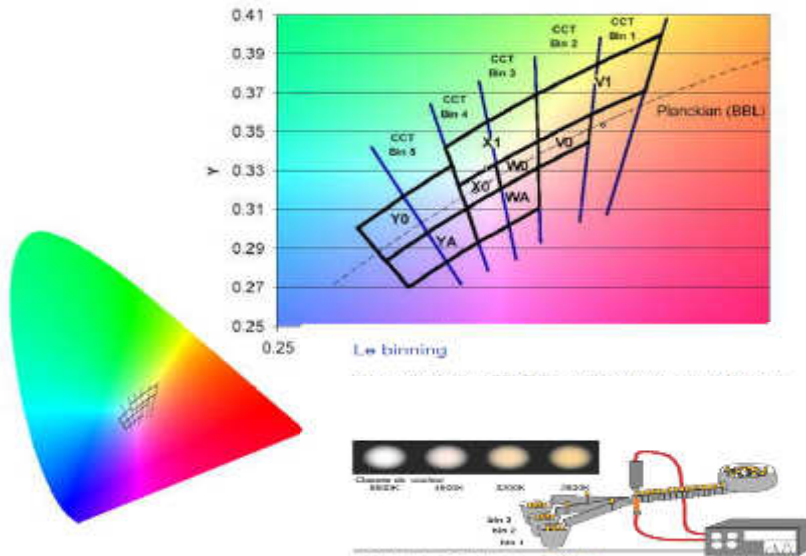
Color	CCT Range		Base Order Codes Min. Luminous Flux @ 350 mA			Calculated Minimum Luminous Flux (lm)** @ 85 °C			Order Code
	Min.	Max.	Group	Flux (lm) @ 85 °C	Flux (lm) @ 25 °C*	700 mA	1.0 A	1.5 A	
Cool White	5000 K	8300 K	R3	122	138	223	297	402	XPGBWT-L1-0000-00F51
			R4	130	147	237	316	429	XPGBWT-L1-0000-00G51
			R5	139	158	254	338	458	XPGBW1-L1-0000-00H51
			S2	148	168	271	360	488	XPGBWT-L1-0000-00J51

R3 Av : 126 lm	R4 Av : 135 lm	R5 Av : 144 lm	S2 Av : 153 lm
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

122 lm 130 lm ↔ 139 lm 148 lm 157 lm



LED : Binning en couleur



Eclairage LED : Qualités spécifiques : flux ...

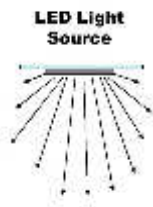


- La LED individuelle se caractérise par une faible puissance

Pour obtenir un flux suffisant, il faut multiplier les LEDs dans le module



- Flux en général dirigé



La technologie LED s'impose en éclairage d'accentuation (aussi par sa petite taille)

La technologie LED s'impose en illumination des bâtiments et façades



Eclairage LED : Qualités spécifiques ...



- **Flux faible et dirigé s'avère utile en éclairage de secours autonome**

En éclairage de secours TL (8 ou 13W) classique
la lampe doit être dimée avec
comme conséquence une réduction nette en efficacité



- **Flux dirigé monochromatique**

La technologie LED est idéale en signalisation lumineuse et signalisation automobile

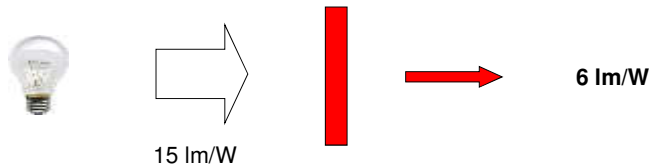


LED : lumières colorées monochromatiques



- rendement élevé pour des applications colorées
- économies d'énergie importantes

*Pour produire une lumière colorée de manière classique :
une source blanche + filtre:*



La LED génère directement la couleur:



En lumière verte le bilan est encore plus favorable (8/1)



Eclairage LED : Qualités spécifiques...



- **Combinaison de flux dirigés**

En combinant en nombre et en orientation les modules:

- excellente maîtrise photométrique
- la lumière est portée là où elle est utile



La technologie LED s'impose en éclairage public

- **La multiplicité des modules LED dans un luminaire peut participer à un effet esthétique**



Eclairage LED : Qualités spécifiques...



- **Le tube LED de substitution**

Peut constituer une solution économe d'énergie.

Certains fabricants de tubes LED ne respectent pas la règle d'interchangeabilité TL: à longueur de tube donné, flux similaire

De plus la distribution d'intensité lumineuse est nettement plus directionnelle et donc différente de celle du tube TL classique



2 conditions :

1) Le tube répond aux exigences de sécurité de la norme

IEC 62776 - 2014 : Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications

2) Le calcul de l'installation, sur base des données photométriques de ce tube, indiquent que le futur éclairage répond aux exigences de la norme **EN 12464 - 2011 : Light and lighting - Lighting of work places** pour ce type de local.

En cas de simple re-lamping, sans re-calcul

nécessité impérieuse de contrôler in situ les niveaux minimums d'éclairement et d'uniformité



Eclairage LED : Qualités spécifiques...



- **Palette de niveaux lumineux**
- **Palette de divers Tc (Température de couleur) et CRI (Color Rendering Index)**
- **Palette de lumières colorées (Leds RGB)**

- **Allumage instantanée**

La LED atteint son flux lumineux nominal en moins de 0,1 msec
(incandescent = 200 msec ; Fluorescent = 30 sec à 2 minutes)

Permet des animations de lumière : Lumière dynamique

- **Dimming aisé avec dimmer adéquat**

- **Eclairage biodynamique**

La lumière n'est pas seulement visuelle. Elle exerce des effets biologiques.

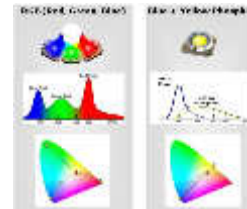
La palette de lumière colorée permet de définir des scénarios lumineux en couleur et intensité avec influence bénéfique sur le comportement humain.

Domaine d'application : bureaux, écoles, hôpitaux, maisons de repos

Cfr Brochure Lighting Europ sur Human centric lighting et Journée d'études IBE 2014.

- **La technologie LED introduit le concept de Smart lighting**

Maitrise du concept sera le grand défi pour les installateurs d'éclairage



Eclairage LED : Qualités spécifiques...



- **Résistance mécanique élevée aux chocs et vibrations**

Existe en version étanche



Doc Osram

- **N' émet ni UV ni IR**
- **Émet dans le bleu (led blanche au phosphore): Blue hazard**
- **Ne contient pas de mercure**
Peu de déchets dangereux par comparaison à la lampe fluorescente
Mais contient néanmoins de faibles quantités d' Arsenic, de phosphore.

➤ *Indium / Gallium : - production mondiale limitée
- maintiendra la pression sur les prix*



Conclusions : Que retenir



- La technologie LED offre des solutions efficaces en énergie, économiques à l'utilisation et peut offrir une nette plus-value à l'utilisateur par la domotique
 - domine en signalisation et éclairage d'accentuation
 - prend sa place en éclairage général et fonctionnel
- La technologie LED s'impose en éclairage intelligent (human centric lighting)
- Le choix de passer à la technologie LED doit se baser sur:
 - Des données fiables de performances et comparables (suivant norme)
 - L'état actuel de l'installation d'éclairage (installation nouvelle ou vétuste, difficulté de remplacement ...)
 - Une comparaison avec les meilleures technologies classiques (T5, HID)
 - La vraie durée de vie attendue pour l'installation (management thermique !)
 - Une étude du coût total d'utilisation (investissement, énergie, maintenance)
 - Difficulté et temps de mise en œuvre d'une nouvelle technologie éprouvée ou non, en particulier si elle s'accompagne d'une gestion digitale
- Il existe une grande disparité dans les performances entre fabricants
- Il faut donc toujours s'assurer d'atteindre le niveau lumineux requis par la norme
- La technologie évolue en permanence et les données sont à réviser en conséquence



27

LED : Nécessité d'une information standardisée



Chaque fabricant produit des résultats suivant ses spécifications

→ **Des règles sont nécessaires**

Il faut pour chaque activité technique ou commerciale un nombre d'accords qui fixent les règles de jeu entre les interlocuteurs, avec une terminologie convenue.

- Des règles pour les professionnels de l'éclairage
- Des règles pour des consommateurs en demande de confiance
- Des règles pour les pouvoirs publics
- Des règles pour assurer la libre circulation des produits



→ **Normes et règlements**



Focus on LEDs – Guy Vandermeersch – IBE-BIV 03-2015

28

Normalisation des produits LED



LED chip	Auxiliaire LED	Lampe LED	Module LED	Luminaire LED
Normes de sécurité :	IEC 61347-2-13 IEC 62386-207	IEC 62560-2011 IEC 62776- 2014 (TL)	IEC 62031	IEC 60598-1 & Parts 2
Normes environnement:	IEC 61000-3-2-Har IEC 61547-EMC	IEC 62471-2 – Photobiological safety		
Normes de performances :	IEC 62384	IEC 62612- 2013	IEC 62717 - 2014	IEC 62722-2-1- 2015

Normes IEC aussi transposées en EN mais en prenant compte des Directives européennes



IEC 62717: Modules LED (EN 62717 en préparation)



Mandatory marking

Location of marking (X:required, -: not required)

Parameters to be declared	Product	Packaging	Product datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous flux (lm)	-	X	X
b) Photometric code (* under consideration)	-	X	X
c) Rated life (h) and the associated rated lumen maintenance (x)	-	X	X
d) Failure fraction (F_v), corresponding to the rated life	-	X	X
e) Lumen maintenance code	-	-	X
f) Rated chromaticity co-ordinate value			
g) Correlated colour temperature (K)			
h) Rated Colour Rendering Index			
i) $t_{p,max}$ of LED module (° C)			
j) t_p -point			
k) Ageing time (h), if different to 0 h			
l) Ambient temperature range			
m) Efficacy (lm/W)			
n) Dimensions, including dimensions			
o) Availability of a heat sink			
Luminous intensity, beam and peak intensity, if applicable	-	-	X

Les performances doivent être déclarées

- en valeurs initiales

- en valeurs maintenues à 6000h

ou à 25% durée de vie si < 6000h

La valeur maintenue n'est pas une indication de la durée de vie réelle



IEC 62717: Modules LED (EN 62717 en préparation)



Mandatory marking

Location of marking (X:required, -: not required)

Parameters to be declared	Product	Packaging	Product datasheets, leaflets or website
a) Rated luminous flux (lm)	-	X	X
b) Photometric code (* under consideration)	-	X	X
c) Rated life (h) and the associated rated lumen maintenance (x)	-	X	X
d) Failure fraction (F_v), corresponding to the rated life	-	X	X
e) Lumen maintenance code	-	-	X
f) Rated chromaticity co-ordinate values			
g) Correlated colour temperature (K)			
h) Rated Colour Rendering Index			
i) $t_{p\ max}$ of LED module (° C)			
j) t_p-point			
k) Ageing time (h), if different to 0 h			
l) Ambient temperature range			
m) Efficacy (lm/W)			
n) Dimensions, including dimensional tolerances			
o) Availability of a heat sink			
Luminous intensity, beam and peak intensity, if applicable	-	-	X

Toutes les performances doivent être exprimées pour la valeur $t_{p\ max}$ déclarée.

Le point de mesure doit être indiqué.

Les essais de maintenance à cette température.

Les fabricants de luminaires veilleront qu'à température ambiante, les modules incorporées ne dépasseront pas cette température



IEC 62717: Modules LED (EN 62717 en préparation)



Critères de performances	Exigences par rapport aux valeurs déclarées (pour chaque module)
Flux lumineux (lm)	$> 90\% F_{nom}$
Puissance (W)	$< 110\% P_{nom}$
Efficacité (lm/W)	$> 90\% \eta_{nom}$
Distribution Intensités lumineuses (cd) Ouverture angulaire et intensité de pointe	suivant déclaration du constructeur (tolérances à l'étude)
Températures de couleur (K)	dans la classe de tolérance déclarée (4 classes)
Indice de rendu des couleurs : Ra	$> (Ra_{nom} - 3)$ $> (Ra_{nom} - 5)$ à 6000h
Facteur de maintenance à 6000h* pour T_p (Température max de bonne performance)	dans la classe de dépréciation déclarée (3 classes) – test à 2000h pour produits assimilés
Durée de vie	L70 – test u.c.

* 25% durée de vie déclarée – 6000h max



IEC 62717: Modules LED: codes de performances



CRI	Code	Lumen maintenance (%)	Code 6000h
87 - 96	9	≥90	9
77 - 86	8	≥80	8
67 - 76	7	≥70	7

Tolerance on rated chromaticity co-ordinate values

Size of MacAdam ellipse, centred on rated colour target	Colour Variation Category	
	initial	maintained
3-step	3	3
5-step	5	5
7-step	7	7
>7-step ellipse	7+	7+

Code photométrique : 830/ 359 (exemple)

CRI	CCT			X,y (spread)		Maint.
77	3020 K			initial	maintained	92%
8	3	0	/	3	5	9



Sites internet intéressants – Contacts



- Le site de l' Institut Belge d'Eclairage : www.ibe-biv.be
- Pour la normalisation des applications (rubrique Div3) : www.cie.co.at
- Pour la normalisation des produits (rubrique TC34) : www.cei.ch
- Pour la normalisation EN (TC169): www.cen.eu
- Le site de Bruxelles Environnement : www.bruxellesenvironnement.be et plus particulièrement :
 - ▶ <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>
 - ▶ <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32600>

Contact:

Guy Vandermeersch

E-mail : guyvdm@scarlet.be



Gestion de l'éclairage et points d'attention pour la maintenance

Aspects techniques des systèmes de gestion et de maintenance

Arnaud DENEYER,
C.S.T.C.

De plus en plus, les systèmes de gestion de l'éclairage gagnent en importance pour assurer le confort visuel à l'intérieur d'un bâtiment et l'économie d'énergie.

La présentation se concentrera sur les systèmes de gestion que ce soit au niveau de l'input (le capteur : présence, absence, éclairage naturel) ou au niveau de la communication (signal analogique, signal numérique, protocole DALI).

Une attention particulière sera également portée aux stratégies de gestion. Le propos sera illustré à l'aide de différents exemples.

L'exposé abordera les évolutions récentes telles que le Power over Ethernet et la communication sans fil.

Il mettra en évidence les points d'attention que le concepteur doit porter au système de gestion pour effectuer un choix judicieux du point de vue du confort visuel, de l'économie d'énergie.

Tout au long de l'exposé, un regard particulier sera posé, sur la maintenance de ces systèmes.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

Bruxelles Environnement
5 mars 2015

Gestion de l'éclairage et points d'attention pour la maintenance

Arnaud Deneyer

Laboratoire Lumière, Centre Scientifique et Technique de la Construction



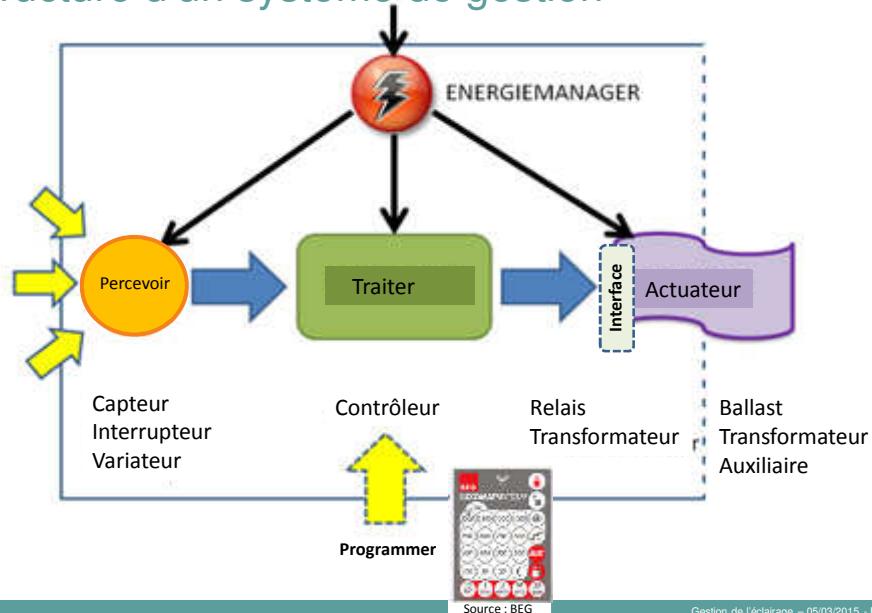
BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



Définition d'un système de gestion

Un système de gestion de l'éclairage artificiel est un composant ou une collection de composants qui, sur base d'un ou plusieurs paramètres, détermine l'état de l'éclairage artificiel (ou d'une partie de cet éclairage)

Structure d'un système de gestion



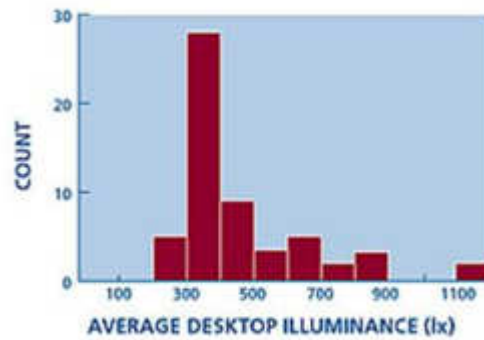
Percevoir - Input

- Input manuel (= souhait de l'utilisateur)
- Input via horloge
- Présence/absence
- Eclairage (naturel)
- Autres ('réponse à la demande', température, ...)



Input manuel

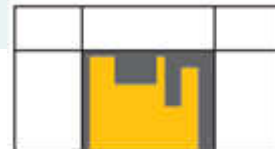
- Quasi mis en oeuvre partout
 - Confort visuel
 - Flexibilité et possibilité d'auto-détermination
 - Influence sur la satisfaction/productivité
- Coût du personnel >>> coût de l'énergie



Source : Field Study « Light Right Consortium » (2004)

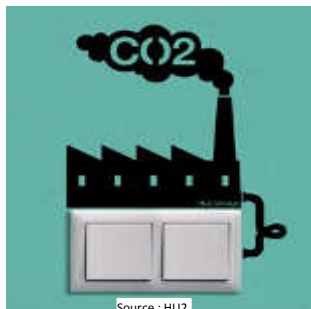
Input manuel

- Economie d'énergie
 - En dimmant ou en éteignant (commutateur)
 - En fonction de la tâche
 - Aussi en fonction de la présence et de l'éclairage naturel
- Sensibilisation



6:00u - 18:00u

Source : ETAP



Source : HUZ

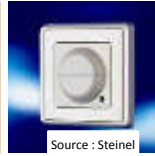


Input manuel

- Bouton poussoir : commuter (+ éventuellement dimmer)



Source : HU2



Source : Steinel



Source : EnOcean

- Variateur ou équivalent : dimmer (+ commuter) (+ évt. couleur)



Source : Niko



Source : Philips

- Commande à distance ou interface de gestion



Source : Qaram

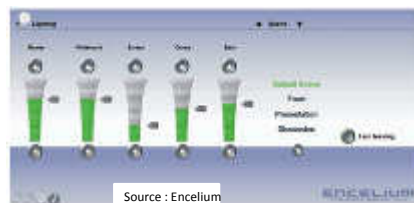


Source : Schneider

Input manuel

- Plus avancé

- Gestion via PC, iPad, Smartphone, ...



Source : Encelium



Source : Synthe FX

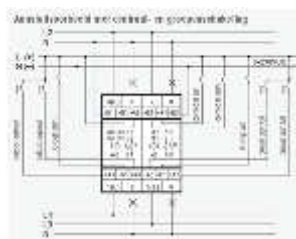
Input manuel – Localisation de l'actuateur

- Encastré dans l'élément mural (blochet)
 - Inclus avec le bouton de commande
 - Séparé du bouton de commande



Input manuel – Localisation de l'actuateur

- Dans l'armoire: télérupteur sur rail DIN
 - Domotique 'simple' – la première brique
 - Pas de liaison directe entre l'interrupteur et la source lumineuse
 - Géré par une ligne à basse tension (ex : boutons poussoirs)
 - Avantages
 - Flexibilité
 - Moins de performances locales (plafond)
 - Plus de possibilités (extinction centralisée, par groupe – 'cut off')

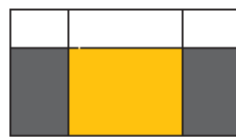


Source : Eltako

Input via horloge

■ Commander l'éclairage à des moments bien précis

- Temps défini de manière (Semi-)absolue:
 - Lorsque les commutations sont prévisibles : bureaux, musées, hall d'accueils,....
 - Sécurité (effraction): simulation de la présence, éclairage (partiel de couloir)
 - Autres applications: ex. Enseignes lumineuses



6:00u - 18:00u

Source : ETAP



Input via horloge

■ Commutation de l'éclairage à des moments bien définis

- Intervalles de temps relatifs :
 - Locaux utilisés durant de courtes périodes : escaliers, couloirs,...
- En combinaison avec d'autres Inputs comme la détection de présence (délai à l'extinction)



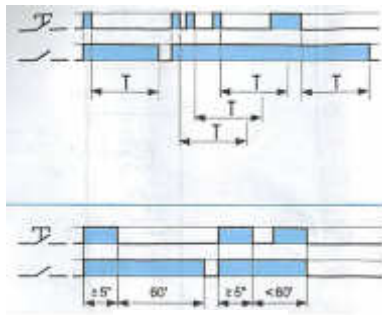
Input via horloge – Temps bien défini ‘absolu’

- Horloge analogique ou digitale
 - Allumage/Extinction de l'éclairage à des moments bien définis
- 'sweep': Impulsion pour l'extinction (en combinaison avec un override manuel en 2 phases)
- Evolutions technologiques :
 - Digital ↔ analogique (facilité d'utilisation + flexibilité + consommation)
 - Adaptation de automatique de l'heure d'été/d'hiver
 - Horloge DCF77 (avec antenne)
 - Horloge astronomique (lever/coucher du soleil)



Input via horloge – Temps relatif

- Compteur qui assure un déphasage par rapport à une action
- Application 'en or' : automates dans les cages d'escalier
 - La plupart du temps dans l'armoire électrique (relais commandé par un bouton poussoir)
 - Dérogation manuelle (pour par exemple l'équipe d'entretien)
 - Manuel dans l'armoire
 - Via séquence sur le presseur (1 h de délai)



Source : Finder

Utilisation de l'horloge – Exemple d'impulsion

- 2 ordres : à 19h00 et à 21h00
- 2 strategies :
 - Extinction complète – via impulsion (bureaux)
 - Extinction de 2 luminaires sur 3 armatures – alternativement (couloirs)



Input – Détection de présence

- Sur base de la présence effective
 - Différents schémas On/Off
 - Sur base d'un détecteur de 'mouvement'
 - En réalité, techniquement, c'est la détection de présence
- Applications
 - Economie d'énergie
 - Différents choix pour le réglage
 - Automatique ou manuel
 - Allumage ou extinction
 - Le plus haut potentiel : Manuel On / Auto Off (= détection d'absence)
 - Détection de présence / intrusion

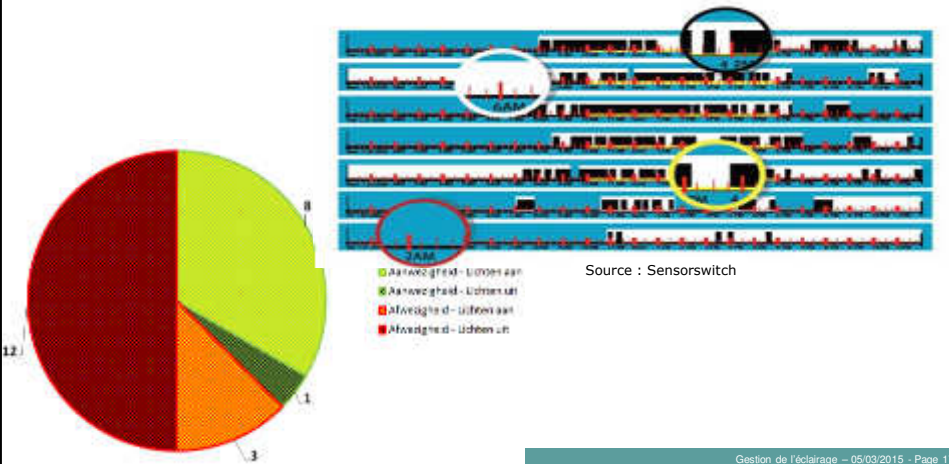


6:00u - 18:00u

Source : ETAP

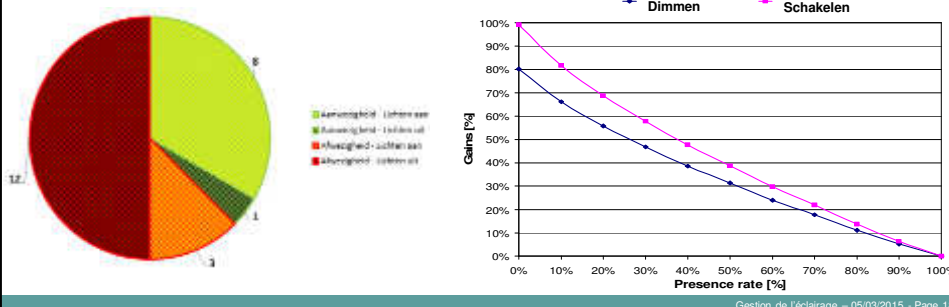
Détection de présence – potentiel d'économie

- Dans les locaux à l'usage irrégulier et aux profils d'occupation imprévisibles
- Le potentiel est fonction de l'utilisation du local



Détection de présence – potentiel d'économie

- Réduction du potentiel par :
 - La consommation intrinsèque du système
 - Le dimming au lieu de l'extinction
 - Le délai d'extinction
 - La consommation 'extra' en cas de auto On
 - 'faux allumage'



Détection de présence – Différentes technologies

- ▣ PIR
- ▣ Ultrason
- ▣ Microphone
- ▣ Micro-ondes (haute fréquence)
- ▣ Combinaison (dual technology)
- ▣ Autres (light barriers, biométrie, ...)



Détection de présence – Eviter les faux On/Off

- ▣ Dual Technology sensor
- ▣ Combinaison de 2 types, généralement PIR et US, Micro-ondes et Microphone
- ▣ Confort + économie d'énergie
- ▣ Principe de fonctionnement:



Si les lampes sont éteintes :

	US: Absence	US: Présence
PIR: Absence		
PIR: Présence		

Si les lampes sont allumées :

	US: Absence	US: Présence
PIR: Absence		
PIR: Présence		

Détection de présence - combinaison

- Avec un interrupteur manuel
 - manuel On et auto Off (le plus haut potentiel)
 - Dérogation au manuel Off
- Avec détecteur de lumière



Détection de présence - Exemple

- Manuel On + Auto Off
- Importantes économie d'énergie mais très dépendante de l'utilisation

Office number		Economy
226	1 pers.	85%
227	1 pers.	54%
230	1 pers.	37%
230a	1 pers.	37%
232	1 pers.	56%
237	2 pers.	24%
238	2 pers.	42%
<i>Global</i>		46%

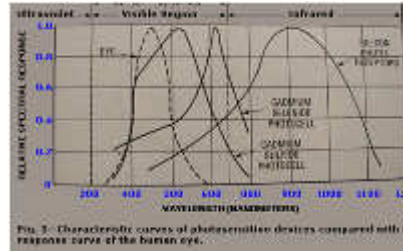


Input – Capteur de lumière

• Technologie:

• Photorésistance (LDR - CdS)

- Plus faible résistance lorsque plus de lumière
- CdS ~ oeil humain
- 'effet mémoire'



Source : Photosensitivity devices, R. Marston and Tony Van Rooy

• Photodiode (Si)

- Courant en fonction du nombre de photons incidents
- Amplificateur
- Filtre pour 'simuler' l'oeil humaine

Input – Capteur de lumière

• Application

- Dimmer en fonction de l'apport de lumière du jour
- Allumage lorsqu'il fait sombre à l'extérieur (~ horloge)
- A utiliser en combinaison avec de la détection de présence
- Permet un éclairage constant

Input – Capteur de lumière

- Favoriser l'éclairage naturel :
 - La "meilleure" lumière (spectre, température de couleur, indice de rendu des couleurs)
 - Durable/vert et gratuit
 - Permet d'économiser de l'énergie en compensant de l'éclairage artificiel
- Attention :
 - Eblouissement → Assombrir
 - Gains solaires → Protections solaires

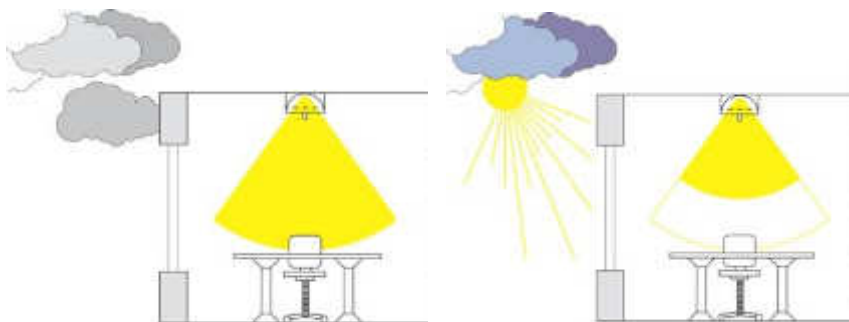
Gestion en fonction de l'éclairage naturel

- Application : locaux :
 - Avec assez de lumière naturelle
 - Assez d'heures d'utilisation (local + éclairage)



6:00u - 18:00u

Source : ETAP

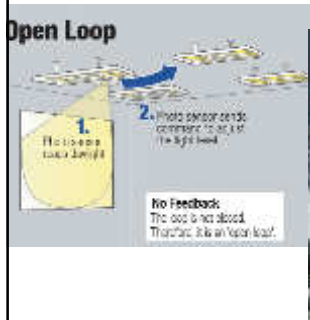


Gestion en fonction de l'éclairage naturel

- Traitement du signal de deux manières :

1. Open loop

- Regarde vers l'extérieur (luminance de la fenêtre) ou mesure de l'éclairage extérieur
- Attention aux éléments en face des capteurs, des modifications (neige, arbres,...), protection solaire



Gestion en fonction de l'éclairage naturel

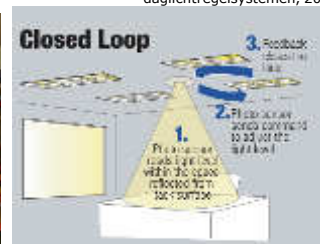
- Traitement du signal de deux manières :

2. Closed loop

- 'voit' aussi l'influence de l'éclairage artificiel
- Avantage: fait aussi le 'constant illuminance'
- Attention avec la réflexion de la lumière sur la tâche

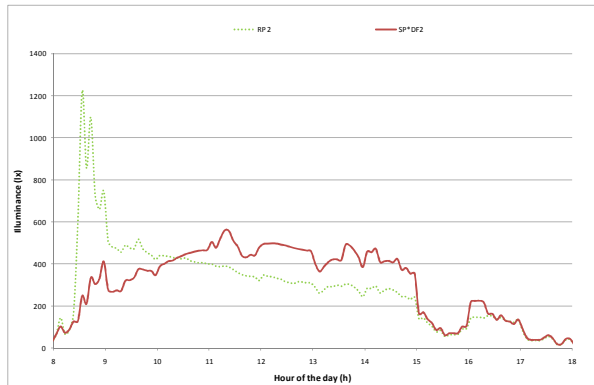


Source : R. Delvaeye (studiedag TETRA daglichtregelsystemen, 2014)



Gestion en fonction de l'éclairage naturel

- Toujours l'éclairage souhaité = illusion !
- Point de départ = rapport constant entre le signal sur le capteur et l'éclairage sur le plan de tr
- Ex : Open Loop



Eclairage effectif

Eclairage supposé par le capteur

Combinaison avec un détecteur de présence

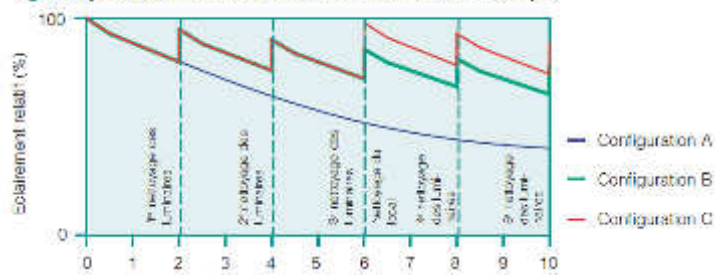
- Application extérieure ('détection de mouvement')
 - Allumage de lumière si mouvement dans l'obscurité
 - Extinction après délai
- Application intérieure ('détection de présence')
 - Allumage si détection de présence et éclairage naturel insuffisant
 - Extinction dès qu'il y a suffisamment d'éclairage naturel ou longue absence



Capteur pour 'éclairage constant'

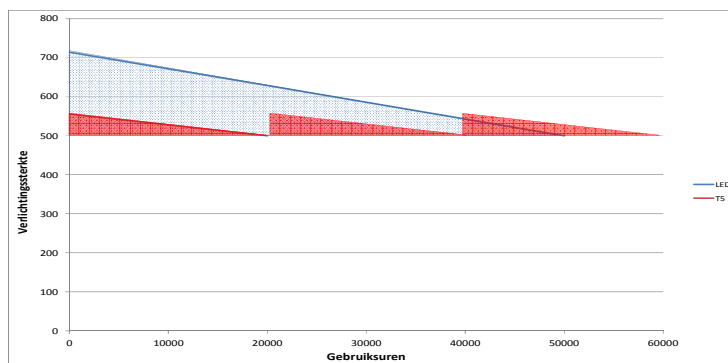
- Peut être une compensation au surdimensionnement
- Facteur de maintenance : $MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF$
 - LLMF: Lamp Lumen Maintenance Factor
 - LSF: Lamp Survival Factor
 - LMF: Luminaire maintenance factor
 - RSMF: Room Surface Maintenance Factor

Fig. 1 Dépréciation de l'éclairage relatif au cours du temps.



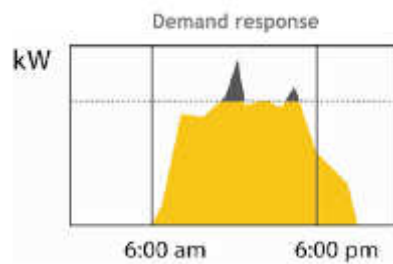
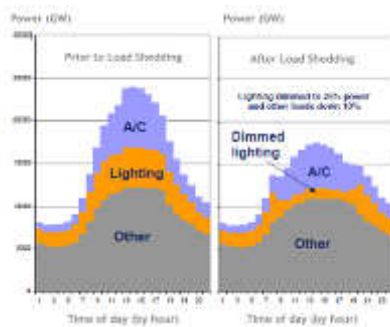
Capteur pour 'éclairage constant'

- Flux seul de la source lumineuse (dans le luminaire) ou en combinaison avec l'éclairage artificiel et naturel (closed loop)
- LLMF peut être très bas pour les led (+ durée de vie)



Autres

- Limitation du pic de charge (ou autre information délivrée par un 'smart meter') – Réponse à la demande
- Température (limitation des charges de froid)



Source : Encelium, ETAP

Traitement du signal - Architecture

- Plusieurs niveaux dans le système
 - Par luminaire (ex : closed loop sensor)
 - Par groupe de luminaires (zone)
 - Par local
 - Par étage



Source : DALI - AG



Source : DALI - AG

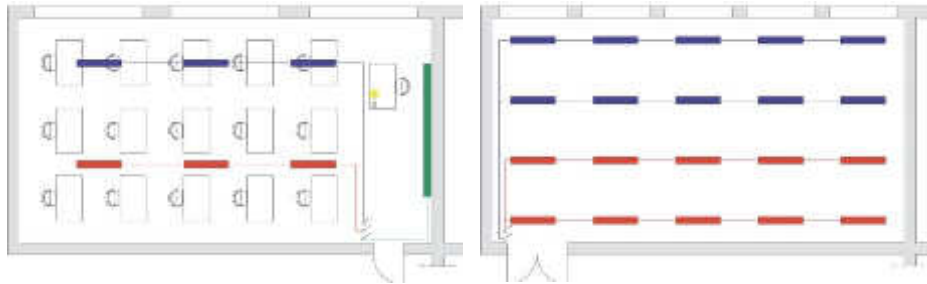


Source : DALI - AG

Zonage – groupes de luminaires

Avantages

- Contrôle par horloge de couloirs, bureaux : extinction de seulement 2 luminaires sur 3
- Seul les luminaires près de la fenêtre sont gérés en fonction de l'apport de lumière naturelle

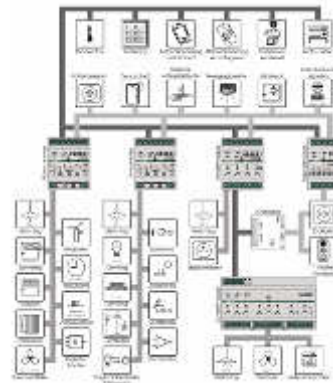


Systemes centralisés

- Plusieurs luminaires couplés à un grand réseau avec un processeur central et un grand nombre d'instructions
- Eventuellement couplage avec d'autres systèmes ((HVAC, alarm) → domotique, BMS (Building Management System))



Source : DALI - AG



Source : Luxom

Communication

- Vers les ballasts ou auxiliaires LED :
 - Powerline (hachage de phase)
 - Analogique 1-10 V (of 0-10 V)
 - Digital DALI of DMX (exceptionnel)
 - Cas spéciaux
- Vers d'autres actuateurs via interfaces
 - BMS (Building Management System)
 - KNX
 - BACnet
 - Lonworks
 - Nikobus
 - Systèmes avancés de gestion de l'éclairage
 - Greenbus (Excellum)
 - Systèmes sans fil



Système de gestion – Pourquoi ?

- Economie d'énergie
 - Réduction de la consommation d'énergie (kWh)
 - Réduction des pics de puissance (kW)
- Facilité d'utilisation
 - Liberté / Flexibilité
 - Eclairage dynamique
- Esthétique
 - Eclairage architectural
- Sécurité
- Entretien

Economie d'énergie

■ Quelques chiffres

- Au niveau mondial :
 - 30.000.000.000 lampes électriques en utilisation
 - Consommation totale : 2650 TWh
 - 20% van de la production électrique mondiale (ou 3% de la consommation énergétique mondiale)
- Europe
 - Estimation de la consommation résidentielle :
112 TWh en 2007

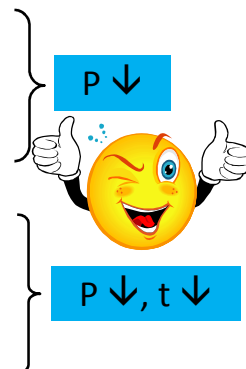
Systèmes de gestion et économie d'énergie

- Economie d'énergie en éclairage :

$$\text{Consommation énergétique} = P \times t$$

- Bien dimensionner
- Sources efficaces
- Luminaire efficaces

- Uniquement éclairer où il faut, quand il faut et Combien il faut
→ Systèmes de gestion

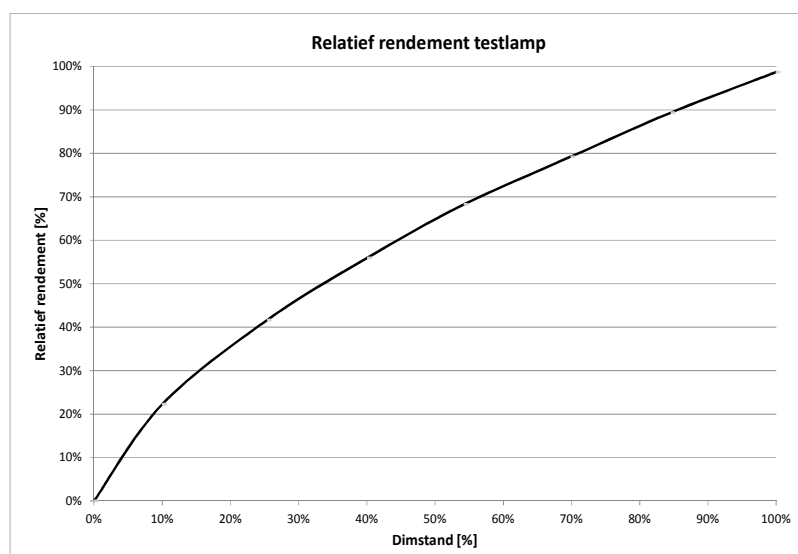


Mais attention !

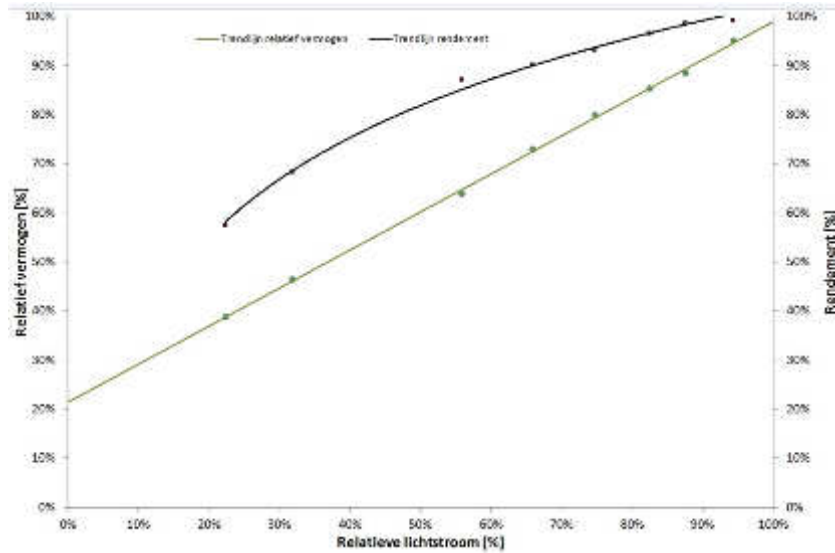
- Le **rendement de la source lumineuse** est influencé par l'état de dimming
- Le système de gestion consomme de l'énergie = **consommation parasite**
 - (très) petite
 - Souvent continue sur la journée et sur l'année
 - La consommation annuelle peut être élevée



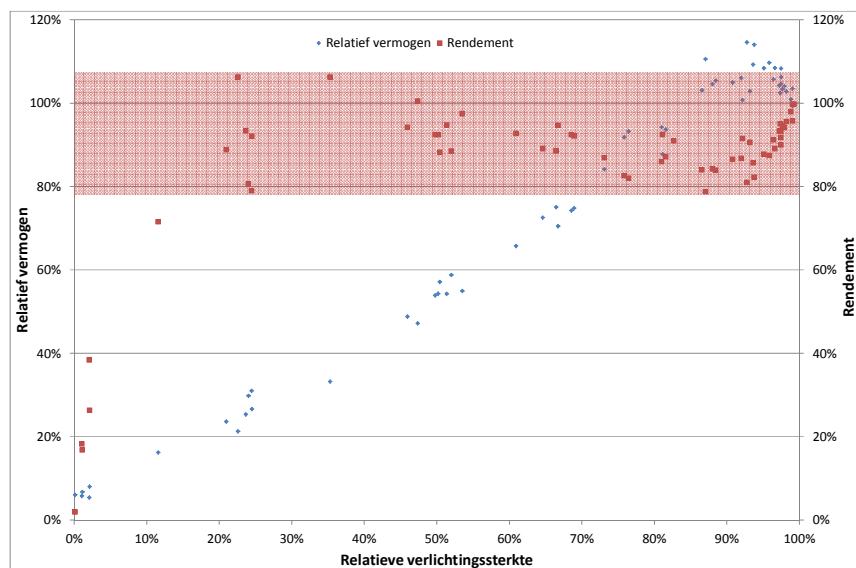
Rendement lumineux – Incandescence



Rendement lumineux - Fluorescence



Rendement lumineux – Lampes LED



Consommation parasite

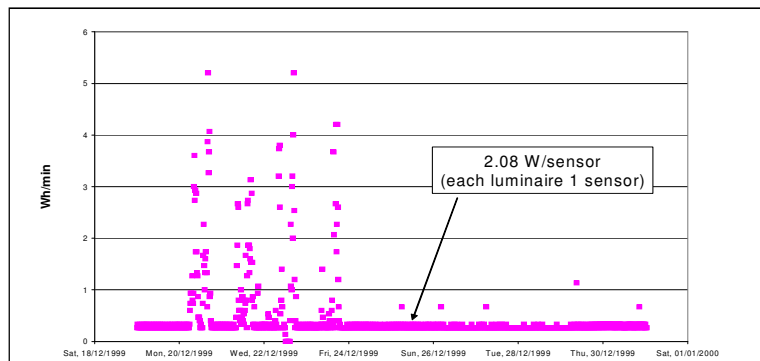


Consommation totale



Consommation parasite - Exemple

- PROBE (Pragmatic Renovation of an Office building for a Better Environment)
 - Rénovation d'un bâtiment de bureau
 - Monitoring
 - Ex. 8 luminaires (avec détection de présence) dans 2 bureaux

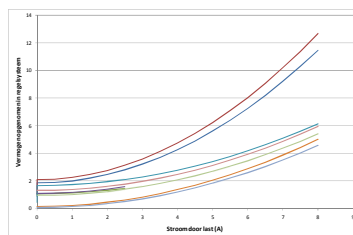


Consommation parasite - Exemple

❖ L'économie d'énergie est parfois 'mangée' par le système de gestion

System	% hours switch-off	Presence	Energy saving	Energy consumption of the control system		Real Energy saving
				On	Stand-by	
System 3	13 %	88 %	107 kWh	91 kWh	0 kWh	16 kWh
System 5	50 %	47 %	275 kWh	10 kWh	62 kWh	203 kWh

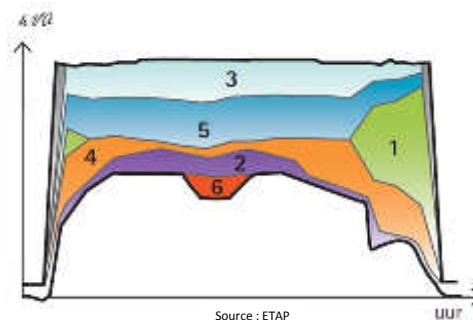
❖ Grande variabilité en fonction du système et de la charge



Quelle économie réaliser avec un système de gestion ?

■ Fabricant:

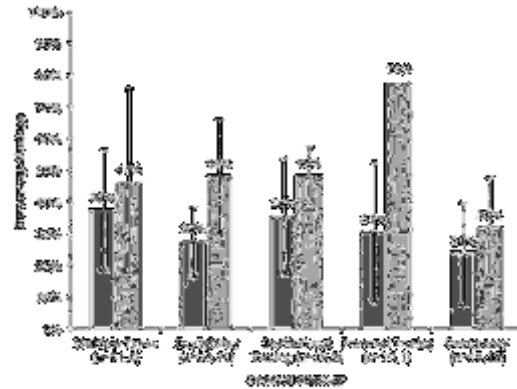
- Horloge : jusque 50%
- Eclairage naturel : jusque 20%
- Présence: jusque 35%
- Réglage individuel : jusque 35%



Source : ETAP

Quelle économie réaliser avec un système de gestion ?

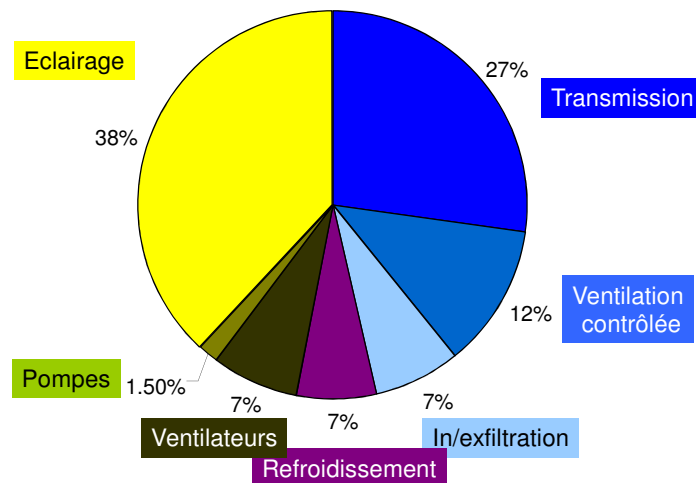
■ Littérature



Control Type	Peer Reviewed	Not Peer Reviewed
Occupancy	24% (n=20)	23% (n=18)
Daylighting	28% (n=20)	28% (n=12)
Personal lighting	33% (n=12)	24% (n=4)
Institutional timing	42% (n=6)	37% (n=5)
Multiple types	43% (n=20)	30% (n=14)

Source : Lighting controls in commercial buildings, A. Williams et al. (Leukos vol. 8 no 3 (2012))

PEB : Système de gestion et niveau E



Economie sur l'éclairage – Grand potentiel

PEB et systèmes de gestion

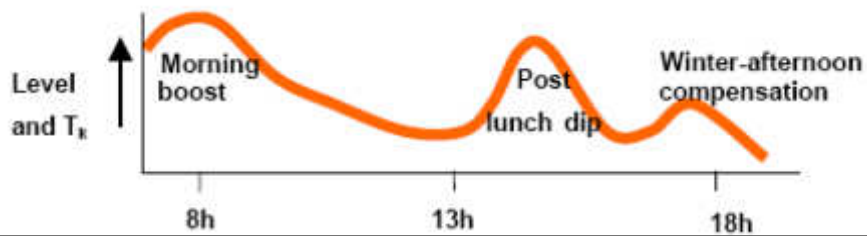
	Littérature	PEB
Présence	10%-40%	0%-30%
Eclairage naturel	20%-40%	0%-40%
Horloge	Pas Repris	0% (mais est repris indirectement dans les heures de fonctionnement)

Facilité d'utilisation

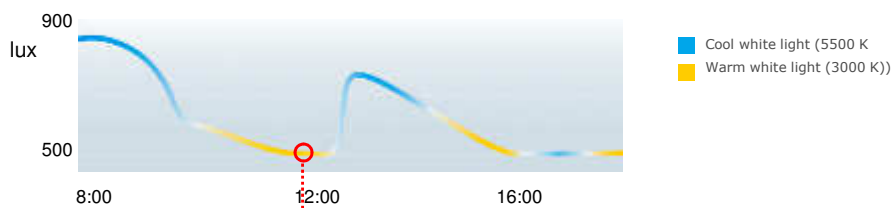
- Interrupteur / variateur / gestion par infrarouge
 - Sur base individuelle
 - Flexibilité et possibilité de dérogation
 - Influence sur la productivité (coût du personnel >>> coût de l'énergie)

Eclairage dynamique

- « Mélange de sources »:
 - Différentes températures de couleur
 - Différents éclairagements
- Adapter l'éclairage
 - Conditions météo
 - Conditions physique/âge
 - Humeur
 - Activité (professionnelle)

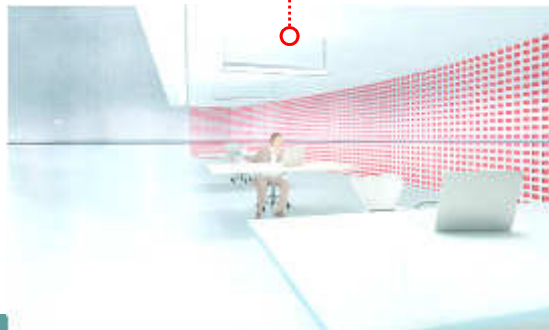


Lunch time



Philips

Post-lunch dip



Philips

Eclairage architectural

Source : Laborelec



Eclairage architectural



Source :
Architects : Philippe Samyn & Partners, M & J.M. Jaspers - J. Evers & Partners
Lightning engineer : Barbara Hediger

Conclusions – Choix du système de gestion

- Différentes considérations
 - Que veut-on atteindre (ex. Économie d'énergie)?
 - Quelles sont les conditions aux limites ?
 - Géométrie (murs, fenêtres,...)
 - Utilisation du local et environnement (taux de présence,...)
 - Quel est le système d'éclairage et quel est l'impact du système de gestion (ex. Ballasts dimmables, ballasts DALI,...)



Points d'attention pour un système économe

- Le choix optimal n'est pas facile
- "Règles" de choix technologique pour un espace intérieur
 - La gestion en fonction de l'éclairage a un grand potentiel
 - Pour les locaux à faible occupation une détection d'absence est intéressante (extinction)
 - La gestion horaire ou par implusion : relativement simple et offre une sécurité pour correctement gérer l'éclairage une grande partie du temps
- Attention aux puissances parasites



Points d'attention – Confort visuel

- Impact (visuel) sur le confort de l'utilisateur
 - Productivité
 - Ajout d'éclairage portable de bureau (à l'opposé du système installé)
 - Adapter les paramètres
 - 'Sabotage'
- Flexibilité (override)
- Facilité d'utilisation (intuitivité)
- Limitation des risques (accidents) (dimmer vs. commuter)



Points d'attention pour un système efficient

- Installation correct
 - Choix des capteurs (PIR vs US)
 - Localisation des capteurs / limitation du champ de détection
 - Moment de la programmation
 - Sensibilité du capteur
- Commissioning: Suivi de la paramétrisation
 - Localisation des capteurs
 - (re)programmation
 - Adaptation de la sensibilité



Références intéressantes

- PROBE : Pistes pour la rénovation des immeubles de bureaux - Un meilleur confort avec moins d'énergie, CSTC, Rapport 6, 1999
- Advanced Lighting Controls: Energy Savings, Productivity, Technology and Applications, The Fairmont Press, Inc., 2006
- DALI Lighting Control Systems
Delivering maximum control and flexibility by bridging the gap between KNX and DALI
http://www.lighting.philips.com/pwc_li/main/products/controls/assets/Lightmaster-knx-mmaster-16pp-v3.pdf
- A new dimension of light, OSRAM light management systems,
<http://www.osram.nl/media/resource/HIRES/349667/3782459/lms-brochure-gb.pdf>
- Gestion d'éclairage, ETAP
http://www.etaplighting.com/uploadedFiles/Downloadable_documentation/documentatie/brochures_lichtregelsystemen/Brochure%20lichtregeling_FR.pdf

Contact

Arnaud Deneyer
CSTC
Labo Lumière
Avenue Pierre Holoffe 21
1342 Limelette
arnaud.deneyer@bbri.be
++ 32 2 655 77 11
www.cstc-lumiere.be

www.cstc.be/go/publications_eclairage

Publications CSTC

Dans le cadre de nos activités, le CSTC a développé certains membres de publications ayant trait à l'éclairage. Vous pouvez trouver quelques liens à l'adresse ci-dessous.

Publications officielles

Manuel de la norme sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 1 p.	
Évaluation de l'éclairage naturel par simulation informatique Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 3 p.	
Guide technique et pratique de l'éclairage résidentiel Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 24 p.	
La fin des lampes à incandescence / halogènes en faveur de la nouvelle réglementation européenne pour l'éclairage domestique Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 24 p.	
L'éclairage et l'ordinateur pour les personnes malvoyantes Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 5 p.	
La classification des lampes Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 2 p.	
La norme de maintenance des installations d'éclairage Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 4 p.	
SWH1 (A) (CSTC) Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 4 p.	
L'éclairage des lieux de travail extérieurs Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 2 p.	
Comment sélectionner un confort d'usage ? (Deneyer A, Deneyer A) Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 4 p.	
Le confort d'usage et le confort d'usage (Deneyer A, Deneyer A) Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 3 p.	
REIOT - Réglage pour la réactivité des luminaires à bande - Un meilleur confort avec moins d'énergie Deneyer A, Deneyer A (CSTC) BEL 201010, 6 p.	

Merci de votre attention ! Des questions ?



- Les notes de cours ne font pas partie des publications officielles du CSTC et ne peuvent donc être utilisées comme référence.
- La reproduction ou la traduction, même partielle, de ces notes n'est permise qu'avec l'autorisation du CSTC.

Case Study : Relamping dans les écoles

Exemples de relamping LED dans les écoles et mode de financement par tiers investisseur

Didier TRINE,
Energy4you

Remplacer les anciennes sources d'éclairage par des LEDS peut générer des économies d'énergie considérables.

Le relamping peut donc apporter une solution peu coûteuse dans certains projets à condition de respecter certaines contraintes techniques, de sécurité et de santé.

L'exemple d'un relamping dans une école sera présenté : produits choisis, impacts sur l'éclairage, gains de consommation, retour et rendement de l'investissement.

Les différents modes de financement, dont le système de tiers investisseur, seront également présentés : la créativité permet de contrer en toute sécurité l'écueil budgétaire omniprésent.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

Bruxelles Environnement
5 mars 2015

Case Study : relamping LED: Relamping dans les écoles
Mode de financement par tiers investisseur

Didier Trine
Energy4You



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Une vision globale de l'énergie



2

Objectifs de la présentation

- Comprendre l'enjeu du relamping, notamment des tubes
- Intégrer au projet les contraintes à respecter
- Etudier des réalisations de relamping
- Dédire les conditions de la réussite d'un projet pour*

- Etudier des « cas d'écoles » en tiers investisseur
- Montrer que le frein budgétaire peut être contré pour*

* Contribuer pragmatiquement au développement durable!



3

Plan de l'exposé

1. Comprendre l'enjeu du relamping
2. Intégrer toutes les contraintes
3. Faire le bon choix: relighting >< relamping?
4. Exemples de projets 'éclairage' dans 5 écoles en Région Wallonne
5. Modes de financement classiques >< alternatifs
6. Exemples de financements alternatifs
7. Conclusions



4

1.1. Comprendre l'enjeu du relamping

- Enjeu en rapport **concret** avec le titre du séminaire du jour:
« Le lux en mode économie d'énergie »

**REDUCTION DE LA CONSOMMATION D'UNE AMPOULE LED
REMPACANT UNE AMPOULE HALOGENE:**



Halogène 50 W

Led 5,5 W



5

Comprendre l'enjeu du relamping

- L'enjeu de l'éclairage dans les bâtiments
 - ▶ Cfr invitation: « Dans les bâtiments tertiaires classiques, l'électricité consommée par l'éclairage artificiel représente plus de 15% des consommations d'énergie ».
 - ▶ Grands immeubles > TUBES fluo = énorme pourcentage



CONSO tube LED = CONSO tube Fluo

3



6

Comprendre l'enjeu du relamping

- **La question: peut-on remplacer « simplement » le tube?**



- **SI OUI, rien que pour les écoles francophones :**
 - 60% économie
 - * 80 % tubes
 - * nombre écoles Fédération Wallonie Bruxelles !



7

Comprendre l'enjeu du relamping



- **Petit exemple sur 5 écoles (base allumage 1000 heures/an) :**
 - Relamping = 6 794 tubes > *moyenne* = 1 359 tubes
 - Gain de consommation = 269 980 kWh/an > *moyenne* = 53 996 kWh/an
 - Gain économique = 53 996 €/an > *moyenne* = 10 799 €/an



INVESTISSEMENT TOTAL = 331 139 € > ROI moyen = 6,13 ans

8

Comprendre l'enjeu du relamping

- **PLUS ENCORE!**
- **Ecoles = « que » 1000 heures/an**
- **Bureaux, administrations, industries = plus de 2000 heures/an**
- **Homes, hôpitaux, magasins = plus de 3000 heures/an**



9

Comprendre l'enjeu du relamping



- **Economies gigantesques à réaliser en regard de:**
 - **la menace de « black out »**
 - **la transition énergétique nécessaire**
 - **la nécessité de rencontrer les contraintes environnementales**
 - **la difficulté à boucler des budgets bien utiles ailleurs**



10

2.1. Intégrer les contraintes techniques

- Contraintes techniques en général
 - > bâtiments souvent conçus à une autre époque, parfois classés!
 - > enjeux énergétiques nouveaux



- « par quoi commencer ? »
 - isolation défailante & vieilles chaudières...
- « quand commencer ? »
 - @évolution des techniques envisagées = maturité?
- « pourquoi commencer ? »
 - habitudes ancrées
 - informations contradictoires
 - mutation des métiers



11

2.2. Intégrer les contraintes budgétaires

- > Les difficiles choix de priorités
Ex : techniques qui « coûtent » (isolation) > celles qui « rapportent » (led)

- Les profils
 - > Non marchand
 - > Service public
 - > Commercial



- Les moyens
 - > Fonds disponibles
 - > Capacité d'endettement
 - > Pas les moyens



Dans tous les cas = SECURITE nécessaire



12

2.3. Intégrer les contraintes légales

- Respect des normes (relamping)

Exemples de normes pré-requises pour les tubes

- EN 62 471 (pas de risque santé) > RG0
- IEC 62 776 (pas de risque de poids) > - 500 g
- EN 62 560 (pas de risque d'électrocution)
- ...plus toutes les autres!

- Cadre DBT, Rhos, etc



13

Intégrer les contraintes légales

- Respect des marquages
- Relamping > **perte du CE du fabricant d'armature**
- **Nouveau CE > procédure validée par organisme certificateur**



14

3.1. Faire le bon choix: relighting ou relamping ?

- **Relighting = nouvelle conception globale**
 - ▶ Nécessaire si éclairage actuel insatisfaisant
 - ▶ Nécessaire si luminaires en fin de vie
 - ▶ Nécessaire si faisant partie d'un projet de travaux globaux
 - ▶ Nécessaire si recherche esthétique



15

Le bon choix: relighting ou relamping ?

- **Relamping = adaptation au luminaire existant**
 - ▶ VALABLE si des conditions sont respectées
 - ▶ VALABLE dans tous les projets de type bureaux, classes
 - ▶ VALABLE pour des questions budgétaires



16

3.2. L'évolution du LED

- L'évolution du LED > nouvelles perspectives
 - ▶ Faciles pour tous les culots supports E27, E14, GU5.3, GU10, G24
 - ▶ Confort, éclairage, température de couleur en constante évolution



17

L'évolution du LED

- La révolution **TUBES** LED > nouvelles perspectives
 - ▶ Relamping de tubes fluos par tubes LED
 - ▶ **POSSIBLE MOYENNANT DES CONDITIONS**
 - › La qualité du produit LED *surtout dans les écoles*
 - › La méthode d'intervention sur le luminaire



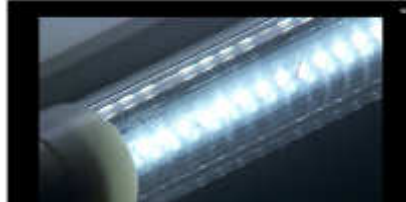
18

L'évolution des TUBES LED

- Nouvelle génération de **tubes** LED > nouvelles perspectives

- **NON**

- ▶ Risque rétinien
- ▶ Eblouissement
- ▶ Eclairage insuffisant



- **OUI**

- ▶ RG0
- ▶ Confort
- ▶ 120 Lm/W



19

La nouvelle génération de tubes led

- ▶ **TUBES LED T8 MCOB opalins**

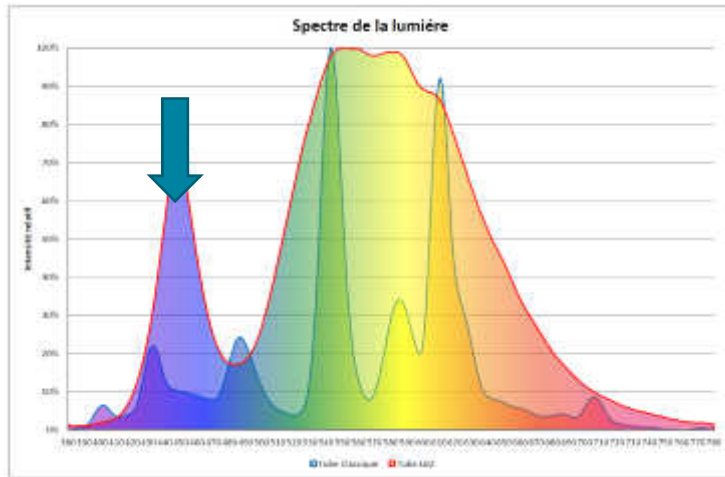
- ▶ Norme santé = **RG0** (EN 62 471)
- ▶ Rendement > **120 à 130 lm/w**
 - › Eclairage équivalent à des tubes fluo usagés
Ecoles = **300 lux** sur les bancs
 - › Dans des armatures en bon état, même non prévues pour le led
- ▶ Photométrie modifiée > **DIALUX / TEST !**
- ▶ Confort sans éblouissement
- ▶ Durée de vie > 50 000 heures



20

L'enjeu santé avec la nouvelle génération de tubes led

Norme santé = RG0 (EN 62 471)



21

4. Case Study: école à Mons, 1800 élèves
Produits avant / après

Récapitulatif des produits (AVANT > APRES)

Eclairage avant	Puissance Unit.	Eclairage après	Puissance Unit.	Quantités
Tubes 150 cm	58	Tubes Led 23 W COB	23	409
Tubes 120 cm	36	Tubes Led 16W COB	16	1200
Tubes 120 cm	36	Tubes Led 16W COB	16	83
Ampoules E27	20	Ampoules Led E27	5	74
Ampoules E14	20	Ampoules Led E14	4	51
TOTAL				1817



22

Caractéristiques produit du projet



ECONOLED
Tube LED T8 MCOB Opalin 120 16W

Tested according to:
EN 60598-1/A11:2009
EN 61347-2-13:2006
EN 61347-1/A2:2013
EN 62031/A1:2013
EN 62471:2008
EN 61195/A1:2013
EN 62493:2010



Color 4000 K

CRI >80

Tube Efficiency 120 lm/W

Type of LED COB

Beam Angle 140°

Shell Material Aluminium + PC

Working Temperature -20~40°C

Risk Group RG0

IP IP20

Finishing Frosted

Energy Class A+

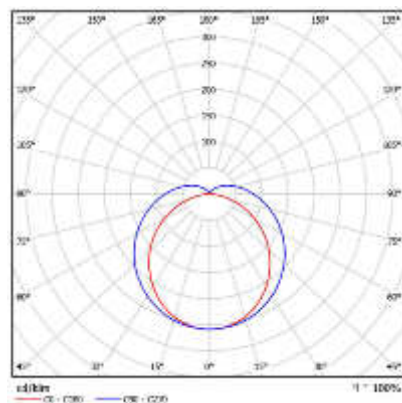
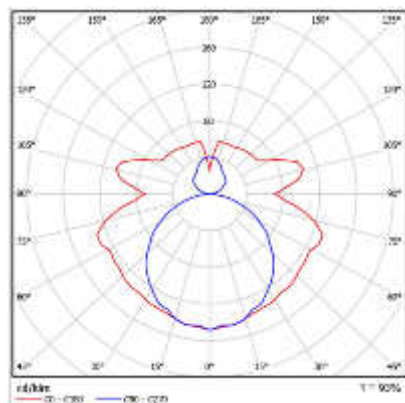


23

Modification de la photométrie!

Courbe BATWING meilleure (Tube Fluo)

> S'assurer que l'éclairage et l'homogénéité sont conformes en led



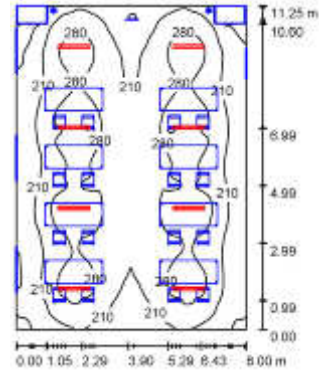
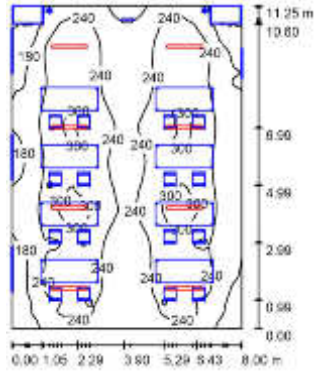
24

Etude éclairement plan utile avant / après

RESULTAT QUASI IDENTIQUE

Classe de cours en Fluo / Plan utile

Classe de cours en LED / Plan utile



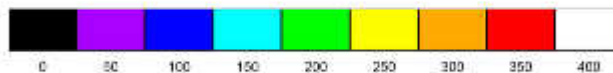
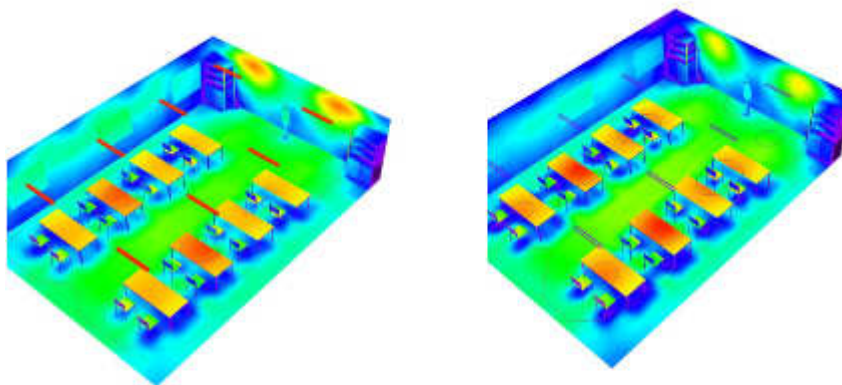
Eclairement du plan utile en Lux // NORME = 300 LUX sur tables

	Moyenne	Minimum	Maximum
Avant	239	72	326
Après	238	37	347



25

Etude éclairement plan utile avant / après



25

Etude du gain de consommation

Installation avant

Type de produit	Puissance unitaire (W)	Puissance ballast (W) en fonctionnement	Puissance ballast (W) en continu	Quantités	Nbre heures/jour	Nbre jours/an	Consommation annuelle (Kwh)	Coût de l'électricité au Kwh (€)	Coût annuel (€)
Tubes 150 cm	58	10		409	6	180	30.037	0,160	4.806
Tubes 120 cm	36	10		1200	6	180	59.616	0,160	9.539
Tubes 120 cm	36	10		83	6	180	4.123	0,160	660
Ampoules E27	20			74	6	180	1.598	0,160	256
Ampoules E14	20			51	6	180	1.102	0,160	176
				1817			96.476		15.436

Eclairage LED

Type de produit	En remplacement de	Puissance unitaire (W)	Quantités	Nbre heures/jour	Nbre jours/an	Consommation annuelle (Kwh)	Coût de l'électricité au Kwh (€)	Coût annuel (€)
Tubes Led 23 W COB	Tubes 150 cm	23	409	6	180	10.160	0,160	1.626
Tubes Led 16W COB	Tubes 120 cm	16	1200	6	180	20.736	0,160	3.318
Tubes Led 16W COB	Tubes 120 cm	16	83	6	180	1.434	0,160	229
Ampoules Led E27	Ampoules E27	5	74	6	180	400	0,160	64
Ampoules Led E14	Ampoules E14	4	51	6	180	220	0,160	35
			1817			32.950		5.272
Gain						63.527		€ 10.164,27



27

Etude du gain de consommables

- Premier gain = **consommables évités**
 - ▶ Minimum 3 remplacements évités sur la durée de vie du led
 - ▶ Durée de vie: fluo +/- 15 000 heures << LED > 50 000 heures
- Second gain = **main d'œuvre évitée** (Source Philips 2014)

Coûts de remplacement :	Remplacement individuel	Remplacement par groupe (par lampe)
industries automobiles	€ 30,00	€ 10,00
industries de transformation	€ 50,00	€ 15,00
industries alimentaire	€ 25,00	€ 8,00
tunnels	€ 250,00	€ 100,00
bureaux	€ 10,00	€ 2,50

- Gain sur la durée de vie du led
 - ▶ = 3 remplacements * 9 € (pc + mo) * 1817 points = **49 059 €**



28

Retour sur investissement

Garantie 5 ans

Investissement en matière pour LED:	76.195 € Hors TVA
Investissement en main d'œuvre:	13.628 € Hors TVA
Investissement TOTAL:	89.822 € Hors TVA

Retour sur investissement

Investissement	89.822 € Hors TVA
Gain Annuel sur consom	10.164 € Hors TVA
Gain annuel sur relamp	3.844 € Hors TVA
Gain annuel total	14.008 € Hors TVA
Retour sur investissement	6,41 ans

TEMPS DE RETOUR ASSEZ LONG CAR « SEULEMENT » 1000 heures/an > AUTRES APPLICATIONS PLUS FAVORABLES
MAIS TEMPS DE RETOUR ACCEPTABLE EN COMPARAISON DES AUTRES TRAVAUX (CHASSIS = 30 ANS!)



29

Rendement de l'investissement

Rendement de l'investissement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gain consommation électrique LED	10.164,27 €	10.469,20 €	10.783,27 €	11.106,77 €	11.439,97 €	11.783,17 €	12.136,67 €	12.500,77 €	12.875,79 €	13.262,07 €
Gain relampage	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €	3.844,10 €
Votre gain par an	14.008,37 €	14.313,30 €	14.627,37 €	14.950,87 €	15.284,07 €	15.627,27 €	15.980,77 €	16.344,87 €	16.719,89 €	17.106,17 €
Epargne cumulée HTVA	14.008,37 €	28.321,67 €	42.949,04 €	57.899,91 €	73.163,98 €	88.842,26 €	104.932,03 €	121.436,89 €	137.856,79 €	154.962,95 €
TVAC	16.950,13 €	34.269,22 €	51.968,34 €	70.058,89 €	88.552,62 €	107.461,62 €	126.798,35 €	146.575,64 €	166.806,71 €	187.505,17 €
Rendement	15,60%	15,94%	16,28%	16,64%	17,02%	17,40%	17,79%	18,20%	18,61%	19,04%
Indexation prix électricité 3%										

Rendement de l'investissement	1	10
Gain consommation électrique LED	10.164,27 €	13.262,07 €
Gain relampage	3.844,10 €	3.844,10 €
Votre gain par an	14.008,37 €	17.106,17 €
Epargne cumulée HTVA	14.008,37 €	154.962,95 €
TVAC	16.950,13 €	187.505,17 €
Rendement	15,60%	19,04%
Indexation prix électricité 3%		



30

5. Les modes de financement

Les modes classiques

Les modes de financement classiques

- Fonds propres
 - Investissement
 - Temps de retour
 - Rendement
- Politiques publiques
 - Primes PPT- Ureba etc
 - Procédures et délais
- Crédit classique
 - Capacité de remboursement
 - Taux d'endettement
 - Impact sur d'autres projets



31

Les financements alternatifs

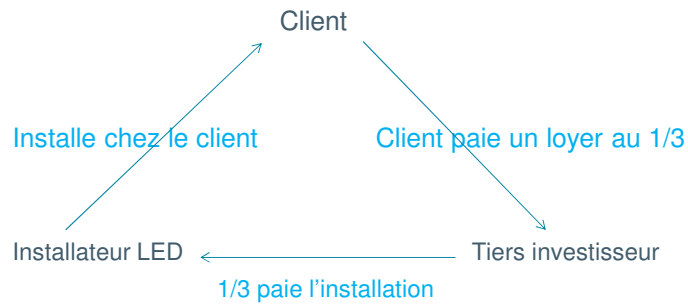
Les modes de financement alternatifs

- Les partenariats publics/privés (budgets ordinaire/extraordinaire)
Exemple: une prison construite par le privé et louée par l'Etat
- Tiers investisseurs (péjoratif?)
Exemple: un particulier loue son toit à un tiers qui investit dans une centrale photovoltaïque
- Location achat à un tiers investisseur
Exemple: une école loue des tubes Led à une société qui les paie à l'installateur



32

Schéma du tiers investissement



Au terme de la location, le client rachète le matériel



33

Intérêt de la location achat à un tiers investisseur

➤ Pourquoi?

Grand nombre de projets: gain de consommation > loyer

Sinon, atténue fortement l'impact sur la trésorerie

Gain de trésorerie immédiat

➤ Selon le profil

Ne pas utiliser les fonds propres (beaucoup de monde)

Ne pas impacter sa capacité d'emprunt (commerces)

Intérêt à une solution hors bilan (ratios des entreprises)

Gain au budget ordinaire >< inscription à l'extraordinaire (secteur public)

➤ Conditions

Partenaire financier fiable

Garanties fournies

Assurances



34

6.1. Exemple Supermarché

Offre en achat
 Prix matériel (hors TVA) 20.347,50 € Hors TVA
 Prix main d'œuvre (hors TVA) 1.882,00 € Hors TVA
 TOTAL investissement (hors TVA) 22.229,50 € Hors TVA

Garantie

5 ans

Retour sur investissement

L'investissement est récupéré en : **2,30** ans

Offre en location
 Loyer mensuel (hors TVA) 404,44 € 00 20.507,50 € Hors TVA
 Loyer pour rachat 404,44 € 1 274,40 € Hors TVA
 TOTAL loyer (hors TVA) 20.911,90 € Hors TVA

Garantie

10 ans

LOCATION ACHAT 36 mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calcul de votre épargne par ANNEE										
Gain consommation électrique LED	7.141,23 €	7.498,29 €	7.873,20 €	8.266,86 €	8.680,21 €	9.114,22 €	9.569,93 €	10.048,43 €	10.550,85 €	11.078,39 €
Gain relampage	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €	2.433,50 €
Loyers	- 8.857,88 €	- 8.857,88 €	- 8.857,88 €	-	-	-	-	-	-	-
Rachat	-	-	-	- 738,16 €	-	-	-	-	-	-
Votre gain par an	716,85 €	1.073,91 €	1.448,82 €	9.962,21 €	11.113,71 €	11.547,72 €	12.003,43 €	12.481,93 €	12.984,35 €	13.511,89 €
Epargne cumulée	716,85 €	1.790,75 €	3.239,58 €	13.201,78 €	24.315,49 €	35.863,21 €	47.866,64 €	60.348,57 €	73.332,91 €	86.844,80 €



35

6.2. Exemple Tennis Club

Offre en achat
 Prix matériel (hors TVA) 18.462,24 € Hors TVA
 Main d'œuvre (hors TVA) 0,00 € Hors TVA
 TOTAL investissement (hors TVA) 18.462,24 € Hors TVA

Garantie

5 ans

Retour sur investissement

L'investissement est récupéré en : **2,22** ans

Offre en location
 Loyer mensuel (hors TVA) 466,70 € 00 21.802,00 € Hors TVA
 Loyer pour rachat 466,70 € 1 485,13 € Hors TVA
 TOTAL loyer (hors TVA) 22.287,13 € Hors TVA

Garantie

10 ans

Prix matériel (hors TVA)
 Prix main d'œuvre (hors TVA)
 Non affectés à la location

LOCATION ACHAT 48 mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calcul de votre épargne par ANNEE										
Gain consommation électrique LED	7.596,29 €	7.976,10 €	8.374,91 €	8.793,65 €	9.233,34 €	9.695,00 €	10.179,75 €	10.688,74 €	11.223,18 €	11.784,34 €
Gain relampage	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €	714,00 €
Loyers	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	- 5.841,41 €	-	-	-	-	-	-
Rachat	-	-	-	- 486,78 €	-	-	-	-	-	-
Votre gain par an	2.468,88 €	2.848,69 €	3.247,50 €	3.666,24 €	9.460,55 €	10.409,00 €	10.893,75 €	11.402,74 €	11.937,18 €	12.498,34 €
Epargne cumulée	2.468,88 €	5.317,57 €	8.565,06 €	12.231,30 €	21.691,85 €	32.100,86 €	42.994,61 €	54.397,35 €	66.334,53 €	78.832,86 €
TVAC	2.987,34 €	6.434,26 €	10.363,73 €	14.799,88 €	26.247,14 €	38.842,04 €	52.023,48 €	65.820,79 €	80.264,78 €	95.387,76 €



36

6.3. Exemple Ecole

Offre en achat
 Prix hors taxes : 43.026,85 € Hors TVA
 Prix hors taxes : 43.026,85 € Hors TVA
TOTAL Investissement (Hors TVA) : 43.026,85 € Hors TVA

Garantie
5 ans

Retour sur investissement

L'investissement est récupéré en : 5,34 ans

Offre en location
 Location mensuelle : 708,75 € HT
 Location mensuelle : 708,75 € HT
TOTAL location (Hors TVA) : 708,75 € HT

Garantie
10 ans

LOCATION ACHAT 60 mois										
Calcul de votre épargne par ANNEE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gain consommation électrique LED	4.425,79 €	4.647,08 €	4.879,43 €	5.123,40 €	5.379,57 €	5.648,55 €	5.930,98 €	6.227,53 €	6.538,90 €	6.865,85 €
Gain rattrapage	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €	3.489,30 €
Loyers	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €	- 8.486,06 €
Rachat						707,17 €				
Votre gain par an	- 570,97 €	349,68 €	117,33 €	126,64 €	382,81 €	8.430,68 €	9.420,28 €	9.716,83 €	10.028,20 €	10.355,15 €
Epargne cumulée	- 570,97 €	- 920,65 €	- 1.037,98 €	- 911,34 €	- 528,53 €	7.902,15 €	17.322,43 €	27.039,25 €	37.067,46 €	47.422,60 €
TVA	- 690,88 €	- 1.113,99 €	- 1.255,96 €	- 1.102,72 €	- 639,52 €	9.561,60 €	20.960,14 €	32.717,50 €	44.851,62 €	57.381,35 €



37

Liens intéressants

- Le Facilitateur Bâtiment Durable en RBC :

www.bruxellesenvironnement.be/facilitateur

Tel : 0800 85 775

Courriel : facilitateur@environnement.irisnet.be

- Le site de Bruxelles Environnement : www.bruxellesenvironnement.be

et plus particulièrement : <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>

- Autres séminaires sur l'éclairage :

24/10/2014 : Séminaire LED (Facilitateur Tertiaire en RW)

http://www.icedd.be/17/index.php?option=com_yendifvideoshare&view=video&id=2:seminaire-led-24-10-2014

12 /06/2014 : Evolutions dans l'éclairage (CSTC)

http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=innov_support&pag=13&art=documents&niv01=conferences_seminars&niv02=11



38

7. Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Le relamping des tubes fluo par des tubes led est un enjeu économique et écologique majeur
- Il est rendu possible par l'évolution des produits led de nouvelle génération, répondant aux réticences d'un passé encore récent
- Il est cependant soumis à des conditions strictes de qualité des tubes et de procédure d'intervention sur les armatures
- Il permet des économies considérables qui rendent son financement souvent moins cher que les gains obtenus
- Des solutions de financement par des tiers existent, qui permettent que « tout » soit financé « facilement »



Contact

Didier Trine



**Z.I. 1ère Rue, 2
6040 Jumet**

0475/25 78 86

d.trine@energy4you.be



Case Study : Relighting

Exemples de relighting dans diverses applications

Ingrid VAN STEENBERGEN, Gérante - ODID
Remplacée par Catherine LOOTENS, Groen Licht Vlaanderen 2020

Les trois fondements de l'économie d'énergie en éclairage sont :

- Utiliser des sources lumineuses et de luminaires efficaces ;
- Eteindre ou dimmer l'éclairage en favorisant la lumière du jour ;
- Dimensionner et planifier en respectant les normes et le confort visuel.

Ces principes seront illustrés par des exemples visuels et pratiques lors de cette dernière présentation.

Des cas pratiques de relighting seront également présentés afin de mettre en lumière les économies d'énergie possibles tout en améliorant le confort visuel des occupants.

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Séminaire Bâtiment Durable :

Le LUX en mode économie d'énergie

Le 5 mars 2015
Bruxelles Environnement

Case Study : Relighting Exemples de relighting dans diverses applications

Ingrid VAN STEENBERGEN, Gérante

Bureau conseil en éclairage ODID

Remplacée par Catherine Lootens, Groen Licht Vlaanderen 2020



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Objectifs de cette présentation

- Apprendre à regarder l'éclairage et à détecter des opportunités d'économie d'énergie
- Développer une vision logique et critique



Plan de l'exposé

1. Les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage dans la pratique
2. Exemples de relighting
3. Conclusions
4. Liens



3

Les 3 fondements de l'économie d'énergie en éclairage

- 1) **Utilisation de sources lumineuses et de luminaires efficaces et bien les entretenir!**
- 2) **Eteindre ou dimmer l'éclairage quand on n'en a pas besoin de façon intelligente! Favorisez la lumière du jour**
- 3) **Dimensionnement et planification adéquat normes, **EN 12464**, confort visuel, concept, DIALUX...**



4

Les arguments pour le relighting

1) Fondement 1: l'efficacité de l'installation d'éclairage

Analyse de l'installation d'éclairage actuellement en place:

- Sources actuelles? IRC? T°couleur?
- Type et état de l'installation d'éclairage actuellement en place ?
- En bon état? Rendement élevé? ($> 80 \text{ lm/W}$)
- Age? Bien entretenue?

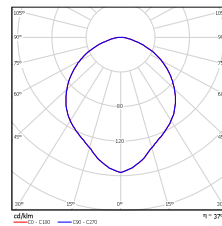
Quelques arguments pour relighting:

- sources et/ou luminaires non-efficaces ($< 80 \text{ lm/W}$)
- luminaires actuels en mauvais état / en fin de vie
- puissance spécifique $> 2,5 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$



5

Quelques exemples de lampes et de luminaires non-efficace



...W/640 = mauvaise qualité!

6

Calcul de la puissance spécifique: exemple

- Puissance des sources + auxiliaires => W
- Surface totale du local (sans zone périphérique) => m²
- Le niveau d'éclairage moyen* => 100 lux

Exemple:

4 luminaires 2X36W (+ BM : 90W/luminaire) => 360 W

Local: 4 m x 5m (hauteur standard) => 20 m²

Niveau d'éclairage moyen: 480 lux => 480/100 lux

Puissance spécifique = $360/20/4,8 = 3,75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lux}$

> 2,5 ! Pourquoi? Lampes en mauvais état? Mauvais rendement?...?

Relighting à envisager.



* Mesuré suivant les règles de l'art (voir IBE « Code de bonne pratique »)

7

La puissance spécifique - primes relighting

A Bruxelles: <http://www.environnement.brussels.be> – prime E4

La puissance installée après travaux ne peut pas dépasser :

3 W/m² par 100 lux dans les halls de sports, piscines et ateliers ;

2,5 W/m² par 100 lux dans les bureaux et les locaux scolaires ;

3 W/m² par 100 lux dans les locaux à usage hospitalier ;

entre 3 W/m² par 100 lux dans un couloir bas et large (min 30 m x 2 m x 2,8 m) et

8,5 W/m² pour 100 lux dans un couloir haut et étroit (min 30 m x 1 m x 3,5 m) ;

2,5 W/m² par 100 lux dans les parkings.

En Wallonie: <http://energie.wallonie.be> – primes énergie

La puissance installée après travaux ne peut dépasser :

3 W/m² par 100 lux dans les halls de sport et piscines,

3 W/m² par 100 lux dans les locaux à usage médical,

entre 3 W/m² par 100 lux dans un couloir bas et large (min 30 m x 2 m x 2,8 m) et

8,5 W/m² par 100 lux dans un couloir haut et étroit (min. 30 m x 1 m x 3,5 m),

2,5 W/m² par 100 lux dans les bureaux et autres locaux.

En Flandre: voir les gestionnaires de réseau EANDIS/INFRA - tableau EXCEL



8

Exemple puissance spécifique élevée



Eclairage indirect
Puissance spécifique >> 8 W/m²/100 lux



9

Les arguments pour le relighting

2) Fondement 2: La gestion de l'éclairage

Analyse de l'installation d'éclairage actuellement en place:

- Nombre d'heures de fonctionnement actuel de l'éclairage?
- Gestion en fonction de la lumière du jour et/ou de la présence?
- Système d'allumage / d'extinction? Gestion automatisée?
- Est-ce que la gestion est bien réglée??

Quelques arguments pour relighting:

- l'éclairage reste allumé inutilement
- le système de gestion n'est pas adapté ou déréglé
- si les sources actuellement en place ne permettent pas le dimming

*ODID participe à un projet de recherche en Flandre (KAHO - KULouvain):
"Impact des systèmes de gestion en fonction de la lumière du jour dans des projets de construction et de rénovation des bâtiments scolaires"*



⇒ Conclusion importante: très souvent la REGULATION des systèmes d'éclairage n'est pas correcte. La mise en place, la programmation et le suivi sont très importants! 10

Exemples éclairage allumé à 100% inutilement



LED allumé inutilement
=
Gaspillage d'énergie!



11

Les arguments pour le relighting

3) Fondement 3: Dimensionnement et planification adéquat

Analyse de l'installation d'éclairage actuellement en place:

- Niveau d'éclairement conforme à la norme?
- **Confort visuel** conforme à la norme? Eblouissement?

Quelques arguments pour relighting:

- Situations d'inconfort visuel
- Niveau d'éclairement pas conforme à la norme

Un calcul en p.ex. DIALUX (EN 12464-1) est à recommander.



12

L'importance de l'étude de dimensionnement

Attention: Dimensionner correctement une installation d'éclairage c'est beaucoup plus que calculer le « lux » sur le plan de travail!
Faites-vous conseiller par des professionnels en éclairagisme.
(par un audit, par l'analyse des offres...)
Le conseil est souvent gratuit si effectué par fournisseur (mais pas neutre)
Le conseil n'est pas gratuit si effectué par un consultant neutre.
Un bon conseil évite des mauvaises surprises.

Dimensionnement adéquat !
Conforme EN 12464-1 « Lieux de travail intérieur »

A éviter situations d'inconfort visuel (Eblouissement, contrastes, ombres...)



Exemples mauvais dimensionnement



Constatations:
Tubes LED de l'ancienne génération
dans luminaires existant à grille

=> Mauvaise uniformité! Eblouissement!



Surdimensionnement:
50% des lampes débranchées: toujours 500 lux!

Exemples mauvais dimensionnement



Downlights à rendement élevé
Mais risque d'éblouissement pour les patients!
=> Mauvais choix de concept!



15

Bon exemple : Relighting petit bureau



Lampes T8 36/640, ballast magnétique (bruit)
Plexi opalin jauni, faible rendement
Pas de gestion automatisée (et pas possible)
Mauvais IRC, niveau LUX trop faible



Niveau d'éclairage x 1,5
Economie > 50%
< 2,5 W/m²/100 lux
Confort visuel élevé
En 2013 en T5, en 2015 aussi en LED



Le temps de retour est long mais il y a d'autres arguments!

16

Exemple de relighting: RAVAGO FASHION & HOME Showroom



Situation avant rénovation:

Luminaire à réflecteur blanc installés derrière et sous une structure métallique

Équipés de 2x58W T8 lampes industrielles teinte 640, ballasts magnétiques

Spots d'accentuation - manque d'entretien (diff.teintes, défectueux)

Mauvais indice de rendu des couleurs (IRC 65)

Niveau d'éclairage: **170** lux (lumière très monotone dans le showroom)

Puissance spécifique: **4,4** W/m²/100 lux



17

RAVAGO FASHION & HOME Halls « libre service »



Avant rénovation:

Luminaire à réflecteur blanc installés sous chemin de câble

Équipés de lampes 2x36W T8 de teintes différentes, ballasts magnétiques

Spots d'accentuation lampes économiques E27 (diff.teintes, défectueux)

Partiellement mauvais indice de rendu des couleurs (IRC 65-85)

Niveau d'éclairage: 450 à 600 lux (conforme)

Puissance spécifique: **2,4** W/m²/100 lux



18

RAVAGO FASHION & HOME

Les chiffres – avant rénovation

Zone	Heures/an fonctionnement	Type	Source Ballast	Puissance (+ Aux)	Qte
Showroom	3300	Refl. 2/58W	T8 BM	138	146
Hall 1	3300	Refl. 2/36W	T8 BM	92	271
Hall 2	3300	Refl. 2/36W	T8 BM	92	88

Zone	Puissance kW	Consommation kWh/an	Energie €/an
Showroom	20,1	66.488	€ 7.380
Hall 1	24,9	82.276	€ 9.133
Hall 2	8,1	26.717	€ 2.965
	53,2	175.481	€ 19.478



Mauvaise qualité de lumière
Luminaires et lampes en fin de vie

19

RAVAGO FASHION & HOME

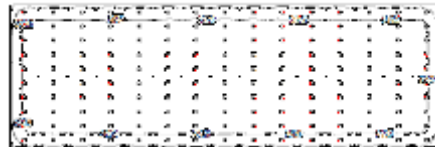
Proposition de relighting

Showroom:

Note: L'installateur avait proposé un niveau général de 400 lux avec la double quantité de luminaires!

ODID a proposé 200 lux pour le niveau général (50% de luminaires en moins!)

Ainsi, le niveau d'éclairage reste faible, il sera plus facile d'accentuer des promotions dans le showroom! (voir extraits étude DIALUX)



20

RAVAGO FASHION & HOME Proposition de relighting

Showroom:

ODID a proposé des luminaires T5 à « grille darklight - basse luminance ».
La source de lumière au plafond sera quasi invisible, et toute l'attention est tirée sur les marchandises exposés dans le showroom.

Ainsi, il sera plus facile d'accentuer des promotions dans le showroom!



Grille Darklight



L'éclairage LED est souvent très visible

=

Autre concept d'éclairage

(choix à faire)



21

RAVAGO FASHION & HOME Showroom après rénovation



Après renovation:

luminaires encastrés à grille (4x14W T5 teinte 830).

(remarquez que le client n'a pas suivi le concept darklight)

Qualité de lumière: élevée!

Confort visuel élevé!

Et l'économie d'énergie?



22

RAVAGO FASHION & HOME Hal 1 en 2: après rénovation



Après rénovation:

Luminaires T5 2x49W* sous rail précâblé, réflecteurs à rendement élevé

**L'investissement en LED n'était pas encore rentable en 2012 mais le rail pré-câblé permettra un « upgrade » en LED sans modifier le câblage.*

Qualité de lumière: élevée!

Confort visuel élevé!

Et l'économie d'énergie?



23

RAVAGO FASHION & HOME Les arguments pour le relighting

Eclairage général:

Avant rénovation: 175.481 kWh/an

Après rénovation: 95.931 kWh/an

Economie d'énergie : 79.550 kWh/an

Showroom > 50% *

Hall 1 en 2: > 40%

Temps de retour (TR) : 10 ans

Le TR paraît long mais il y avait **d'autres arguments pour le relighting:**

- Luminaires non efficace et en fin de vie
- Lumière non attractive
- Pas de mise en valeur des marchandises

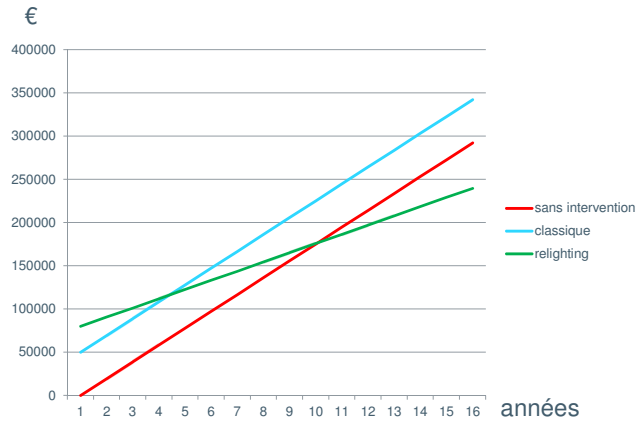
L'investissement en LED n'était pas encore rentable en 2012 mais en 2015, les solutions LED sont souvent aussi rentable que les T5.



24

RAVAGO FASHION & HOME

Les chiffres – la rentabilité



Temps de retour du relighting chez RAVAGO FASHION & HOME
 Par rapport à « pas d'intervention »: 10 ans
 Par rapport à « intervention classique et minimum »: **4 ans**



25

Conclusions

- Le potentiel d'économie d'énergie en éclairage est élevé
(dans mes études depuis 1998 : > 50%)
- Gestion = économie d'énergie supplémentaire possible!
- Peu de nombre d'heures de fonctionnement = TR élevé
p.ex. écoles (1000h/an – TR>20 ans)
bureaux (2000h/an – TR>10 ans) - industrie (8700h/an – TR<5ans)
- Il y a souvent d'autres raisons pour passer au relighting!



26

Liens

Outil d'audit et d'estimation d'économie pour l'éclairage dont l'objectif est d'aider les PME, commerçants,... à faire des économies d'énergie (avec vidéo!).

<http://www.eclairage-et-commerce.be/>

<http://www.energieae.be/>

Et aussi:

<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>

<http://energie.wallonie.be>

<http://www.energieplus-lesite.be>



27

Pour info:



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015

DUURZAME
VERLICHTING
26 | 03 | 2015

Journée de la "Promotion de l'éclairage durable 2015" à Louvain



28

A bientôt et bien à vous tous

Ingrid Van Steenberghe

ingrid@odid.be

0473/823.406

www.odid.be

Passionnée par l'éclairage depuis 1987
Consultante indépendante depuis 1998
Auditrice agréée SPW: AMURE et UREBA
Membre de Groen Licht Vlaanderen
Membre de l'Institut Belge de l'Eclairage IBE
Neutralité totale



Wallonie



Groen
Licht
Vlaanderen



IBE



29

«Le LUX en mode économie d'énergie» -5/03/2015
"LUX op energiezuinige stand" - 5/03/2015

Plus d'informations?

Retrouvez les présentations du séminaire en ligne:

www.environnement.brussels/formationsbatidurable > Actes et notes > Actes des séminaires Bâtiment durable 2015

Le Facilitateur Bâtiment Durable est à votre disposition:

facilitateur@environnement.irisnet.be

0800/85 775

Le Guide Bâtiment Durable est disponible en ligne:

www.environnement.brussels/guidebatimentdurable