

Remplacement des sources lumineuses existantes pour des sources LED Université La Rochelle



<i>PHASE</i>	<i>DATE</i>
DIAG	02/02/2024

BUREAU D'ETUDES



Ingénierie Thermique et Fluides

8, rue de Belgique - ZAC de Beaulieu Ouest - 17138 PUILBOREAU

☎ 05.46.68.28.29 - 📠 05.46.68.27.88 - Mail : itf@itf-17.com

Fax : 05.46.68.27.88

Date : 02/02/2024
Version 1
Effectué par AD
Validé par XB

Sommaire

1. PRESENTATION DU PROJET	4
1.1. Description du projet.....	4
1.2. Règlementations applicables au projet	4
1.2.1. Réglementation spécifique à l'éclairage	4
1.2.2. Réglementation thermique pour les locaux existants	4
1.3. CERTIFICATS D'ECONOMIES D'ENERGIE (CEE).....	6
1.4. Autres informations.....	6
2. ETAT DES LIEUX GENERAL.....	7
2.1. Description de l'opération de relevé.....	7
2.1.1. Le site de l'université	7
2.1.2. Périmètre de l'étude.....	8
2.1.3. Surfaces considérées et relevées	8
2.1.4. L'équipe	9
2.2. Typologies de plafonds.....	9
2.3. Commande d'éclairage	12
2.4. Protocole de saisie	13
3. ETAT DES LIEUX DES LUMINAIRES	14
3.1. Etat des luminaires	14
3.2. Présentation de la base de données des luminaires	14
3.3. Typologies les plus présentes	15
4. ETUDE DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL	16
4.1. Besoins en éclairage artificiel.....	16
4.2. Définition des typologies de pièces	18
4.3. Caractérisation des typologies les plus courantes.....	19
4.3.1. Bureau.....	21
4.3.2. Laboratoire.....	23
4.3.3. Salle de classe.....	25
4.3.4. Sanitaires	26
4.3.5. Salle informatique	27
4.3.6. Salle de travail	28

4.3.7.	Salle de réunion.....	29
4.3.8.	Salle de convivialité.....	30
4.3.9.	Sas.....	31
4.3.10.	Local technique	33
4.3.11.	Stock.....	35
4.3.12.	Circulation	36
4.3.13.	Escalier	37
4.3.14.	Vestiaire	38
4.4.	Simulation d'éclairage.....	39
4.4.1.	Hypothèses communes de simulations.....	39
4.4.2.	Bureau.....	39
4.4.3.	Laboratoire.....	40
4.5.	Puissance d'éclairage installée.....	41
5.	GLOSSAIRE.....	42
6.	ANNEXES	43
6.1.	Annexe 1 : simulation Dialux d'un bureau type.....	43
6.2.	Annexe 2 : simulation Dialux d'un laboratoire type.....	43

1. PRESENTATION DU PROJET

1.1. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet concerne la rénovation des installations d'éclairage de l'ensemble des bâtiments de La Rochelle Université, soit près de 85 000 m² de surface.

L'opération consiste au remplacement des luminaires existants par des luminaires LED. Le ratio de remplacement visé est de 3 pour 4. Cette étude est établie à partir des plans du projet transmis par La Rochelle Université.

Les couleurs des parois sont précisées dans le chapitre « ETUDE DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL ».

Nota : Les caractéristiques et résultats mentionnés dans ce document ne sont valables qu'avec ces éléments. Toute modification des plans, des menuiseries ou des teintes des finitions devra faire l'objet d'une nouvelle étude.

1.2. REGLEMENTATIONS APPLICABLES AU PROJET

La conformité d'un bâtiment à la réglementation est obtenue si l'intégralité des conditions qui s'y rapportent est respectée. Ceci comprend les caractéristiques des équipements issues des calculs d'éclairage, les performances énergétiques obtenues par le calcul thermique dès lors que le projet y est soumis, la mise en œuvre des moyens imposés et la prise en compte des caractéristiques minimales lorsqu'elles existent.

1.2.1. REGLEMENTATION SPECIFIQUE A L'ECLAIRAGE

Tous les locaux sont soumis au décret n°2011-831 du 12 juillet 2011 et à l'arrêté du 27 décembre 2018 consolidé 24 décembre 2019, relatifs à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses

Les locaux à usage professionnel doivent respecter a minima les prescriptions du code du travail, les norme NF EN 12464-1 d'août 2021 (éclairage intérieur) et NF EN 12464-2 de mars 2014 (éclairage extérieur).

Les locaux à usage sportifs doivent respecter la norme NF EN 12193 de décembre 2018.

1.2.2. REGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES LOCAUX EXISTANTS

Les locaux existants faisant l'objet de travaux sont soumis au décret n°2007-363 du 19 mars 2007 et à l'arrêté du 3 mai 2007 consolidé 22 mars 2017, relatifs aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

EXIGENCES REGLEMENTAIRES

ARRETE DU 3 MAI 2007 VERSION CONSOLIDEE AU 1^{er} JANVIER 2018

Article 41

Les installations d'éclairage, comprenant l'ensemble des réseaux électriques et des luminaires, remplacées ou installées sont soumises aux articles 43 à 48.

Article 42

Dans les circulations, les parties communes intérieures verticales et horizontales et les parcs de stationnement, une nouvelle installation d'éclairage comporte un dispositif automatique permettant, lorsque le local est inoccupé :

- soit l'abaissement de l'éclairement au niveau minimum réglementaire ou à un niveau d'éclairement contractuel durant une durée déterminée si un besoin fonctionnel le justifie
- soit l'extinction des sources de lumière artificielle, si aucune réglementation n'impose un niveau minimal.

Un même dispositif dessert au plus :

- une surface maximale de 100 m² et un seul niveau pour les circulations horizontales et les parties communes intérieures
- trois niveaux pour les circulations verticales
- un seul niveau et au plus une surface de 500 m² pour les espaces de stationnement.

Article 43

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, une nouvelle installation d'éclairage d'un local autre que ceux visés à l'article 42, comporte une commande centralisée à destination du personnel de gestion, ou un dispositif automatique lorsque le local est inoccupé, permettant :

- soit l'abaissement de l'éclairement au niveau minimum réglementaire ou à un niveau d'éclairement contractuel durant une durée déterminée si un besoin fonctionnel le justifie
- soit l'extinction des sources de lumière artificielle, si aucune réglementation n'impose un niveau minimal.

De plus, dans les locaux visés à l'alinéa précédent, occupés majoritairement de jour et ayant majoritairement accès à l'éclairage naturel, une nouvelle installation d'éclairage comporte :

- des sources de lumières artificielles à gradation de puissance, régulées automatiquement en fonction de l'éclairage naturel du local
- des dispositifs de régulation en fonction de l'éclairage naturel couvrant chacune une surface maximale de 25 m².

Selon l'usage du local, ce dispositif peut être associé à une commande manuelle d'abaissement au minimum réglementaire ou d'extinction de l'éclairage, placée dans le local.

Article 44

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, pour toute nouvelle installation d'éclairage, la puissance installée pour l'éclairage général est inférieure ou égale à 1,6 watt par mètre carré de surface utile et par tranche de niveaux d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone à éclairer.

Article 45

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, toute nouvelle installation d'éclairage, dont l'allumage et l'extinction sont gérés à distance, comporte un dispositif qui permet de visualiser l'état de l'éclairage au niveau de la commande.

Article 46

Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, les locaux ayant plusieurs usages requérant des niveaux d'éclairement très différents tels que les locaux sportifs et les salles polyvalentes sont équipés d'un dispositif permettant plusieurs niveaux d'éclairement.

1.3. CERTIFICATS D'ECONOMIES D'ENERGIE (CEE)

Fiche CEE BAT-EQ-127 : Luminaire d'éclairage général à modules LED

Dans les bâtiments tertiaires existants, des Certificats d'Economies d'Energie (CEE) peuvent être obtenus pour la pose de luminaires à modules LED.

La preuve de réalisation de l'opération est la facture des travaux réalisés par un professionnel. Elle peut éventuellement être complétée par des fiches techniques du fabricant (dans ce cas les marques et références des produits devront être parfaitement détaillées sur la facture).

Ces documents comprennent à minima les informations suivantes pour chaque d'équipement :

- La quantité installée
- La puissance
- La durée de vie des luminaires à module LED avec une chute de flux lumineux $\leq 20\%$
- L'efficacité lumineuse (auxiliaires d'alimentation compris)
- Le facteur de déphasage
- L'indice de rendu des couleurs (IRC) s'il est supérieur ou égal à 90 (avec $R9 > 0$)
- L'indice de protection aux chocs IK
- Le facteur de puissance
- Le taux de distorsion harmonique selon la norme EN 61000-3-2
- Le flux lumineux initial total
- Le groupe de risque selon la norme NF EN 60598-1
- Si le luminaire est adapté pour la régulation de puissance en fonction de l'éclairage naturel du local
- Si le luminaire est de groupe de risque photobiologique « 0 » ou « 1 »
- Si le ou les modules LED et leurs appareillages d'alimentation sont remplaçables

Si le local équipé bénéficie d'un accès à l'éclairage naturel, le pré-équipement du luminaire pour la régulation automatique par gradation de puissance en fonction de l'éclairage naturel

1.4. AUTRES INFORMATIONS

Les calculs d'éclairage ont été réalisés avec le logiciel DIALux evo 12.0 de la société DIAL GmbH (institut allemand pour la technologie d'éclairage appliquée).

2. ETAT DES LIEUX GENERAL

2.1. DESCRIPTION DE L'OPERATION DE RELEVÉ

2.1.1. LE SITE DE L'UNIVERSITE

L'objectif de cette phase est de caractériser le parc de 27 bâtiments de l'Université de La Rochelle en vue d'une opération de relamping.

Ce parc de bâtiments contient 4 sites spécifiques :

- Lettres, Langues, Arts et Sciences Humaines
- Sciences et Technologies
- Droit, Science Politique et Management
- Institut Universitaire de Technologie

Le parc contient également un site d'activités communes ou à vocation administrative contenant 8 bâtiments :

- La Bibliothèque Universitaire (BU)
- La Maison de la Réussite et de l'Insertion Professionnelle (MRIP)
- Le Technoforum (Techno)
- Le Pôle Communication Multimédia et Réseaux (PCMR)
- Les Halles de Sport 1 et 2 (Halle 1 et Halle 2)
- Les Terrains de Grand Jeux (TGJ)
- Le Centre Commun d'Analyses (CCA)

Le site Lettres, Langues, Arts et Sciences Humaines est constitué des 2 bâtiments suivants :

- Maison de l'étudiant (MDE)
- Faculté de Lettres, Langues, Arts et Sciences Humaines (LLASH)

Le site Sciences et Technologies des 6 bâtiments suivants :

- Curie
- D'Orbigny
- Fourier
- Pascal
- Maison des Sciences de l'Ingénieur (MSI)
- Institut du Littoral et de l'Environnement (ILE1)

Le site Droit, Science Politique et Management est composé des 3 bâtiments suivants :

- Tocqueville
- Schoelcher
- Institut des Administrations et Entreprises (IAE)

Le site Institut Universitaire de Technologie est constitué des 8 bâtiments suivants :

- IUT Administratif (IUT adm)
- IUT Génie Civil (IUT GC)
- IUT Génie Biologique (IUT Bio)
- IUT Informatique Réseaux et Télécommunications (IUT RT)
- IUT Hall (IUT Ha)
- IUT Amphithéâtre E (IUT Amphi E)
- IUT Amphithéâtre F (IUT Amphi F)
- IUT Amphithéâtre G (IUT Amphi G)

2.1.2. PERIMETRE DE L'ETUDE

Certains espaces n'ont pu être visités durant cette phase de relevé. Différentes raisons nous en ont empêché : problème d'accès (locaux chaufferie, parking, toiture), gaines techniques, logements de gardiens, niveau de risque de la salle (laboratoires, transformateurs), relevés et modernisations déjà faites (amphithéâtres équipés en LED) ...

Pour notre relevé, les pièces suivantes ont été **exclus** :

- Les éclairages de toiture
- Les éclairages de parking
- Les éclairages d'allées

Également, ont été exclus de ce relevé tous les luminaires mobiles (sur pied, d'appoints ...) dans les différentes pièces :

- Luminaires de tables à la Bibliothèque Universitaire
- Luminaires sur pied au Technoforum
- etc.

2.1.3. SURFACES CONSIDEREES ET RELEVES

Sur la base du périmètre présenté précédemment, voici la répartition des différents bâtiments de l'Université La Rochelle en m2 de surface utile.

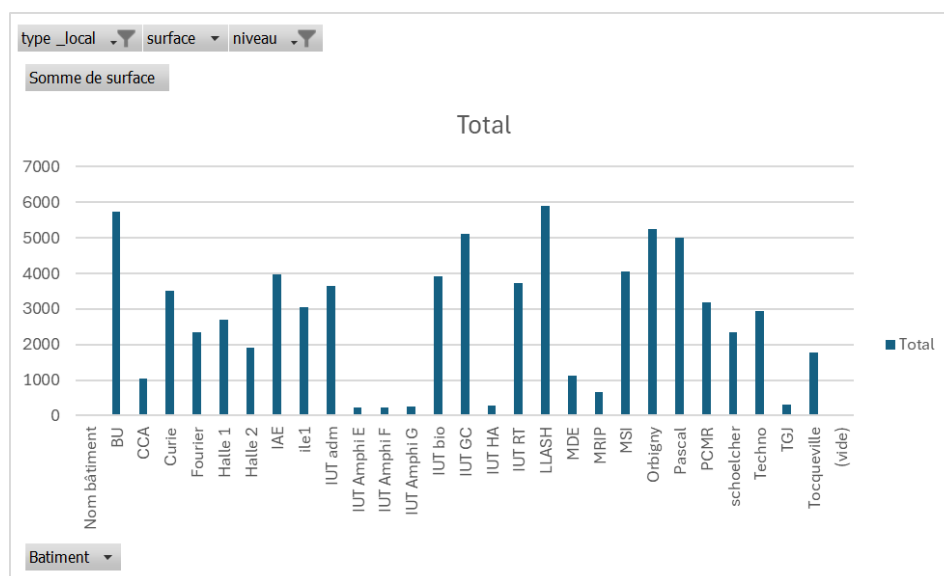


Figure 1 : Surfaces considérées dans l'étude par bâtiment (en m2)

L'ensemble des bâtiments représente un total de plus de 86 000 m2 de surface répartie sur 3140 pièces. On note que les bâtiments de la faculté de sciences et technique (d'Orbigny, Pascal), la LLASH et la Bibliothèque Universitaire ressortent parmi les plus grands.

Ce sont plus de 77 000 m² de surface qui ont été relevés durant 3 semaines. Cela couvre plus de 86 % de la surface totale utile, soit environ 2700 pièces.

Ci-dessous une présentation du pourcentage de relevé par bâtiment (en surface):

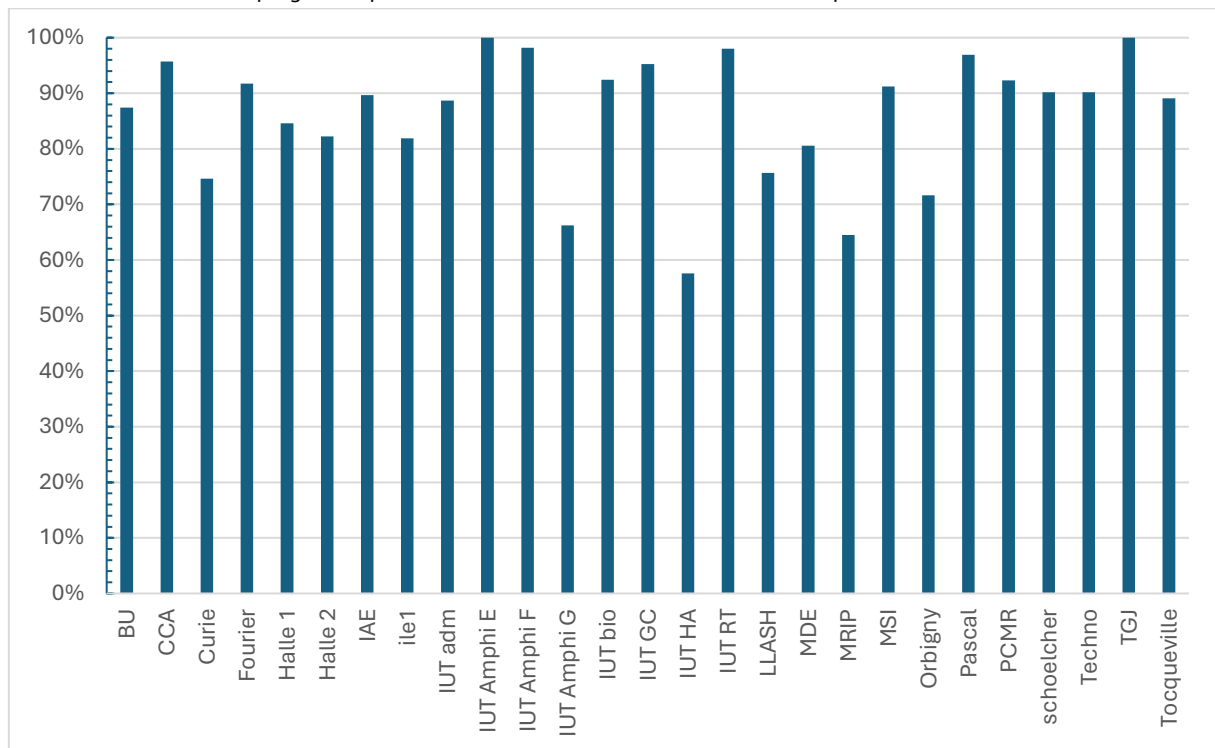


Figure 2 : Ratio de surface relevé par bâtiment (en %)

2.1.4. L'EQUIPE

L'équipe de relevé était constituée de :

Lemilia Charruau

Alexandre Dumaine

Xavier Bertaud

De façon ponctuelle certaines personnes d'ITF ont été mobilisées afin de tenir les délais qui avaient été communiqués par le Maître d'Ouvrage.

L'opération de relevé s'est déroulée du 18 décembre au 5 janvier, durant la période où les étudiants et chercheurs sont les moins présents dans les différents bâtiments.

2.2. TYPOLOGIES DE PLAFONDS

Pourquoi s'intéresser aux plafonds ?




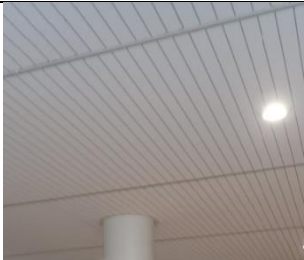

La pose de luminaires en « encastré » est très commune, ce mode de pose concerne 70% des luminaires de l'Université. Il nécessite l'intégration du luminaire dans le faux plafond existant.



Certaines typologies de plafond ne posent aucune contrainte si jamais un luminaire n'était pas à la même taille que l'ancien. Pour d'autres, il est conseillé de se conformer aux découpes déjà existantes, c'est le cas du faux plafond en lame métal ou encore du placo.

Également, cela permet d'anticiper la complexité du passage de câbles dans le cas d'un changement de commande d'éclairage.

Connaître la typologie de plafond permet d'anticiper des solutions de luminaires cohérentes.

Présentation des typologies de plafond les plus communes :

Nom du plafond	Descriptif	Contraintes particulières	Luminaire s relevés concernés (%)	Photo
Faux plafond 600x600	Typologie majoritaire et présente sur tous les bâtiments. Ce faux plafond est constitué de dalles carrées en panneaux fibreux de 600mm.	Aucun	46%	
Faux plafond 1200x600	Typologie principalement trouvée le site des IUT, ce faux plafond est constitué de dalles en panneaux fibreux de 1200mm de long et de 600 mm de large	Aucun	11%	
placo	Cette typologie minoritaire est présente dans la quasi-totalité des bâtiments, souvent dans les locaux techniques ou sanitaires. Ce faux plafond est constitué de plaques de placoplâtre fixées au plafond béton de la salle.	Conservation des trous dans la mesure du possible. Complexité supérieure si changement de commande d'éclairage (passage de cables)	9%	
Faux plafond 300x1200 en bois	Cette typologie a principalement été observée dans les bâtiments de Droit ainsi qu'à d'Orbigny et à la LLASH. Elle est constituée de dalles rectangulaires 1200x300 mm avec des lamelles bois collées.	Problème de démontage des faux plafonds	10.0%	
béton	Cette typologie a été recensée dans quasiment tous les bâtiments, principalement dans les locaux techniques, laboratoires et zones de stockage.	Difficulté pour la réutilisation du câblage en encastré	7,5%	

Lame métal	Cette typologie a été retrouvée dans beaucoup de bâtiments, CCA en tête. Il s'agit de lames de largeur fixée à 30cm juxtaposées les unes aux autres.	Conservation des trous dans la mesure du possible.	6%	
Bois	Typologie plutôt rare. Quelques pièces à l'IUT GC et à la faculté de Droit. Non caractérisé.	Conservation des trous dans la mesure du possible. Complexité supérieure si changement de commande d'éclairage (passage de cables)	0,5%	

Nous avons rencontré d'autres typologies de plafonds qui concernaient moins de 1% des luminaires référencées, comme par exemple :

Ouate de cellulose pulvérisée

Dalles fibralite

Faux plafond en OSB

...

Dans l'ensemble, on note que l'opération de relamping (incluant changement de la commande d'éclairage et changement de luminaire) est plutôt facilitée.

Des précautions seront à avoir sur certaines typologies afin de conserver les trous déjà en place dans la mesure du possible.

2.3. COMMANDE D'ÉCLAIRAGE

La commande d'éclairage est un levier important pour faire des économies d'énergie. Durant le relevé de luminaires, nous avons également noté la typologie de commande d'éclairage.

Présentation des typologies de commande d'éclairage les plus communes :

Catégorie de commande	Sous-catégorie	Pourcentage de luminaires concernés	Description et observations
Manuelle	Simple allumage	60%	Commande du ou des luminaires par un bouton d'allumage ON/OFF Typologie d'allumage très courante dans des pièces de petite à moyenne taille hors espaces de circulation.
	Simple allumage double/triple/quadruple ...	10%	Commande du groupe de luminaires par un bouton d'allumage ON/OFF. Zonage différencié (*) Typologie d'allumage très courante dans des pièces de moyenne à grande taille hors espaces de circulation.
	Simple allumage unique	2%	Commande d'un groupe de luminaires à usage différencié par un bouton unique. Typologie recensée dans des salles de classe où l'éclairage tableau et l'éclairage de la salle l'étaient par une seule commande.
	Réglable	0.5%	Commande d'allumage réglable en puissance. Différentes solutions possibles : variateur de puissance, DALI ... Recensé principalement dans des bureaux et salles de travail à la BU et à Curie.
Détection	Détection simple	17.5%	Déclenchement de l'allumage par détecteur de présence. Typologie très courante dans les circulations, escaliers et sanitaires.
	Détection gradable avec bouton poussoir	1.5%	Système dont le luminaire contient un détecteur de luminosité associé à une commande d'allumage réglable en puissance. Déclenchement de l'allumage par détecteur de présence et adaptation de la lumière artificielle en fonction des apports en lumière naturelle. Système contenant également une commande d'allumage réglable en puissance.
Minuterie	Minuterie simple	4%	Commande d'allumage par bouton aller-retour. Extinction du ou des luminaires après un temps défini. Typologie très courante dans les circulations, escaliers et sanitaires.

(*) Nous avons constaté 3 stratégies possibles dans le zonage différencié. En considérant une pièce avec un mur contenant des fenêtres, les boutons d'allumage vont :

- soit éclairer chaque rangée parallèlement aux fenêtres
- soit allumer les luminaires de façon alternée (soit 1 luminaire sur 2 par rangée en quinconce)
- soit éclairer les rangées perpendiculairement aux fenêtres

La première solution est largement majoritaire (95% des cas).

Dans une perspective de relamping, il est à noter que les salles de classe, laboratoire etc .. ont des commandes à simple allumage. Ces pièces possédant quasiment toutes des fenêtres, un réglage des apports artificiels en fonction des apports du soleil amènerait confort et économie d'énergie.

Également, nous avons noté qu'un certain nombre de circulations (escaliers, couloirs, sas) sont encore à simple allumage : site des IUT, Schoelcher, d'Orbigny

Changer pour une commande de type minuterie ou détection permettrait une économie d'énergie facile.

2.4. PROTOCOLE DE SAISIE

Pour les besoins de ce diagnostic, nous avons construit un tableur qui a permis la saisie de différentes données :

Définition de la salle	Caractérisation de la salle	Caractérisation des luminaires	Utilisation des luminaires	Etats (si dégradé)
Bâtiment	Accès à l'éclairage naturel	Typologie	Mode de pose	État du plafond
Niveau	Type de plafond	Type de source	Commande d'éclairage	État du luminaire
Nom de salle	Surface (donnée Université)	Quantité		
		Puissance par source		
		Marque		
		Référence		

Nous avons visité les locaux de l'Université durant 3 semaines afin de décrire chaque pièce visitée suivant ces différents paramètres.

Egalement, nous avons constitué une banque d'images des différentes ambiances : salles, luminaires, plafond etc ...

En complément des données saisies, nous avons mis en corrélation chaque pièce avec sa surface, sur la base des informations communiquées par l'Université.

Nous avons pu relever moins de 5% de marques et références de luminaires dans les bâtiments. Les principales contraintes à ce relevé étaient l'impossibilité d'accès à l'information sans démontage du faux plafond et le temps imparti pour la mission.

Ces données ont été exploitées à la marge afin d'affiner la caractérisation des luminaires.

Quelques tableaux électriques ont été ouverts mais nous n'avons pas vu de compteur spécifique d'éclairage. Les consommations seront abordées durant la phase Avant-Projet Sommaire (AVP) de ce projet.

3. ETAT DES LIEUX DES LUMINAIRES

Nous avons relevé plus de 13400 luminaires sur tous les bâtiments de l'Université de La Rochelle. Dans cette phase état des lieux, nous avons voulu présenter ceux-ci de façon exhaustive.

3.1. ETAT DES LUMINAIRES

La visite des différentes pièces nous a permis de caractériser l'état des luminaires.

L'état des luminaires à l'échelle de l'Université est satisfaisant, nous n'avons pas noté de manque spécifique à ce sujet. Cela laisse à penser qu'un entretien régulier est effectué dans les différents bâtiments.

Le bâtiment pour lequel nous avons relevé le plus de sources défectueuses est l'IUT Adm. Pour ce bâtiment, seulement 1% des sources lumineuses comptabilisées étaient hors service.

Nous avons constitué une base de données de luminaires (disponible dans la pièce jointe bdd_luminaires.xlsx) dont le guide de navigation est présenté plus bas.

Également, quelques interpolations ont été faites afin de vous présenter les luminaires les plus courants.

3.2. PRESENTATION DE LA BASE DE DONNEES DES LUMINAIRES

Le fichier Excel contient le catalogue auquel est rattaché un dossier afin de présenter une photographie des sources.

Voici les données d'entrées qui nous ont semblé les plus pertinentes de ce catalogue :

- Nom du luminaire
- Référence (code unique)
- Photo du luminaire
- Nombre total de luminaires de cette typologie
- Température de couleur
- Dimensions du luminaire
- Type de plafond
- Type de pose
- Bâtiment où le luminaire est observé (si spécifique)
- Types de salles (si spécifique)

Également, nous avons présenté des données relatives à :

- Flux lumineux (en lumen noté lm)
- Efficacité lumineuse (en lumen par Watt noté lm/W)

3.3. TYPOLOGIES LES PLUS PRESENTES

Afin de donner une vue de l'état du parc de luminaires, nous avons extrait les 10 typologies de luminaires les plus présentes sur le campus.

Les codes luminaires (dans la légende du graphe ci-contre) peuvent être consultés dans la base de données (fichier bdd_luminaires.xlsx)

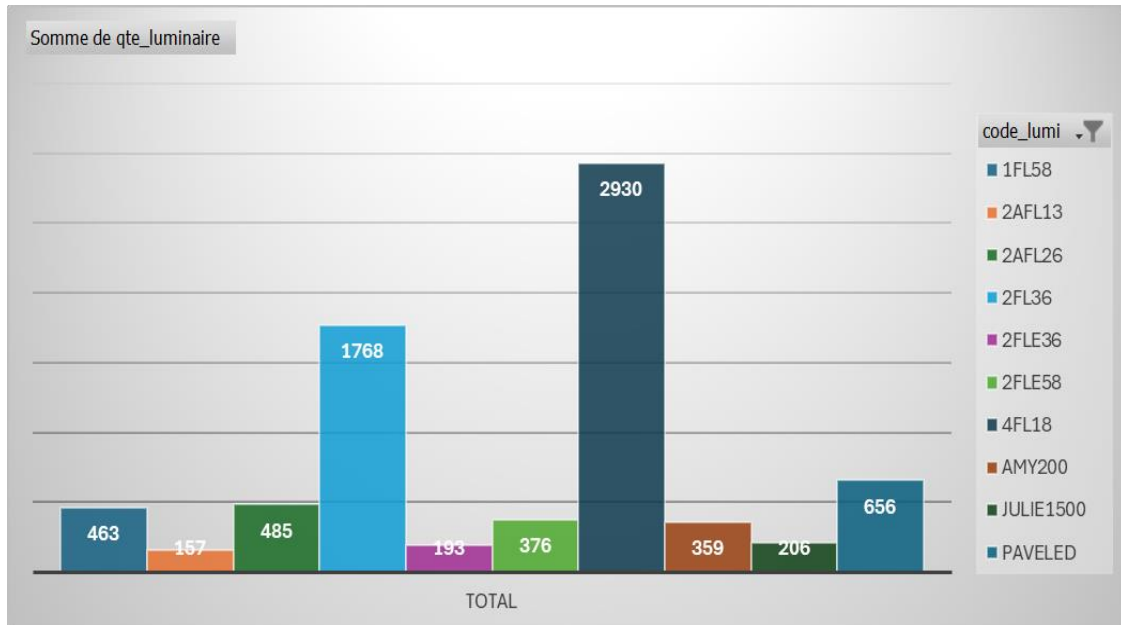


Figure 3 : quantité de luminaire pour les 10 typologies les plus représentées

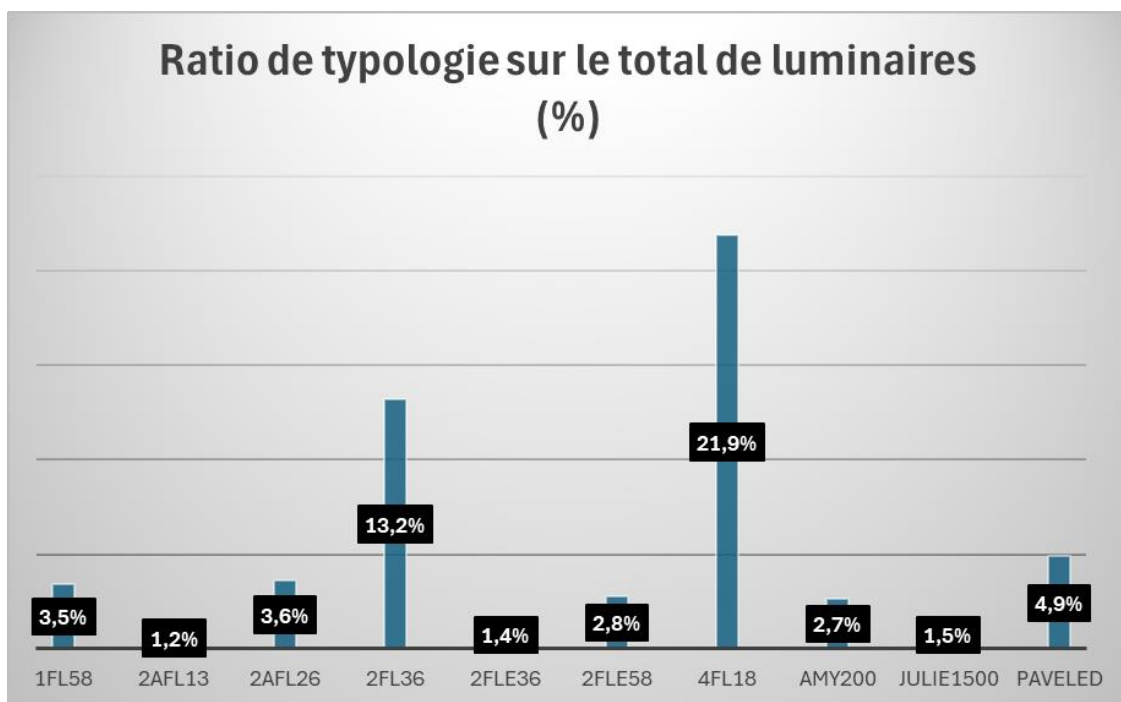


Figure 4 : ratio de typologie sur le total de luminaires (en %)

Une première analyse montre que les sources fluorescentes constituent encore la majorité des typologies présentées : pavé 60x60cm en 4x18W (4FL18), néons fluorescents 2x36W (2FL36) ou encore encastré rond avec lampes fluorescentes 2x26W (2AFL26).

Ces sources représentent à elles seules 47,6% du total de luminaires référencés.

Les luminaires à technologie LED, plus performantes, sont également présentes. On peut noter les références suivantes : pavé LED en 60x60cm PAVELED, encastré rond AMY200 ou encore réglette LED JULIE1500. Ces 3 références représentent à elles seules 9.1% du total de luminaires.

Tendance au remplacement par du LED

Le pavé 60x60cm 4x18W fluo représente à lui seul 21,9% des luminaires référencés. 1 luminaire sur 5 ! Bien qu'il y ait une tendance forte à l'usage de sources fluorescentes, le remplacement par des équivalents LED se développe : PAVELED en remplacement de 4FL18, encastré rond AMY200 en remplacement de 2AFL26, réglette étanche LED JULIE1500 en remplacement de réglettes étanches fluo.

Sur la référence 4FL18 (pavé 60x60cm 4x18W fluo), nous avons pu constater dans les salles de classe de nombreux cas où les 2 coexistent, l'un remplaçant l'autre à l'occasion d'une panne.

4. ETUDE DE L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

4.1. BESOINS EN ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Afin de traiter la grande quantité de pièces visitées, nous avons distingué les pièces en fonction de leur usage. Ceci permet notamment de pouvoir les rapprocher des :

- Niveaux d'éclairement
- Uniformité d'éclairement
- Indice de rendu des couleurs (IRC)
- Besoins spécifiques
 - Étanchéité du luminaire
 - Exigence en matière de qualité de lumière
 - Éclaboussures
 - Niveau d'éclairage
 - Commande d'allumage
 - ...

Voici dans le document ci-contre les niveaux d'éclairage (Lux) des principales pièces rencontrées :

Locaux	Eclairage (Lux)	Uniformité	UGR	IRC / Ra
Circulations intérieures (au niveau du sol)	100	0.4	25	80
Escaliers (au niveau du sol)	150	0.4	25	80
Bureaux	500	0.6	19	80
Espace reprographie	300	0.4	19	80
Salles de réunion	500	0.6	19	80
Tableaux muraux	500	0.7	19	80
Salles d'université (l'éclairage doit être réglable)	500	0.6	19	80
Salle de travaux pratiques et laboratoires	500	0.6	19	80
Bibliothèque	500 lux - zone lecture 300 lux - rayon de livres	0.6	19	80
Salle informatique	300	0.7	19	80
Archives	200	0.4	25	80
Vestiaires Sanitaires	200	0.4	25	80
Hall (établissement d'enseignement)	200	0.4	22	80

Valeurs d'après la norme EN12464-1 août 2021 - Éclairage des lieux de travail intérieurs

Locaux	Eclairage (Lux)	Uniformité	UGR	IRC / Ra
Circulations extérieures	20	0.4	X	X

Valeurs d'après la norme NF EN 12464-2 - Éclairage des lieux de travail extérieurs

Locaux	Eclairage (Lux)	IRC / Ra
Aérobic / danse	500	60
Multisports	500	60
Judo	750	60
Tennis de table	750	60

Valeurs d'après la norme NF EN 12193 - Éclairage des installations sportives

4.2. DEFINITION DES TYPOLOGIES DE PIECES

Ci-dessous, nous avons extrait de la base de données les typologies les plus représentées :

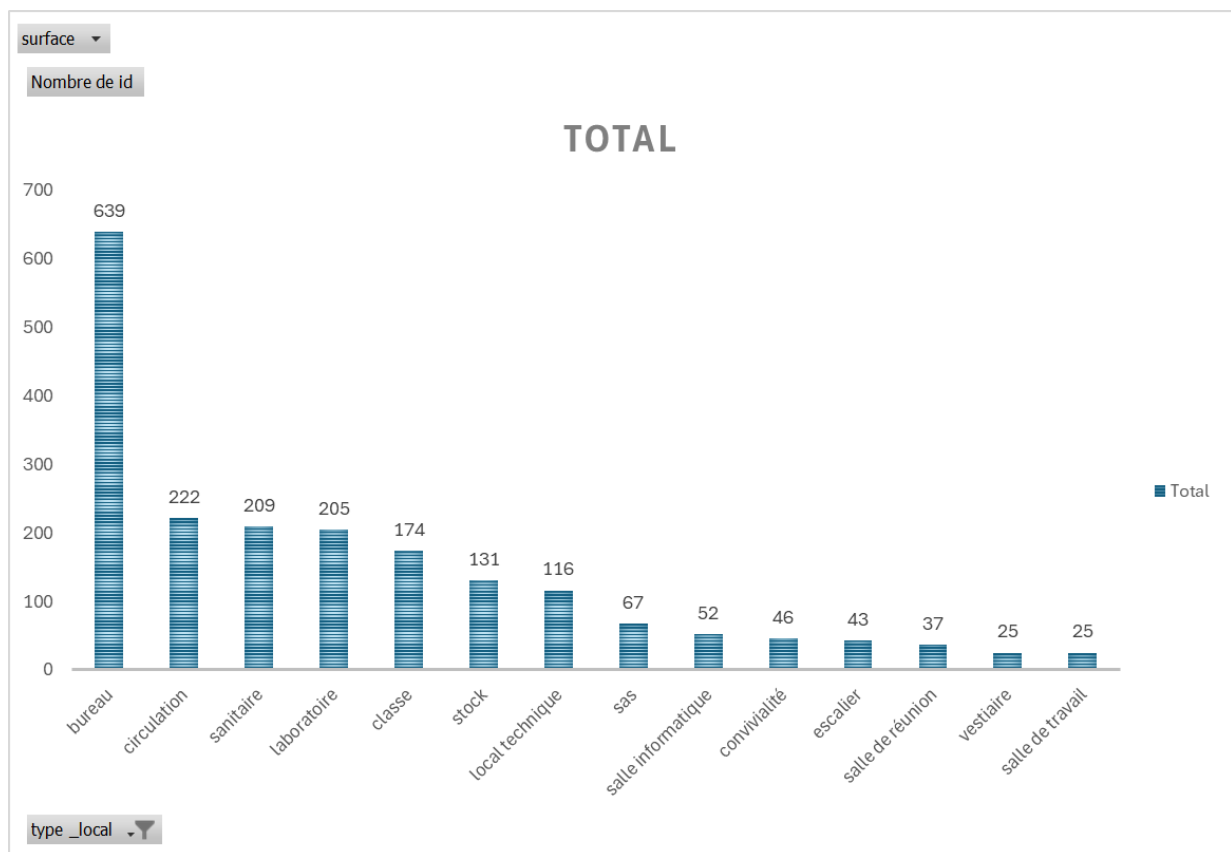


Figure 5 : nombre de pièces par typologie sur l'ensemble de l'université

En tout, ces typologies types représentent 93% du nombre de pièces total relevé.

Les typologies les plus représentées sont, sans surprise, les suivantes :

- Bureaux
- Circulation
- Sanitaire
- Laboratoire
- Salle de classe
- Stock
- Local technique
- Sas
- Salle informatique
- Salle convivialité
- Escalier
- Salle de réunion
- Vestiaire
- Salle de travail

En surface, les typologies ci-dessus représentent près de 63 000m² soit environ 81% du mètre.

(Ceci s'explique notamment par le fait que les amphithéâtres et gymnases sont de grande taille et sont exclus du champ d'analyse par leur faible représentativité).

4.3. CARACTERISATION DES TYPOLOGIES LES PLUS COURANTES

Pour chaque typologie définie précédemment, nous proposons une fiche caractéristique qui permettra une vue synthétique à maille intermédiaire du parc.

Cela permettra notamment de mieux appréhender certains éléments :

- Homogénéité / hétérogénéité par typologie
- Eléments caractéristiques en lien avec l'éclairage
 - Plafond
 - Commande d'éclairage
 - ...

Focus sur la puissance d'éclairage :

Afin de présenter un « gain nominal en puissance d'éclairage », nous allons nous appuyer sur :





- La valeur cadre de la réglementation actuelle¹ en ce qui concerne la puissance d'éclairage
- Le niveau d'éclairement réglementaire par typologie de pièce (NF EN12464-1)

Le « score Relamping » est une estimation de l'intérêt du remplacement de luminaires, basé sur :

- Le gain nominal en puissance d'éclairage


¹ Article 44 cité précédemment précisant que « Dans les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, pour toute nouvelle installation d'éclairage, la puissance installée pour l'éclairage général est inférieure ou égale à 1,6 watt par mètre carré de surface utile et par tranche de niveaux d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone à éclairer. »

- La facilité de pose de nouveaux luminaires
 - Ex : plafond 600x600 = facile / dalle métal = difficile
- Le métrage considéré par typologie de pièce
 - Ex : 1% du métrage total relevé = faible / 10% du métrage total relevé = fort
- Le niveau d'usage de la pièce
 - Ex : faible pour un local « stock », fort pour une « circulation »

SCORE RELAMPING		Haut
		Moyen
		Mauvais
		Médiocre

4.3.1. BUREAU

Pourcentage de la typologie sur le nombre de pièces relevées	30% (639 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	22%
Plafond	Faux plafond 600x600 ou 1200x600 dans 73% des cas
Accès à l'éclairage naturel	Vrai dans 97% des cas (*)
Commande d'éclairage	87% par simple allumage (bouton unique ou par zone)
Surface moyenne (m2) écart type	21.5 m2 13.7
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	11.25 W/m2 de surface 5.17
Type de luminaires présents (en %)	82% d'équipement en fluorescent dont 53% : 4FL18 13% : 2FL36 12% d'équipement LED 8% : PAVELED
Mode de pose	91% en encastré dans le faux plafond
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	500 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	29%
Score « Relamping »	

La typologie « Bureau » est très homogène sur l'ensemble des critères relevés. Un bureau type est généralement constitué de faux plafond, possède une commande d'allumage manuelle (pouvant inclure des zonages s'il s'agit d'un bureau commun type open-space). Cette typologie est la plupart du temps équipée de néons fluorescents.

Une simulation d'éclairement peut être intéressante afin de creuser davantage d'aspects : niveau et uniformité d'éclairement.

Compte tenu que cette typologie est très courante et qu'aucune contre-indication technique n'ait été relevée, le score « Relamping » est haut.

Note de relevé :

/ !\ Certains bureaux n'avaient pas accès à l'éclairage nature bien que le code du travail² le notifie.


Voici la liste des bureaux qui sont concernés :

Identifiant pièce	Batiment	nom_salle	niveau	type_local	acces_ecl_nat
MDE_0_004	MDE	004	0	bureau	n
Orbigny_1_B17C	Orbigny	B17C	1	bureau	n
BU_0_011	BU	011	0	bureau	n
Orbigny_1_B18C	Orbigny	B18C	1	bureau	n
Orbigny_1_B18B	Orbigny	B18B	1	bureau	n
Orbigny_2_B23	Orbigny	B23	2	bureau	n
LLASH_0_D010	LLASH	D010	0	bureau	n
Fourier_0_062B	Fourier	062B	0	bureau	n
Fourier_0_064A	Fourier	064A	0	bureau	n
Curie_2_B243	Curie	B243	2	bureau	n
Curie_2_B216	Curie	B216	2	bureau	n
Curie_0_A007B	Curie	A007B	0	bureau	n
Curie_0_A007A	Curie	A007A	0	bureau	n
Curie_0_A008A	Curie	A008A	0	bureau	n
BU_2_203	BU	203	2	bureau	n
BU_1_110	BU	110	1	bureau	n
BU_0_023	BU	023	0	bureau	n
BU_0_022	BU	022	0	bureau	n

² Rappeler réglementation

4.3.2. LABORATOIRE

Pourcentage de la typologie sur le nombre de pièces relevées	9,7% des pièces (205)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	11%
Plafond	65% : Faux plafond 600x600 ou 1200x600 17% : Plafond béton
Commande d'éclairage	100% des cas en simple allumage
Accès à la lumière naturelle	71% : oui
Surface moyenne (m2) écart type	34.7 m2 26.2
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	15.12 W / m2 6.74
Type de luminaires présents	79% d'équipement en fluorescent dont 31% : 4FL18 23% : néon étanche 2x36 ou 2x56Watts 12% : néon 2x36W 15% d'équipement LED dont 6% : PAVELED
Mode de pose	61% : encastré 28% : sailli 10% : suspendu
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	500 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	47%
Score « Relamping »	

Les laboratoires sont de surface très variable, ce qu'indique un écart type élevé (26.2).

Deux typologies de pose de luminaires ont été généralement relevées : encastré sur faux plafond ou en sailli sur plafond béton.

De temps en temps, les laboratoires sont équipés de tableaux. Ceci explique la présence de luminaires suspendus (10% du total) pour l'éclairage de ces derniers. Il sera nécessaire d'affiner la typologie « laboratoire » afin de mieux comprendre l'usage qui précisera :

- la présence ou non d'un tableau
- les besoins spécifiques d'éclairage des occupants

Le score « Relamping » est de niveau haut, car cette typologie de pièce est encore massivement équipée en fluorescent et représente 11% en surface des typologies les plus courantes !

Ci-contre, nous avons extrait les puissances surfaciques de certains laboratoires afin d'analyse. Nous avons noté que quelques laboratoires du bâtiment d'Orbigny ont une puissance d'éclairage très faible au regard du niveau d'éclairement à atteindre malgré un équipement partiel LED. En effet, l'atteinte de 500 lux nécessite une puissance surfacique de 8 W/m².

Puissance d'éclairage surfacique forte (W/m²)

Curie_2_B242ter	31,2
ile1_0_L004	28,6
ile1_0_L005	30,5


Puissance d'éclairage surfacique faible (W/m²)

Orbigny_1_B15	5,9
Orbigny_2_B20	3,4
Orbigny_2_B27	7,3
Orbigny_2_B28	3,7

Au contraire certains laboratoires ont une puissance d'éclairage forte, sûrement en réponse à des besoins spécifiques des occupants.

4.3.3. SALLE DE CLASSE

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	8,2% (174 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	17%
Plafond	76% : Faux plafond 600x600 ou 1200x600 21% : faux plafond 1200x600 en bois
Commande d'éclairage	97% par simple allumage
Accès à l'éclairage naturel	99% (*) : oui
Surface moyenne (m2) écart type	62.6 m2 25.1
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	12.59 W/m2 2.45
Type de luminaire présents	88% d'équipement en fluorescent dont 38% : 2FL36 32% : 4FL18 8% : 1FL36 9% d'équipement LED dont 8% : PAVELED
Mode de pose	97% : encastré
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	500 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	36%
Score « Relamping »	

Les salles de classe sont généralement grandes, et de taille très variable (confirmé par un écart type élevé). Dans la majorité des cas, elles sont composées d'un tableau blanc qui possède un éclairage dédié. Les luminaires, majoritairement des néons fluorescents, sont encastrés dans le faux plafond. Lors des relevés, nous avons pu noter l'intégration d'éclairage LED en remplacement d'éclairage en néons fluorescents existants. Cette typologie représente 17% des typologies les plus courantes, et le gain nominal en puissance reste important, le score « Relamping » est donc haut.


L'éclairage est relativement homogène, une simulation d'éclairement peut être intéressante afin de creuser davantage d'aspects : niveau et uniformité d'éclairement.

(*) Note de relevé :

Une salle de classe n'avait pas accès à l'éclairage naturel (Bâtiment Fourier – rdc - salle 065).

4.3.4. SANITAIRES

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	9.8% (209 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	4%
Plafond	60% : faux plafond 600x600 / 600x1200 15% : plafond béton
Commande d'éclairage	55% : détection de présence 36% : simple allumage
Accès à l'éclairage naturel	76% : non
Surface moyenne (m2) écart type	10.82 m2 5.09
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	8.93 W/m2 5.30
Type de luminaires présents (en nombre) :	49% d'équipement LED dont 24% hublot à source LED 8% : LED7 42% d'équipement en fluorescent dont 11% : hublot à ampoule fluocompacte 10% : 1AFL13+POLY
Mode de pose	51% : encastré 25% : mural 19% : sailli
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	200 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	47%
Score « Relamping »	

Les sanitaires sont une typologie un peu spécifique. Les zones où sont présents les lavabos sont équipées d'éclairages muraux (au-dessus des miroirs).

Cela est caractérisé par la présence de néons étanches fluorescents 18W (1FLE18).

On note que cette typologie présente beaucoup de disparités. La commande d'éclairage est majoritairement à détection mais il subsiste encore une très forte présence de luminaires à simple allumage, plus consommatrice d'énergie.


Nous n'avons pu distinguer une typologie de luminaire majoritaire : encastrés rond, ampoules génériques, ampoules spécifiques ... de source soit LED (1 sur 2 !), soit fluorescentes, soit incandescentes.

Les formes des sanitaires sont à chaque fois spécifiques : présence d'un ou plusieurs toilettes handicapés, nombre de toilettes fermés différents etc ... Une simulation d'éclairage n'est pas pertinente du fait de cette hétérogénéité.

Le score « Relamping » est fixé à mauvais, car le changement nécessite une réflexion qui prenne en compte la spécificité de forme de chaque toilette.

4.3.5. SALLE INFORMATIQUE

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	2,5% (52 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	5%
Plafond	98% : Faux plafond 600x600/1200x600
Commande d'éclairage	94% par simple allumage
Accès à l'éclairage naturel	100% oui
Surface moyenne (m2) écart type	65,1 m2 19.0
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	11.88 W/m2 2.26
Type de luminaires présents (en nombre) :	94% d'équipement en fluorescent dont 44% : 4FL18 30% : 2FL36 12% : 1FL36 6% d'équipement avec PAVELED
Mode de pose	97% : encastré
Niveau d'éclairage à atteindre (NF EN 12464-1)	300 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	60%
Score « Relamping »	


La typologie « salle informatique » est très homogène sur l'ensemble des critères relevés. Une salle informatique type est généralement constituée de faux plafond, possède une commande d'allumage manuelle (pouvant inclure des zonages en fonction de la taille). Cette typologie est majoritairement équipée de néons fluorescents. Une salle informatique possède généralement un tableau blanc avec un éclairage dédié (à néon type 1FL36).

Une simulation d'éclairage peut être intéressante afin de creuser davantage d'aspects : niveau et uniformité d'éclairage.

Compte tenu que cette typologie est plutôt courante, que le gain de puissance est très important et qu'aucune contre-indication technique n'ait été relevée, le score « Relamping » est haut.

4.3.6. SALLE DE TRAVAIL

Pourcentage de la typologie sur le nombre de pièces relevées	1,1% (25 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	6%
Plafond	44% : lame métal 32% : faux plafond 600x600 ou 1200x600
Commande d'éclairage	80% : simple allumage 13% gradable
Accès à la lumière naturelle	76% : oui
Surface moyenne (m2) écart type	143.7 m2 177.6
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	10.77 W/m2 6.5
Type de luminaires présents	67% d'équipement en fluorescent dont 47% : 1FL58 12% : 1FL18 31% d'équipement LED dont 16% : AMY200
Mode de pose	54% : corniche 34% : encastré
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	500 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	25%
Score « Relamping »	

Les salles de travail sont peu nombreuses mais représentent 6% de la surface (en m2 des typologies les plus courantes). Cette typologie concerne autant des petites pièces (< 20 m2) à des plateaux de travail (300 m2 et plus) qu'on peut trouver à la Bibliothèque Universitaire.


En seconde analyse, il s'agirait d'affiner cette typologie à minima en fonction d'une plage de taille.

On note que le gain nominal en puissance d'éclairage est plutôt faible bien que des néons sont majoritairement utilisés (67%). Nous pouvons interpréter que le niveau d'éclairement à atteindre n'est pas respecté. Des mesures complémentaires seront à prévoir pour confirmer cette hypothèse.

Le score « Relamping » est fixé à haut car l'éclairage majoritaire reste en fluorescent.

4.3.7. SALLE DE REUNION

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	1,7% (37 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	2%
Plafond	81% : Faux plafond 600x600 ou 1200x600
Commande d'éclairage	90 % par simple allumage
Accès à l'éclairage naturel	90% oui
Surface moyenne (m2) écart type	40,6 m2 19.3
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	11.64 W/m2 4.38
Type de luminaires présents (en nombre) :	70% d'équipement en fluorescent dont 45% : 4FL18 12% : néon de moyenne/grande taille 20% d'équipement LED dont 15% : hublot LED
Mode de pose	95% : encastré
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	500 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	23%
Score « Relamping »	

La typologie « salle de réunion » est relativement peu représentée (37 pièces seulement). Elle est très homogène sur l'ensemble des critères relevés. Une salle de réunion type est généralement constituée de faux plafond, possède une commande d'allumage manuelle (pouvant inclure des zonages en fonction de la taille). Cette typologie est souvent équipée de néons fluorescents.

Une salle de réunion peut avoir une configuration particulière : présence d'un tableau blanc, renforcement de l'éclairement au centre de la pièce, rajout d'éclairages esthétiques ...


Dans le cadre de l'opération de relamping, il s'agira de bien comprendre les attentes des usagers.

On note que le gain nominal en puissance d'éclairage est plutôt faible bien que des néons sont majoritairement utilisés (70%). Nous pouvons interpréter que le niveau d'éclairement à atteindre n'est pas respecté. Des mesures complémentaires seront à prévoir pour confirmer cette hypothèse.

Compte tenu de tous ces éléments, le score « Relamping » est haut.

4.3.8. SALLE DE CONVIVIALITE

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	2,1% (46 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	3%
Plafond	70% faux plafond 600x600 ou 600x1200
Commande d'éclairage	93% simple allumage
Accès à l'éclairage naturel	90% oui
Surface moyenne (m2) écart type	43.34 m2 30.0
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	10.93 W/m2 4.18
Type de luminaires présents (en nombre) :	56% d'équipement en fluorescent dont 25% : 4FL18 17% : 2FL36 6% : encastré à ampoule fluocompacte 39% d'équipement LED dont 25% : AMY200 10% PAVELED
Mode de pose	95% : encastré
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	200 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	70%
Score « Relamping »	

La typologie « salle de convivialité » est faiblement représentée (46 pièces seulement).

Il y a un fort écart type en surface du au fait que quelques salles de convivialité sont très grandes :

- Salle foletier (Droit) : 240m2
- Mezzanine technoforum : 106m2

Cela fait que la moyenne de surface ne correspond pas vraiment à une typologie « courante ».

Elle est très homogène sur l'ensemble des critères observés. Une salle de convivialité type est généralement constituée de faux plafond, possède une commande d'allumage manuelle et a un accès à l'éclairage naturel. Ces espaces ont un usage de kitchenette et préparation de boissons chaudes. Aucun besoin spécifique concernant l'éclairage n'a été observé.


L'équipement en luminaires dans ces espaces est plutôt en tubes néons ou encastrés à ampoules fluocompactes. L'installation d'éclairages LED y est important comparé aux autres typologies de pièces (39% !). Cela en fait de bons candidats pour prioriser des actions de relamping.

Le gain en puissance d'éclairage (70%) est très important. Il s'explique en partie par le fait que la norme en vigueur a fixé le niveau d'éclairage à seulement 200 lux pour cette typologie de pièce.

Compte tenu de ces éléments, nous avons fixé le score « Relamping » à haut.

4.3.9. SAS

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	3,1% (67 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	1%
Plafond	Grande disparité : 41% : faux plafond 600x600 / 600x1200 Autres typologies : placo, lame métal ...
Commande d'éclairage	60% : simple allumage 35% : détection 5% : minuterie
Surface moyenne (m2) écart type	7.3 m2 4.0
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	9.34 W/m2 de surface 5.9
Type de luminaires présents (en nombre) :	54% d'équipement en fluorescent dont 19% : néon toute puissance 17% : encastré à ampoule fluocompacte 8% : hublot à ampoule fluocompacte 27% d'équipement LED dont 17% : hublot à ampoule LED 10% : PAVELED
Mode de pose	60% : encastré 18% : sailli 13% : mural
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	100 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	23%
Score « Relamping »	

La typologie « sas » représente le pourcentage de surface le plus petit (1% des typologies les plus courantes). Bien que les sas soient apparentés à des zones de circulation, il est à noter que 60% des luminaires y sont à simple allumage. Il y a ici une économie d'énergie importante (~20% en 1ere estimation) à passer à une commande d'éclairage à détection.

On note une grande diversité de luminaires installés, de puissance d'éclairage (écart type de 5,9 pour une puissance moyenne de 9.34W/m²). Cette diversité s'explique par l'usage des sas, amenant à nous intéresser aux pièces attenantes de ces sas : hall/entrée, amphithéâtre, circulation ...

Voici quelques relevés de puissance d'éclairage par m² de surface (en W/m²) qui illustrent ceci :


Identifiant de pièce	PecI/m ²
IAE_0_Sas 1	2,4
Orbigny_1_B18D	3,8
Tocqueville_0_Sas 1	3,1

Identifiant de pièce	PecI/m ²
MDE_0_sas 5	14,5
IUT adm_0_sas	19,4
Fourier_0_sas	27,2

La diversité de luminaires et de surfaces entraine qu'une simulation d'éclairement n'est pas pertinente. Nous avons fixé le score « Relamping » à moyen du fait de la représentativité de cette typologie en surface (seulement 1%).

4.3.10. LOCAL TECHNIQUE

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	3,1% (116 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	2%
Plafond	40% : plafond béton 20% faux plafond en placo 18% : faux plafond en 600x600
Commande d'éclairage	88% : simple allumage
Accès éclairage naturel	85% non
Surface moyenne (m2) écart type	10.25m2 6.08
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	12.15 W/m2 7.54
Type de luminaires présents (en nombre) :	61% d'équipement fluorescent dont 43% : réglette néon étanche 13% : hublot à ampoule fluocompacte 9% : 2FL36 10% de hublot à source incandescente
Mode de pose	63% : sailli 16% : mur 14% : encastré
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	200 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	74 %
Score « Relamping »	

Les pièces de type « local technique » sont généralement assez petites (10,25 m2) et marquées par des choix d'équipements plutôt portés par la sécurité : simple allumage, pas d'accès à la lumière naturelle, hublots (type MAP 400) ou néons fluorescents étanches (2FLE58).

On peut considérer que ces pièces sont peu utilisées, car correspondant à des usages techniques du bâtiment (ascenseur, centrale de traitement d'air, TGBT ...)

On note une grande diversité de puissance d'éclairage (écart type de 7,54 pour une puissance moyenne de 12.15W/m2).

Voici quelques relevés de puissance d'éclairage par m² de surface (en W/m²) qui illustrent ceci :

Identifiant de pièce	Pecl (W/m ²)
Halle 1_2_local VMC	32,1
BU_2_217	40,5
Pascal_0_003	18,6

Identifiant de pièce	Pecl /m ² (W/m ²)
BU_0_006	7,3
LLASH_0_D003	7,5
Pascal_1_122	7,4


Ceci peut s'expliquer par le passage de gaines et/ou d'éléments massifs (centrale de traitement d'air ...) ne permettant pas la diffusion de lumière de façon homogène.

Par conséquent, une simulation d'éclairement n'est pas pertinente.

Il faut analyser plus finement chaque pièce pour faire des propositions de luminaires pertinentes. Également, le faible usage (donc la faible consommation énergétique) de cette typologie de pièce fait que nous avons attribué un score « Relamping » à mauvais.

4.3.11. STOCK

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	6.1% (131 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	4%
Plafond	43% : faux plafond 600x600 ou 600x1200 28% : plafond béton
Commande d'éclairage	86% : simple allumage 10% : à détection
Accès à l'éclairage naturel	65% non
Surface moyenne (m2) écart type	19.27m2 19.95
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	10.18 W/m2 5.83
Type de luminaires présents (en nombre) :	70% d'équipement en fluorescent dont 30% néon étanche toutes puissances 29% néon toutes puissances 20% d'équipement LED dont 8% hublot à ampoule LED
Mode de pose	42% : sailli 32% : encastré 16% mur
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	200 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	68 %
Score « Relamping »	

La typologie « stock » regroupe des espaces de rangement, stockage de matériaux de laboratoire, stock ménage etc ...


La commande d'allumage est généralement simple dans ces espaces. Etant donné leur faible usage, l'installation de détecteurs de présence permettrait un gain intéressant (~20% en 1ere approche).

On note une grande disparité de luminaires et de surface, ne permettant pas de faire une simulation d'éclairement intéressante.

Le score « relamping » est moyen, car le gain nominal en puissance d'éclairage est élevé mais l'usage de ces pièces faible.

4.3.12. CIRCULATION

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	10.5% (222 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	19%
Plafond	50% : faux plafond 600x600 / 600x1200 14% : faux plafond 1200x300 en bois 12% : faux plafond en placo
Commande d'éclairage	54% à détection 21% à minuterie 15% en simple allumage
Surface moyenne (m2) écart type	56.03 m2 31.33
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	7.48 W/m2 5.16
Type de luminaires présents (en nombre) :	56% d'équipement en fluorescent dont 14% : 2AFL26 8% : 2AFL13 38% d'équipement LED dont 10% encastré à ampoules LED diverses 10% : PAVELED
Mode de pose	74% : encastré 6% : sailli
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	100 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	78%
Score « Relamping »	

La typologie « circulation » est très commune et représente à elle seule 19% des typologies les plus courantes. Bien que 54% des luminaires soient à détection, 15% des commandes d'éclairages sont encore en simple allumage. Cela représente une piste d'économie d'énergie importante.


Nous avons analysé les circulations en fonction du type de source utilisé (LED, fluorescent, incandescent) et constatons que les circulations équipées d'un éclairage LED permettent d'atteindre une puissance d'éclairage surfacique de 2,7W/m2, très proche de la valeur normative utilisée pour le calcul du GNPE³.

³ Gain nominal en puissance d'éclairage

Ces éléments montrent qu'une action prioritaire doit être menée sur cette typologie. Le score « Relamping » a été fixé à haut.

4.3.13. ESCALIER

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	2.0% (43 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	3%
Plafond	70% : béton
Commande d'éclairage	53% à détection 28% à minuterie
Surface moyenne (m2) écart type	42.4m2 23.2
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) écart type	5,57 W/m2 4.41
Type de luminaires présents (en nombre) :	72% de hublots dont les sources sont <ul style="list-style-type: none"> - LED (33%) - Fluorescentes (18%) - Incandescentes (12%) - Halogène (4%)
Mode de pose	65% : mur 19% : sailli
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	150

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	57%
Score « Relamping »	

Lors des relevés, nous avons considéré les escaliers sur tous les étages plutôt qu'étage par étage. Cette complexité de forme fait qu'une simulation d'éclairement est trop complexe à réaliser.

On note une forte diversité dans la puissance d'éclairage surfacique, marquée par un écart type proche de la valeur moyenne. Voici un extrait des relevés que nous avons pu faire :


Identifiant de pièce	Pecl (W/m2)
IAE_tnv_escalier central	9,4
IAE_tnv_escalier nord	10,6
ile1_0_Escalier 1	9,6

Identifiant de pièce	Pecl (W/m2)
IUT bio_tnv_Escalier 1	1,5
IUT bio_tnv_Escalier 2	1,5
IUT RT_tnv_Escalier 1	1,5

Ceci s'explique par les sources (incandescentes pour le 1^{er} tableau, LED pour le 2nd) utilisées dans les luminaires. Le score « Relamping » est fixé à moyen sur cette typologie de pièce, dû à une part déjà importante d'équipement LED.

4.3.14. VESTIAIRE

Pourcentage de la typologie sur pièces relevées	1.1% (25 pièces)
Pourcentage de la typologie (en m2 des typologies les plus courantes)	1%
Plafond	52% : faux plafond 600x600 24% : plafond béton
Commande d'éclairage	68% à détection 28% à simple allumage
Surface moyenne (m2) écart type	20.9m2 12.6
Puissance d'éclairage surfacique moyen (W/m2) et écart type	8,80 W/m2 3.85
Type de luminaires présents (en nombre) :	62% d'équipement LED de diverses formes (hublot, spot, ampoule) 35% d'équipement en néon étanche toutes puissances
Mode de pose	61% : sailli 21% : encastré 17% : suspendu
Niveau d'éclairement à atteindre (NF EN 12464-1)	200 lux

Gain nominal en puissance d'éclairage (%)	63 %
Score « Relamping »	

En analysant finement les différentes pièces, on note que les vestiaires de la Halle 2 de sport sont particulièrement lumineux : si l'on exclut ces 5 vestiaires, la puissance surfacique moyenne tombe à 4,6W/m2.

Cette spécificité s'explique par des choix techniques et architecturaux : recherche de forte luminosité, présence de cabines de douches individuelles plutôt que douches collectives.

Cette typologie n'est pas un ensemble suffisamment homogène pour être traitée comme un seul lot, elle nécessite de considérer la présence et le nombre de cabines de douche individuelles. Il n'est pas intéressant d'avoir de simulation d'éclairage.

Cette typologie représente peu de pièces, l'éclairage LED y est majoritaire, et le gain nominal en puissance d'éclairage hors Halle 2 tombe à 30%. Nous avons fixé le score « relamping » à médiocre.

4.4. SIMULATION D'ECLAIREMENT

Du fait de la forte homogénéité de certaines pièces, de leur représentativité, ainsi que d'un niveau de performance relativement bas, nous avons souhaité creuser davantage certaines typologies de pièces.

Ceci a pour objectifs de déceler :

- Des niveaux d'éclairage (E) non appropriés
- Des potentiels défauts d'uniformité d'éclairage

4.4.1. HYPOTHESES COMMUNES DE SIMULATIONS

Parois intérieures	Teinte prise en compte	Réflexion lumineuse (ρ)
Sols	Gris clair	20%
Murs	Blanc	50%
Plafonds	Blanc	70%

4.4.2. BUREAU

Hypothèses spécifiques de simulation :

Pièce	Forme rectangulaire Largeur de salle : 5 mètres Hauteur sous plafond : 2.5 mètres
Choix d'équipement de luminaire	Cf annexe 1

Résultat de simulation :

Cf annexe 1

Analyse de la simulation :

- Niveau d'éclairement E moyen **non conforme à la norme (404 lux pour 500 lux)**
- Uniformité d'éclairement Uo **non conforme par rapport à la norme** (0,21 pour 0,6)

Remarque : le niveau d'éclairement moyen est sûrement plus bas que le niveau simulé car les performances des sources lumineuses baissent avec le temps.

4.4.3. LABORATOIRE

Hypothèses spécifiques de simulation :

Pièce	Forme rectangulaire Largeur de salle : 7 mètres Hauteur sous plafond : 2.5 mètres
Choix d'équipement de luminaire	Eclairage de plafond : 6x 4FL18 (Peclairage = 6x76W soit 456W)

Résultat de simulation :

Cf annexe 2

Analyse de la simulation :

- Niveau d'éclairement E moyen **conforme à la norme (505 lux pour 500 lux)**
- Uniformité d'éclairement Uo **conforme à la norme** (0,62 pour 0,6)

Dans le cadre des hypothèses et choix formulés plus haut, cette simulation montre que les luminaires actuels répondent au besoin d'éclairement selon la norme.

Il est à noter que cela n'exclut pas les laboratoires de l'opération de changement de luminaires afin de diminuer la puissance d'éclairage.

Remarque : le niveau d'éclairement moyen est sûrement plus bas que le niveau simulé car les performances des sources lumineuses baissent avec le temps.

4.5. PUISSANCE D'ÉCLAIRAGE INSTALLÉE

La puissance totale installée est de 777 kW sur l'ensemble des bâtiments.

Voici ci-dessous les répartitions de cette puissance par bâtiment ainsi que puissance moyenne par mètre carré de surface considéré.

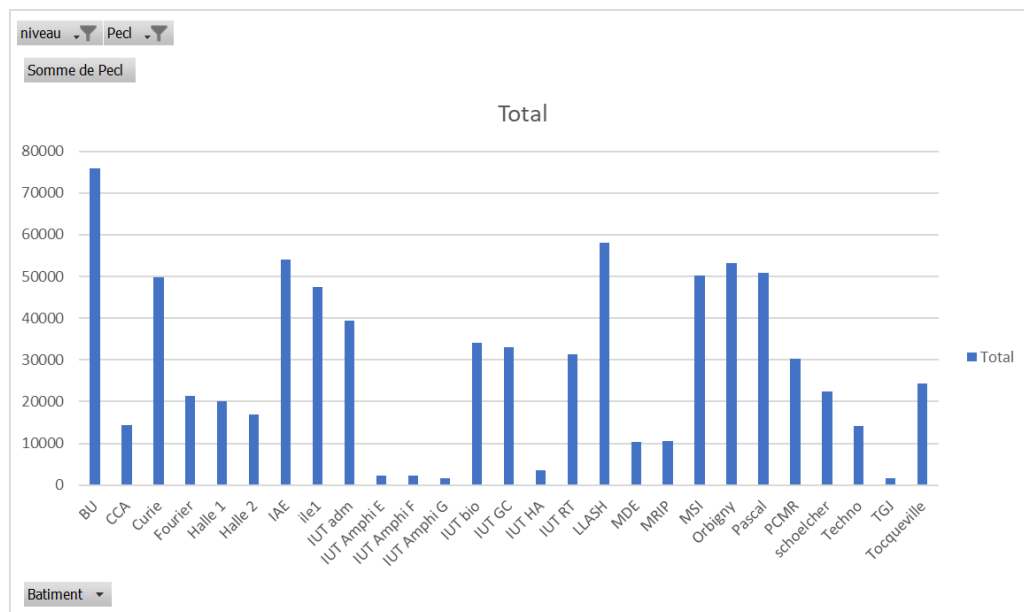


Figure 7 : Puissance d'éclairage installée par bâtiment (W)

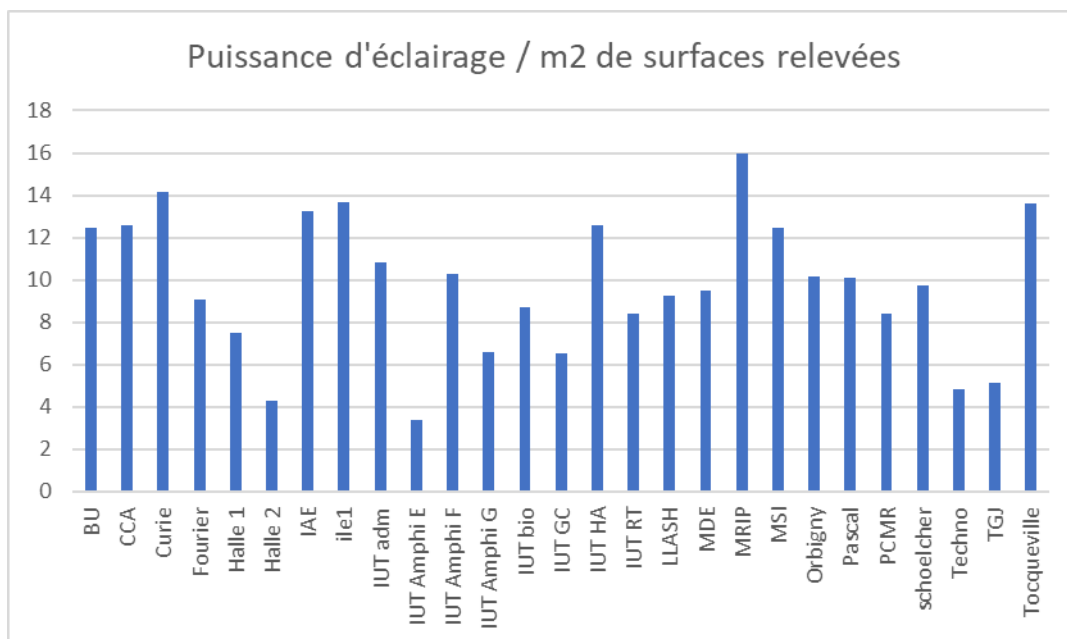


Figure 8 : Puissance d'éclairage surfacique par bâtiment (W/m²)

5. GLOSSAIRE

Facteur de lumière du jour (FLJ)

Rapport entre l'éclairement dû à la lumière naturelle en un point d'un local (plan de travail, sol...) et l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé et ciel couvert. Le rayonnement du soleil direct est exclu du calcul.

Eclairement

Quantité de lumière ou flux lumineux (en Lux) reçu par une unité de surface. Un éclairage minimal est à maintenir suivant la nature de la tâche. Pour les postes de travail, les seuils d'éclairement minimum sont réglementés.

Éblouissement

Conditions de gêne ou d'inconfort (voire diminution de l'aptitude à distinguer des objets) provoquée par des luminances ou des contrastes de luminances trop élevés. Il est évalué par l'UGR (Unified Glare Rating).

IRC (Indice de Rendu des Couleurs)

Aptitude d'une source de lumière à bien rendre les couleurs et leurs nuances. Indice compris entre 0 et 100, 100 étant le meilleur rendu.

Facteur de dépréciation

Rapport entre l'éclairement moyen après une certaine durée d'utilisation et l'éclairement moyen initial. Le flux lumineux a naturellement tendance à diminuer : usure de la source et empoussièrement.

Coefficient Cep

Consommation conventionnelle d'énergie primaire d'un bâtiment par m² de S_{RT}. Elle est issue du calcul thermique réglementaire et prend en compte les caractéristiques de l'éclairage naturel et artificiel (puissance absorbée, régulation, horaires de fonctionnement...).

4FL18

Luminaire. Pavé 60cm x 60cm constitué de 4 néons fluorescents de 18W chacun. Plus d'information dans la base de données de luminaires.

2FL36

Luminaire constitué de 2 néons fluorescents de 36W chacun. Plus d'information dans la base de données de luminaires.

2FL58

Luminaire constitué de 2 néons fluorescents de 58W chacun. Plus d'information dans la base de données de luminaires.

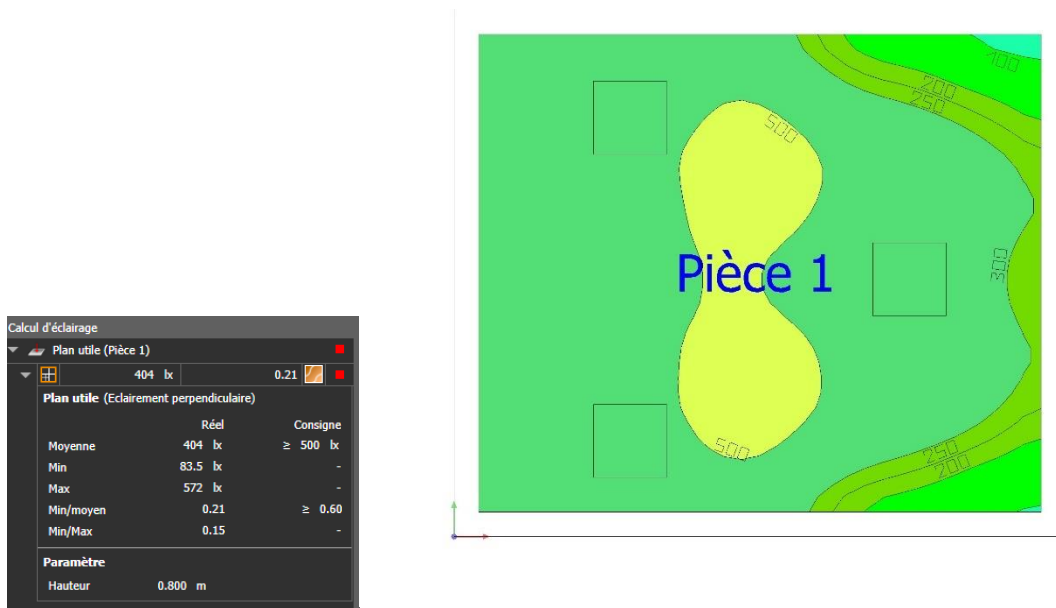
Ecart type

Mesure de la dispersion d'une valeur, noté σ . Si l'on considère une loi de distribution gaussienne, 68% des valeurs observées sont contenues dans l'intervalle [moyenne - σ ; moyenne + σ].

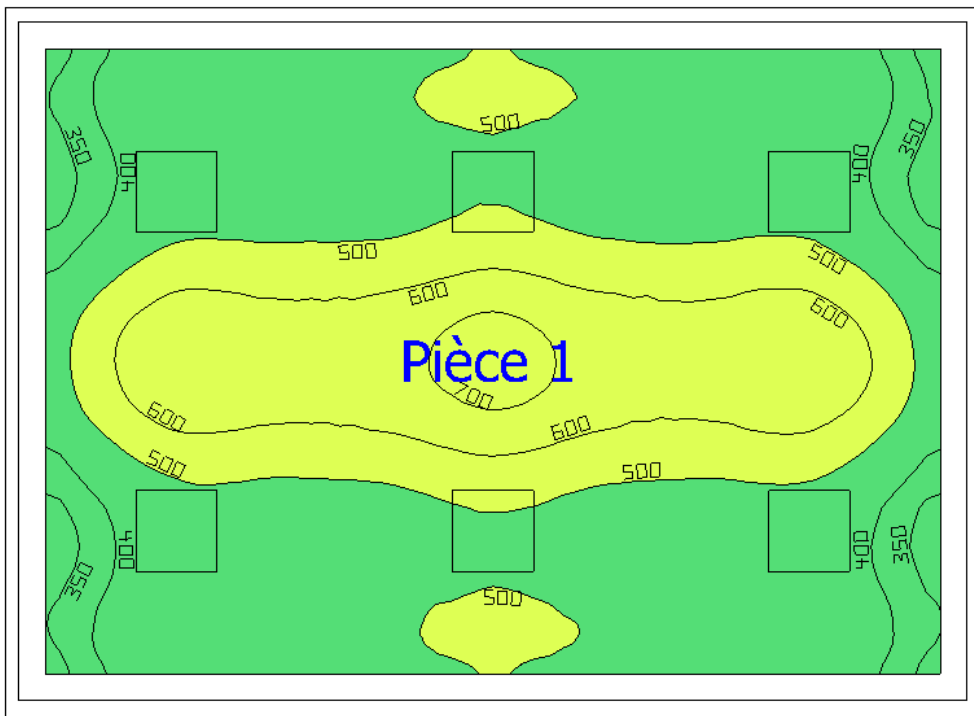
6. ANNEXES

- 6.1. ANNEXE 1 : SIMULATION DIALUX D'UN BUREAU TYPE
- 6.2. ANNEXE 2 : SIMULATION DIALUX D'UN LABORATOIRE TYPE

Annexe 1 : simulation Dialux d'un bureau type



Annexe 1 : simulation Dialux d'un laboratoire type



Plan utile (Pièce 1)		
	505 lx	0.64
Plan utile (Eclairement perpendiculaire)		
	Réel	Consigne
Moyenne	505 lx	≥ 500 lx
Min	321 lx	-
Max	745 lx	-
Min/moyen	0.64	≥ 0.60
Min/Max	0.43	-
Paramètre		
Hauteur	0.800 m	