

FORMATION BATIMENT DURABLE

ÉCLAIRAGE : CONCEPTION ET RÉGULATION

AUTOMNE 2022

Audit : évaluer le potentiel d'économie



Sophie HAINE
éCORCE
INGENIEUR CONSEILLER



- ▶ Réaliser un audit rapide d'une installation existante simple
 - Identifier les différents types de sources lumineuses
 - Evaluer la puissance installée
 - Poser un 1^{er} avis sur le confort visuel
- ▶ Etablir des pistes d'améliorations



DIAGNOSTIC/RELEVÉ

- ▶ **Puissance installée**
- ▶ Durée d'utilisation

AMÉLIORATIONS

- ▶ Des équipements
- ▶ De la régulation



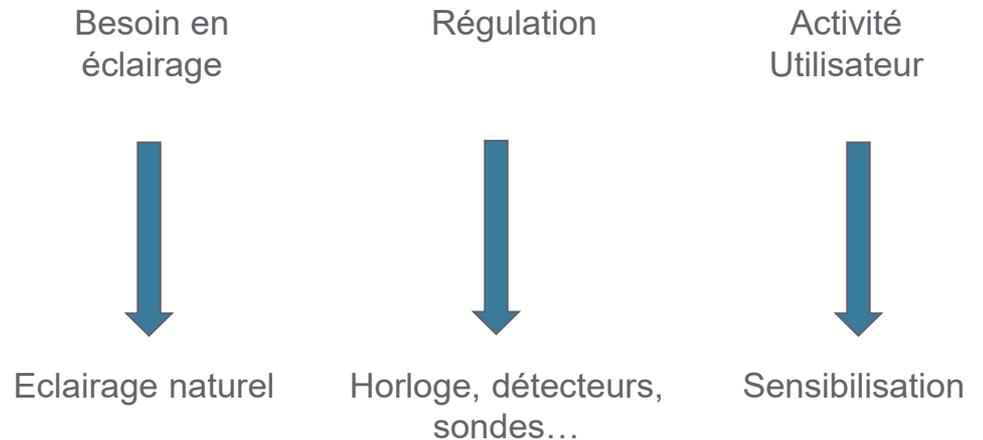
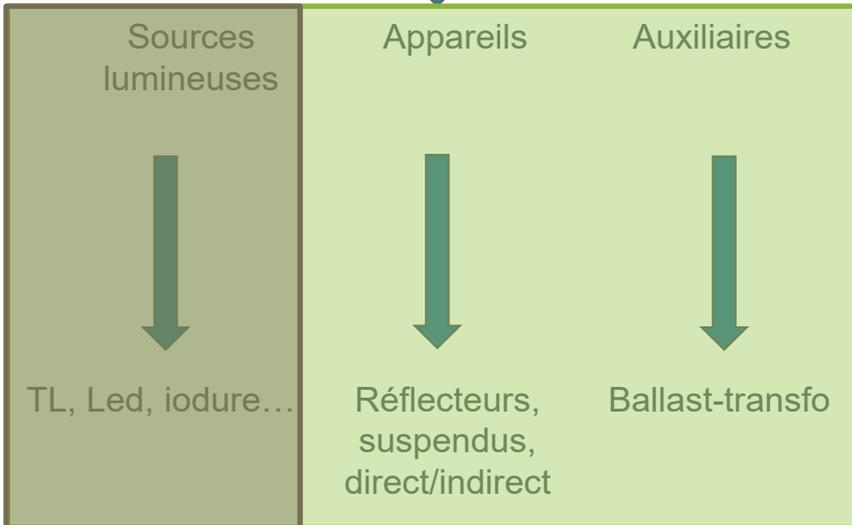
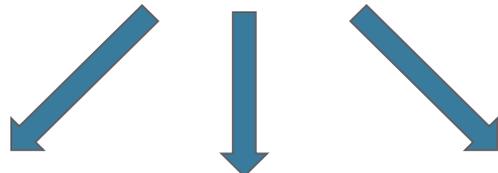
PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =

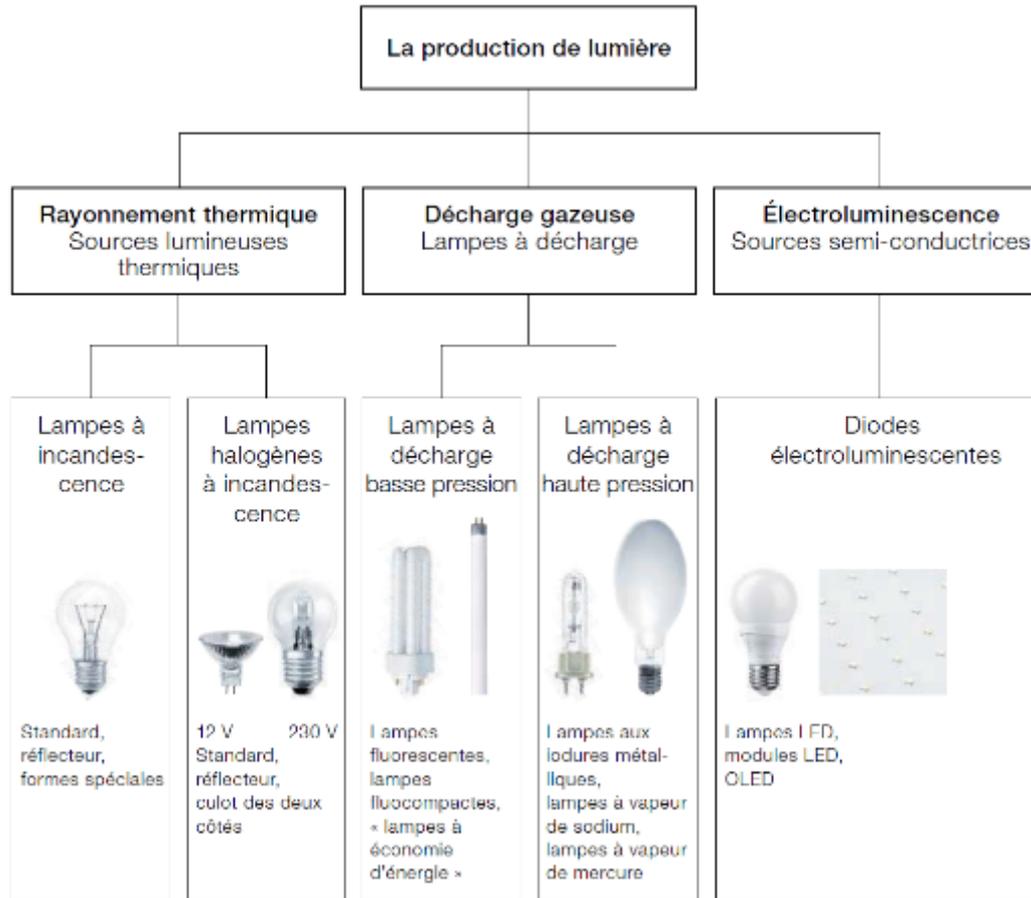
PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



Sources lumineuses



Source / Bron: Zumtobel



Sources lumineuses – Rayonnement thermique

- ▶ Lampes à incandescence

⇒ 15 à 150 W



Source/Bron : écorce

- ▶ Halogènes à incandescence

⇒ 20 à 500 W



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be

Sont amenées à disparaître progressivement (cfr J1)



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (basse pression)

- ▶ Lampes à décharge basse pression
 - Fluocompactes à culot à visser (les plus répandues)

- ⇒ **5 à 30 W**
- ⇒ **Ballast intégré (et donc compris)**



- Fluocompactes à culot à broches (plus professionnelles)

- ⇒ **5 à 120 W**
- ⇒ **+ ballast**



PUISSANCE INSTALLÉE

Sources lumineuses – Décharge gazeuse (basse pression)

▶ Tubes fluorescents

- La puissance est toujours inscrite sur le tube mais ce n'est pas toujours évident de la lire
- 3 diamètres – 16/26/38 mm

↓
N'existe pratiquement plus

- Plusieurs longueurs pour un même diamètre



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be

⇒ Lorsque l'inscription n'est pas visible, le diamètre et la longueur du tube permet parfois de pouvoir en déduire sa puissance



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (basse pression)

- ▶ Tubes fluorescents



Dénominations	D [mm]	Longueurs [cm]	Puissance [W]
T12 ou T38  N'existe pratiquement plus	38	59	20
		120	40
		150	65
T8 ou T26 	26	59	18
		120	36
		150	58
T5 ou T16 	16	55	14 et 24
		85	21 et 39
		115	28 et 54
		145	35, 45 et 80

Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (basse pression)

- ▶ Sodium basse pression
 - lumière monochromatique jaune-orangée
 - haute efficacité lumineuse mais mauvais IRC



⇒ **35 à 180 W**

⇒ **+ ballast**



Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : <http://routes.wallonie.be>



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (haute pression)

► Halogénures (iodures) métalliques

- Tube à décharge en quartz

⇒ **70 à 2000 W**

⇒ **+ ballast**

- À bruleur céramique

⇒ **20 à 150 W**

⇒ **+ ballast**



Source/Bron : <http://phozagora.free.fr>



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (haute pression)



- ▶ Sodium haute pression

⇒ 2 - 3 minutes pour atteindre flux lumineux nominal

⇒ 70 à 400 W + ballast

- Modèle tubulaire

⇒ tube à arc en céramique de couleur blanche



Source/Bron : Trilux

Source/Bron : www.energieplus-lesite.be

- Modèle à bulbe ellipsoïde

⇒ poudre tapisse la paroi intérieure ce qui la rend opaline



Sources/Bronnen :
www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : <http://phozagora.free.fr>



Sources lumineuses – Décharge gazeuse (haute pression)

- ▶ Mercure haute pression
 - Surtout utilisé en éclairage public
 - Efficacité lumineuse, IRC, durée de vie faibles
 - Défavorable pour l'environnement



⇒ **50 à 1000 W**

⇒ **+ ballast**

⇒ **poudre tapisse la paroi intérieure ce qui la rend opaline**

⇒ **lumière violacée-rosâtre au démarrage et bleuâtre-verdâtre en fonctionnement (accentué en photo)**



Source/Bron : www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : écorce

Modèles avec rendement faible interdits à la vente



Sources lumineuses – Electroluminescence

- ▶ LED
 - Lampe Led

⇒ **0.2 à 100 W**



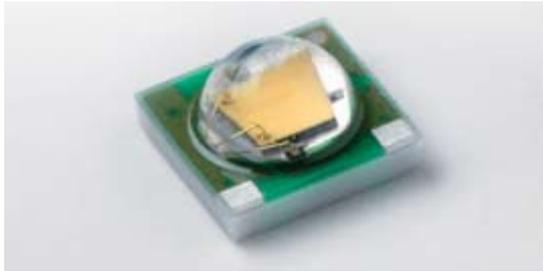
Sources/Bronnen : Ampoule LED



Sources lumineuses – Electroluminescence

- ▶ LED
 - Module LED

⇒ De 70 mW à 90 W



Sources/Bronnen : ETAP



Source/Bron : ETAP



Source/Bron : CSTC



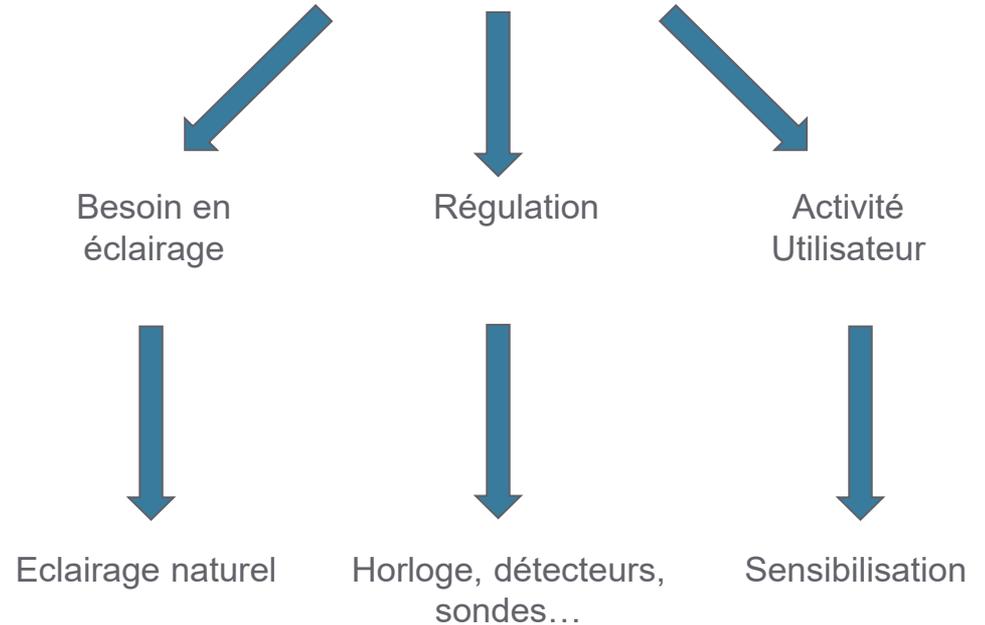
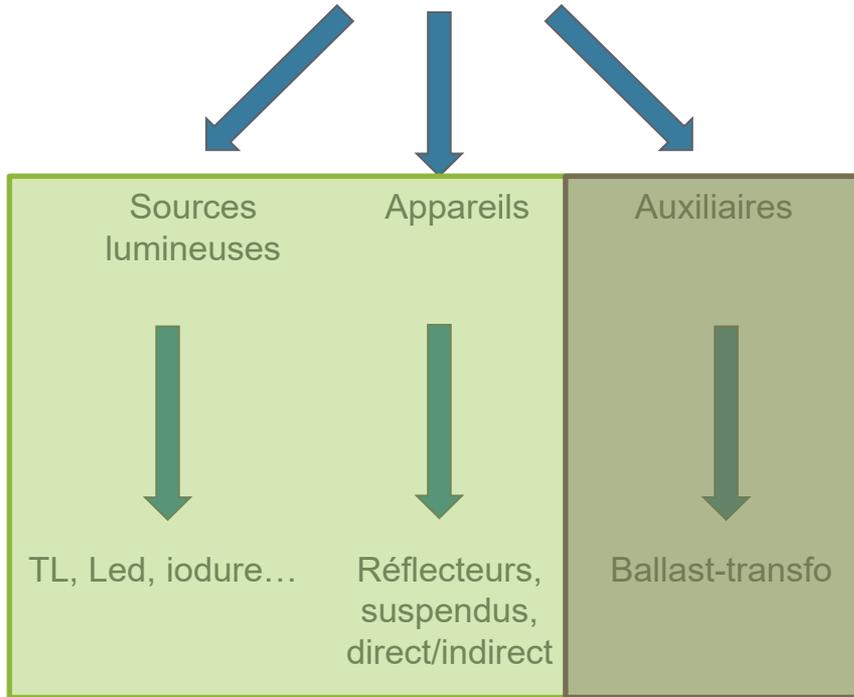
PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



Auxiliaires – ballast

► On distingue :

- Ballast électromagnétique

⇒ Starter à coté de la lampe

⇒ Bruit et clignotement à l'allumage (à froid!)



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



Source/Bron : écorce

- Ballast électronique



Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be



Auxiliaires – ballast

- ▶ Données de puissances pour les ballasts en fonction des sources lumineuses :
 - Fluocompactes www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17493
 - Fluorescentes www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10748#c3256
 - Sodium basse pression www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17543
 - Halogénures métalliques www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17513
 - Sodium haute pression www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17523
 - Mercure haute pression www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17533



Auxiliaires – ballast TL



	Puissance lampe [W]	Puissance lampe + ballast [W]	
		Ballast électronique	Ballast électromagnétique
T8	18	19	28
	36	36	45
	58	55	70
T5	14	17	-
	24	26	-
	28	32	-
	35	39	-
	39	43	-
	49	55	-
	54	60	-
	80	88	-

Extrait du guide du CELMA
(Annexe 1 : Circuit ballast-
lampe relevant du domaine
de l'application de la
Directive 2000/55/CE)

Source/Bron :
www.energieplus-lesite.be



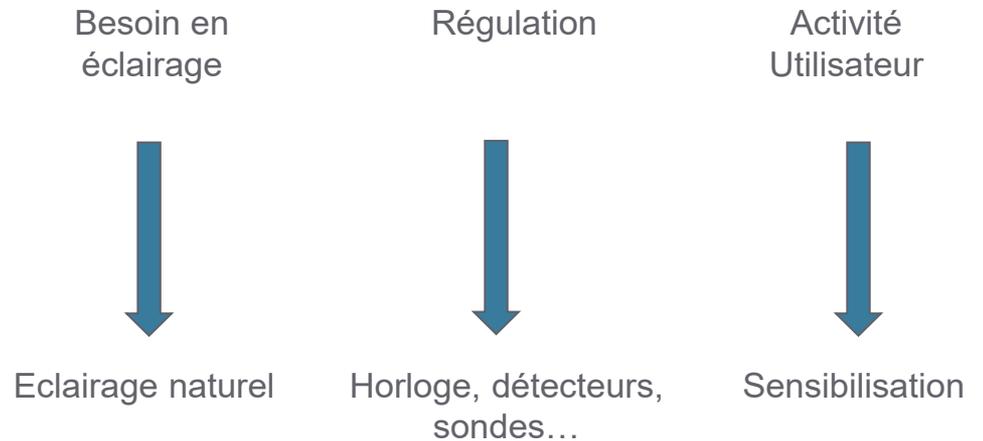
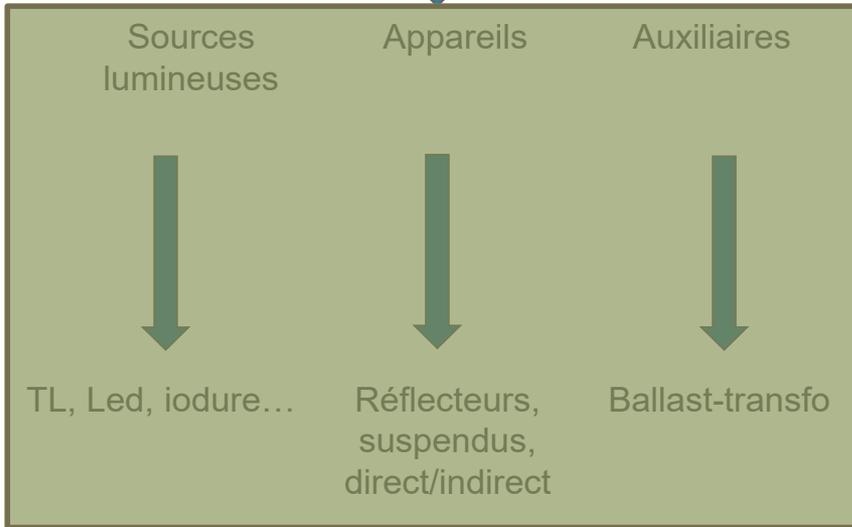
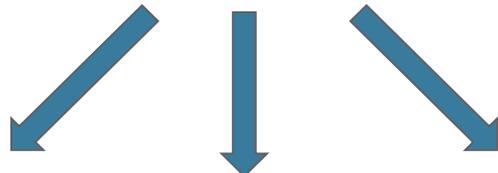
PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



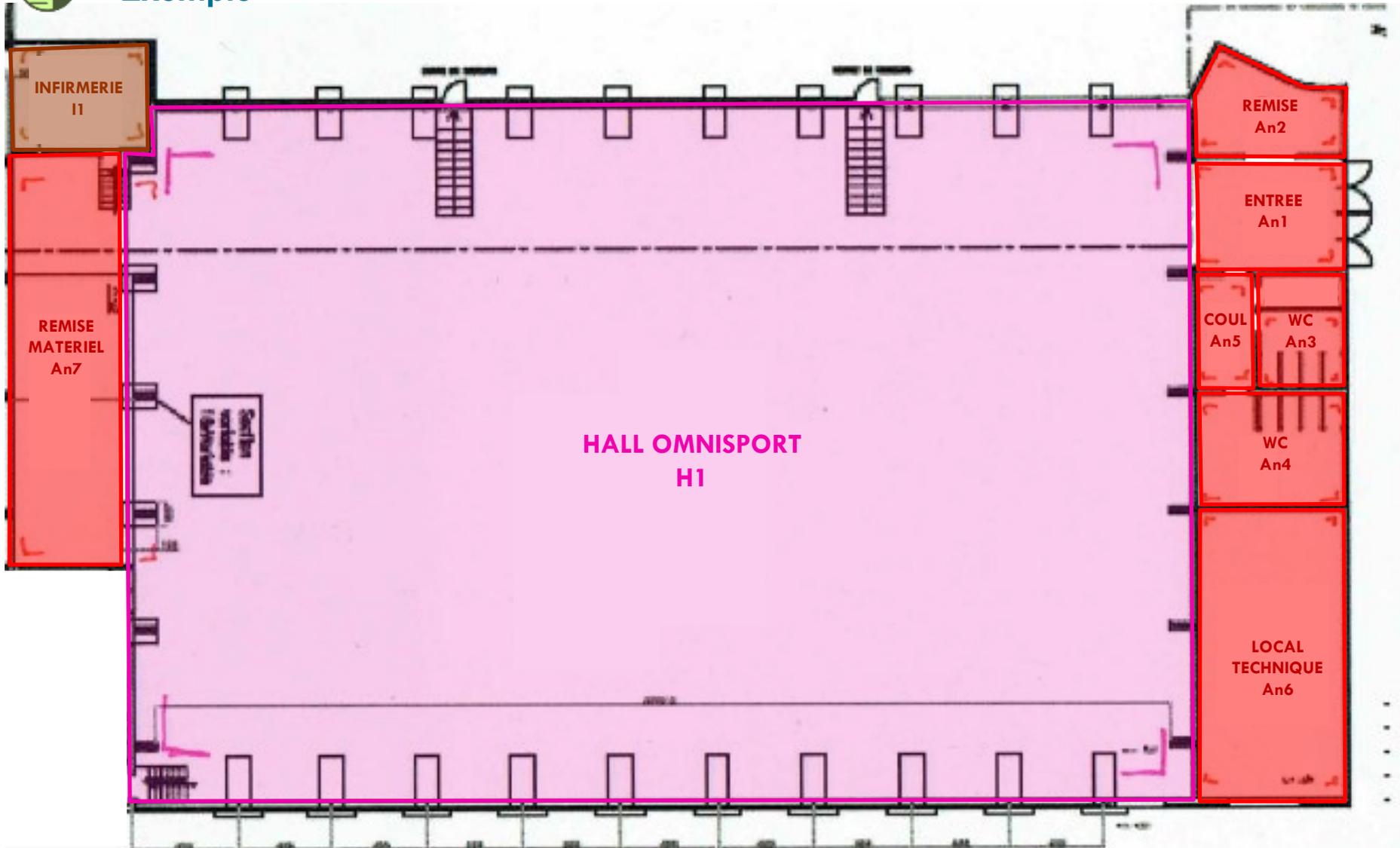
Puissance totale

- ▶ Relevé complet des différents types de luminaires présents dans le bâtiment par local
 - Source lumineuse et puissance
 - Type d'appareil
 - Auxiliaires
- ▶ Ne pas prendre en compte
 - Eclairage mobile
 - Signaux des sorties de secours
 - Eclairage des sorties de secours
 - Eclairage des cabines et cages d'ascenseur





Exemple





Exemple

- ▶ H1 – Hall Omnisport





Exemple

- ▶ H1 – Hall Omnisport

TYPE	Détail	Puissance de la lampe [W]	Puissance de la lampe + ballast* [W]
TYPE 5 : Projecteur			
			
	2x ampoule à décharge à haute intensité	500W Puissance estimée et non relevée sur place	552W
	2x ampoule à décharge à haute intensité	333W Puissance estimée et non relevée sur place	368W





Exemple

- ▶ An3 – WC





Exemple

- ▶ An3 – WC

TYPE	Détail	Puissance de la lampe [W]	Puissance de la lampe + ballast* [W]
TYPE 2 : Armature avec opalin - T8 + ballasts magnétiques			
			
	1 x T8 - 150cm	58W	70W
			
	2 x T8 - 150cm	116W	140W



Besoin en éclairage – Confort

- ▶ Evaluation de l'éclairage naturel via des mesures ponctuelles sur place (à l'aide d'un luxmètre).

L'objectif de cette évaluation est double :

- Évaluer le niveau d'éclairement moyen obtenu à l'aide de l'éclairage naturel et identifier les éventuelles situations d'inconfort visuel ;
- Étudier l'intérêt d'une meilleure prise en compte des apports de lumière naturelle.





Exemple

- Calcul puissance totale

Caractéristique du local		Caractéristiques des équipements			Résultats		Eval. du confort		
Dénomination	Surface	Nbre [pce]	Type d'appareil et Puissance par appareil*		Puissance totale		Écl. artificiel Niveau d'éclairage	Écl. naturel Intérêt d'une régulation?	
	[m ²]			[W]	[W]	[W/m ²]			
Hall omnisport									
H1 - Hall omnisport	1272	12	Type 5	2x ampoule à décharge à haute intensité	552	9708	8	270 à 900 lux	non
		8	Type 5	2x ampoule à décharge à haute intensité	368				
		2	Type 2	1 x T8 - 150cm	70				
Annexes Hall									
An1 - Entrée	28	2	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	280	10		++
An2 - Remise	4	1	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	140	32		non
An3 - WC1	11	2	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	350	31		non
		1	Type 2	1 x T8 - 150cm	70				
An4 - WC2	28	4	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	560	20		non
An5 - Couloir	12	2	Type 2	1 x T8 - 150cm	70	140	12		non
An6 - Local technique	72	4	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	560	8		non
An7 - Remise matériel	82	9	Type 2	2 x T8 - 150cm	140	1260	15		non
TOTAL	1509					12998	9		



DIAGNOSTIC/RELEVÉ

- ▶ Puissance installée
- ▶ **Durée d'utilisation**

AMÉLIORATIONS

- ▶ Des équipements
- ▶ De la régulation



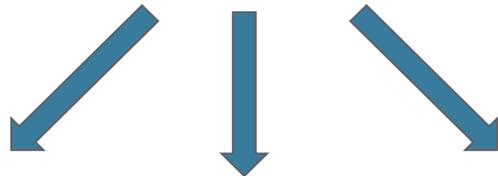
DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



Sources lumineuses

Appareils

Auxiliaires



TL, Led, iodure...

Réflecteurs, suspendus, direct/indirect

Ballast-transfo



Besoin en éclairage

Régulation

Activité Utilisateur



Eclairage naturel

Horloge, détecteurs, sondes...

Sensibilisation



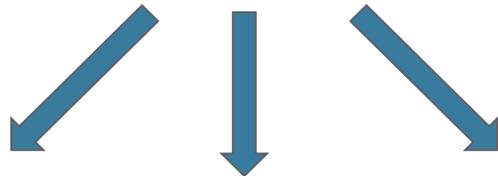
DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



Sources lumineuses

Appareils

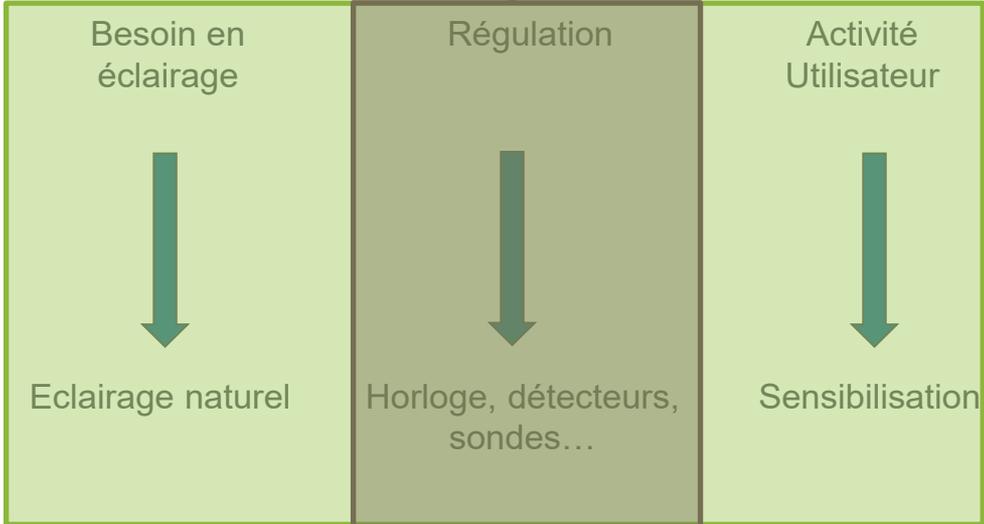
Auxiliaires



TL, Led, iodure...

Réflecteurs, suspendus, direct/indirect

Ballast-transfo



Scenarii

- ▶ Hypothèses d'occupation liées à des scénarios d'allumage/extinction de l'éclairage
 - Check visuel sur place
 - ▶ Horaire d'ouverture?
 - ▶ Commande? Détecteur?
 - ▶ État le jour de la visite? (vision partielle...)
 - ▶ ...
 - Échanges avec les occupants
 - ▶ le gestionnaire,
 - ▶ les utilisateurs,
 - ▶ le personnel d'entretien
 - ▶ ...

⇒ **Objectif : définir un scénario plausible**





Exemple

- ▶ Check visuel
 - Dans les locaux non accessibles au public : régulation via interrupteur ON/OFF
 - Dans les locaux accessibles au public : tableau de commande manuel dans le local des surveillants.



- ▶ Selon échanges :
 - Allumage de l'ensemble des locaux à l'arrivée du service d'entretien
 - Extinction à la fermeture de la salle





Exemple

- ▶ Selon échanges :
 - Horaires
 - ▶ Lu/Ma/Me/Je/Ve : De 8h00 à 23h00
 - ▶ Sa : De 9h00 à 22h30
 - ▶ Di : 9h00 à 21h00
 - Fonctionnement annuel
 - ▶ Année complète sauf 10 jours fériés légaux → 355 jours/an
 - ▶ Points d'attention
 - Horaire affiché = horaire public d'ouverture
Parfois (souvent?) ≠ du temps de fonctionnement de l'installation
Club sportif? Personnel entretien? ...
- ⇒ **TOTAL = $[(23-8)*5+(22,5-9)+(21-9)]/7$
= 14,4h/jour en moyenne**



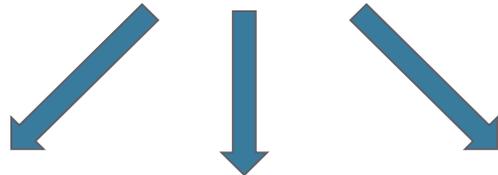
DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de



Sources lumineuses

Appareils

Auxiliaires



TL, Led, iodeure...

Réflecteurs, suspendus, direct/indirect

Ballast-transfo



Besoin en éclairage

Régulation

Activité Utilisateur



Eclairage naturel

Horloge, détecteurs, sondes...

Sensibilisation



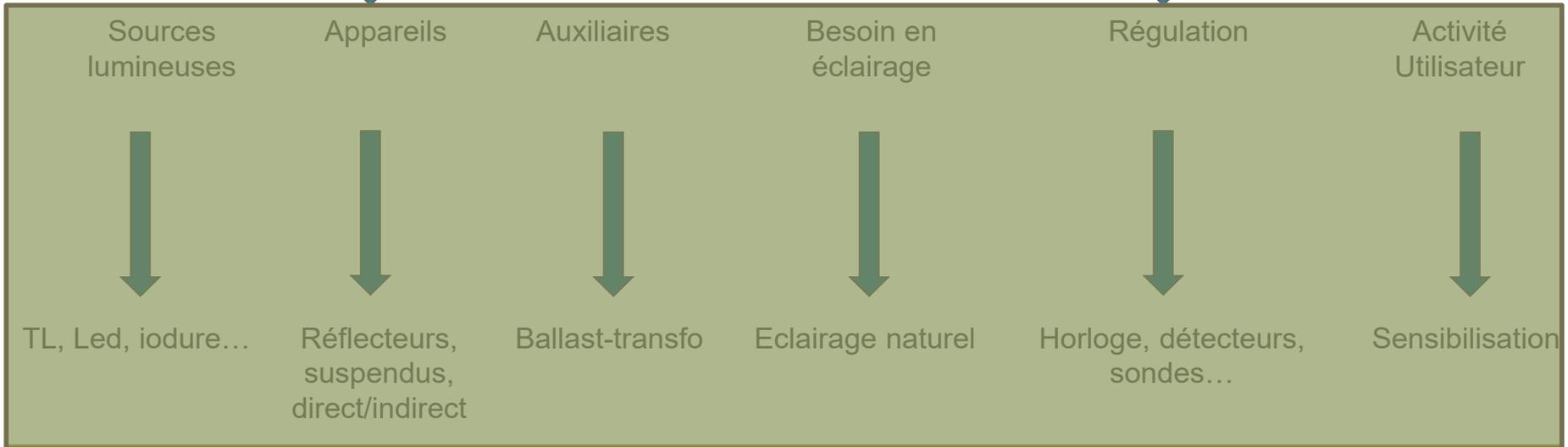
DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE [kW]
fonction de



DUREE D'UTILISATION [h]
fonction de





Exemple : Résultats

Zones	Surface	Puissance	Temps d'utilisation journalier moyen	Consommation annuelle
Hall omnisport	1272 m ²	9708 W	14,4h selon horaire défini	49 480 kWh/an
Annexes Hall	238 m ²	3290 W	14,4h selon horaire défini	16 768 kWh/an

TOTAL

66248 kWh/an

ce qui correspond à 32% de la consommation électrique moyennée sur 3 ans



Analyse

- ▶ Puissance installée?
 - Au global
 - Au prorata des surface?

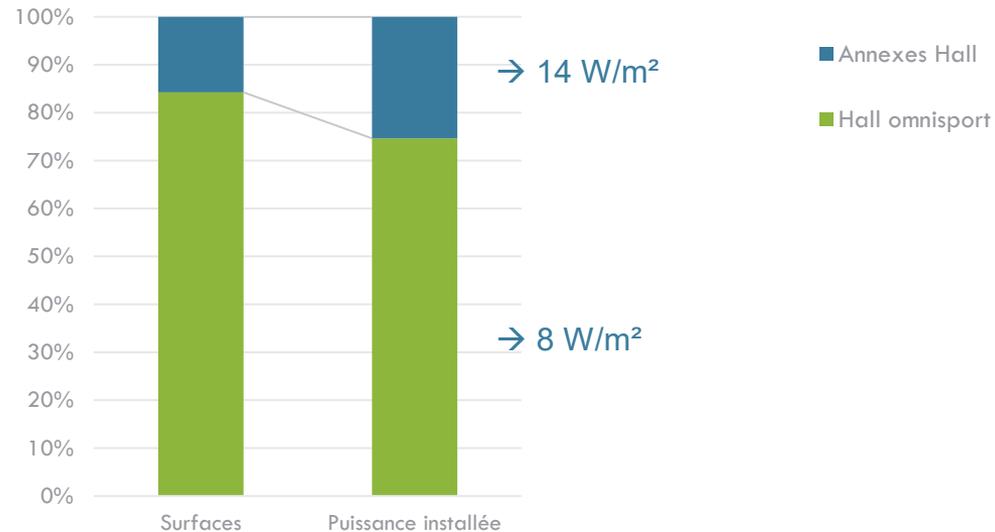
- ▶ Régulation?





Analyse - Exemple

- ▶ Puissance installée?
 - Au global 9W/m^2
 - Au prorata des surface? Voir graphique
- ▶ Régulation? Temps de fonctionnement de 14,4 h/jour → important!



DIAGNOSTIC/RELEVÉ

- ▶ Puissance installée
- ▶ Durée d'utilisation

AMÉLIORATIONS

- ▶ **Des équipements**
- ▶ De la régulation



Peut-on améliorer le matériel en place?

- ▶ Appareil = complexe (sauf l'entretien...)
- ▶ Source ?
- ▶ Ballast ?

Critères de choix des nouveaux appareils

- ▶ Technologie performante (objectif de diminution des consommations)
- ▶ Respect des critères de confort (NBN EN 12464 ou autres)
- ▶ Choix adapté à la fonction
 - Durée de vie ?
 - Résistance ?





Exemple

► Peut-on améliorer le matériel en place?

- Appareil : non

- Source :

- ▶ Hall : non

- ▶ Locaux annexes :

Remplacement des T8 par des T5?

→ non pertinent dans ce cas

Remplacement des T8 par des T8 eco ?

→ non pertinent dans ce cas

- Ballast : Remplacement de ballasts électromagnétiques par des ballasts électroniques ?

→ non pertinent dans ce cas (peu rentable et sans impact sur le confort des occupants)





Exemple

- ▶ Choix des nouveaux appareils
 - Hall omnisport : Technologie LED avec :
 - ▶ efficacité importante (>120 lm/W)
 - ▶ haut flux lumineux et distribution large (courbe photométrique adaptée), ce qui limite le nombre d'appareils à placer.
 - ▶ durée de vie importante (≥ 50.000 h), réduisant les fréquences de remplacement (sur des appareils situés en hauteur.)
 - ▶ (+ DIALUX pour pré-étudier une nouvelle implantation)





Exemple

- ▶ Choix des nouveaux appareils
 - Autres locaux : Technologie LED ou T5
 - ▶ Optique des luminaires choisie de manière à limiter le risque d'éblouissement



DIAGNOSTIC/RELEVÉ

- ▶ Puissance installée
- ▶ Durée d'utilisation

AMÉLIORATIONS

- ▶ Des équipements
- ▶ **De la régulation**

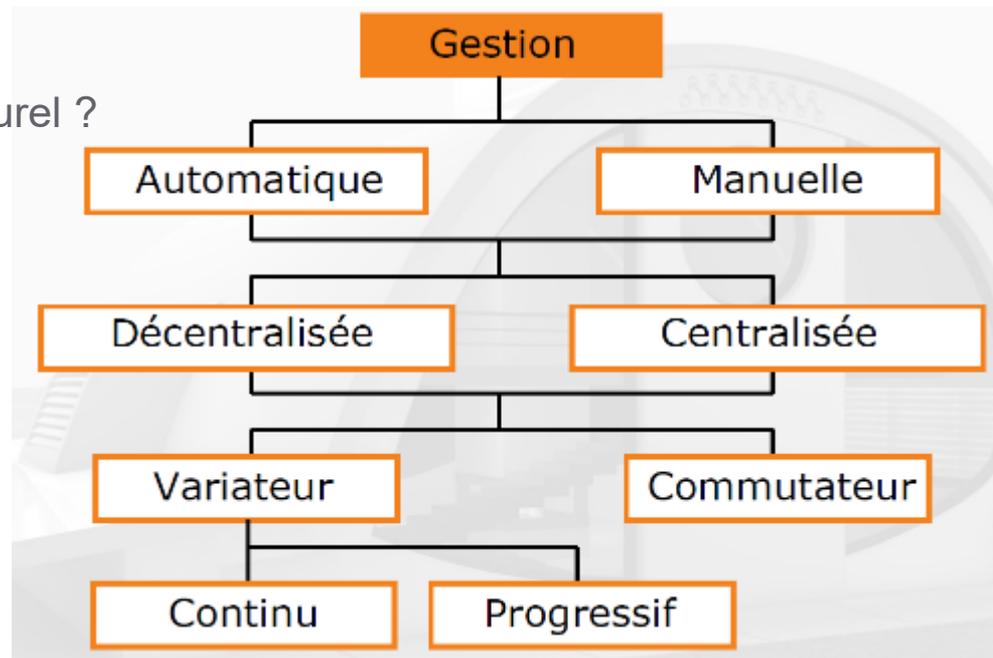


Peut-on améliorer la régulation en place?

- ▶ Sensibilisation des occupants?
- ▶ Compatibilité avec les appareils existants?

Critères de choix d'une nouvelle régulation

- ▶ Usage ?
- ▶ Gestionnaire ?
- ▶ Présence éclairage naturel ?





Exemple

► Impact énergétique

Améliorations	Investissement [€TVAC]	Eclairage	
		Impact sur la consommation	Economie en électricité [kWh]
AM1 Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie T5 (39W ou 2*39W, yc ballast)	6 050 €	18%	11 799
AM1 bis Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie LED (30W)	7 563 €	20%	12 946
AM2 Remplacement des luminaires du Hall Omnisport Technologie LED (30*105W)	44 407 €	50%	33 425
COMBI 1 : AM1 + AM2 Relighting complet	50 457 €	68%	45 224
COMBI 2 : AM1 + AM2 + Régulation Relighting complet + DP dans locaux annexe	51 800 €	70%	46 466

Economie annuelle	Temps de retour simple [années]
1 885 €	3,21
2 069 €	3,66
5 341 €	8,31
7 227 €	6,98
7 425 €	6,98





- ▶ La technologie de l'éclairage a évolué fortement ces dernières années → potentiel d'économie important dans les bâtiments qui n'ont pas connus de relighting depuis 10-15ans.
- ▶ La 1^{er} partie d'un audit (diagnostic) doit permettre de détecter les gaspillages ET les situations d'inconfort.
- ▶ La 2nd partie d'un audit (améliorations) doit prendre en compte les spécificités du projet (géométrie, usage, etc) pour dégager un potentiel d'économie.
- ▶ Dans certains cas, des primes peuvent être disponibles (fonction de la région, de l'affectation, etc)
- ▶ Audit d'éclairage ≠ étude d'éclairage ≠ diagnostic (et mise en conformité) d'une installation électrique





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème Energie
 - [Dossier | Optimiser l'éclairage artificiel](#)
 - [Dossier | Limiter les charges thermiques](#)
- ▶ Thème Bien-être, confort et santé
 - [Dossier | Assurer le confort visuel au moyen de la lumière naturelle](#)



Sites internet

- ▶ Architecture et climat, UCL, Energie+, Service Public de Wallonie, DGO4
<http://www.energieplus-lesite.be/>
- ▶ Centre Scientifique et Technique de la Construction CSTC
<http://www.cstc.be>



Ouvrages

- ▶ Code de Bonne pratique en Eclairage intérieur, IBE-BIV



Sophie HAINE

Ingénieur projet

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

