



L'éclairage dans le bâtiment : quels enjeux et innovations autour des technologies d'éclairage artificiel ?

Nicolas Mangin

Le 26/06/2012

nmangin@genilum.fr - 06 63 39 18 40

Cette présentation est communiquée à l'attention exclusive des adhérents Envirobat ou inscrits à la conférence du 26/06/12. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement écrit de Génilum, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite. La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de 2 ans et d'une amende de 150 000€ (art L.335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

Sommaire

1. Lumière, vision et photométrie

2. Constats et enjeux de l'éclairage dans le bâtiment

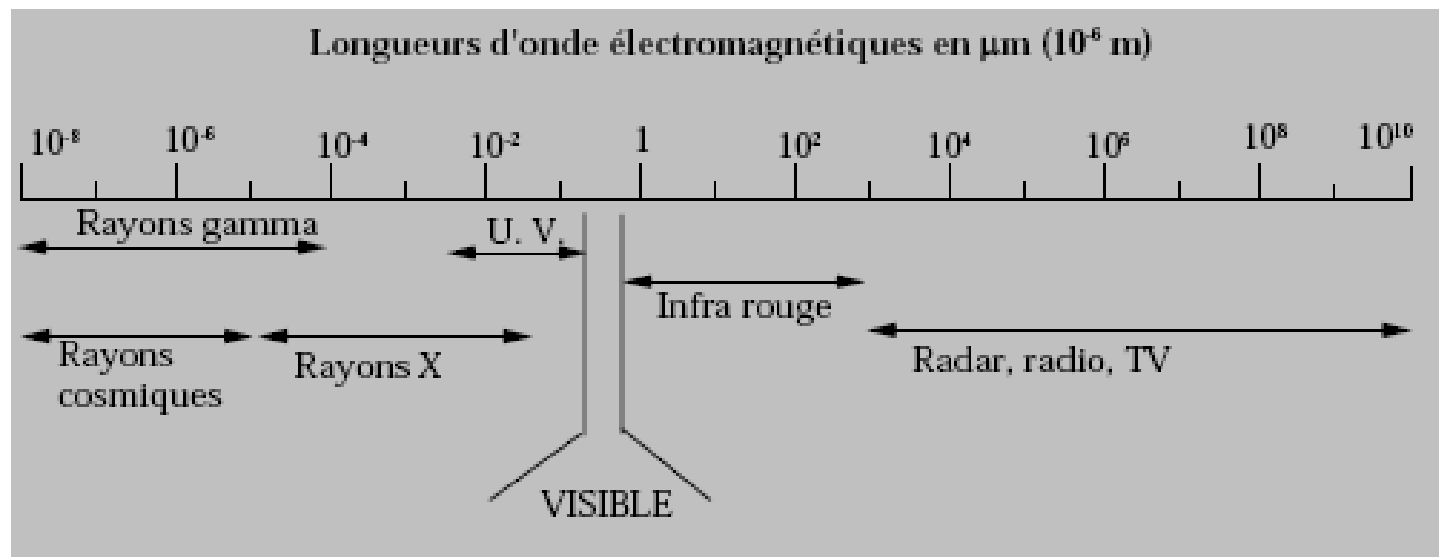
3. Technologies & innovations

4. Incitations et contraintes

5. Repères méthodologiques et exemples

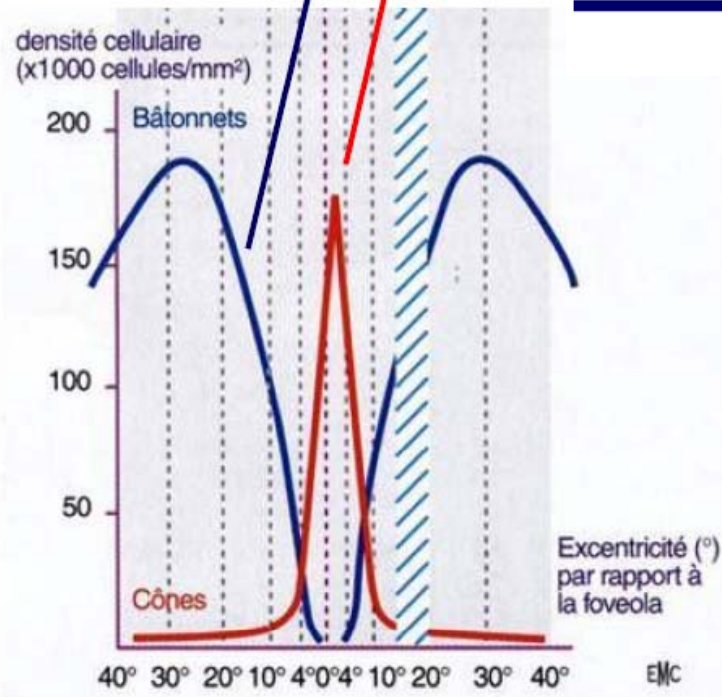
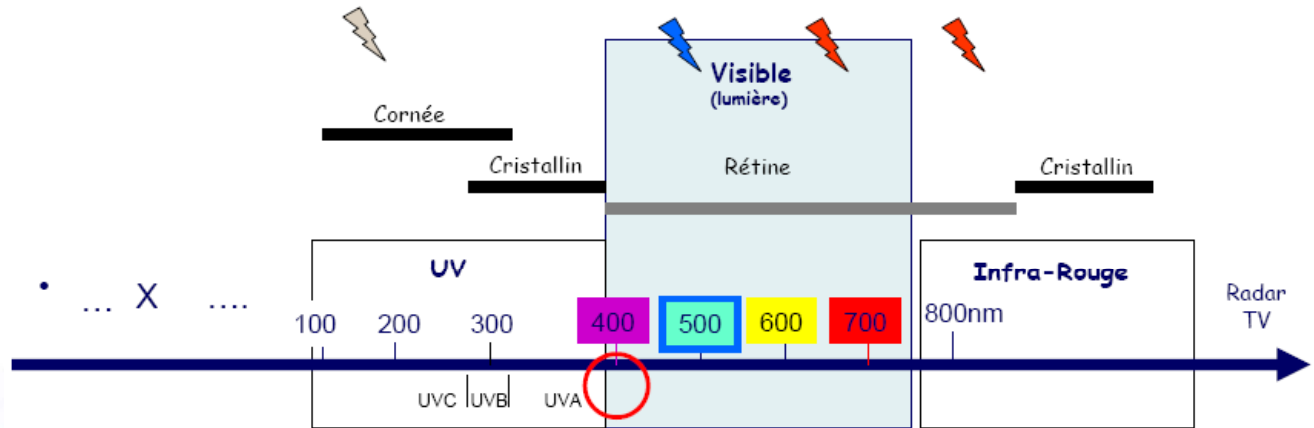
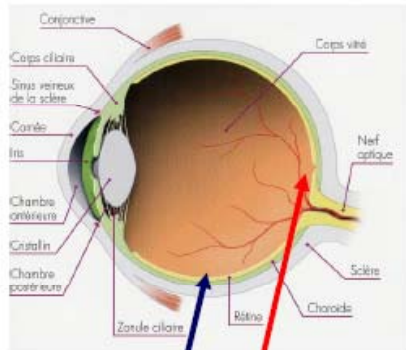
1.1 La lumière - définition

$$\lambda=0,38 \mu\text{m} < \text{Visible} < \lambda=0,78 \mu\text{m}$$



L'œil n'est sensible qu'à une toute petite partie des radiations électromagnétiques.
La lumière visible n'est qu'un spectre dont les longueurs d'ondes ont le pouvoir d'exciter les cellules visuelles de l'œil.

1.2 Le récepteur – l'oeil



Chaque récepteur est unique...

Les sensibilités à l'éblouissement et les besoins d'éclairage sont différents...

Source: Doc Corinne Dot

1.2 L'adaptation de l'oeil



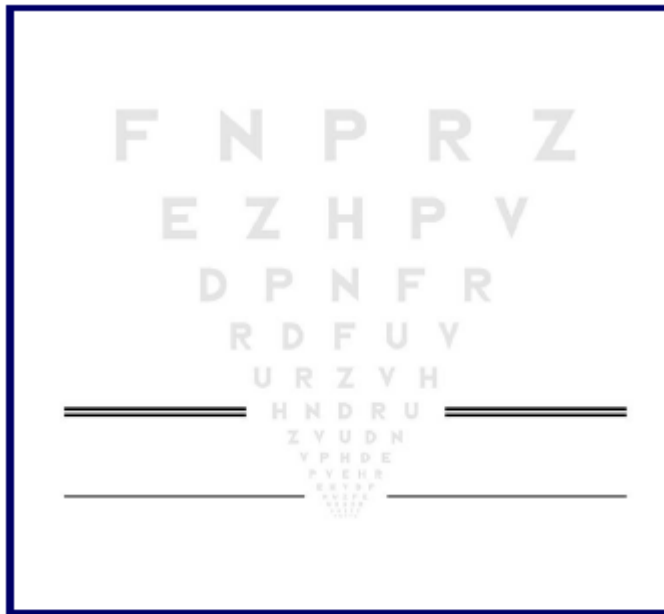
-- <=====Acuité visuelle, perception des couleurs =====> ++

1.2 Facteurs influents l'acuité visuelle

- L'âge
- Les amétropies & pathologies oculaires
 - => 30% d'emmétropes, 25% de myopie, 100% presbytie après 45ans
- La luminance
- Le contraste
- Les couleurs
- La forme des objets

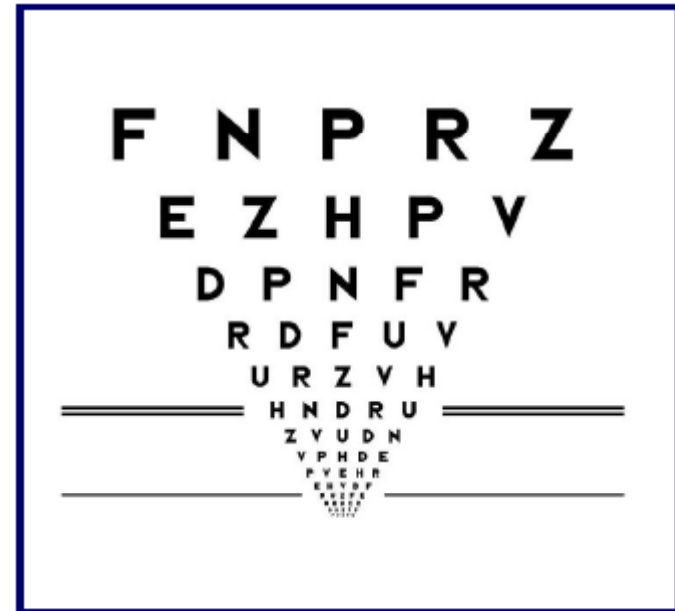
1.2 Exemple : acuité visuelle et contraste lumineux

Sensibilité au contraste photopique



10% de contraste
 $L_{\text{fond}} - L_{\text{objet}} / L_{\text{fond}}$

A 100cd/m²

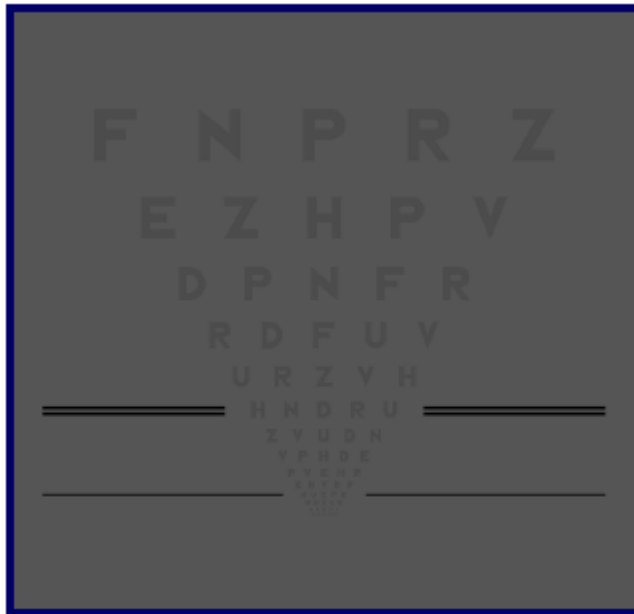


100%

↗ contraste => ↗ acuité visuelle

1.2 Exemple : acuité visuelle et contraste lumineux

Sensibilité au contraste mésopique



10% de contraste

A 10 cd/m²

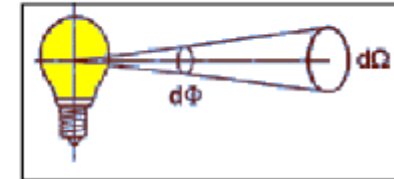
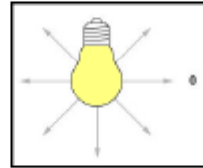


100%

↘ luminance de fond => ↘ acuité visuelle

1.3 Les grandeurs photométrique

Les grandeurs



- Le Lumen : Unité de flux lumineux
- Le Candela : Unité d'intensité lumineuse
- Le Lux : Unité d'éclairement (le flux reçu par unité de surface)
- Le Candela par m² : Unité de luminance
- La température de couleur en °Kelvin
- IRC l'indice de rendu des couleurs
- L'efficacité lumineuse en Lm/W
- UGR : taux unifié de luminance d'inconfort direct et indirect
- Contraste : rapport de luminance entre le fond et l'objet

1.3 Les mesures

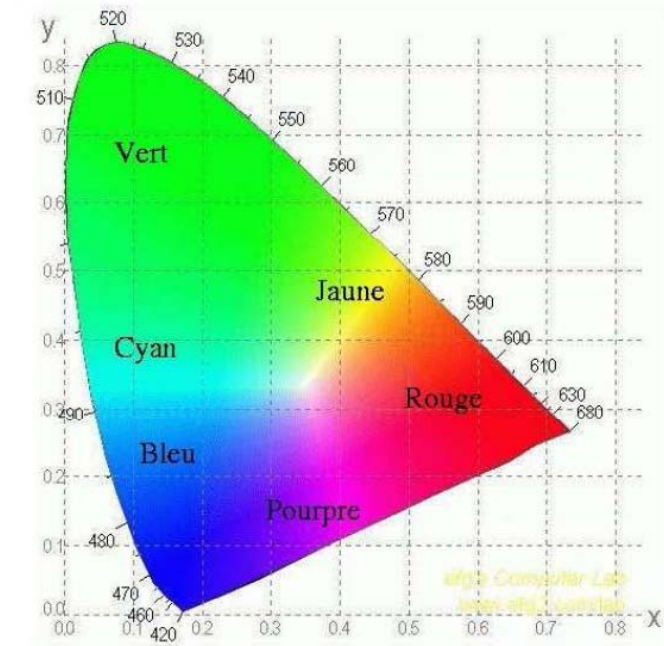
Le flux en lumens



La luminance en cd/m²



L'éclairement en lux
1 lux = 1 lumen/m²



1.3 Les bases

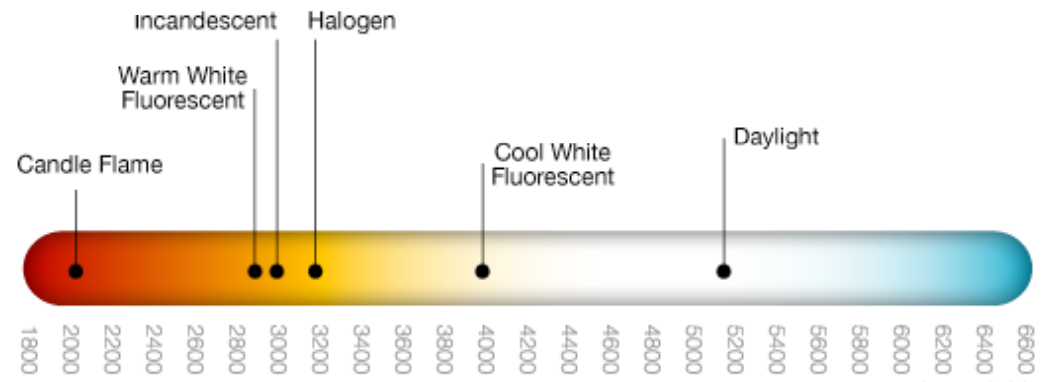


+



= Puissance système

La température de couleur d'une source en Kelvin ($0K = -273^{\circ}C$)



L'Indice de Rendu de Couleur (IRC ou Ra)



2. Constats sur l'éclairage intérieur

Manque de reconnaissance des besoins visuels d'éclairage

- 85% des éclairages artificiels < niveau requis par la norme *
- 15% des éclairages artificiels < niveau requis par le code du travail *
- Eclairage moyen du bâtiment tertiaire Allemand 3 fois > au français

D'après le Dr P Ladouceur, médecin du travail:

éclairage et confort /
sécurité

- un meilleur ergorama facilite l'exécution
- un meilleur panorama renforce la sécurité
- un besoin croissant d'éclairage avec l'âge

éclairage et santé
psychique

- le bien-être, facteur de motivation
- corrélation établie sur 10 ans entre la qualité de l'ambiance et la fréquence des arrêts de travail

éclairage et santé
somatique

- en cas de forte luminance, réflexe accommodatif de l'oeil troublant la concentration
- l'éblouissement peut entraîner maux de tête, œil qui pleure, yeux rouges/irrités, fatigue

* Source: Enquête du CEREN déc. 07 sur la « Situation en France et perspectives d'évolution 2005 – 2010 de l'éclairage des bureaux » financée par l'ADEME, EDF et le syndicat de l'éclairage

2. Constats sur la gestion

Ne pas négliger esthétique, image, identité visuelle & valorisation

- Eblouissement, papillotement, bourdonnement , pannes et reflets sur écrans ou vitrines
- Dégagement de chaleur inconfortable ou manque d'accentuation et d'effet lumineux
- éclairage blafard ou trop agressif, couleur soit trop jaune ou trop blanche et même déformée

Identifier les installations énergivores & méthodes de maintenance coûteuse

- Les installations dites « standard » consomment de l'ordre de 23W/m², pour 12W/m² dans la RT 2005 => 7 kWh/m²/an RT2012
- Le mode de remplacement des lampes est curatif sur 71% des surfaces
- 1/3 des surfaces ont un contrat de maintenance éclairage et seul 54% comportent une obligation de résultat –immeubles> 2500 m²

Politique d'achat à préciser en incluant le développement durable

- Sur 56 % des surfaces seulement, il existerait une opération de collecte/retraitement des lampes usagées
- Méconnaissance et non intérêt d'une certaine maîtrise d'ouvrage
- Dé-prescription, politique du moins-disant, et interprétations multiples de la réglementation

2. Et pourtant... l'éclairage: une part significative de la facture d'électricité



Habitat: 11%



Industrie: 15%



Commerce: 23%



Bureau: 35%



Enseignement: >58 à 73%



Santé: 50%

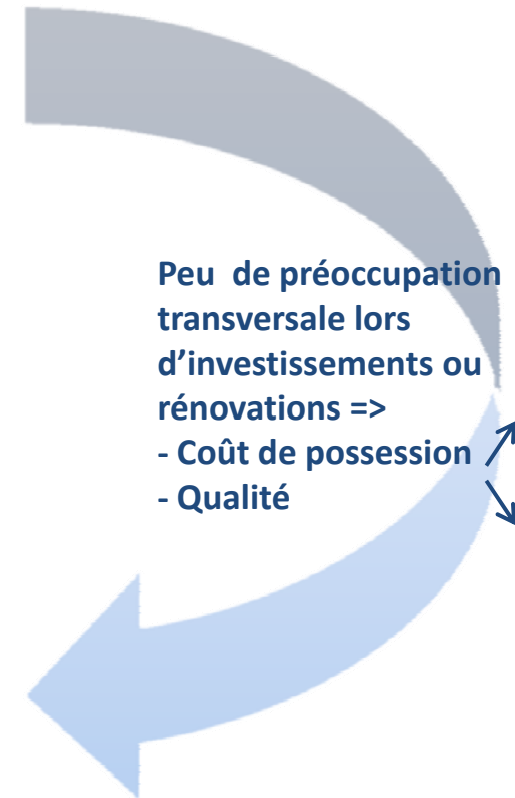
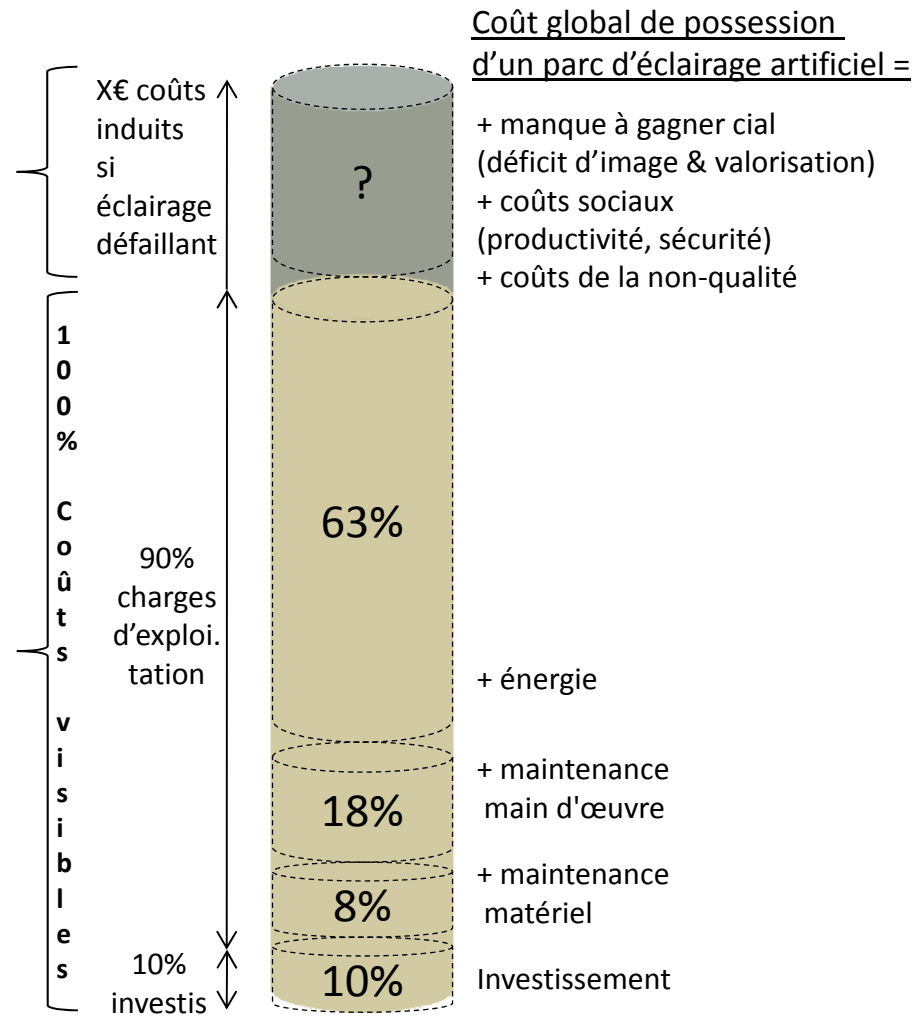
Ex projet type 1 site industriel de 3200m² :
Économie d'un relampage ou 7200€ après 3-4 ans
vs surcoût de 1000€ pour le remplacement de
1000 tubes T8 HR par des tubes longue durée

Ex projet type pour 1 magasin
d'habillement:
5000€ d'économies et RSI<2 ans en
utilisant ~200 projecteurs iodures
céramiques et LEDs vs halogènes

Ex projet type 1 grande surface
commerciale ou bureaux:
3550€ d'économie et RSI< 1 an en
remplaçant 4000 tubes T5
standard par des T5 Watt-Miser™



2. Les coûts en éclairage



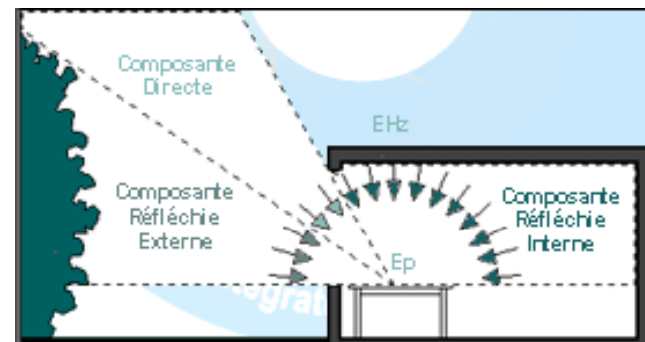
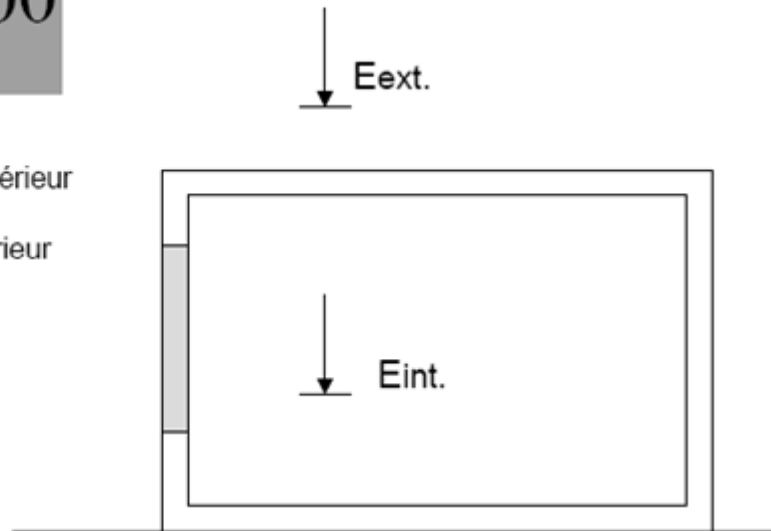
2. Enjeu: l'éclairage naturel et le FLJ

Définition du Facteur de Lumière du Jour

$$F_j = \frac{E_{int}}{E_{ext}} \times 100$$

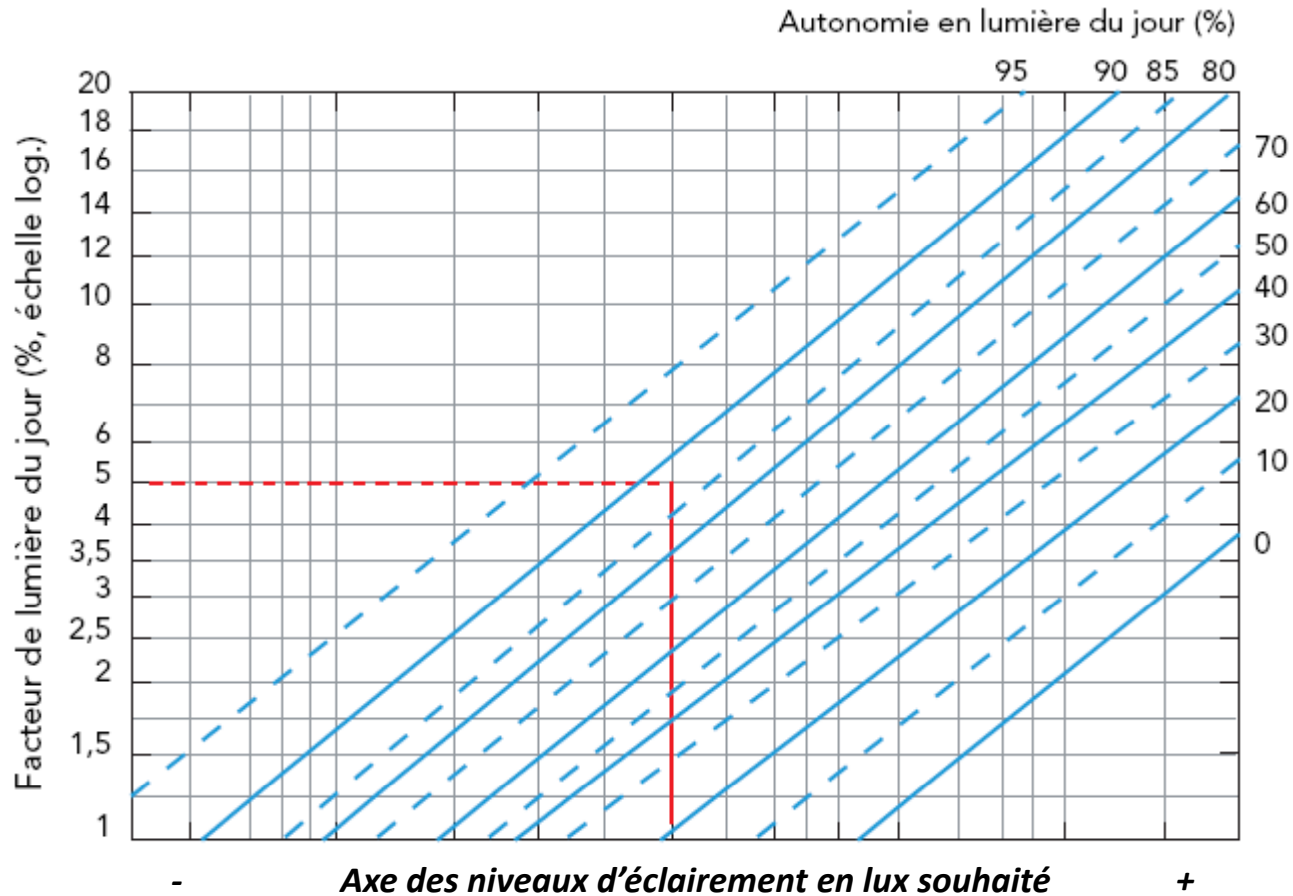
où
E_{int} = Eclairage horizontal à l'intérieur du local
E_{ext} = Eclairage horizontal extérieur en site dégagé

Exemple :
· E_{ext} = 5000 lx
Près d'une ouverture latérale,
on peut avoir un F_j de 5%
=> E_{int} = 250 lx



En réalité, plusieurs composantes sont à intégrer

2. Autonomie en éclairage naturel



Conso éclairage
électrique =
 $(1 - \text{autonomie}/100) \times$
 $P \text{ surfacique} \times \text{durée}$

Spécimen illustrant l'autonomie en lumière du jour

2. Evaluer un FLJ

Facteur de lumière du jour sur un plan horizon	en %	sous 1%	1...2%	2...4%	4...7%	7...12%	plus de 12%
		très faible	faible	modéré	moyen	élevé	très élevé
	zone intéressée	dans la zone éloignée des fenêtres, distance env. 3... 4 fois la hauteur de la fenêtre			à proximité des fenêtres ou sous des lanternaux		
Impression de clarté		Sombre à peu éclairé		peu éclairé à clair		Clair à très clair	
Impression visuelle du local		Cette zone...		...semble être séparée...		...de cette zone	
Ambiance		local semble être séparé de l'extérieur			local s'ouvre vers l'extérieur (local de travail)		

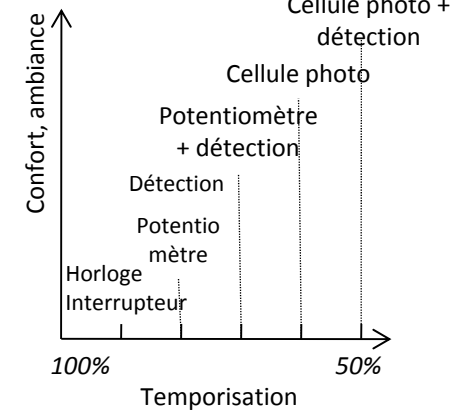
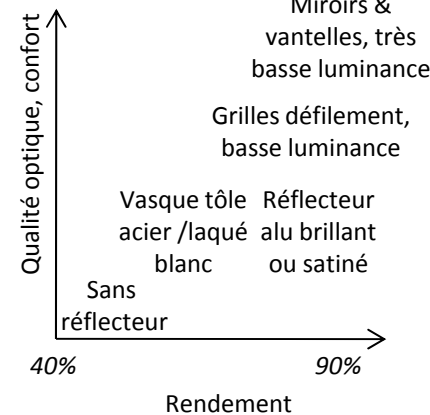
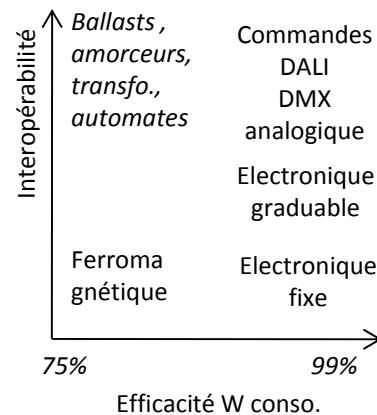
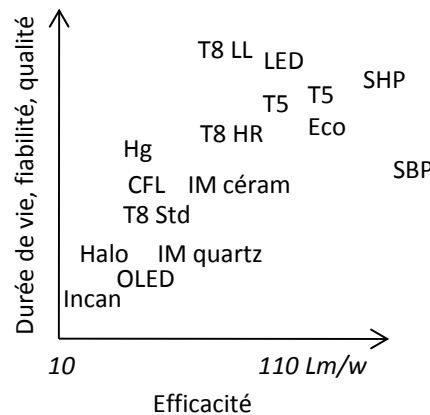
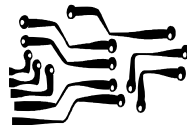
En découle une organisation du bâtiment...

3. Opportunités & risques technologiques

Quel investissement choisir vs. stratégie d'entreprise?

- Faible coût d'investis.
- Forte charges et maintenance
- Respect législation
- Fonctionnel & basique

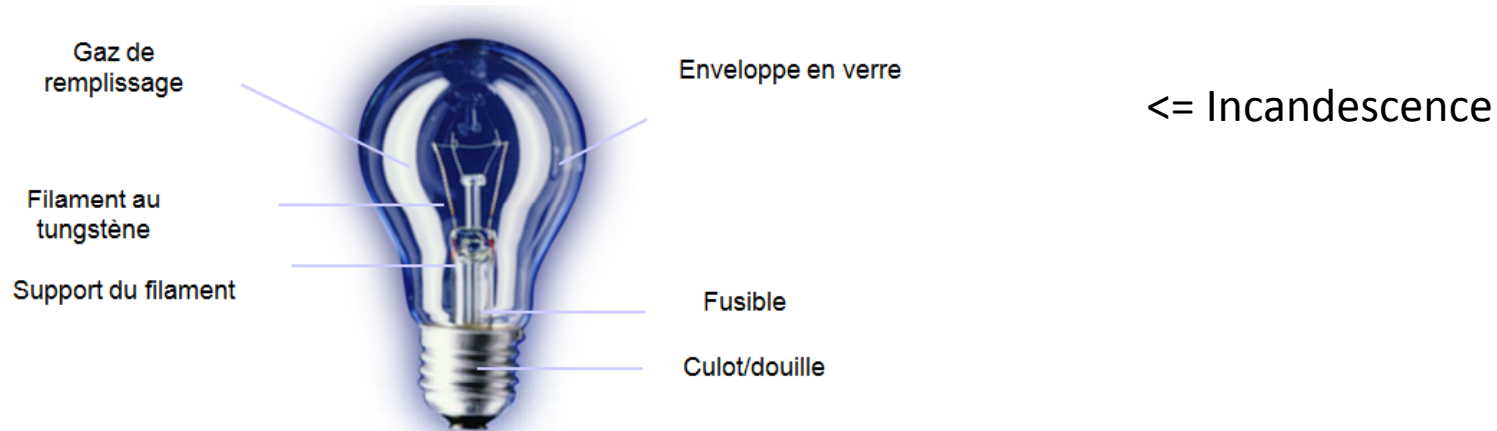
- Economies d'exploitation
- Performance, confort, sécurité, évolutivité
- Valorisation, image
- Développement durable



3. Les technologies en image



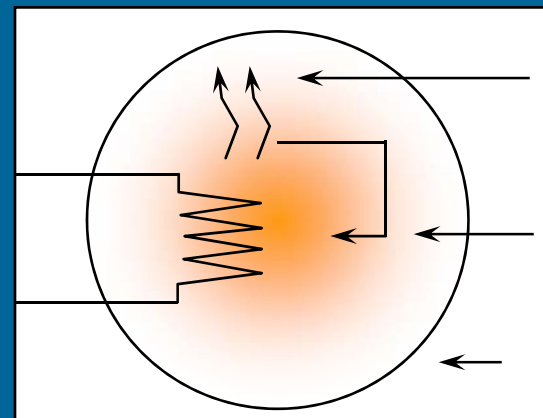
3. Zoom sur la technologie « filaments »



Une fois déroulé, le filament d'une lampe de 100W mesure 1147mm

Halogène =>

Cycle Halogène

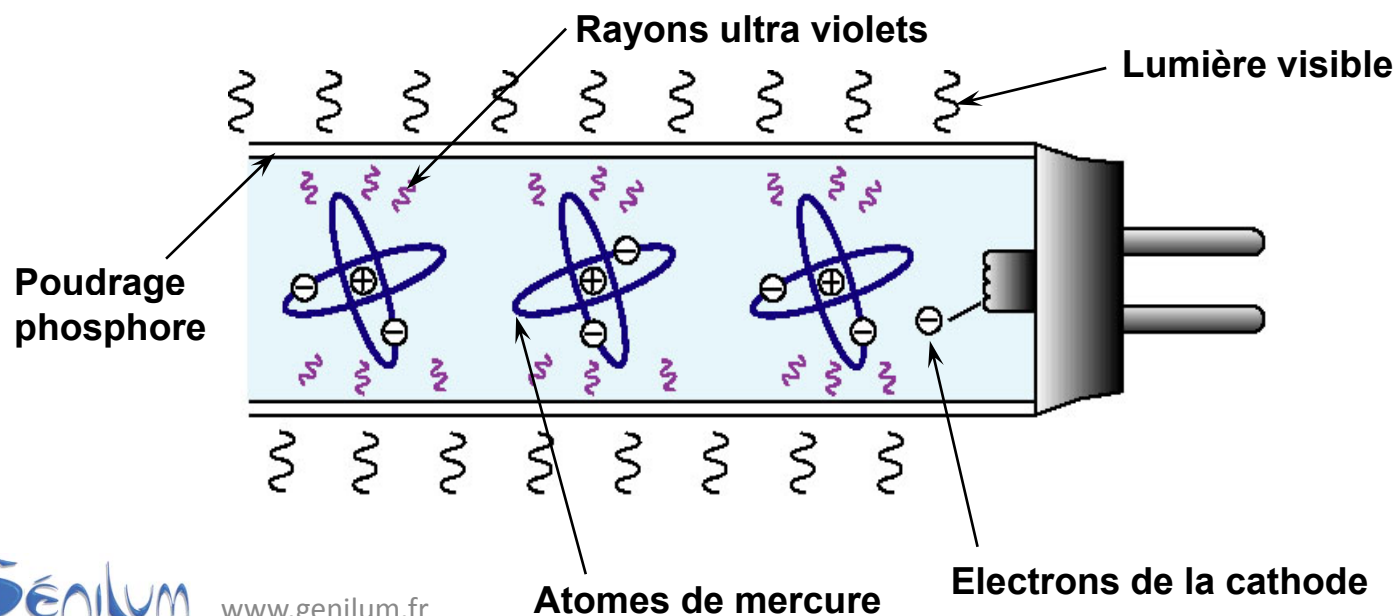
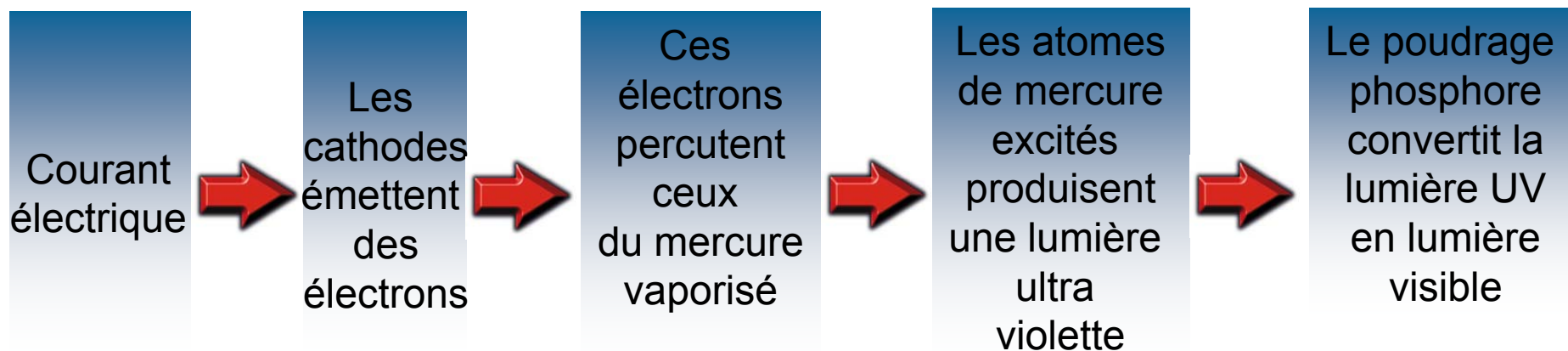


"Echauffement" normal du tungstène

Le gaz halogène ramène le tungstène sur le filament

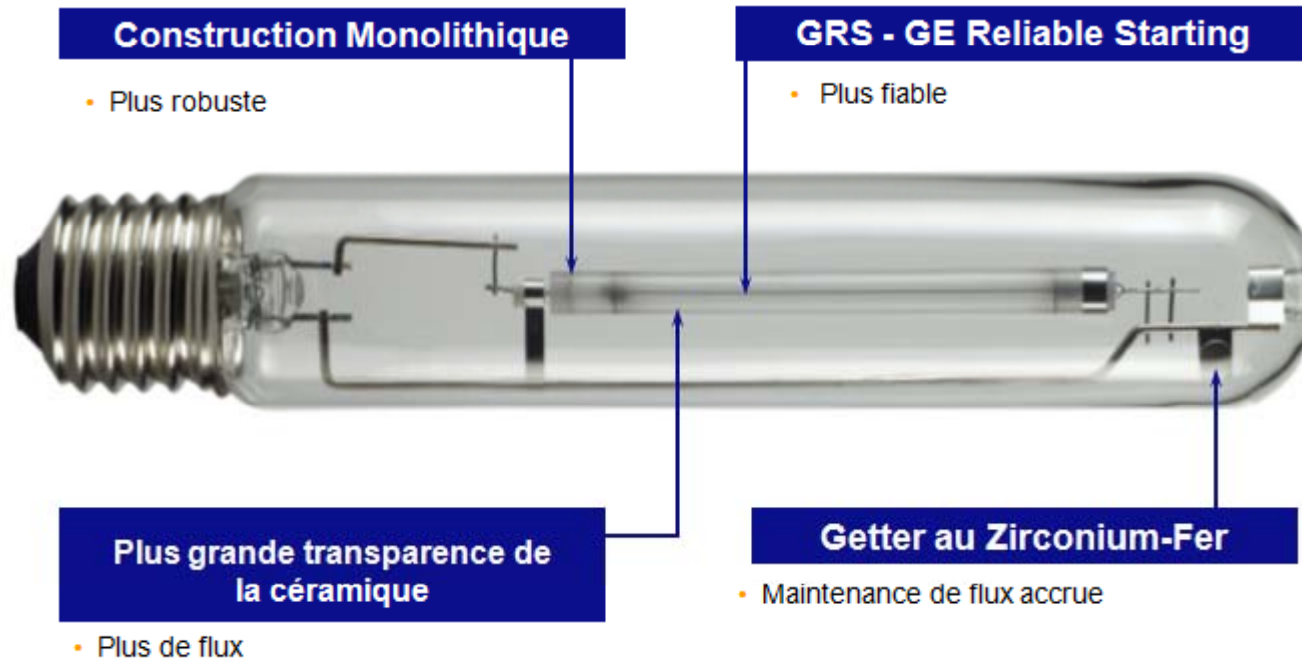
L'ampoule reste claire

3. Zoom sur la technologie « fluorescence »

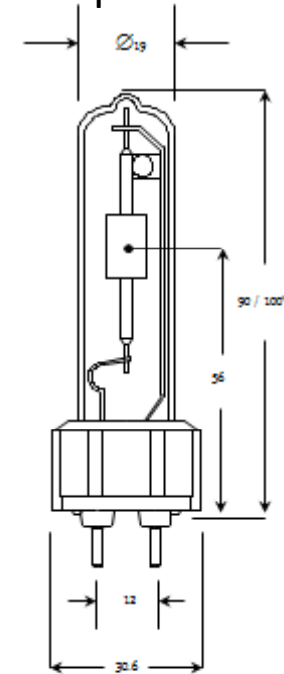


3. Zoom sur la technologie « décharge haute pression »

Exemples: Sodium Haute Pression



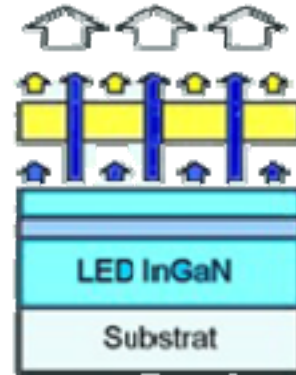
Iodure métallique
céramique



3. Zoom sur la technologie « LED »



1^{ère} approche
Ra moyen



La + courante
Ra moyen

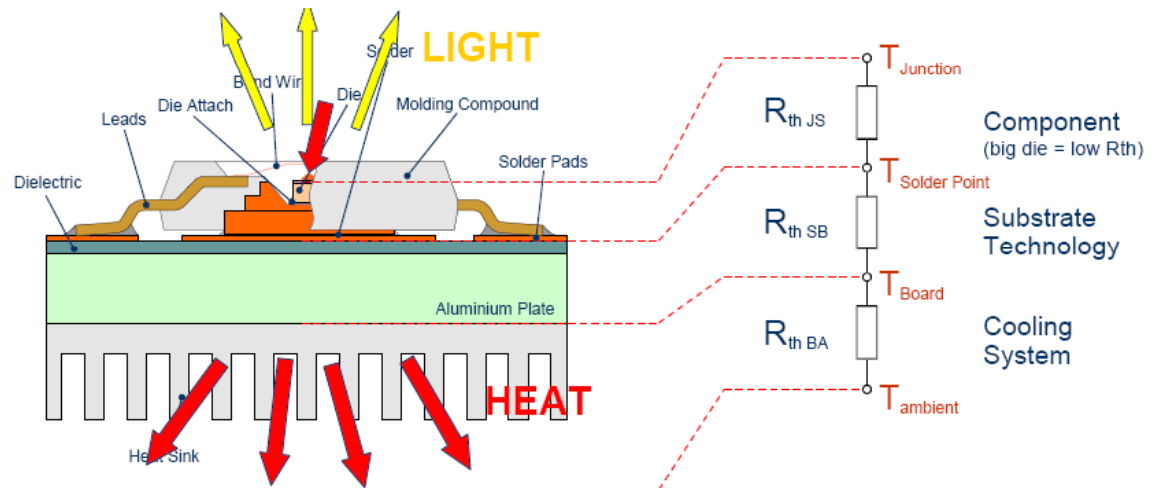


Multi-phosphores
Ra moyen bon

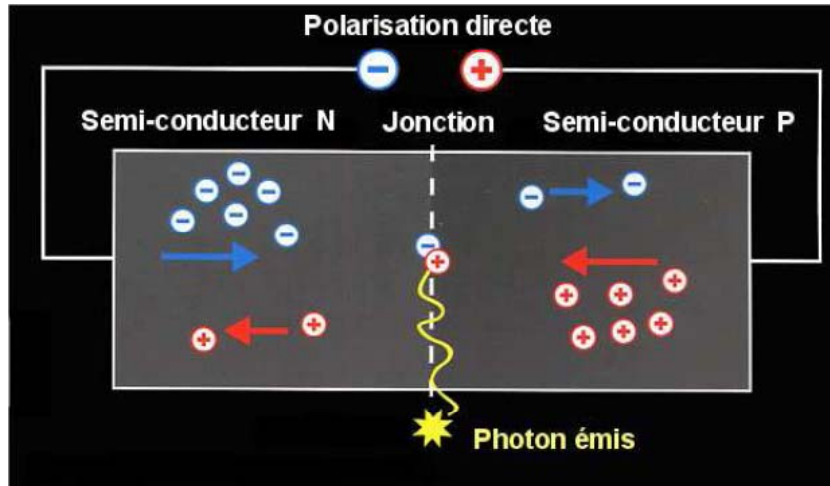


Multi-phosphores
Ra bon production d'UV

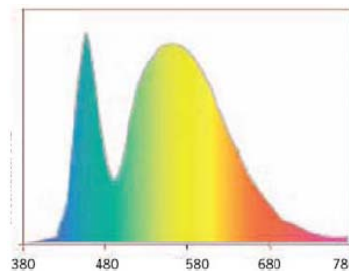
Fonctionnement =>



3. Zoom sur la technologie « LED »



Attention au refroidissement, donc à la durée de vie, Ra, température de couleur



Attention aux variations de température de couleur



3. Les sources en détail

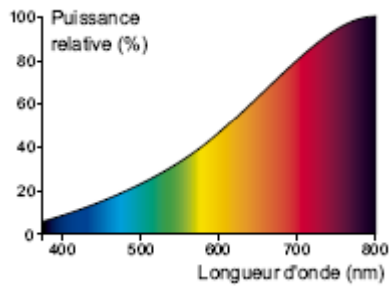
Les lampes doivent avoir les caractéristiques adaptés aux exigences particulières des diverses utilisations. Les caractéristiques essentielles qui déterminent le choix des lampes sont:

- La température de couleur;
- Le rendu des couleurs;
- La durée de vie;
- Le flux lumineux;
- L'efficacité lumineuse;
- Le culot;
- La position de fonctionnement;
- Les variations de ses caractéristiques

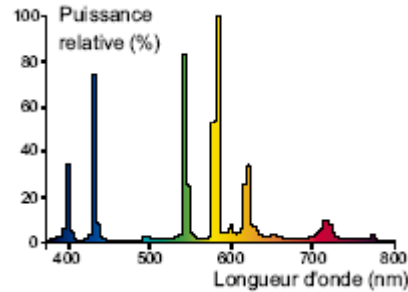
Type	Lumens par watt	Durée de vie moyenne en heures
SBP	100-198	16 000
SHP	66-140	14 000-55 000
LED	50-100	25 -100 000
Fluorescente	75-100	12 000-20 000
Iodures Mét.	68-100	3 500-20 000
CFL	27-80	5 000-10 000
Mercure	19-63	12 000-24 000
Halogène	12-36	2 000-5 000
Incandescence	8-22	750-2 000

3. Quelle qualité d'éclairage choisir?

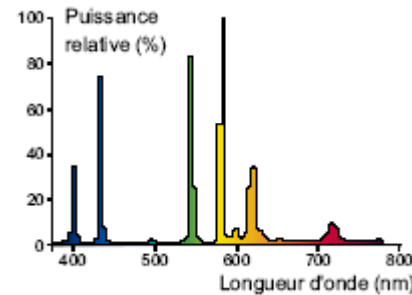
Comment choisir une ambiance et un éclairage qualitatif parmi ces technologies ?



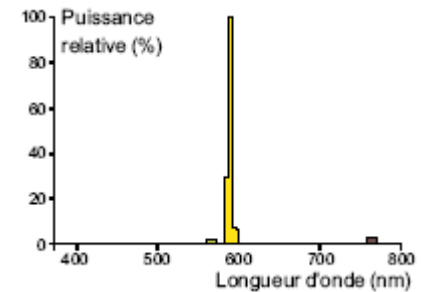
Incandescence
Halogène



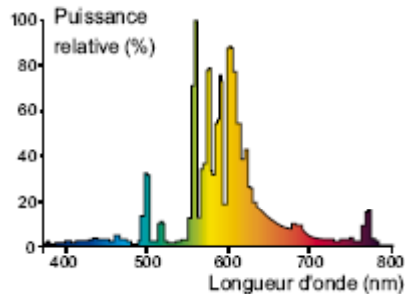
fluorescence linéaire
& compacte



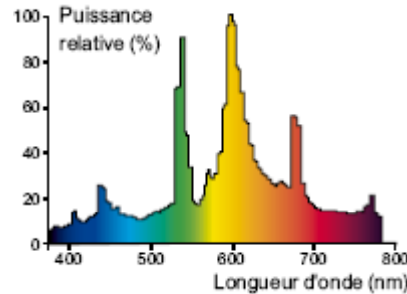
Vapeur de mercure
haute pression



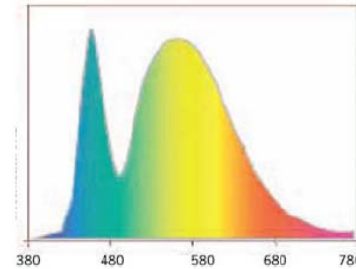
Sodium Basse
Pression



Sodium Haute Pression



Iodures métalliques



LED



Lumière du jour

Les courbes spectrales des technologies disponibles

3. Quelle ambiance choisir?

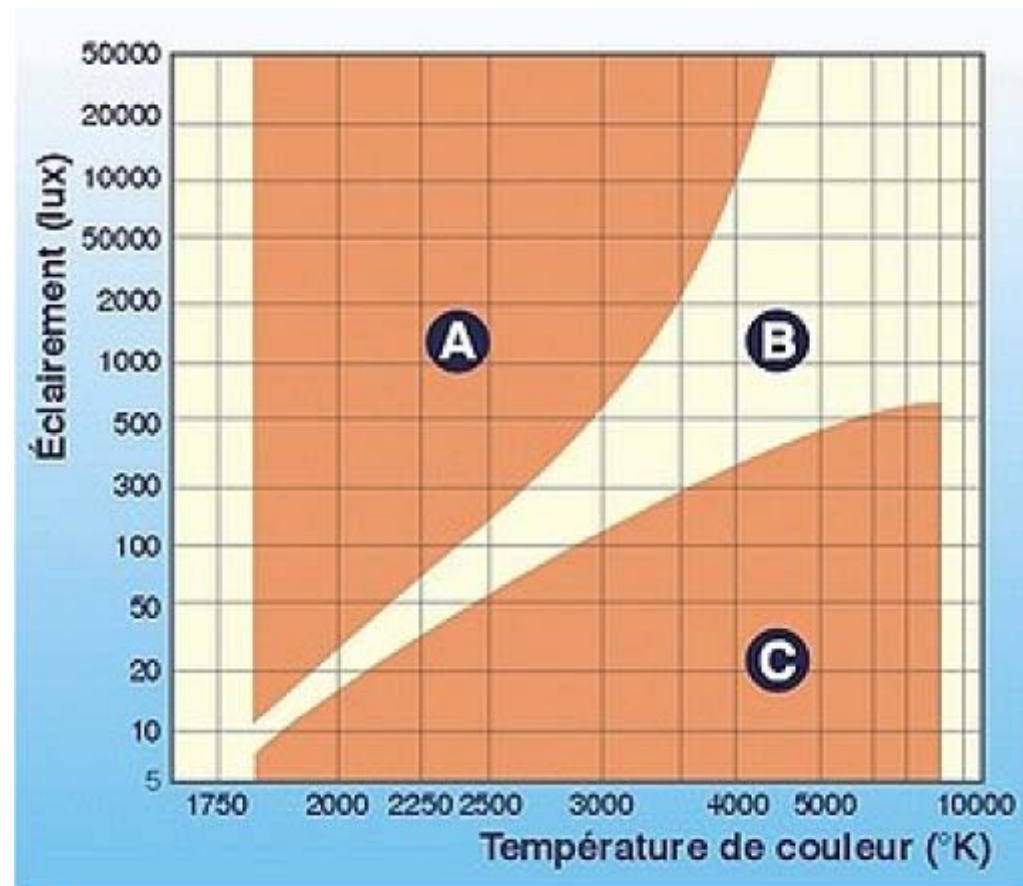
Diagramme de Kruithoff

Légende :

Zone A : ambiance jugée trop chaude

Zone B : ambiance jugée confortable

Zone C : ambiance jugée trop froide

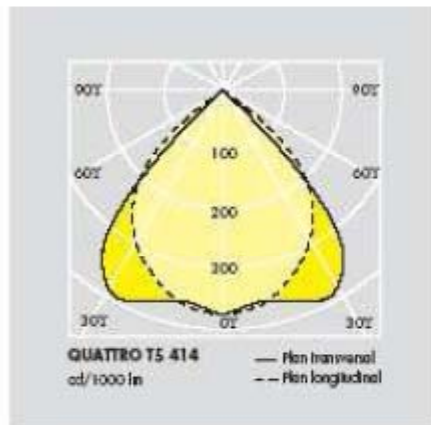


3. Quel luminaire choisir?



Données électriques et mécaniques

	T16 (FDH)	G5	14-35W
	Classe I	850 °C	IP 20
	CE		



Données photométriques

Version	NFC 71-121			NF EN 12464-1*	
	rendement normalisé	S/h		UGR (bur. & scolaire)	Luminance >65°
		long.	transv.		
QUATROT5 2x28	0,72 B	1,5	1,5	19	<200cd/m²
QUATROT5 3x14	0,71 B	1,5	1,5	16	<200cd/m²
QUATROT5 4x14	0,71 B	1,5	1,5	19	<200cd/m²

*Nouvelle norme d'éclairage des lieux de travail intérieurs: voir page 576
Table des valeurs précises pour l'ensemble des modèles disponible sur demande

Rendement : Rapport du flux lumineux total émis par le luminaire à la somme des flux des lampes

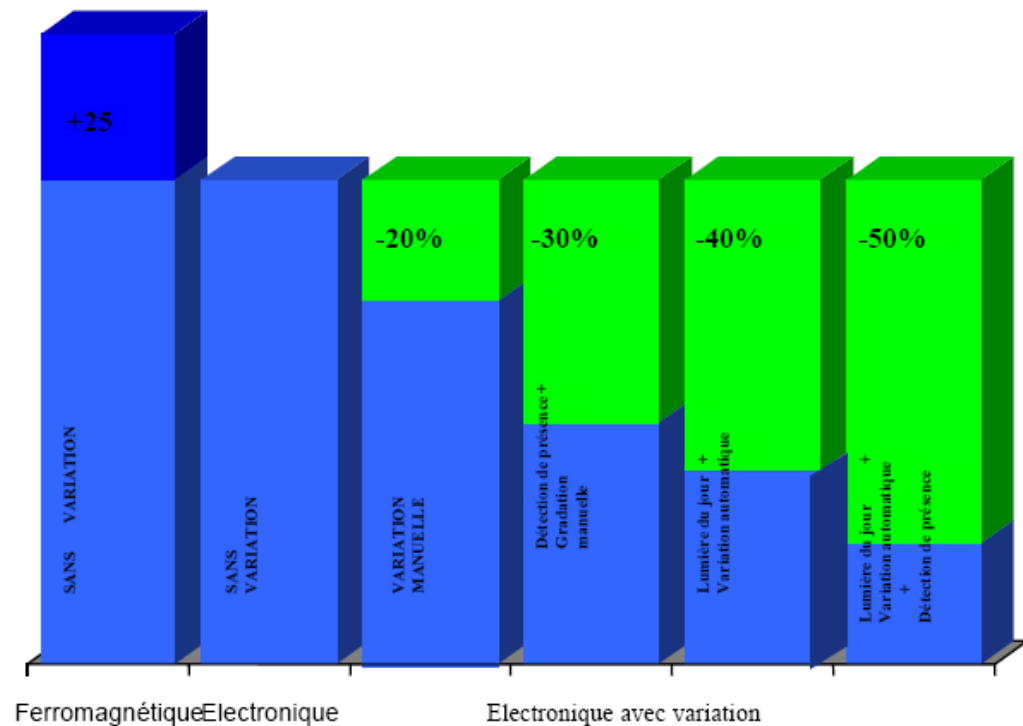
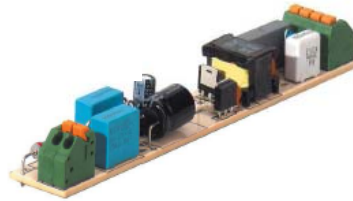
Classe : Caractérise la répartition lumineuse de certains luminaires. Définie dans la NF C 71-121

3. Quelle alimentation/gestion choisir?

Les platines électroniques...

Avantages :

- Allumage franc et instantané de la lampe (0,5 s)
- Amélioration de la durée de vie de la lampe (+ 50%)
- Le flux lumineux de la lampe décroît moins rapidement
- Diminution du coût de maintenance
- Amélioration du facteur de puissance (cos phi 0,98)
- Diminution des pertes internes, donc de la consommation et du dégagement de chaleur
- Pas de transmission de perturbations électriques
- Puissance absorbée constante, donc flux de lampe constant
- Pas d'effets stroboscopiques
- Pas de starter extérieur ni de condensateur donc économique
- Poids et encombrement réduits
- Possibilité de gradation et de gestion
- Sécurité, coupure automatique du circuit en fin de vie des lampes
- conforme aux exigences de la directive 2000/55
- Économie d'énergie minimum 25%



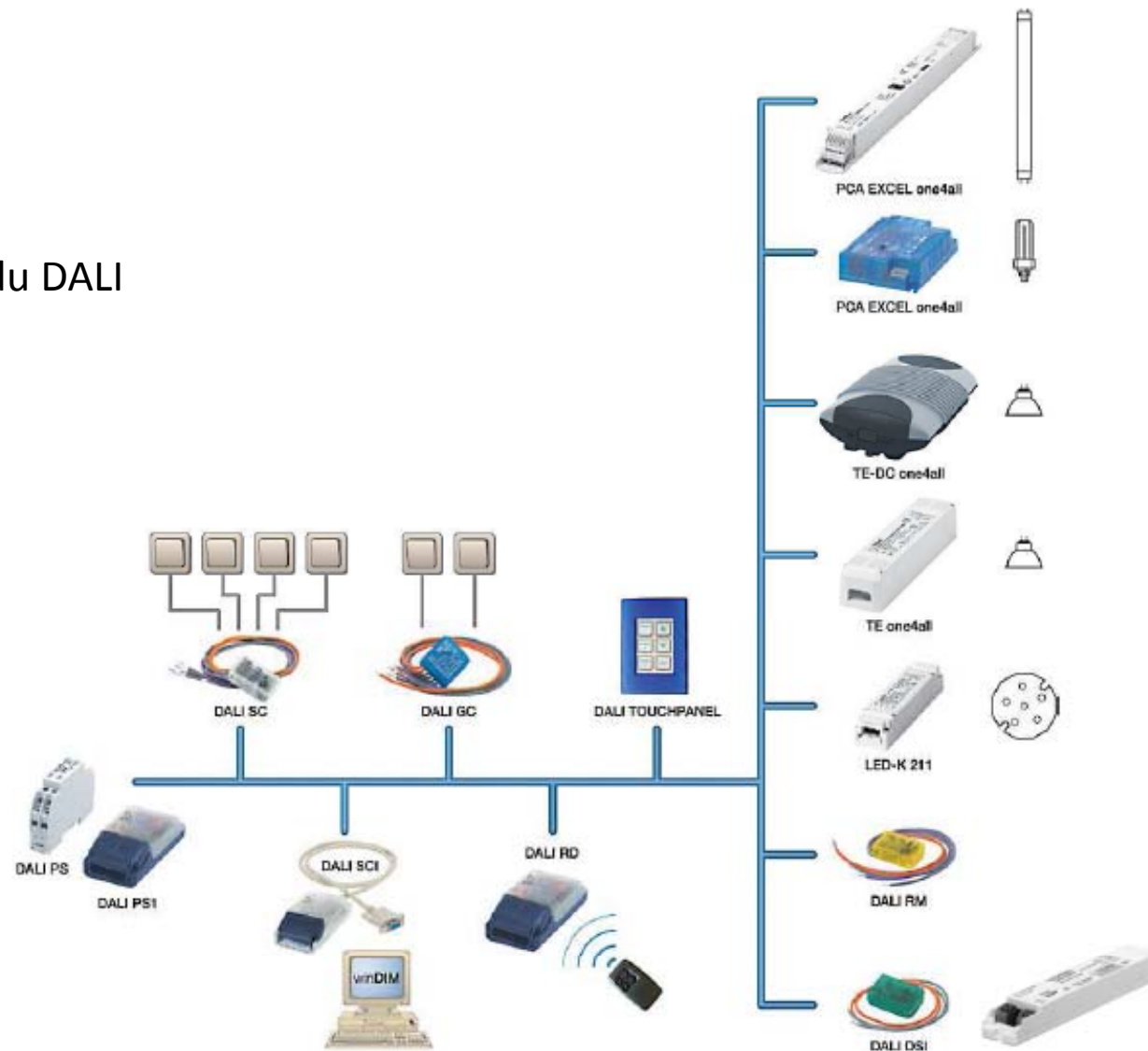
3. Quel mode de gestion choisir?



Source : F Florentin

3. Quel protocole de communication?

Exemple du DALI



4. Code du travail et normes



E
X
E
M
P
L
E
S

Art R4223-2 :

Eviter la fatigue visuelle et déceler les risques perceptibles par la vue

Art R4223-4 :

Eclairage minimum requis en tout point

Art R4213-4 :

Cahier de maintenance et d'éclairage à jour

NF EN 12464-1:

- distribution des luminances & éclairage;
- éclairage ;
- éblouissement/UGR ;
- direction de la lumière
- rendu des couleurs et couleur apparente de la lumière ;
- papillotement ;
- lumière du jour.

NF EN 15193

Diagnostics de perf. énergétique

NF EN 60598

Luminaire par activité

NF EN 61347

Appareillages

NF X 35-103

Principes d'ergonomie visuelle

3 besoins fondamentaux :

- la **sécurité**

- la **performance visuelle**

Personnel en mesure d'exécuter des tâches visuelles de qualité, même dans des circonstances difficiles et longues

- le **confort visuel**

La sensation de bien-être ressentie contribue d'une certaine façon à un haut niveau de productivité

4. Zoom sur code du travail et bureaux

Références	Obligations	Valeurs
Article R4223-4	Pendant la présence des travailleurs dans les lieux mentionnés à l'article R. 4223-1, les niveaux d'éclairage mesurés au plan de travail ou, à défaut, au sol, sont au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau suivant : Locaux de travail, vestiaires, sanitaires => Locaux aveugles affectés à un travail permanent =>	120 lux mini 200 lux mini
Article R4223-5 et circulaire de 1984	Dans les zones de travail, le niveau d'éclairage est adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter. Mécanique moyenne, dactylographie, travaux de bureau	200 lux mini (ou 300 lux moyen à maintenir)
Article R4223-6	En éclairage artificiel, le rapport des niveaux d'éclairage, dans un même local, entre celui de la zone de travail et l'éclairage général est compris entre 1 et 5. Il en est de même pour le rapport des niveaux d'éclairage entre les locaux contigus en communication.	Emoy zone de travail = 1 à 5 fois Emoy général
Article R4223-8 et circulaire de 1984	Les dispositions appropriées sont prises pour protéger les travailleurs contre l'éblouissement et la fatigue visuelle provoqués par des surfaces à forte luminance ou par des rapports de luminance trop importants entre surfaces voisines. Les sources d'éclairage assurent une qualité de rendu des couleurs en rapport avec l'activité prévue et ne doivent pas compromettre la sécurité des travailleurs. Les phénomènes de fluctuation de la lumière ne doivent pas être perceptibles ni provoquer d'effet stroboscopique. Ainsi dans le champ visuel de l'observateur : - La luminance d'une source lumineuse ne devrait pas excéder => - La luminance d'une surface lumineuse de grande dimension (mur, plafond lumineux) ne devrait pas excéder => - La luminance d'une surface lumineuse ne devrait pas dépasser 50 fois la luminance des surfaces sur lesquelles elle apparaît, avec une tolérance à 80 fois dans le cas de grand volume dont le niveau d'éclairage ne dépasse pas 300 lux	Ra>80 3000cd/m2 600cd/m2

4. Zoom sur norme EN NF 12464

Tableau 5.1 — Zones de circulation et espaces communs à l'intérieur des bâtiments

Extrait

N° réf.	Type de zone, tâche ou activité	φ_m lx	UGR_L —	U_0 —	R_a —	Exigences spécifiques
5.1.1	Zones de circulation et couloirs	100	28	0,4	40	<ul style="list-style-type: none"> Éclairage au niveau du sol R_a et UGR identiques pour les zones adjacentes 150 lx s'il y a des véhicules sur l'itinéraire L'éclairage des sorties et des entrées doit comporter une zone de transition pour éviter les changements rapides d'éclairage entre l'intérieur et l'extérieur de jour ou de nuit. <ul style="list-style-type: none"> Il convient de prendre des précautions pour éviter l'éblouissement des conducteurs et des piétons
5.1.2	Escaliers, escaliers roulants, tapis roulants	150	25	0,4	40	
5.1.3	Ascenseur, Monte-charge	100	25	0,4	40	
5.1.4	Quais de chargement	150	25	0,4	40	

Norme s'appliquant à l'éclairage intérieur et extérieur des bâtiments

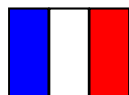
4. Impulsions politiques sur l'efficacité énergétique



Performances énergétiques des bâtiments (DPEB) 2002/91

Eco-conception (Erp) 2005/32

Efficacité et services énergétiques (DESE) 2006/32



RT 2012 Neuf & rénovation et DPE

Directive ballasts + étiquetage lampes et marquage CE

Certificats d'économie d'énergie – CEE

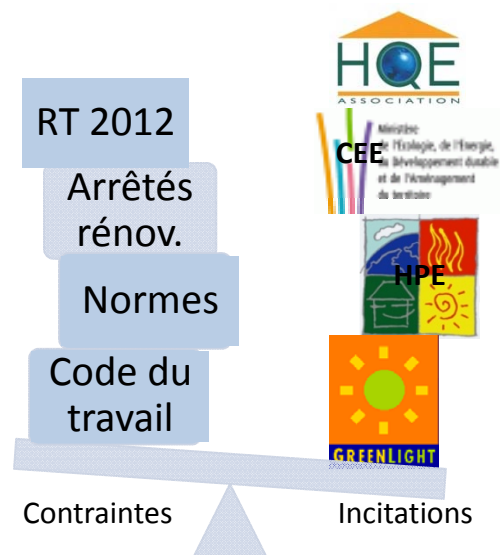
Grenelle de l'environnement Bâtiments Basse Conso.

Certification HQE®, label HPE ou THPE, Greenlight, ADEME

Circulaire des 1^{er} ministres du 28/09/05 et 03/12/08 relative à l'exemplarité de l'Etat en matière d'économie d'énergie et développement durable

Plan national d'action pour des achats publics durables

En plus pour la sphère publique



4. Incitations & contraintes: RT 2012

Rappel calendrier

- 1er décret : n°2010-1269 du 26 octobre 2010 :
 - Concerne les logements en zones ANRU ; bureaux ; bâtiments d'enseignement ; résidences jeunes travailleurs ; cité U ; crèches
 - Arrêté 1 du 26 octobre 2010 pour ces mêmes secteurs
 - Arrêté méthode de calcul : devait initialement paraître fin 2010, reporté été 2011, en cours de finalisation.
- 2ème décret : n°2012-111 du 27 janvier 2012.

Dates d'application :

Pour les permis de construire dont la demande est postérieure au :

28/10/11 : pour les bâtiments du 1er décret.

01/01/2013 : pour les autres tertiaires et en résidentiel (avec renforcement en Immeubles Collectifs après le 01/01/2015)

4. Principes communs de la RT 2012

- 3 exigences : **Besoin bioclimatique, consommation d'énergie primaire, confort d'été**
- Les exigences sont exprimées en **valeurs absolues, et non plus en valeur relative, pour éviter la comparaison du bâtiment avec sa référence.**
- **Quelques exigences de moyens.**
- Abandon de la multitude de « garde-fous » techniques pour **favoriser la performance globale du bâtiment.**
- L'application et le **contrôle de la RT sont renforcés.**

Exemples de consommation de bâtiments RT 2005*:

- Éclairage d'appartements: 7 à 8 kWh ep/m²/an
- Eclairage de maisons: 9 à 10 kWh ep/m²/an
- Eclairage de bureaux: 30 à 50 kWh ep/m²/an

4. Périmètre éclairage artificiel

Les éclairages suivants sont pris en compte dans la RT 2012 :

- L'éclairage général
- L'éclairage d'appoint pour la réalisation des tâches professionnelles
- L'éclairage des éléments architecturaux faisant partie du bâtiment (murs, les portes, les escaliers, les plafonds)

Ne sont pas pris en compte dans la RT 2012 :

- L'éclairage extérieur
- L'éclairage des parkings
- L'éclairage de sécurité
- L'éclairage destiné à la mise en valeur des objets ou des marchandises
 - les objets d'art tels que les peintures, les sculptures, les objets d'art avec un éclairage incorporé (lustres...) mais pas les luminaires décoratifs,
 - l'éclairage localisé destiné à mettre en valeur les tables de restaurant
 - l'éclairage spécialisé destiné à la réalisation de process particulier : l'éclairage de scène dans les locaux utilisés pour le spectacle et les loisirs sous réserve que cet éclairage vienne en complément d'un éclairage général et qu'il soit commandé par un système de commande dédié accessible au seul personnel autorisé.

4. RT 2012 – calcul Th-BCE 2012

Méthodologie de calcul de la consommation d'éclairage :

au pas horaire (heure par heure)

au niveau d'un groupe de locaux (même orientation de façade)

- Détermination du pourcentage de protections solaires en place
- Calcul de la transmission lumineuse effective des baies
- Calcul des flux lumineux transmis par les baies dans les locaux
- Calcul de l'éclairement naturel intérieur E_{nat}

$$E_{nat} = \frac{1,8 \cdot Fl_{Teq}}{R^{gr} A_{,At} * A_{eclnat} (1 - R^2)}$$

Fl_{Teq} : Flux lumineux total équivalent transmis au groupe

$R^{gr} A_{,At}$: Ratio de la surface totale des parois du groupe à la surface utile du groupe

A_{eclnat} : Surface du groupe ayant accès à la lumière naturelle

R : Coefficient de réflexion lumineuse des parois du groupe

4. RT 2012 – calcul Th-BCE 2012

A partir du calcul d'éclairage naturel intérieur

- Coefficient de pondération de la consommation d'éclairage en fonction du mode de gestion : C1
- Coefficient de pondération de la consommation d'éclairage en fonction de la lumière du jour : C2
- Fractionnement des locaux :
 - Permet le « zonage » de l'éclairage électrique
 - Zone d'accès effectif à la lumière du jour :
 - Profondeur $\leq 2,5 \cdot (\text{ht linteaux} - \text{ht tache})$
 - Eclairage naturel = E_{inat} et coefficient C2ae
 - Zone en fond de local
 - Eclairage naturel = $1/4 \cdot E_{\text{inat}}$ et coefficient C2pae

4. RT 2012 – calcul Conso. éclairage

Consommation électrique de l'éclairage sur 1 heure =

Puissance surfacique d'éclairage installée*

x C1

x (C2ae x surface ae + C2pae x surface pae)

*surface avec accès effectif
à la lumière naturelle*

*surface sans accès effectif
à la lumière naturelle*

} Si occupation

+

Puissance résiduelle (veille) des périphériques de gestion

} Si inoccupation

* Donnée à fournir par le maître d'ouvrage pour chaque groupe de locaux en W/m²

Si la valeur n'est pas connue, on utilise des valeurs par défaut . Si la puissance surfacique est insuffisante pour atteindre l'éclairage à maintenir sur la zone de tâche (cf norme NF EN 12464-1), sera rajouté l'éclairage mobilier supplémentaire. Ex pour des bureaux: si éclairage immobilier <10W/m² alors l'éclairage mobilier assure le complément sur la base de 1W/m²/100lux . Seuil de 4W/m² pour enseignement, 4,65W/m² pour hotels, 50W/m² pour petits magasins...

4. Obtention du coeff. C1

type de zone	type de local	interrupteur manuel Gest_ecl = 1	interrupteur manuel et système de programmation horaire Gest_ecl = 2	Marche et arrêt automatiques Gest_ecl = 3	Marche manuelle / arrêt automatique Gest_ecl = 4	Éréf (lux)
Bureaux	Bureau	0,9	0,85	0,8	0,7	500
	salle de réunion	0,7	0,65	0,6	0,5	500
	Circulation Accueil	0,8	0,75	0,7	0,6	100
	Sanitaires collectifs	0,7	0,65	0,6	0,5	200
Etablissement d'accueil de la petite enfance (crèche, halte- garderie)	salles de jeux (hors restauration et bureau)	0,95	0,9	0,85	0,75	300
	salle de repos	0,8	0,75	0,7	0,6	300
	Bureau	0,9	0,85	0,8	0,7	500
	salle de réunion	0,8	0,75	0,7	0,6	500
	Circulation Accueil	0,6	0,55	0,5	0,4	100
	Sanitaires vestiaire	0,7	0,65	0,6	0,5	200
Enseignement primaire	salles de classe	0,95	0,9	0,85	0,75	300
	Bureau	0,9	0,85	0,8	0,7	500
	salle de réunion	0,8	0,75	0,7	0,6	300
	salle de repos	0,8	0,75	0,7	0,6	300
	Circulation Accueil	0,6	0,55	0,5	0,4	100
	Sanitaires vestiaire	0,7	0,65	0,6	0,5	200

4 modes de contrôle-commande dont deux modes de détection d'occupation,
d'après NF EN 15193

4. Obtention du coeff. C2

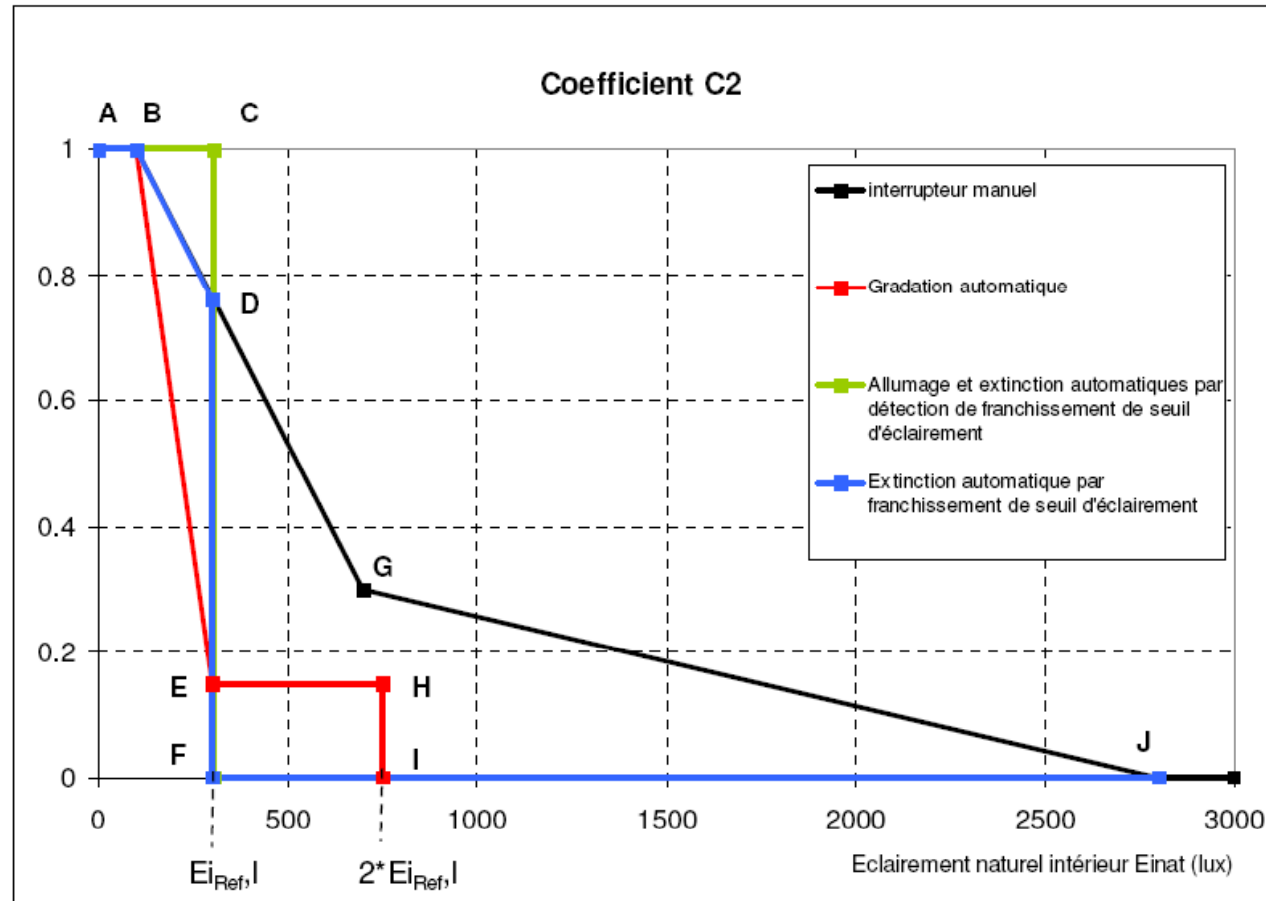


Figure 74 : Courbes donnant les valeurs de C2 selon l'éclairément naturel intérieur et le mode de gestion des apports de lumière naturelle. Exemple pour un éclairément intérieur $E_{i,Ref,l}$ inférieur à 700 lux.

4. RT 2012 – calcul Th-BCE résidentiel

Dans le résidentiel, le calcul est conventionnel :

- Caractéristiques fixes, quel que soit l'équipement d'éclairage artificiel :

Interrupteurs manuels uniquement

Courbe des coefficients C2 calée sur le point de référence

(Einat = 200 lx ; C2 = 0,05)

- Seul l'éclairage naturel a une influence sur la consommation d'éclairage
Caractéristiques des baies, orientation du bâtiment
- Exigence minimale :
les baies représentent 1/6 de la surface habitable

4. RT 2012 – calcul du Bbio

- Exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti : **Bbiomax**

$B_{bio} = 2 \times (B_{bioch} + B_{biofr}) + 5 \times B_{bioecl}$ en points

avec exigence : $B_{bio} \leq B_{biomax}$ et

$B_{biomax} = B_{biomaxmoyen} * [M_{bgéo} + M_{balt} + M_{bsurf}]$

Coefficients définis dans l'annexe VIII de l'arrêté

Le besoin d'éclairage artificiel en $kWh_{ep}/(m^2SHONrt.an)$ est calculé sous la forme d'indicateur réglementaire Be_{cl}

Calcul à partir d'une puissance surfacique d'éclairage conventionnelle =

1,4W/m² en bâtiment à usage d'habitation ou maison & logement collectif (soit 14W/m² ou 1 LFC 11W tous les 8m² avec 10% simultanéité)

4W/m² en enseignement secondaire (partie nuit) ou bâtiment à usage d'habitation (jeunes, établissement sanitaires)

4,65W/m² en hotel partie nuit avec chambre sans cuisine avec salle de bain

2W/m² pour les autres usages

4. RT 2012 – calcul du Bbio

Indicateur bioclimatique pour les besoins d'éclairage

- Autonomie des locaux en lumière du jour :
 - Nombre d'heures (pendant la journée et les plages d'occupation) durant lesquelles l'éclairage naturel est suffisant (éclairage naturel intérieur supérieur à un seuil)
 - Indicateur calculé informatiquement à partir du "cœur de calcul Bbio" du CSTB
- Proportions des surfaces de groupes de locaux ayant accès à la lumière naturelle :
 - part de surface du groupe de locaux ayant accès à la lumière naturelle
 - part de surface en fond de local profond ayant accès à la lumière naturelle

4. RT 2012 – à lire plus tard...

Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments

Art. 20. – Pour les maisons individuelles ou accolées et les bâtiments collectifs d'habitation, la surface totale des baies, mesurée en tableau, est supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable, telle que définie par l'article R.* 111-2 du code de la construction et de l'habitation.

Art. 27. – Le présent article s'applique aux circulations et parties communes intérieures verticales et horizontales des bâtiments ou parties de bâtiment à usage d'habitation. Tout local comporte un dispositif automatique permettant, lorsque le local est inoccupé :

- soit l'abaissement de l'éclairage au niveau minimum réglementaire ;
- soit l'extinction des sources de lumière, si aucune réglementation n'impose un niveau minimal.

De plus, lorsque le local a accès à l'éclairage naturel, il intègre un dispositif permettant une extinction automatique du système d'éclairage dès que l'éclairage naturel est suffisant. Un même dispositif dessert au plus :

- une surface habitable maximale de 100 m² et un seul niveau pour les circulations horizontales et parties communes intérieures ;
- trois niveaux pour les circulations verticales.

Art. 31. – Les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation sont équipés de systèmes permettant de mesurer ou de calculer la consommation d'énergie : pour l'éclairage : par tranche de 500 m² de SURT concernée ou par tableau électrique, ou par étage ;

Art. 37. – Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, tout local est équipé d'un dispositif d'allumage et d'extinction de l'éclairage manuel, ou automatique en fonction de la présence.

Art. 38. – Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, tout local dont la commande de l'éclairage est du ressort de son personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, comporte un dispositif permettant allumage et extinction de l'éclairage. Si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il permet de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.

Art. 39. – Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, le présent article s'applique aux circulations et parties communes intérieures verticales et horizontales. Tout local comporte un dispositif automatique permettant, lorsque le local est inoccupé, l'extinction des sources de lumière ou l'abaissement de l'éclairage au niveau minimum réglementaire. De plus, lorsque le local a accès à l'éclairage naturel, il intègre un dispositif permettant une extinction automatique du système d'éclairage dès que l'éclairage naturel est suffisant. Un même dispositif dessert au plus :

- une SURT maximale de 100 m² et un seul niveau pour les circulations horizontales et parties communes intérieures ;
- trois niveaux pour les circulations verticales.

Art. 41. – Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, dans un même local, les points éclairés artificiellement, qui sont placés à moins de 5 m d'une baie, sont commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.

4. Arrêté rénovation du 3 mai 2007

relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants > 100m²

Eclairage des locaux

Art. 39. – Le présent chapitre s'applique aux bâtiments et parties de bâtiments à usage autre que l'habitation, de surface utile supérieure à 100 m², lorsque l'installation d'éclairage fait l'objet de travaux de remplacement ou d'installation.

Art. 40. – Lors du remplacement ou de la réalisation de l'installation d'éclairage d'un local, la nouvelle installation doit satisfaire aux prescriptions suivantes :

- la puissance installée pour l'éclairage général du local est inférieure ou égale à 2,8 watts par mètre carré de surface utile et par tranche de niveaux d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone de travail ;
- ou bien la nouvelle installation d'éclairage général est composée de luminaires de type direct ou direct/indirect de rendement normalisé supérieur à 55 %, équipés de ballasts électroniques et qui utilisent des lampes présentant une efficacité lumineuse supérieure ou égale à 65 lumens par watt.

Si le ou les occupants peuvent agir sur la commande de l'éclairage, le local doit comporter au moins l'un des dispositifs suivants :

- un dispositif d'extinction ou de variation du niveau d'éclairement à chaque issue du local ;
- un dispositif, éventuellement temporisé, procédant à l'extinction automatique de l'éclairage lorsque le local est vide ;
- une commande manuelle permettant l'extinction ou la variation du niveau d'éclairement depuis chaque poste de travail.

Dans le cas où la commande de l'éclairage est du ressort de son personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, ce local doit comporter un dispositif permettant l'allumage et l'extinction de l'éclairage. Si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il devra alors permettre de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.

Dans un même local requérant des niveaux d'éclairement très différents pour au moins deux usages tels que notamment les locaux sportifs et les salles polyvalentes, un dispositif devra réserver aux personnes autorisées la commande de l'éclairement supérieur au niveau de base.

Dans un même local, les points éclairés artificiellement, qui sont placés à moins de 4 mètres d'une baie, doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.

Lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage artificiel ne doit pas être mis en route automatiquement, notamment par une horloge ou un dispositif de détection de présence.

4. Arrêté rénovation du 13 juin 2008

relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés + investissement >25% prix du bâtiment + bâti>1948

Art. 37. – Le présent chapitre s’applique aux bâtiments visés à l’article R. 131-26 du code de l’habitation et de la construction à l’exclusion des bâtiments cités à l’article R. 111-1.

Art. 38. – La puissance d’éclairage de référence, notée « $P_{\text{ecl. réf}}$ », dépend de la destination de la zone ou du local. Elle est donnée dans les tableaux suivants en watts par mètre carré de surface utile des locaux ou en watts par mètre carré de surface utile pour 100 lux d’éclairage maintenu.

DESTINATION DE LA ZONE	$P_{\text{ecl. réf}}$
Commerces et bureaux Etablissement sanitaire avec hébergement Hôtellerie et restauration Enseignement Etablissement sanitaire sans hébergement Salles de spectacle, de conférence Industrie Locaux non mentionnés dans une autre catégorie	12 W/m ²
Etablissement sportif Stockage Transport	10 W/m ²
Local demandant un éclairage à maintenir de plus de 600 lux	2,5 W/m ² pour 100 lux avec une limite supérieure de 25 W/m ²

4. Législation ERP

Arrêté relatif aux ERP (01-08-06 consolidé 30-11-07)
Art. 10. – Dispositions relatives à l'éclairage.
La qualité de l'éclairage, artificiel ou naturel, des circulations intérieures et extérieures doit être telle que l'ensemble du cheminement est traité sans créer de gêne visuelle
Les parties du cheminement qui peuvent être source de perte d'équilibre pour les personnes handicapées, les dispositifs d'accès et les informations fournies par la signalétique font l'objet d'une qualité d'éclairage renforcée.
A cette fin, le dispositif d'éclairage artificiel doit répondre aux dispositions suivantes :
Il doit permettre d'assurer des valeurs d'éclairement mesurées au sol d'au moins :
– 20 lux en tout point du cheminement extérieur accessible ;
– 200 lux au droit des postes d'accueil ;
– 100 lux en tout point des circulations intérieures horizontales ;
– 150 lux en tout point de chaque escalier et équipement mobile.
– 50 lux en tout point des circulations piétonnes des parcs de stationnement.
– 20 lux en tout autre point des parcs de stationnement.
Lorsque la durée de fonctionnement d'un système d'éclairage est temporisée, l'extinction doit être progressive.
Dans le cas d'un fonctionnement par détection de présence, la détection doit couvrir l'ensemble de l'espace concerné et deux zones de détection successives doivent obligatoirement se chevaucher.
La mise en œuvre des points lumineux doit éviter tout effet d'éblouissement direct des usagers en position « debout » comme « assis » ou de reflet sur la signalétique.
N. B. : Art 11 : Les dispositifs de commande doivent être repérables par un contraste visuel ou tactile.

4. La démarche HQE

Certification « NF Bâtiments tertiaires Démarche HQE »

La démarche HQE®

(haute qualité environnementale)

Une démarche au profit à la fois de l'habitant et de la planète.



14 cibles pour aider les Maîtres d'Ouvrages à structurer leurs objectifs

MAITRISER LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

ECO-CONSTRUCTION

1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat
2. Choix intégré des procédés et produits de construction
3. Chantier à faibles nuisances

ECO-GESTION

4. Gestion de l'énergie
5. Gestion de l'eau
6. Gestion des déchets d'activité
7. Gestion de l'entretien et de la maintenance

CREER UN ENVIRONNEMENT INTERIEUR SATISFAISANT

CONFORT

8. Confort hygrothermique
9. Confort acoustique
10. Confort visuel
11. Confort olfactif

SANTE

12. Qualité sanitaire des espaces
13. Qualité sanitaire de l'air
14. Qualité sanitaire de l'eau

4. La démarche HQE en éclairage

- ◆ Une logique de développement durable
- ◆ Certification avec référentiel
- ◆ 2 cibles « éclairage » : gestion énergie/Confort visuel
- ◆ Cible 10 - Confort visuel :
 - accès lumière naturelle (FLJ mini 2,5 %)
 - niveaux d'éclairement moyen à maintenir
 - facteur d'uniformité
 - équilibre de luminance
 - température de couleur et rendu des couleurs

4. Les CEEs

Certificats d'Economie d'Énergie



But : Réduire notre consommation d'énergie

Mécanisme : Les fournisseurs d'énergie (*Les obligés*) doivent inciter leurs clients à réaliser des économies d'énergie.

En cas de non respect de leurs objectifs, donnés en KWh CUMAC (cumulés et actualisés) pour une période de trois ans, ils s'exposent à des sanctions financières (0,02€/KWh)

Pour ce faire, des opérations faciles à mettre en œuvre ont été identifiées et « standardisées » pour permettre de quantifier et justifier d'économies d'énergie sans avoir recours à des études complexes.

Les demandeurs (utilisateurs « *non obligés* ») se verront remettre des Certificats d'Economie d'Énergie (minimum 1000 000 KWh CUMAC) sur la base des actions menées, et sans aucune autre contrepartie, si ce n'est qu'ils auront la possibilité de revendre ces certificats aux fournisseurs d'énergie (env.0,01€/KWh)

Ces opérations types ont été pré-définies par l'ATEE (Association Technique Énergie Environnement) et avec le concours de l'ADEME.

Exemples d'opérations types : Remplacement de luminaires à ballast ferro-magnétique par des luminaires à ballast électronique

Renseignements : <http://www.industrie.gouv.fr/energie/sommaire.htm>

4. La directive EUP

Tableau 1. Calendrier des exigences d'efficacité énergétique pour les lampes fluorescentes et les lampes à décharge haute pression suivant le règlement européen du 18 mars 2009

DATE DE MISE EN APPLICATION DES EXIGENCES	LAMPES FLUORESCENTES	LAMPES A DÉCHARGE HAUTE PRESSION SODIUM HAUTE PRESSION IODURES MÉTALLIQUES
14 avril 2010	Lampes T8 type « blanc industrie » ou similaires* Lampes T5/T8 Ra ³ 80 Efficacité lumineuse minimale à 25 °C (suivant les tableaux du règlement – avec facteurs de corrections, cumulables, si Tc ³ 5 000 K, Ra > 90 ou double enveloppe) Obligation de fournir les informations techniques sur site Internet et dans la documentation.	Obligation de fournir les informations techniques sur site Internet et dans la documentation.
14 avril 2012	T10 et T12 aux halophosphates* Exigence du flux lumineux minimum à 25 °C pour T10/T12	SHP et IM basiques* Efficacité lumineuse minimum pour SHP avec Ra ≤ 60 Efficacité lumineuse minimum pour IM avec Ra ≤ 80
14 avril 2015	Lampes à vapeur de mercure haute pression (ballon fluo)*	Lampes SHP du type « retro-fit »*
14 avril 2017	Lampes fluorescentes compactes mono-culot à deux broches fonctionnant sur ballast ferromagnétique*	Majorité des lampes IM de puissances ≤ 405 W à culot E27, E40, PGZ12*

* Lampes qui seront retirées du marché

Tableau 2. Calendrier des exigences d'efficacité énergétique pour les ballasts pour lampes fluorescentes et les ballasts pour lampes à décharge haute pression suivant le règlement européen

	BALLASTS POUR LAMPES FLUORESCENTES	BALLASTS POUR LAMPES A DÉCHARGE HAUTE PRESSION SODIUM HAUTE PRESSION IODURES MÉTALLIQUES
	Classes d'efficacité énergétique minimale : – B2 pour les ballasts du tableau 17 ; – A3 pour les ballasts du tableau 18 ; – A1 pour les ballasts du tableau 19. Pour une variation de 25 % du flux lumineux, consommation lampe + ballast < 50 % de la puissance lampe assignée divisée par η. Consommation des ballasts en régime de veille < 1 W. Obligation de fournir les informations techniques sur site Internet et dans la documentation.	
14 avril 2012	Consommation des ballasts en régime de veille < 0,5 W.	Classe d'efficacité énergétique du ballast suivant tableau 15 du règlement. Obligation de fournir les informations techniques sur site Internet et dans la documentation.
14 avril 2017	Ballasts pour lampes fluorescentes A3, B1, B2.	Classe d'efficacité énergétique du ballast suivant tableau 16 du règlement.

4. Circulaire du 3 décembre 2008 sur l'exemplarité de l'état – voir fiche 16 éclairage

Éclairage intérieur	
MARCHÉ DE FOURNITURES	MARCHÉ DE TRAVAUX
<p>Éclairage général fixe</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 65 lm/W. – luminaires avec flux lumineux direct ou direct-indirect (interdiction d'achat de luminaires en indirect). – rendement des luminaires ≥ 55 %. – ballast électronique, de classe A1 ou A2 si utilisation de sources lumineuses fluorescentes (pré-équipement pour intégrer la gestion des systèmes d'éclairage lors des rénovations). 	<p>Concerne les bâtiments de plus de 100 m² (nouvelle installation d'éclairage ou rénovation)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimation en coût global : l'installation d'éclairage projetée devra inclure les consommations d'énergie et les opérations de maintenance et d'entretien, sur la base d'une durée de vie de l'installation de 15 ans. Pour le calcul des consommations annuelles d'une nouvelle installation, les durées d'utilisation prises en compte seront soit les durées réelles, soit les durées de références définies dans la norme NF EN 15193. 2. Norme : le projet d'éclairage devra être conforme à la norme NF EN 12464-1. 3. Fournitures : les lampes et les luminaires devront être conformes aux types définis pour les marchés de fournitures. 4. Variation de puissance : les luminaires d'éclairage général situés à moins de 3 mètres d'une baie devront pouvoir être commandés indépendamment des autres luminaires ; ils seront commandés par des dispositifs permettant la variation automatique de puissance. 5. Détection de présence : dans les espaces occupés de façon intermittente, les luminaires d'éclairage général devront être commandés par des dispositifs de détection de présence. 6. Consommation d'énergie : les installations d'éclairage seront équipées de dispositifs permettant le comptage mensuel des consommations d'énergie. 7. Éléments de contrôle : l'entreprise réalisant les travaux devra remettre au maître d'ouvrage le document de maintenance prévu à l'article R 235-2-3 du code du Travail et précisé dans la circulaire du 11 avril 1984. Les consommations prévues de l'installation devront y être mentionnées. Ces éléments seront tenus à disposition par le maître d'ouvrage pour le diagnostic de performances énergétiques.
<p>Éclairage général mobile (luminaires de bureau sur pied)</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 65 lm/W. – luminaires avec flux lumineux direct ou direct-indirect. – rendement des luminaires ≥ 55 %. – ballast électronique A1 ou A2 si utilisation de sources lumineuses fluorescentes. – fonction de détection de présence. 	
<p>Éclairage d'appoint ou d'accentuation</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 40 lm/W. 	
Éclairage extérieur	
MARCHÉ DE FOURNITURES	MARCHÉ DE TRAVAUX
<p>Éclairage fonctionnel de voies réservées à la circulation de véhicules</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses claires tubulaires ≥ 70 lm/W (ensemble lampe + ballast). – degré de protection (IP) minimal de l'optique de SX. – flux de lampe dirigé vers le ciel ≤ 5 %. 	<p>Nouvelles installations ou rénovation</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Coût global : les entreprises soumissionnant devront fournir une estimation du coût global de l'installation d'éclairage, incluant les consommations d'énergie et les opérations de maintenance et d'entretien, calculée sur la base d'une durée de vie de l'installation de 25 ans et présentant l'impact sur les consommations de la mise en œuvre d'un système d'abaissement de puissance intégré au luminaire. 2. Normes : le projet d'éclairage devra être conforme aux normes de la série EN 13201 pour les voies extérieures, et EN 12464-2 pour les lieux de travail extérieur. 3. Conformité des fournitures : les lampes et luminaires devront être conformes aux types définis pour les marchés de fournitures. 4. Lumière du jour : un système de commande automatique devra permettre d'éviter que les luminaires soient allumés lorsque la lumière du jour est suffisante. 5. Variation de puissance : les luminaires destinés à l'éclairage des voies de circulation de véhicules et aux parkings doivent pouvoir intégrer un système qui permette d'abaisser la puissance d'éclairage.
<p>Éclairage d'ambiance (voies de circulation mixte et piétonne)</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 65 lm/W (ensemble lampe + ballast). – degré de protection (IP) minimal de l'optique du luminaire de SX. – flux de lampe dirigé vers le ciel ≤ 25 %. 	
<p>Éclairage encastré dans les parois verticales et objets lumineux décoratifs</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 65 lm/W (ensemble lampe + ballast). – degré de protection (IP) minimal de l'optique du luminaire de SX. – flux de lampe dirigé vers le ciel ≤ 35 %. 	
<p>Éclairage encastré dans le sol</p> <ul style="list-style-type: none"> – sources lumineuses ≥ 65 lm/W (ensemble lampe + ballast). – indice de protection (IP) minimal de l'optique du luminaire de 65. 	

4. Recyclage des DEEEs depuis 2005

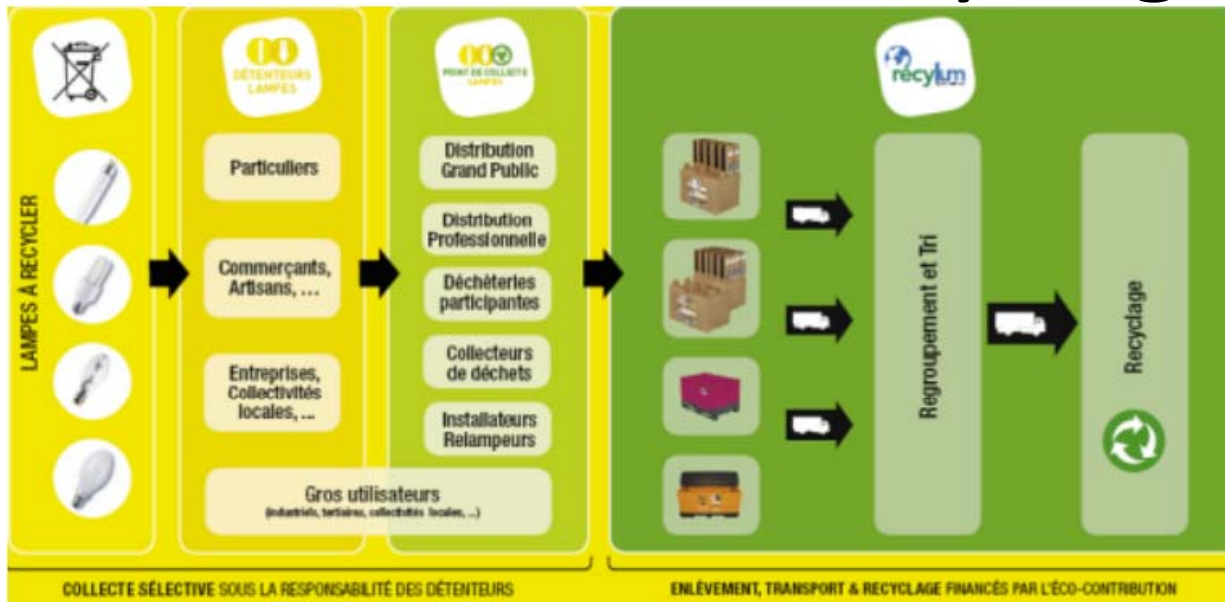


<= Lampes concernées

Matériel d'éclairage concerné =>



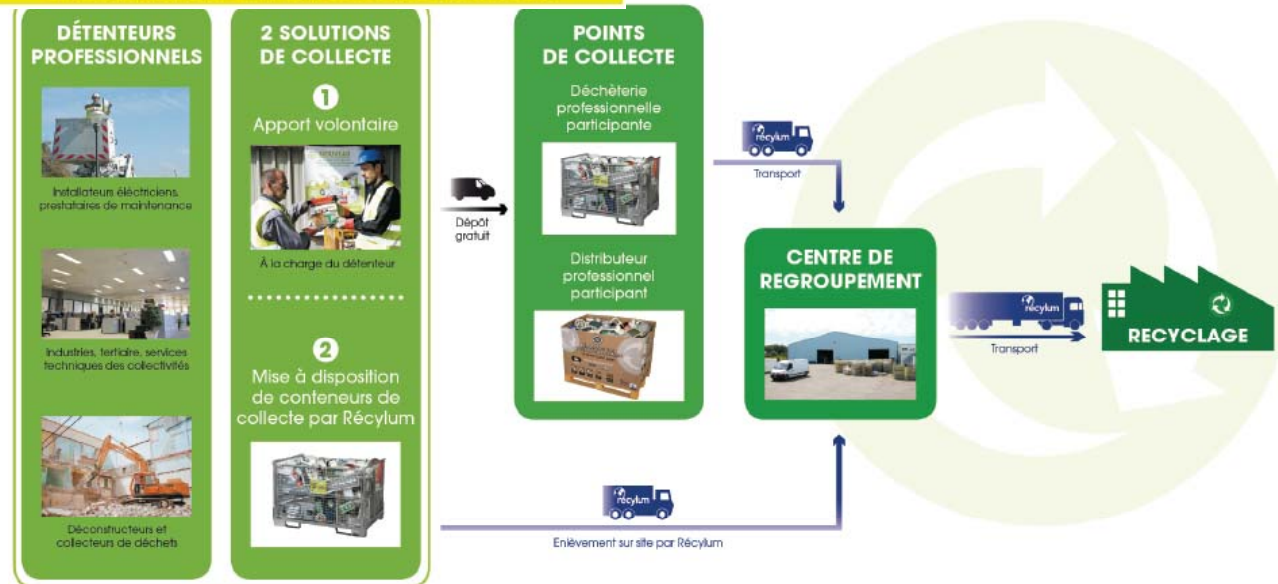
4. Filière de recyclage Recylum



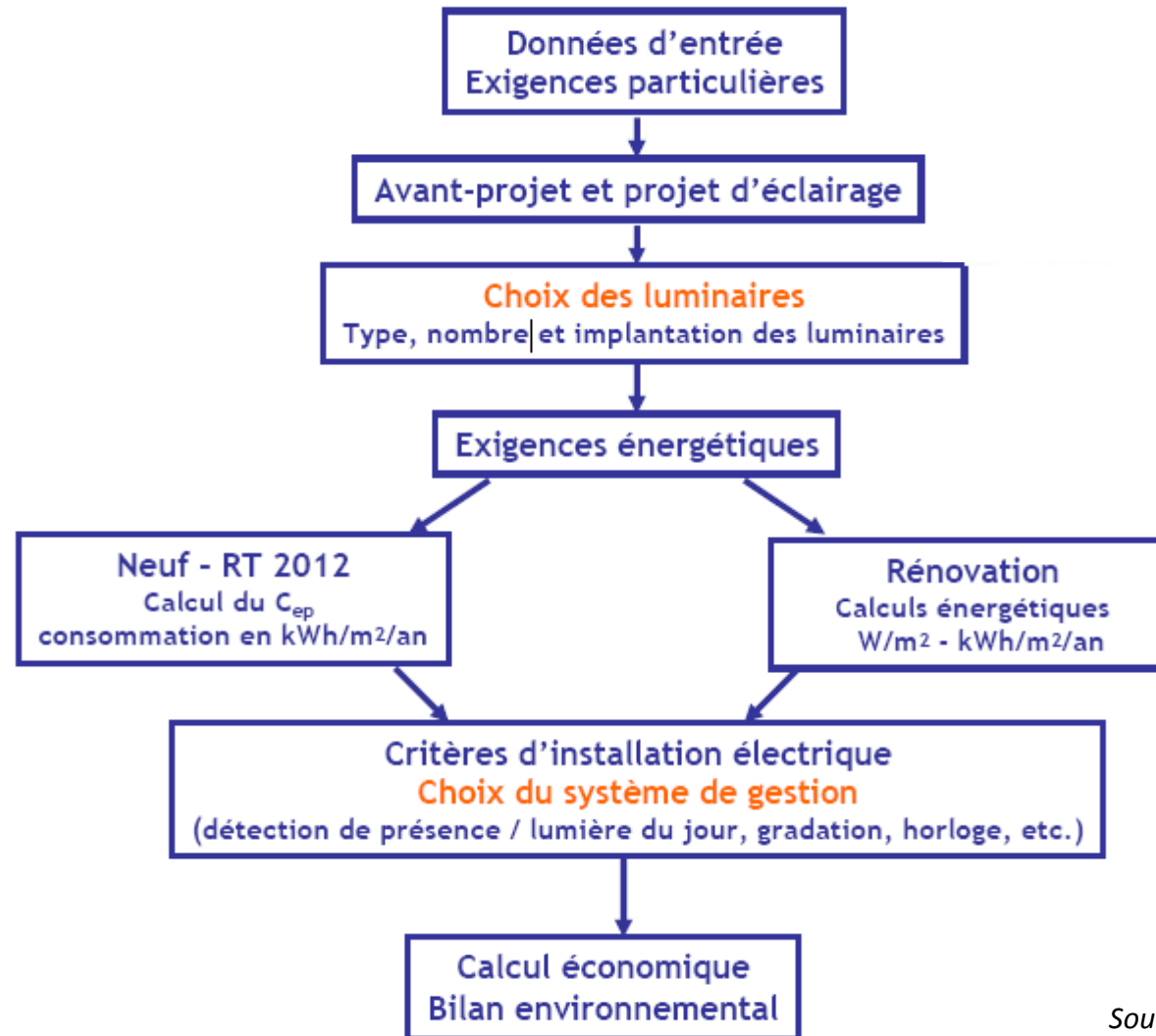
Filière lampes
13641 points de collecte
début 2011

Filière matériel

Une initiative de 5 syndicats professionnels
Un partenariat réunissant 12 organisations pro
78 Adhérents Fondateurs
Près de 150 Adhérents engagés
Un réseau de proximité de 3 000 points de collecte
Un challenge de 70 000 tonnes de DEEE Pro à collecter



5. Mode opératoire d'un projet



Source: AFE

5. Optimisation énergétique

Une équation à optimiser à travers le choix du matériel , dans le respect des normes

$$W = \frac{E \times S}{u \times M \times fe}$$

W = Puissance installée (W)

E = Eclairage moyen (lux) \Rightarrow norme d'éclairagisme


S = Surface (m²)

u = Facteur d'utilisation (EP : 0,3-0,5 - EI : 0,5-0,65)

M = Facteur de maintenance de l'installation



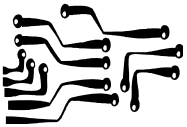

Fe = Efficacité lumineuse lampes (lm/W)

5. Eclairage d'un bureau de 20m²

		Type de luminaires			
		Luminaire A TF 4 x 18 W B2 Ferromagnétique	Luminaire B TF 4 x 18 W A2 Électronique	Luminaire C TF 4 x 14 W A2 Électronique	Luminaire D TF 4 x 14 W A1 Électronique à gradation
Projet d'éclairage	Flux (lm)	1 350	1 350	1 350	1 350
	U	0,62	0,62	0,70	0,70
	M	0,70	0,80	0,80	0,80
	Emoy à maintenir (lx)	470	535	605	6 à 605
Caractéris- tiques énergétiques	Puissance installée par luminaire (W)	88	73	62,3	60,5
	Consommation annuelle - kWh (2 500 h)	880 Base	730 - 17 %	623 - 29 %	311,5 - 65 %
	Puissance surfacique (W.m ⁻²)	17,6	14,6	12,5	12,1
	Efficienc énergétique (W. 100lx ⁻¹ .m ⁻²)	3,7 Base	2,7 - 27 %	2,05 - 45 %	2 - 46 %

Source: AFE

5. Exemples d'opportunités financières & de développement durable

	<u>Références:</u>	<u>Parc existant</u>	<u>Economies annuelles</u> <u>d'après calcul sur 10 ans</u>	<u>Indicateurs</u>
	Opportunité d'utiliser des lampes fluo-compactes ou LED au lieu d'ampoules à incandescence à l'occasion d'un relamping	100 lps 100W pour éclairage d'appoint de 100W	- 80% d'énergie - 93% de main d'œuvre - 3% de matériel - 81% de coût d'exploitation	Invest. 1000€ vs 50€ RSI < 1 an VAN 25k€ avec coût capital 8% -2,4t CO ² /an
	Opportunité d'utiliser des tubes Watt-Miser ou Eco au lieu de tubes standards à l'occasion d'un relamping	1000 tubes 18W pour 1000m ² de bureaux ou commerces	- 12% d'énergie - 67% de main d'œuvre - 61% de matériel - 35% de coût d'exploitation	Invest. 2150€ vs 1850€ RSI < 1 an VAN 30k€
	Opportunité de remplacer des luminaires encastrés 4 tubes 18W T8 std par des luminaires 3 tubes 14W T5 HE <i>Vs. ne rien faire</i>	250 luminaires pour 1200m ² de bureaux ou commerces	- 51% d'énergie - 80% de main d'œuvre - 73% de matériel - 56% de coût d'exploitation	Invest. 15k€ matériel & 6,5k€ installation RSI < 4 ans VAN 14k€ & TIR 17% -3,4t CO ² /an
	Opportunité d'utiliser 180 projecteurs iodures 20W ou LED au lieu de 250 projecteurs halogènes 71W à l'occasion d'un re-fitting (changement de luminaires)	250 projecteurs équipant un commerce	- 79% d'énergie - 69% de main d'œuvre +159% de matériel - 58% de coût d'exploitation	Invest. 26k€ vs 15k€ RSI < 2 ans VAN 24k€ & TIR 31% -5,7t CO ² /an
	Opportunité d'utiliser un ballast électronique A2/3 au lieu d'un ferromagnétique B1/2 dans un nouveau luminaire		-10 à - 25% d'énergie + 20% de matériel	RSI < 1/2 ans
	Opportunité d'utiliser un ballast électronique A1 avec les systèmes de commande/gestion ci-dessous, vs. utiliser une commande centrale:	Interrupteur et/ou horloge Gradation manuelle Détection présence Gradation & détection Gradation photosensible Détection & gradation photo	-10% d'énergie -20% -20% -30% -40% -50%	RSI <1 à 7 ans

5. Valorisation des produits, vecteur d'une image & outil de communication



ECLAIRER POUR MIEUX VENDRE...

PROMOUVOIR LES RESSORTS DE L'ÉMOTIVITÉ...

STIMULER L'ACHAT D'IMPULSION...

Réussite sociale

Prestige

Bien-être

Pouvoir

Noblesse

Exhibition

Association

Confort

Extériorisation

Excitation

Sécurisation

ECLAIRER POUR STRUCTURER LES ESPACES...

ORIENTER LE REGARD...

SCULPTER UNE AMBIANCE...

REFLETER VOTRE IMAGE...

Moderne

Conviviale

Bien gérée

Durable

Ambitieuse

Bien-être

Propre



www.genilum.fr

MERCI