FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ÉCLAIRAGE : CONCEPTION ET RÉGULATION

PRINTEMPS 2021

Audit : évaluer le potentiel d'économie

Pierre WILLEM
écorce

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

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

TABLE DES MATIÈRES

DIAGNOSTIC/RELEVÉ

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

AMÉLIORATIONS

- Des équipements
- De la régulation

4 PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE
[kW]
fonction de

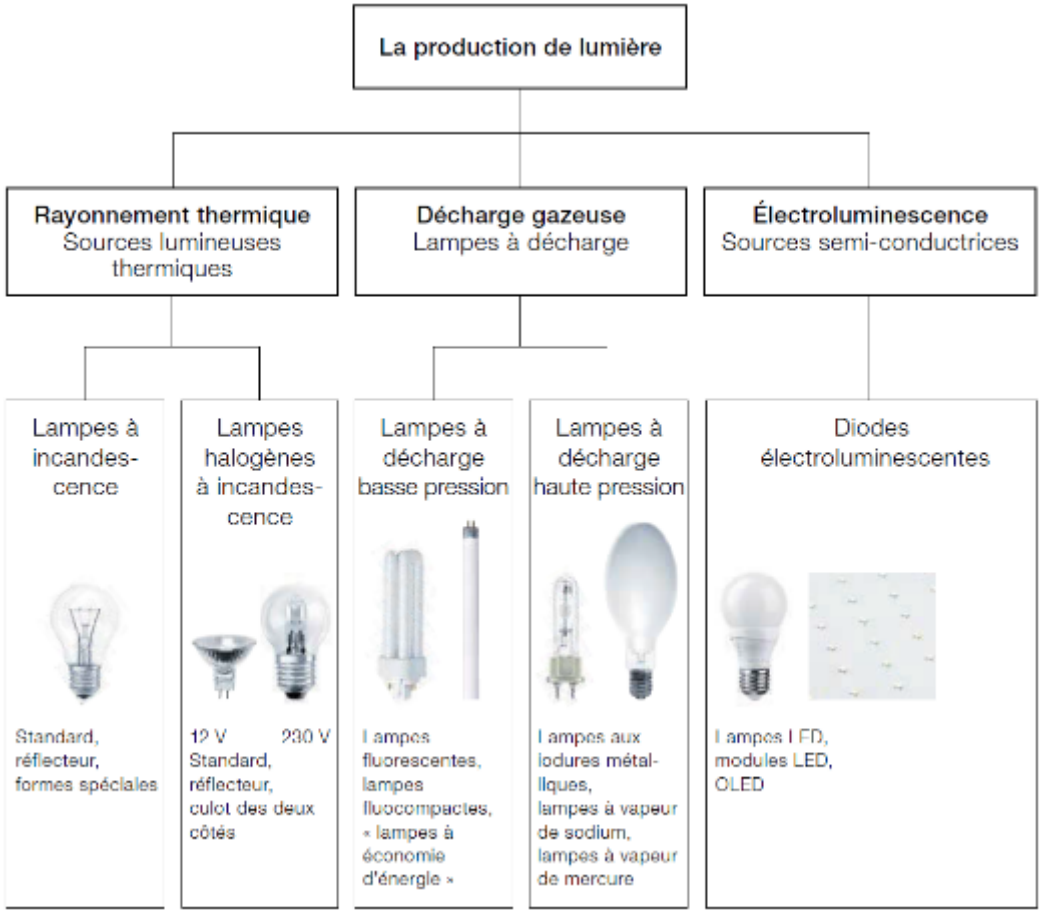
- Sources lumineuses → TL, Led, iodure…
- Appareils → Réflecteurs, suspendus, direct/indirect
- Auxiliaires → Ballast-transfo

DUREE D'UTILISATION
[h]
fonction de

- Besoin en éclairage → Eclairage naturel
- Régulation → Horloge, détecteurs, sondes…
- Activité Utilisateur → Sensibilisation

5 PUISSANCE INSTALLÉE

Sources lumineuses



Source / Bron: Zumtobel

6 PUISSANCE INSTALLÉE

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)

7 PUISSANCE INSTALLÉE

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**

Sources/Bronnen : www.energieplus-lesite.be

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

12

PUISSANCE INSTALLÉE

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 : www.energieplus-lesite.be

⇨

Source/Bron : Trilux

  - 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

PUISSANCE INSTALLÉE

Sources lumineuses – Electroluminescence

- LED
  - Lampe Led

⇨ **0.2 à 100 W**

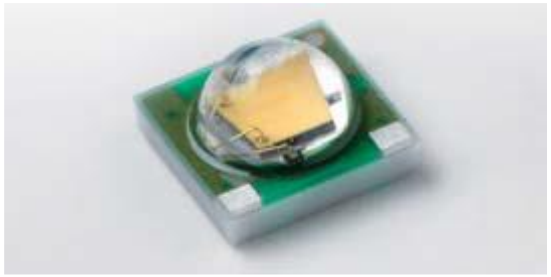
Sources/Bronnen : Ampoule LED

PUISSANCE INSTALLÉE

Sources lumineuses – Electroluminescence

- LED
  - Module LED

⇨ **De 70 mW à 90 W**



Sources/Bronnen : ETAP

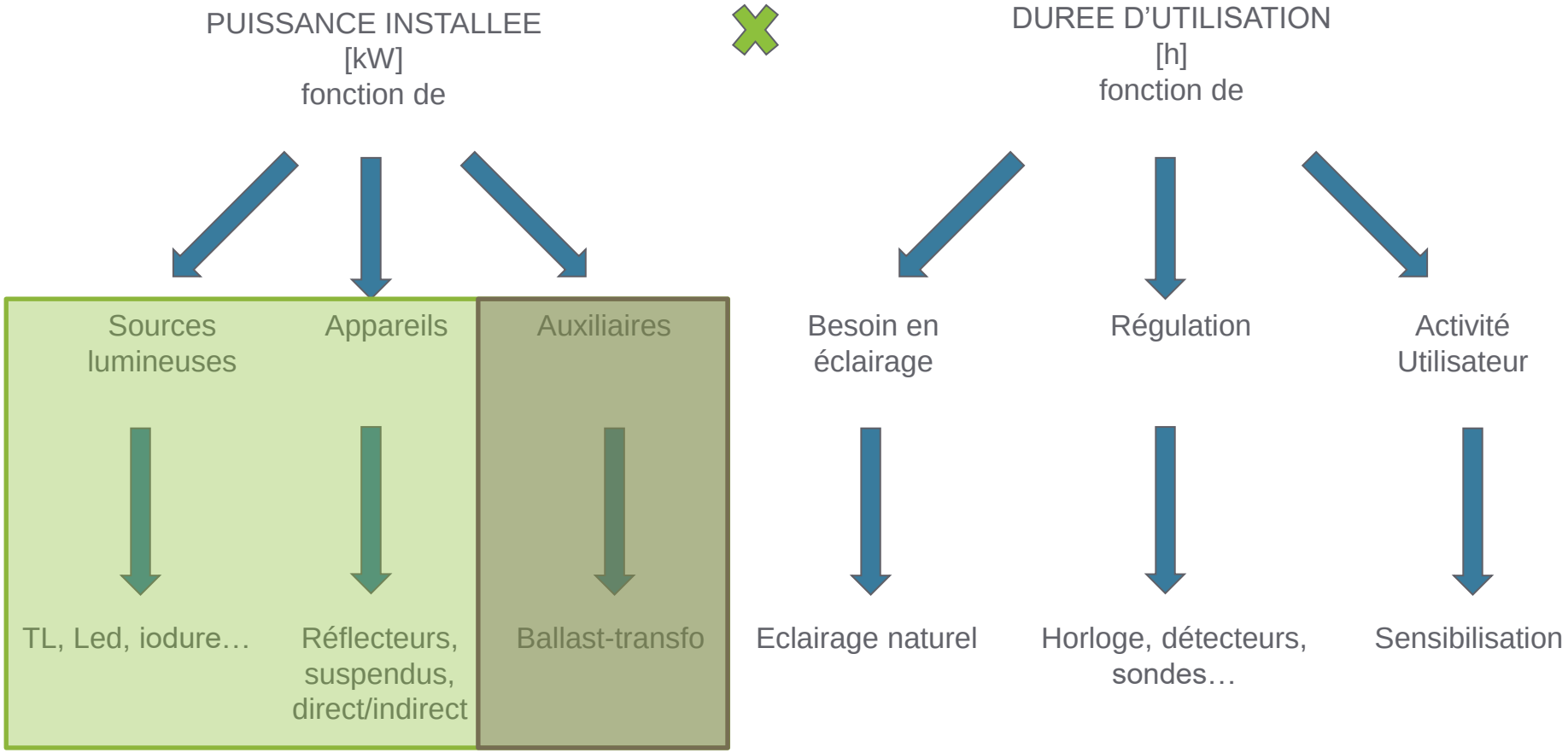
Source/Bron : ETAP

Source/Bron : CSTC

16

PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =



PUISSANCE INSTALLÉE

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

PUISSANCE INSTALLÉE

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

20

PUISSANCE INSTALLÉE

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE
[kW]
fonction de

Sources lumineuses → TL, Led, iodure…

Appareils → Réflecteurs, suspendus, direct/indirect

Auxiliaires → Ballast-transfo

×

DUREE D'UTILISATION
[h]
fonction de

Besoin en éclairage → Eclairage naturel

Régulation → Horloge, détecteurs, sondes…

Activité Utilisateur → Sensibilisation

PUISSANCE INSTALLÉE

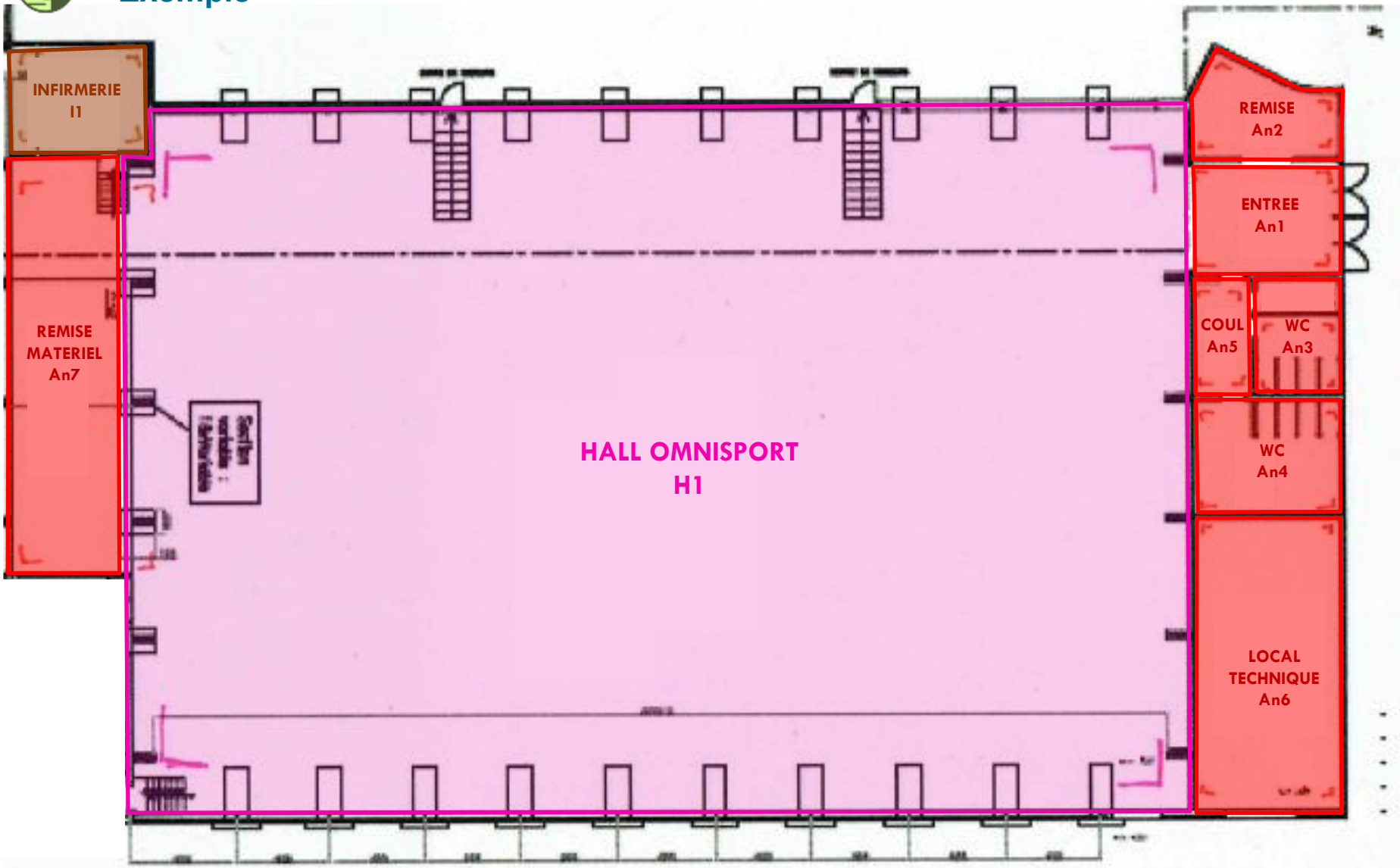
Puissance totale

- 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

22

PUISSANCE INSTALLÉE

Exemple



PUISSANCE INSTALLÉE

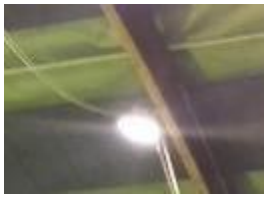
Exemple

- H1 – Hall Omnisport

PUISSANCE INSTALLÉE

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

25

PUISSANCE INSTALLÉE

Exemple

- An3 – WC

PUISSANCE INSTALLÉE

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

PUISSANCE INSTALLÉE

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.

28

PUISSANCE INSTALLÉE

Exemple

- Calcul puissance totale

Caractéristique du local		Caractéristiques des équipements			Résultats		Eval. du confort	
Dénomination	Surface	Nbre	Type d'appareil et Puissance par appareil*		Puissance totale		Écl. artificiel Niveau d'éclairement	Écl. naturel Intérêt d'une régulation?
	[m²]	[pce]		[W]	[W]	[W/m²]		

TABLE DES MATIÈRES

DIAGNOSTIC/RELEVÉ

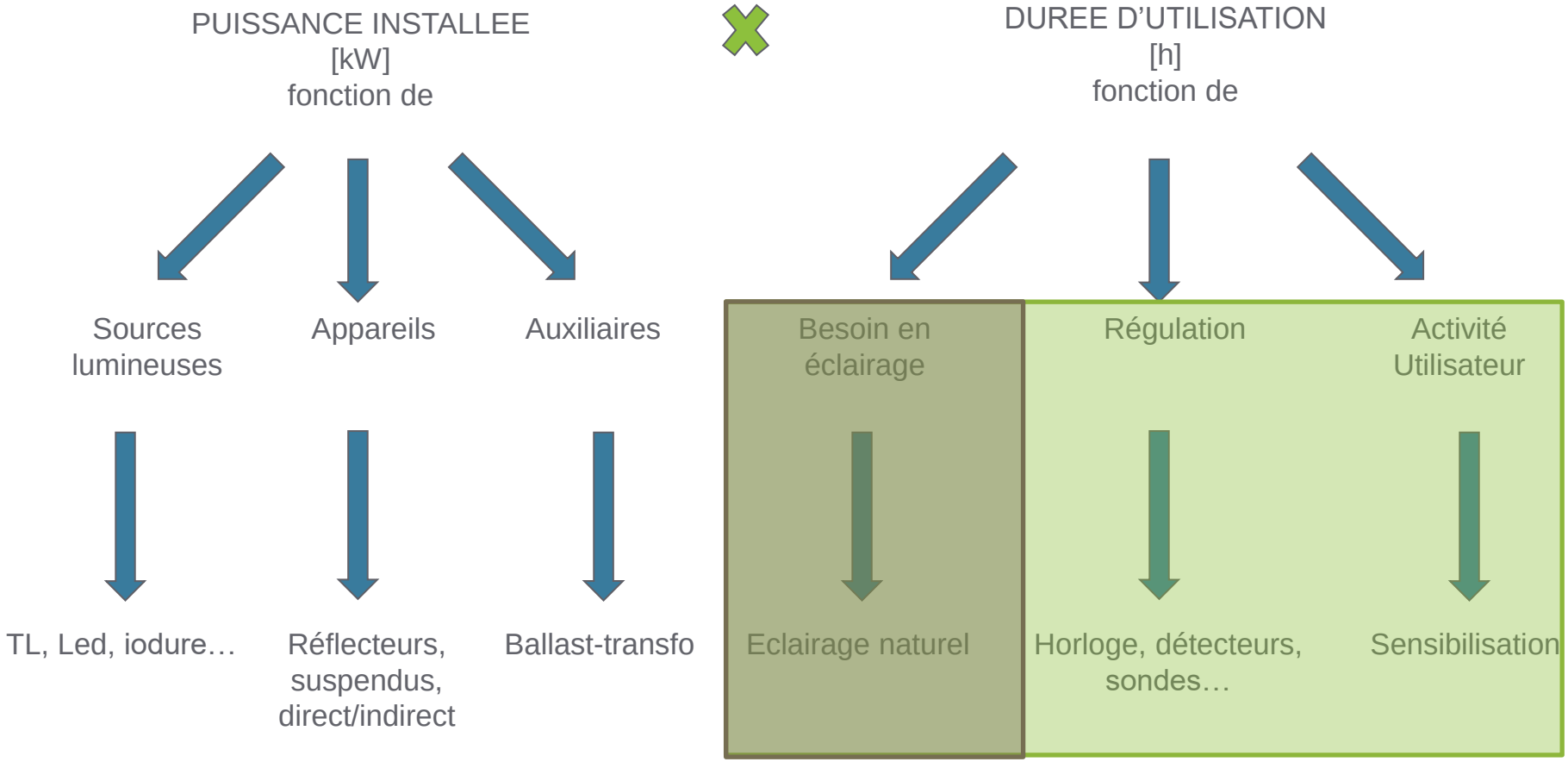
- Puissance installée
- **Durée d'utilisation**

AMÉLIORATIONS

- Des équipements
- De la régulation

DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =



DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =

PUISSANCE INSTALLEE
[kW]
fonction de

Sources lumineuses → TL, Led, iodure…

Appareils → Réflecteurs, suspendus, direct/indirect

Auxiliaires → Ballast-transfo

×

DUREE D'UTILISATION
[h]
fonction de

Besoin en éclairage → Eclairage naturel

Régulation → Horloge, détecteurs, sondes…

Activité Utilisateur → Sensibilisation

DURÉE D'UTILISATION

Scenarii

- Hypothèses d'occupation liées à des scenarios 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 scenario plausible**

DURÉE D'UTILISATION

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

DURÉE D'UTILISATION

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

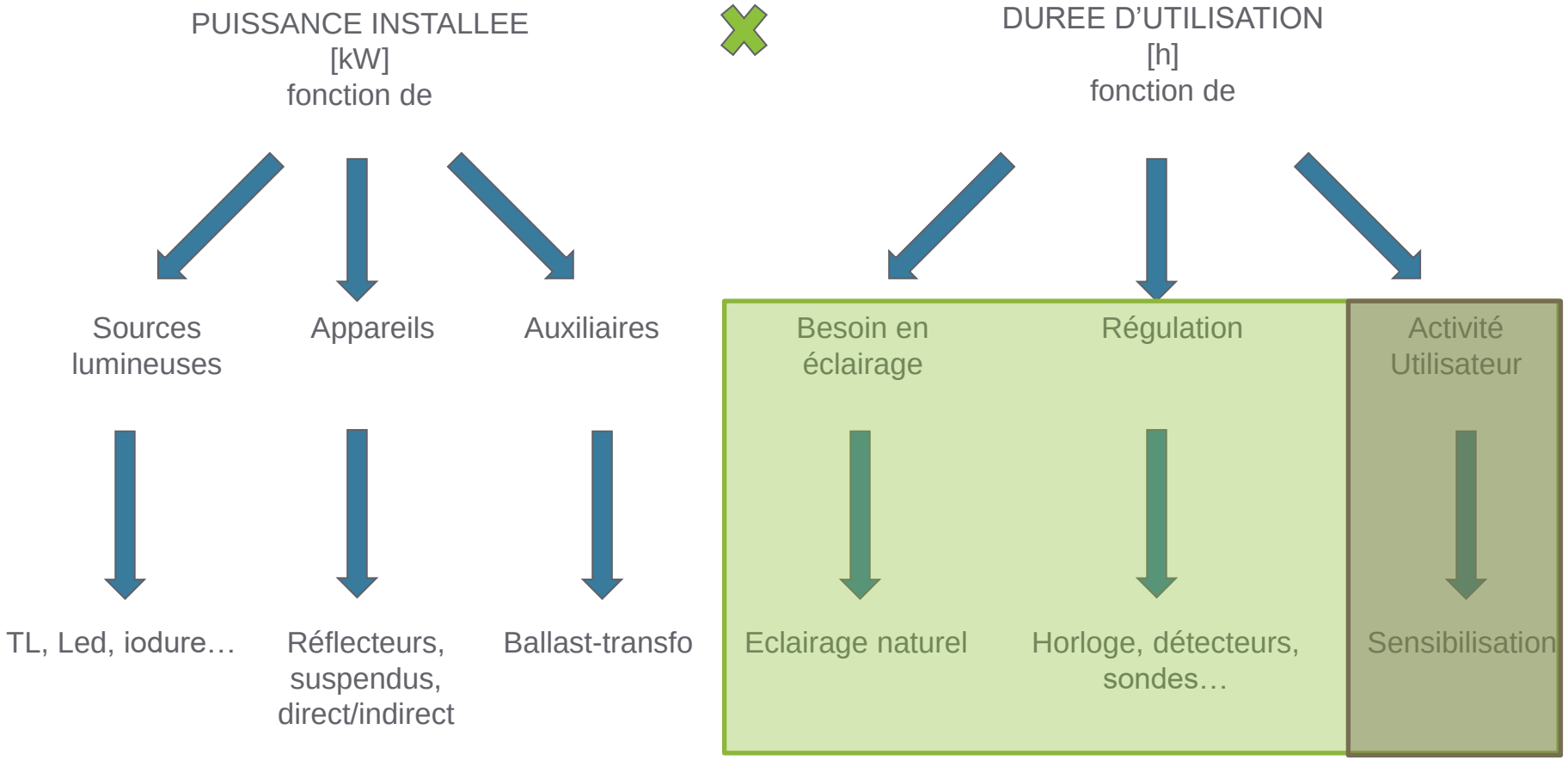
    Parfois (souvent?) ≠ du temps de fonctionnement de l'installtion

    Club sportif? Personnel entretien? ...

⇨ **TOTAL =** [(23-8)*5+(22,5-9)+(21-9)]/7
= 14,4h/jour en moyenne

DURÉE D'UTILISATION

CONSOMMATION [kWh] =



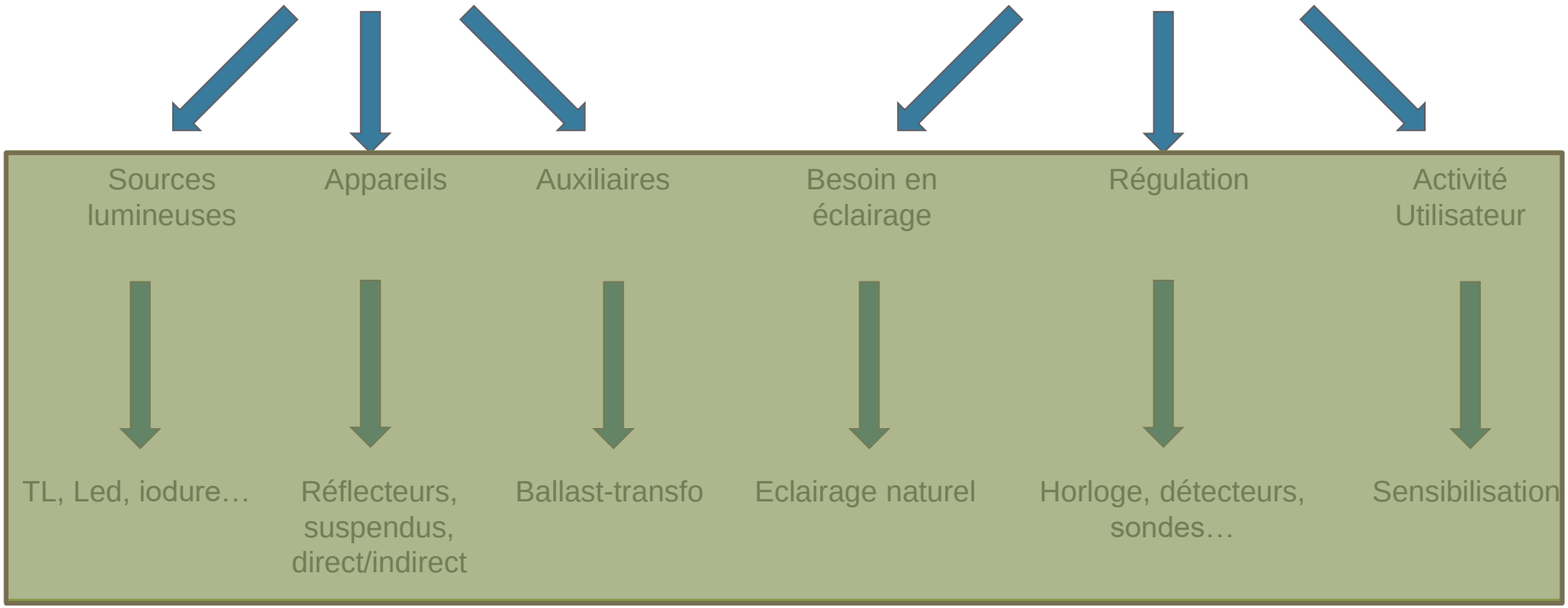
DURÉE D'UTILISATION

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 m²	9708 W	14,4h	selon horaire défini	49 480 kWh/an
Annexes Hall	238 m²	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

CONSOMMATION

Analyse

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

- Régulation?

CONSOMMATION

Analyse - Exemple

- Puissance installée?
  - Au global 9W/m²
  - Au prorata des surface? Voir graphique

- Régulation? Temps de fonctionnement de 14,4 h/jour → important!

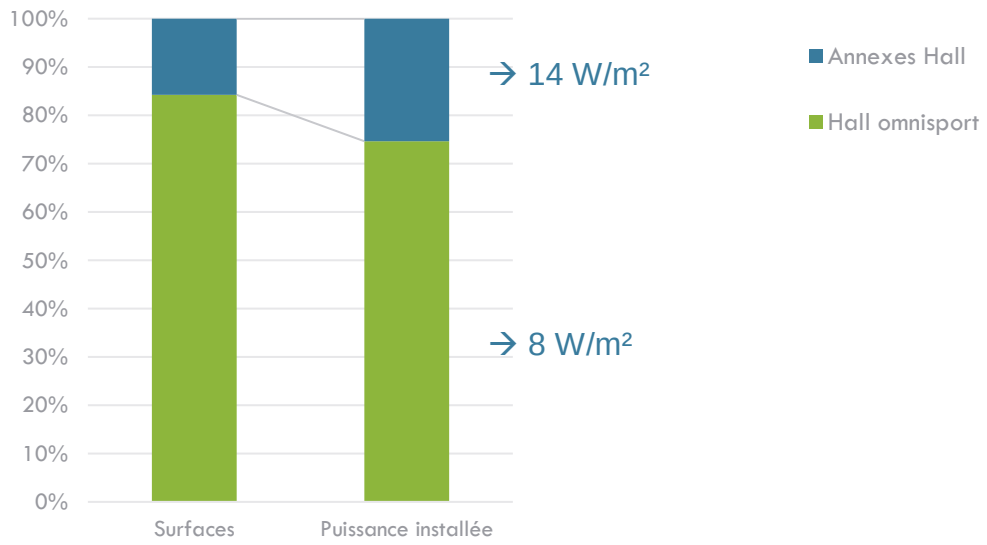


TABLE DES MATIÈRES

DIAGNOSTIC/RELEVÉ
- Puissance installée
- Durée d'utilisation

AMÉLIORATIONS
- **Des équipements**
- De la régulation

41

AMÉLIORATIONS - ÉQUIPEMENTS

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 ?

AMÉLIORATIONS - ÉQUIPEMENTS

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)

AMÉLIORATIONS - ÉQUIPEMENTS

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 (≥ 50.000h), réduisant les fréquences de remplacement (sur des appareils situés en hauteur.)
    - (+ DIALUX pour pré-étudier une nouvelle implantation)

AMÉLIORATIONS - ÉQUIPEMENTS

Exemple

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

TABLE DES MATIÈRES

DIAGNOSTIC/RELEVÉ
- Puissance installée
- Durée d'utilisation

AMÉLIORATIONS
- Des équipements
- **De la régulation**

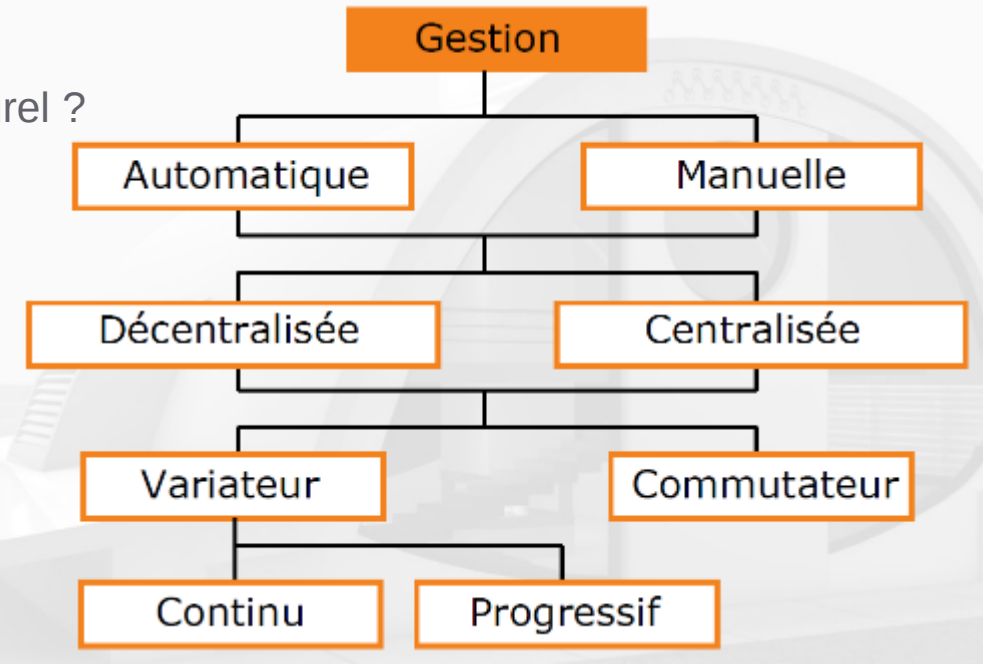
AMÉLIORATIONS - RÉGULATION

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 ?



47

AMÉLIORATIONS

Exemple

- Impact énergétique

Améliorations	Investissement [€TVAC]	Eclairage		Economie annuelle	Temps de retour simple
		Impact sur la consommation	Economie en électricité [kWh]		[années]
AM1 Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie T5 (39W ou 2*39W, yc ballast)	6 050 €	18%	11 799	1 885 €	3,21
AM1 bis Remplacement des luminaires T8 : annexes hall, circulations, etc. Technologie LED (30W)	7 563 €	20%	12 946	2 069 €	3,66
AM2 Remplacement des luminaires du Hall Omnisport Technologie LED (30*105W)	44 407 €	50%	33 425	5 341 €	8,31
COMBI 1 : AM1 + AM2 Relighting complet	50 457 €	68%	45 224	7 227 €	6,98
COMBI 2 : AM1 + AM2 + Régulation Relighting complet + DP dans locaux annexe	51 800 €	70%	46 466	7 425 €	6,98

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- La technologie de l'éclairage a évolué fortement ces dernières années → potentiel d'économie important dans les bâtiments qui n'ont pas connus de religthing depuis 10-15ans.
- La 1er 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 disponibles (fonction de la région, de l'affectation, etc)
- Audit d'éclairage ≠ étude d'éclairage ≠ diagnostic (et mise en conformité) d'une installation électrique

OUTILS

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème Energie

  Dossier I 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

CONTACT

Pierre WILLEM

Ingénieur projet

écorce sa

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

MERCI POUR VOTRE ATTENTION