

Mémoire

Auteur : Togora, Abdoulaye

Promoteur(s) : 3226

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en sciences et gestion de l'environnement, à finalité spécialisée en énergies renouvelables

Année académique : 2016-2017

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/3247>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Année académique : 2016 – 2017

OPTIMISATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS : L'ECLAIRAGE DE LA MAISON DE SOIN ELYSIS A ESCH-SUR-ALZETTE

Mémoire présenté par **TOGORA Abdoulaye**

en vue de l'obtention des grades de

**Master en Sciences et Gestion de l'Environnement – finalité Energies
Renouvelables(ULg)**

Master en Développement Durable – finalité Energies – Environnement (uni.lu)

Rédigé sous la direction de **STEFAN Maas**

DEDICACES

A Celui qui était, qui est et qui vient.....

A mes parents pour leur soutien morale et inconditionnel tout au long de ces deux années d'études.

A ma tendre épouse pour son amour, son encouragement et son dévouement

A mes sœurs et frères : Mariam, Aïchata, Ibrahim, Stanislas, Soungalo, Satou pour leur soutien multiformes, morale et leur encouragement.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier la Coopération Technique Belge (CTB) pour leur soutien financier qui m'a permis de mener à bien ce travail ainsi que le directeur général de Goblet Lavandier, ingénieurs conseils, qui m'a permis de travailler sur ce projet.

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de STEFAN Maas, SCHNEIDER Alain et Fabien Claude. Vous avez fait grandir en moi la rigueur dans le travail. Vous resterez pour moi un modèle à suivre. Merci encore.

Je tiens à témoigner ma profonde gratitude à tout le corps professoral du campus d'Arlon / Université de Liège ainsi que ce de l'Université de Luxembourg. C'est grâce à eux que cette étude de master a été bien déroulée.

Un merci spécial à Françoise DASNOISE, Mme ESPOSITO et ANDRE Fabienne pour leur disponibilité dans les démarches administratives relative à ce master de codiplomation.

Enorme remerciement à Bekkouri, Jean et Mehmet Ali pour leur collaboration et leur disponibilité pleine et entière.

Un remerciement spécial à Barthel, Winnie, Larissa, Hamid, Dieudonné, Barké et tant d'autres pour leur vivre ensemble, leur bonne compréhension et leur tolérance.

Enfin je termine par les familles COULIBALY, TOGORA, TRAORE à Bamako au MALI.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I : INTRODUCTION, LA METHODOLOGIE, LE CONTEXTE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL	1
1. INTRODUCTION.....	2
2. CONTEXTE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL.....	4
2.1. Contexte énergétique.....	4
2.2. Contexte environnemental.....	6
2.3. Contexte du projet ELYSIS.....	7
3. METHODOLOGIE	8
CHAPITRE II :	9
LES HYPOTHESES DE CALCUL	9
1. GEOMETRIE DE LA MAISON DE SOIN ELYSIS	10
1.1. La Chambre	10
1.2. Le bâtiment.....	10
1.3. Configuration de la baie vitrée	11
2. PROFIL D'UTILISATION.....	12
3. SIMULATION DIALUX.....	13
3.1. Degré de réflexion des parois intérieures	13
3.2. Systèmes d'éclairage artificiel.....	13
3.3. Choix des vitrages	13
3.4. Protection solaire.....	14
4. SIMULATION TRNSYS.....	14
4.1. Le climat.....	14
4.2. Les parois de la chambre	15
4.3. Les systèmes de chauffage et de refroidissement.....	16
4.4. Les gains internes	17
CHAPITRE III : L'ECLAIRAGE	19
1. CONFORT VISUEL	20
1.1. L'éclairement.....	20
1.2. Quelques influences de l'éclairement.....	21
1.3. La Luminance.....	22
1.4. Uniformité	22
1.5. L'éblouissement	23
1.6. La distribution du spectre lumineux	24

2.	L'ECLAIRAGE NATUREL	25
2.1.	L'éclairage naturel et le bâtiment	25
2.2.	L'éclairage naturel et l'efficacité énergétique	25
3.	L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL	25
3.1.	Développement des lampes	26
3.2.	Les stratégies de gestion d'éclairage	26
	CHAPITRE IV:	28
	ASPECTS THERMIQUES	28
1.	LE CONFORT THERMIQUE	29
1.1.	Le métabolisme	29
1.2.	L'habillement	30
1.3.	La température ambiante	30
1.4.	La température des parois.....	30
1.5.	L'humidité relative	31
1.6.	La vitesse de l'air	31
2.	VITRAGES ET PROTECTION SOLAIRE.....	31
	CHAPITRE V:	33
	RESULTATS DE SIMULATIONS	33
1.	Facteur de Lumière du Jour.....	34
2.	L'influence des systèmes de gestion sur la consommation d'énergie des éclairages.....	36
3.	L'influence du pourcentage de surface vitrée sur la consommation d'énergie des éclairages	37
4.	Influence de la protection solaire sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres	38
4.1.	La consommation d'énergie primaire des chambres	38
4.2.	Le temps de surchauffe des chambres	40
5.	Influence du gain interne sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres	40
6.	Influence du débit d'infiltration sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres	41
7.	Choix de la taille de surface vitrée	43
8.	Economie d'énergie de la maison de soin	44
	CONCLUSION	46
	REFERENCES	48

LISTE DES ABREVIATIONS

A : Surface, m²

ASBL : Association sans but lucratif

E : Eclairage, lux

E_{min} : Eclairage minimum, lux

E_{moy} : Eclairage moyenne, lux

FLJ : Facteur de Lumière du Jour

GES : Gaz à effet de serre

I : Intensité lumineuse

Ktoe : Kilo tonne équivalent pétrole

L : Luminance, cd/m²

L_b : luminance de fond, cd/m²

LED : Light Emitting Diode

Mtoe : Méga tonne équivalent pétrole

P : Position de Guth

U₀ : Uniformité, sans dimension

UGR : Unified Glare Rating

T_{op} : Temperature operative, K

T_r : Température radiante, K

v : vitesse de l'air

Symboles Grecs

Φ : Flux lumineux, lm

Ω : Angle solide, stéradian

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Configuration de la baie vitrée	11
Tableau 2 : Tableau de conversion en énergie primaire.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Consommation mondiale d'énergie de 1973 à 2014 par fuel(IEA, 2016b).....	4
Figure 2 : Evolution de la consommation finale d'énergie selon les différents secteurs de 1960 à 2015("Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015," n.d.).....	5
Figure 3 : Consommation d'énergie finale pour chauffage des maisons unifamiliales(avant 1995) incluant l'eau chaude(Hoos et al., 2016)	6
Figure 4 : Maison de soins ELYSIS("Luxemburger Wort - Esch bekommt ein neues Pflegeheim," n.d.).....	7
Figure 5 : Plan de masse et plan d'élévation de la chambre.....	10
Figure 6 : Pourcentage de fenêtre dans la surface de façade.....	12
Figure 7 : Profil de présence et d'éclairage.....	13
Figure 8 : Températures et radiation solaire global horizontale de la station météo de Nancy	15
Figure 9 : Schéma de simulation de la chambre sous TRNSYS	18
Figure 10 : Flux lumineux d'une source(Bodart, 2002).....	20
Figure 11 : Eclairage lumineux en un point d'une surface (Bodart, 2002).....	20
Figure 12 : Intensité lumineuse d'une source(Bodart, 2002).....	22
Figure 13 : Luminance d'une source(Bodart, 2002)	22
Figure 14 : Les angles α et β utilisés pour le de l'UGR	23
Figure 15 : Gamme de température de couleur(Caract, n.d.).....	24
Figure 16 : Evolution des rendements lumineux des technologies traditionnelles et LED.....	26
Figure 17 : Paramètres influençant le confort thermique(Bodart, 2002)	29
Figure 18 : Courbes standards du métabolisme basal en fonction de l'âge pour l'homme et la femme(Bloesch & Schutz, 1989)	30
Figure 19 : Répartition du rayonnement solaire incident sur un vitrage(Roulet, 2004).....	32
Figure 20 : Facteur de lumière du jour de la chambre	34
Figure 21 : Le facteur de lumière du jour de la chambre_Est en fausse	34
Figure 22 : FLJ en fonction du pourcentage de surface vitrée (courbes confondues) en date du 21 mars 2017 à 10h	35
Figure 23 : Eclairage dans la chambre_Ouest (à gauche) et dans la chambre_Est (à droite) en date du 15 décembre 2017 à 13h	36
Figure 24 : Consommation d'énergie des éclairages des chambres pour trois types de système de gestion.....	37
Figure 25 : Consommation d'énergie des éclairages en fonction de la taille.....	38
Figure 26 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée (chambre avec protection solaire)	39
Figure 27 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée (chambres sans protection).....	39
Figure 28 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée et du métabolisme de deux personnes	41

Figure 29 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée et du métabolisme de trois personnes.....	41
Figure 30 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée à $n=0.43h^{-1}$	42
Figure 31 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée à $n=0.6h^{-1}$	43
Figure 32 : Consommation d'énergie finale totale des éclairages suivant le type de système de gestion	44

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Le facteur de lumière du jour de la chambre_Ouest pour $\tau=82\%$ et 40% de surface vitrée.....	51
ANNEXE 2 : L'éclairement naturel dans les chambres sous un ciel dégagé en date du 15/12/2017 à 13h.....	52
ANNEXE 3 : Le degré-heures de surchauffe avec un débit d'infiltration de $0.52h^{-1}$	54
ANNEXE 4 : Le degré-heures de surchauffe en fonction de l'augmentation du gain interne et de la taille de surface vitrée.....	56
ANNEXE 5 : Le degré-heures de surchauffe avec l'augmentation du débit d'infiltration et de la taille de surface vitrée.....	58
ANNEXE 6 : La consommation d'énergie finale des éclairages par niveau du bâtiment.....	60
ANNEXE 7 : Caractéristiques techniques des luminaires.....	61

RESUME

Le bâtiment est le premier secteur de consommation d'énergie. Dans la stratégie de réduction des émissions de CO₂, l'union européenne a adopté des politiques de réglementation sur l'efficacité énergétique des bâtiments. L'éclairage artificiel représente une part non négligeable dans la consommation d'énergie des bâtiments. Dans le monde, elle représente 19% de la production d'électricité et vaut 12% en France.

Le développement du domaine électronique a permis d'innover des systèmes de gestion d'éclairage plus performants. Aujourd'hui on peut réduire jusqu'à 50% la consommation d'énergie des éclairages en tenant compte de la variation de l'éclairement naturel.

Ce travail de master s'inscrit dans ce cadre, en premier lieu une étude relative au choix de la taille de surface vitrée a été réalisée. Le but est d'optimiser la consommation d'énergie des éclairages des chambres de la maison de soin tout en tenant compte du confort thermique de l'occupant et de l'éclairement naturel. En définitive, cette étude a montré une limite de réduction de la consommation d'énergie des éclairages en fonction de la lumière du jour à partir de 60% de surface vitrée. La consommation d'énergie primaire des chambres augmentent avec la taille de surface vitrée. L'influence du confort thermique par l'augmentation du métabolisme, la protection solaire et le débit d'infiltration.

Ce travail s'est également intéressé à l'évaluation de l'économie d'énergie réalisée sur la consommation des éclairages du bâtiment tout entier. Cette partie consistait à planifier l'étude d'éclairage de toutes les pièces. Un système de gestion d'éclairage fonction de la lumière du jour était installé dans les pièces où on pouvait en profiter. Le résultat de cette étude montre que l'on peut réaliser une économie d'énergie d'environ 40%.

Mots clés : Energie, l'éclairement naturel, l'éclairage artificiel, optimisation, confort thermique, confort visuel, système de gestion d'éclairage.

ABSTRACT

The building is the first sector of energy consumption. In the strategy to reduce CO₂ emissions, the European Union has adopted regulatory policies on the energy efficiency of buildings. Artificial lighting is a significant part of building energy consumption. Worldwide, it accounts for 19% of electricity production and is worth 12% in France.

The development of the electronics field has led to the innovation of more efficient lighting management systems. Today, the energy consumption of lighting can be reduced by up to 50%, taking into account the variation of the natural lighting.

This master thesis is in this framework, first a study relative to the choice of the size of glazed surface has been realized. The goal is to optimize the energy consumption of the lighting of the rooms of the care home while taking into account the thermal comfort of the occupant and the natural lighting. Definitively, this study showed a limit of reduction of the energy consumption of the lighting according to the daylight from 60% of glazed surface. The primary energy consumption of the rooms increases with the size of the glazed surface. The influence of thermal comfort through increased metabolism, sun protection and infiltration rate.

This work has also been concerned with the evaluation of the saving of energy realized on the consumption of the lighting of the whole building. This part consisted of planning the study of lighting of all the rooms. A daylight lighting management system was installed in the rooms where it could be used. The result of this study shows that an energy saving of about 40% can be achieved.

Keywords: Energy, daylight, artificial lighting, optimization, thermal comfort, visual comfort, lighting management system.

CHAPITRE I :

INTRODUCTION, LA METHODOLOGIE, LE CONTEXTE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

1. INTRODUCTION

La problématique du changement climatique demeure un défi auquel l'humanité doit se confronter en faisant évoluer nos modes de vie d'habitation. Ce dérèglement climatique est dû à l'augmentation des gaz à effet de serre qui conduit à des préjudices irrévocables à notre environnement et incite une réflexion planétaire pour résoudre ce problème crucial. Face à cette situation, plusieurs pays ont ratifié le protocole de Kyoto dont les enjeux fondamentaux se déclinent en deux termes :

- La réduction des émissions de GES pour l'atténuation du réchauffement climatique
- L'adaptation aux conséquences du réchauffement climatique

Le bâtiment est repéré comme le premier secteur critique, mais c'est aussi le secteur qui peut contribuer efficacement à la mise en place des politiques de développement durable à l'échelle planétaire (Rivallain, 2013), donc il sera nécessaire dans les projets de construction de trouver simultanément un compromis entre les critères économiques, environnementales et sociaux (Rivallain, 2013). Le parc immobilier Européen est renouvelé chaque année de 0.4 à 1.2% (Europ, Bruxelles, Du, Europ, & Conseil, 2016) seulement selon les états membres mais ils sont le premier consommateur d'énergie et responsable de 40% de la consommation d'énergie finale (Europ et al., 2016). La part de l'éclairage dans la consommation d'énergie finale des bâtiments n'est pas négligeable, elle est approximativement égale à 19% de la production d'électricité mondiale et un plus de 2% des ressources énergétiques primaires (Georges, n.d.), en France, environ 12% de son électricité est consommé par l'éclairage, 60% dans le secteur tertiaire, 30% dans le résidentiel et 10% dans le public (Georges, n.d.).

A l'instar des autres pays de l'Union Européenne, le Luxembourg a instauré des réglementations en matière de performance énergétique et le certificat de performance énergétique. En 2014, il a déposé auprès de la commission européenne son plan d'action d'efficacité énergétique en vue d'une réduction de 14% (Ministère de L'Économie, 2014) de sa consommation énergétique.

Aujourd'hui avec les progrès scientifiques réalisés dans ces dernières années dans le domaine de l'électronique, une nouvelle voie s'ouvre à la conception des systèmes d'éclairage plus performants. Ces systèmes d'éclairage permettront de réaliser des économies d'énergies conséquentes.

La prise en compte de l'éclairage naturel exige un bilan énergétique optimum entre les besoins en refroidissement, en chauffage et en éclairage. Cela ne pourrait être atteint que par une approche intégrée (Bodart, 2002) de l'éclairage naturel et des aspects thermiques.

C'est dans ce contexte que mon travail de fin d'étude s'inscrit. Il vise à réduire la consommation d'énergie des éclairages dans une maison de soin. En premier lieu, il consiste à optimiser l'éclairage naturel dans les chambres sans pourtant qu'il y ait de surchauffe pendant l'été, la seconde phase sera consacré sur l'évaluation de l'économie d'énergie sur tout le bâtiment.

Le présent manuscrit est structuré en quatre chapitres :

Le chapitre I fait le point du contexte énergétique et environnemental, de la méthodologie suivie dans ce cas d'étude et de l'introduction.

Le chapitre II présente les hypothèses de calculs réalisés pour aboutir aux résultats de simulation de l'étude d'éclairage et de l'évaluation de la consommation d'énergie primaire des chambres de la maison de soin.

Le chapitre III est consacré à l'étude bibliographique de l'éclairage naturel et de l'éclairage artificiel. Un accent particulier a été mis sur le confort visuel de l'occupant.

Le chapitre IV fait le point des différents facteurs pouvant influencer le confort thermique.

Et enfin **le chapitre V** présente les résultats de simulation via les logiciels TRNSYS et DIALux.

2. CONTEXTE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

2.1. Contexte énergétique

L'accès à l'énergie demeure un défi majeur dans le monde. Sur les 40 dernières années la consommation d'énergie primaire a passé de 6 101 Mtoe en 1973 à 13 699 Mtoe en 2014 (figure 1) selon le rapport annuel de l'agence internationale de l'énergie (IEA, 2016b). Nous remarquons que le pétrole vient en première position avec 31.2% de la consommation mondiale totale, force est de constater qu'il a connu une légère diminution d'une centaine de Mtoe par rapport à 2012. Le charbon qui a aussi suivi une légère baisse, assure 28.8% de la demande contre 29.5% en 2012 ; le gaz 21.2% (Département, 2017) et la part du nucléaire est restée constante entre 2012 et 2014 soit 4.8%. Les énergies renouvelables quant à elles satisfont 14% de la demande mondiale totale d'énergie contre 13.3% en 2012. Malgré une légère baisse de la consommation du pétrole, ces chiffres montrent la dépendance mondiale à l'utilisation du pétrole qui ne pourra qu'augmenter la teneur du CO₂ dans l'atmosphère dont les conséquences sont aujourd'hui visibles (inondation, augmentation de la pollution de l'air, migration de certaines espèces, acidification des océans,...)

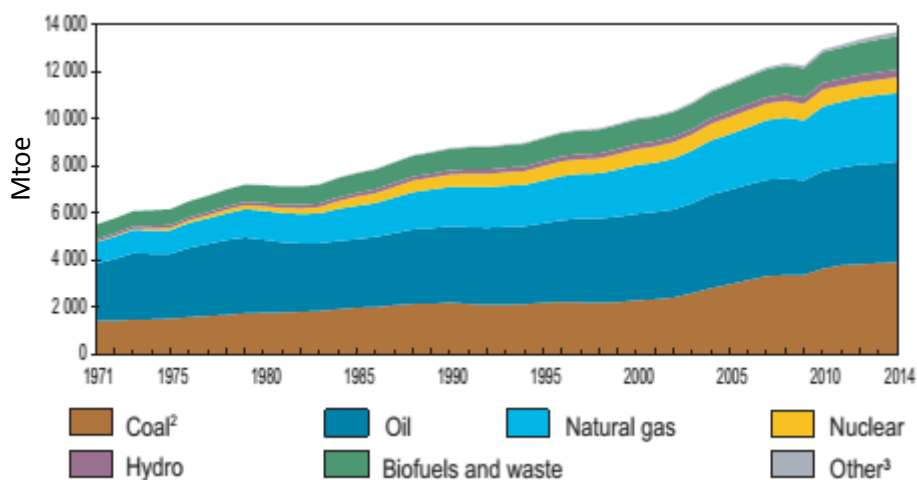


Figure 1 : Consommation mondiale d'énergie de 1973 à 2014 par fuel(IEA, 2016b)

Au Luxembourg, les produits pétroliers assurent encore en 2015 64% ("Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015," n.d.) de la consommation finale énergétique, le gaz naturel 16% ("Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015," n.d.) et la biomasse 4% ("Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015," n.d.), ceci montre combien le Luxembourg est encore fort dépendant des produits pétroliers pour

satisfaire sa demande énergétique . Les énergies renouvelables assurent 6% dans la consommation finale d'énergie.

Le secteur le plus énergivore est le secteur du bâtiment dans le monde. Il représente 35% (Rivallain, 2013) de la consommation finale d'énergie devant l'industrie et le transport, qui représentent respectivement 31% et 30% (Rivallain, 2013). Par contre au Luxembourg le secteur du transport est le plus énergivore, il représente à lui seul 60% de la consommation finale d'énergie, ensuite suivi par le secteur du bâtiment qui représente 46% et enfin l'industrie vient avec 17% (figure 2). Selon une étude (Hoos, Merzkirch, Maas, & Scholzen, 2016) réalisée au Luxembourg sur les bâtiments unifamiliaux qui ont été construites avant 1995, l'article montre que seulement 3% de ces bâtiments ont une consommation normale en chauffage incluant l'eau chaude sanitaire et 37% sont dans le groupe dont la moyenne de la consommation finale d'énergie (chauffage plus eau chaude sanitaire) vaut 214 kWh/m²a (figure 3).Ce qui montre la nécessité d'adopter des nouvelles règlementations visant à atteindre l'objectif fixé par l'Union Européenne dans sa politique de réduction des émissions des gaz à effet de serre.

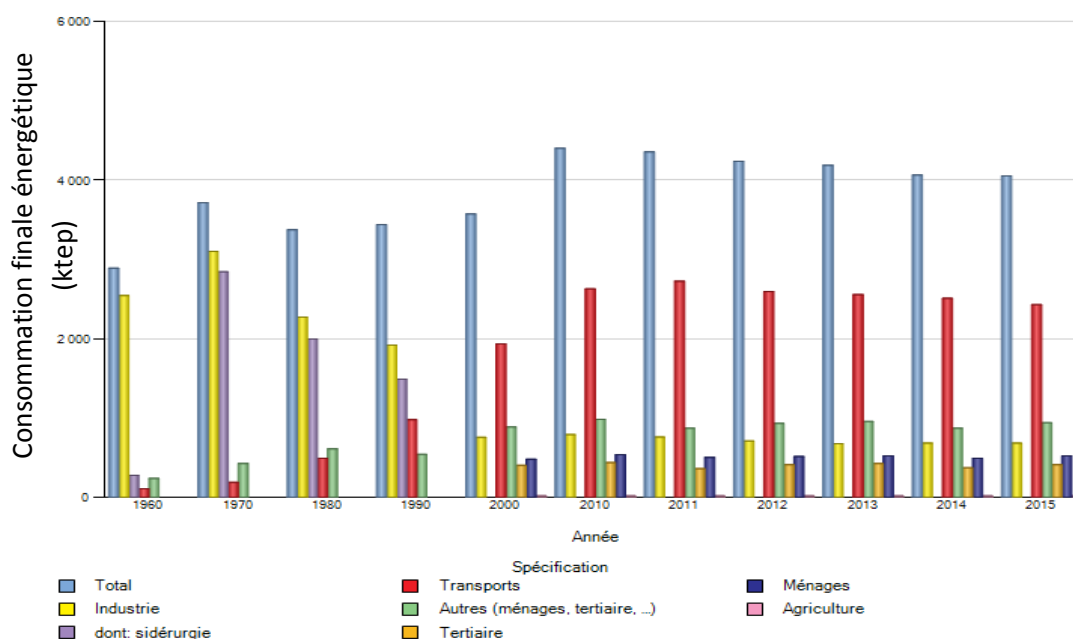


Figure 2 : Evolution de la consommation finale d'énergie selon les différents secteurs de 1960 à 2015("Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015," n.d.)

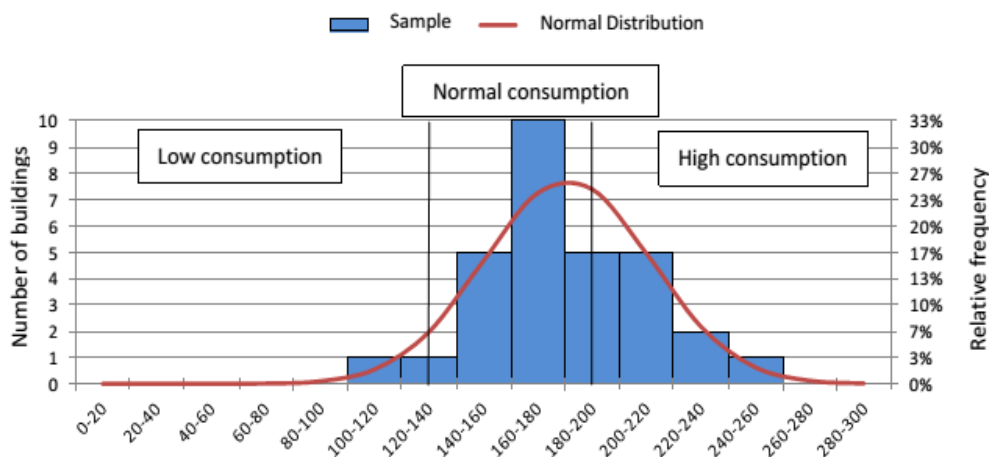


Figure 3 : Consommation d'énergie finale pour chauffage des maisons unifamiliales (avant 1995) incluant l'eau chaude (Hoos et al., 2016)

2.2. Contexte environnemental

De 1960 à maintenant, le produit intérieur brut mondial ne fait qu'augmenter, ceci s'accompagne par des émissions de gaz à effet de serre. L'émission de CO₂ a pratiquement doublé dans les quarante dernières années, elle a passé de 15 458 Mt CO₂ en 1973 à 32 381 Mt CO₂ en 2014 (IEA, 2016). En 2015 le Luxembourg a contribué aux émissions de gaz à effet de serre à hauteur de 15.47 tCO₂ par tête (IEA, 2016a).

Les projections réalisées sur la base de tous les scénarios par le groupe expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (Beckert & Brun, 2014) indique une augmentation de la température de surface au cours du 21^{ème} siècle. Ceci aura pour conséquence l'augmentation de la fréquence et la durée des vagues de chaleur, l'intensification des précipitations extrêmes, la continuation du réchauffement et l'acidification des océans et l'augmentation du niveau moyen de la mer... (Beckert & Brun, 2014). Il est donc plus urgent que les décideurs politiques prennent des mesures afin de trouver un compromis entre la balance énergétique, économique et environnementale.

A cet effet, plusieurs pays se sont engagés en signant le premier traité international visant à limiter les impacts anthropiques au sommet de Rio en 1992. Ensuite en 1997, le protocole de Kyoto a été signé pour réduire les émissions de six gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, protoxyde d'azote, méthane et les gaz fluorés : HFC, PFC, SF₆) de 5% (Ki-moon, n.d.) par rapport au niveau de 1990.

2.3.Contexte du projet ELYSIS

Dans sa politique de retraite des personnes âgées, le gouvernement du grand-duché appui les associations ou entreprises dans la réalisation des maisons de soins. C'est dans ce cadre que l'ASBL ELYSIS à l'accoutumée réalise une autre maison de soin à Esch-sur Alzette dont le coût s'élève à 40 millions d'euros ("Luxemburger Wort - Esch bekommt ein neues Pflegeheim," n.d.). La maison de soin ELYSIS longe d'une part le boulevard Grande Duchesse CHARLOTTE et d'autre part l'Avenue de la paix à Esch-sur Alzette (figure 3). Elle est composée de quatre ailes où un soin de haute qualité sera offert aux personnes âgées ("Luxemburger Wort - Esch bekommt ein neues Pflegeheim," n.d.). Elle abrite également un grand parc bien aménagé pourvu d'un jardin thérapeutique pour encore rendre le milieu plus convivial.

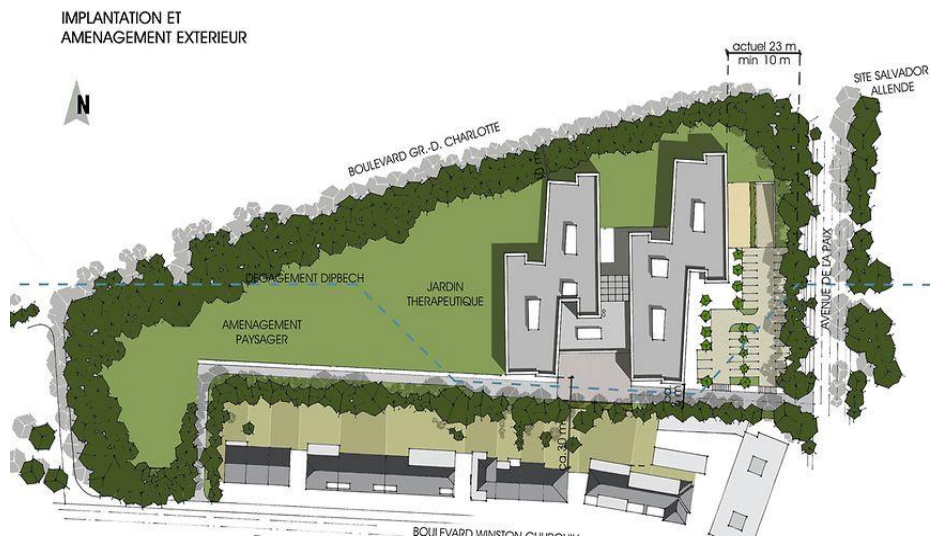


Figure 4 : Maison de soins ELYSIS("Luxemburger Wort - Esch bekommt ein neues Pflegeheim," n.d.)

Le bureau d'études Goblet & Lavandier était chargé de la planification des installations techniques, j'ai travaillé sur la planification d'éclairage et élaboration du certificat de performance énergétique de ce projet dans le cadre de mon stage qui a duré quatre mois, de ce fait je l'ai choisi dans le cadre de mon "master thesis".

3. METHODOLOGIE

La validation du choix de luminaires pour toutes les pièces du bâtiment était tout d'abord nécessaire pour la planification d'éclairage. Ce travail préliminaire a été fait en coordination avec l'architecte et en fonction de la contrainte budgétaire allouée au projet. L'outil de simulation utilisé dans ce cadre était le logiciel DIALux suivant les hypothèses de calcul au chapitre II. Cet outil de simulation nous a permis d'évaluer l'économie d'énergie réalisable et aussi la puissance spécifique de chaque pièce, qui pourra être utilisé dans l'étude dynamique de l'enveloppe du bâtiment comme gain interne due à l'éclairage.

Dans un second temps, l'étude dynamique de la chambre a été réalisée conformément aux objectifs du certificat de performance énergétique (voir les hypothèses de calcul). Ce travail a été réalisé à l'aide du logiciel TRNSYS. Cet outil nous a permis de trouver l'optimum de la baie vitrée pour profiter plus de l'éclairement naturel et d'évaluer son impact sur le confort thermique, plus particulièrement la surchauffe pendant l'été.

CHAPITRE II :

LES HYPOTHESES DE CALCUL

1. GEOMETRIE DE LA MAISON DE SOIN ELYSIS

1.1.La Chambre

Les chambres sont identiques, elles ont une longueur de 6.38m, une largeur de 4.64 m et une hauteur de 3.05m. La chambre est divisée en trois parties : un hall d'entrée de 5,5m², une salle de bain de 5,1m² et une chambre intérieure de 17,3 m² (figure 5). Le hall d'entrée est muni d'un faux plafond de 25cm. La fenêtre a une largeur de 2.6m, une hauteur de 2.18m et une hauteur d'allège de 0.56m. Dans cette maison de soin, il y a 130 chambres prévues pour les pensionnaires. Sur les 130 chambres, soixante-six (66) ont leur fenêtre orientée vers l'Est et soixante-quatre (64) vers l'Ouest. Par la suite la chambre_Est désigne la chambre dont la fenêtre est orientée vers l'Est et qui sera pareille pour la chambre_Ouest. Dans notre étude de simulation dynamique avec le logiciel TRNSYS, nous avons muni ces fenêtres d'un store mobile automatique. Mais dans la réalisation pratique ils doutent encore si cela pourra être fait vu la contrainte budgétaire.

1.2.Le bâtiment

Le bâtiment abrite 130 chambres, les fonctionnements internes, les fonctionnements cuisines, les sanitaires publics et les locaux techniques sont réparties entre le rez-de-chaussée, le niveau 1, le niveau 2 et le niveau 3. La superficie totale bâtie du sous-sol au niveau 3 (3^{ième} étage) s'élève à 17 660 m².

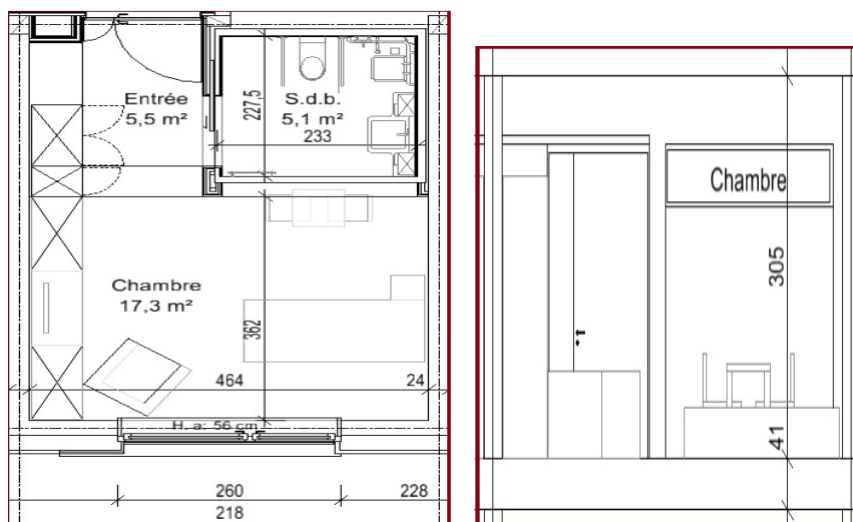


Figure 5 : Plan de masse et plan d'élevation de la chambre

1.3. Configuration de la baie vitrée

Dans notre étude dynamique, nous avons fait séparément les simulations des chambres Est et Ouest. Pour cela nous avons opté pour quatre configurations différentes en fonction du pourcentage de la fenêtre (cadre plus baie vitrée) par rapport à la surface de la façade : 40%, 60%, 81% et 100% (tableau 1).

Tableau 1 : Configuration de la baie vitrée

	Cas de base	Cas 2	Cas 3	Cas 4
Largeur	2.6	3.4	4.4	4.625
Hauteur	2.18	2,5	2.6	3.05
Surface baie vitrée	4.27	6.38	8.5	10.61
Surface cadre (S_C)	1.43	2.12	2.9	3.5
Surface fenêtre (S_F) en m^2	5.7	8.5	11.4	14.11
Surface façade (S_P) en m^2	14.11	14.11	14.11	14.11
S_C / S_F	25%	25%	25%	25%
S_F / S_P	40%	60%	81%	100%

Le châssis est en aluminium avec une conductivité thermique de 0,665 W/(mK) ou 2,394 kJ/hmK). Son pourcentage par rapport à la surface de la fenêtre est fixé à 25% quel que soit le type de configuration. Les quatre scenarios ci-dessous représentent la chambre avec ses trois luminaires sans la salle de bain exportés du logiciel DIALux. En effet, la salle de bain est séparée de la chambre parce que l'éclairage naturel n'a point d'impact sur le luminaire s'y trouvant.

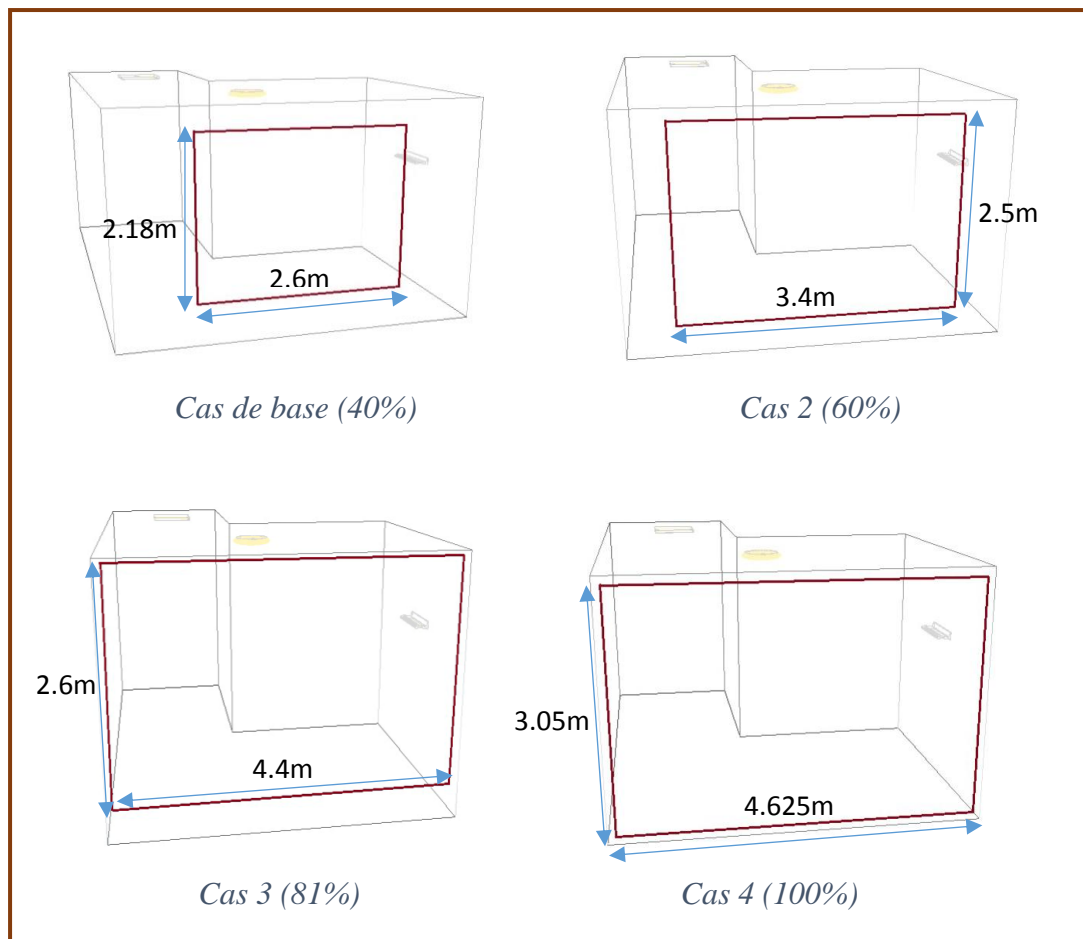


Figure 6 : Pourcentage de fenêtre dans la surface de façade

2. PROFIL D'UTILISATION

Le programme de répartition des horaires journaliers a été calculé approximativement sur le modèle de la maison de soins de Differdange. Les personnes âgées sont présentes dans leur chambre de 19h à 8h et de 13h à 15h, soit au total 15 heures par jours et 5475 heures par an. Ce modèle ne prend pas en compte tous les cas; par exemple ceux des handicapés qui pourront passer plus de temps dans leur chambre et aussi pour ceux qui ne désireront pas participées au programme d'activité. Pour le système d'éclairage(hall+chambre intérieure) nous avons supposé qu'ils fonctionneront de 7h à 8h, de 13h à 15h et 19h à 21h, soit 1095h par an pendant la journée et 730h par an pendant la nuit. Le temps de fonctionnement du luminaire de la douche+WC est supposé à 1h30mn par jour en se basant qu'elles y iront le matin, le midi et le soir, soit 547.5 heures par an. Bien sûr on a tenu compte du temps de déclenchement des détecteurs de mouvement qui s'y trouvent. Le profil d'utilisation des autres pièces du bâtiment est fourni conformément à la norme DIN 18599.

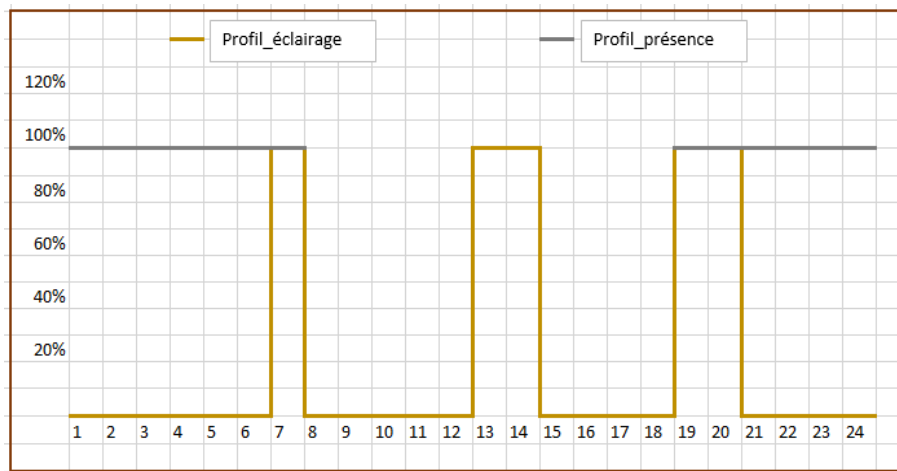


Figure 7 : Profil de présence et d'éclairage

3. SIMULATION DIALUX

3.1. Degré de réflexion des parois intérieures

La photométrie des parois intérieures dépend du type de matériau utilisé et de la couleur de la peinture appliquée. Il en existe trois types : très clair, moyen et foncé. Dans le cadre de notre simulation nous avons retenu 20% de degré de réflexion pour le sol, 70% pour les quatre parois verticales et 50% pour le plafond. Ce qui correspond au type moyennement clair. Mais par contre nous n'avons traité le cas des obstructions extérieures.

3.2. Systèmes d'éclairage artificiel

La valeur de l'éclairage de consigne des différentes pièces du bâtiment est fixée selon la norme EN 12464-1 relative à la lumière et éclairage des lieux de travail. Le choix des luminaires est fait en fonction du rendement lumineux des lampes. Pour rappel, le rendement lumineux est le rapport du flux lumineux par la puissance (généralement électrique) absorbée. Il s'exprime en lumen par watt (lm/W). La technologie LED a été choisie dans cette étude d'éclairage à cause de leur meilleur rendement lumineux. Pour chaque pièce, une étude comparative des luminaires LED venant de différents fournisseurs a été faite, afin de procéder au choix définitif.

3.3. Choix des vitrages

Nous avons choisi deux types de vitrages pour évaluer leur influence dans le calcul du facteur de lumière du jour (FLJ) : le premier a un taux de transmission lumineux de 82% et le second

40%. Le facteur de pollution et le degré de réflexion sont maintenus respectivement à 0,6 et 8%. Le châssis est en aluminium.

3.4. Protection solaire

Pour l'estimation de la consommation de l'énergie électrique le logiciel DIALux offre deux possibilités : d'une part suivant la norme EN 15193 « Energy performance of buildings - Energy requirements for Lightning » qui règle tous les aspects de l'évaluation énergétique du bâtiment ne donne pas de choix pour l'insertion du store et le profil d'utilisation en nombre d'heures par an. D'autre part la norme nationale allemande DIN 18599 donne beaucoup de flexibilité pour l'insertion du store et le profil d'utilisation. Pour toute la suite, c'est la norme DIN 18599 qui sera utilisée dans le calcul de l'évaluation énergétique du bâtiment.

4. SIMULATION TRNSYS

4.1. Le climat

Les données météorologiques de Luxembourg sont disponibles, mais pas en fichier TRNSYS. Les stations météo de trois villes sont proches du lieu du projet à savoir : la station météo de Nancy (France), celle de Trier (Allemagne) et celle de Saint-Hubert (Belgique), avec les données météo des trois stations et celle du Luxembourg. Il est difficile en les comparant, de choisir la station météo dont les données météorologiques correspondent au mieux à celle du Luxembourg. Après maintes réflexions notre choix s'est porté sur la station météo de Nancy dont l'évolution de la température extérieure et le rayonnement solaire se global horizontal se présentent comme suit (figure 8).

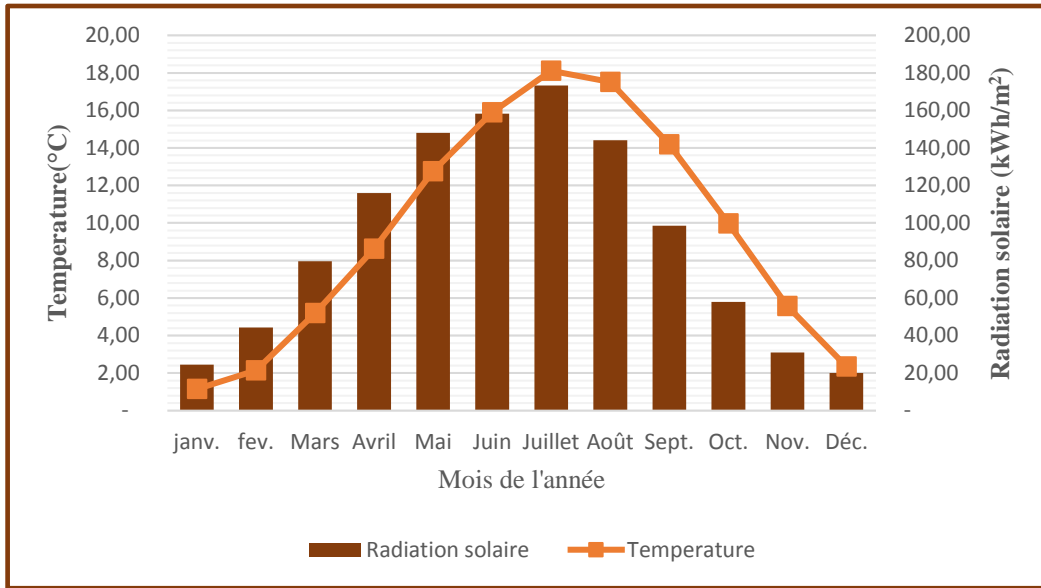


Figure 8 : Températures et radiation solaire global horizontale de la station météo de Nancy

4.2. Les parois de la chambre

La composition des façades ci-dessous ne contiennent évidemment pas tous les éléments constitutifs ni le bon agencement de ceux-ci. L'objectif était de trouver le coefficient de transmission thermique conformément au certificat de performance énergétique des six parois constituant de la chambre et leurs caractéristiques physiques (Outil, Maisons, & Consommation, n.d.). La composition des parois peut changer mais en gardant le même coefficient de transmission thermique.

■ Mur Extérieur :

	Conductivité W/(mK)	Capacité (J/kgK)	Densité (kg/m³)	Epaisseur (mm)
Béton	2,1	840	2 400	240
Laine minérale	0,035	840	50	240

Résistance de convection intérieure est égale à $0,13 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ et celle de l'extérieure est prise à $0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ donc on a $U=0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

■ Mur Intérieure :

	Conductivité W/(mK)	Capacité (J/kgK)	Densité (kg/m³)	Epaisseur (mm)
Plâtre	0,7	1 000	1 200	65
Polyuréthane	0,025	1 400	40	75

Le mur intérieure est soumis à des conditions adiabatiques. Ceci conduit à un $U=0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pour les trois parois verticales.

- Sol

	Conductivité W/(mK)	Capacité (J/kgK)	Densité (kg/m ³)	Epaisseur (mm)
Revêtements	0,17	1 400	1 200	20
Chape	1,15	1 000	1 800	70
Polyuréthane	0,025	1 400	40	70
Béton	2,1	840	2 400	120
Mousse de verre	0,041	1 000	115	100

Au final on obtient une valeur de $U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

- Toit :

	Conductivité W/(mK)	Capacité (J/kgK)	Densité (kg/m ³)	Epaisseur (mm)
Béton	2,1	840	2 400	240
Laine minérale	0,035	840	50	280

Résistance de convection intérieure est égale à $0,10 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ et celle de l'extérieure est prise à $0,04 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ donc on a $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

4.3.Les systèmes de chauffage et de refroidissement

Comme sur la figure 7 nous avons supposé que la chambre sera occupée de 09h du soir à 08h du matin et de 13h à 15h. Pendant l'occupation la température intérieure souhaitée est de 21°C et en dehors elle sera de 15°C durant l'hiver, pendant l'été la température intérieure souhaitée est de 24°C et en dehors elle peut aller jusqu'à 40°C. L'objectif du certificat de performance énergétique est d'atteindre la classe BBB, ce qui conduit à une étanchéité de $1.60 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ soit 0.52 h^{-1} de débit d'infiltration (non prise en compte de la ventilation mécanique). Pour l'évaluation du besoin en chauffage et en refroidissement nous avons traité deux cas de figures : le besoin en chaud sans eau chaude sanitaire et en froid avec ou sans protection solaire avec une variation de la surface de la fenêtre de 40%, 60%, 81% et 100%. Une chaudière à condensation est prévue pour le chauffage avec un récupérateur de chaleur de 75% de rendement. Les chambre ne seront pas refroidies, seulement la salle à manger d'une superficie de 182 m^2 sera muni d'un plafond froid, et quand il fait chaud les personnes âgées pourront s'y regrouper.

4.4. Les gains internes

- Le métabolisme :

Conformément au profil de présence (figure 7), nous avons supposé que la personne sera seule dans sa chambre et pendant l'occupation son métabolisme est pris à 80% et est égale à 80W de chaleur dégagée. Cette valeur a été choisie car le métabolisme des personnes âgées diminue avec l'âge.

- Autres appareils dans la chambre :

Dans notre étude nous avons supposé qu'il y aura une seule TV dans la chambre avec une puissance de 230W, pour insérer celui dans le logiciel TRNSYS nous l'avons considéré un ordinateur de même puissance. Sa puissance calorifique est transmise à 100% suivant le profil d'éclairage (figure 7).

- Eclairage :

Le calcul d'éclairage a été effectué par le logiciel DIALux. Pour avoir un éclairage moyen de 200 lux, le logiciel nous fournit la puissance par unité de surface qui vaut 4 W/m². Cette puissance spécifique a été insérée dans le logiciel TRNSYS comme gain interne due à l'éclairage.

- Vitrage :

Nous avons choisi un triple vitrage dans la librairie américaine du logiciel TRNSYS dont la référence est suivante : winID 13006 saint gobain climatop Solar KR 4/10/4/10/4 avec un coefficient de transmission thermique égale 0,52 W/m²K et un coefficient de transmission énergétique global de 0.585. Le rapport du taux de transmission lumineuse sur le taux global de transmission énergétique vaut 1.26. Le châssis aura une épaisseur de 10 cm et il est en aluminium. Il est à noter que nous avons pris compte les facteurs d'ombrage dans ces simulations.

- Schéma fonctionnel sous TRNSYS

Le type 56 (figure) renferme les caractéristiques physiques et la géométrie de notre chambre. Le type 15-6 met la chambre dans les conditions climatiques du lieu où se trouve la chambre. Le type 65c affiche la température extérieure et la radiation solaire venant du type 15-6. Il affiche également : la température intérieure, la température opérative, la demande en chaleur, la demande en froid, la demande latente, l'humidité absolue, le vote moyen (PMV) et le

pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD) venant du type 56. L'équation CLO est une macro qui définit l'habillement de l'occupant selon les saisons et les deux autres équations (Rad_solaire et Demand_hcl) convertissent l'énergie en puissance. Le type 2b est un contrôleur qui gère le store extérieur en fonction de la température intérieure de la chambre. Il abaisse le store lorsque la température intérieure atteint 24°C et le remonte quand elle atteint 21°C, le type 65d a pour rôle de vérifier le bon fonctionnement du contrôleur type 2b.

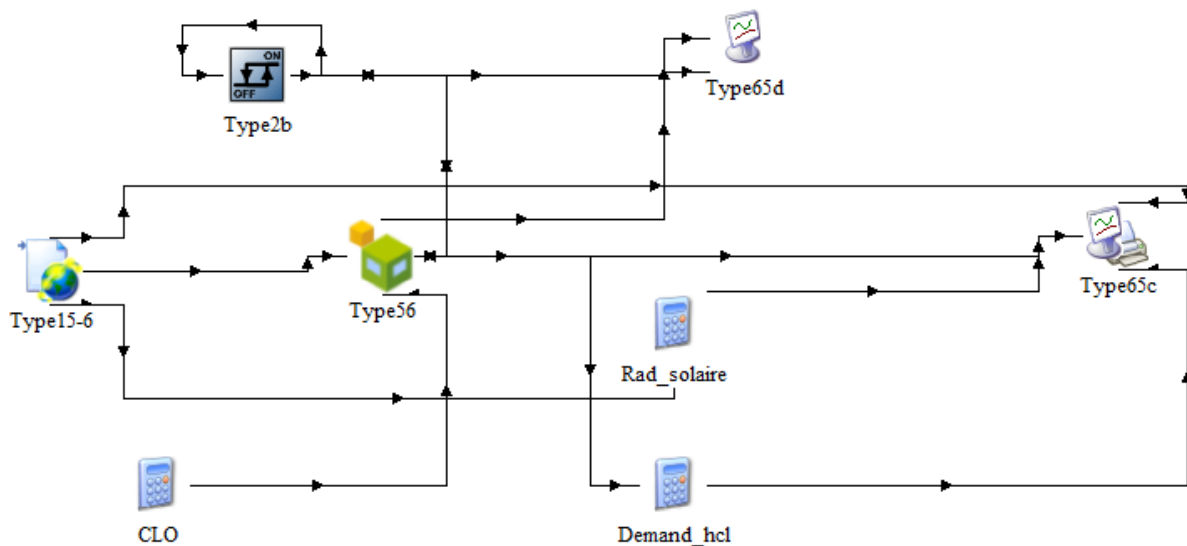


Figure 9 : Schéma de simulation de la chambre sous TRNSYS

CHAPITRE III : L'ECLAIRAGE

1. CONFORT VISUEL

Dans un environnement virtuel, la visibilité nette des objets et sans fatigue procure une sensation de confort et de sécurité pour l'observateur. Une autre interprétation du confort visuel est la réception claire du message de l'environnement virtuel (Bodart, 2002). Il est obtenu en donnant un éclairage adapté dans le champ visuel, en évitant des contrastes trop marqués, notamment l'éblouissement (Roulet, 2004). Le confort visuel dépend des paramètres physiques suivants : l'éclairage, la luminance, l'éblouissement, le contraste et le spectre lumineux. En outre il y a aussi les paramètres liés à la personne comme l'âge, l'acuité visuelle et d'autres.

1.1.L'éclairage

Il est nécessaire de définir le flux lumineux pour bien comprendre la notion d'éclairage.

▪ Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est la puissance électromagnétique rayonnée dans tout l'espace par cette source, pondérée par la sensibilité spectrale de l'œil. Son unité de mesure est le lumen (lm).



Figure 10 : Flux lumineux d'une source (Bodart, 2002)

L'éclairage est le quotient du flux lumineux tombant uniformément par unité de surface. Il s'exprime en lux, équivalent à 1 lm/m².

$$E = \frac{d\phi}{dA}$$

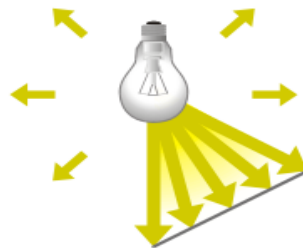


Figure 11 : Eclairage lumineux en un point d'une surface (Bodart, 2002)

L'œil humain perçoit difficilement cette grandeur physique. Pour deux surfaces données, si la différence d'éclairement est notable, l'œil avec ses facultés d'adaptions arrive à apprécier la surface la plus éclairée. Par exemple les couloirs ayant des différences d'éclairement sont vite aperçus par l'œil humain.

1.2. Quelques influences de l'éclairement

- **La performance visuelle :** Certaines études ont montré qu'il n'y avait de corrélation entre la performance visuelle et le niveau d'éclairement (Bodart, 2002). Par contre d'autres ont montré que la performance visuelle augmente avec le niveau d'éclairement et atteint un seuil au-delà duquel une augmentation d'éclairement n'induit plus la variation de la performance visuelle (Bodart, 2002). Donc l'existence d'une relation entre la performance visuelle et le niveau d'éclairement reste encore mitigée.
- **Les interactions sociales, la communication et l'éveil :** il n'y a pas de relation établie entre l'éveil et le niveau d'éclairement mais d'après le «review de veitch », de hauts niveaux d'éclairement induisent plus de conversation et de communication (Bodart, 2002).
- **Les préférences d'éclairement :** La plupart des personnes préfère des niveaux d'éclairement supérieurs aux valeurs prescrites par la norme (Bodart, 2002). Cette théorie peut être appuyée par l'expérience du bureau d'étude Goblet & Lavandier au Luxembourg dans la planification d'éclairage. Ce bureau confirme que les clients se plaignent du niveau bas d'éclairement dans les couloirs (100 lux prescrit par la norme) et actuellement dans leur planification il prend le double de cette valeur.
Les préférences d'éclairement peut être influencé par le type de tâche (Bodart, 2002). Par exemple on préfère un niveau bas d'éclairement sur les PC et que sur les papiers.
- **L'effet biologique et conséquences sur la santé :** Bien que l'exposition à la lumière supprime les sécrétions de mélatonine qui induit le sommeil (Bodart, 2002), mais il n'y a pas d'étude scientifique qui montre une influence de la diminution de ces mélatonines sur le rythme biologique des individus. Dans un local donné où l'éclairement n'est pas satisfaisant, les personnes ont tendance à changer leur position pour maintenir leur performance visuelle. Ce qui peut entraîner des maux de dos ou de santé.
La visibilité d'un individu se réduit avec l'âge à cause de la perte de souplesse du cristallin. Il est donc nécessaire pour des personnes âgées d'appliquer sur leur plan utile un éclairage plus important.

1.3. La Luminance

- **L'intensité lumineuse** : elle est le flux rayonné par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle s'exprime en candela (cd). Cette définition fait comprendre que l'intensité lumineuse n'est pas isotrope.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

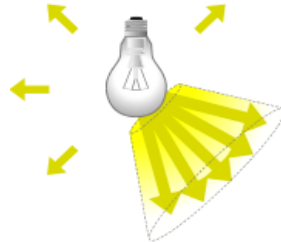


Figure 12 : Intensité lumineuse d'une source (Bodart, 2002)

La luminance d'un élément de surface dans une direction donnée est le rapport de l'intensité émise dans cette direction à la surface apparente de l'élément vu de cette direction (Roulet, 2004). Elle s'exprime en candela par mètre carré (cd/m²).

$$L = \frac{I(i)}{A \cos(i)}$$

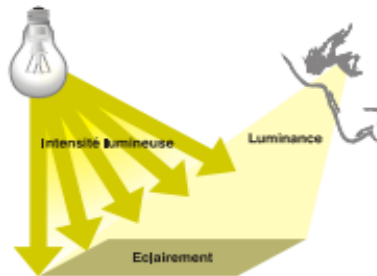


Figure 13 : Luminance d'une source (Bodart, 2002)

La luminance est proportionnelle à l'éclairement, autrement dit plus l'éclairement d'une surface donnée augmente, plus la luminance de cette surface augmente dans une direction donnée.

1.4. Uniformité

Il existe deux types d'uniformités : l'uniformité d'éclairement et l'uniformité de la luminance.

- **L'uniformité d'éclairement** : elle se définit comme le rapport de l'éclairement minimum sur l'éclairement moyen. Elle est sans dimension. Pour maintenir la valeur d'éclairement moyen prescrite par la norme NBN EN 12464-1, la valeur de l'uniformité

doit être supérieure ou égale à 0.4 selon le type d'intérieur, tâche ou activité

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_{moy}}$$

- **L'uniformité de la luminance :** elle est le rapport de la luminance de la tâche sur la luminance de l'environnement. Elle est compliquée à évaluer. En effet, dans un local l'emplacement des sources lumineuses et la réflexion des parois influencent la distribution lumineuse. Dans la norme il exige d'évaluer seulement l'uniformité d'éclairément parce que les deux uniformités sont liées et évoluent dans le même sens.

1.5.L'éblouissement

On distingue deux types d'éblouissement : l'éblouissement perturbateur et l'éblouissement inconfortable. L'éblouissement perturbateur est la diminution du contraste entre l'objet et son environnement par la réflexion d'une source lumineuse ou une surface brillante(Bodart, 2002). Il a donc un effet sur la performance visuelle de l'observateur.

L'éblouissement inconfortable est la condition lumineuse inconfortable due à la présence d'une source lumineuse dans le champ visuel. Il a un effet sur la santé comme expliqué dans le paragraphe 1.2.

La norme a prévu une approche de calcul du taux d'éblouissement unifié (UGR) par la formule suivante :

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L \Omega}{P^2} \right)$$

Où la position de Guth est calculée comme suit(Caract, n.d.) :

$$P = \exp[(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22^{-2\alpha/9}) \times 10^{-3} \beta + (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2) \times 10^{-5} \beta^2]$$

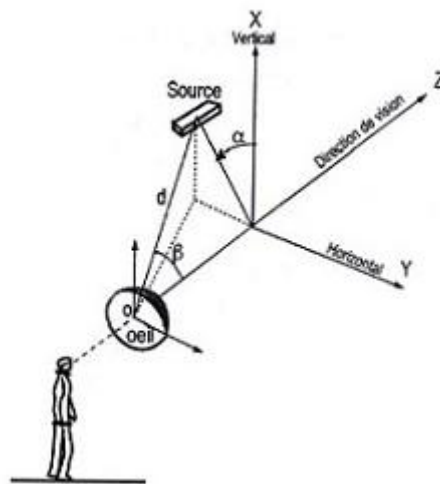


Figure 14 : Les angles α et β utilisés pour le de l'UGR

1.6. La distribution du spectre lumineux

Le spectre d'une source de lumière est la répartition du flux énergétique rayonné de cette source dans les diverses couleurs, ou longueur d'onde. La longueur de ces ondes électromagnétiques est située entre 0.4 et 0.7 μ m environ. On distingue deux types de spectres : le spectre discontinu comme par exemple la décharge électrique dans de l'hydrogène et le spectre continu comme celui du soleil ou des lampes à incandescences.

La température de couleur d'une source lumineuse est la température comparée à celle d'un corps noir qui émet une lumière de même teinte que celle de la source lumineuse. Elle s'exprime en Kelvin (K). Elle caractérise l'ambiance lumineuse donnée au local (Bodart, 2002). La teinte est dite blanche chaude si la température de couleur est inférieure à 3500 K. Elle est dite blanche froide si la température de couleur est supérieure à 4500 K et elle dite blanche neutre si la température de couleur est intermédiaire (figure 14).

L'indice de rendu des couleurs (IRC) se rapporte à l'aptitude de la source lumineuse à rendre les couleurs aux objets leur couleur naturelle. L'indice de rendu varie de 20 à 100. La valeur maximale de l'indice de rendu (=100) correspond à celui du soleil. Certaines études montrent que :

- Pour un IRC de 55 avec une température de couleur passant de 3 000 à 4 000 K induit une augmentation de l'humeur négative chez les femmes et pas chez les hommes.
- Pour un IRC de 95 avec une baisse de température de couleur de 4 000 à 3 000 K induit une augmentation de l'humeur négative chez les hommes et l'effet contraire se produit chez les femmes (Bodart, 2002).

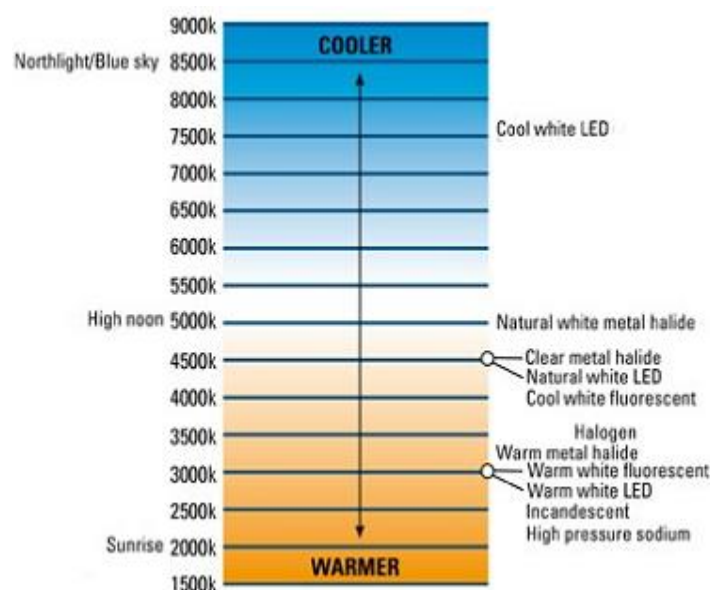


Figure 15 : Gamme de température de couleur (Caract, n.d.)

2. L'ECLAIRAGE NATUREL

Le rayonnement direct ou indirect provenant du soleil correspond à ce qu'on appelle l'éclairage naturel ou lumière du jour. Cette lumière blanche émet sur toutes les longueurs d'onde du spectre visible.

2.1.L'éclairage naturel et le bâtiment

L'éclairage naturel joue un rôle essentiel sur la qualité du rapport entre le bâtiment et son environnement (Reiter & Herde, 2004). La stratégie de l'éclairage naturel exige la collaboration de trois disciplines : la physique, l'architecture et l'ergonomie visuelle. L'objectif de cette stratégie doit répondre aux exigences de confort de l'occupant. La mise en œuvre de la stratégie de l'éclairage naturel est réalisée selon cinq concepts (Reiter & Herde, 2004) : le captage, la distribution, la transmission, la protection solaire et la gestion intelligente de l'éclairage naturel. Cependant l'éclairage naturel peut produire dans le bâtiment :

- Des effets calorifiques : augmentation de la température
- Des effets chimiques : il peut être catalyseur ou apporte l'énergie nécessaire des réactions chimiques, par exemple l'oxydation de l'argent ou la décoloration de tissus colorés (Reiter & Herde, 2004).
- Des effets mécaniques : l'exercice de la pression de radiation des objets éclairés.
- Et des effets électriques : l'effet photoélectrique.

2.2.L'éclairage naturel et l'efficacité énergétique

La consommation des éclairages artificiels représente une part importante de la consommation totale des bâtiments (Reiter & Herde, 2004). Dans le cadre de l'éclairage, l'efficacité énergétique consiste à avoir le même éclairement pour une moindre consommation d'énergie. Avec le développement technologique dans le domaine de l'électronique, les systèmes de gestion des éclairages sont devenus plus efficace. On peut réduire la consommation des éclairages artificiels de 30 à 50% (Reiter & Herde, 2004).

3. L'ECLAIRAGE ARTIFICIEL

L'éclairage artificiel peut être définie comme un récepteur actif qui convertie la puissance électrique en énergie lumineuse.

3.1. Développement des lampes

Le premier prototype de lampe électrique a été présenté en 1835 par James Bowman Lindsay (Caract, n.d.). Le développement technologique des lampes n'a cessé d'évoluer depuis ce temps. En 1962, Nick Holonyak met au point la première LED à spectre visible utilisable. Face à l'efficacité énergétique, la technologie LED reste la plus prometteuse. Elle présente aujourd'hui le meilleur rendement lumineux (figure 16). Les lampes à sodium haute pression présentent aussi un bon rendement lumineux qui peut atteindre 150 lm/W mais son indice de rendu des couleurs est mauvais. De ce fait elles sont plus utilisées dans les éclairages publics que dans les bâtiments.

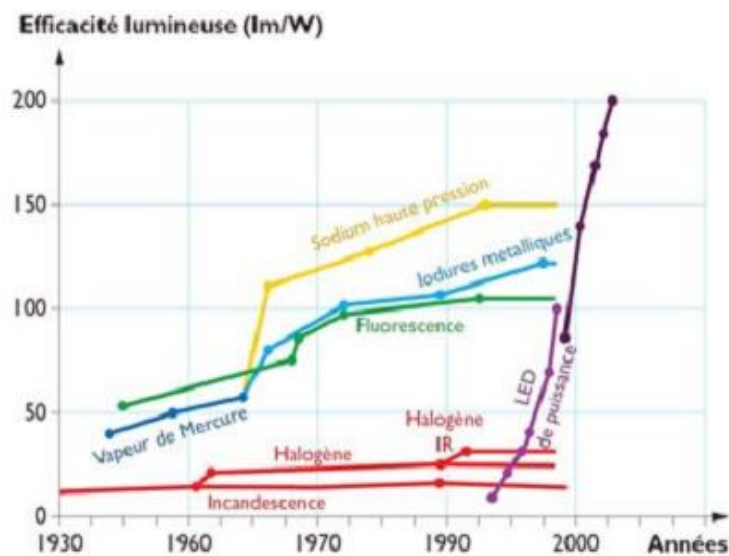


Figure 16 : Evolution des rendements lumineux des technologies traditionnelles et LED

3.2. Les stratégies de gestion d'éclairage

- **Le système ON/OFF :** Cette méthode primitive de gestion d'éclairage est encore utilisée dans les bâtiments, dans les milieux industriels, dans les parkings....Elle n'économise pas d'énergie, par exemple dans un bureau, les luminaires restent allumés tandis qu'il y avait une possibilité d'exploiter l'éclairage naturel. Avec un tel système de gestion d'éclairage, le comportement de l'occupant peut réduire ou augmenter la part des éclairages dans la consommation totale du bâtiment.
- **La régulation par pas :** elle consiste à éteindre ou à allumer les lampes par étapes successives (Bodart, 2002). Elle permet de contrôler le niveau d'éclairage. C'est un système de gestion automatique qui évalue l'éclairage naturel par rapport à la consigne donnée et donne l'ordre d'allumage ou non. Ce système n'est pas dynamique,

il s'allume ou éteint les lampes pour certaines valeurs d'éclairement appelés pas de régulation.

- **Le dimming :** C'est un ajustement continu de l'éclairage artificiel (Bodart, 2002) en fonction de l'éclairement naturel sans que l'œil le perçoive. Techniquement, le dimming consiste à varier la plage de tension du ou des ballasts en fonction du signal électrique émit par le capteur de luminosité. Ce système est automatique et dynamique.

Pour la mise en œuvre de ces stratégies de gestion d'éclairage on utilise généralement les dispositifs comme : les systèmes horaires et de mutinerie, les détecteurs de présence ou de mouvement, les cellules d'éclairement et d'autres.

CHAPITRE IV:

ASPECTS THERMIQUES

1. LE CONFORT THERMIQUE

Le confort thermique est la sensation de bien-être d'un individu lié à une répartition de température (ou de chaleur) dans son environnement. C'est le résultat de l'interaction entre l'individu et son environnement (Bodart, 2002). Le confort thermique dépend de deux facteurs :

- Facteurs liés à l'individu : le métabolisme et l'habillement
- Facteurs liés à l'environnement : la température ambiante, la température des parois, la vitesse de l'air et l'humidité relative.

Dans un environnement donné, le corps humain échange plus de chaleur par rayonnement, par convection et par évaporation sudation. La conduction ne représente que 1% des échanges de chaleur et l'ingestion de nourriture 6% (figure 17).



Figure 17 : Paramètres influençant le confort thermique (Bodart, 2002)

1.1. Le métabolisme

Il consiste à transformer la nourriture consommée en constituants du corps (protéines, tissu..) et en énergie (Roulet, 2004). Le but c'est de maintenir l'homéothermie du corps humain (37°C). Le métabolisme est égal à la puissance totale produite par unité de surface du corps. Il s'exprime en met. Le met est équivalent à 58 W/m² pour un homme de 70 kg, assis et inactif dont la surface de corps est de 1.8m². Cette valeur du métabolisme correspond au métabolisme de base. Le métabolisme de travail est celui qui s'ajoute au métabolisme de base pour accomplir une activité donnée avec une production de chaleur supplémentaire.

Le métabolisme basal est la dépense d'énergie mesurée le matin au réveil, au repos et en jeun dans un environnement thermique neutre (Bloesch & Schutz, 1989). La masse maigre est responsable de 85 à 90% de sa variation. Le métabolisme basal diminue avec l'âge (figure 18). Ce qui montre aussi que le métabolisme de base diminue proportionnellement à l'âge. Cette

diminution du métabolisme aura un effet sur la température du corps qui a tendance à diminuer. Pour prendre en compte le confort thermique des personnes âgées dans le logiciel TRNSYS soit on augmente la température ambiante de la chambre soit on augmente le clo des personnes âgées.

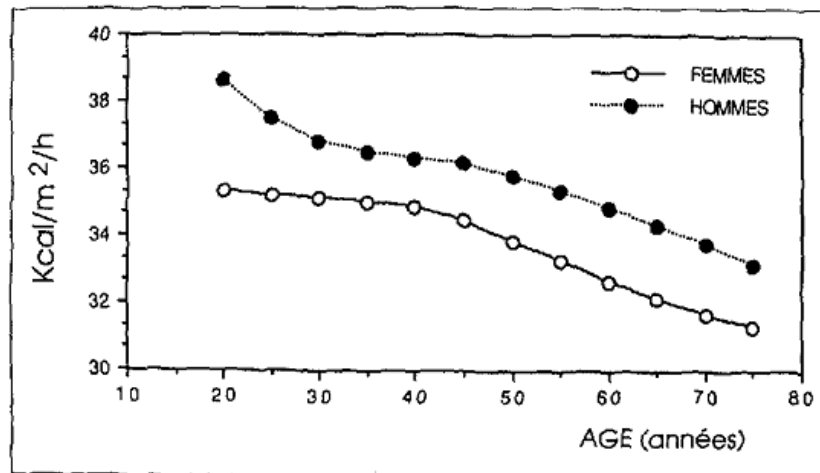


Figure 18 : Courbes standards du métabolisme basal en fonction de l'âge pour l'homme et la femme (Bloesch & Schutz, 1989)

1.2.L'habillement

L'habillement est une résistance thermique aux échanges de chaleur entre l'environnement et la surface de la peau d'un individu. Il s'exprime en m^2K/W ou souvent en clo (pour clothing). 1clo correspond à $0.155 m^2K/W$ équivalent à la résistance thermique du complet-veston (Roulet, 2004).

1.3.La température ambiante

La température ambiante favorise 50% des échanges de chaleur entre le corps humain et l'environnement par convection et évaporation. En réalité c'est la température opérative ou résultante qui est la température ressentie. Elle est la moyenne pondérée de la température ambiante (ou de l'air) et la température radiante. Elle s'exprime comme suit dans le modèle Fanger (Roulet, 2004) :

$$T_{op} = aT_a + (1 - a)T_r \quad \text{Où} \quad a = 0.5 + 0.25 * v$$

1.4.La température des parois

La température des parois a une grande influence sur la température ressentie. Elle favorise des pertes de chaleur entre l'environnement et la surface du corps humain par rayonnement. Elle peut être réduite par augmentation de la vitesse de l'air dans le local. En isolant bien le bâtiment

et en limitant les ponts thermiques on peut augmenter la température des parois. Donc elle est un facteur à prendre en compte pour assurer le confort de l'occupant.

1.5.L'humidité relative

L'humidité relative est le rapport du contenu de vapeur d'eau dans l'air sur la capacité maximale à en contenir à la température ambiante. Elle peut aussi être définie comme le rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau sur la pression de vapeur saturante à la même température. Elle est inversement proportionnelle à la température. Elle s'exprime en %. L'humidité relative favorise des échanges de chaleur par évaporation entre la surface de la peau et l'environnement. Donc c'est un facteur qui influence le confort de l'occupant. La sensation de confort est peu influencée par l'humidité relative quand sa valeur est entre 30 à 70% (Roulet, 2004).

1.6.La vitesse de l'air

La vitesse de l'air est la vitesse de déplacement de l'air par rapport à l'occupant. Elle s'exprime en m/s. Une plus grande vitesse de l'air réduit la convection et augmente l'évaporation sur la surface de la peau. L'impact de la vitesse de l'air est négligeable sur le confort de l'occupant quand sa valeur reste inférieure à 0.2m/s ("Le confort thermique," n.d.).

Il y a d'autres facteurs d'inconfort comme :

- L'asymétrie de température radiante : un plafond chaud est plus apprécié qu'un plafond froid tandis qu'une paroi chaude est préférée à une paroi froide (Roulet, 2004).
- L'écart de température entre la tête et les pieds : cet écart de température ne doit pas dépasser 4 K sinon il génèrera plus de 10% de personnes insatisfaites (Roulet, 2004)
- La température du sol : Il y a 10% d'insatisfaits lorsque la température du sol est entre 20 et 27 K (Roulet, 2004). C'est une valeur indicative pour le dimensionnement des systèmes de chauffage à partir du sol.
- Rayonnement solaire : Pour un rayonnement de 200 W/m², l'absorption des habits passant de 0.5 à 0.9 fait augmenter la température opérative de 2 à 3.5 K(Roulet, 2004). Donc la quantité de rayonnement et l'absorption de l'habit porté par l'occupant peut influencer son confort thermique.

2. VITRAGES ET PROTECTION SOLAIRE

Le rayonnement solaire dans les bâtiments se fait généralement à travers les vitrages. L'apport d'énergie et de la lumière à travers les vitrages est indissociable. Les vitrages sont caractérisés par trois grandeurs : le coefficient de transmission thermique U, le coefficient de transmission

énergétique global g et le facteur de transmission lumineuse τ qui prend seul en compte le spectre visible. On distingue deux types de vitrages :

- Vitrage à capteur d'énergie : ce sont des vitrages qui transmettent, soit plus d'énergie (facteur solaire) ou soit plus de lumière (taux de transmission lumineuse).
- Vitrage sélectif : la sélectivité est le rapport du taux de transmission lumineuse sur le coefficient de transmission énergétique global. Le vitrage sélectif est caractérisé par son rapport de sélectivité qui est supérieur à 2.

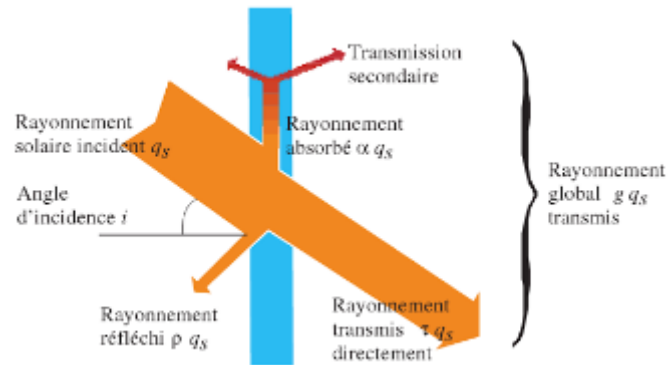


Figure 19 : Répartition du rayonnement solaire incident sur un vitrage (Roulet, 2004)

Comme mentionné dans le paragraphe ci-dessus, la relation entre le rayonnement solaire et la température opérative, le choix du vitrage aura donc un effet sur le confort thermique de l'occupant. En effet, l'infrarouge traversant le vitrage se convertie directement en chaleur. Pour assurer le confort de l'occupant, le vitrage doit limiter plus d'infrarouge.

La protection solaire permet de lutter contre les surchauffes et de réduire la facture énergétique de refroidissement du bâtiment. Dans ce projet de maison de soin il est prévu de munir les fenêtres d'un store.

CHAPITRE V:

RESULTATS DE SIMULATIONS

1. Facteur de Lumière du Jour

Le facteur de lumière du jour est le rapport de l'éclairement intérieur sur l'éclairement extérieur. Il est mesuré sous ciel couvert. L'éclairage naturel dans une pièce est suffisant si la valeur du FLJ dépasse 3% à 4% (Roulet, 2004).

Nous avons simulé deux cas de figure selon que la fenêtre soit orientée à l'Est ou à l'Ouest, ce graphique ci-dessous représente le facteur de lumière du jour en fonction du rapport de la distance à la fenêtre sur la hauteur de l'ouverture de la baie vitrée, deux types de vitrages ont été choisis de coefficient de transmission lumineuse de 82% et 40%, deux hauteurs d'ouvertures de 2,18m et de 2,35m ont été choisis, et ceux-là pour les fenêtres Est et Ouest. En plus le pourcentage de surface de fenêtre est de 40%.

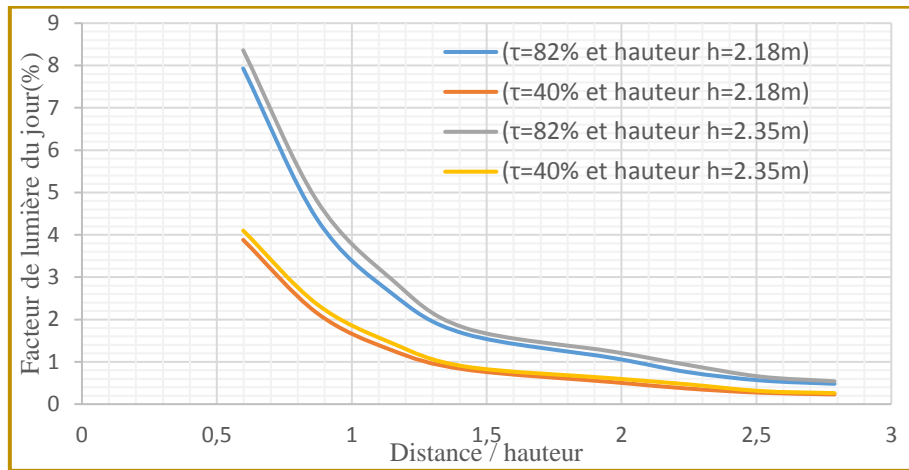


Figure 20 : Facteur de lumière du jour de la chambre

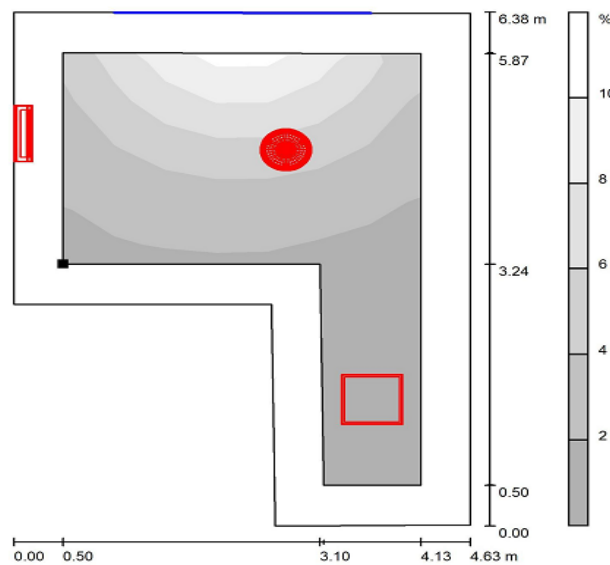


Figure 21 : Le facteur de lumière du jour de la chambre_Est en fausse couleur pour $\tau=82\%$ et 40% de baie vitrée

Ce facteur de lumière du jour a été mesuré le 21 mars 2017 à 10h28mn sous un éclairage extérieur de 11 622 lx. On observe dans les deux cas de figure que le facteur de lumière du jour augmente avec le taux de transmission lumineuse et aussi avec la hauteur d'ouverture (figure 20). Par contre il diminue lorsque le rapport de la distance/hauteur de la fenêtre augmente (figure 20 et 21). Le FLJ moyen vaut 3.37%, donc suffisant pour un éclairage naturel. Le FLJ à l'intérieur de la chambre_Ouest et de la chambre_Est est identique (figure 22), il est donc indépendant de l'orientation pour une ouverture de baie donnée.

Le FLJ augmente avec le pourcentage de surface de fenêtre (figure 22). Il croit de 3.37% à 5.83% lorsque le pourcentage de surface de fenêtre passe de 40% à 81%. Au-delà de 81% de baie vitrée le FLJ croit lentement en passant de 5.83% à environ 6%. Ceci montre qu'au-delà de 81% de surface vitrée on bénéficie moins de l'effet réducteur de la consommation d'énergie de l'éclairage.

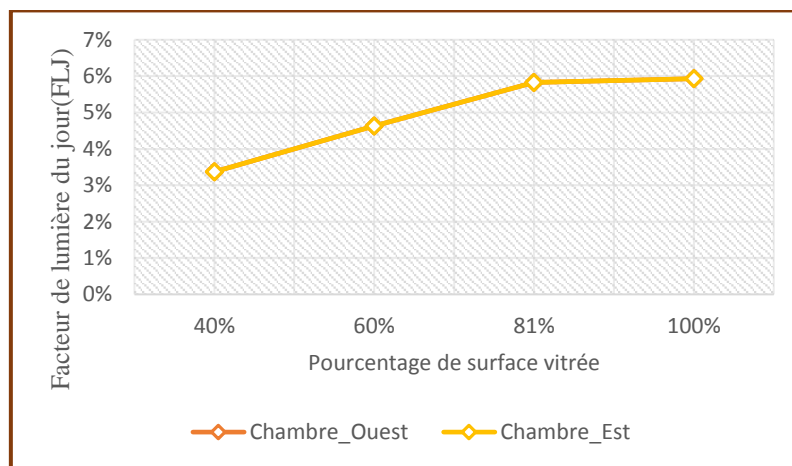


Figure 22 : FLJ en fonction du pourcentage de surface vitrée (courbes confondues) en date du 21 mars 2017 à 10h

La figure 23 ci-dessous présente l'éclairage dans la chambre_Ouest et dans la chambre sous un ciel dégagé en date du 15/12/2017 à 13h avec 40% de surface vitrée. On observe un éclairage moyen de 312 lx dans la chambre_Ouest et 299 lx dans la chambre_Est (voir annexe 2). Si les deux chambres sont munies d'un système de gestion d'éclairage fonction de la lumière naturelle. On peut donc conclure que la chambre_Ouest consomme moins d'énergie lié à l'éclairage que la chambre_Est pour un même type de luminaire fixé au même endroit dans les deux chambres et avec une même baie vitrée.

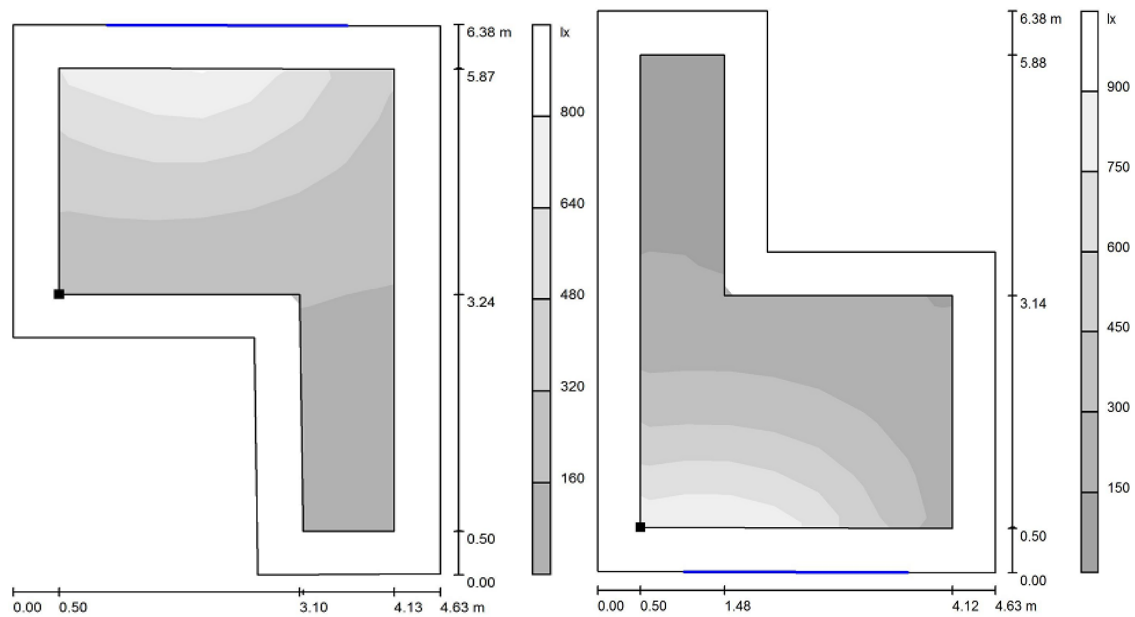


Figure 23 : Eclairage dans la chambre_Ouest (à gauche) et dans la chambre_Est (à droite) en date du 15 décembre 2017 à 13h

2. L'influence des systèmes de gestion sur la consommation d'énergie des éclairages

La consommation d'énergie estimée ici est celle des cent trente(130) chambres de la maison de soin. Cette simulation a été réalisée avec un vitrage de taux de transmission lumineuse égale à $\tau = 82\%$ et un pourcentage de surface de fenêtre de 40%. L'analyse a été portée sur trois systèmes de gestion d'éclairage : le système classique (commandé par un simple interrupteur), le détecteur et le système de gestion muni d'un capteur de lumière du jour. La figure 24 représente la consommation d'énergie des éclairages des chambres pour chaque type de système de gestion. On réalise une économie d'énergie de 23% en passant du système classique au détecteur ou du détecteur au système fonction de la lumière du jour. Donc globalement on réalise une économie d'énergie de 41% en passant du système classique au système fonction de la lumière du jour.

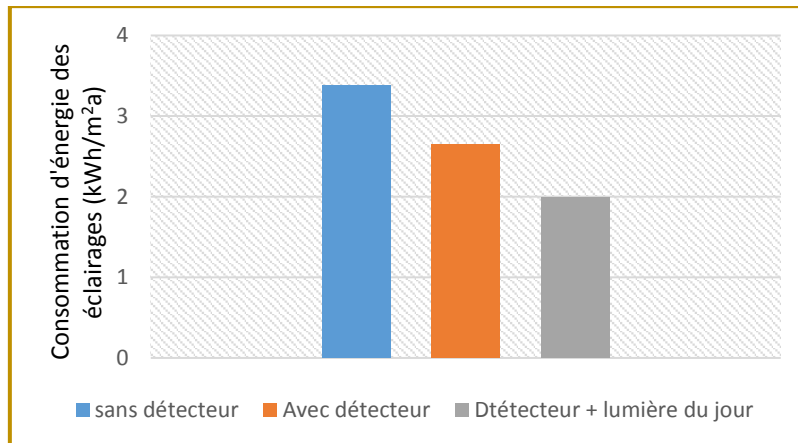


Figure 24 : Consommation d'énergie des éclairages des chambres pour trois types de système de gestion

La consommation d'énergie des éclairages de la chambre_Est est supérieure à celle de la chambre_Ouest de 0.14kWh/m².a. En effet, on reçoit plus d'éclairement à l'ouest qu'à l'Est.

3. L'influence du pourcentage de surface vitrée sur la consommation d'énergie des éclairages

La consommation d'énergie des éclairages diminue lorsqu'on passe de 40 à 60% de surface vitrée et au-delà elle reste pratiquement constante. On réalise une économie d'énergie de 7 % en passant de 40% à 60,81 ou 100% de surface vitrée. En principe la consommation d'énergie des éclairages doit diminuer en fonction du pourcentage de surface vitrée sur la base de l'augmentation du facteur de lumière du jour de la figure 22. Au-delà de 61% de surface vitrée, la consommation d'énergie des éclairages n'est plus réduite. En effet, les deux luminaires : le plafonnier et le mural sont les plus rapprochés de la fenêtre (figure 21). Le plafonnier et le mural sont à leur réduction maximale à 60% de surface vitrée. Quand on passe à 81% ou à 100% de surface vitrée on constate qu'il n'y ait pas de réduction de consommation d'énergie parce que le capteur de luminosité naturelle n'a pas détecté l'éclairement ou ce qui est détecté reste faible pour faire varier l'éclairement du luminaire.

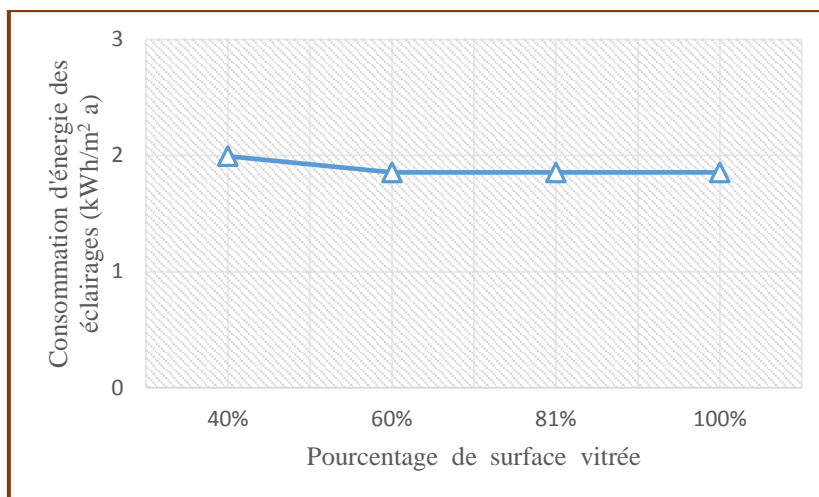


Figure 25 : Consommation d'énergie des éclairages en fonction de la taille de la surface vitrée

4. Influence de la protection solaire sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres

4.1. La consommation d'énergie primaire des chambres

La consommation d'énergie primaire des chambres correspond dans cette étude de simulation la consommation d'énergie primaire liée au chauffage (sans eau chaude sanitaire) et au refroidissement. Le chauffage sera assuré par une chaudière à condensation, le froid par une machine frigorifique à compression alimentée par le réseau électrique. Le tableau ci-dessous représente l'énergie primaire en kWh nécessaire pour avoir 1 kWh d'énergie utile pour les facteurs d'énergie primaire de Luxembourg.

Tableau 2 : Tableau de conversion en énergie primaire

	Source d'alimentation	Facteur d'énergie primaire	Energie primaire (kWh)
Froid	Electricité	2,66	1,064
Chaud	Gaz	1,12	1,3176
Eclairage	Electricité	2,66	2,9526

Dans cette simulation nous avons analysé deux cas de figure : les chambres avec et sans protection solaire. La consommation d'énergie primaire de chauffage des chambres avec et sans protection solaire diminue légèrement avec l'augmentation de la surface vitrée (figure 26 et 27). En effet, l'augmentation de la surface de fenêtre (vitrage et cadre) réduit le coefficient de

transmission thermique. L'ensemble vitrage et cadre induit une augmentation du gain interne parce que la perte n'est pas compensée par les échanges de chaleur par les parois.

La consommation d'énergie primaire de refroidissement des chambres avec et sans protection solaire augmente avec le pourcentage de surface vitrée (figure 26 et 27). En effet, une augmentation de la taille de surface vitrée induit une augmentation du flux de rayonnement solaire dans les chambres. D'où la nécessité de refroidir davantage pour maintenir le confort thermique dans les chambres.

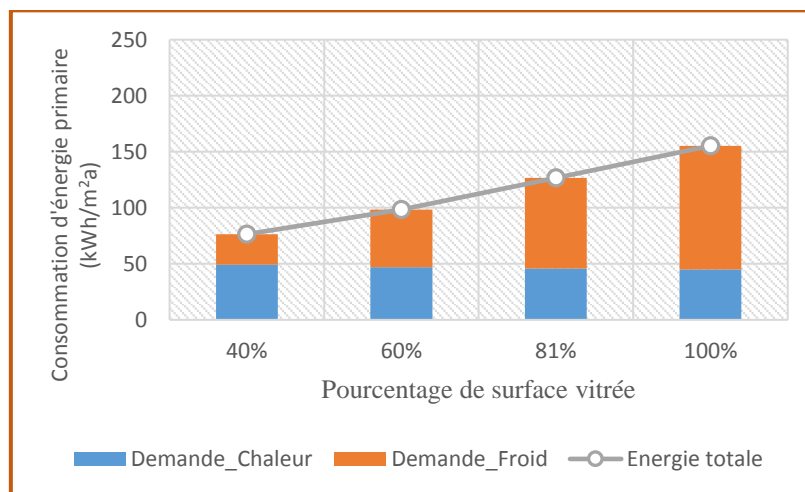


Figure 26 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée (chambre avec protection solaire)

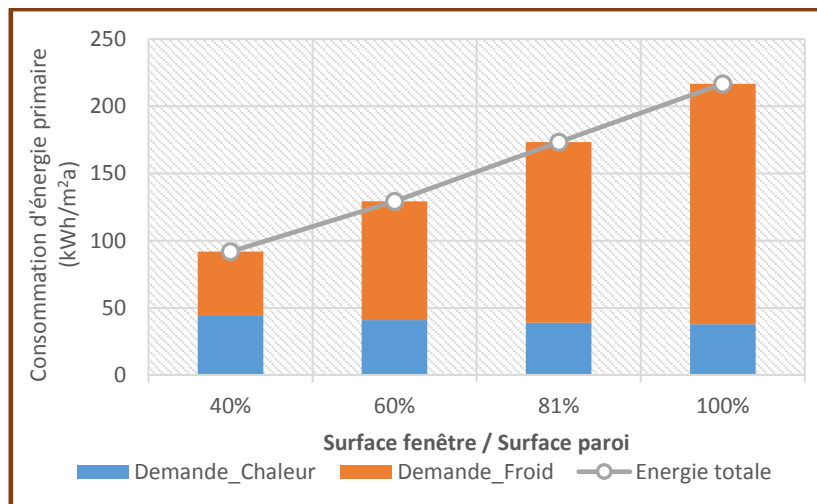


Figure 27 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée (chambres sans protection)

La protection solaire n'a pas beaucoup d'impact sur la consommation d'énergie primaire de chauffage. Par contre pour une taille de surface vitrée donnée, la protection solaire permet d'économiser au moins 74% de la consommation d'énergie primaire de refroidissement.

4.2. Le temps de surchauffe des chambres

Cette simulation a été étendue à l'analyse du temps de surchauffe dans les chambres avec et sans protection solaire. On observe pour une même surface vitrée qu'il y a plus de surchauffe dans les chambres sans protection solaire. En plus, le temps de surchauffe augmente avec le pourcentage de surface vitrée (annexe 3). En effet, le rayonnement solaire influence la température résultante de la chambre comme mentionné dans le paragraphe ci-dessus.

5. Influence du gain interne sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres

L'augmentation du gain interne dans cette partie de la simulation se rapporte au métabolisme : présence de deux personnes et de trois personnes dans la chambre munie d'un store mobile. Cette étude a été réalisée pour les différentes configurations de surface vitrée. Les graphes relatifs au temps de surchauffe sont en annexe 4. On observe que la consommation d'énergie primaire de chauffage diminue avec l'augmentation du gain interne et avec le pourcentage de surface vitrée (figure 28 et 29). Par contre la consommation d'énergie primaire de refroidissement augmente avec la croissance du gain interne et avec la taille de surface vitrée (figure 28 et 29). En effet, l'augmentation du gain interne dans la pièce nécessite un refroidissement supplémentaire. La consommation d'énergie primaire liée au refroidissement domine celle du chauffage d'où une augmentation de la consommation d'énergie primaire totale. Toutefois il est nécessaire de rappeler que la courbe évolue en fonction des facteurs de conversion d'énergie primaire.

Le temps de surchauffe augmente avec le métabolisme. Pour un métabolisme donné, le temps de surchauffe augmente avec la taille de surface vitrée (annexe 4). Donc l'augmentation du gain interne est un facteur influençant le confort thermique.

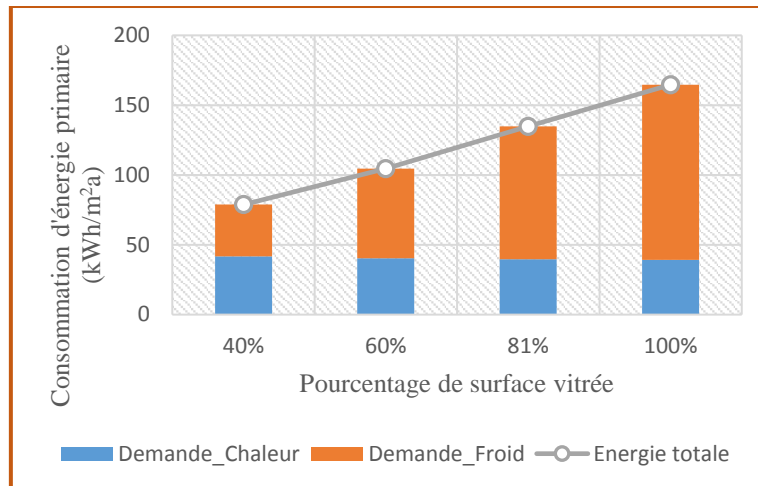


Figure 28 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée et du métabolisme de deux personnes

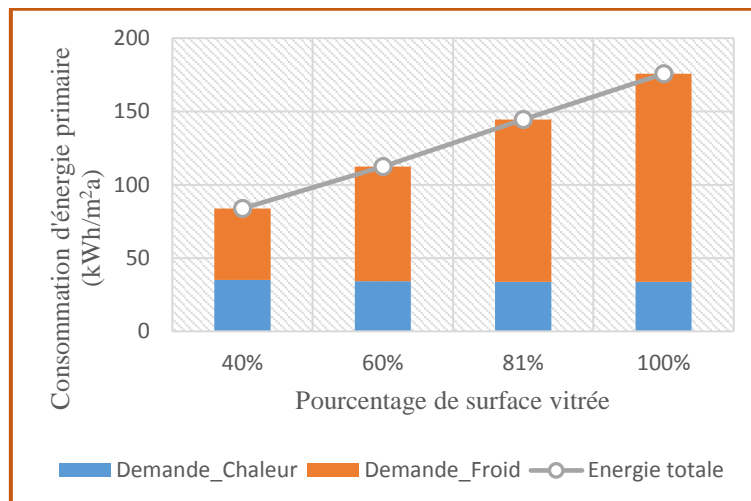


Figure 29 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée et du métabolisme de trois personnes

6. Influence du débit d'infiltration sur la consommation d'énergie primaire et sur le temps de surchauffe des chambres

Nous avons simulé également l'influence du taux d'infiltration (la ventilation mécanique n'est pas prise en compte) pour trois valeurs : $0.42h^{-1}$, $0.52h^{-1}$ et $0.6h^{-1}$. Ceux-ci ont été réalisés pour plusieurs configurations de surface vitrée. Les graphes de la durée annuelle de surchauffe sont présentés en annexe 5. On observe que la consommation d'énergie primaire de chauffage augmente avec le débit d'infiltration pour une même surface vitrée donnée. Elle diminue légèrement avec l'augmentation de la taille vitrée (figure 30 et 31). En effet, le gain interne

induit par l'augmentation de la taille de surface vitrée domine la perte thermique due au débit d'infiltration.

La consommation d'énergie primaire de refroidissement diminue avec le débit d'infiltration (figure 30 et 31). L'infiltration est suivie de l'exfiltration, le débit d'air entrant dans le bâtiment s'échauffe et sort par d'autres points d'imperfection du bâtiment (jonction des toitures et des murs...) donc refroidit le bâtiment en été. La consommation d'énergie primaire augmente avec la taille de surface vitrée pour un même taux d'infiltration à cause de l'augmentation du flux de rayonnement solaire entrant dans la pièce.

Le temps de surchauffe diminue avec l'augmentation du débit d'infiltration (annexe 5). En effet, le débit d'air entrant a une température inférieure à la température ambiante intérieure. Il y aura un échange de chaleur entre l'air entrant et l'air intérieure par conséquent une baisse de la température ambiante intérieure.

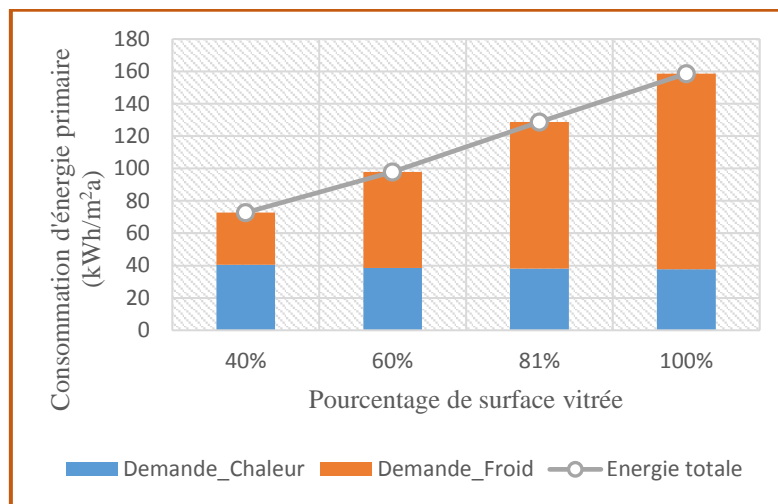


Figure 30 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée à $n=0.43h^{-1}$

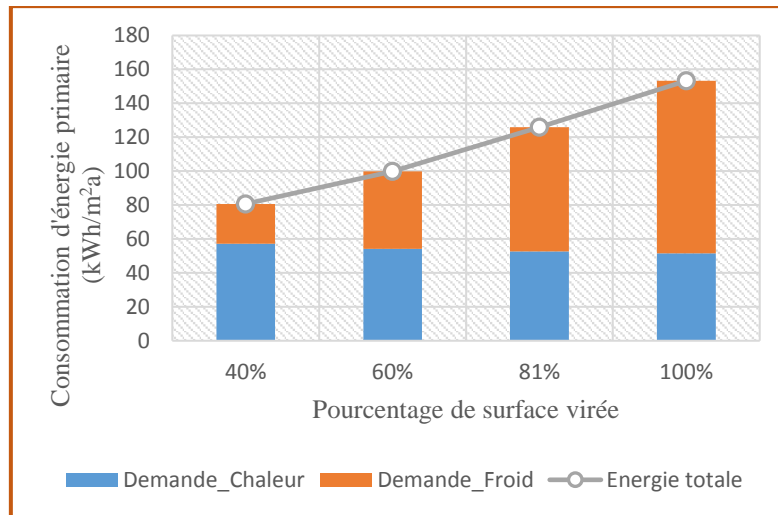


Figure 31 : Consommation d'énergie primaire en fonction de la taille de surface vitrée à $n=0.6h^{-1}$

7. Choix de la taille de surface vitrée

Dans cette partie notre analyse consiste à trouver la taille de surface vitrée qui optimise l'éclairage naturel afin de réduire la consommation d'énergie primaire totale des chambres de la maison de soin. Les valeurs reprises dans cette étude sont celles du paragraphe 4 : chambre avec store mobile, le métabolisme d'une personne et un taux d'infiltration de $0.52h^{-1}$. L'éclairage des luminaires sont fonction de la lumière du jour à l'aide d'un système de gestion automatique.

Le tableau ci-dessous présente la consommation d'énergie primaire totale des 130 chambres en fonction de la taille de surface vitrée. On observe que la consommation d'énergie primaire des éclairages diminue en passant de 40 à 60% de surface vitrée mais la consommation d'énergie primaire totale augmente. Dans ce contexte le choix se porte sur 40% de surface vitrée. Mais l'évolution de la courbe de consommation d'énergie primaire dépend des facteurs de conversion d'énergie primaire. Le choix de surface vitrée pourra être influencé par les facteurs de conversion d'énergie primaire et la classe recherchée pour le bâtiment en question.

Energie primaire (kWh/m²a)	Taille de la surface vitrée			
	40%	60%	81%	100%
Demande_Chaleur	49	47	46	45
Demande_Froid	27	52	81	110
Eclairage	5.3	5	5	5
TOTAL	81	104	132	160

8. Economie d'énergie de la maison de soin

Nous désirons estimer la consommation d'énergie finale de l'éclairage de la maison de soin pour trois systèmes de gestion : installation classique (utilisation d'un simple interrupteur), le détecteur et le système de gestion fonction de la lumière du jour (détecteur+lumière du jour). Le choix des luminaires de chaque pièce a été fait conformément à l'éclairage moyen prévu par la norme 12464-1 et le design de l'architecture. Au sous-sol il n'y aura pas de système de gestion fonction de l'éclairage naturel. Le nombre d'heures annuel de l'utilisation des éclairages a été choisi suivant le catalogue de la DIN 18599. La photométrie des parois reste la même que celle mentionné dans les hypothèses de calcul. +

La consommation d'énergie finale des éclairages du Rez-de-chaussée reste la plus élevée pour les trois types de systèmes gestion (annexe 6). Il est difficile de se prononcer sur la cause de l'augmentation de cette consommation parce qu'elle est liée à plusieurs paramètres surtout à l'utilisation des différentes pièces qui le composent.

La figure 32 ci-dessous présente la consommation d'énergie finale totale des éclairages pour les trois systèmes de gestion. On observe qu'en passant de l'installation classique au détecteur, on fait une économie d'énergie de 28%. Et en passant du détecteur au système de gestion fonction de la lumière du jour on fait 22% d'économie d'énergie. Donc globalement si on passe de l'installation classique au système de gestion fonction de la lumière du jour on fait 43% d'économie d'énergie sur la consommation finale totale des éclairages.

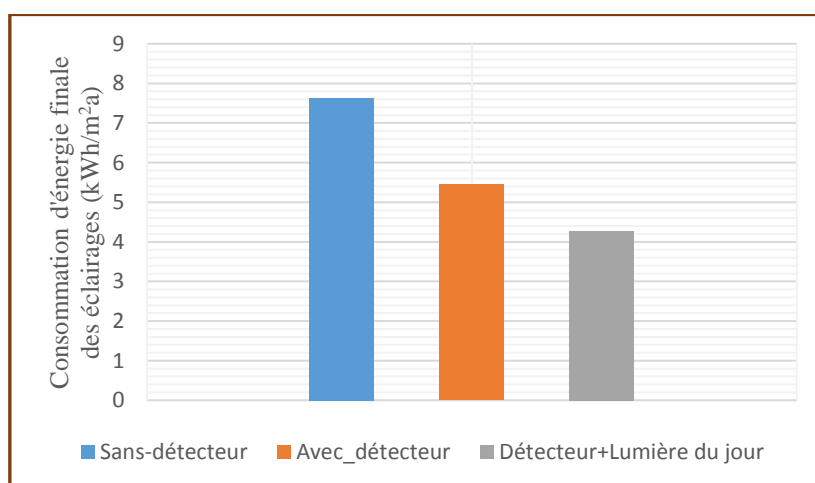


Figure 32 : Consommation d'énergie finale totale des éclairages suivant le type de système de gestion

Financièrement, cette économie d'énergie de 43% permet de gagner une marge de 0.2046€/m² par an à raison de 0.062€/kWh. Pour un facteur environnemental de 0.651 kgCO₂/kWh

correspondant au mix de l'électricité au Luxembourg, on peut réduire l'émission de CO₂ de 2.15 kgCO₂/m² par an.

CONCLUSION

Ce travail a porté sur l'efficacité énergétique des éclairages de la maison de soin d'ELYSIS. Une première partie a été consacrée à l'optimisation de l'éclairage naturel des 130 chambres. Il ressort de cette étude qu'il n'est pas nécessaire de modifier la taille de surface vitrée prévue par l'architecte, soit 40% de la surface vitrée. Mais il sera recommandé d'installer un système de gestion fonction de la lumière du jour afin de réduire la consommation d'énergie finale des éclairages de 41%.

Nous avons analysé le temps de surchauffe pour différents paramètres. Le confort thermique est influencé par l'augmentation du métabolisme, de la taille de surface vitrée et du débit d'infiltration. L'augmentation de ces différents paramètres peut induire une hausse de la consommation d'énergie primaire totale.

Une seconde partie a été consacrée à l'estimation de la consommation d'énergie finale des éclairages de la maison de soin à l'aide du logiciel DIALux. En installant le système de gestion fonction de la lumière du jour. On réduit la consommation d'énergie finale des éclairages de 43%. Ceci permettra également de réduire l'émission de CO₂ de 2.15 kgCO₂/m² et aussi la facture énergétique.

En perspectives, il est intéressant de valider le logiciel DIALux. Pour le faire il est nécessaire d'installer un monitoring de mesures. Il consiste à séparer les charges de consommation d'énergie dans le bâtiment : chauffage, refroidissement, l'éclairage et d'autres. Une campagne de mesures de la consommation d'énergie finale des éclairages artificiels pourra valider les données du logiciel DIALux. Ces données de validation seront une référence pour les études d'éclairage.

REFERENCES

- Affichage de tableau - Consommation finale énergétique (après transformation) selon les différentes formes d'énergie 1960 - 2015. (n.d.). Retrieved June 29, 2017, from <http://www.statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableView.aspx>
- Beckert, M., & Brun, E. (2014). Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse Résumé à l'attention des décideurs, 3. Retrieved from http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC_Resume_decideurs_SYR_AR5_fr_non_officielle_V6.pdf
- Bloesch, D., & Schutz, Y. (1989). Métabolisme énergétique des personnes âgées, 2–3.
- Bodart, M. (2002). Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique. *Glass*, 294.
- Caract, J. N. (n.d.). Caractérisation de la qualité des éclairages artificiels (rendu des couleurs et confort visuel) en particulier pour les sources à lumières à diodes To cite this version :
- Département, S. (2017). du besoin d'énergie de l'Homme.
- Europ, C., Bruxelles, E., Du, D., Europ, P., & Conseil, E. (2016). FR, 381.
- Georges, Z. (n.d.). Impact énergétique et environnemental de l'éclairage : un enjeu pour l'avenir, 52–54.
- Hoos, T., Merzkirch, A., Maas, S., & Scholzen, F. (2016). Energy consumption of non-retrofitted institutional building stock in Luxembourg and the potential for a cost-efficient retrofit. *Energy and Buildings*, 123, 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.065>
- IEA. (2016). Japan - Energy System Overview Energy system transformation SUPPLY AND DEMAND 2015, 0(2015), 2016.
- IEA. (2016). Key CO2 Emission Trends. *IEA - International Energy Agency*, 16. Retrieved from <http://www.iea.org/statistics/topics/CO2emissions/>.
- IEA. (2016). Key World Energy Statistics 2016. *Statistics*, 80.

<https://doi.org/10.1787/9789264039537-en>

Ki-moon, B. (n.d.). No Title.

Le confort thermique. (n.d.). Retrieved July 6, 2017, from <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10250>

Luxemburger Wort - Esch bekommt ein neues Pflegeheim. (n.d.). Retrieved June 28, 2017, from <https://www.wort.lu/de/lokales/esch-alzette-esch-bekommt-ein-neues-pflegeheim-569794280da165c55dc5131b>

Ministère de L'Économie. (2014). Dritter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg.

Outil, U. N., Maisons, L. A. C. D. E., & Consommation, B. (n.d.). Annexe.

Reiter, S., & Herde, A. de. (2004). *L'éclairage naturel des bâtiments*. [Presses universitaires de Louvain]. Retrieved from https://vpn.gw.ulg.ac.be/,DanaInfo=books.google.be,SSL+books?hl=fr&lr=&id=SZr0A_wg-6wC&oi=fnd&pg=PA8&dq=1%27éclairage+des+batiments&ots=9UjBdcPxXP&sig=T00-h8UhcMDz4ZgjYXUEbjPblDI#v=onepage&q=l'éclairage+des+batiments&f=false

Rivallain, M. (2013). Etude de l' aide ` a la d ` ecision par optimisation multicrit ` ere des programmes de r ` ehabilitation etique s ` equentielle des b ^ atiments existants Mathieu Rivallain To cite this version :

Roulet, C.-A. (2004). *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Retrieved from <https://vpn.gw.ulg.ac.be/,DanaInfo=books.google.be,SSL+books?hl=fr&lr=&id=OrXqOpgI4NkC&oi=fnd&pg=PA1&dq=1%27éclairage+des+batiments&ots=6SpQ0Y3kwi&sig=0dkMQUfHApdyQg8pZ8hIMsrh18#v=onepage&q=l'éclairage+des+batiments&f=false>

ANNEXES

ANNEXE 1 : Le facteur de lumière du jour de la chambre_Ouest pour $\tau=82\%$ et 40% de surface vitrée

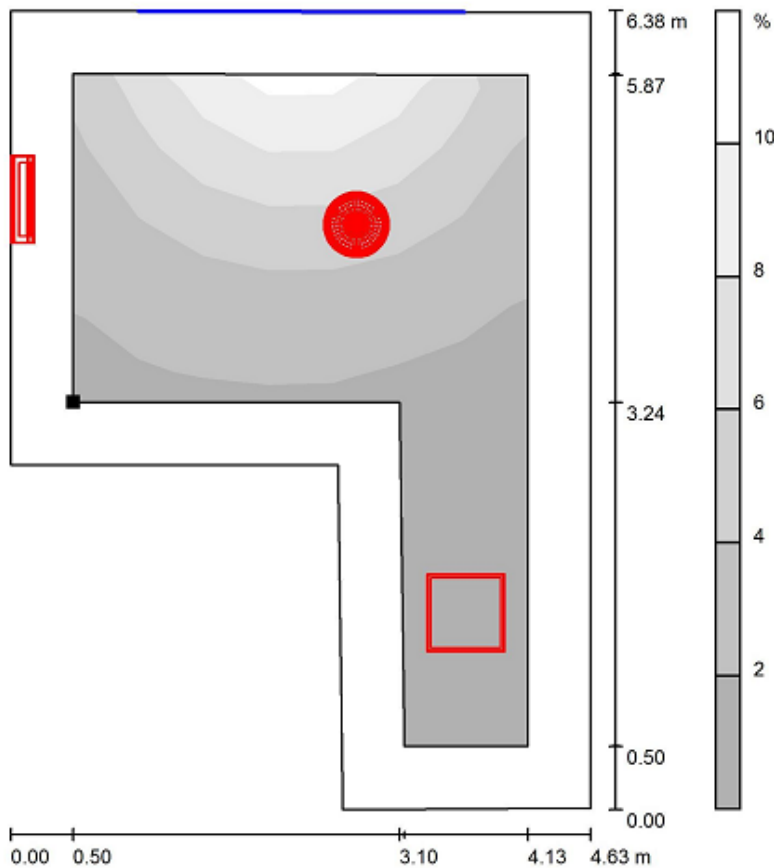
Projet essai



DIALux
15.07.2017

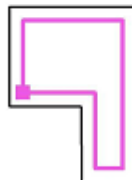
Editeur (trice)
Téléphone
Fax
Email

Chambre_N123_Base_82%_Ouest / Décor lumineux / Plan utile / Valeurs grises (D)



Echelle 1 : 50

Position de la surface dans la pièce:
Plan utile et 0.500 m Zone
périphérique
Point marqué:
(17.643 m, 63.274 m, 0.800 m)



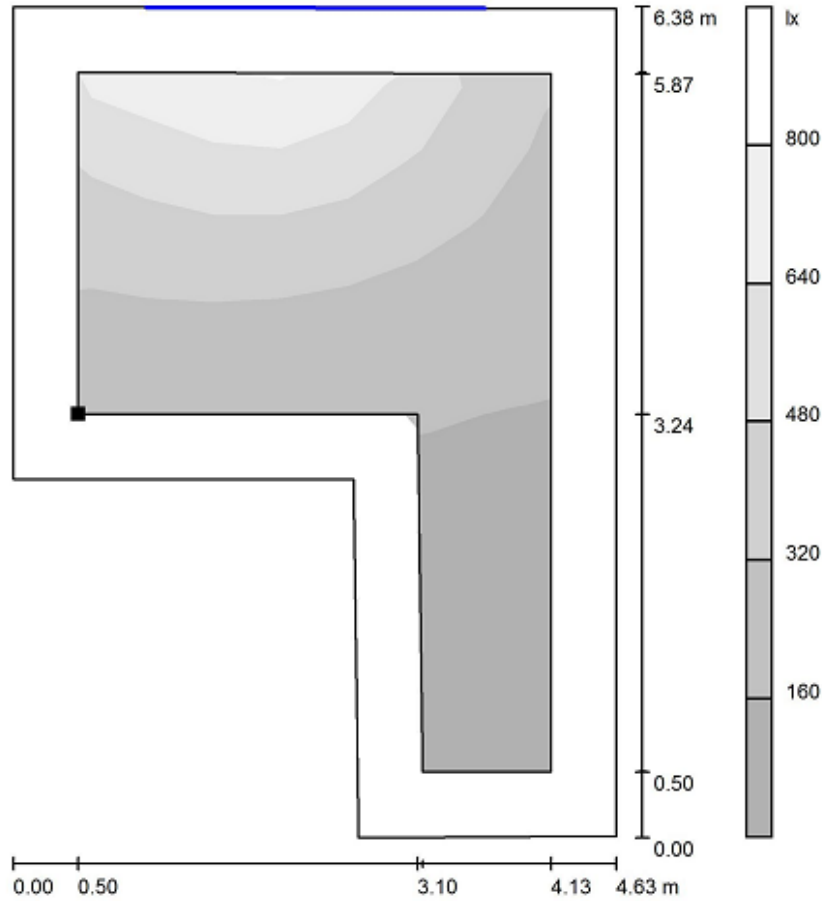
Trame: 9 x 7 Points

D_{moy} [%]	D_{min} [%]	D_{max} [%]	D_{min} / D_{moy}	D_{min} / D_{max}
3.37	0.48	11	0.144	0.044

Intensités d'éclairage horizontale extérieure E_e : 11622 lx

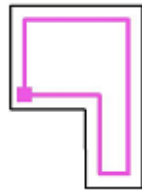
ANNEXE 2 : L'éclairage naturel dans les chambres sous un ciel dégagé en date du 15/12/2017 à 13h.

▪ Chambre_Ouest



Echelle 1 : 50

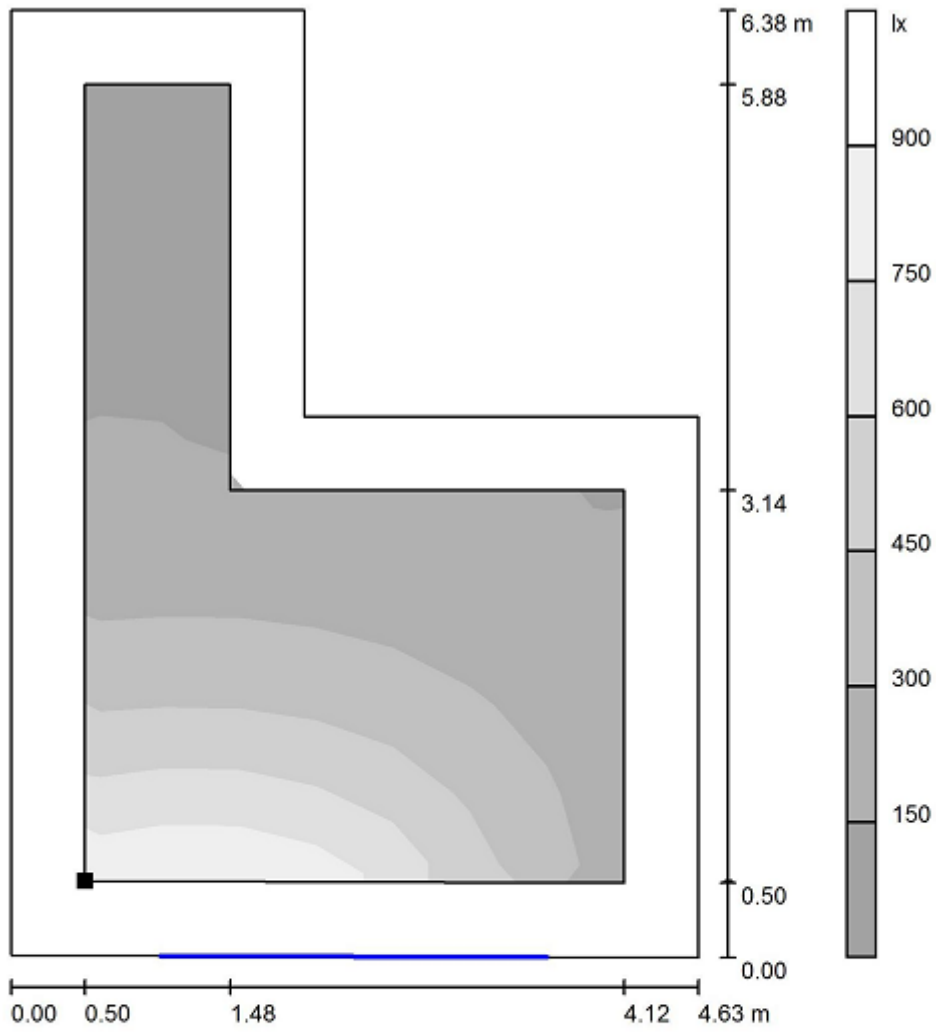
Position de la surface dans la pièce:
 Plan utile et 0.500 m Zone
 périphérique
 Point marqué:
 (17.643 m, 63.274 m, 0.800 m)



Trame: 9 x 7 Points

E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}	E_{min} / E_{max}
312	72	824	0.230	0.087

- Chambre_Est



Position de la surface dans la pièce:
 Plan utile et 0.500 m Zone
 périphérique
 Point marqué:
 (24.338 m, 17.067 m, 0.800 m)



Trame: 9 x 7 Points

E_{moy} [lx]
299

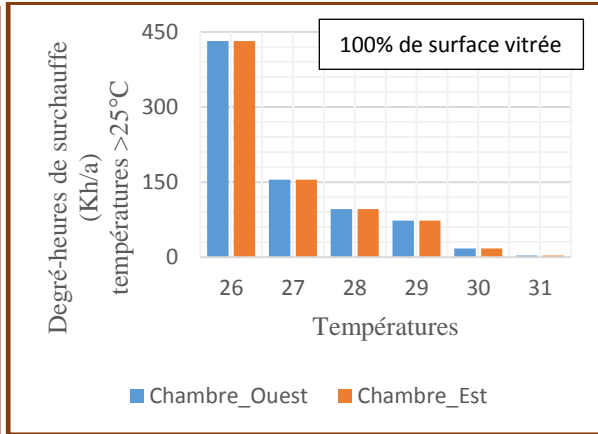
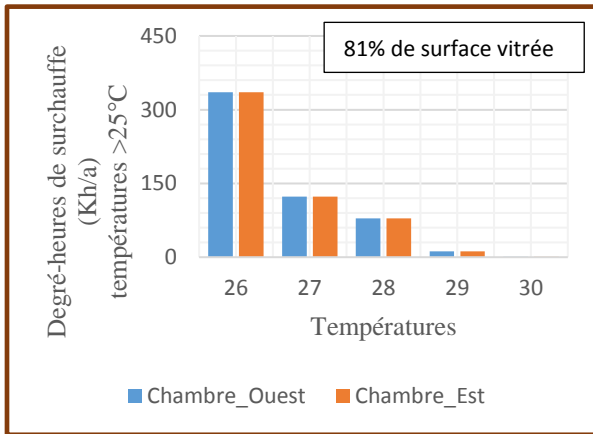
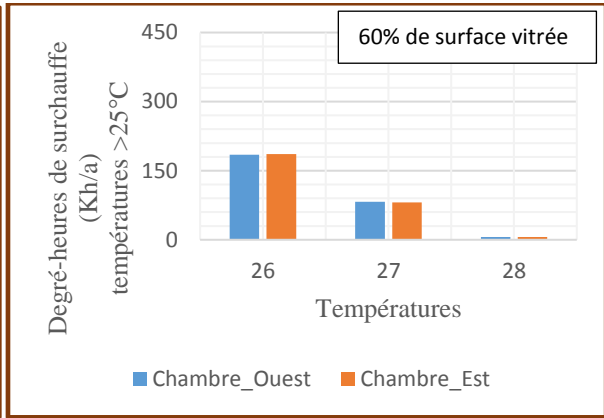
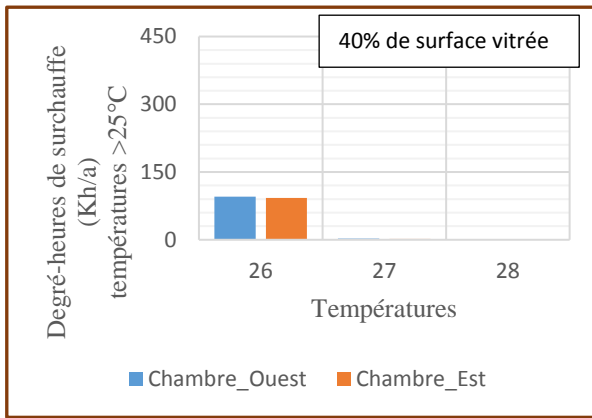
E_{min} [lx]
75

E_{max} [lx]
814

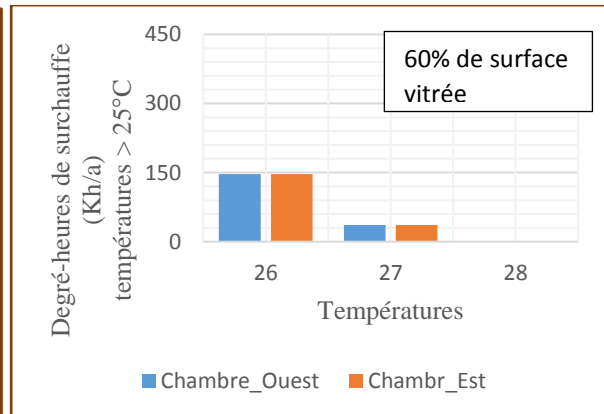
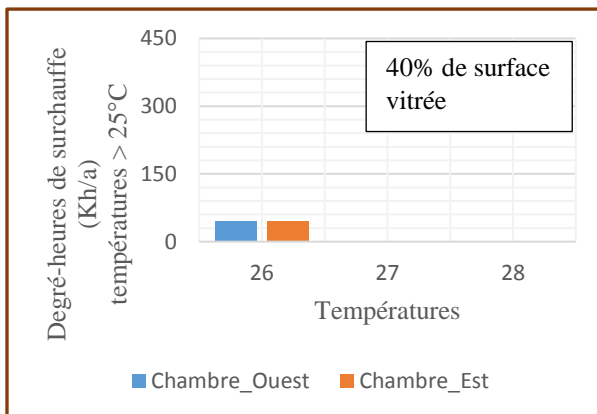
E_{min} / E_{moy}
0.252

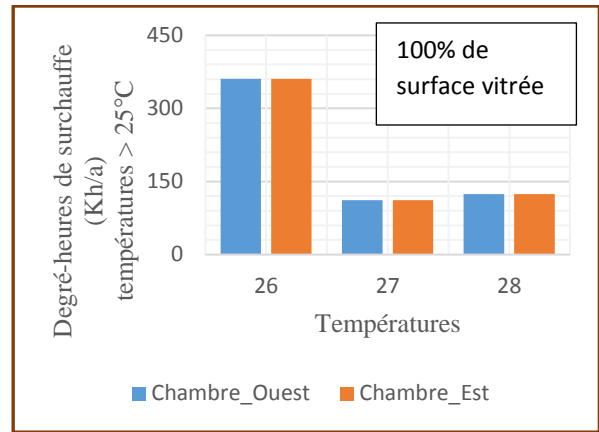
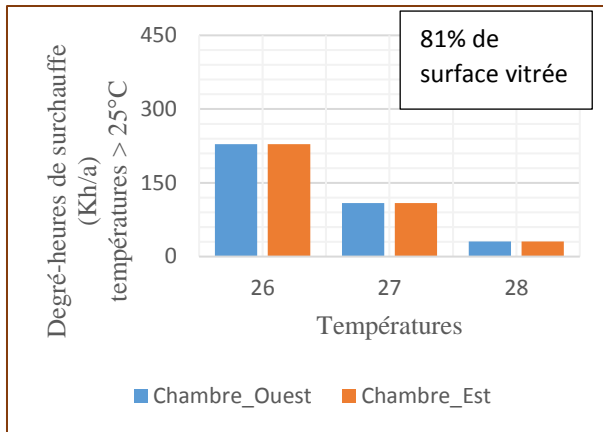
ANNEXE 3 : Le degré-heures de surchauffe avec un débit d'infiltration de $0.52h^{-1}$

- Protection solaire non prise en compte



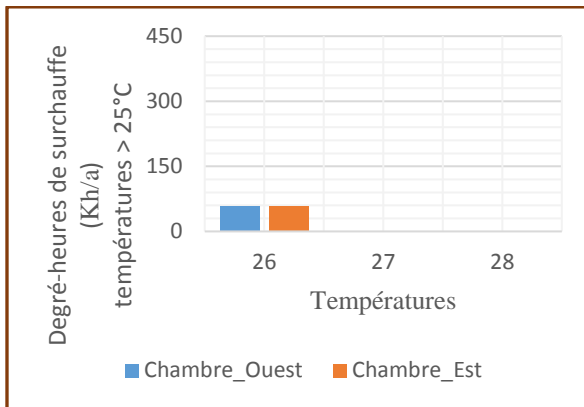
- Prise en compte de la protection solaire



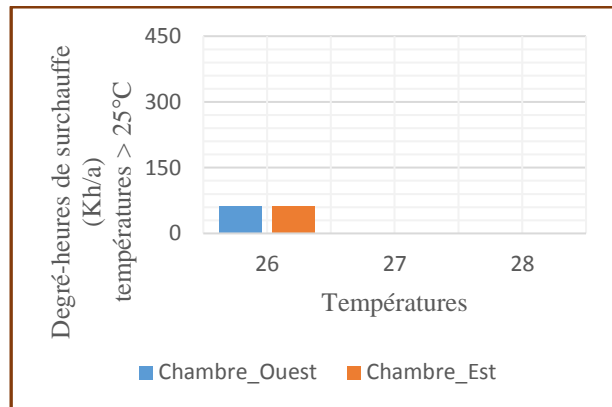


ANNEXE 4 : Le degré-heures de surchauffe en fonction de l'augmentation du gain interne et de la taille de surface vitrée

▪ 40% de surface vitrée

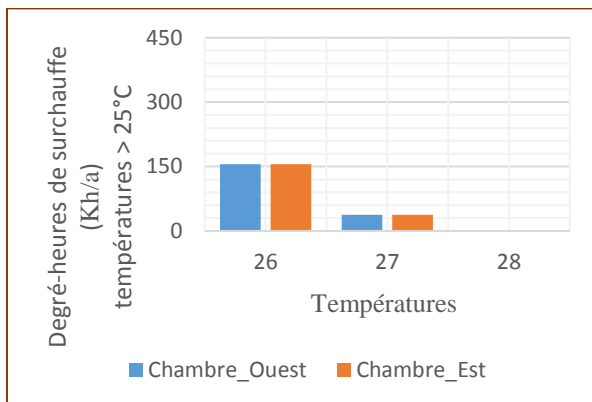


2 personnes dans la chambre

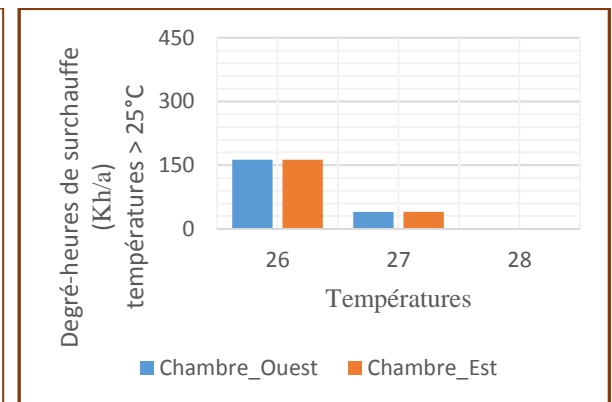


3 personnes dans la chambre

▪ 60% de surface vitrée

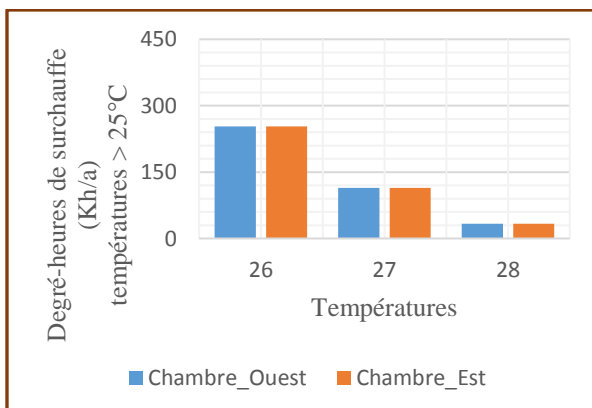


2 personnes dans la chambre

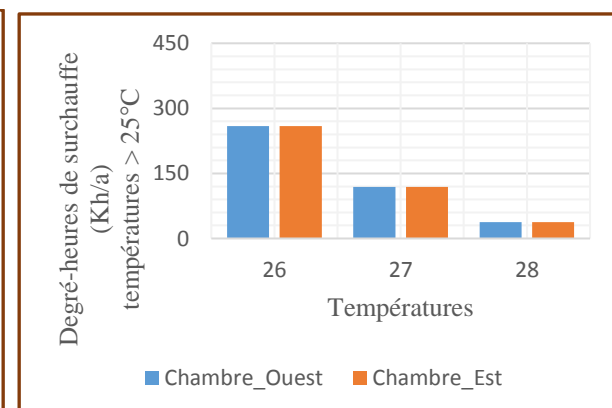


3 personnes dans la chambre

▪ 81% de surface vitrée

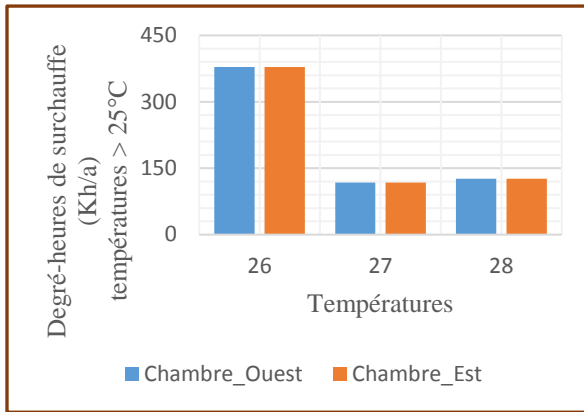


2 personnes dans la chambre

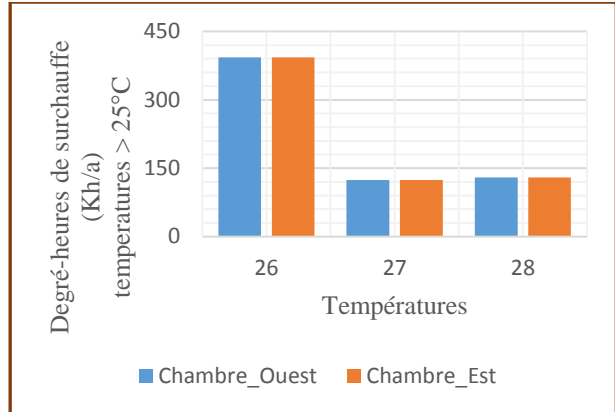


3 personnes dans la chambre

- 100% de surface vitrée



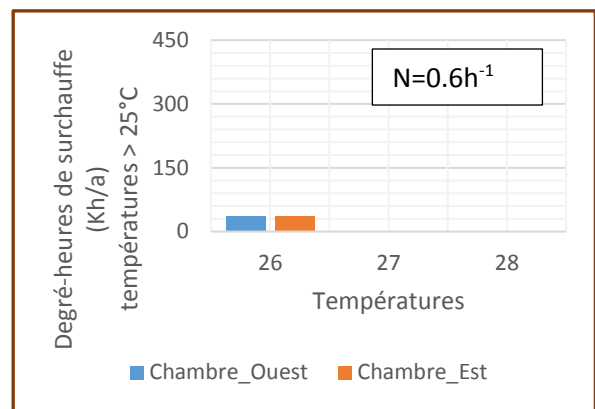
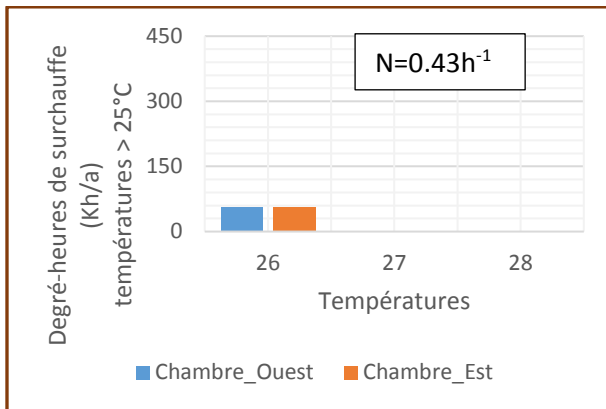
2 personnes dans la chambre



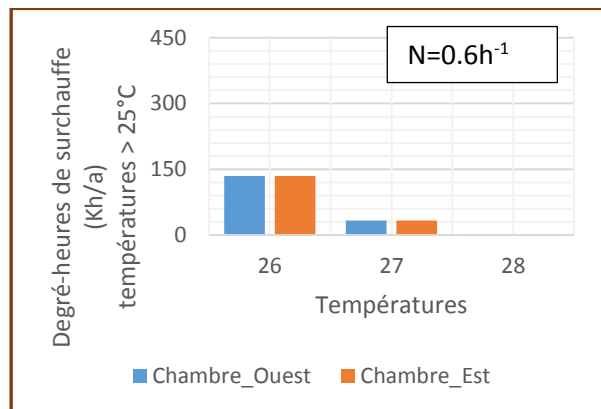
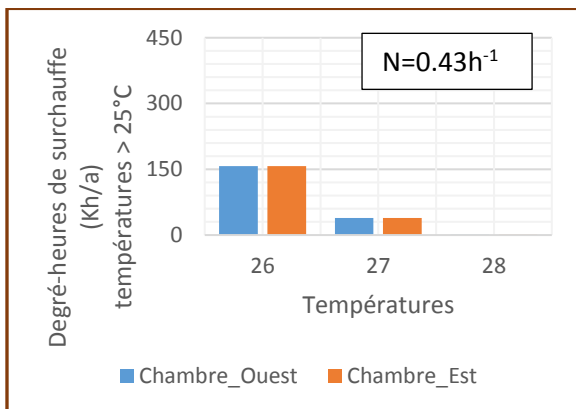
3 personnes dans la chambre

ANNEXE 5 : Le degré-heures de surchauffe avec l'augmentation du débit d'infiltration et de la taille de surface vitrée

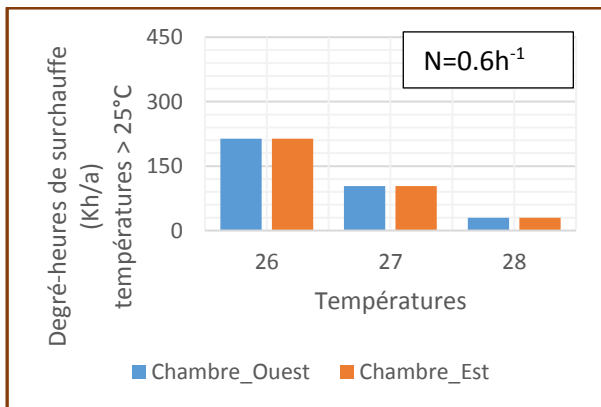
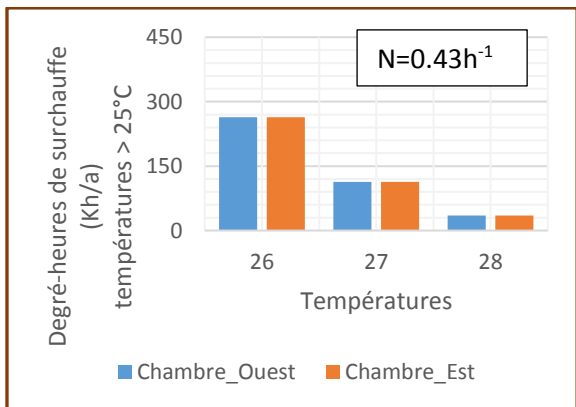
- 40% de surface vitrée



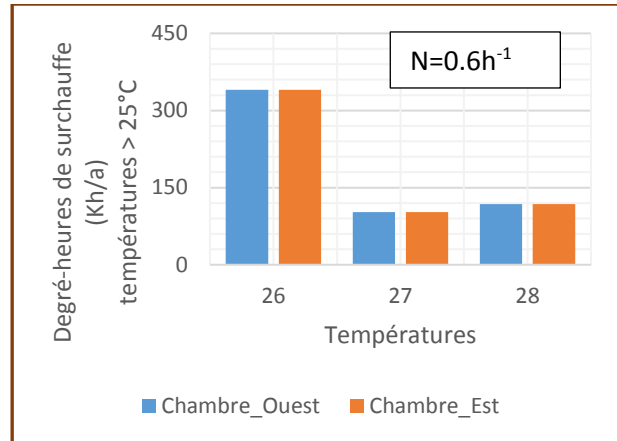
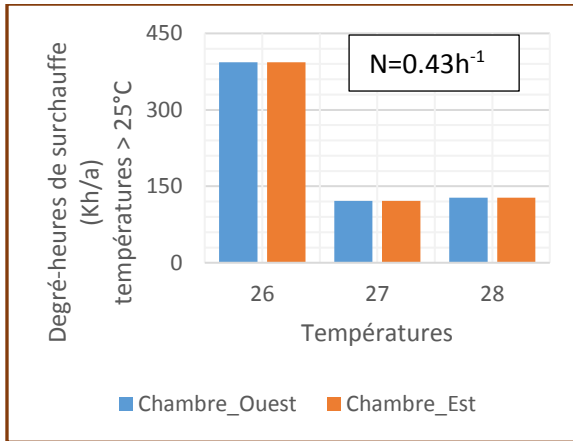
- 60% de surface vitrée



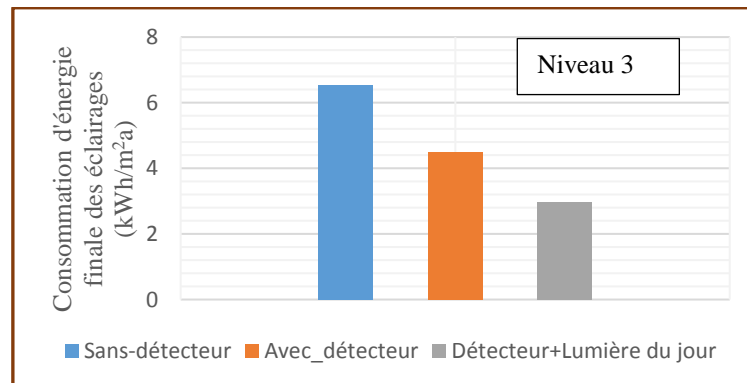
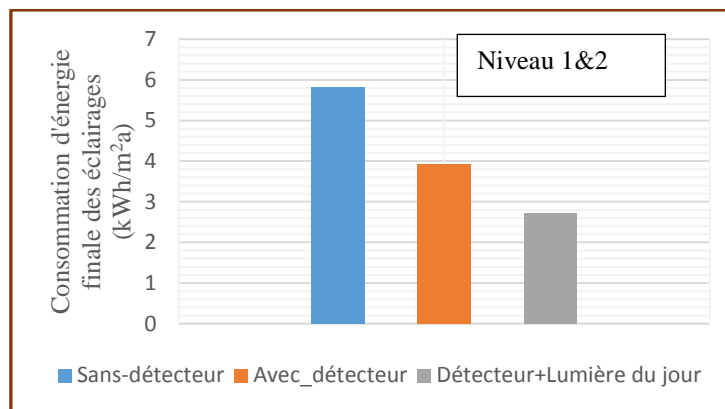
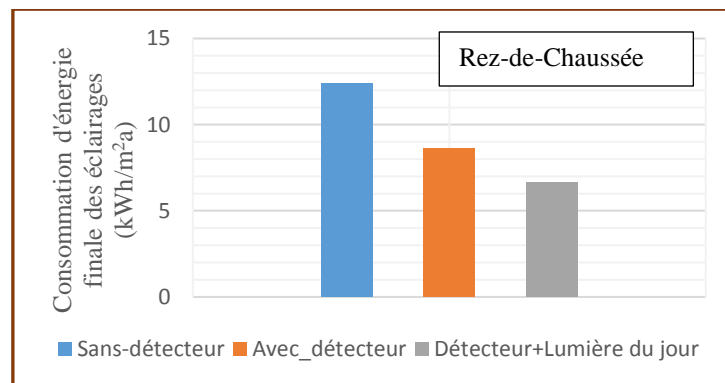
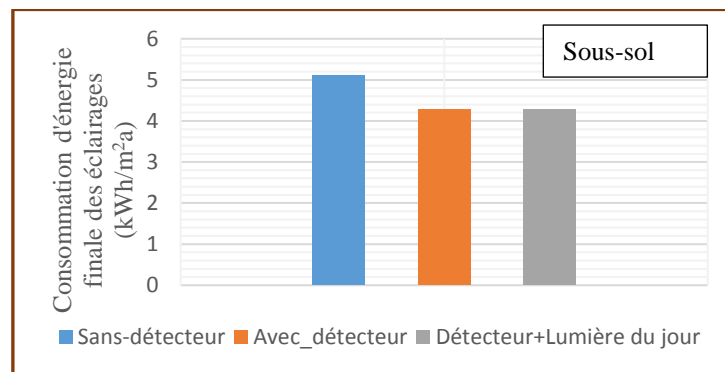
- 81% de surface vitrée



- 100% de surface vitrée



ANNEXE 6 : La consommation d'énergie finale des éclairages par niveau du bâtiment



ANNEXE 7 : Caractéristiques techniques des luminaires

▪ Luminaires dans les chambres

Fiche technique Sanesca W2 LED2600-830 ETDD 03 TOC: 6337651

Type de luminaire

Applique murale à LED à répartition indirecte-directe des intensités lumineuses.

Domaines d'application

Pour l'éclairage dans les hôpitaux, centres de rééducation, sanatoriums, maisons de retraite et de soins pour personnes âgées. Pour de la lumière qui n'éblouit pas - par exemple à table - pour lire, travailler, ou prendre ses repas.

Types de montage

Pour une fixation murale directe.

Système optique

À répartition des intensités lumineuses de type direct-indirect. Avec plaque de recouvrement translucide en PMMA. Effet lumineux harmonieux grâce à une sortie de lumière uniformément éclairée.

Système LED

Avec 2 systèmes LED, Flux lumineux de la lumière ambiante directe 640 lm, Flux lumineux de la lumière ambiante indirecte 2040 lm. Flux lumineux du luminaire 1900 lm, puissance raccordée 20 W, rendement lumineux du luminaire 95 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie $L_{80}(t_0, 25\text{ °C}) = 70.000\text{ h}$, durée de vie $L_{85}(t_0, 25\text{ °C}) = 50.000\text{ h}$.

Corps de luminaire

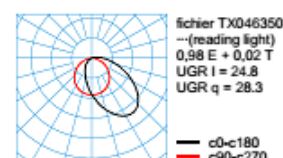
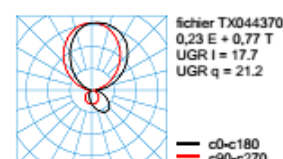
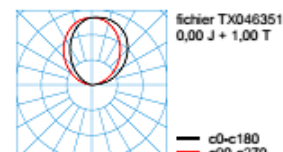
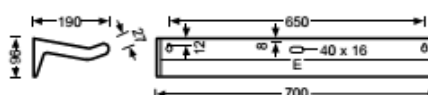
Corps de luminaire en aluminium, recouvrement supérieur en tôle d'acier. de couleur gris argent. Dimensions (L x l): 190 mm x 700 mm, hauteur du luminaire 96 mm. Température ambiante admissible (ta): -20 °C - +25 °C.

Versión électrique

Doté d'un appareillage électronique commutable et d'un appareillage électronique dimmable (DALI).

Texte de prescription

Applique murale à LED à répartition indirecte-directe des intensités lumineuses. Pour une fixation murale directe. À répartition des intensités lumineuses de type direct-indirect. Avec plaque de recouvrement translucide en PMMA. Effet lumineux harmonieux grâce à une sortie de lumière uniformément éclairée. Avec 2 systèmes LED, Flux lumineux de la lumière ambiante directe 640 lm, Flux lumineux de la lumière ambiante indirecte 2040 lm. Flux lumineux du luminaire 1900 lm, puissance raccordée 20 W, rendement lumineux du luminaire 95 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie $L_{80}(t_0, 25\text{ °C}) = 70.000\text{ h}$, durée de vie $L_{85}(t_0, 25\text{ °C}) = 50.000\text{ h}$. Corps de luminaire en aluminium, recouvrement supérieur en tôle d'acier. de couleur gris argent. Dimensions (L x l): 190 mm x 700 mm, hauteur du luminaire 96 mm. Température ambiante admissible (ta): -20 °C - +25 °C. Classe électrique I, indice de protection IP40, résistance aux chocs IK02/0,2 J, résistance à la chaleur 650 °C. Doté d'un appareillage électronique commutable et d'un appareillage électronique dimmable (DALI).



Couleur	gris argent (--03)
Poids	4,4 kg
Classe électrique	I
Réaction au feu	650 °C
Résistance aux chocs	0,2 J
Indice de protection	IP40
UTE	0,00 J + 1,00 T

Fiche technique 74RAct WD3 LED3300 ETDD TOC: 6860951



Type de luminaire

Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale. Luminaire doté d'un équipement Active pour la commande de la température de couleur au moyen d'un dispositif de commande séparé.

Domaines d'application

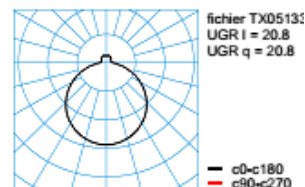
Pour les entrées, couloirs, cages d'escaliers, zones de détente, hôtels, restaurants et espaces à vivre.

Types de montage

Pour montage au mur ou au plafond.

Système optique

Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale.



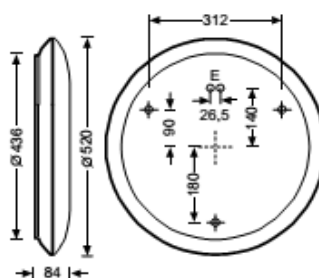
Couleur	blanc (---0)
Poids	2,65 k
Classe électrique	
Réaction au feu	650 °
Résistance aux chocs	0,2
Indice de protection	IP2
UTE	0,87 E + 0,13

Système LED

Panneaux LED équipés de LED à température de couleur blanc chaud et blanc lumière du jour. Teinte de lumière variable, blanc chaud - blanc lumière du jour, température de couleur variable, 2700 K - 6500 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t_q 25 °C) = 50.000 h.

Corps de luminaire

Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 520 mm.



Versión électrique

Avec driver, dimmable (DALI).

Texte de prescription

Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale. Luminaire doté d'un équipement Active pour la commande de la température de couleur au moyen d'un dispositif de commande séparé. Pour montage au mur ou au plafond. Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale. Panneaux LED équipés de LED à température de couleur blanc chaud et blanc lumière du jour. Teinte de lumière variable, blanc chaud - blanc lumière du jour, température de couleur variable, 2700 K - 6500 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t_q 25 °C) = 50.000 h. Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 520 mm. Classe électrique I, indice de protection IP40, résistance aux chocs IK02/0,2 J, résistance à la chaleur 650 °C. Avec driver, dimmable (DALI).

Fiche technique ArimoS D CDP LED3000-830 ETDD TOC: 6485451



Type de luminaire
LEDPlafonnier avec recouvrement microprismatique.

Domaines d'application

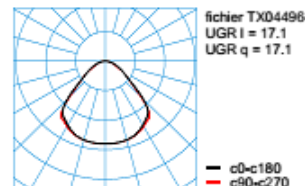
Pour l'éclairage innovant, orienté poste de travail, destiné aux postes de travail de bureaux, de salles de réunion ainsi qu'à ceux du secteur de la santé.

Types de montage

Plafonnier pour montage au plafond dans des espaces intérieurs.

Système optique

Avec microprismatique CDP haute efficacité. A répartition directe. Conseillé pour les écrans informatiques selon EN 12464-1. Effet lumineux harmonieux grâce à une sortie de lumière uniformément éclairée.



Couleur	blanc (--01
Poids	8,7 kg
Classe électrique	
Réaction au feu	650 °C
Résistance aux chocs	0,2 J
Indice de protection	IP20
UTE	1,00 i

Système LED

Flux lumineux du luminaire 2900 lm, puissance raccordée 30 W, rendement lumineux du luminaire 97 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₅₀ (t_q 25 °C) = 50.000 h.

Corps de luminaire

Corps de luminaire en tôle d'acier, laquage par poudre, blanc. Dimensions (L x l): 621 mm x 621 mm, hauteur du luminaire 41 mm.

Raccordement électrique

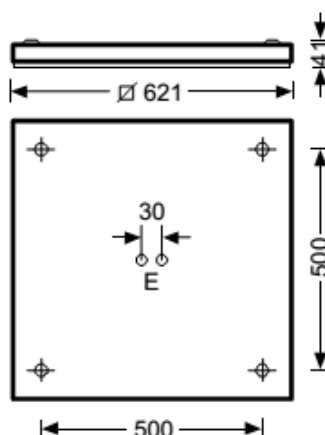
Le raccordement secteur du ballast s'effectue au moyen d'un bornier de raccordement. Le raccordement du ballast au luminaire s'effectue via un connecteur.

Version électrique

Avec driver, dimmable (DALI).

Texte de prescription

LEDPlafonnier avec recouvrement microprismatique. Plafonnier pour montage au plafond dans des espaces intérieurs. Avec microprismatique CDP haute efficacité. A répartition directe. Conseillé pour les écrans informatiques selon EN 12464-1. Effet lumineux harmonieux grâce à une sortie de lumière uniformément éclairée. Flux lumineux du luminaire 2900 lm, puissance raccordée 30 W, rendement lumineux du luminaire 97 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₅₀ (t_q 25 °C) = 50.000 h. Corps de luminaire en tôle d'acier, laquage par poudre, blanc. Dimensions (L x l): 621 mm x 621 mm, hauteur du luminaire 41 mm. Classe électrique I, indice de protection IP20, résistance aux chocs IK02/0,2 J, résistance à la chaleur 650 °C. Le raccordement secteur du ballast s'effectue au moyen d'un bornier de raccordement. Le raccordement du ballast au luminaire s'effectue via un connecteur. Avec driver, dimmable (DALI).



▪ Luminaires dans les couloirs

THORN

Chalice

96627921 CHAL 150 LED1750-830 R2M RSB

LED 18W LED_CHAL_1650				IK03		CE	850°C	T _a 25
-----------------------	--	--	--	------	--	----	-------	-------------------

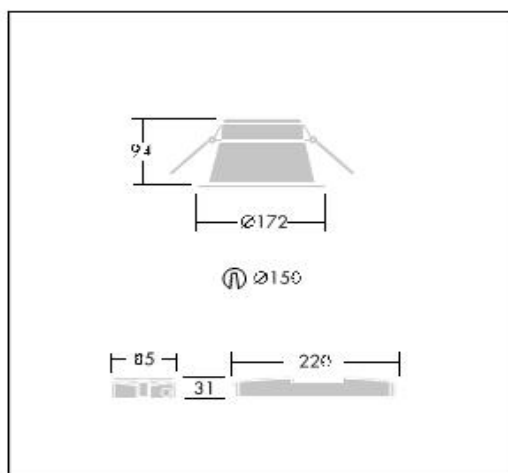
Chalice

Downlight LED. appareillage ready2mains™. IP54 (IP20 dessus), Classe électrique II, UGR<22. Corps : aluminium, laqué blanc (RAL 9016). Réflecteur : satiné. Convient pour installation dans plafonds jusqu'à 40 mm d'épaisseur, avec une découpe de Ø150 mm. Livré avec LED 3 000 K.

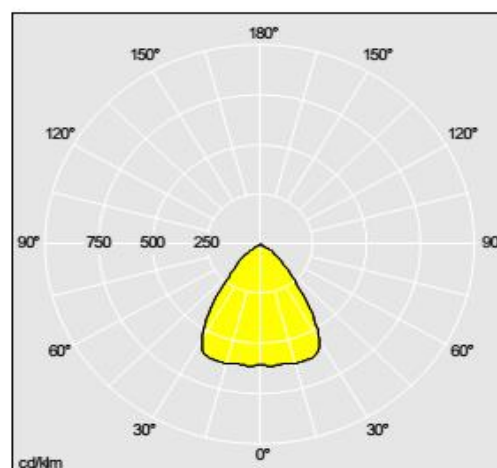
Dimensions : Ø172 x 94 mm
 Puissance totale : 18,5 W
 Flux lumineux du luminaire: 1650 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire: 89 lm/W
 Poids : 0,58 kg



TLG_CHLC_F_PDB.jpg



TLG_CHLP_M_DL1.wmf



TLG_SP_0042138.idt

Position de la lampe: STD - Standard
 Source lumineuse: LED
 Flux lumineux du luminaire*: 1650 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire*: 89 lm/W
 Efficacité de la lampe: 89 lm/W
 Indice min. de rendu des couleurs: 80
 Température de couleur*: 3000 Kelvin
 Rend.: 1,00 Rend. Sup.: 0,00 Rend. Inf.: 1,00

Tolérance de la couleur (MacAdam intial)*: 3
 Durée de vie utile médiane*:
 50000h L80 à 25°C
 Convertisseur: 1x R2M Tridonic LCA
 Puissance du luminaire*: 18.5 W Lambda = 0.95
 Puissance de veille*: 0.2 W
 Equipement: ready2mains graduable jusque 15%
 Catégorie de maintenance: C - Réflecteur fermé sur le haut

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. Thorn utilise des composants testés et éprouvés, en provenance des meilleurs fournisseurs. Dans certains cas isolés, il se peut qu'il y ait des pannes de nature technologique au niveau des LED individuels, pendant le cycle de vie nominal du produit. Les normes internationales fixent la tolérance du flux initial et de la charge associée à ± 10 %. La température des couleurs est soumise à une tolérance de jusqu'à +/-150 Kelvin par rapport à la valeur nominale. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C. Dans la plupart des produits, la panne d'un point LED n'entraîne aucune diminution fonctionnelle de la performance lumineuse du luminaire et n'est donc pas un motif de plainte valide. À moins d'indications contraires, tous les produits LED de Thorn sont adaptés à un usage sans restriction (groupe RG0 ou RG1) en termes de sécurité photobiologique de la lumière bleue (IEC/EN60598-1).

Les produits de Thorn Lighting sont perfectionnés en permanence. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications à nos produits sans autres publications.
 © Thorn Lighting

- Luminaires dans les WC, vestiaires et l'accès à la salle de coiffure- pédicure

Chalice

THORN

96627707 CHAL 150 LED1200-830 HFIX RSB

LED 13W LED_CHAL_1150						850°C	T _a 25
-----------------------	--	--	--	--	--	-------	-------------------

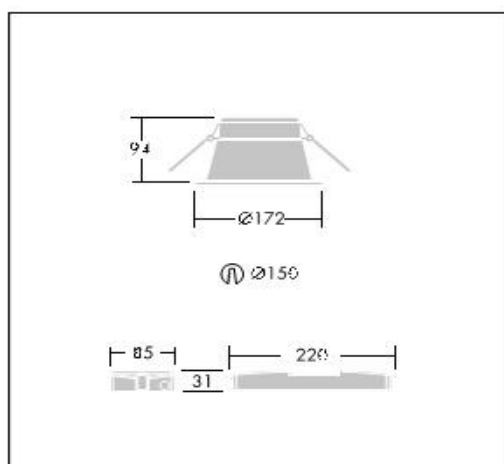
Chalice

Downlight LED. Appareillage gradable DALI. IP54 (IP20 dessus), Classe électrique II, UGR<22. Corps : aluminium, laqué blanc (RAL 9016). Réflecteur : satiné. Convient pour installation dans plafonds jusqu'à 40 mm d'épaisseur, avec une découpe de Ø150 mm. Livré avec LED 3 000 K.

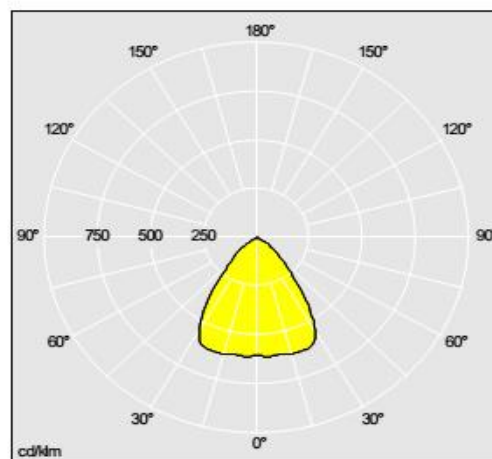
Dimensions : Ø172 x 94 mm
 Puissance totale : 13,3 W
 Flux lumineux du luminaire: 1150 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire: 86 lm/W
 Poids : 0,58 kg



TLG_CHLC_F_PDB.jpg



TLG_CHLP_M_DL1.wmf



TLG_SP_0042136.ltd

Position de la lampe: STD - Standard
 Source lumineuse: LED
 Flux lumineux du luminaire*: 1150 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire*: 86 lm/W
 Efficacité de la lampe: 86 lm/W
 Indice min. de rendu des couleurs: 80
 Température de couleur*: 3000 Kelvin
 Rend.: 1,00 Rend. Sup.: 0,00 Rend. Inf.: 1,00

Tolérance de la couleur (MacAdam initial)*: 3
 Durée de vie utile médiane*:
 50000h L80 à 25°C
 Convertisseur: 1x HFI* Tridonic LCAI
 Puissance du luminaire*: 13.3 W Lambda = 0.95
 Puissance de veille*: 0.2 W
 Equipement: DALI2
 Catégorie de maintenance: C - Réflecteur fermé sur le haut

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. Thorn utilise des composants testés et éprouvés, en provenance des meilleurs fournisseurs. Dans certains cas isolés, il se peut qu'il y ait des pannes de nature technologique au niveau des LED individuels, pendant le cycle de vie nominal du produit. Les normes internationales fixent la tolérance du flux initial et de la charge associée à ± 10 %. La température des couleurs est soumise à une tolérance de jusqu'à +/-150 Kelvin par rapport à la valeur nominale. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C. Dans la plupart des produits, la panne d'un point LED n'entraîne aucune diminution fonctionnelle de la performance lumineuse du luminaire et n'est donc pas un motif de plainte valide. À moins d'indications contraires, tous les produits LED de Thorn sont adaptés à un usage sans restriction (groupe RG0 ou RG1) en termes de sécurité photobiologique de la lumière bleue (IEC/EN60598-1).

Les produits de Thorn Lighting sont perfectionnés en permanence. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications à nos produits sans autres publications.
 © Thorn Lighting

- Luminaires dans les séjours, débarras et salle de bain thérapeutique

Chalice

THORN

96642312 CHAL 200 LED2700-830 HFIX RSB

LED 27W LED_CHAL_2600						850°C	T _a 25
-----------------------	--	--	--	--	--	-------	-------------------

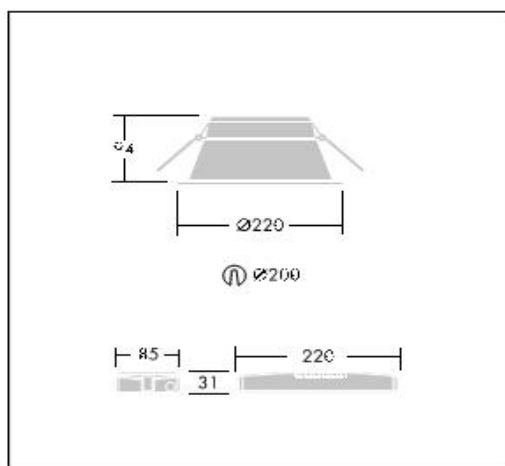
Chalice

Downlight LED. Appareillage gradable DALI. IP54 (IP20 dessus), Classe électrique II, UGR<22. Corps : aluminium, laqué blanc (RAL 9016). Réflecteur : satiné. Convient pour installation dans plafonds jusqu'à 40 mm d'épaisseur, avec une découpe de Ø200 mm. Livré avec LED 3 000 K.

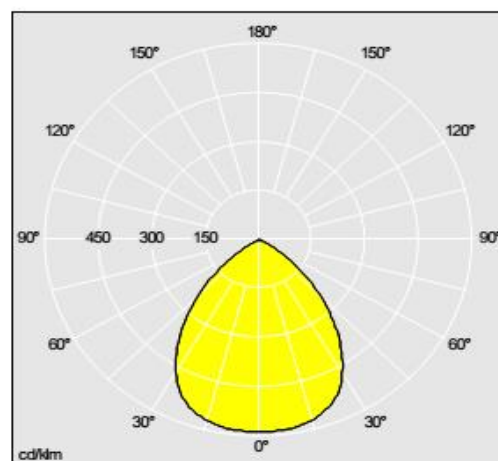
Dimensions : Ø220 x 94 mm
 Puissance totale : 27 W
 Flux lumineux du luminaire: 2600 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire: 96 lm/W
 Poids : 1,01 kg



TLG_CHLC_F_PDB.jpg



TLG_CHLC_M_DL1.wmf



TLG_SP_0042146.ltd

Position de la lampe: STD - Standard
 Source lumineuse: LED
 Flux lumineux du luminaire*: 2600 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire*: 96 lm/W
 Efficacité de la lampe: 96 lm/W
 Indice min. de rendu des couleurs: 80
 Température de couleur*: 3000 Kelvin
 Rend.: 1,00 Rend. Sup.: 0,00 Rend. Inf.: 1,00

Tolérance de la couleur (MacAdam initial)*: 3
 Durée de vie utile médiane*:
 50000h L80 à 25°C
 Convertisseur: 1x HFI* Tridonic LCAI
 Puissance du luminaire*: 27 W Lambda = 0.95
 Puissance de veille*: 0.2 W
 Equipement: DALI2
 Catégorie de maintenance: C - Réflecteur fermé sur le haut

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. Thorn utilise des composants testés et éprouvés, en provenance des meilleurs fournisseurs. Dans certains cas isolés, il se peut qu'il y ait des pannes de nature technologique au niveau des LED individuels, pendant le cycle de vie nominal du produit. Les normes internationales fixent la tolérance du flux initial et de la charge associée à ± 10 %. La température des couleurs est soumise à une tolérance de jusqu'à +/-150 Kelvin par rapport à la valeur nominale. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C. Dans la plupart des produits, la panne d'un point LED n'entraîne aucune diminution fonctionnelle de la performance lumineuse du luminaire et n'est donc pas un motif de plainte valide. À moins d'indications contraires, tous les produits LED de Thorn sont adaptés à un usage sans restriction (groupe RG0 ou RG1) en termes de sécurité photobiologique de la lumière bleue (IEC/EN60598-1).

Les produits de Thorn Lighting sont perfectionnés en permanence. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications à nos produits sans autres publications.

© Thorn Lighting

- Luminaires dans la mésothérapie

THORN

Chalice

96642304 CHAL 200 LED2000-830 HF RSB

LED 18W LED_CHAL_1800					IK03		CE	850 °C	T _a 25
-----------------------	--	--	--	--	------	--	----	--------	-------------------

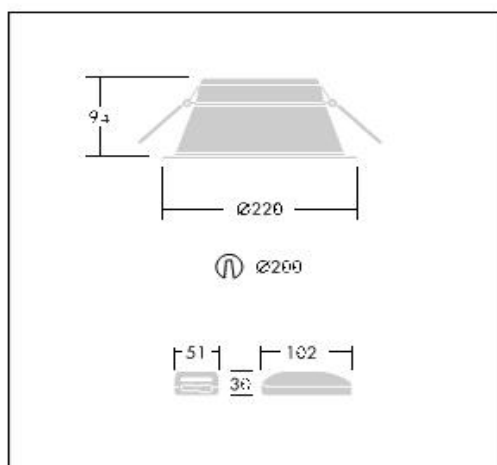
Chalice

Downlight LED. Non gradable. IP54 (IP20 dessus), Classe électrique II, UGR<22. Corps : aluminium, laqué blanc (RAL 9016). Réflecteur : satiné. Convient pour installation dans plafonds jusqu'à 40 mm d'épaisseur, avec une découpe de Ø200 mm. Livré avec LED 3 000 K.

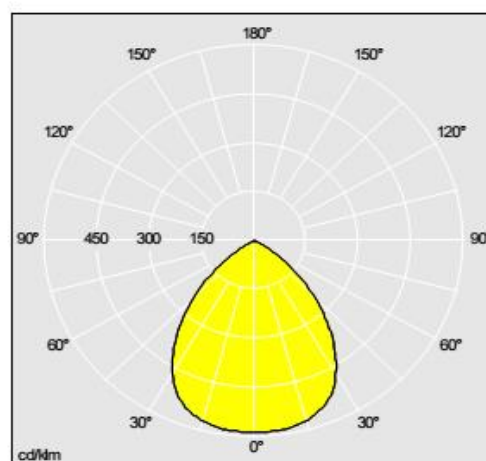
Dimensions : Ø220 x 94 mm
 Puissance totale : 18,5 W
 Flux lumineux du luminaire: 1800 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire: 97 lm/W
 Poids : 0,76 kg



TLG_CHLC_F_PDB.jpg



TLG_CHLC_M_200MB.wmf



TLG_SP_0042144.ltd

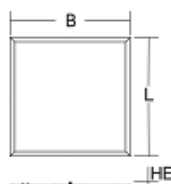
Position de la lampe: STD - Standard
 Source lumineuse: LED
 Flux lumineux du luminaire*: 1800 lm
 Efficacité lumineuse du luminaire*: 97 lm/W
 Efficacité de la lampe: 97 lm/W
 Indice min. de rendu des couleurs: 80
 Température de couleur*: 3000 Kelvin

Tolérance de la couleur (MacAdam initial)*: 3
 Durée de vie utile médiane*:
 50000h L80 à 25°C
 Convertisseur: 1x HF_ Tridonic LCI 20W
 Puissance du luminaire*: 18.5 W Lambda = 0.95
 Equipement: Fixed output
 Catégorie de maintenance: C - Réflecteur fermé sur le haut
 Rend.: 1,00 Rend. Sup.: 0,00 Rend. Inf.: 1,00

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. Thorn utilise des composants testés et éprouvés, en provenance des meilleurs fournisseurs. Dans certains cas isolés, il se peut qu'il y ait des pannes de nature technologique au niveau des LED individuels, pendant le cycle de vie nominal du produit. Les normes internationales fixent la tolérance du flux initial et de la charge associée à ± 10 %. La température des couleurs est soumise à une tolérance de jusqu'à +/-150 Kelvin par rapport à la valeur nominale. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C. Dans la plupart des produits, la panne d'un point LED n'entraîne aucune diminution fonctionnelle de la performance lumineuse du luminaire et n'est donc pas un motif de plainte valide. À moins d'indications contraires, tous les produits LED de Thorn sont adaptés à un usage sans restriction (groupe RG0 ou RG1) en termes de sécurité photobiologique de la lumière bleue (IEC/EN60598-1).

Les produits de Thorn Lighting sont perfectionnés en permanence. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications à nos produits sans autres publications.
 © Thorn Lighting

▪ Luminaires dans la réception, Bureau et l'infirmierie



312100.002.1.76



Série: Sidelite® ECO 35 Luminaires à encastrer au plafond

Type d' Installation: Encastrément des plafonniers
 Degré de Protection: **IP 40**
 Classe de II
 Protection:
 Lampe: LED
 Dimensions: L 595, B 595, H 0, HE 42
 Couleur: blanc

Cadre en aluminium blanc traité époxy, diffuseur en plastique (PMMA) microprismatique (compatible avec les écrans d'ordinateur selon EN 12464-1), diffuseur et guide de la lumière en PMMA anti-jaunissement, découplage lumineux latéral à LED, ampoule (LED) comprise dans la livraison, équipement de commande (hauteur 32 mm) externe, la lampe peut être utilisée avec des accessoires (à commander séparément) comme luminaire apparent ou luminaire suspendu.

Accessoires

Cadre de montage

982187.022 L 602, B 602, H 47 ANBAURAHMEN blanc

Cadre en tôle d'acier traité époxy

Pour modules 600

981941.002 L 624, B 624, H 2, Einbaurahmen Stahlblech pulverbeschichtet blanc
 HE 94

Kit de montage au plafond

981980.012 Deckenmontageset bestehend aus 4 Anbauzylindern (Ø 30, H 38) blanc

Set de suspension

981978.000 Pendelset bestehend aus 4 Stahlseilen (L 1500) und Deckenbefestigung mit Seilschnellverstellung

Électrotechnique:

Appareillage DALI
 Puissance du système 35 W
 Tension 220 - 240 V / 50 - 60 Hz
 Nombre de luminaires B10A 15
 Nombre de luminaires B16A 24
 Nombre de luminaires C10A 24
 Nombre de luminaires C16A 40

Vérification:

Degré de Protection **IP 40**
 Classe de Protection II
 Résistance au Feu 650°C
 Résistance aux Chocs IK03 (0,35 Joule)
 Marques de sécurité Marquage F
 Autres Marquages Marquage WEEE
 Code du Pays CE
 Classe d'efficacité énergétique des lampes LED A+
 Classe d'efficacité énergétique de A+ la lampe intégrée

Lampe 1:

Température de couleur 4000K
 Nombre Lampe 1 1
 Lampe LED
 Couleur d'éclairage 840
 Durée de vie 35000 h

Volume et poids:

Longueur L 595 mm
 Largeur B 595 mm
 Hauteur H 0 mm
 Découpe Plafond LA 0 x BA 0 mm
 Profondeur d'Encastrement HE 42 mm
 Épaisseur du Plafond
 Poids 3,8 kg

Eclairage:

Valeur UGR 18,5
 Angle d'éclairage 87°/83°
 Flux Lumineux Total 3.500 lm
 Indice Rendu des Couleurs (IRC) 80

- Luminaires dans le local sale, travaux sales, travaux propres, couloir technique, couloir technique stock, couloir stock, hall stock, SAS stock, stock cuisine, ateliers, local ménage, stock nettoyage & textile, stock mobilier, parking et local informatique



451162.009



Série: Planox Plafonniers et appliques

Type d' Installation: Montage des plafonniers, Cordes/ chaînes de suspension, Flèche murale

Degré de Protection: **IP 66**

Classe de Protection: **I**

Protection:

Lampe: **LED**

Dimensions: **L 1278, B 96, H 100**

Couleur: **gris**

Armature en matière synthétique (polycarbonate), compatible pour deux suspensions par câble ou par chaîne (suspension fournie par le chantier), support incorporé en tôle d'acier laquée blanc, appareillage intégré, réfracteur en matière synthétique (PMMA) opaline prismatique à l'intérieur, fixation du réfracteur par clips de maintien en inox.

Électrotechnique:

Appareillage	Convertisseur
Puissance du système	28 W
Tension	220 - 240 V / 50 - 60 Hz
Nombre de luminaires B10A	17
Nombre de luminaires B16A	28
Nombre de luminaires C10A	0
Nombre de luminaires C16A	0

Vérification:

Degré de Protection	IP 66
Classe de Protection	I
Résistance au Feu	650°C
Résistance aux Chocs	IK03 (0,35 Joule)
Marques de sécurité	Marquage D, Marquage F
Autres Marquages	Marquage WEEE
Code du Pays	CE
Classe d'efficacité énergétique des lampes LED	A++
Classe d'efficacité énergétique de A++ la lampe intégrée	

Lampe 1:

Culot	sans douille
Température de couleur	4000K
Nombre Lampe 1	1
Lampe	LED
Couleur d'éclairage	840
Durée de vie	

Volume et poids:

Longueur L	1.278 mm
Largeur B	96 mm
Hauteur H	100 mm
Épaisseur du Plafond	
Poids	2,04 kg

Eclairage:

Angle d'éclairage	131°/95°
Flux Lumineux Total	3.350 lm
Indice Rendu des Couleurs (IRC)	80

▪ Luminaires dans le bureau de l'atelier



901464.004



Série: Sonis A Soft LED Plafonniers, Luminaires suspendus

Type d' Installation: Montage des plafonniers
 Degré de Protection: IP 20
 Classe de Protection: I
 Lampe: LED
 Dimensions: L 1245, B 175, H 40
 Couleur: argent métallisé

Corps en métal traité époxy, embouts en ABS, grille parabolique double, aluminium pur, brillant. Possibilité de montage sous forme de luminaire suspendu à l'aide des accessoires.

Électrotechnique:

Appareillage Convertisseur
 Puissance du système 36 W
 Tension 220 - 240 V / 50 - 60 Hz

Vérification:

Degré de Protection IP 20
 Classe de Protection I
 Résistance au Feu 960°C
 Résistance aux Chocs IK02 (0,20 Joule)
 Marques de sécurité Marquage F
 Autres Marquages Marquage WEEE
 Code du Pays CE, Made in E.C.
 Classe d'efficacité énergétique des lampes LED A+
 Classe d'efficacité énergétique de la lampe intégrée de A+

Lampe 1:

Culot sans douille
 Température de couleur 3000K
 Nombre Lampe 1 2
 Lampe LED
 Couleur d'éclairage 830
 Durée de vie 50000 h (L80/B10)

Volume et poids:

Longueur L 1.245 mm
 Largeur B 175 mm
 Hauteur H 40 mm
 Longueur de Suspension
 Épaisseur du Plafond
 Poids 2,8 kg

Eclairage:

Valeur UGR 17,4
 Angle d'éclairage 81°/87°
 Flux Lumineux Total 4.100 lm
 Indice Rendu des Couleurs (IRC) 80

Accessoires

Accessoires

982070.000 Seilpendel 2 m mit zwei zylindrischen Baldachinen und 3-poliger Zuleitung für Pendelmontage

▪ Luminaires dans le hall déchet



451165.009.1.76



Série: Planox Plafonniers et appliques

Type d' Installation: Montage des plafonniers, Cordes/ chaînes de suspension, Flèche murale

Degré de Protection: **IP 66**

Classe de I

Protection:

Lampe: LED

Dimensions: L 1573, B 96, H 100

Couleur: gris

Armature en matière synthétique (polycarbonate), compatible pour deux suspensions par câble ou par chaîne (suspension fournie par le chantier), support incorporé en tôle d'acier laquée blanc, appareillage intégré, réfracteur en matière synthétique (polycarbonate) opaline prismatique à l'intérieur, fixation du réfracteur par clips de maintien en inox.

Électrotechnique:

Appareillage	DALI
Puissance du système	34 W
Tension	220 - 240 V / 50 - 60 Hz
Nombre de luminaires B10A	18
Nombre de luminaires B16A	30
Nombre de luminaires C10A	0
Nombre de luminaires C16A	0

Vérification:

Degré de Protection	IP 66
Classe de Protection	I
Résistance au Feu	850°C
Résistance aux Chocs	IK08 (5 Joule)
Marques de sécurité	Marquage D, Marquage F
Autres Marquages	Marquage WEEE
Code du Pays	CE
Classe d'efficacité énergétique des lampes LED	A++
Classe d'efficacité énergétique de la lampe intégrée	A++

Lampe 1:

Culot	sans douille
Température de couleur	4000K
Nombre Lampe 1	1
Lampe	LED
Couleur d'éclairage	840
Durée de vie	

Volume et poids:

Longueur L	1.573 mm
Largeur B	96 mm
Hauteur H	100 mm
Épaisseur du Plafond	
Poids	2,6 kg

Eclairage:

Angle d'éclairage	134°/92°
Flux Lumineux Total	4.050 lm
Indice Rendu des Couleurs (IRC)	80

- Luminaires dans le stock cuisine&boissons, froid, local grand réfrigérant, cuisine couloir déchet, déchets organiques, verre, plastique et carton



901360.002.76



Série: Parledo® Luminaires à encastrer au plafond

Type d' Installation: Encastrément des plafonniers
 Degré de Protection: **IP 54**
 Classe de Protection: **I**
 Protection:
 Lampe: **LED**
 Dimensions: **L 596, B 596, H 0, HE 100**
 Couleur: **blanc**

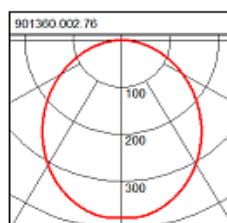
Luminaire à encastrer pour systèmes de plafond avec rails porteurs visibles, corps en métal blanc traité époxy, diffuseur opalin, appareillage dans un boîtier séparé avec fiche de connexion.

Électrotechnique:

Appareillage	DALI
Puissance du système	34 W
Tension	220 - 240 V / 0 Hz, 50 - 60 Hz
Nombre de luminaires B10A	8
Nombre de luminaires B16A	19

Vérification:

Degré de Protection	IP 54
Classe de Protection	I
Résistance au Feu	650°C
Résistance aux Chocs	IK07 (2 Joule)
Marques de sécurité	Marquage F
Autres Marquages	Marquage WEEE
Code du Pays	CE
Classe d'efficacité énergétique des lampes LED	A+
Classe d'efficacité énergétique de A+ la lampe intégrée	



Lampe 1:

Culot	sans douille
Température de couleur	3000K
Nombre Lampe 1	1
Lampe	LED
Couleur d'éclairage	830
Durée de vie	50000 h (L80/B30)

Volume et poids:

Longueur L	596 mm
Largeur B	596 mm
Hauteur H	0 mm
Découpe Plafond	LA 600 x BA 600 mm
Profondeur d'Encastrément HE	100 mm
Épaisseur du Plafond	1-30 mm
Poids	6,1 kg

Eclairage:

Angle d'éclairage	104°
Rendement Normalisé	100 %
Flux Lumineux Total	3.700 lm
Indice Rendu des Couleurs (IRC)	80

▪ Luminaires dans la salle de formation et des espaces bureaux



901624.002.1



Série: Sonis EVO Luminaires suspendus

Type d' Installation: Suspension
 Degré de Protection: IP 20
 Classe de Protection: I
 Protection:
 Lampe: LED
 Dimensions: L 602, B 602, H 33
 Couleur: blanc

Boîtier et diffuseur en tôle d'acier traité époxy blanc, système optique Alea : structure du réflecteur (ABS, couche d'aluminium, haute brillance) avec un diffuseur en plastique anti-jaunissement (PMMA) opalin pour une lumière anti-éblouissement sur le poste de travail (compatible avec les écrans d'ordinateur selon EN 12464-1). Suspension par câble 2 points réglable en hauteur en continu. Équipement de commande intégré. Ampoule (LED) fournie.

Électrotechnique:

Appareillage	Convertisseur
Puissance du système	30 W
Tension	220 - 240 V / 50 - 60 Hz
Nombre de luminaires B10A	3
Nombre de luminaires B16A	5
Nombre de luminaires C10A	7
Nombre de luminaires C16A	11

Vérification:

Degré de Protection	IP 20
Classe de Protection	I
Marques de sécurité	Marquage F
Autres Marquages	Marquage WEEE
Code du Pays	CE
Classe d'efficacité énergétique des lampes LED	A+
Classe d'efficacité énergétique de la lampe intégrée	A+

Lampe 1:

Culot	sans douille
Température de couleur	4000K
Nombre Lampe 1	1
Lampe	LED
Couleur d'éclairage	840
Durée de vie	50000 h (L80/B10)

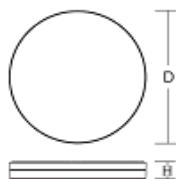
Volume et poids:

Longueur L	602 mm
Largeur B	602 mm
Hauteur H	33 mm
Longueur de Suspension	1500 mm
Épaisseur du Plafond	
Poids	5 kg

Eclairage:

Valeur UGR	18,5
Angle d'éclairage	78°/75°
Flux Lumineux Total	3.500 lm
Indice Rendu des Couleurs (IRC)	80

- Luminaires dans le SAS entrée principal, l'ergothérapie-kinétherapie



312136.002.2.76



Série: Flat Slim Plafonniers et appliques

Type d' Installation: Montage des plafonniers, Flèche murale

Degré de Protection: **IP 65**

Classe de Protection: I

Protection:

Lampe: LED

Dimensions: D 300, H 63

Couleur: blanc

Support en aluminium injecté traité époxy, fixation du diffuseur par fermeture à baïonnette, diffuseur en plastique (polycarbonate) opalin mat.

Électrotechnique:

Appareillage	Courant AC, DALI variable
Puissance du système	21 W
Tension	220 - 230 V / 50 - 60 Hz

Vérification:

Degré de Protection	IP 65
Classe de Protection	I
Résistance au Feu	650°C
Résistance aux Chocs	IK08 (5 Joule)
Marques de sécurité	Marquage F
Autres Marquages	Marquage WEEE
Code du Pays	CE
Classe d'efficacité énergétique des lampes LED	A+
Classe d'efficacité énergétique de la lampe intégrée	A+

Lampe 1:

Culot	sans douille
Température de couleur	3000K
Nombre Lampe 1	1
Lampe	LED
Couleur d'éclairage	830
Durée de vie	

Volume et poids:

Diamètre D	300 mm
Hauteur H	63 mm
Épaisseur du Plafond	
Poids	1,69 kg

Eclairage:

Angle d'éclairage	123°
Flux Lumineux Total	2.000 lm
Indice Rendu des Couleurs (IRC)	80

▪ Luminaires dans la salle à manger

ONDARIA

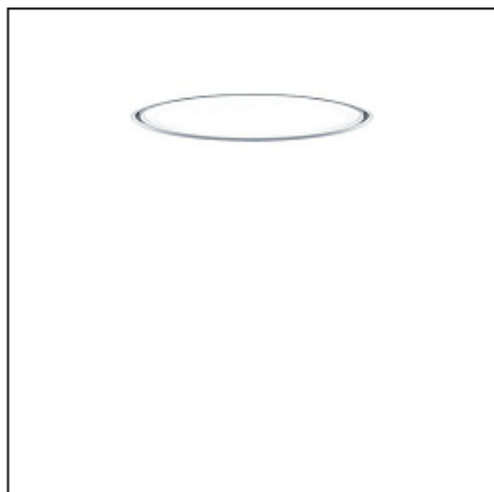
ZUMTOBEL

ONDA2 E LRO D590 LED3400-830-60 LDE WH

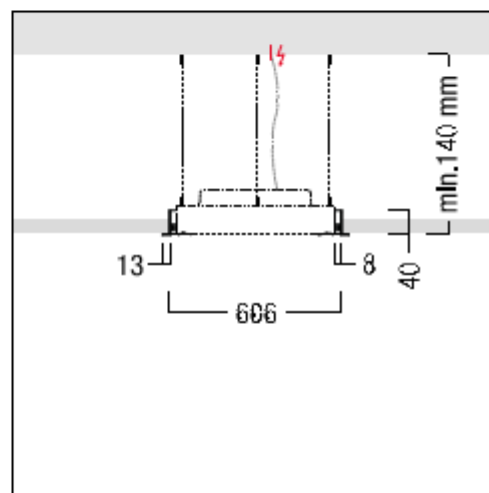
42185165

Luminaire rond

Luminaire rond à LED décoratif à lumière diffuse avec cache LRO pour le montage encastré. Puissance totale : 32,6 W, Luminaire pilotable via DALI avec convertisseur à LED ; durée de vie des LED de 50000 h jusqu'à une diminution du flux lumineux à 70 % de la valeur initiale. Tolérance de la couleur (MacAdam initial): 4. Flux lumineux du luminaire: 3200 lm, Efficacité lumineuse du luminaire: 98 lm/W. Rendu des couleurs Ra > 80, température de couleur de 3000 K à 6000 K. Corps en aluminium, blanc laqué. Cache en Polyméthacrylate LRO optique à luminance réduite avec la surface satinée fixée sur le cadre. Convertisseur électronique à LED pour la commande via DALI fourni. Luminaire avec câble exempt d'halogène Dimensions : Ø590 x 85 mm Découpe au plafond : Ø 619 mm ; poids : 5,8 kg
Le kit d'encastrement avec cadre pour l'étanchéité et le matériau de fixation sont à commander séparément.



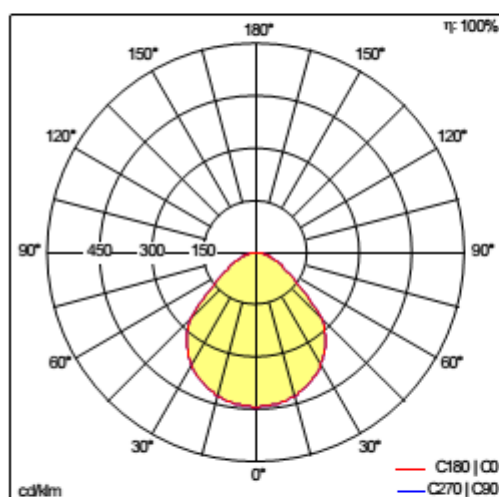
ZS_OND_F_ONDARIA_590_Einbau.jpg



ZS_OND_M_590LED_Einbau.wmf

Courbe photométrique

STD - Standard



D37139AA_u_ONDA2_E_LRO_D590_LED3400-830-60.Idt (mesure provisoire)

- Source lumineuse: LED
- Flux lumineux du luminaire*: 3200 lm
- Efficacité lumineuse du luminaire*: 98 lm/W
- Indice min. de rendu des couleurs: 80
- Convertisseur: 1 x 89602612 TW CLE G1 261mm
4x1150lm 830-860 PRE KIT
- Température de couleur*: 3000-6000 Kelvin
- Tolérance de la couleur (MacAdam initial)*: 4
- Durée de vie utile médiane*:
50000h L70 à 25°C
- Puissance du luminaire*: 32.6 W Lambda = 0.9
- Puissance de veille*: 0.3 W
- Equipement: LDE graduable jusque 10%
Via DALI, DSI et switchDIM
Niveau DC réglable (éclairage de sécurité)
- Catégorie de maintenance: D - Fermé IP2X

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. La puissance et le flux lumineux affichent d'origine une tolérance de ±10 %. Tolérance de la couleur de température : % K. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C.



Sous réserve de modifications techniques. 22.07.2017 © Zumtobel - 5 ans de garantie selon nos conditions de garantie sous www.zumtobel.com/5ansdegarantie

- Luminaires dans la circulation cuisine, préparation légume, préparation viande, préparation chaude, préparation froide, laverie et matériels propres

PERLUCE LED



PERLUCE O LED5000-830 Q620 LDE IP54 WH

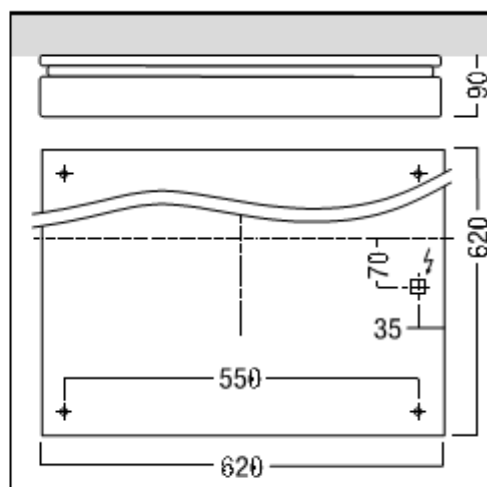
42182981

Luminaire à vasque opale

Luminaire apparent carré à LED IP54 à vasque opale. Puissance totale : 48 W, Luminaire pilotable via DALI avec convertisseur à LED. Durée de vie des LED 50000 h avec diminution du flux lumineux jusqu'à 90 % de la valeur initiale. Tolérance de la couleur (MacAdam initial): 3. Flux lumineux du luminaire: 4975 lm, Efficacité lumineuse du luminaire: 104 lm/W. Rendu des couleurs Ra > 80, température de couleur 3000 K. En dépit des contrôles de qualité rigoureux, une différence dans les couleurs perçues peut se produire avec le binning étroit défini lors de l'application en cluster. Pour obtenir malgré tout un aspect homogène, il est recommandé de prendre conseil auprès de Zumtobel pour tout montage prévu en cluster. Protection ESD intégrée des LED. Corps en tôle d'acier prélaqué profilé, blanc, cache injecté en Polyméthylméthacrylate opale. Joint périphérique haut de gamme en mousse de polyuréthane hydrophobe, passage de câble spécial pour IP54. Montage par rondelles fendues fournies. Luminaire conforme à la norme DIN EN 60598-2-22 et pouvant être monté comme luminaire de sécurité dans les installations d'éclairage de sécurité à alimentation centrale. Température ambiante : -20°C à +25°C admissible. Luminaire à filerie exempte d'halogène. Note : en cas d'utilisation dans des atmosphères à charge chimique ou en extérieur, veuillez prendre contact avec votre conseiller. Dimensions : 620 x 620 x 90 mm ; poids : 7,5 kg.



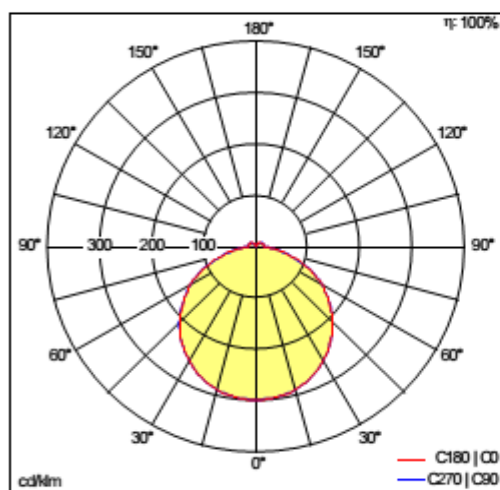
ZS_PER_F_opal-quadra_3.jpg



ZS_PER_M_Perluce-LED620.wmf

Courbe photométrique

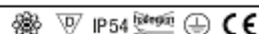
STD - Standard



D32267AA PERLUCE O LED5000-830 Q620.kst

- Source lumineuse: LED
- Flux lumineux du luminaire*: 4975 lm
- Efficacité lumineuse du luminaire*: 104 lm/W
- Indice min. de rendu des couleurs: 80
- Convertisseur: 1 x 28000657 LCA 75W 100mA-400mA one4all Ip PRE
- Température de couleur*: 3000 Kelvin
- Tolérance de la couleur (MacAdam initial)*: 3
- Durée de vie utile médiane*: 50000h L90 à 25°C
- Puissance du luminaire*: 48 W Lambda = 0.99
- Puissance de veille*: 0.15 W
- Equipement: LDE graduable jusque 1%
Via DALI, DSI et switchDIM
Niveau DC réglable (éclairage de sécurité)
- Catégorie de maintenance: E - Fermé IP5X

Toutes les valeurs marquées d'un * sont des valeurs nominales. La puissance et le flux lumineux affichent d'origine une tolérance de $\pm 10\%$. Tolérance de la couleur de température : % K. Sauf indication contraire, les valeurs sont applicables pour une température ambiante de 25 °C. Pour des raisons technologiques, le flux lumineux diminue durant la période d'utilisation. La panne de x % de LED individuelles n'a aucune influence sur le bon fonctionnement du luminaire et ne constitue donc pas un motif de réclamation.



Sous réserve de modifications techniques. 22.07.2017 © Zumtobel - 5 ans de garantie selon nos conditions de garantie sous www.zumtobel.com/Sansdegarantie

▪ Luminaires dans les escaliers

Fiche technique 74RAct WD3 LED3300 ETDD
TOC: 6860951



Type de luminaire

Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale. Luminaire doté d'un équipement Active pour la commande de la température de couleur au moyen d'un dispositif de commande séparé.

Domaines d'application

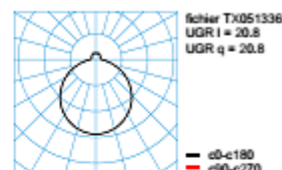
Pour les entrées, couloirs, cages d'escaliers, zones de détente, hôtels, restaurants et espaces à vivre.

Types de montage

Pour montage au mur ou au plafond.

Système optique

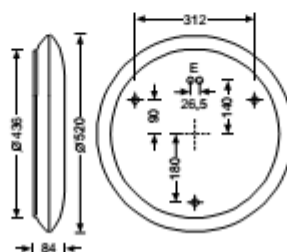
Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale.



Couleur	blanc (--01)
Poids	2,65 kg
Classe électrique	I
Réaction au feu	650 °C
Résistance aux chocs	0,2 J
Indice de protection	IP20
UTE	0,87 E + 0,13 T

Système LED

Panneaux LED équipés de LED à température de couleur blanc chaud et blanc lumière du jour. Teinte de lumière variable, blanc chaud - blanc lumière du jour, température de couleur variable, 2700 K - 6500 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t₄ 25 °C) = 50.000 h.



Corps de luminaire

Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 520 mm.

Version électrique

Avec driver, dimmable (DALI).

Texte de prescription

Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale. Luminaire doté d'un équipement Active pour la commande de la température de couleur au moyen d'un dispositif de commande séparé. Pour montage au mur ou au plafond. Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale. Panneaux LED équipés de LED à température de couleur blanc chaud et blanc lumière du jour. Teinte de lumière variable, blanc chaud - blanc lumière du jour, température de couleur variable, 2700 K - 6500 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t₄ 25 °C) = 50.000 h. Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 520 mm. Classe électrique I, indice de protection IP40, résistance aux chocs IK02/0,2 J, résistance à la chaleur 650 °C. Avec driver, dimmable (DALI).

Toutes les caractéristiques techniques ainsi que les indications de poids et de dimensions ont été méticuleusement élaborées. Informations sous réserve d'erreur. Les illustrations de produits servent à titre d'exemple et peuvent différer de l'original. © TRILUX GmbH & Co. KG 2019/07/05 APPR

Fiche technique 74R WD1 LED1000-830 ETDD
TOC: 6857751



Type de luminaire
 Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale.

Domaines d'application
 Pour les entrées, couloirs, cages d'escaliers, zones de détente, hôtels, restaurants et espaces à vivre.

Types de montage
 Pour montage au mur ou au plafond.

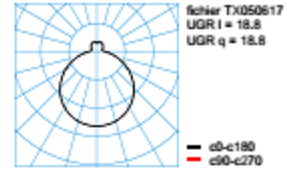
Système optique
 Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale.

Système LED
 Flux lumineux du luminaire 1300 lm, puissance raccordée 13 W, rendement lumineux du luminaire 100 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t₄ 25 °C) = 50.000 h.

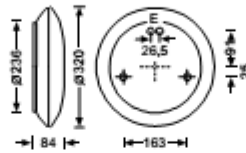
Corps de luminaire
 Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 320 mm.

Version électrique
 Avec driver, dimmable (DALI).

Texte de prescription
 Plafonnier à LED, rond Avec vasque en PMMA opale. Pour montage au mur ou au plafond. Avec vasque ronde, de forme sphérique, légèrement aplatie au niveau de la tête du luminaire, opale. Flux lumineux du luminaire 1300 lm, puissance raccordée 13 W, rendement lumineux du luminaire 100 lm/W. Teinte de lumière blanc chaud, température de couleur 3000 K, indice de rendu des couleurs Ra > 80. Durée de vie L₈₀ (t₄ 25 °C) = 50.000 h. Corps de luminaire en tôle d'acier, blanche. Diamètre de la vasque Ø 320 mm. Classe électrique I, indice de protection IP40, résistance aux chocs IK02/0,2 J, résistance à la chaleur 650 °C. Avec driver, dimmable (DALI).



Couleur	blanc (...01)
Classe électrique	I
Réaction au feu	650 °C
Résistance aux chocs	0,2 J
Indice de protection	IP40
UTE	0,84 E + 0,16 T



Toutes les caractéristiques techniques ainsi que les indications de poids et de dimensions ont été méticuleusement élaborées. Informations sous réserve d'erreur. Les illustrations de produits servent à titre d'exemple et peuvent différer de l'original. © TRILUX GmbH & Co. KG 2019/07/05 APPR