

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

**UQAR**

Université du Québec  
à Rimouski

**AUDIT ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT  
INSTITUTIONNEL : STRATÉGIES D'EFFICACITÉ  
ÉNERGÉTIQUE**

Mémoire présentée

dans le cadre du programme de maîtrise en ingénierie

en vue de l'obtention du grade de maître en sciences appliquées

(M. Sc. A.)

PAR

© YOUNES EL JAOUHARI

**Décembre 2020**



**Composition du jury :**

**Mohamed Yasser Hayyani, président du jury, Université de Québec à Rimouski  
(UQAR)**

**Adrian Ilinca, directeur de recherche, Université de Québec à Rimouski (UQAR)**

**Iheb Slim, examinateur externe, Sym-Tech Béton préfabriqué**

Dépôt initial le 4 Décembre 2020

Dépôt final le 16 Décembre 2020



UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI  
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.



## *REMERCIEMENTS*

Je tiens à remercier toutes les personnes de près ou de loin qui ont contribué pour la réalisation adéquate de ce mémoire.

Je tiens à exprimer ma haute considération à Monsieur Adrian Ilinca le professeur à l'Université de Québec à Rimouski (UQAR) et le directeur de ma recherche pour son aide, son soutien inconditionné ainsi que ses conseils effectifs tout au long de la période de la réalisation de ma mémoire.

Je tiens aussi à exprimer mes sincères appréciations à l'ingénieur Monsieur Walid Benabdallaoui pour son aide et son support précieux.

Mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.



## *RESUME*

Ce mémoire présente une analyse énergétique de l'École Nationale Supérieure des Mines (IMT) en France qui se compose d'un rez-de-chaussée et d'un premier étage. Le bâtiment est simulé à l'aide du logiciel de simulation RETScreen Expert en se basant sur une analyse interne de l'infrastructure et des différents éléments influençant les dépenses énergétiques. On présente une analyse des données fondamentales du bâtiment pour trouver des solutions à la consommation excessive actuelle et évaluer les éventuelles mesures d'efficacité énergétique. Ce mémoire vise à compléter un bilan énergétique détaillé d'un bâtiment institutionnel et élaborer des propositions d'amélioration de son efficacité énergétique.

Mots clés : Efficacité énergétique, RETScreen Expert, Bâtiment, École Nationale Supérieure Des Mines, IMT, Rentabilité Énergétique, Mesure D'efficacité Énergétique.



## *ABSTRACT*

This thesis presents an energy analysis of the École Nationale Supérieure des Mines (ITM) in France, which consists of a first floor and a second floor. The building is simulated using the simulation software RETScreen Expert based on an internal analysis of the infrastructure and the different elements influencing energy expenditure. An analysis of the building fundamentals is presented to find solutions to the current excessive consumption and to evaluate possible energy efficiency measures. The purpose of this brief is to complete a detailed energy balance of an institutional building and develop proposals for improving its energy efficiency.

Keywords: Energy Efficiency, RetScreen Expert, Building, National Higher School of Mining, IMT, Energy Efficiency. Energy Efficiency Measurement.



# Table Des Matières

REMERCIEMENTS.....	VII
RESUME .....	IX
ABSTRACT .....	XI
<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>XIII</b>
LISTE DES TABLEAUX .....	XVII
LISTE DES FIGURES.....	XIX
LISTE DES ABREVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES .....	XXIII
DEFINITION DES NOTIONS UTILISEES DANS LE MEMOIRE .....	XXV
<b>CHAPITRE 1 INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMATIQUE .....	2
1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE.....	3
1.3 METHODOLOGIE .....	4
1.4 STRUCTURE DU RAPPORT.....	5
<b>CHAPITRE 2 L’EFFICACITE ÉNERGETIQUE DANS LE CONTEXTE</b> <b>ENERGETIQUE MONDIAL.....</b>	<b>7</b>
2.1 APERÇU SUR LA SITUATION ENERGETIQUE MONDIALE ET PROJECTIONS FUTURES .....	7
2.1.1 LA CONSOMMATION D’ENERGIE ACTUELLE.....	7
2.1.2 PROJECTION FUTURE DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE .....	8
2.2 CONCEPT D’EFFICACITE ENERGETIQUE .....	10
2.2.1 DEFINITION.....	10
2.2.2 BENEFICES DE L’EFFICACITE ENERGETIQUE.....	10
2.3 OUTILS DE LA SIMULATION ENERGETIQUE.....	12
2.4 CONCLUSION .....	13
<b>CHAPITRE 3.....</b>	<b>15</b>

<b>SOURCES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 ÉCLAIRAGE .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.1 PRINCIPE .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2 SOURCES D'ECLAIRAGE .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.1 LES LAMPES A INCANDESCENCE.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.2 LES LAMPES FLUORESCENTES .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.2.3 LES LAMPES A HALOGENURE METALLIQUES .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2.4 LES LAMPES A VAPEUR DE SODIUM A BASSE PRESSION .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2.5 LAMPES A VAPEUR DE SODIUM A HAUTE PRESSION .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 LE CHAUFFAGE, LA CLIMATISATION ET LA VENTILATION MECANIQUE.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 TYPES D'INSTALLATION DE CHAUFFAGE, CLIMATISATION ET VENTILATION</b>	
<b>MECANIQUE.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1 SYSTEMES CENTRALISES .....</b>	<b>20</b>
<b>Les systèmes centralisés en tout-air .....</b>	<b>20</b>
<b>Les systèmes centralisés à eau / air-eau .....</b>	<b>23</b>
<b>Ventilation mécanique contrôlée (VMC).....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 CONCLUSION.....</b>	<b>27</b>
<b>CHAPITRE 4 : LES MESURES D'ÉFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 MESURE D'EFFICACITE ENERGETIQUE DE L'ECLAIRAGE : GESTION</b>	
<b>D'ECLAIRAGE .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.1 SYSTEMES MANUELS DE GESTION DE L'ECLAIRAGE .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.2 SYSTEMES AUTOMATIQUES DE GESTION DE LA LUMIERE.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.2.1 DETECTEURS DE PRESENCE.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.2.2 CELLULES PHOTOSENSIBLES.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2.3 MULTI-CAPTEURS.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2.4 GESTION CENTRALISEE DE L'ECLAIRAGE .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.3 APPROCHES D'UNE BONNE GESTION DE L'ECLAIRAGE.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.3.1 ECLAIRAGE NATUREL .....</b>	<b>34</b>

4.1.3.2 CHANGEMENT DU VITRAGE .....	35
4.1.3.3 CHANGEMENT DES LAMPES .....	35
4.1.3.4 FIXER DES ETAGERES A LUMIERE.....	36
4.1.3.5 CONDUITE DE LUMIERE .....	36
4.1.3.6 PUIITS DES LUMIERES.....	37
4.1.3.7 LES STORES REFLECHISSANTS .....	38
4.2 MESURES D’EFFICACITE ENERGETIQUE POUR L’ENVELOPPE DU BATIMENT ..	39
4.2.1 ISOLATION DES TOITS .....	41
4.2.1.1 ISOLATION DES TOITS INCLINES.....	41
4.2.1.2 ISOLATION DES TOITS PLATS.....	44
4.2.2 ISOLATION DES MURS .....	47
4.2.2.1 ISOLATION FAITE PAR L’INTERIEUR .....	47
4.2.2.2 ISOLATION DES MURS FAITE PAR L’EXTERIEUR .....	48
Enduit isolant.....	48
4.2.3 ISOLATION DES FENETRES ET DES OUVERTURES .....	51
4.2.3.1 AJOUT DE PRESERVATION ENVERS LES RADIATIONS SOLAIRES .....	51
4.2.3.2 CHANGEMENT DES VITRAGES .....	52
4.2.3.3 FILMS PROTECTEURS .....	53
CHAPITRE 5.....	55
ÉTUDE DE CAS ET RESULTATS.....	55
5.1 LOGICIEL DE SIMULATION RETSCREEN.....	55
5.2 DESCRIPTION DE L’ETUDE DE CAS .....	56
5.2.1 APERÇU DE L’INFRASTRUCTURE ÉTUDIÉE.....	56
5.2.2 PLANS DE L’INFRASTRUCTURE.....	57
5.3 SIMULATION DES DONNEES, SOLUTIONS SUGGEREES ET RESULTATS OBTENUS .....	60
5.3.1 RENSEIGNEMENTS SUR L’INSTALLATION .....	61

<b>5.3.2 MODELE ENERGETIQUE DU BATIMENT ET LES COUTS GLOBAUX RELATIFS AUX MESURES D’EFFICACITE ENERGETIQUE.....</b>	<b>62</b>
<b>5.4 ANALYSE DES RESULTATS.....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>79</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>85</b>
<b>ANNEXE 1 : DOCUMENTS RELATIFS A LA STRUCTURE (PLANS D’INFRASTRUCTURE, SURFACES DES ZONES) .....</b>	<b>85</b>
<b>ANNEXE 2 : FICHES TECHNIQUES DES ÉQUIPEMENTS ET DES INSTALLATIONS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANNEXE 3 : FIGURES DE LA SIMULATION DES DONNEES DU BATIMENT ETUDIEE .....</b>	<b>127</b>

## *LISTE DES TABLEAUX*

<b>Tableau 1 :</b> L'efficacité énergétique des différents types de lampes [32] .....	35
<b>Tableau 2 :</b> Pourcentage d'économie d'énergie suite à chaque mesure [32] .....	36
<b>Tableau 3 :</b> Conductivité thermique de différents types de matériau [32] .....	40
<b>Tableau 4 :</b> Valeur U pour chaque type de vitrage [32] .....	52
<b>Tableau 5:</b> Caractéristiques fondamentaux des luminaires de chaque type de local.....	58
<b>Tableau 6:</b> Caractéristiques fondamentales des équipements bureautiques .....	58
<b>Tableau 7:</b> Caractéristiques fondamentales des équipements de cuisine .....	58
<b>Tableau 8:</b> Caractéristiques fondamentales des appareils de ventilation .....	59
<b>Tableau 9:</b> Caractéristiques fondamentales des auxiliaires des chaufferies.....	59
<b>Tableau 10:</b> Caractéristiques fondamentales des appareils de l'eau chaude sanitaire.....	59
<b>Tableau 11:</b> Caractéristiques fondamentales des murs.....	60
<b>Tableau 12:</b> Caractéristiques fondamentales des fenêtres et des portes .....	60
<b>Tableau 13:</b> Valeurs du rendement saisonnier du système de production de chaleur en fonction du type de production de chaleur [51] .....	64
<b>Tableau 14:</b> Valeurs du rendement saisonnier typique du système de production de froid en fonction du type du système de production du froid [51].....	65
<b>Tableau 15:</b> Prix relatifs à chaque composante des nouveaux murs .....	67

<b>Tableau 16:</b> Taux moyens de renouvellement d'air en fonction de l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment.....	68
<b>Tableau 17:</b> Prix relatifs aux lampes du cas proposé.....	70

## *LISTE DES FIGURES*

<b>Figure 1 :</b> Consommation mondiale d'énergie, 1965-2018 [19].....	8
<b>Figure 2 :</b> Projection de la consommation d'énergie d'ici 2040 [20].....	9
<b>Figure 3:</b> L'influence de l'utilisation et de l'efficacité énergétique entre 1990 et 2016 [22] .....	11
<b>Figure 4:</b> Paramètres intervenants dans l'étude d'efficacité énergétique [11].....	13
<b>Figure 5:</b> Lampe à incandescence [26] .....	16
<b>Figure 6:</b> Exemples de lampes fluorescentes compactes[26] .....	17
<b>Figure 7 :</b> Lampe à iodure métallique [26] .....	18
<b>Figure 8 :</b> Lampes à vapeur de sodium à basse pression [26] .....	18
<b>Figure 9:</b> Lampes à vapeur de sodium haute pression [26] .....	19
<b>Figure 10 :</b> Fonctionnement interne des systèmes à débit constant à un seul conduit [37].	21
<b>Figure 11 :</b> Fonctionnement interne du système à débit constant à deux conduits [37].....	21
<b>Figure 12:</b> Fonctionnement interne des unités de toiture [37].....	22
<b>Figure 13 :</b> Les installations pleinement air à débit variable [37] .....	22
<b>Figure 14 :</b> Ventilo-convecteur [37] .....	23
<b>Figure 15 :</b> Vue de l'éjecto-convecteur en climatisation .....	24
<b>Figure 16 :</b> Fonctionnement interne des poutres froides [37].....	24
<b>Figure 17 :</b> Plafonds froids [39].....	25
<b>Figure 18 :</b> Types d'extracteurs [38] .....	26

<b>Figure 19:</b> Potentiomètre [28] .....	30
<b>Figure 20:</b> Bouton lumineux .....	30
<b>Figure 21 :</b> Contrôleur de gradateur de lumière à télécommande sans fils .....	31
<b>Figure 22:</b> Détecteur de présence[30] .....	31
<b>Figure 23 :</b> Fonctionnement des cellules photosensibles [32] .....	32
<b>Figure 24 :</b> Multi-capteurs [33] .....	33
<b>Figure 25 :</b> Fonctionnement interne d'une gestion centralisée de l'éclairage [32] .....	34
<b>Figure 26 :</b> Étagères à lumières [35] .....	36
<b>Figure 27 :</b> Conduite de lumière [35] .....	37
<b>Figure 28:</b> Puits des lumières [35] .....	38
<b>Figure 29:</b> Fonctionnement des stores réfléchissants [35] [36] .....	39
<b>Figure 30:</b> Résistance thermique des éléments en série [42] .....	40
<b>Figure 31:</b> Résistance thermique des éléments en parallèles [42] .....	41
<b>Figure 32:</b> Texture interne d'une isolation entre chevrons [32] .....	42
<b>Figure 33:</b> Texture interne d'une isolation sous chevrons [32] .....	42
<b>Figure 34:</b> Texture interne d'une isolation sous et entre chevrons [32] .....	43
<b>Figure 35:</b> Isolation d'un toit de l'extérieur [32] .....	43
<b>Figure 36:</b> Isolation des combles sur plancher léger et sur plancher lourd [32] .....	44
<b>Figure 37:</b> Isolations des toits plats [32] .....	44
<b>Figure 38:</b> Texture des toitures chaudes [32] .....	45

<b>Figure 39:</b> Texture des toitures combinées [32] .....	46
<b>Figure 40:</b> Isolations des toits plats par l'intérieur [32].....	46
<b>Figure 41 :</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'intérieur à plâtres [32] .....	47
<b>Figure 42:</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'intérieur aux contrecloisons [32]..	48
<b>Figure 43:</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur aux enduits isolants [32]	48
<b>Figure 44:</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur sous enduits hydraulique ou sous enduit mince [32].....	49
<b>Figure 45 :</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur avec un système de support [32].....	49
<b>Figure 46:</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur par isolants préfabriqués [32].....	50
<b>Figure 47 :</b> Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur par un mur de pavement [32].....	50
<b>Figure 48:</b> Exemples d'ombrages externes [32] .....	52
<b>Figure 49:</b> Fonctionnement d'un film protecteur [32].....	53
<b>Figure 50:</b> Vue principale de l'infrastructure de l'étude de cas [49].....	57
<b>Figure 53:</b> Renseignements supplémentaires sur l'installation .....	61
<b>Figure 54:</b> Section combustibles et électricité .....	62
<b>Figure 55:</b> Renseignements sur l'occupation du bâtiment.....	63
<b>Figure 56:</b> Données du système de production de chaleur .....	64
<b>Figure 57:</b> Données du système de production de froid .....	65

<b>Figure 58:</b> Optimisation des murs, des fenêtres et des portes .....	67
<b>Figure 59:</b> Description des nouveaux murs.....	68
<b>Figure 60:</b> Simulation d'infiltration naturelle d'air.....	69
<b>Figure 61:</b> Éclairage des salles des bureaux.....	70
<b>Figure 62:</b> Simulation des équipements de ventilation .....	71
<b>Figure 63:</b> Fonctionnement d'un système moteur-ventilateur.....	71
<b>Figure 64:</b> Simulation des ventilateurs.....	72
<b>Figure 66:</b> Économies en électricité, retour simple, couts économisés du système d'éclairage .....	73
<b>Figure 67:</b> Résultats des économies dues aux ventilateurs .....	73
<b>Figure 68:</b> Résultats d'économie enregistrée par l'enveloppe du bâtiment .....	74
<b>Figure 69:</b> Résultats des économies dues aux équipements électriques .....	74
<b>Figure 70:</b> Résultats des économies dues aux pompes de chauffage et de climatisation....	75

***LISTE DES ABREVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES***

<b>W</b>	Watt
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>EIA</b>	Agence d'information sur l'énergie
<b>RETScreen</b>	Renewable energy and energy efficiency Technology screening
<b>CVCA</b>	Chauffages, Ventilation, et Conditionnement d'Air
<b>RE</b>	RETScreen Expert
<b>IMA</b>	École Supérieure Nationale des Mines d'Alès
<b>VMC</b>	Ventilateur mécanique contrôlée
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>Ca/h</b>	Changement par heure



## ***DEFINITION DES NOTIONS UTILISEES DANS LE MEMOIRE***

**La puissance électrique** qui s'exprime en Watts (W) se voit comme l'un des critères les plus connus pour réaliser un choix optimal des lampes changées. Elle désigne la quantité d'énergie par unité de temps fournie par une source à un récepteur [1].

**Le flux lumineux** s'exprime en lumens (lm) et désigne la capacité lumineuse ou le pouvoir d'éclaircissement de la lampe [2].

**Le rendement lumineux**, est une mesure de la luminosité basée sur un modèle standardisé de sensibilité de l'œil humain [3].

**La durée de vie d'une lampe** désigne la durée que la lampe peut être fonctionnelle et s'exprime généralement en heures. Elle est directement liée aux couts du projet. Un choix optimal d'une lampe avec une durée de vie élevé va éviter les changements fréquents des lampes [4].

**Les pompes de circulation** se retrouvent dans les auxiliaires de chauffage et de climatisation et permettent la circulation d'un fluide [5].

**Les pompes de recyclage** permettent d'obtenir un débit minimal [6].

**Le facteur de charge** d'une centrale électrique ou d'une éolienne correspond au rapport entre l'énergie effectivement produite durant un laps de temps donné et l'énergie qu'elle aurait pu générer à sa puissance nominale pendant la même période [7].



# CHAPITRE 1

## INTRODUCTION GENERALE

L'amélioration des conditions de vie de la population est rendue possible par une augmentation de l'utilisation de l'énergie [8]. Cette utilisation a mené à la diminution des ressources énergétiques non-renouvelables et à des émissions massives des gaz à effet de serre (GES). Ces émissions conduisent au réchauffement climatique qui affecte de manière dramatique l'avenir de la planète et oblige la population de faire des choix différents par rapport aux réserves d'énergie mondiale [9]. En raison de l'augmentation de la consommation d'énergie, l'état des réserves d'énergie semblent se dégrader. Ces circonstances semblent préoccupantes pour la situation énergétique des générations futures [13]. Des mesures sont nécessaires afin de globaliser notre compréhension de la valeur de l'énergie et comment l'utiliser au mieux [13].

Auparavant, la plupart des bâtiments donnaient moins d'importance à la consommation des différents composants énergétiques (éclairage, chauffage, climatisation, etc.) étant donné des ressources énergétiques qui étaient suffisamment abondantes et peu coûteuses et d'une population moins nombreuse [13].

Récemment, le prix élevé de l'énergie, le besoin croissant, les défis des changements climatiques et la population mondiale croissante, nous obligent à porter une attention particulière à l'efficacité énergétique [13].

D'importants efforts sont faits partout dans le monde pour utiliser les énergies intelligemment et de remplacer les sources énergétiques polluantes par des énergies renouvelables, à faibles émissions de GES. L'amélioration de l'efficacité énergétique permet de maintenir la qualité de vie à l'aide de nouvelles solutions technologiques et des stratégies d'utilisation efficaces de l'énergie [10].

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce mémoire de recherche qui vise à analyser les sources d'économie d'énergie pour réaliser une réduction de la consommation d'énergie et pour réduire l'impact des émissions de gaz à effet de serre (GES).

### ***1.1 PROBLEMATIQUE***

Planifier pour un monde plus viable avec un minimum d'utilisation des énergies fossiles, est une préoccupation de l'humanité visant de conserver l'énergie [8]. Depuis longtemps, les investisseurs considèrent le coût de la consommation d'énergie comme fixe compte tenu de l'absence de stratégies visant de consommer efficacement l'énergie.

Aujourd'hui, l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments est devenue un moyen de réduire les dépenses et de protéger nos réserves énergétiques [12]. Des plans de rénovation visent à intégrer l'efficacité énergétique en réduisant la consommation de combustibles fossiles et d'énergie électrique afin de rendre l'infrastructure plus avantageuse à opérer [22].

L'augmentation de l'utilisation d'énergie a incité à l'optimisation de la consommation énergétique en mettant en place une discipline écologique. Ceci a mené à signer la convention des Nations Unies par 150 pays sur le changement climatique impliquant de réaliser des réductions sur la consommation d'énergie et sur la quantité des émissions de gaz à effet de serre [13].

Des stratégies se sont établies pour faire une analyse détaillée des différentes sources d'économie d'énergie afin d'étudier chaque composante pour une amélioration du bâtiment étudié. L'exécution des mesures d'efficacité énergétique au niveau des composantes énergétiques des infrastructures a une influence significative sur la facturation de la consommation énergétique et peut se faire par plusieurs approches suivant le type de la composante. On peut procéder à un changement des équipements ou des appareils du bâtiment par d'autres plus rentables et moins énergivores, l'amélioration de la qualité

thermique du bâtiment, installation des équipements automatisés pour minimiser les pertes d'énergie, une intégration des énergies renouvelables tel que les panneaux photovoltaïques, etc. Toutes ces démarches sont faites dans le but d'obtenir un système éco énergétique avec un retour optimal sur l'investissement.

De façon plus spécifique, nous nous concentrerons sur les solutions permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un bâtiment institutionnel, une université. Tous les composants énergétiques seront analysés, y compris l'éclairage, le système CVCA, l'isolation des bâtiments, le fonctionnement des appareils et équipements électriques, etc., dans le but d'identifier des solutions permettant la réduction de la consommation énergétique. Pour cela, on va présenter les différentes approches qui peuvent être appliquées pour chaque composante entraînant une amélioration du fonctionnement du système. Le travail va être simulé sur RETScreen Expert et permettra d'augmenter la performance énergétique du bâtiment.

## ***1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE***

L'objectif de ce mémoire est de mener une analyse détaillée des sources d'économie d'énergie dans une institution d'enseignement et de suggérer des solutions optimales face aux dépenses énergétiques dans le but de réduire la consommation et assurer un retour optimal sur l'investissement [8] [13].

Notre étude est appliquée à l'École Nationale Supérieure Des Mines d'Alès (IMT), située en France et fondée en 1843, qui se compose d'un rez-de-chaussée et d'un 1<sup>er</sup> étage. Simulé par le logiciel RETScreen Expert, on va identifier les opportunités pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment en entier [14][15] pour enfin générer un modèle amélioré de consommation pour que l'infrastructure soit en même temps rentable et moins énergivore [16].

### ***1.3 METHODOLOGIE***

Pour atteindre l'objectif, nous allons compléter un audit énergétique du bâtiment, accompagné par une modélisation détaillée sur le logiciel RETScreen Expert. Ce modèle sera ensuite soumis à une analyse composant par composant afin de trouver des solutions pratiques aux problèmes de consommation énergétique élevée. La méthodologie de la recherche passe par 4 phases :

#### **1<sup>ère</sup> Phase : Sélection de l'infrastructure**

Dans la ville d'Ales en France, nous retrouvons l'une des plus anciennes écoles d'ingénierie. L'École Nationale Supérieure des Mines (IMT) qui a gradué durant des centaines d'années des ingénieurs de différentes nationalités de type R+1. Pour faire un audit énergétique, il faut avoir en main la base de données de l'utilisation d'énergie de l'infrastructure.

#### **2<sup>ème</sup> Phase : Collection et analyse des bases de données**

En raison de la période du confinement, il était difficile de faire des visites à un bâtiment. Les données nous ont été communiquées par l'ingénieur du projet Mr ABDELLAOUI qui a rassemblé toutes les données relatives à l'infrastructure à l'avance. L'éclairage, le chauffage, la climatisation et le conditionnement d'air (CVCA) enregistrent des coûts élevés dans les factures et leur amélioration vise à diminuer la consommation énergétique et les factures associées.

#### **3<sup>ème</sup> Phase : Simulation et validation d'un modèle**

Après avoir analysé les données du bâtiment, on simule des scénarios sur RETScreen Expert en lien avec chaque élément de consommation. Nous travaillons en parallèle sur le modèle du cas de référence (avant les modifications proposées) et le nouveau modèle, amélioré, qui inclut les améliorations possibles pour chacune des composantes. Toute cette

démarche de modélisation et simulation vise à identifier un modèle optimal qui permettra de réduire les coûts relatifs à la consommation d'énergie [18].

#### **4<sup>ème</sup> Phase : Suggestion de solutions envisageables**

A partir du modèle optimal, on définit les éléments les plus remarquables des différentes composantes de la consommation énergétique : équipement d'éclairage, équipement de ventilation, enveloppe de l'infrastructure, etc. Ceci nous permet de proposer des solutions adéquates servant à minimiser le coût énergétique de l'infrastructure afin de rentabiliser les investissements requis par les améliorations. Les solutions choisies pour réduire la consommation énergétique seront interprétées pour calculer la quantité d'énergie réduite et pour déterminer les investissements requis et la période de retour sur investissement.

### ***1.4 STRUCTURE DU RAPPORT***

Ce travail de recherche se compose de 6 chapitres :

- Le premier chapitre donne une description fondamentale du projet. On débute par une introduction qui fait une mise en contexte du projet. On présente ensuite la problématique et l'objectif de l'étude ainsi que la méthodologie.
- Dans le deuxième chapitre, on présente l'état de la consommation d'énergie mondiale actuelle ainsi que les statistiques et projections sur l'état de la consommation d'énergie future. Ensuite, on définit l'efficacité énergétique comme solution et on va expliquer son importance fondamentale et les avantages que peut offrir sur l'environnement, la santé et l'économie. Enfin, on discutera sur le rôle des outils informatiques dans la simulation.
- On présente au troisième chapitre les différents composants énergétiques d'une infrastructure et leurs équipements pour savoir leurs caractéristiques fondamentales

et les démarches à compléter afin d'améliorer leur rendement énergétique.

- Dans le quatrième chapitre, on identifie les différentes mesures d'efficacité énergétique qu'on pourra appliquer au bâtiment pour réduire les dépenses d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES).
- Dans le cinquième chapitre, on présente l'ensemble de nos propositions d'amélioration de l'efficacité énergétique et leur modélisation sur le logiciel RetScreen Expert. Les différents scénarios sont simulés. Ils incluent les différentes solutions pour améliorer la performance énergétique de chaque composante du bâtiment et leurs performances. Les coûts liés à l'implantation de chacune des solutions permettent de compléter une analyse financière et des risques.
- Dans le sixième chapitre, on présente la conclusion générale qui donnera la synthèse globale de l'audit énergétique et des solutions proposées pour l'amélioration de l'efficacité énergétique de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines.

## **CHAPITRE 2**

### **L'EFFICACITE ÉNERGETIQUE DANS LE CONTEXTE ÉNERGETIQUE MONDIAL**

#### ***2.1 APERÇU SUR LA SITUATION ÉNERGETIQUE MONDIALE ET PROJECTIONS FUTURES***

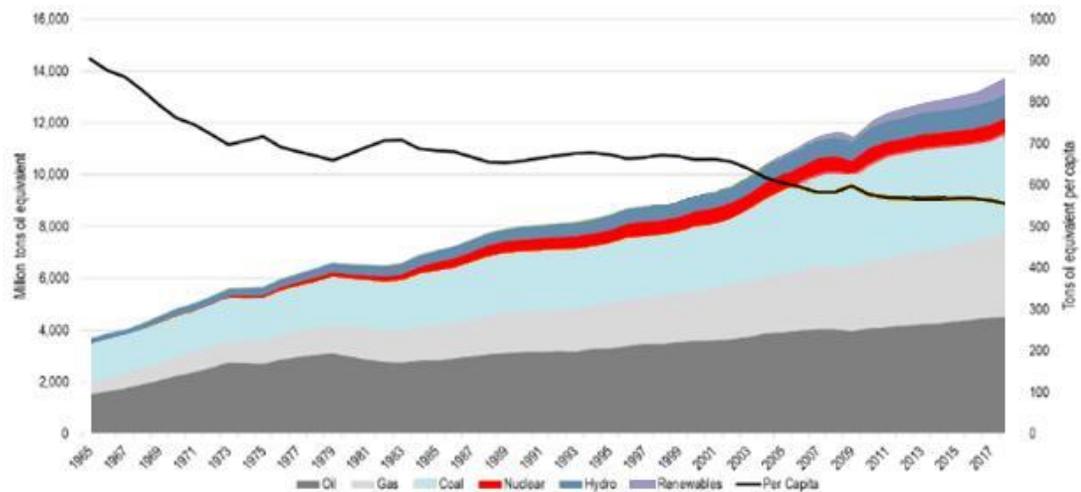
##### ***2.1.1 LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTUELLE***

L'évolution de l'humanité a été accompagnée par une augmentation importante de l'utilisation des ressources énergétiques. Les réserves énergétiques et les technologies de conversion et d'utilisation de l'énergie sont stratégiques pour chaque pays et assurent leur développement. Plusieurs fois dans l'histoire récente, ces ressources ont fait, et font encore, l'objet de manœuvres géopolitiques et de conflits internationaux. La consommation accrue d'énergie a aussi comme effet le réchauffement climatique, résultat des émissions des gaz à effet de serre, principalement à cause de l'utilisation des combustibles fossiles. La réduction des coûts de l'énergie et l'amélioration de l'efficacité énergétique sont déterminants pour le développement économique, par l'amélioration de la compétitivité des organisations et de leurs produits et services [13].

Durant les 50 dernières années la consommation mondiale d'énergie a connu une croissance importante. En 1965, la consommation d'énergie mondiale a atteint 3,800 millions de tep (tonnes équivalent pétrole) tandis qu'en 2004 elle a franchi la barre des 10,000 millions tep. En 2018, elle a atteint 12,800 millions tep. Par résident, la tranche de consommation a abaissé au début des années 70 lorsque le prix du pétrole a augmenté rapidement, ce qui a conduit à des solutions afin d'économiser la consommation de carburants [19]. Depuis l'an 2000, la consommation par résident a baissée vu l'application systématique des outils d'efficacité énergétique [19].

Cette évolution est inquiétante et nous oblige à faire des projections sur l'évolution de la de la demande d'énergie dans les années futures.

## Consommation mondiale d'énergie, 1965-2018



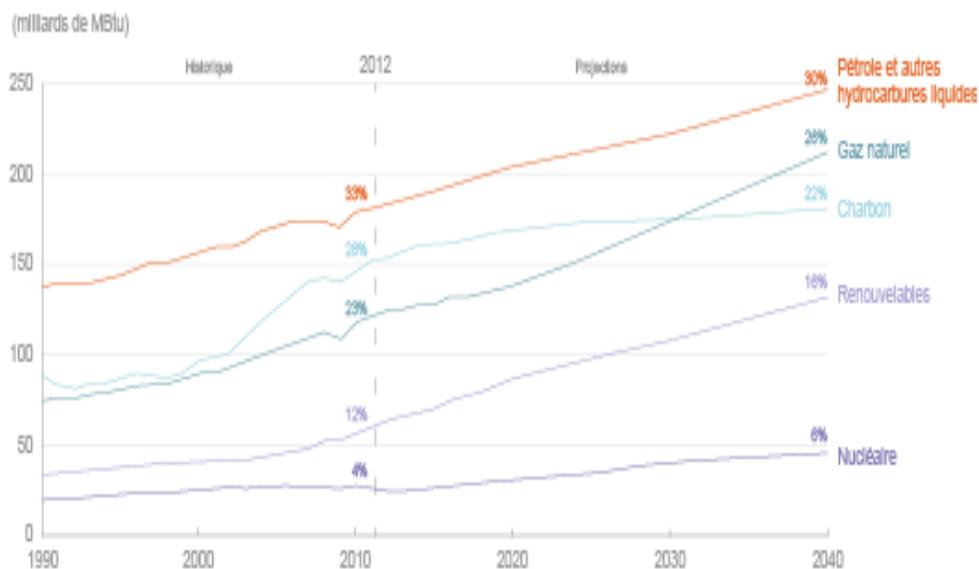
**Figure 1** : Consommation mondiale d'énergie, 1965-2018 [19]

### 2.1.2 PROJECTION FUTURE DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

Les analyses des spécialistes prennent en considération des nombreux paramètres et prédisent une croissance continue de la consommation d'énergie d'ici vingt ans [9]. D'après l'EIA (US Energy Information Administration), le taux de demande d'énergie en lien avec la consommation, augmente année après année. Des chiffres prédisent que d'ici 2040, une croissance de la consommation d'énergie s'enregistrera et pourra atteindre un pourcentage critique de 48% (voir Figure 2). Ces prévisions constituent une menace future pour l'économie des pays et leurs réserves énergétiques [9].

Selon ces analyses, l'impact le plus élevé sera prévu pour les pays asiatiques et qui vont représenter 50% de la consommation mondiale. La consommation en Afrique va

doubler d'ici 2040. La demande énergétique des États-Unis est 204 fois plus importante que celle de l'Afrique [9].



**Figure 2** : Projection de la consommation d'énergie d'ici 2040 [20]

Face à cette situation critique, nous devons envisager des méthodes basées sur une utilisation intelligente de l'énergie. Ces méthodes doivent être rentables pour être adoptées et doivent permettre, d'une part, une utilisation d'énergie efficace et minimale et, d'autre part, ne pas affecter le confort offert aux occupants des bâtiments. C'est ici qu'intervient l'efficacité énergétique qui présente de multiples avantages dans nombreux domaines.

## *2.2 CONCEPT D'EFFICACITE ENERGETIQUE*

### *2.2.1 DEFINITION*

L'efficacité énergétique c'est d'exploiter judicieusement l'énergie sans que cela influence le confort des utilisateurs, la fonctionnalité des installations industrielles, commerciales et institutionnelles. L'amélioration de l'efficacité énergétique est le résultat d'une étude des différentes postes de consommation énergétique dans l'ensemble des bâtiments incluant les installations, les équipements et les appareils. Ces études mettent en évidence les solutions possibles pour réduire la consommation d'énergie, les coûts associés à leur implantation et les effets sur les opérations futures. L'implantation de ces solutions permet, dans plusieurs cas, de diminuer les coûts d'opération, améliorer la compétitivité et diminuer les émissions de GES. Nous visons d'optimiser l'utilisation des ressources tout en maintenant la fonctionnalité requise [21], [22].

### *2.2.2 BENEFICES DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE*

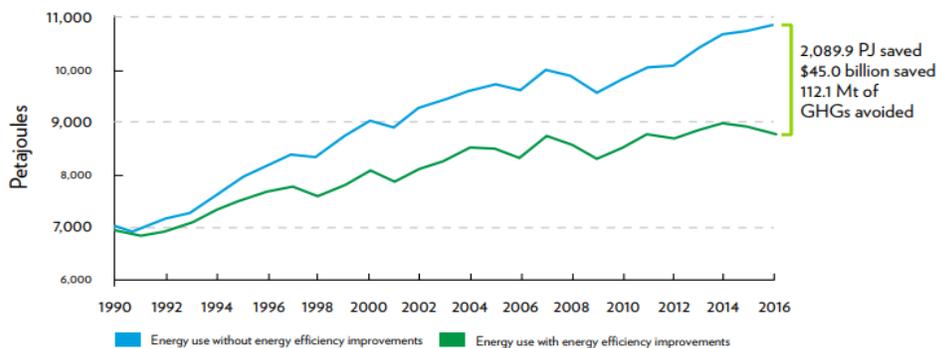
L'efficacité énergétique a plusieurs avantages sur différents domaines dans la vie humaine tel qu'expliqué dans les prochaines sections.

#### **Protège les réserves d'énergie**

En raison de leur utilisation massive dans la vie quotidienne des gens, les réserves d'énergie diminuent progressivement. La consommation d'énergie non efficace affecte de plus en plus les réserves d'énergie. Face à cette augmentation, l'efficacité énergétique est le meilleur choix pour que les gens vivent mieux, préservent leurs ressources et dépensent moins. Une étude a été menée sur la consommation d'énergie de 1990 à 2016 et les résultats ont montré l'impact des mesures d'efficacité énergétique sur le nombre de la consommation d'énergie enregistrée. D'importantes économies d'énergie ont été enregistrées en seulement

26 ans, entraînant une réduction de 2 Pétajoules (PJ) d'énergie d'une valeur de 45 milliards de dollars [22].

**SECONDARY ENERGY USE WITH AND WITHOUT ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENTS (1990-2016)**



**Figure 3:** L'influence de l'utilisation et de l'efficacité énergétique entre 1990 et 2016 [22]

### **Soutient la compétitivité et l'investissement**

Réduire la consommation d'énergie d'une entreprise veut dire améliorer sa rentabilité. Dans le monde des affaires, les entreprises ayant une consommation énergétique moindre ont un avantage compétitif. Les entreprises qui mettent en œuvre des politiques d'efficacité énergétique ont réduit leurs dépenses énergétiques, rétablissant ainsi la confiance des investisseurs dans la création de nouvelles opportunités. Ces frais économisés peuvent être destinés à augmenter différents aspects relatifs au fonctionnement interne de l'entreprise tel que l'acquisition du matériel de production [22].

### **Préserve l'environnement**

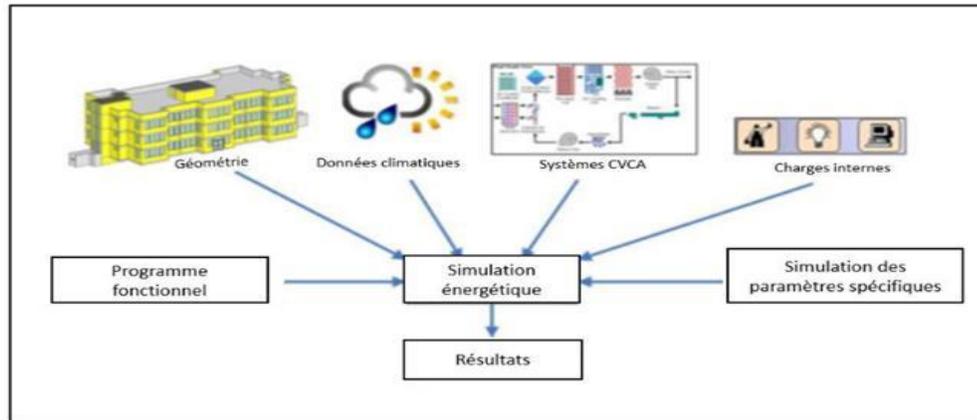
Le pétrole, le charbon et le gaz sont des combustibles fossiles qui émettent de la chaleur et des gaz à effet de serre, ils ont un impact énorme sur l'environnement de notre planète. L'efficacité énergétique permet de diminuer la consommation d'énergie et d'éviter des émissions de GES qui nuisent à notre environnement [22].

### **Réduit le besoin de nouvelles capacités de production**

La transition des pays vers des sources d'énergie qui n'émettent pas de GES fera augmenter la demande pour la création de nouvelles capacités. L'économie d'énergie diminue maintenant le besoin de construire des installations de production additionnelles à l'avenir. Cela réduira les coûts de production d'énergie à long terme et les répercussions sociales et environnementales liées à certains projets de production. L'efficacité énergétique allège aussi la charge sur l'infrastructure existante en réduisant les coûts d'entretien récurrents [22].

### ***2.3 OUTILS DE LA SIMULATION ENERGETIQUE***

La simulation énergétique est réalisée à l'aide d'outils informatiques permettant une étude détaillée des modèles et qui se basent sur plusieurs caractéristiques de l'infrastructure étudiée associées à chaque type de composante énergétique (éclairage, système CVCA, état thermique de l'environnement interne, les données climatiques de la zone où se trouve l'infrastructure, etc.). L'utilisation de ces outils permet aux ingénieurs de simuler correctement toutes les données de l'infrastructure en fonction des paramètres relatifs à chaque composante pour finalement générer de la meilleure solution possible. Le logiciel effectue des calculs pour que nous puissions adopter un modèle rentable qui répond à notre problématique [11]. Un recours précoce aux outils de simulation offre le meilleur potentiel pour adopter des solutions performantes en termes d'énergie [11].



**Figure 4:** Paramètres intervenants dans l'étude d'efficacité énergétique [11]

## 2.4 CONCLUSION

Ces dernières années, la consommation d'énergie a considérablement augmenté. Des projections montrent que l'utilisation de l'énergie est encore en croissance ce qui nécessite d'adopter des solutions pour limiter cette croissance. L'efficacité énergétique et ses avantages précieux pour l'économie, l'environnement et la santé, donne une valeur ajoutée au bâtiments et améliore sa performance énergétique pour générer d'un système plus éco énergétique. L'efficacité énergétique vise l'amélioration de la performance énergétique et sa simulation se fait par des outils logiciels spécialisés. Elle est devenue un moyen de développement environnemental et économique mondial et aussi un investissement rentable pour les gouvernements et les entreprises.

L'efficacité énergétique représente de nos jours une solution rentable et économique adopté par différents pays partout dans le monde par des programmes gouvernementaux visant de préserver les réserves d'énergie et de diminuer les émissions des gaz à effet de serre (GES).



## CHAPITRE 3

### SOURCES D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Pour réaliser une étude d'efficacité énergétique, l'ingénieur doit approfondir ses connaissances sur les composantes énergétiques et les types des équipements figurant dans une infrastructure pour trouver des opportunités d'économies.

#### *3.1 ÉCLAIRAGE*

L'éclairage est parmi les sources d'économies d'énergies qu'un ingénieur doit se baser sur pour procéder à une étude d'efficacité énergétique. Son importance dans notre étude se reconnaît clairement suite aux dépenses élevées qui paraissent dans les bilans et dans les factures [14].

##### *3.1.1 PRINCIPE*

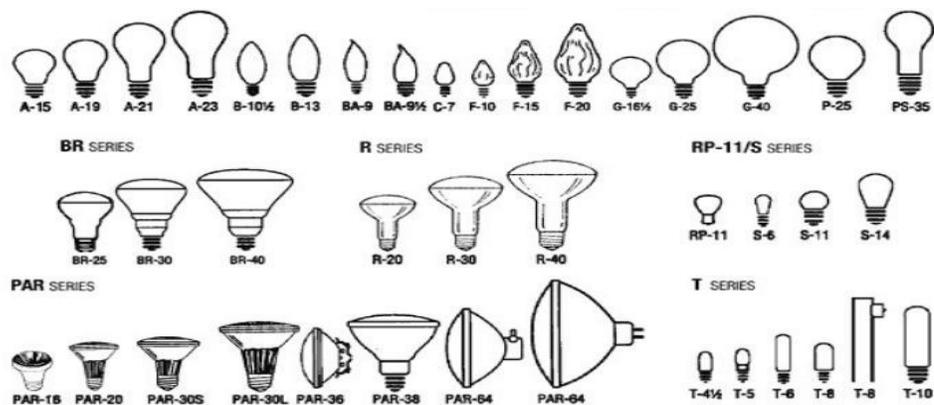
L'éclairage est indispensable au déroulement des activités courantes. Son objectif est d'assurer une ambiance adéquate afin de pouvoir mener des activités dans un environnement de qualité. L'ingénieur en efficacité énergétique vise d'assurer le meilleur rapport prix/qualité d'éclairage, de manière à optimiser la performance énergétique de la salle tout en assurant le confort des occupants [24].

### 3.1.2 SOURCES D'ECLAIRAGE

Les lampes permettent de transformer l'énergie électrique en lumière [24]. L'utilisation des sources d'éclairage classiques augmente la consommation électrique de 80% en les comparant avec l'utilisation de sources modernes, basse consommation [23].

#### 3.1.2.1 LES LAMPES A INCANDESCENCE

Ces lampes sont « classiques » vu leur ancienne utilisation et leur faible coût. Leur fonctionnement est basé sur la transformation de l'énergie électrique en chaleur et en lumière avec une rentabilité lumineuse moins performante [25] et une faible efficacité énergétique [14]. Leur puissance varie de 5 à 500W et ont une durée de vie jusqu'à 1500 heures [25].

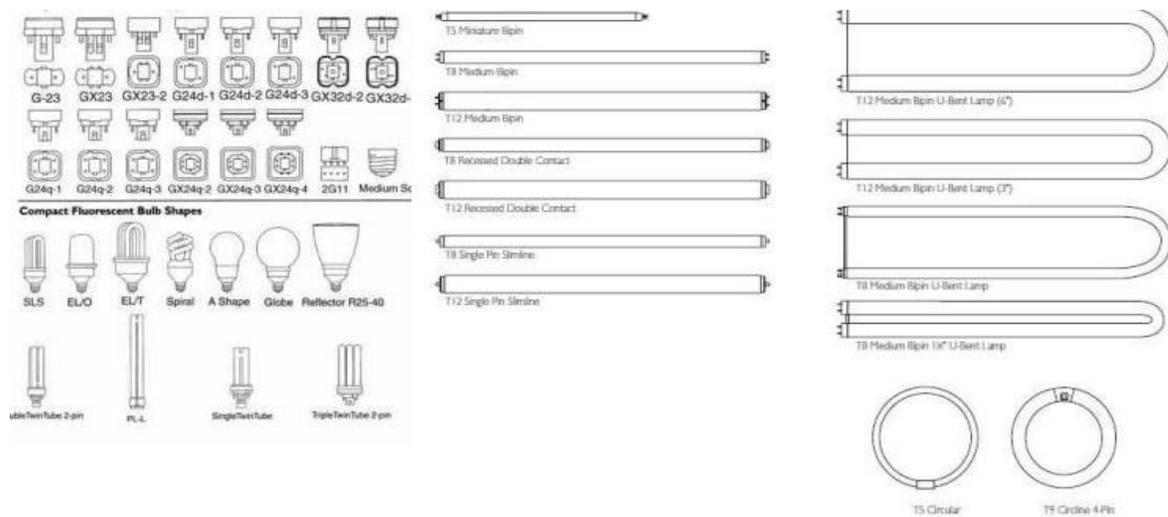


**Figure 5:** Lampe à incandescence [26]

#### 3.1.2.2 LES LAMPES FLUORESCENTES

La lampe fluorescente compacte ou à tubes sont des lampes à décharge qui ont une consommation minimale et qui ont une rentabilité énergétique élevé [14].

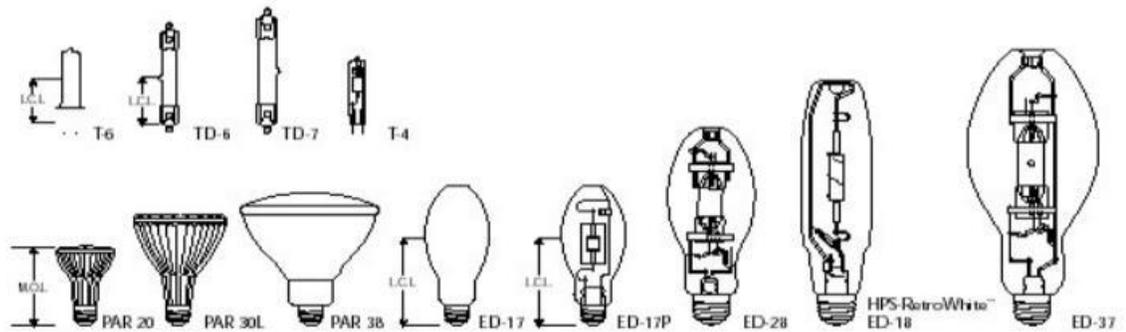
En les comparant avec les lampes à incandescence, les lampes fluorescentes sont 5 fois plus économiques et leur durée de vie est 12 fois supérieure ; leur efficacité est incomparable à celle des lampes incandescence [25]. Depuis des dizaines d'années, ces lampes ont connu un développement remarquable en termes de la qualité de lumière ; elles génèrent une atmosphère lumineuse de haute qualité.



**Figure 6:** Exemples de lampes fluorescentes compactes[26]

### 3.1.2.3 LES LAMPES A HALOGENURE METALLIQUES

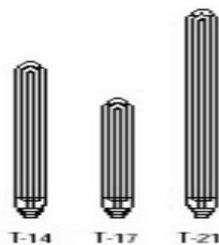
Les lampes à halogénure métalliques sont des lampes utilisées dans les scènes de cinémas et les théâtres [32]. Parmi les gains énergétiques, elles peuvent travailler à une température de 2900°C ce qui leur permet de dégager davantage de rayonnement ultraviolet [25].



**Figure 7** : Lampe à iodure métallique [26]

#### ***3.1.2.4 LES LAMPES A VAPEUR DE SODIUM A BASSE PRESSION***

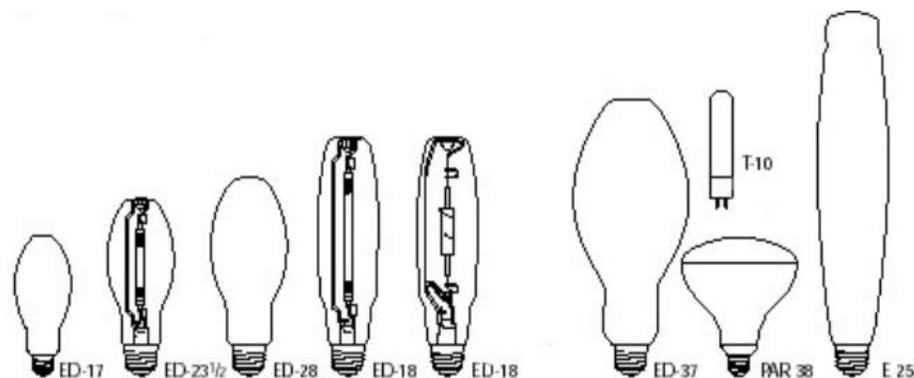
Ce type de lampe à décharge est généralement utilisé sur les routes car il donne une visibilité impeccable. Ce sont les lampes les plus satisfaisantes en performance lumineuse. Leurs structures sont distinctes des autres types par l'ensemble des gaz utilisés. Elles contiennent plusieurs gaz dans le même tube comme le néon, l'argon, et les parcelles de sodium. Le mécanisme interne est que le néon permet d'amorcer la décharge et à surchauffer les parcelles de sodium ce qui résulte en une lumière de couleur orange [25]



**Figure 8** : Lampes à vapeur de sodium à basse pression [26]

### 3.1.2.5 LAMPES A VAPEUR DE SODIUM A HAUTE PRESSION

Les lampes à vapeur de sodium à haute pression sont des lampes à décharge qui sont employées dans les espaces publics. En comparant avec les lampes à vapeur de sodium à basse pression, leur performance lumineuse est moins bonne [25].



**Figure 9:** Lampes à vapeur de sodium haute pression [26]

### 3.2 LE CHAUFFAGE, LA CLIMATISATION ET LA VENTILATION MECANIQUE

Au début des années soixante-dix, les infrastructures suscitaient moins de soucis au niveau de la consommation électrique du chauffage, de la climatisation, et de la ventilation mécanique [13]. Après cette période, l'énergie commença à enregistrer une hausse du prix et les besoins énergétiques du CVCA ont beaucoup augmenté. Ces besoins représentent aujourd'hui le double de la consommation totale des pays africains ainsi que 30% des dépenses énergétiques pour d'autres pays [37], [13].

Cette évolution a conduit à un intérêt particulier à l'efficacité énergétique du système CVCA [13]. Pour ce faire, nous allons explorer les différents systèmes trouvés dans un bâtiment, leurs caractéristiques fondamentales ainsi que les approches permettant leur optimisation.

### **3.3 TYPES D'INSTALLATION DE CHAUFFAGE, CLIMATISATION ET VENTILATION MECANIQUE**

#### **3.3.1 SYSTEMES CENTRALISES**

Le chauffage, le refroidissement et la ventilation mécanique contrôlée sont les fonctions exécutées par des systèmes centralisés [38]. Ces dernières se composent des éléments qui produisent des quantités de chaleur et de froid des espaces concernées du bâtiment (pompes à chaleur, chaudières, etc.) [38], divisent les quantités de chaleur et de froid pour les distribuer aux espaces concernées du bâtiment (pompes, tuyauterie, centrales de traitement d'air, conduits d'air, etc.) et évacuent en dehors du bâtiment des quantités de chaleur ou de froids des espaces concernées du bâtiment (ventilo-convecteurs, radiateurs, etc.) [38]. Les systèmes centralisés se divisent en des systèmes centralisés en tout-air et à eau / air-eau.

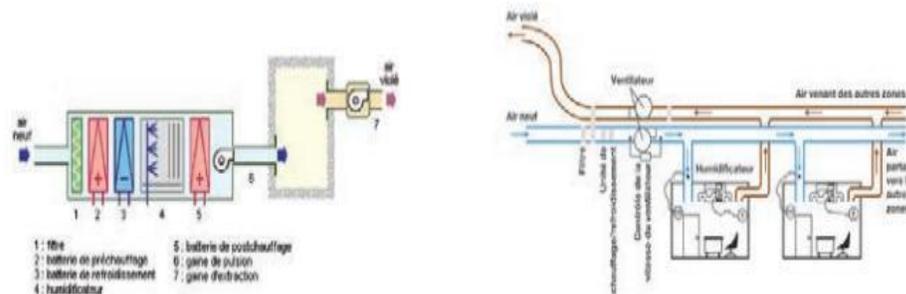
#### **Les systèmes centralisés en tout-air**

Les systèmes centralisés en tout air se classent selon le type de débit (constant ou variable) et le nombre de conduits utilisés. L'échange thermique de ces installations, se fait par l'air dans les deux zones concernées. La chaleur est puisée dans de l'air frais à travers l'évaporateur pour être rejetée dans de l'air chaud à travers le condenseur [38]. Les deux milieux concernés par l'échange thermique sont de l'air.

Les types des systèmes centralisés en tout-air se présentent comme suit :

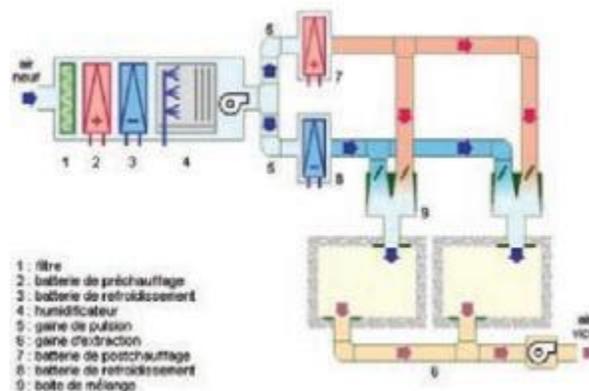
- **Système à débit constant à un seul conduit** : Les systèmes centralisés en tout air permettent de nuancer le niveau de la température et de l'humidité (chauffage ou refroidissement) du milieu occupé par l'air qui est considéré dans ce cas comme un gaz transporteur. Son débit est supposé être constant et se fait par un ventilateur à une vitesse simulée. Ceci permet un meilleur conditionnement thermique des zones de

l'air entrant. Ce processus peut se faire à une zone ou plusieurs en même temps par une centrale qui permet l'insufflation d'air [37].



**Figure 10 :** Fonctionnement interne des systèmes à débit constant à un seul conduit [37]

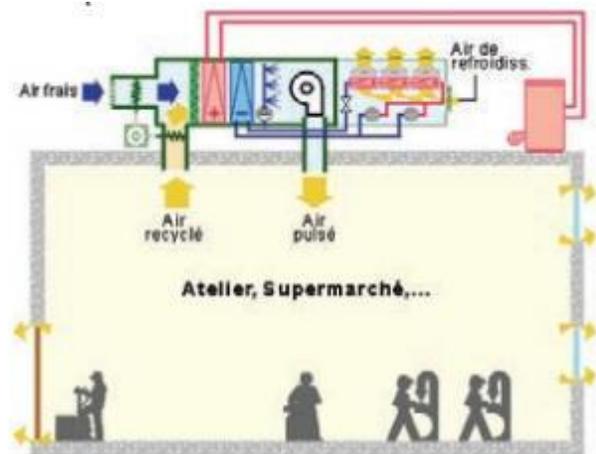
- Systèmes à débit d'air constant à deux conduits : Ce type de système se fait à double conduit (double gaine) par la centrale de refroidissement qui réalise deux classifications de température de l'air accompagnées de réseaux de distribution afin d'augmenter la qualité thermique des espaces concernés [37].



**Figure 11 :** Fonctionnement interne du système à débit constant à deux conduits [37]

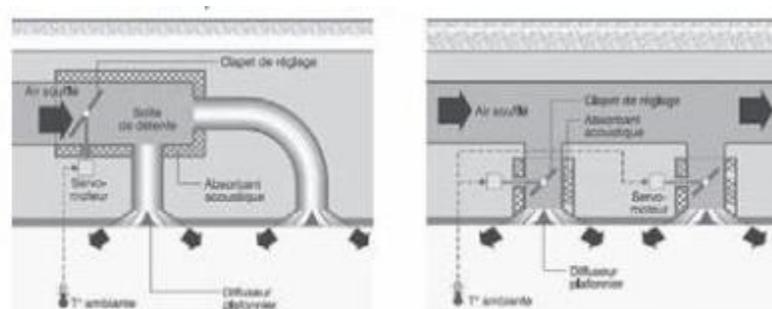
- Unités de toitures : Ces unités sont utilisées pour la climatisation des salles de grandes surfaces telles que les supermarchés, les bureaux ou bien dans la climatisation

industrielle. Elles présentent une mise en place facile mais des frais importants de consommation énergétique [37].



**Figure 12:** Fonctionnement interne des unités de toiture [37]

- Les installations pleinement air à débit variable : Contrairement aux systèmes précédents et au lieu de changer les propriétés thermiques de l'air, ces installations changent le débit d'air qui circule. Une variation simulée par un clapet (placé dans les boîtes de détente ou dans les diffuseurs) est enregistrée entre un minimum et un maximum de débit tout en garantissant un renouvellement d'air optimal qui prend en considération les besoins des différentes zones [37].

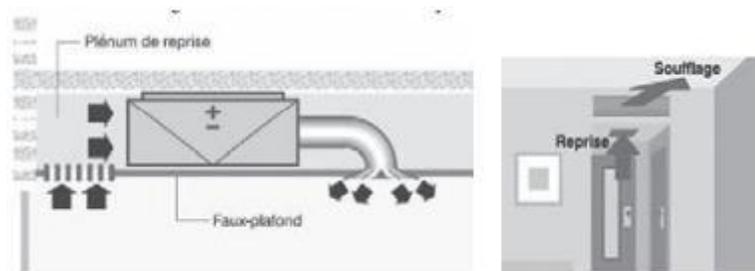


**Figure 13 :** Les installations pleinement air à débit variable [37]

### Les systèmes centralisés à eau / air-eau

Les systèmes centralisés à eau suscitent des frais d'utilisations minimales, en les comparant avec les systèmes en tout-air, et permettent de fournir un environnement confortable aux occupants. L'élément caloporteur dans ces systèmes est l'eau et il assure un minimum de traitement du processus de renouvellement [37]. Les types de ce système se présentent comme suit :

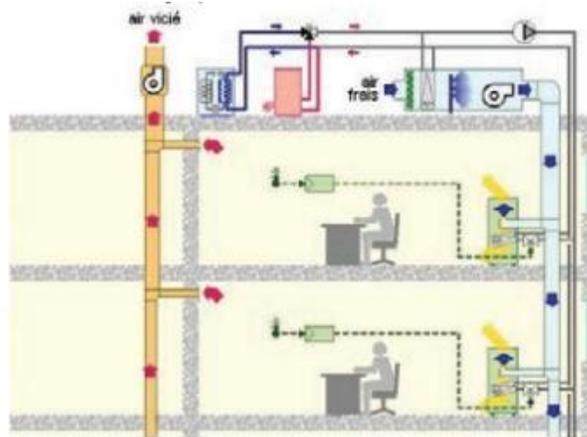
- Systemes à ventilo-convecteurs : Ce système est basé sur la distribution d'eau glacée et d'eau chaude dans des batteries incorporées à un équipement, le ventilo-convecteur, installé dans la pièce à climatiser. Celui-ci est également équipé d'un ventilateur qui permet de souffler de l'air repris ou mélangé dans la pièce. La ventilation pour renouvellement d'air (hygiénique) est assurée ici par une décharge d'air pulsé tandis que la régulation de température est réalisée grâce au transfert thermique entre l'eau chaude/froide et l'air repris (ou neuf) au sein des ventilo-convecteurs [37].



**Figure 14** : Ventilo-convecteur [37]

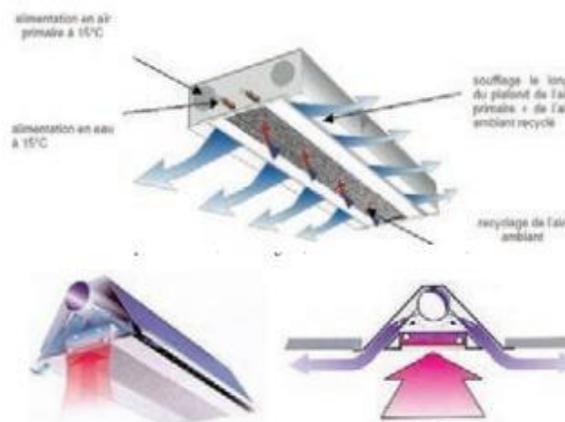
- Systemes à éjecto-convecteurs : Comme le ventilo-convecteur, l'éjecto-convecteur utilise le réseau d'eau pour les transferts thermiques et l'air pour assurer l'hygiène. La différence pour ce type est que l'air primaire provenant de la centrale, pulsé à

haute vitesse (15 à 25 m/s), va induire un passage d'air secondaire à travers les batteries d'eau du convecteur, amenant un échange thermique par induction [37].



**Figure 15 :** Vue de l'éjecto-convecteur en climatisation

- Les poutres froides : Les poutres froides travaillent avec de l'eau et interviennent selon l'état interne de l'espace occupé en matière de température qui varie du 15°C et 19°C [37]. L'échange se fait par convection naturelle entre les poutres et l'air ambiant. Dans le système passif, l'air chaud (réchauffé par exemple par les occupants ou les machines) remonte vers les poutres à cause de sa flottabilité plus élevée, se refroidit en traversant l'échangeur et redescend lorsqu'il est plus frais [37].



**Figure 16 :** Fonctionnement interne des poutres froides [37]

- Les plafonds froids : Les plafonds froids présentent un fonctionnement relativement similaire : de l'eau froide (15°C environ) circule via des canalisations fixées au-dessus de la partie métallique des faux plafonds, tel qu'illustré ci-contre. Les échanges de chaleur se font ici soit par convection avec l'air ambiant, soit par rayonnement. La puissance de telles installations reste cependant limitée (60 à 120W/m<sup>2</sup>) et correspond donc mieux à des utilisations en climats tempérés, malgré des avantages certains (faible consommation énergétique, peu encombrant) [37].



**Figure 17** : Plafonds froids [39]

### **Ventilation mécanique contrôlée (VMC)**

La ventilation mécanique des locaux comprend un changement d'air de la zone concernée pour améliorer la qualité de l'air. Ce processus se fait par l'introduction de l'air extérieur vers les espaces intérieurs du bâtiment dans le but de minimiser l'air vicié à un niveau raisonnable [38]. Il y a deux types de ventilation mécanique centralisée (VMC) soit avec ou sans centrale de traitement d'air.

#### ***VMC avec centrale de traitement d'air***

La ventilation mécanique centralisée avec centrale d'air est jointe des installations qui assurent des fonctions de soufflage ou bien d'inclusion comme présentés ci-dessous :

- L'installation de traitement d'air assure aussi bien l'introduction d'air neuf que l'extraction d'air vicié par la centrale de traitement d'air (CTA) munie d'économiseur [38].
- L'installation de traitement d'air assure l'introduction d'air neuf par la CTA et l'extraction d'air vicié est assurée par un ou plusieurs ventilateurs d'extraction asservis à la CTA [38].
- L'installation de traitement d'air assure l'introduction d'air neuf par la CTA et l'extraction d'air vicié est assurée par exfiltration depuis les locaux à pollution spécifique (cuisine, sanitaires, etc.) qui sont équipés ou non de ventilateurs d'extraction [38].

#### *VMC sans centrale de traitement d'air*

La ventilation mécanique centralisée dans les espaces n'ayant pas un système de centrale de traitement d'air se fait par des équipements tel que les ventilateurs d'extraction d'air viciés, la régulation, les bouches d'admission d'air, les conduits d'air et les bouches d'extraction. Les espaces concernés par la ventilation sont équipés par des extracteurs d'airs joints à des réseaux de conduites pour faire évacuer l'air de mauvaise qualité [38].



**Figure 18 :** Types d'extracteurs [38]

### *3.4 CONCLUSION*

Les composantes les plus énergivores d'une infrastructure sont le système d'éclairage et le système CVCA et sont caractérisés par des propriétés spécifiques à leur fonctionnement. Pour assurer un bon confort aux occupants dans les bâtiments, ces composantes fonctionnelles utilisent divers équipements et installations.



## CHAPITRE 4 :

### LES MESURES D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Dans les chapitres précédents, on a introduit les sources d'économie d'énergie et les équipements relatifs à leur fonctionnement. Pour la mise en œuvre nous étudions maintenant les mesures d'efficacité énergétique disponibles pour l'éclairage ou pour le système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA).

#### *4.1 MESURE D'EFFICACITE ENERGETIQUE DE L'ECLAIRAGE : GESTION D'ECLAIRAGE*

Les exigences relatives à l'éclairage évoluent au fil du temps. Un système de gestion de l'éclairage s'adapte aux besoins concrets et fournit toujours un éclairage optimal [27]. Les systèmes de gestions d'éclairages sont des systèmes programmés qui peuvent être utilisé d'une manière manuelle ou automatique [25].

##### *4.1.1 SYSTEMES MANUELS DE GESTION DE L'ECLAIRAGE*

*Potentiomètres gradateurs variateurs et boutons poussoirs* : Les potentiomètres gradateurs variateurs et les boutons poussoirs sont des outils qui donnent la possibilité à l'utilisateur de contrôler l'intensité lumineuse. Suivant les besoins personnels, la conception de ce système donne aux utilisateurs la possibilité d'ajuster le degré de luminosité qui leur parait optimale de façon volontaire [25].



**Figure 19:** Potentiomètre [28]



**Figure 20:** Bouton lumineux

*Télécommandes sans fil ou murales* : Les télécommandes sans fil ou murales se basent sur la planification d'ambiances lumineuses, les mémorisent et enfin les mettent en application. Leur conception est économique et simple. Le câblage n'est pas primordial. La fusion entre les télécommandes sans fil et le détecteur de présence ont réalisé des progrès marquants en matière d'économie d'énergie [25].



**Figure 21 :** Contrôleur de gradateur de lumière à télécommande sans fils

#### **4.1.2 SYSTEMES AUTOMATIQUES DE GESTION DE LA LUMIERE**

##### **4.1.2.1 DETECTEURS DE PRESENCE**

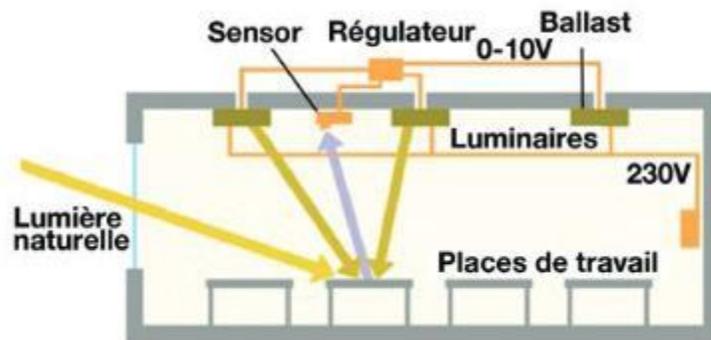
L'un des systèmes les plus performants dans la gestion de la lumière est le détecteur de présence. À l'aide d'un détecteur infrarouge du mouvement des occupants, ces espaces vont être allumés seulement s'il y a des occupants dans la zone concernée. On va bénéficier d'une utilisation effective et sûre de l'énergie. Leur utilisation peut englober tout type de zone. Le détecteur à infrarouge peut être installé dans les murs ou les plafonds [29].



**Figure 22:** Détecteur de présence[30]

#### 4.1.2.2 CELLULES PHOTOSENSIBLES

La lumière ambiante est l'un des paramètres de base du fonctionnement des cellules photosensibles. Ces cellules photosensibles exécutent des actions (éteindre, allumer, adapter) sur les sources de lumière en analysant la quantité de l'éclairement ambiant pour les adapter convenablement à l'état lumineux rencontré [31].



**Figure 23 :** Fonctionnement des cellules photosensibles [32]

#### 4.1.2.3 MULTI-CAPTEURS

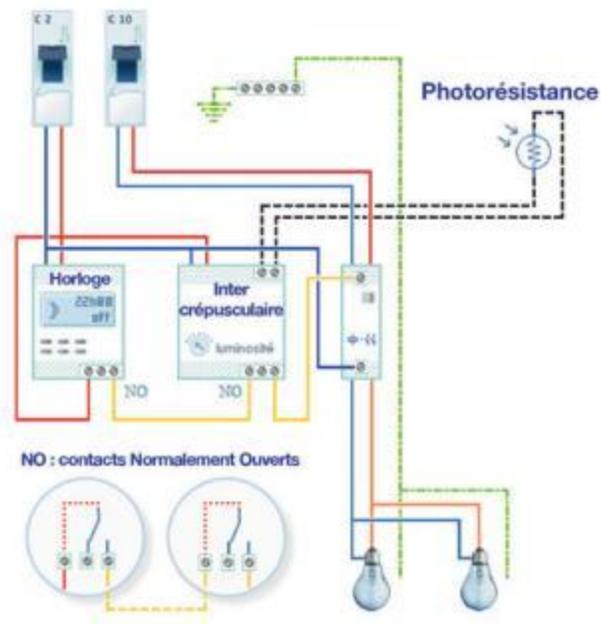
Les multi-capteurs peuvent travailler individuellement et peuvent être remplacé par un autre type de détecteur tel que les cellules photosensibles ou les détecteurs de présences. Il est nécessaire d'associer une commande infrarouge et qui peut se contrôler à distance [31].



**Figure 24 :** Multi-capteurs [33]

#### ***4.1.2.4 GESTION CENTRALISEE DE L'ECLAIRAGE***

Ce système présente l'avantage de pouvoir modifier les allumages des bureaux en fonction des aménagements successifs par programmation, sans toucher au câblage électrique et sans ouvrir de faux plafonds. Il permet le contrôle, la commande et la gestion horaire et calendaire d'éclairage. La gestion centralisée de l'éclairage est un moyen efficace de gestion d'éclairage et donne la possibilité d'une administration globale tel que la gestion horaire et calendaire [31].



**Figure 25 :** Fonctionnement interne d'une gestion centralisée de l'éclairage [32]

#### ***4.1.3 APPROCHES D'UNE BONNE GESTION DE L'ECLAIRAGE***

Plusieurs solutions permettent de réduire la consommation énergétique due à l'éclairage [10].

##### ***4.1.3.1 ECLAIRAGE NATUREL***

En plein débat sur la performance énergétique, l'éclairage naturel est une réponse intéressante. Il permet de minimiser la demande due à l'énergie électrique ainsi que les dépenses thermiques adjointes [11]. L'éclairage naturel offre une voie intéressante pour la question énergétique des bâtiments. L'intérêt de cette stratégie s'adresse essentiellement aux

bâtiments commerciaux et institutionnels, car elle réduit considérablement le besoin en éclairage électrique et diminue les charges thermiques associées [11].

#### **4.1.3.2 CHANGEMENT DU VITRAGE**

Le vitrage est aussi un point agissant sur les performances de l'éclairage ainsi que de l'enveloppe du bâtiment [32]. Le choix du type de vitrage est un élément important pour améliorer l'entrée de la lumière et il affecte la qualité thermique des zones intérieures [32]. La qualité du vitrage est déterminée par le nombre de couches de vitrage [32].

#### **4.1.3.3 CHANGEMENT DES LAMPES**

Un simple changement des ampoules et de luminaires peut entraîner une différence majeure sur l'efficacité énergétique de l'éclairage, tout en tenant compte des aspects financiers et de rentabilité [32]. Comme affiché sur les tableaux 1 et 2, on remarque que l'utilisation des luminaires fluorescents permet de réduire la consommation énergétique de 80% sans oublier que ces dernières ont une durée de vie supérieure [32].

<b>Ampoules</b>	<b>Efficacité énergétique</b>
Ampoules fluo compactes et fluorescentes	Utilisent environ 80% d'énergie en moins que les ampoules à incandescence, avec une durée de vie de 6 à 10 fois supérieure
LED	Économies en énergie même si l'efficacité varie en fonction des modèles et matériaux
Ampoules halogènes (économiques)	20 à 50% d'énergie économisée comparée aux ampoules halogènes traditionnelles
Halogènes (conventionnelles)	Rendement lumineux et durée de vie multipliés par deux par rapport aux ampoules à incandescence
Ampoules à incandescence	Énergivores, taux de transformation de l'énergie en lumière visible inférieur à 5%, durée de vie courte (1000 h environ)

**Tableau 1** : L'efficacité énergétique des différents types de lampes [32]

Les paramètres orientant le choix des lampes proposées sont : la puissance des lampes, le flux lumineux, le rendement lumineux et la durée de vie de l'éclairage.

Mesure	Économie d'énergie annuelle
Remplacement ampoules T12 (34 W) avec des ballasts électroniques T8 (32 W)	15-30%
Remplacement ampoules à incandescence par fluorescentes	50-70%
Détecteurs photoélectriques	40-50%
Détecteurs de mouvement dans les salles de classe et les couloirs	10-15%

**Tableau 2** : Pourcentage d'économie d'énergie suite à chaque mesure [32]

#### *4.1.3.4 FIXER DES ÉTAGÈRES À LUMIÈRE*

Les étagères à lumière se présentent sous la forme d'un plafond couvert d'une matière [32] qui permet, par réflexion, de centraliser les rayons de lumière et de les apporter à l'espace désiré en offrant une meilleure visibilité dans la zone concernée [35].



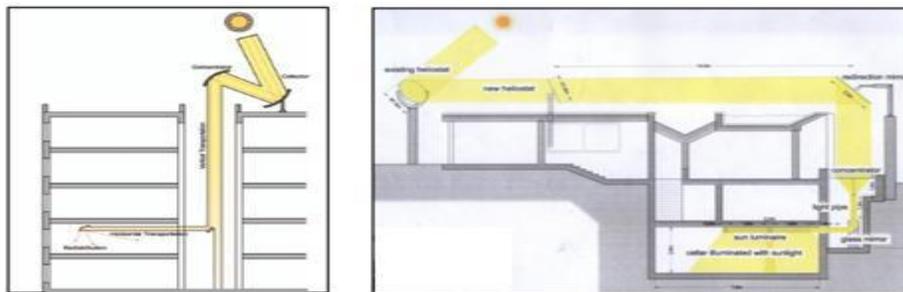
**Figure 26** : Étagères à lumières [35]

#### *4.1.3.5 CONDUITE DE LUMIÈRE*

Cette méthode vise à ramener les rayons de lumière du jour jusqu'aux étages qui ne jouissent pas d'une bonne qualité d'éclairage à cause de leur emplacement qui n'a pas de

contact avec le milieu extérieur. Comme illustré à la Figure 27, ce système se compose de 4 éléments qui fonctionnent itérativement :

- Un capteur solaire : il permet de collecter les rayons de lumière (il y a un type évolutif qui suit le rayonnement solaire et qui est plus efficace) [35].
- Un concentrateur : il fonctionne comme une lentille et il permet de rassembler la lumière du jour sur une surface par un collecteur pour qu'elle soit transportée [35].
- Un système de transport : est une ouverture qui joue le rôle d'un canal et s'installe à chaque étage [35].
- Un système de distribution : Il distribue la lumière dans tous les étages concernés et les espaces vont jouir de plus de visibilité et d'un bon degré lumineux [35].



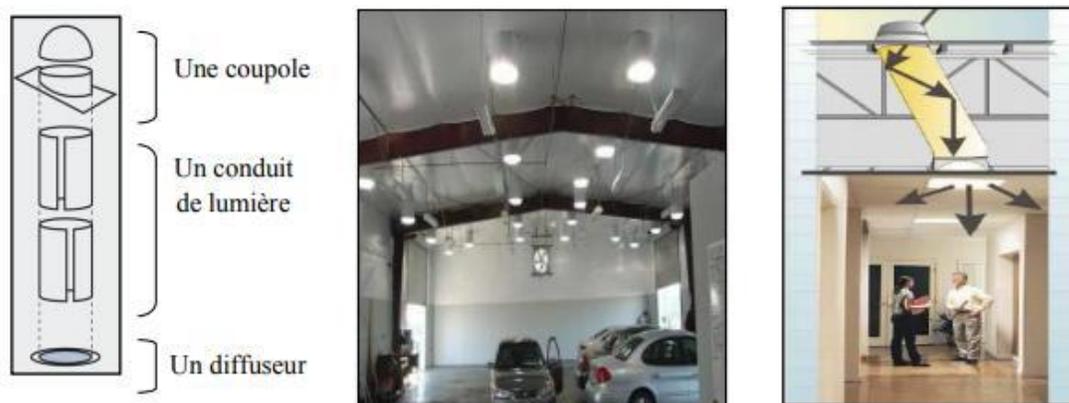
**Figure 27** : Conduite de lumière [35]

#### ***4.1.3.6 PUIES DES LUMIERES***

Les systèmes de puits de lumières sont des techniques qui constituent des entrées de l'éclairage naturel aux zones intérieures qui ne possèdent pas d'ouvertures (bureaux de grande profondeur, salle d'opération aveugle, zones en sous-sol, etc.) [35].

Ces puits comprennent trois éléments :

- Une coupole, qui prend la forme d'un demi-cercle. Son rôle est de faire le captage des rayonnements de la lumière du jour.
- Conduit de lumière qui permet de transférer la lumière de l'extérieur. Généralement, il est sous-forme d'un tube permettant de guider la lumière par réflexion jusqu'au diffuseur.
- Un diffuseur qui permet de distribuer convenablement la lumière [35]. Cette technique permet de réduire la consommation énergétique ainsi d'améliorer le niveau d'éclaircissement des zones non éclairées [35].

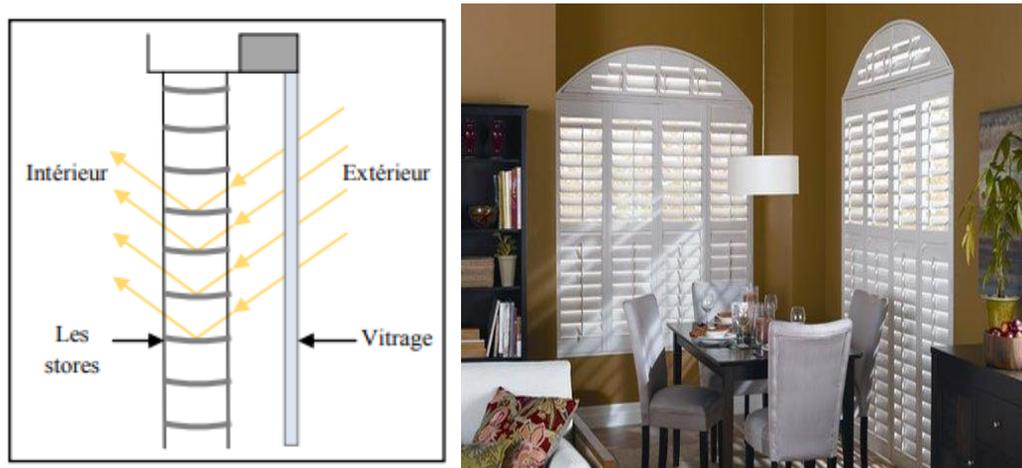


**Figure 28:** Puits des lumières [35]

#### ***4.1.3.7 LES STORES REFLECHISSANTS***

Les stores réfléchissants actuels ou les persiennes ont une double fonction : la première fonction est de réduire l'effet de l'éblouissement causé par la fenêtre et provient de la pénétration directe du rayonnement solaire dans un espace. La deuxième fonction consiste à rediriger la lumière naturelle vers le fond du local, en augmentant ainsi le niveau de la lumière du jour, ce qui permet d'obtenir une répartition uniforme de la lumière sur toute la surface de l'espace [35]. Les persiennes peuvent être conçues pour être statiques ou dynamiques. Sur une fréquence quotidienne et saisonnière, les persiennes automatiques

donnent généralement de meilleurs résultats, mais nécessitent une calibration et des algorithmes qui ont besoin d'ajustement en fonction des besoins de l'éclairage du bâtiment [35].



**Figure 29:** Fonctionnement des stores réfléchissants [35] [36]

#### ***4.2 MESURES D'EFFICACITE ENERGETIQUE POUR L'ENVELOPPE DU BATIMENT***

L'enveloppe du bâtiment est l'ensemble des parois (verticales et horizontales) qui sont en contact direct avec le milieu extérieur. La qualité thermique des espaces intérieurs dépend de la conception des parois, des matériaux de construction et peuvent augmenter ou diminuer le besoin d'utilisation des systèmes CVCA. C'est ici qu'apparaît le rôle important des isolations des parois [41].

La meilleure utilisation d'isolations des parois renforcera notre structure et réduira les transferts thermiques à l'intérieur du bâtiment. Ça augmente la résistance thermique du mur donc la qualité thermique des zones intérieurs. Tout ceci diminue le besoin d'utiliser les systèmes CVCA [41].

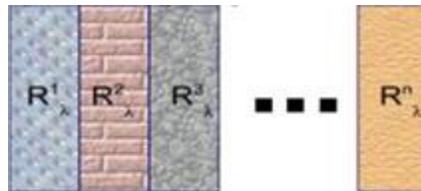
Plus la résistance thermique est grande, plus le matériau est isolant [41]. La résistance thermique ( $R$ ) d'une paroi dépend du coefficient de la conductivité thermique ( $\lambda$ ) des matériaux utilisés et de l'épaisseur ( $e$ ) des couches de chaque matériau [32]. Elle s'exprime en  $m^2.C^\circ/W$  et se calcule par la formule suivante :  $R=e/\lambda$  [42].

Dans le Tableau 3, sont présentés quelques exemples des valeurs du coefficient de conductivité thermique en fonction des types des matériaux de construction utilisés.

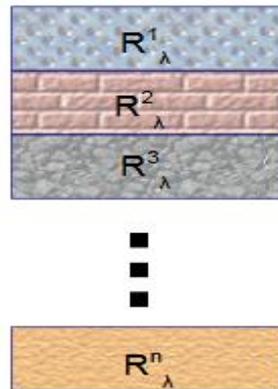
Matériaux	Conductivités thermiques $\lambda$ (W/m.C°)
Roseau	0,05
Sciure de bois	0,06 – 0,07
Soie naturelle	0,052
Amiante de ciment	0,4
Béton de pouzzolane naturel	0,25 – 0,61
Géo béton	0,7 – 0,8
Béton armé	1,5 – 2,04
Bitume	0,16
Contreplaqué	0,14
Enduit à la chaux ou au plâtre lissé	0,87
Enduit au ciment	0,87
Copeaux de bois	0,081
Béton	0,9 – 1,7
Pierre calcaire	1,05 – 2,2
Terre cuite	1,15
Mur brique pleine	0,85
Mur brique creuse	0,4
Bois naturel	0,12 – 0,044

**Tableau 3 :** Conductivité thermique de différents types de matériau [32]

La résistance thermique équivalente d'une paroi dépend si la paroi est horizontale ou verticale. Pour la paroi horizontale (série), la résistance thermique équivalente vaut  $R_{eq} = \Sigma R^n$  et pour les parois verticales (parallèle) elle vaut  $1/R_{eq} = \Sigma(1/R^n)$  [42].



**Figure 30:** Résistance thermique des éléments en série [42]



**Figure 31:** Résistance thermique des éléments en parallèles [42]

L'isolation des parois des infrastructures est un moyen effectif pour augmenter la qualité thermique de zones intérieures. Vu leur exposition directe aux rayonnements solaires, les parois des infrastructures sont est parmi les éléments importants d'une infrastructure qui peuvent générer des transferts thermiques de l'extérieur ce qui peut influencer la qualité thermique des espaces intérieurs [32].

#### ***4.2.1 ISOLATION DES TOITS***

Le toit est l'un des éléments qui a le plus de contact direct aux rayonnement solaire dans un bâtiment [32]. L'installation d'isolation est primordiale pour les toits et les méthodes de mise en place varient selon le système interne, la forme et la pente du toit [32].

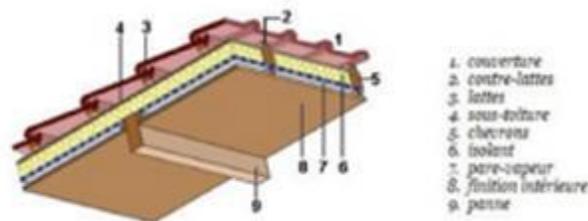
##### ***4.2.1.1 ISOLATION DES TOITS INCLINES***

La mise en œuvre des toits inclinés se divise en 3 types : l'isolation des combles, l'isolation par l'intérieur et l'isolation par l'extérieur [32].

### Isolation par l'intérieur

L'isolation se fait par l'intérieur par 3 méthodes :

- Isolation entre chevron et fermeture : L'isolation de ce type se situe entre le pare-vapeur et les chevrons comme elle peut s'exécuter par plusieurs textures telles que les verres cellulaires, les panneaux de laine minérale semi-rigide, ou les matelas souples de laines minérales [32].



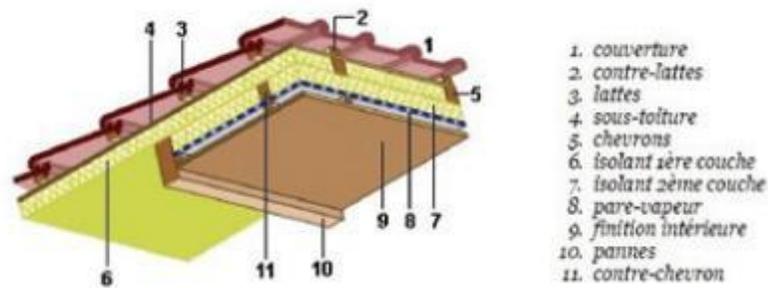
**Figure 32:** Texture interne d'une isolation entre chevrons [32]

- Isolation sous chevrons : Ce principe est similaire au type d'isolation entre chevron et fermeture à part que l'isolant est située entre les pannes et en dessous des chevrons [32].



**Figure 33:** Texture interne d'une isolation sous chevrons [32]

- Double isolation sous et entre chevrons : Ce type d'isolement englobe la mise en œuvre des deux systèmes précédents et crée une couche d'isolation en tenant compte du poids que peut recevoir la structure [32].



**Figure 34:** Texture interne d'une isolation sous et entre chevrons [32]

### Isolation par l'extérieur

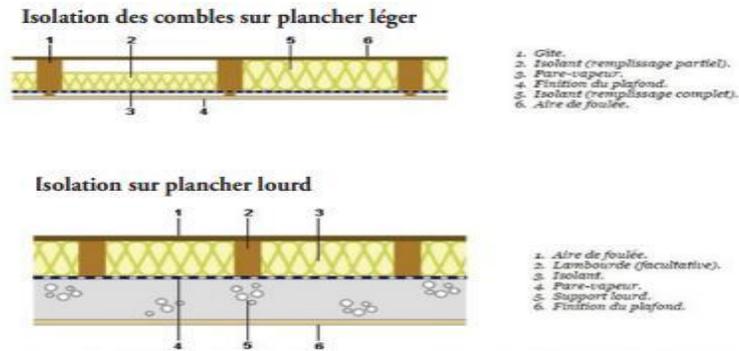
L'isolation par l'extérieur se fait par des panneaux comme les verres cellulaires ainsi que des joints étanches reposant sur les chevrons, ou en coordination avec un support [32]. C'est un système homogène qui présente d'excellents résultats avec des panneaux isolants et performants. À noter que ce type requière un échafaudage pour offrir un bon espace de travail au toit d'où son coût plus élevé [32].



**Figure 35:** Isolation d'un toit de l'extérieur [32]

### Isolation des combles

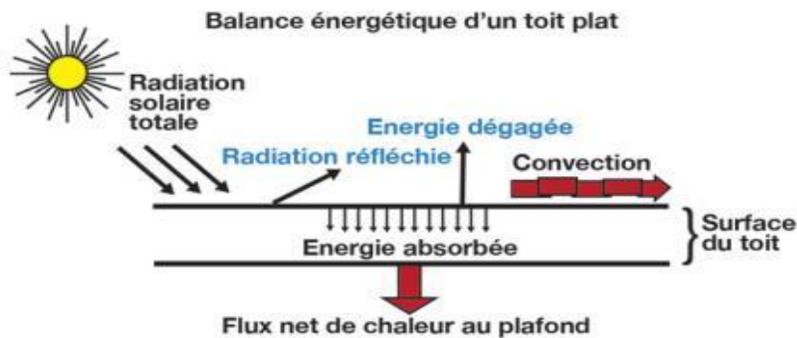
L'isolation des combles s'exécute à la section inférieure à celle des toits vu la présence des infiltrations d'air dans cette partie [32]. L'isolation n'est nécessaire que s'il y a une charge exécutée sur les combles [32].



**Figure 36:** Isolation des combles sur plancher léger et sur plancher lourd [32]

#### 4.2.1.2 ISOLATION DES TOITS PLATS

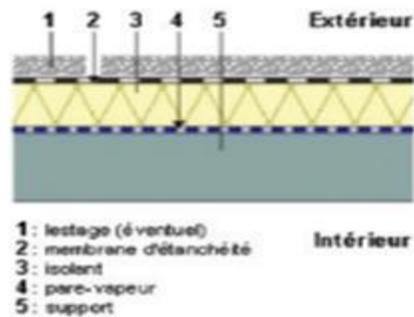
Ce type d'isolation s'exécute pour les toits plats avec une pente  $\leq 5\%$  [32]. Il existe 4 types de matériaux isolants adaptés aux toits plats.



**Figure 37:** Isolations des toits plats [32]

### Toiture chaude

L'isolant de cette toiture se place entre le lestage, la membrane d'étanchéité (permet une bonne protection), le support et un pare vapeur tel qu'indiqué dans la Figure 38. Cette isolation est très fréquente et se caractérise par la simplicité de sa mise en place [32].



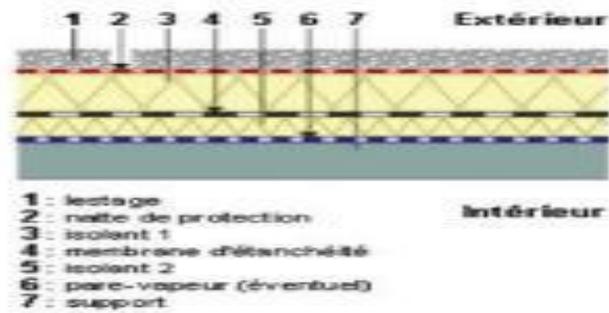
**Figure 38:** Texture des toitures chaudes [32]

### Toiture inversée

Ce qui caractérise la toiture inversée en matière d'exécution est que son isolant est mis sur une étanchéité directement sur le support. Pour exécuter ce type de toiture, la pente de ce système doit être au moins supérieure ou égale à  $3\text{mm}/\text{m}$  [32]. L'installation est très couteuse et l'eau de pluie peut affecter l'isolant et influence négativement son rendement.

### Toiture combinée

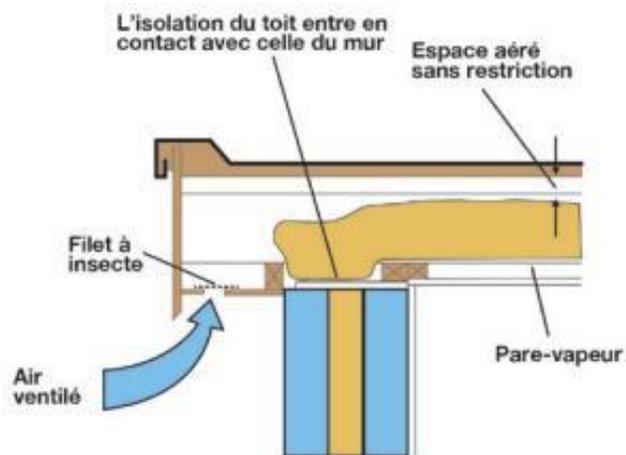
Ce type de toiture englobe les deux techniques précédentes et se caractérise par l'utilisation de deux isolants internes ce qui résulte en une isolation de meilleure qualité [32].



**Figure 39:** Texture des toitures combinées [32]

### Isolation des toits plats par l'intérieur

L'isolation des toits par l'intérieur est un choix optimal lorsque l'isolation par l'extérieur est complexe à mettre en place [32]. Pour ce type d'isolation, l'isolant est posé au-dessus d'un pare-vapeur et éventuellement d'un faux-plafond [32].



**Figure 40:** Isolations des toits plats par l'intérieur [32]

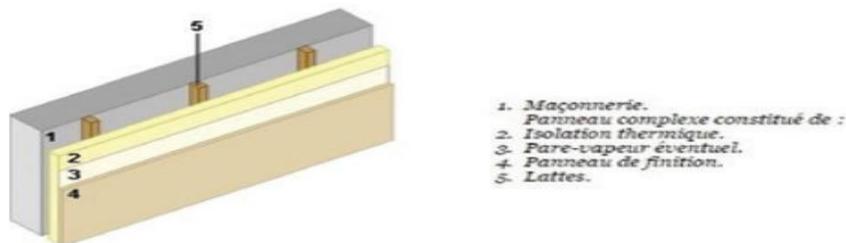
## 4.2.2 ISOLATION DES MURS

Les murs sont directement exposés au milieu extérieur. L'exécution d'isolation thermique des murs extérieurs aura un impact positif sur la qualité thermique de la zone interne [32].

### 4.2.2.1 ISOLATION FAITE PAR L'INTERIEUR

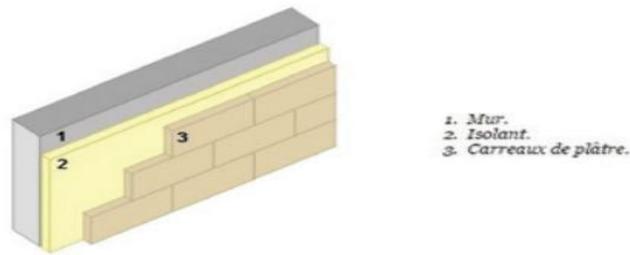
L'isolation des murs par l'intérieur se fait par des plaques ou par des cloisons maçonnées [32].

- Isolation à plâtres : Les plâtres sont situés après la maçonnerie et sont constituées des éléments comme des lattes ou parfois en étant collant, isolant, pare-vapeur éventuel, et des panneaux de finitions. C'est un système homogène qui permettra une isolation thermique optimale [32].



**Figure 41** : Texture interne de l'isolation des murs de l'intérieur à plâtres [32]

- Isolation aux contrecloisons : Ce type d'isolation intérieure s'exécute par l'ajout de deux éléments. Le premier est un isolant interne en polystyrène ou laine de verre. Le deuxième est une paroi sous forme de carreaux de plâtres [32].



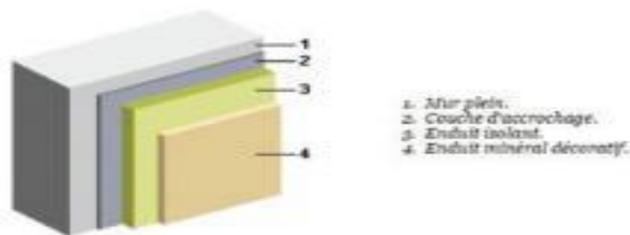
**Figure 42:** Texture interne de l'isolation des murs de l'intérieur aux contrecloisons [32]

#### 4.2.2.2 ISOLATION DES MURS FAITE PAR L'EXTERIEUR

Pour une isolation efficace et optimale d'une infrastructure, le système d'isolation thermique par l'extérieur est parmi les actions les plus recommandés [32].

##### Enduit isolant

Pour ce type d'isolation, une couche d'accrochage est requise pour bien placer et fixer l'isolant. La structure globale se compose d'un mortier de granulés (la perlite par exemple), un liant (le ciment) et un enduit isolant [32]. Sachant qu'en le comparant avec des isolants classiques il est moins performant et pour améliorer l'efficacité de l'isolant, on doit augmenter l'épaisseur de la couche exécutée [32].

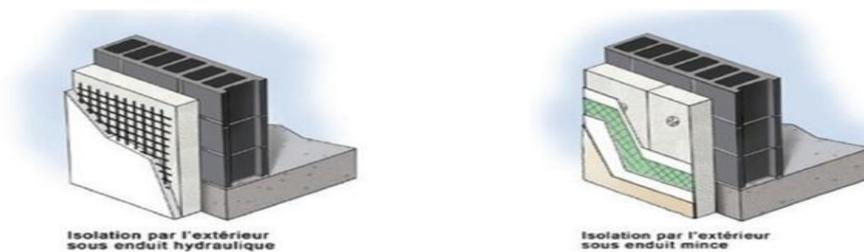


**Figure 43:** Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur aux enduits isolants [32]

## Panneaux isolants

On fait l'isolation par des panneaux isolants soit sous enduit ou avec un système de support.

- Sous enduit : L'installation de panneaux revêtus sous enduit est la structure la plus fréquente et se divise en un système sous enduit hydraulique et un système sous enduit mince [32]. Ils sont constitués d'un panneau d'isolation exécuté en fibre de bois ou polystyrène, placé et collé au mur et enrobé par un enduit de finition [32].



**Figure 44:** Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur sous enduits hydraulique ou sous enduit mince [32]

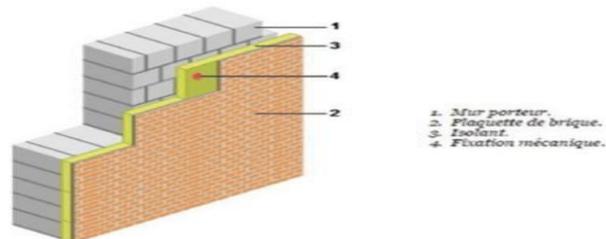
- Avec un système de support : Une structure homogène est fixée au mur et l'isolant est parmi les composantes qui joue dans ce type le rôle d'un soutien à l'enduit surtout aux armatures internes [32].



**Figure 45 :** Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur avec un système de support [32]

### Autres systèmes disponibles

- Isolants préfabriqués : Ce système est composé de 3 éléments. La structure est fixée de façon mécanique et est constituée des panneaux préfabriqués, une âme isolante et renforcé par un revêtement pour protéger le système [32].



**Figure 46:** Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur par isolants préfabriqués [32]

- Isolation par mur de pavement : Comme son nom l'indique, l'isolation se fait par l'ajout d'un mur en installant aussi une cavité entre l'isolant et le mur de pavement dans la partie extérieure de l'infrastructure. Cette technique de l'isolement extérieur diffère de l'isolation intérieure en limitant les complications due aux transferts thermiques [32].



**Figure 47 :** Texture interne de l'isolation des murs de l'extérieur par un mur de pavement [32]

### **Remplissage d'un mur creux**

Cette technique peut être réalisée par injection ou soufflage, lorsque le mur que nous voulons isoler est un mur creux. Elle consiste dans le remplissage des espaces vides avec du matériel isolant [32] :

- Par injection : L'isolation par injection se fait par un pistolet de pulvérisation expansible en mousse permet un ciblage des espaces vides du mur du côté extérieur [32].
- Par insufflation : Cette technique consiste à mettre l'isolant sous pression sur une paroi et se fait avec un seul matériel [43]. L'un de ses avantages c'est qu'elle nécessite moins d'entretien et de travaux pour sa mise en place [32].

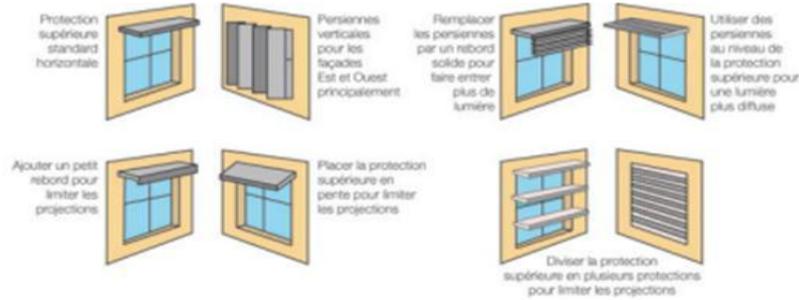
### ***4.2.3 ISOLATION DES FENETRES ET DES OUVERTURES***

#### ***4.2.3.1 AJOUT DE PRESERVATION ENVERS LES RADIATIONS SOLAIRES***

L'ajout de préservation envers les radiations solaires, le changement des vitrages et les films protecteurs sont parmi les techniques qui peuvent améliorer la valeur du coefficient de conductivité et donc la qualité thermique [32].

Pour une protection solaire effective et moins chère, les systèmes d'ombrage sont une solution optimale. Les systèmes d'ombrage se divisent en deux types :

- Les systèmes d'ombrage interne tel que les rideaux et les stores.
- Les systèmes d'ombrage externes comme les surplombs, la végétation et les volets.



**Figure 48:** Exemples d'ombrages externes [32]

#### 4.2.3.2 CHANGEMENT DES VITRAGES

Afin de diminuer les apports de chaleur (par conduction et par radiation), le changement de vitrages peut être une bonne solution (voir Tableau 4). Ceux-ci se traduisent par une application de matériaux à conductivité thermique (U) moindre et exécuter des vitrages de type double ou triples qui donnent la possibilité d'une entrée de lumière visible importante [32].

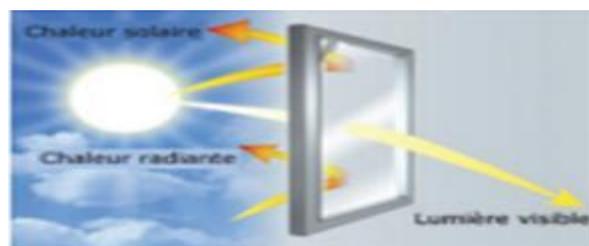
Type de vitrage	Valeur U indicative ( W/m <sup>2</sup> K)		
Épaisseur	6mm	12mm	>16mm
Vitrage simple	4,8	---	---
Double vitrage (remplissage air)	3,1	2,8	2,7
Émissivité = 0,2	2,7	2,3	2,1
Émissivité = 0,05	2,6	2,0	1,8
Double vitrage (remplissage argon)	2,9	2,7	2,6
Émissivité = 0,2	2,5	2,1	2,0
Émissivité = 0,5	2,3	1,8	1,7
Triple vitrage (remplissage air)	2,4	2,1	2,0
Émissivité = 0,2	2,1	1,7	1,6
Émissivité = 0,5	1,9	1,5	1,4
Triple vitrage (remplissage argon)	2,2	2,0	1,9
Émissivité = 0,2	1,9	1,6	1,5
Émissivité = 0,5	1,7	1,4	1,3

**Tableau 4 :** Valeur U<sup>1</sup> pour chaque type de vitrage [32]

<sup>1</sup> La valeur U de la conductivité thermique est l'inverse la résistance thermique R (U=1/R)

#### 4.2.3.3 FILMS PROTECTEURS

Les films protecteurs sont des solutions économiques qui permettent de minimiser le transfert thermique [32]. Le choix optimal du type de protection des fenêtres se fait en prenant en compte son influence sur les dépenses de climatisation tout en veillant de ne pas avoir un impact sur le confort visuel des occupants [32].



**Figure 49:** Fonctionnement d'un film protecteur [32]



## CHAPITRE 5

### ÉTUDE DE CAS ET RESULTATS

Après avoir présenté les différentes composantes associées aux dépenses énergétiques d'une infrastructure et les mesures disponibles d'efficacité énergétique, ce chapitre est spécifiquement consacré à la présentation des données de notre étude de cas, à la simulation globale du projet et aux discussions des résultats obtenus.

#### *5.1 LOGICIEL DE SIMULATION RETSCREEN*

RETScreen (Renewable Energy and Energy Efficiency Technology Screening) est un logiciel d'analyse avancé et d'aide à la décision dont le développement a commencé en 1998 par des experts du laboratoire CANMET du Ministère des Ressources Naturelles du Canada. Il est disponible en 36 langues et appliqué partout dans le monde pour compléter des études de faisabilité de projets d'énergies renouvelables et efficacité énergétique. Parmi les utilisateurs du logiciel nous retrouvons des organismes comme Oxford Properties, University of Michigan, Defi Carbon (groupe du Ministère de Ressources Naturelles du Canada). Cet outil est à la disposition des professionnels, des décideurs et des étudiants afin de les aider à simuler des projets d'efficacité énergétique et production d'énergies renouvelables. Il permet une analyse globale de la performance des infrastructures d'une façon étendue. [44]

Le logiciel RETScreen permet de tenir compte des zones climatiques thermiques en se basant sur une vaste base de données météorologiques provenant des stations terrestres et des satellites de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) pour une précision et une couverture territoriale exceptionnelles.

RETScreen nous permet de :

- Étudier la rentabilité des projets énergétiques et évaluer les économies possibles suite à l'implantation de mesures d'efficacité énergétique [45].
- Faire une analyse avancée des projets et discuter leur viabilité et leur durabilité dans le temps [46].
- Le logiciel offre la possibilité de comparer des projets du même domaine et étudier leur impact peu importe le pays de leur réalisation ou la distance qui leur séparent.
- RETScreen a de nombreuses fonctionnalités liées à l'analyse financière et des risques et permet le calcul des réductions des émissions de GES d'un projet d'efficacité énergétique ou d'énergies renouvelables [44].

### **Retcreen Expert**

RETScreen Expert (RE) est la plus récente version de RETScreen qui a été développé par le Ministère des Ressources Naturelles du Canada et d'autres organisations [47].

## ***5.2 DESCRIPTION DE L'ETUDE DE CAS***

### ***5.2.1 APERÇU DE L'INFRASTRUCTURE ÉTUDIÉE***

Notre étude de cas se concentre sur une infrastructure située en France, dans la ville d'Ales. L'École Nationale Supérieure des Mines (IMT), fondée en 1843, est l'une des universités d'ingénieurs les plus anciennes et accrédités en France [17]. Elle accueille, chaque année, de nouveaux étudiants du monde entier [17]. L'université, située sur l'avenue de Clavière, est un bâtiment de type R+1. Des vues générales de l'infrastructure ont été jointes en Annexe 1.



**Figure 50:** Vue principale de l'infrastructure de l'étude de cas [49]

### 5.2.2 PLANS DE L'INFRASTRUCTURE

Les plans de l'infrastructure comprennent un aperçu des divisions de chaque pièce et de leur superficie. Le plan intérieur du rez-de-chaussée et du premier étage, y compris la répartition des parties de l'infrastructure reliées au sol et la destination de chacune sont fournis par des plans et un tableau en Annexe 1.

Nous présentons dans les prochains tableaux les données obtenues sur la consommation des différents équipements et installations à l'École Nationale Supérieure de Mines (ITM) d'Alès.

#### Données des sources d'éclairage

Dans le Tableau 5 sont présentés les caractéristiques des sources d'éclairage dans chaque local ainsi que le temps et pourcentage de fonctionnement.

Type du local	Type de luminaires	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonct
Salles	Néons_T8	185	4x18= 72 W	13 320 W	2024 h/an	60%
	LED	23	40 W	920 W	2024 h/an	60%
Sanitaires	LED	18	8 W	144 W	2024 h/an	20%
Bureaux	Néon_T8	44	4*18=72W	3168W	2024h/an	60%

Halle	Iodures métalliques	9	250 W	2 250 W	2024 h/an	60%
	Néons_T8	16	4*18 =72 W	1 152 W	2024 h/an	60%
	Fluo compacte	5	2*26 =52 W	260 W	2024 h/an	60%
	Fluo compacte	26	21 W	546 W	2024 h/an	60%
Circulations	Fluo compacte	67	2*26=52 W	3 484 W	2024 h/an	30%
	Fluo compacte	6	21 W	126 W	2024 h/an	30%
	Incandescent	2	40 W	80 W	2024 h/an	30%
	Halogène	14	50 W	700 W	2024 h/an	30%
	LED	8	6 W	48 W	2024 h/an	30%

**Tableau 5:** Caractéristiques fondamentaux des luminaires de chaque type de local

### Données des appareils bureautiques

Dans le Tableau 6 sont présentés les équipements bureautiques utilisés dans l'université ainsi que leur puissance unitaire et la période d'utilisation.

Type d'appareil	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonct
Ordinateur écran- plat	157	45 W	6 975 W	2024 h/an	70%
TV LCD	4	125 W	125 W	704 h/an	40%
Vidéo-projecteur	1	250 W	250 W	704 h/an	40%
Imprimante jet- d'encre	1	30 W	30 W	2024 h/an	40%
Photocopieur	2	975 W	1 950 W	2024 h/an	24%

**Tableau 6:** Caractéristiques fondamentales des équipements bureautiques

### Données des appareils électriques de la cuisine

Dans le Tableau 7 sont présentés le nombre, la puissance unitaire et la période d'utilisation des équipements électriques dans les cuisines.

Type d'appareil	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonct
Four	3	3 000 W	9 000 W	88 h/an	50%
Grand frigo	13	310 W	4 030 W	350 h/an	500%
Cafetière	2	1 000 W	2 000 W	44 h/an	30%
Bouilloire	1	1 000 W	1 000 W	44 h/an	30%
Micro-onde	1	1 200 W	1 200 W	88 h/an	30%

**Tableau 7:** Caractéristiques fondamentales des équipements de cuisine

### Données des appareils de ventilation

Les caractéristiques électriques et de fonctionnement des appareils de ventilation sont présentées au Tableau 8.

Type d'appareil	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonct
CTA couloirs Nord	1	4 500 W	4 500 W	8760 h/an	80%
CTA couloirs Sud	1	4 500 W	4 500 W	8760 h/an	80%
Extracteurs	1	22 000W	22 000 W	8760 h/an	80%

**Tableau 8:** Caractéristiques fondamentales des appareils de ventilation

### Données des équipements auxiliaires des chaufferies

Les caractéristiques électriques et de fonctionnement des équipements auxiliaires des chaufferies sont présentées au Tableau 9.

Type d'appareil	Usage	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonc	Facteur de charge du moteur	Rendement
Pompes doubles	Chauffage	1	620 W	620 W	5088 h/an	85%	70%	80%
Pompes doubles	Chauffage	1	410 W	410 W	5088 h/an	85%	70%	80%
Pompes doubles	Chauffage	1	115 W	115W	5088 h/an	85%	70%	80%
Pompes doubles	Climatisation	1	280 W	280 W	5088 h/an	85%	70%	80%
Pompe recyclage	Chauffage	2	530 W	1060 W	5088 h/an	85%	70%	80%
Pompe recyclage	Chauffage	1	260 W	260 W	5088 h/an	85%	70%	80%

**Tableau 9:** Caractéristiques fondamentales des auxiliaires des chaufferies

### Consommation de l'eau chaude sanitaire

Les caractéristiques électriques et de fonctionnement des équipements pour l'eau chaude sanitaire sont présentées au Tableau 10.

Type d'appareil	Nombre	P unitaire	P calculée	Temps de fonctionnement	%fonct
Cumulus 150L	1	1 800 W	1 800 W	1056 h/an	100%
Chaudière à gaz	3	350W	1050 W	1056 h/an	100%

**Tableau 10:** Caractéristiques fondamentales des appareils de l'eau chaude sanitaire

### Enveloppe du bâtiment

Les détails sur les matériaux de construction, l'isolation et l'épaisseurs des murs du bâtiment sont présentés au Tableau 11 tandis que ceux sur les fenêtres et les portes au Tableau 12.

Paroi	Surface	Composition		Orientation	Valeur U
		Matériau	Epaisseur		
Mur non isolé	88 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Nord	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	50 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Ouest	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	46 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Est	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	36 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Sud	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	402 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Ouest	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	402 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Est	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	190 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Nord	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C
Mur non isolé	190 m <sup>2</sup>	Béton plein	300mm	Sud	3,39 W/m <sup>2</sup> .°C

**Tableau 11:** Caractéristiques fondamentales des murs

Menuiserie	Nombre	Orientation	Type de vitrage	Dimensions		Surface	U paroi
Porte1	1	Est	Double vitrage	2.00 m	2.00 m	4.00 m <sup>2</sup>	4.80 W/m <sup>2</sup> .°C
Porte 2	1	Sud	Double vitrage	2.00 m	2.00 m	4.00 m <sup>2</sup>	4.80 W/m <sup>2</sup> .°C
Porte3	1	Est	Double vitrage	1.60 m	2.00 m	3.20 m <sup>2</sup>	4.80 W/m <sup>2</sup> .°C
Porte4	1	Sud	Double vitrage	2.50 m	3.00 m	7.50 m <sup>2</sup>	4.80 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 1	5	Nord	Simple vitrage	3.00 m	1.20 m	3.60 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 2	1	Est	Simple vitrage	2.50 m	1.20 m	3.00 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 3	1	Ouest	Simple vitrage	1.50 m	1.20 m	1.80 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 4	14	Ouest	Simple vitrage	7.00 m	4.00 m	28.00 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 5	16	Est	Simple vitrage	10.00m	2.80 m	28.00 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 6	2	Sud	Simple vitrage	47.00m	3.00 m	141.00 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C
Fenêtre 7	1	Est	Simple vitrage	1.20 m	1.20 m	1.44 m <sup>2</sup>	4,95 W/m <sup>2</sup> .°C

**Tableau 12:**Caractéristiques fondamentales des fenêtres et des portes

### 5.3 SIMULATION DES DONNEES, SOLUTIONS SUGGEREES ET RESULTATS OBTENUS

Après avoir collecté toutes les données nécessaires pour l'évaluation de notre étude, on introduit les données permettant de modéliser le bâtiment sur RETScreen Expert.

On commence par localiser le lieu de l'infrastructure. Cette dernière se situe en France sur la ville d'Alès exactement au 6 Avenue de Clavières, 30100. Le système va faire sa

recherche automatique pour générer de la station météorologique la plus proche afin de donner les données climatiques globales de toute l'année de la zone concernée comme illustré en Annexe 3-1.

### 5.3.1 RENSEIGNEMENTS SUR L'INSTALLATION

Dans cette étape, l'utilisateur fait la saisie des informations initiales tel que le type d'installation et la surface globale. Pour notre cas, on a sélectionné le type « Institutionnel » destiné pour « Éducation ». La surface globale des installations est 3547,57 m<sup>2</sup> et a été calculée en faisant la somme des superficies de chaque zone du rez-de-chaussée et du 1er étage (voir en Annexe 1). Le programme fournit des données de consommation conventionnelle minimale et maximale en KWh/m<sup>2</sup> en fonction de la nature, de l'emplacement et de la superficie du bâtiment (voir Annexe 3 – 2:3).

RETScreen - Installation Abonné : UQAR - Usage Éducatif Uniquement

Renseignements sur l'installation

Type d'installation	Commercial/Institutionnel	
Type	Éducation	
Description	École - Bâtiment à salle de classe	
Préparé pour	Université de Québec À Rimouski	
Préparé par	YOUNES EL JAOUHARI	
Nom de l'installation	CanmetÉNERGIE - Varennes	
Adresse	1615 Boulevard Lionel-Boulet	
Ville/Municipalité	Alès	
Province/État	Occitanie	
Pays	France	



**Figure 51:** Renseignements supplémentaires sur l'installation

### 5.3.2 MODELE ENERGETIQUE DU BATIMENT ET LES COUTS GLOBAUX RELATIFS AUX MESURES D'EFFICACITE ENERGETIQUE

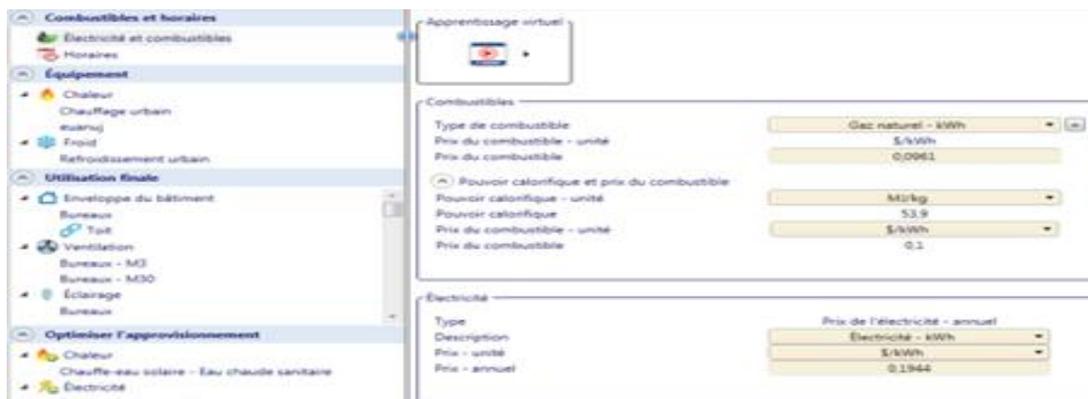
L'analyse énergétique d'un bâtiment est réalisée à travers une série de simulations des scénarios utilisant différentes solutions pour les composants énergétiques. Pratiquement, RETScreen Expert nous permet de comparer deux scénarios alternatifs [50] :

- Une simulation du cas de référence : se base sur le modèle désiré pour être développé et optimisé. On en déduit l'état réel du bâtiment en termes de consommation [50].

- Une simulation du cas de proposé ou optimisé: se base sur le modèle avec des modifications et améliorations dictées par les solutions d'efficacité énergétique disponibles. On en déduit la consommation du bâtiment après optimisation [50], les coûts des modifications. Le logiciel nous permet de déterminer les paramètres financiers et environnementaux de la solution optimisée.

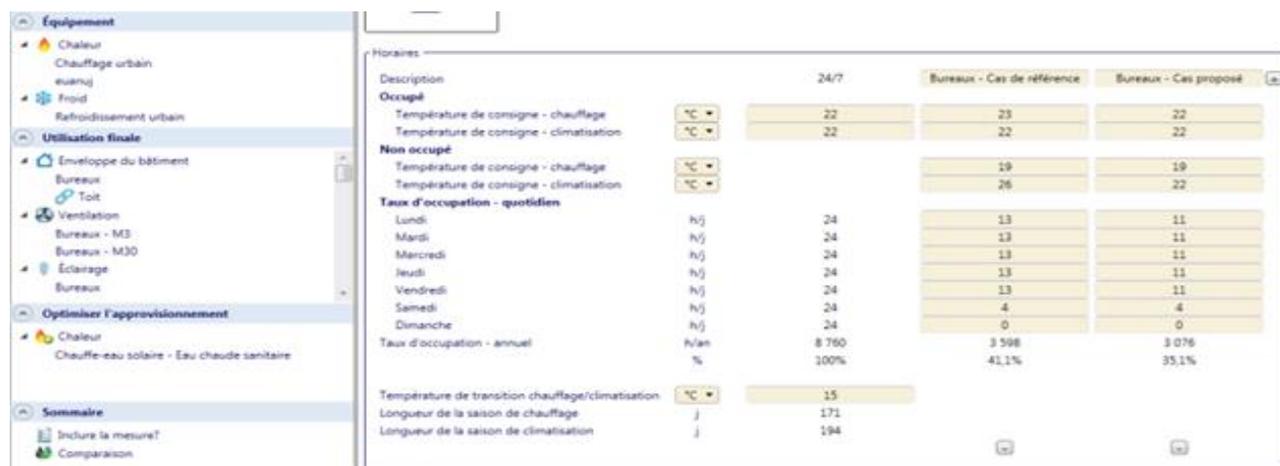
#### Électricité, combustibles et horaires

Dans la section « énergie » du logiciel, nous définissons d'abord le type de combustible utilisé et son prix unitaire (CAD/kWh). Dans notre cas, il s'agit du gaz naturel et le prix est de 0,061€/kWh, soit 0,0961\$CAD/kWh.



**Figure 52:** Section combustibles et électricité

La période de haute consommation électrique de l'université est la période quand les activités scolaires se déroulent, soit du lundi au vendredi, pendant 13h/jour. Les samedis ne sont pas très occupés, avec seulement 4h/jour et l'université est fermée le dimanche. Le nombre d'heures dans le cas proposé a été réduit de 13h/jour durant la semaine à 11h/jour. Ceci permet une réduction totale d'utilisation de 10heures par semaine des dépenses électriques pour divers composantes énergétiques (éclairage, équipements électriques, etc.). Après avoir remis les instructions d'utilisation (temps et température), RETScreen Expert (RE) calcule la température de transition de la climatisation et du chauffage et la durée de la saison de chauffage et de climatisation.



**Figure 53:** Renseignements sur l'occupation du bâtiment

### Système de production de chaleur et de refroidissement

Tel que mentionné dans la section précédente, la valeur du gaz naturel utilisé par le système de chauffage est de 0,096\$/kWh et l'illustration dans le logiciel RE est montrée à la Figure 56.

Système de production de chaleur

Description Chauffage urbain

Note

Apprentissage virtuel



Système de production de chaleur

	Cas de référence	Cas proposé	
Type de combustible	Gaz naturel - kWh	Gaz naturel - kWh	
Prix du combustible \$/kWh	0,096	0,096	\$/kWh
<input type="checkbox"/> Équipement de production de chaleur			
Rendement saisonnier %	80%	80%	
Surcoûts à l'investissement \$		0	\$
Économies d'exploitation et entretien \$			

**Figure 54:** Données du système de production de chaleur

Afin d'augmenter la valeur du rendement saisonnier, nous cliquons deux fois sur le terme « Rendement saisonnier » afin que le logiciel nous propose des valeurs exactes. Le coefficient d'efficacité saisonnière dépend du type de système de chauffage utilisé (voir Tableau 13). Dans notre cas, nous utilisons une « chaudière/fournaise à haut rendement à condensation » pour le travail, nous fixons donc la valeur moyenne à 80%.

Type de système de production de chaleur	Rendement saisonnier typique du système de production de chaleur
Chaudière/Fournaise avec flamme pilote	55 à 65%
Chaudière/Fournaise de rendement moyen avec allumage électronique	65 à 75%
Chaudière/Fournaise à haut rendement à condensation	75 à 85%
Chauffage électrique	100%
Pompe à chaleur – source : air	130 à 200%
Pompe à chaleur – source : sol	250 à 350%

**Tableau 13:** Valeurs du rendement saisonnier du système de production de chaleur en fonction du type de production de chaleur [51]

Notre système de refroidissement fonctionne également au gaz naturel. Dans cette partie, il reste à saisir le coefficient de performance saisonnier. Pour ajouter sa valeur, on double-clique sur le terme « Coefficient de performance – saisonnier ». Le logiciel nous fournit des valeurs en fonction du type de système de production de froid (voir Tableau 14). Dans notre cas, on travaille avec des pompes à chaleur à gaz donc le coefficient de performance saisonnier vaut 1,1.

Système de production de froid

Description

Note

Apprentissage virtuel



Système de production de froid

	Cas de référence	Cas proposé	
Type de combustible	Gaz naturel - kWh	Gaz naturel - kWh	
Prix du combustible \$/kWh	0,10	0,10	\$/kWh
<input type="checkbox"/> Équipement de production de froid			
Coefficient de performance - saisonnier	1,1	1,1	
Surcoûts à l'investissement \$			\$
Économies d'exploitation et entretien \$			\$
<input type="checkbox"/> Réfrigérant - Optionnel			

**Figure 55:** Données du système de production de froid

Type de système de production de froid	Rendement saisonnier typique du système de production de froid
A compresseur – centrifuge	5 à 6,7
A compresseur – à pistons	3,8 à 4,6
A compresseur – à vis	4,1 à 5,6
A compresseur – à volutes	4,6 à 7
Pompe à chaleur – gaz	1,1
Pompe à chaleur – source : air	1,3 à 2
Pompe à chaleur – source : sol	3 à 3,5
A absorption – à un étage	0,5
A absorption – à deux étages	0,7
Réfrigération à éjection de vapeur	0,2 à 0,3

**Tableau 14:** Valeurs du rendement saisonnier typique du système de production de froid en fonction du type du système de production du froid [51]

### Enveloppe du bâtiment

L'amélioration de la qualité thermique d'une infrastructure offre la possibilité d'obtenir les meilleurs résultats en réduisant l'apport de chaleur afin de contenir le besoin à l'énergie. [32]. La résistance thermique de l'enveloppe du bâtiment est un facteur important dans notre étude et il influence la demande d'énergie due aux besoins du système CVCA. Les éléments de façade qui composent l'enveloppe du bâtiment sont les murs, les fenêtres, les portes et les

toits. Nous essaierons d'optimiser la résistance thermique de chaque élément pour minimiser le transfert d'air entre le milieu extérieur et le milieu intérieur.

Nous saisissons d'abord les éléments descriptifs des parois du bâtiment, y compris les fenêtres, les portes, les murs et les toits. Tous les éléments dépendent des propriétés internes de leurs matériaux. On entre d'abord la surface des portes, des fenêtres et des murs, en  $m^2$  selon leurs directions (Nord, Sud, Ouest, Est).

Dans notre cas, les fenêtres sont mises en place par un simple vitrage, tandis que les portes sont exécutés par double vitrage. En guise de solution, nous conseillons de mettre un triple vitrage pour les fenêtres et les portes ce qui nous permettra de réduire la valeur du coefficient de transfert thermique à 2,2 (voir tableau 11). Pour inclure les dépenses due aux nouveaux vitrages, on a fait des recherches sur le marché français et on a conclu les prix relatifs aux triples vitrages vaut  $692\$/m^2$ . On a multiplié la somme des surfaces des fenêtres et des portes par le prix par  $m^2$ . Les surcoûts d'investissements supplémentaires des portes et des fenêtres valent  $277851\%$  (voir Figure 58).

Ensuite, nous passons à la simulation des façades de murs, nous désignons les surfaces des murs suivant leur orientation. Le système calcule la surface brute du mur à l'exclusion de la surface des fenêtres et des portes. La valeur de U ou  $\lambda$  des murs est de  $3,39 W/m^2.C^\circ$  et afin d'augmenter la qualité thermique du bâtiment, il est nécessaire d'essayer de diminuer sa valeur. Pour ce faire, nous recommandons l'installation typique d'une isolation réalisée de l'extérieur par plâtre isolant.

Les murs du bâtiment sont exécutés avec du béton solide. Pour améliorer la résistance thermique, nous ajoutons une couche de bois tendre solide de 140 mm, un panneau dur de 100 mm et un enduit de ciment de 12 mm. Comme le montre la Figure 59, le système calculera la nouvelle valeur du coefficient thermique  $\lambda$  et nous concluons comme valeur  $0,585 W/m^2.C^\circ$ . Nous simulons ces données dans le cas proposé pour une valeur  $U = 0,585 (W/m^2.C^\circ)$  et ici nous générons un mur très bien isolé. Les nouveaux murs se composent de bois massif d'épaisseur 140mm au coût unitaire de  $16,68 \$CAD/m^2$ , des panneaux de fibres

d'épaisseur 10mm au coût unitaire de 10,88 \$CAD/m<sup>2</sup> et l'enduit au ciment d'épaisseur de 12mm au coût unitaire de 46,15 \$CAD/m<sup>2</sup> (Tableau 15).

Enveloppe du bâtiment		Cas de référence				Cas proposé			
Nord du bâtiment	°	0				0			
Horaire		Bureaux - Cas de référence				Bureaux - Cas proposé			
Surcoûts à l'investissement	\$					100			
		Nord	Est	Sud	Ouest	Nord	Est	Sud	Ouest
<input checked="" type="checkbox"/> Murs									
Surface	m <sup>2</sup>	278	448	226	452	278	448	226	452
Surface nette	m <sup>2</sup>	105	379	135	383	105	379	135	383
Valeur U	(W/m <sup>2</sup> )/°C	3,39	3,39	3,39	3,39	0,585	0,585	0,585	0,585
Surcoûts à l'investissement	\$					73 857			
<input checked="" type="checkbox"/> Fenêtres									
Surface	m <sup>2</sup>	173,4	61,84	79,04	68,64	173,4	61,84	79,04	68,64
Valeur U	(W/m <sup>2</sup> )/°C	4,95	4,95	4,95	4,95	2,2	2,2	2,2	2,2
Coefficient d'apport de rayonnement solaire		0,66	0,66	0,66	0,66	0,59	0,59	0,59	0,59
Surcoûts à l'investissement	\$					264 911			
<input type="checkbox"/> Ombrage - période d'utilisation									
<input checked="" type="checkbox"/> Portes									
Surface	m <sup>2</sup>	0	7,2	11,5	0	0	7,2	11,5	0
Valeur U	(W/m <sup>2</sup> )/°C	0	4,8	4,8	0	0	2,2	2,2	0
Surcoûts à l'investissement	\$					12 940			
<input checked="" type="checkbox"/> Toit									
Surface	m <sup>2</sup>	2 526				2 526			
Valeur U	(W/m <sup>2</sup> )/°C	0,4184				0,4184			
Surcoûts à l'investissement	\$					0			
<input type="checkbox"/> Puits de lumière									

**Figure 56:** Optimisation des murs, des fenêtres et des portes

Composante d'isolant	Prix	Référence
Bois massif	16,68 CAD/m <sup>2</sup>	<a href="https://www.leroymerlin.fr">https://www.leroymerlin.fr</a>
Panneaux de fibre dus	10,88 CAD/m <sup>2</sup>	<a href="https://www.sambois.com">https://www.sambois.com</a>
Enduit au ciment	46,15 CAD/m <sup>2</sup>	<a href="https://www.materielectrique.com">https://www.materielectrique.com</a>

**Tableau 15:** Prix relatifs à chaque composante des nouveaux murs

On multiplie la somme des surfaces nettes des murs, calculées par le logiciel, par la somme des prix de chaque composant et donc on conclut les surcoûts supplémentaires d'investissements pour des murs de 73857\$.

Caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment

Description **Caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment**

Note

---

Caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment

Type **Mur - au-dessus du sol**

Unités **m<sup>2</sup> - °C/W** Valeur R

Description	Couche	Épaisseur mm	Conductivité W/m - °C	Résistance m <sup>2</sup> - °C/W
Coefficient de transmission de surface extérieure				0,030
- Béton plein	1	200	0,650	0,308
- Bois massif	2	140	0,120	1,167
- Panneaux de fibres durs - haute densité	3	10	0,150	0,067
- Enduit au ciment	4	12	0,700	0,017
Coefficient de transmission de surface intérieure				0,120
Valeur R - nominale			m <sup>2</sup> - °C/W	1,708
Valeur U - nominale			(W/m <sup>2</sup> )/°C	0,585

**Figure 57:** Description des nouveaux murs

Pour les toitures, la conductivité thermique et les performances d'isolation thermique sont les meilleures. Dans ce cas, la couche d'isolation supplémentaire n'aura pas d'effet significatif. On indique les surcoûts d'investissements dans ce cas de 0\$ puisque nous n'avons pas de solution pour l'améliorer.

Enfin, pour l'infiltration naturelle de l'air, la surface intérieure est de 3548 m<sup>2</sup>, et la hauteur du rez-de-chaussée et du premier étage est de 2,8 m chacun, soit un volume de 14145 m<sup>3</sup>. Le taux de renouvellement moyen de l'air est de 0,8 ca/h (changement d'air par heure). Après avoir isolé les façades du bâtiment, notre système devient étanche ce qui réduit le renouvellement d'air moyen à 0,2 ca/h (voir Tableau 16), économisant ainsi 78% de consommation d'énergie. Comme coûts d'investissement supplémentaires, nous utilisons la valeur moyenne suggérée par le système qui est de 3 000 \$.

Étanchéité de l'enveloppe du bâtiment	Taux moyen de renouvellement d'air ca/h
Non étanche	1 à 2
Moyen	0,6 à 1
Étanche	0,2 à 0,6

**Tableau 16:** Taux moyens de renouvellement d'air en fonction de l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment

Infiltrations naturelles d'air			
Méthode	Taux de renouvellement d'air		
Volume	m <sup>3</sup>	14 145,6	14 145,6
Taux de renouvellement d'air	ca/h	0,8	0,2
Infiltrations naturelles d'air	m <sup>3</sup> /h	11 316	2 829
Surcoûts à l'investissement	\$		3 000
Surcoûts à l'investissement - total	\$		3 100
Économies d'exploitation et entretien	\$		
Nbre de bâtiments ayant la même enveloppe		1	1
Choix du système		Chaleur et froid	Chaleur et froid
Système de production de chaleur		Chauffage urbain	chauffage urbain
Chaleur	kWh	251 082	54 024
Système de production de froid		Refroidissement urbain	Refroidissement urbain
Froid	kWh	284 204	204 729
			Énergie économisée
			197 058
			78,5%

**Figure 58:** Simulation d'infiltration naturelle d'air

## Éclairage

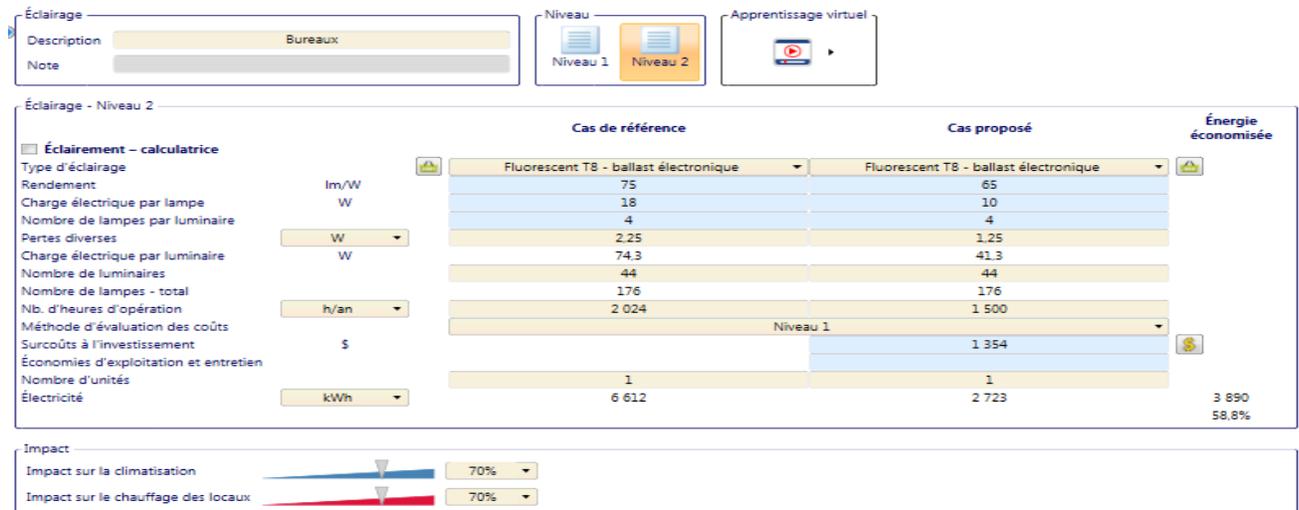
L'éclairage est l'une des dépenses majeures dans l'étude de l'efficacité énergétique d'une infrastructure. Nous faisons d'abord entrer toutes les données des lampes pour le cas de référence sur RETScreen Expert (RE). Ensuite, nous remplaçons les lampes avec d'autres de moindre puissance électrique (W), plus haute efficacité de l'éclairage (lm/W) et une durée de vie optimale. Dans notre étude de cas différents types de lampes sont utilisés, chacun avec une fiche technique détaillée, y compris les cas de référence du bâtiment et des cas proposés (voir Annexe 2-1).

Afin d'inclure les surcoûts d'investissements, nous recherchons le prix des lampes nouvellement installée et le transformons en dollars canadiens (voir le Tableau 17). Chaque prix est multiplié par le nombre total des lampes de chaque type. Nous avons pu obtenir les surcoûts d'installations d'une nouvelle lampe pour l'inclure dans l'étude, et toutes ces étapes successives ont été simulées comme le montrent les figures en Annexe 3-3. Enfin, nous proposons d'installer des systèmes automatiques tels que des détecteurs de présence et des cellules photosensibles qui assureront une rentabilité supérieure des dépenses d'éclairage et un surcoût d'investissement moyen de 5000\$ .

Puissance des lampes	Prix	Référence
Tube fluorescent L10/827 10W	7,75 \$/lampe	<a href="http://www.ruedesampoules.com/">www.ruedesampoules.com/</a>
Tube fluorescent 7W	12,5 \$/lampe	<a href="http://www.led-flash.fr">www.led-flash.fr</a>
Tube LED 20W	36,92 \$/lampe	<a href="http://www.dalleled.fr">www.dalleled.fr</a>

Iodure métallique 150W	64,01 \$/lampe	www.materielectrique.com/
Lampe fluo compacte 14 W	9,68 \$/lampe	www.ruedesampoules.com/
Lampe fluo compacte 21W	6,88 \$/lampe	www.eclairage-pro.fr/
Lampe à incandescence 30W	11\$/lampe	www.svetila.com/
Lampe halogène 35W	4,64 \$/lampe	www.ruedesampoules.com/
Lampe Lino S19 LED 4W	15,75 \$/lampe	www.cdiscount.com/

**Tableau 17:** Prix relatifs aux lampes du cas proposé



**Figure 59:** Éclairage des salles des bureaux

## Équipements électriques

Dans chaque université, les besoins en équipements électriques sont divers et peuvent varier significativement d'une situation à l'autre.

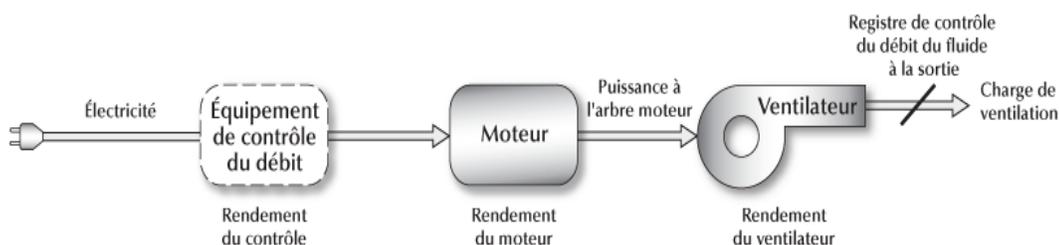
Après avoir préalablement indiqué tous les types d'équipements électriques et les caractéristiques relatifs de chacun (quantité, charge électrique, durée de fonctionnement, pourcentage d'utilisation, etc.), nous avons fait une simulation détaillée des équipements sur le logiciel RE. Des économies d'énergie sont générées par la réduction des heures d'ouverture de l'université telle que présentée dans la section « Carburants et horaires ». Ensuite, il est suggéré d'installer plusieurs prises dans les locaux avec interrupteur sans fil, afin de réduire les pertes d'énergie dues à la consommation électrique du mode veille de ces équipements par un surcôt approximatif de 5000\$ (voir Annexe 3-4).

## Les installations du système CVCA

Nous introduisons les données des moteurs des ventilateurs, soit la capacité du moteur, le rendement et le facteur de charge des ventilateurs sachant que nous travaillons avec des ventilateurs pales inclinées vers l'avant avec un rendement de 60%. Dans le cas proposé et comme solution, on procède à un changement du type de débit réalisé par les ventilateurs de "constant" à "variable", ce qui réduira la demande d'électricité de plus de 50% (voir Annexe 3-5).

Équipements électriques		Cas de référence				Cas proposé				Surcoûts à l'investissement
Description	Quantité	Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %	Quantité	Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %	\$	
CTA	2	8 760	4 500	80%	2	8 000	4 500	80%	0	
Extracteurs	1	8 760	22 000	80%	1	8 760	22 000	80%	0	
<b>Total</b>									0	
Surcoûts à l'investissement	\$	Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée				
Économies d'exploitation et entretien	\$			0						
Électricité	kWh	217 248		211 776	5 472		2,5%			

**Figure 60:** Simulation des équipements de ventilation

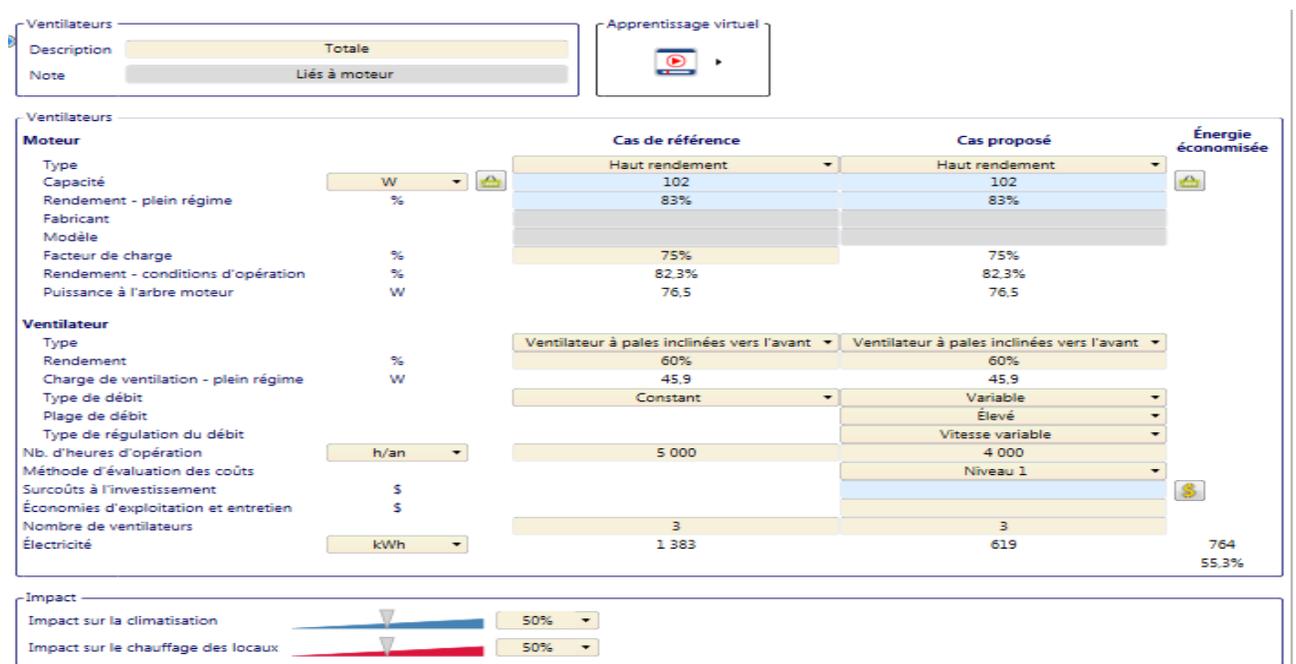


**Figure 61:** Fonctionnement d'un système moteur-ventilateur

Nous passons à la simulation des équipements auxiliaires de chaufferie. Les principaux dispositifs auxiliaires avec lesquels nous coopérons pour le chauffage et la climatisation sont dans notre cas les pompes de circulations et les pompes de recyclages. On commence par la saisie des paramètres relatifs au moteur qui fait fonctionner la pompe, en fonction des

caractéristiques techniques des pompes (type de rendement moteur, puissance moteur, facteur de charge du moteur; voir Annexe 2 pour plus de détails).

On introduit après les paramètres relatifs aux pompes, leur rendement, leur type de débit et leur nombre d'heures d'opération. Après avoir saisi ses données, on suggère pour le cas proposé et comme solution afin de minimiser l'utilisation de l'électricité, de changer le type du débit de la pompe de « Constant » dans le cas de référence à « Variable » ce qui va nous mener à réaliser des économies d'énergies moyennes de 45 % pour toute les pompes installées destinées au chauffage ou à la climatisation (voir Annexe 3-5).



**Figure 62:** Simulation des ventilateurs

## 5.4 ANALYSE DES RESULTATS

Les mesures d'efficacité énergétique (isolation thermique, changements des lampes, modification des heures d'opération, etc.) proposées permettent de faire des économies sur les frais énergétiques et de réduire les émissions de GES.

Le système d'éclairage comporte plusieurs mesures d'économie d'énergie: le remplacement des lumières utilisées, la réduction du calendrier d'occupation du bâtiment et l'installation de détecteurs de présence et de cellules photosensibles dans les salles à un prix approximative d'investissement de 33813\$. Nous avons enregistré une réduction de la consommation énergétique de 34 747 kWh, nous avons économisé 6 755 \$ de carburant en 5 ans, ce qui semble rentable pour notre projet (voir annexe3-6).

**Abonné : UQAR - Usage Éducatif Uniquement**

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	Coûts économisés en combustible	Économies d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Éclairage</b>								
Bureaux			3 890	1 354	756	0	1,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Sanitaire			192	807	37,2	0	21,7	<input checked="" type="checkbox"/>
Salle 1			18 794	24 990	3 654	0	6,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Salle 2			1 291	849	251	0	3,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 1			2 763	576	537	0	1,1	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 2			1 597	1 969	311	0	6,3	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 3			607	252	118	0	2,1	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 4			418	68,8	81,2	0	0,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 1			3 430	922	667	0	1,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 2			156	58,1	30,4	0	1,9	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 3			77,3	22	15	0	1,5	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 4			737	205	143	0	1,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 5			149	126	28,9	0	4,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 6			647	1 615	126	0	12,8	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>			<b>34 747</b>	<b>33 813</b>	<b>6 755</b>	<b>0</b>	<b>5,0</b>	

**Figure 63:** Économies en électricité, retour simple, couts économisés du système d'éclairage

Pour la ventilation du bâtiment, le fait de rendre le système du contrôle de ventilateur et d'air variable a diminué la consommation de 70 % et on a pu économiser 3390 \$. Le retour simple est immédiat dans ce cas.

**Abonné : UQAR - Usage Éducatif Uniquement**

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	Coûts économisés en combustible	Économies d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Ventilation</b>								
Totale	35 280	-8 184		0	3 390	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>	<b>35 280</b>	<b>-8 184</b>		<b>0</b>	<b>3 390</b>	<b>0</b>	<b>Immédiat</b>	

**Figure 64:** Résultats des économies dues aux ventilateurs

Les mesures effectuées sur l'enveloppe du bâtiment tel que l'isolation par l'extérieur étaient coûteuses compte tenu des matériaux utilisés et de leur composition. On a pu réaliser une économie de 30302\$ de cout mais le retour d'investissement est relativement long, 11,7 ans (voir Annexe 3).

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	Coûts économisés en combustible	Économies d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Enveloppe du bâtiment</b>								
Totale	230 286	85 037		354 808	30 302	0	11,7	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>	<b>230 286</b>	<b>85 037</b>		<b>354 808</b>	<b>30 302</b>	<b>0</b>	<b>11,7</b>	

**Figure 65:** Résultats d'économie enregistrée par l'enveloppe du bâtiment

L'horaire diminuée d'occupation du bâtiment et l'installations des prises multiples dans les locaux avec interrupteur sans fil sont parmi les mesures d'efficacité énergétique adaptées aux équipements et ont enregistré des surcoûts d'investissement de 5000\$ et des coûts économisés de 5170\$ ce qui donne un retour simple presque égale à une année ce qui très bon.

Abonné : UQAR - Usage Educatif Uniquement

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	Coûts économisés en combustible	Économies d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Équipements électriques</b>								
Bureaux			6 493	5 000	1 262	0	4,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuisine			5 547	0	1 078	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Eau chaude sanitaire			1 625	0	316	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire			7 458	0	1 450	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Ventilation			5 472	0	1 064	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>			<b>26 595</b>	<b>5 000</b>	<b>5 170</b>	<b>0</b>	<b>1,0</b>	

**Figure 66:** Résultats des économies dues aux équipements électriques

Les modifications que nous avons fait pour les pompes et les ventilateurs dans le projet était de changer la gestion du débit d'une vitesse « constante » à une vitesse « variable ». Cela nous donne un simple retour sur investissement immédiat, ce qui est très bon dans notre cas.

Abonné : UQAR - Usage Educatif Uniquement

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	Coûts économisés en combustible	Économies d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Pompes</b>								
Pompe double			1 262	0	245	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			841	0	164	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			242	0	47	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			579	0	112	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe de recyclage			2 164	0	421	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe de recyclage			494	0	96	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Total</b>			<b>5 582</b>	<b>0</b>	<b>1 085</b>	<b>0</b>	<b>Immédiat</b>	

**Figure 67:** Résultats des économies dues aux pompes de chauffage et de climatisation

Le résultat global des mesures d'efficacité énergétique est affiché en entier en Annexe 3-7. Comparativement au cas de référence, 67 000 kWh d'énergie sont économisés pour une réduction annuelle des coûts en énergie de 47 374 \$. L'investissement total permettant d'atteindre ces économies est 393 622 \$, avec une période de récupération moyenne de 8 ans et une réduction remarquable de plus de 50 % des émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) (voir Annexe 3-6).



## CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce rapport présente une étude d'efficacité énergétique qui vise à étudier les solutions de diminution de la consommation électrique de l'École Nationale Supérieure des Mines d'Alès (France). Pour atteindre cet objectif, plusieurs solutions, visant l'ensemble des composantes énergétiques du bâtiment, ont été étudiées. La gestion d'éclairage, l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, l'optimisation du chauffage, climatisation et ventilation, etc. sont tous des points que nous avons essayé d'améliorer pour rendre l'établissement moins énergivore. Pour l'éclairage, on a installé des installations comme les détecteurs de présence et on a modifié les lampes existantes par des lampes consommant moins d'électricité et plus performants. Pour l'isolation thermique, on a opté pour l'exécution d'une isolation typique à l'extérieur par enduit isolant. Ceci permet d'augmenter la qualité thermique du bâtiment et de minimiser les besoins des systèmes CVCA. Pour les équipements électriques, l'horaire d'occupation modifié du bâtiment va diminuer leurs charges. Nous avons aussi suggéré des installations tel que des prises multiples dans les locaux avec interrupteur sans fil afin de réduire les pertes d'énergie due à la consommation électrique du mode en veille de ces équipements. Les installations ayant une possibilité de changement de débit comme les pompes par exemple, on a fait un changement de débit optimal pour réduire leur consommation.

Pour conclure, il faut rappeler que l'étude d'efficacité énergétique d'un bâtiment est une étape primordiale car non seulement elle permet de réaliser des économies d'énergie, de réduire les couts d'électricité et ainsi de transformer une charge en un actif amortissable, mais aussi pour son impact écologique. Toutes les démarches visent à réduire l'empreinte carbone, et utiliser des sources d'énergie vertes et durables.



## *Références*

- [1] M. P. i. P. Ouhrouche, Circuits électriques: méthodes d'analyse et applications, Presses internationales Polytechnique, 2008.
- [2] E. P. I. & C. C. P. Spunei, The experimental determination of the luminous flux emitted by a few types of lighting sources., IOP Conference Series: Materials Science and Engineering , 2017.
- [3] A. K. R. Choudhury, "Characteristics of light sources. Principles of Colour and Appearance Measurement," 2014.
- [4] S. Coyne, Lamp Efficacy, Lumen Maintenance, Lamp Life and Measurement Uncertainties.
- [5] "Pompe de circulation," [Online]. Available: <https://www.climamaison.com/lexique/pompe-de-circulation.htm>.
- [6] "Exemple de calcul d'une pompe de recyclage," [Online]. Available: <https://energieplus-lesite.be/ameliorer/chauffage12/chauffage-central-a-eau-chaude/exemple-de-calcul-d-une-pompe-de-recyclage>
- [7] Q. Mauguit. [Online]. Available: <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-facteur-charge-13639/#:~:text=Le%20facteur%20de%20charge%20en%20%C3%A9lectricit%C3%A9,nominale%20pendant%20la%20m%C3%A9t%20p%C3%A9riode..>
- [8] B. Kawtar, "Développement d'une approche décisionnelle multicritère pour le choix d'un système énergétique renouvelable à implanter dans les sites isolés," Rimouski, 2017.
- [9] C. Henri, Perspectives d'énergie 2050 vision du paysage énergétique mondiale 2050, Connaissance des énergies, 2018.
- [10] D. Maël, Perspectives d'énergie 2050 vision du paysage énergétique mondiale 2050, Connaissance des Énergies, 2018.
- [11] M. B. HASSINE, "Développement d'une approche pour l'utilisation optimale de la simulation énergétique en amont du processus de conception," 2015.

- [12] A. ABROUG and M. JDIDI, "Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment en Tunisie," Hammamet, Tunisie, 2018.
- [13] A. BENSENOUCI, "Étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide du logiciel de simulation DOE-2E," 2006.
- [14] Rolland Larochelle, Agence de l'efficacité énergétique du Québec ; institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie IEPF , Quebec , Canada.
- [15] Le diagnostic énergétique d'un bâtiment, institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie.
- [16] A. CHAALEL, VERS UNE ECONOMIE DES ENERGIES DANS LES EQUIPEMENTS PUBLIQUES, LE CAS DES EQUIPEMENTS DE SANTE., 2017.
- [17] T. d. MAZANCOURT, IMT MINES ALÈS RAPPORT D'ACTIVITÉ 2018, Ales, France, 2018.
- [18] "RETScreen Clean Energy Management Software," [Online]. Available: [https://energypedia.info/wiki/RETScreen\\_Clean\\_Energy\\_Management\\_Software](https://energypedia.info/wiki/RETScreen_Clean_Energy_Management_Software) .
- [19] "World Energy Consumption, 1965-2018," [Online]. Available: [https://transportgeography.org/?page\\_id=5865](https://transportgeography.org/?page_id=5865).
- [20] "Projections de l'EIA d'ici 2040 : l'évolution des sources d'énergie," [Online]. Available: <https://www.connaissancedesenergies.org/vers-une-hausse-majeure-de-la-consommation-mondiale-denergie-160519> .
- [21] H. CHENAILLER, "L'efficacité d'usage énergétique: pour une meilleure gestion de l'énergie électrique intégrant les occupants dans les bâtiments," 2012.
- [22] A. Sohi, "L'efficacité énergétique au Canada ; Rapport au parlement en vertu de l'efficacité énergétique," 2017-2018.
- [23] S. Gasser and D. Tschudy, "L'éclairage intérieur: Efficacité énergétique de l'éclairage," energieeffizienz, Janvier 2013. [Online]. Available: [www.energieeffizienz.ch > dam > ratgeber > Beleuchtung\\_fPDF](http://www.energieeffizienz.ch/dam/ratgeber/Beleuchtung_fPDF).
- [24] Guide de référence de l'éclairage, Ressources naturelles Canada.

- [25] N. Mehalaine, Étude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques, 2018.
- [26] P. E. MOLDVAR, "Module 4 : Sources artificielles de lumière» [notes fournies dans le cours E314 : Principe d'éclairagisme".
- [27] Remplacé par [41]"Manuel pratique de l'éclairage : Votre ouvrage de référence compact," [Online]. Available: <https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/FR/Lichthandbuch.pdf>.
- [28] "Cable matic day," [Online]. Available: <https://cablematic.com/fr/produits/potentiometre-avec-gradateur-de-lumiere-blanche-EU037/>.
- [29] A. moussa, " Etude et réalisation d'une Commande automatique de Surveillance d'un système d'alarme," 2015-2016.
- [30] "Détecteur de présence," [Online]. Available: <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-detecteur-presence-10638/>.
- [31] W. Sanial, "Traité d'éclairage," Cépadués éditions, 2005.
- [32] S. Pouffary and G. Delaboulaye, Efficacité énergétique des bâtiments existants en régions tropicales, Tome 2 , Guide du bâtiment durable en régions tropicales, 2016.
- [33] Remplacé par [43]"Décteur multicapteurs double optique thermique interactif IQ8Quad O2T," [Online]. Available: <https://www.esser-systems.com/fr/produits/details/systemes-adressables/detecteurs-iq8quad/802374f-detecteur-multicapteurs-double-optique-thermique-interactif-iq8quado2t/?prod=7000095>.
- [34] "Guide de référence de L'ÉCLAIRAGE," Ressources naturelle du Canada , 2005. [Online]. Available: [https://moodle.polymtl.ca/pluginfile.php/354008/mod\\_resource/content/1/Guide%20de%20reference%20eclairage%20Ressources%20naturelles%20Canada.pdf](https://moodle.polymtl.ca/pluginfile.php/354008/mod_resource/content/1/Guide%20de%20reference%20eclairage%20Ressources%20naturelles%20Canada.pdf).
- [35] S. DAICH, Simulation et optimisation du système light shelf sous des conditions climatiques spécifiques, Cas de la ville de Biskra, Université Mohamed Khider Biskra., 2011.

- [36] "Persienne," [Online]. Available: <https://www.decosurfaces.com/fr/categorie/decoration-interieure/habillage-de-fenetre/persienne/105-101-26-persienne.html>.
- [37] S. Pouffary and G. Delaboulaye, "Stratégies de conception des nouveaux bâtiments en régions tropicales, Tome 1 , Guide du bâtiment durable en régions tropicales," Decembre 2015.
- [38] Guide technique pour le chauffage , la ventilation et la climatisation, Agence marocaine pour l'efficacité énergétique .
- [39] "série TFK plafonds froids," [Online]. Available: [https://www.koolair.com/wp-content/pdf/cat/TFK\\_fr.pdf](https://www.koolair.com/wp-content/pdf/cat/TFK_fr.pdf).
- [40] "GUIDE LE PLANCHER CHAUFFANT/RAFRAICHISSANT," [Online]. Available: [https://www.desenfans.com/media/wysiwyg/pdfs/Guide\\_du\\_plancher\\_chauffant\\_rafraichissant.pdf](https://www.desenfans.com/media/wysiwyg/pdfs/Guide_du_plancher_chauffant_rafraichissant.pdf).
- [41] F. Chaumeix, "Enveloppe et Qualité d’Air Intérieur," Fondation EFB , 29 octobre 2010. [Online]. Available: <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/3486/3486-enveloppe-qualite-air-interieur.pdf>.
- [42] "Transferts thermiques 1," [Online]. Available: <http://ilm-perso.univ-lyon1.fr/~asmiguel/teaching/Thermodynamique/thermo10.pdf>.
- [43] "Pour une sensation de bien-être totale !," 2018.
- [44] M. Abdellah and D. Benjamin, "Projet d’application : optimisation d’énergie dans le bâtiment de l’UQAR," Rimouski, 2019.
- [45] P. BEAUDOIN, "Analyse prédictive et comparative de la production énergétique d'une centrale éolienne autonome en site éloigné à l'aide du logiciel d'analyse de projet en énergies renouvelables, Retscreen International," Rimouski, 2007.
- [46] C. Yaoundé, "Développer les compétences pour accélérer le déploiement des énergies renouvelables : Renforcement des capacités professionnelles en RETScreen Expert pour l’analyse de projets d’énergie propre," 17-19 avril 2018. [Online]. Available: <https://www.globalelectricity.org/content/uploads/RETScreen-presentations-in-French.pdf>.

- [47] "Retscreen Expert".
- [48] M. ANGEL, "IMT Mines Alès veut accélérer l'innovation à Toulouse et ailleurs," 05 02 2019. [Online]. Available: <https://www.industrie-techno.com/article/imt-mines-ales-veut-accelerer-l-innovation-a-toulouse-et-ailleurs.54895>.
- [49] "IMT Mines Alès - ENSCM : le Forum entreprises a lieu à Montpellier le 15 novembre," 21 09 2018. [Online]. Available: <https://www.lalettrem.fr/actualites/imt-mines-ales-enscm-le-forum-entreprises-lieu-montpellier-le-15-novembre>.
- [50] B. Abderrahmane, "ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT," Université Constantine 1, Constantine, 2012-2013.
- [51] [Online]. Available: <http://www.retscreen.net>.



## *ANNEXES*

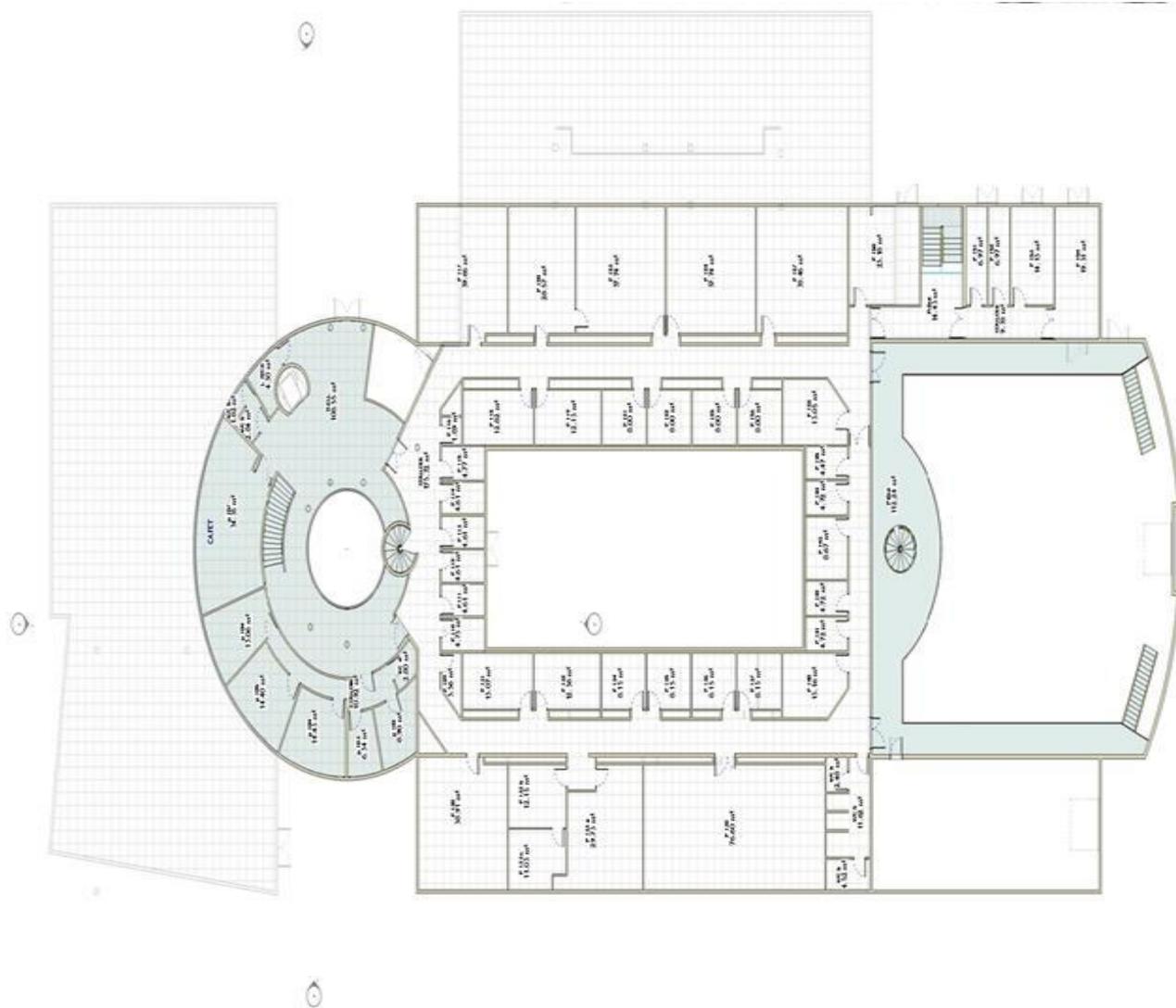
### **ANNEXE 1 : DOCUMENTS RELATIFS A LA STRUCTURE (PLANS D'INFRASTRUCTURE, SURFACES DES ZONES)**

#### **1. VUE PRINCIPALE ET ARRIERE DE L'INFRASTRUCTURE**





## 3. PLAN INTERNE DU 1ER ETAGE



## 4. SURFACES DES ESPACES INTERNES

Nom du local	Surface du local en m2	NOM DE L'OCCUPANT N° 1	NOM DE L'OCCUPANT N° 2
Accueil	11		
Transfo	17		
TGBT	15		
Stock	15		
Technique	14		
Chaufferie	28		
Stock produits chimiques	23		
R 100 Hall accueil	116,78		
P 001 (accueil)	3	Catherine BALIEU	
P 000 couloir secrétariat	7,3		
P 002	29,28	Andrée TERRAS	Elisabeth SANSOT
P 003	21,33	Nicolas AKIL	Sébastien PINEL
P 004 sanitaire	4,34		
P 005 réserve	11,27		
P 006 sanitaire	20,15		
P 007 Salle de cours	39,93	Salle de cours	
P 008 Salle de cours	101,8	Salle de cours	
P 009 Salle de cours	43,42	Salle de cours	
P 010 a Salle TP	101,91	Salle de cours	
P 010 b Salle de cours	76,93	Salle de cours	
P 011	7,77	vide	
P 012	8,64	Francois CELLE	
P 014	9,73	vide	
P 000 Couloir enseignement	40,81		

P 013 a Infirmierie	16,19		
P 013 b sanitaire	2,64		
P 020	13,5	Noemie FAYOL	Guillaume ARTIGUE
P021	3,63	Reserve	
P 022	13,07	Liming LIN	
P 023	8,15	Christine BLACHERE LOPEZ	
P 024a	10,77	Anne Johannet	
P 024b	10,77	Ingrid BAZIN	
P 025 a	124,94	Labo	
P 025 b	11,84	Labo	
P 025 c	100,31	Laboratoire	
P 026	12,68	Jean Rgis DEGORCE DUMAS	
P 027 reserve	7,61		
P 028	35,94	Laboratoire	
P 029	30,75	Laboratoire	
P 030	30,42	Laboratoire	
P 031	12,9	Salles des balances	
P 032 reserve	8,03	Produit chimique	
P 033 reserve	8,03	Produit chimique	
P 034	28,84	Laboratoire	
P035	26,27	Laboratoire	
P036	15,02	Local ménage	
SAS Entree exterieure	4,37		
P 000 Hall + Escalier	22,08		
P 000 Chambre froide	11,11		
P040	13,5	David SALZE	Yao KOUADIO
P 041 reserve	3,71		
P 042	40	Laboratoire	
P 043	13,07	Alexis EVSTRATOV	
P 044	8,15	Marc VINCHE	

P 045	37,76	Laboratoire	
P 046	75,94	Laboratoire	
P 047	8,15	Ledoux VALENTIN	
P 048	8,15	Thesard	
P 049	12,36	Thierry VINCENT	
P 050	16,01	Eric GUIBAL	
P 051 Sanitaire	19,75		
P 052	10,57	Réserve	
P 053	4,72	Thesard	
P 054	4,72	Thesard	
P 055	8,67	Liouonel SABOURIN	
P 056	4,72	Thesard	
P 057	4,47	Alienor CHAUVIN	
P 060 Halle	406,83	Halle	
P 061	100	Halle	
P 062 atelier	14,25		
P 063 r	12,46	Réserve	
P 000 Circulations laboratoires	176,99		
Bunker	21		
niche à gaz 1	9,09		
niche à gaz 2	9,09		
niche à gaz 3	3,69		
P 100 Hall Patio	108,55		
P 101 à P 106 Couloir	10,92		
P 101 Sanitaire	2,8		
P 102	8,9	Thesard	
P 103	6,34	Thesard	
P 104	14,43	Thesard	
P 105	14,4	Thesard	
P 106	13,06	Thesard	
P 107	34,35	Thesard	

P 108 Local technique	4,3		
P 109 Local technique	3,36		
P 110	4,73	Thesard	
P 111	4,61	Thesard	
P 112	4,61	Thesard	
P 113	4,61	Thesard	
P 114	4,61	Thesard	
P 115	4,77	Thesard	
P 116	1,86	Réserve	
P 117	39,66	Laboratoire	
P 118	12,82	Catherine GOZALEZ	
P 119	12,13	Guillaume JUNQUA	
P 120	28,57	Laboratoire	
P 121	8	Spinelli Sylvie	
P 122	8	Muriel AVEZAC	
P 123	37,74	Laboratoire	
P 124	37,74	Laboratoire	
P 125	8	Miguel LOPEZ FERBER	
P 126	8	Sandrine BAYLE	
P 127	38,46	Laboratoire	
P 128	13,05	Luc MALHAUTIER	
P 130	39,24	Laboratoire	
P 131	13,07	Jean Luis FANLO	
P 132	12,36	Jean Michel GUILLOT	
P 133 a	29,73	Laboratoire	
P 133 b	12,15	Laboratoire	
P 133 c	11,03	Laboratoire	
P 134	8,15	Marianne GABIROT	
P 135	8,15	Evelyne TOURAUD	
P 136	8,15	Marion FAGES	
P 137	8,15	Stephan CARIOU	
P 138	76,71	Laboratoire	

P 139 Sanitaire	18,82	
P 140	13,16	Thesard
P 141	4,72	Thesard
P 142	4,72	Pascale MONTEER
P 143	8,67	Janick ROCHER
P 144	4,72	Thesard
P 145	4,47	Thesard
P 150	23,18	Laboratoire
P 100 Circulations	14,43	
P 151	6,97	Laboratoire
P 152	6,97	Laboratoire
P 153	14,13	Laboratoire
P 154	19,31	Laboratoire
P 060 Passerelle	112,24	
P 100 Circulations des laboratoires	175,72	
Surface globale		3547,57m <sup>2</sup>



## Fiche de données produit

### L 18 W/840

LUMILUX T8 | Tubes fluorescents 26 mm, culot G13



- / / / Public buildings / Office lighting / Industry / Shopping / Supermarkets and department stores / Street lighting / Outdoor applications only in suitable luminaires

- / / Proven lamp technology / Good economy thanks to high efficiency / Available in many different light colors (2,700...8,000 K) for various applications
- Product features: Very good lumen maintenance: 90 % throughout the service lifetime of the lamp / Good color rendering group: 88 (Ra: 90...89) / Dimmable / Top-quality three-band phosphor: LUMILUX / Product benefits: Proven lamp technology / Good economy thanks to high efficiency / Available in many different light colors (2,700...8,000 K) for various applications / Areas of application: Public buildings / Office lighting / Industry / Shopping / Supermarkets and department stores / Street lighting / Outdoor applications only in suitable luminaires / System guarantee: OSRAM System® Guarantee in combination with OSRAM ECG / Safety advice: In case of lamp breakage: www.leadvance.com/brokenlamp / References / Links: For more information on the system guarantee and the terms and conditions of the guarantee visit: www.leadvance.com/system-guarantee



## Fiche de données produit

### Fiche technique

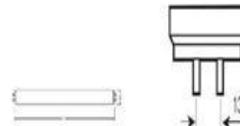
#### Données électriques

Tension nominale	57,0 V
Puissance nominale	18,00 W
Efficacité lumineuse HF 25 °C	Under certification by authority and standardisation body
Puissance nominale	18,00 W

#### Données photométriques

Efficacité lumineuse alimentation com.	75 lm/W
Ra indice de rendu des couleurs	88
Flux lumineux à 25 °C	1350 lm
Teinte de couleur	840
Rated color temperature	4000 K
Teinte de couleur ( désignation)	LUMILUX Cool White
Maintien flux lumineux à 2 000 h	0,95
Maintien flux lumineux à 4 000 h	0,92
Maintien flux lumineux à 6 000 h	0,91
Maintien flux lumineux à 8 000 h	0,90
Maintien flux lumineux à 12 000 h	0,88
Maintien flux lumineux à 16 000 h	0,90
Maintien flux lumineux à 20 000 h	0,88

#### Dimensions & poids



G13  
IEC 7004-51  
DIN 49553 T1

Diamètre du tube	26 mm
Longueur	590,0 mm
Longueur du culot hors pins	590,00 mm
Diamètre	26,0 mm

Diamètre maximum	26,0 mm
------------------	---------

#### Température

Flux max. selon temp. ambiante	35,0 °C
--------------------------------	---------

#### Durée de vie

Durée de vie	15000 h <sup>1)</sup>
Durée de vie	20000 h <sup>1)</sup>
Taux de survie à 2 000 h	0,99
Taux de survie à 4 000 h	0,99
Taux de survie à 6 000 h	0,99
Taux de survie à 8 000 h	0,90
Taux de survie à 12 000 h	0,70
Taux de survie à 16 000 h	0,43
Taux de survie à 20 000 h	0,50
Fréquence 50 Hz/60 Hz	HF
Durée de vie	20000 h

<sup>1)</sup> With power 15

#### Donnée produit supplémentaire

Culot ( désignation standard)	G13
Teneur en mercure	2,5 mg
Élimination appropriée et ODEE	Oui

#### Capacités

Gradable	Yes
Pour l'intérieur	Yes

#### Certificats & Normes

Classe d'énergie efficace	A
Consommation d'énergie	22 kWh/2000h

**LED** <sup>®</sup> **RUGGED PRODUCTS**  
**≡ ACTION** **FOR HARSH ENVIRONMENTS**

## LED Tri-Proof Light 40W

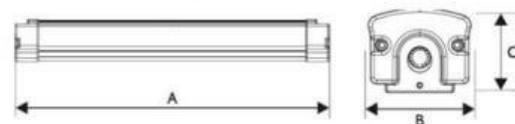


### Perfect Light for: Parking Places, Airports, Corridors, Galleries, and Supermarkets

<b>Product Name</b>	SL-A65F4-40-X
<b>Wattage</b>	40W
<b>Input Voltage</b>	100-240V / 277V
<b>Power Factor</b>	>0.88
<b>Cover</b>	Frosted / Striped
<b>CRI</b>	>80
<b>Lumen</b>	4000-4400 Lm
<b>End Cap</b>	White / Black / Silver Colour
<b>Dimmable</b>	Non-dimmable
<b>IP Grade</b>	IP65
<b>Lifespan</b>	50,000H
<b>Electrical</b>	Constant Current Driver
<b>Installing Method</b>	Wall / Ceiling / Suspending Installation
<b>Material</b>	6063 Aluminum + PC Cover + Aluminum Board
<b>Certificates</b>	TUV-GS, UL, DLC, ERP, CE certified, RoHS

#### Features:

- Unique Patent Design
- Water-Proof, Dust-Proof, Pressure Proof
- High Luminous Efficiency 100-115LM/W
- Maximum 3M Long for Single Product
- Excellent Heat Dissipation
- Convention Installation for linking in series
- Low Light Decay, L70 = 50,000 Hours
- High Impact Test, IK09
- Energy Saving up to 80%
- 5 Years Warranty



length	A		B		C
	Min.mm	Min.mm	Max.mm	Min.mm	
600	600	91	92	74	
1200	1200	91	92	74	
1500	1500	91	92	74	

## FICHE DE DONNÉES PRODUIT

### ST8U-EM 8 W/4000K 300 mm

SubstiTUBE U-Shape | Tubes LED en forme de U pour alimentation conventionnelle



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Éclairage urbain et de rue
- Industrielle

#### AVANTAGES PRODUITS

- Remplacement rapide, simple et sûr sans recâblage
- Les économies d'énergie allant jusqu'à 65 % (par rapport aux lampes fluorescentes T8 sur BC)
- Démarrage instantané, se combine idéalement des systèmes de détection
- Très haute résistance aux cycles de commutation (on/off)
- Également adapté pour fonctionner à basse température

#### CARACTÉRISTIQUES PRODUIT

- Alternative LED aux lampes fluorescentes classiques en forme de U T8 (double culot) dans les luminaires à alimentation conventionnelle
- Éclairage un filaire
- Sans mercure et conforme à RoHS
- Efficacité lumineuse élevée : jusqu'à 137 lm/W
- Durée de vie : jusqu'à 50 000 h
- Type de protection : IP20



#### FICHE TECHNIQUE

##### Données électriques

Puissance nominale	8,00 W
Tension nominale	220...240 V
Fréquence de fonctionnement	50...60 Hz
Puissance nominale	8,00 W
Intensité nominale	0,045 A
Type de culot	Culot à bornes (JC)
Nb maximal de lampes sur le dis 13 A (B)	170
Nb max de lampes sur le diposteur	170
Nb max de lampes sur le diposteur	170
Nb max de lampes sur le diposteur	170
Nb max de lampes sur le diposteur	170
Max. lampes. en circuit bank. 16 A (B)	170
Distorison harmonique totale	12,5 %
Courant d'appel	20 A
Facteur de puissance A	> 0,90

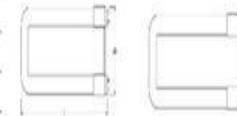
##### Données photométriques

Température de couleur	4000 K
Flux lumineux nominale	1100 lm
Flux lumineux	1100 lm
Flux résiduel en fin de vie nominal	0,70
Taille de couleur (dépigmentation)	Blanc froid
Temp. de couleur	4000 K
Flux lumineux	1100 lm
Nb Index de rendu des couleurs	180
Écart-type de concordance de couleur	±5 sdcm

##### Données photométriques

Temps d'amorçage	< 0,5 s
Temps de préchauffage (60 %)	< 0,50 s
Angle de faisceau inclus	120,00 °

#### Dimensions & poids



Poids du produit	93,00 g
Longueur totale	300 mm

#### Temp. et condition de fonctionnement

Plage de température ambiante	-20...+50 °C
Température maximale au point de test	75 °C

#### Durée de vie

Durée de vie	50000 h
Durée de vie nominale	50000 h
Durée de vie	50000 h
Nombre de cycles de commutation	20000

#### Données produit supplémentaire

Culot (pigmentation standard)	JC13
Sans mercure	Oui

#### Capacité

Condensateur	Non
--------------	-----

#### Certificats & Normes

Type de protection	IP20
Normes	CE
Classe d'efficacité énergétique	A++
Consommation d'énergie	8 kWh/1000h

#### Caractéristiques spécifiques à chaque pays

Référence de commande	ST8U-EM 8 W
-----------------------	-------------



## Product datasheet

### HQJ-T 250 W/D PRO

POWERSTAR HQJ-T) Metal halide lamps with quartz technology for enclosed luminaires



• Factories and workshops, Sports halls and multi-purpose halls, Industrial installations, Docks and port facilities, Marshaling yards, container transshipment facilities, Buildings, monuments, bridges. Approved only for use in enclosed luminaires. Outdoor applications only in suitable luminaires.

• Output of up to 430 W. High efficiency. Long lifetime. E40 screw base for simple lamp handling. UV values significantly below the maximum permitted thresholds to EC 82587 thanks to UV filter.



July 22, 2010, 26.12.12  
HQJ-T 250 W/D PRO

© 2010 OSRAM GmbH. All rights reserved.  
Page 1 of 8

#### Product datasheet

##### Technical data

##### Electrical data

Nominal voltage	250/230 V
Rated voltage	250/230 V
Lamp current	10 A
PF capacitor at 50 Hz	32 $\mu\text{F}^{-1}$
Nominal voltage	105 V
Ignition voltage	4.0 kVp @ 0.05 $\mu\text{s}^{-1}$

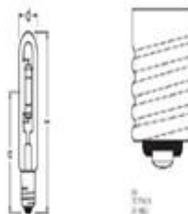
<sup>1)</sup> In enclosed luminaires only.

<sup>2)</sup> Maximum value.

##### Photometrical data

Rated lamp efficacy (standard condition)	77 lm/W
Rated lumina flux	19100 lm
Color rendering index Ra	87
Color temperature	1300 K
Light color	835
Rated L <sub>80</sub> at 2,000 h	0.95
Rated L <sub>80</sub> at 4,000 h	0.92
Rated L <sub>80</sub> at 6,000 h	0.90
Rated L <sub>80</sub> at 8,000 h	0.87
Rated L <sub>80</sub> at 10,000 h	0.85
UV protection	Yes

##### Dimensions & weight



Diameter	46.5 mm
Length	226.0 mm
Light center length (L <sub>80</sub> )	150.0 mm

July 22, 2010, 26.12.12  
HQJ-T 250 W/D PRO

© 2010 OSRAM GmbH. All rights reserved.  
Page 2 of 8

#### Product datasheet

Product weight	120.00 g
----------------	----------

##### Temperatures & operating conditions

Maximum permitted outer bulb temperature	100 °C
Maximum permitted base edge temperature	250 °C

##### Lifespan

Rated lamp survival factor at 1,000 h	0.98
Rated lamp survival factor at 4,000 h	0.96
Rated lamp survival factor at 6,000 h	0.94
Rated lamp survival factor at 8,000 h	0.92
Rated lamp survival factor at 10,000 h	0.88
Lifespan B10	16000 h

##### Additional product data

Base (standard designation)	E40
Design / version	Clear
Mercury content	18.0 mg
Appropriate disposal acc. to WEEE	Yes

##### Capabilities

Dimmable	No
Burning position	Any <sup>1)</sup>
Enclosed luminaire required	Yes

<sup>1)</sup> Use only position 1 in enclosed luminaire.

##### Certificates & standards

Energy efficiency class	A
Energy consumption	275 kWh/1,000h

##### Country specific categorizations

RoHS	RoHS 100, RoHS 200, RoHS 300, RoHS 400, RoHS 500
------	--

July 22, 2010, 26.12.12  
HQJ-T 250 W/D PRO

© 2010 OSRAM GmbH. All rights reserved.  
Page 3 of 8

## Fiche de données produit



## DSST MCTW 21 W/825 B22D

OSRAM DULUX SUPERSTAR MICRO TWIST | Lampes fluocompactes forme spirale



## Domaines d'application

- Partout où des lampes compactes et efficaces sont nécessaires
- Environnements privés et professionnels de haute qualité
- Éclairage général
- Partout où l'éclairage est nécessaire rapidement
- Utilisation extérieure uniquement dans des luminaires fermés et ventilés

## Avantages produits

- Montée en flux lumineux extrêmement rapide grâce à la technologie "Quick Light"
- Faible effort de maintenance
- Efficacité lumineuse plus élevée
- Retour sur investissement rapide
- Jusqu'à 80 % de réduction de la consommation d'énergie par rapport aux lampes ordinaires
- Garantie de trois ans

## Caractéristiques produit

- Quick light : 60 % de flux lumineux en  $\leq$  30 s
- Lumière chaude et confortable - lumière à économie d'énergie similaire à celle d'une lampe à incandescence
- Bonne qualité de la lumière : indice de rendu des couleurs  $R_a \geq 80$ ; chromaticité constante
- Durée de vie moyenne : 10 000 h
- Disponible en 2 teintes de couleur : 825 et 840



## Fiche de données produit

## Fiche technique

## Données électriques

Puissance nominale	21,0 W
Puissance nominale	21,00 W
Tension nominale	220...240 V
Flux lumineux	1400 lm
Puissance équivalente à une lampe	100 W
Facteur de puissance $\lambda$	0,55
Intensité nominale	0,23 A
Fréquence de fonctionnement	50...60 Hz

## Données photométriques

Flux lumineux nominale	1400 lm
Temp. de couleur	2500 K
Teinte de couleur	825
Teinte de couleur selon EN 12464-1	Warm Comfort Light
Ra Indice de rendu des couleurs	$\geq 80$
Classification de rendu de couleur	1B

## Données photométriques

Temps de préchauffage (60 %)	20,00 s
Temps d'amorçage	0,3 s

## Dimensions &amp; poids

Diamètre maximum	57,0 mm
Longueur totale	119,0 mm
Poids du produit	75,00 g

## Température

Plage de température ambiante	-10...+50 °C
-------------------------------	--------------

## Durée de vie

Durée de vie nominale	10000 h
Durée de vie	10000 h
Nombre de cycles de commutation	10000
Flux résiduel en fin de vie nominale	0,60

## Produktdatenblatt

### SPC.P OVEN FR 40 W 240 V E14

SPECIAL OVEN P | Glühlampen, klassische Miniball-Form, für Ofenbeleuchtung



#### Anwendungsgebiete

- Haushaltsbäcköfen

#### Produktigenschaften

- Umgebungstemperatur: bis zu 300 °C

#### Produktdatenblatt

##### Zusätzliche Produktdaten

Ä (Nennleistung)	E14
Wiederholbarkeit	ja
Wiederholbarkeit	0,3 mg

##### Lebensdauer

Lebensdauer	ja
-------------	----

##### Normen & Standards

Lebensdauerklasse	E
Lebensdauer	42 kWh/1000h

##### Wartung

Wartung	891F-40-140-E14-4E
---------	--------------------

##### Abmessungen

Ä-Code	Produkt- Bezeichnung	Verpackungseinheit (Stück pro Einheit)	Abmessungen (Länge x Breite x Höhe)	Volumen	Gewicht brutto
300009485	SPC.P OVEN FR 40 W 240V E14	Verpackungseinheit 50 Stück Folienverpackung	456 mm x 87 mm x 231 mm	9,56 dm <sup>3</sup>	1215,00 g

Die genannten Produktnummern beschreiben die kleinste bestellbare Mengeneinheit. Eine Verpackungseinheit kann mehrere Produkte beinhalten. Als Bestellmenge verwenden Sie bitte das Ein- oder Mehrfache einer Verpackungseinheit.

##### Wichtige Hinweise

Bitte beachten Sie die folgenden Hinweise. Vergewissern Sie sich, dass Sie immer den neuesten Stand verwenden.

Produkte von OSRAM sind  
vertrieben durch die OSRAM GmbH,  
Light & Lighting Systems.

**OSRAM**

OSRAM GmbH  
Maximilianstraße 6  
85356 München, Deutschland

#### Produktdatenblatt

##### Technische Daten

##### Elektrische Daten

Nennleistung	40,00 W
Nennspannung	240 V
Nennleistungsfaktor	40,00 W

##### Photometrische Daten

Lichtstrom	400 lm
Nennlichtstrom	400 lm
Nennleistungsfaktor	400 lm
Farbwiedergabeindex Ra	100
Farbwiedergabeindex Ra	100
Farbwiedergabeindex Ra	100

##### Lichttechnische Daten

Startzeit	0,0 s
Aufwärmzeit (95 %)	0,00 s

##### Abmessungen & Gewicht



Durchmesser	45,0 mm
Gesamtlänge	74,0 mm
Außenlänge	74,0 mm
Länge	74,0 mm

##### Lebensdauer

Nennleistungsfaktorstärke	1000 h
Nennleistungsfaktorstärke	1000 h





## Product datasheet

### HALOSTAR STARLITE 50 W 12.0 V GY6.35

HALOSTAR STARLITE | Low-voltage halogen lamps with pin base



- General illumination Entrance lighting Accent lighting Lighting for reading Garden lighting Shops Restaurants, hotels and similar prestigious applications Offices, public buildings Outdoor applications only in suitable luminaires

- Brilliant accent light Incredibly small dimensions for revolutionary new luminaire designs Approved for use in open luminaires (to IEC 60598-2) Axial filament for optimum directional light Special pins for corrosion protection UV filter Contains no mercury
- Product features Average life: 2,000 h 100 % dimmable Color rendering index Ra: 100 Product benefits Brilliant accent light Incredibly small dimensions for revolutionary new luminaire designs Approved for use in open luminaires (to IEC 60598-2) Axial filament for optimum directional light Special pins for corrosion protection UV filter Contains no mercury Areas of application General illumination Entrance lighting Accent lighting Lighting for reading Garden lighting Shops Restaurants, hotels and similar prestigious applications Offices, public buildings Outdoor applications only in suitable luminaires

#### Product datasheet

##### Technical data

##### Electrical data

Nominal voltage	50.00 V
Nominal voltage	12 V
Rated voltage	50.00 V
Claimed equiv. conventional lamp power	50 W

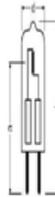
##### Photometrical data

Nominal luminous flux	1185 lm
Light color (designation)	Warm White
Rated luminous flux	1185 lm
Rated color temperature	2950 K
Color rendering index Ra	100

##### Light technical data

Starting time	0.0 s
---------------	-------

##### Dimensions & weight



Diameter	12.0 mm
Overall length	44.0 mm
Light center length (LCL)	30.0 mm
Length	44.0 mm
Outer bulb	7.2

##### Lifespan

Rated lamp life time	2000 h
Number of switching cycles	5000

July 22, 2020, 06:52:42  
HALOSTAR STARLITE 50 W 12.0 V GY6.35

© 2020 OSRAM

#### Product datasheet

##### Additional product data

Base (standard designation)	GY6.35
Mercury content	0.0 mg
Mercury-free	Yes

##### Capabilities

Burning position	Any
Dimmable	Yes

##### Certificates & standards

Energy efficiency class	C
Energy consumption	54 kWh/1000h

##### Country specific categorizations

ILCOS	HS657 (LUB-50-12-GY6.35-12,50)
-------	--------------------------------

##### Logistical Data

Product code	Product description	Packaging unit (Pieces/Unit)	Dimensions (length x width x height)	Volume	Gross weight
458575294277	HALOSTAR STARLITE 50 W 12.0 V GY6.35	Shipping carton box 40 Pieces Folding carton box	144 mm x 187 mm x 121 mm	1.86 dm <sup>3</sup>	29800 g

The mentioned product code describes the smallest quantity unit which can be ordered. One shipping unit can contain one or more single products. When placing an order, for the quantity please enter single or multiples of a shipping unit.

##### Disclaimer

Subject to change without notice. Errors and omission excepted. Always make sure to use the most recent release.

OSRAM is a distribution partner of LEDVANCE in LAMPIS

**OSRAM**

OSRAM GmbH  
Maximilian-Straße 6  
85057 Munich, Germany

July 22, 2020, 06:52:42  
HALOSTAR STARLITE 50 W 12.0 V GY6.35

© 2020 OSRAM GmbH. All rights reserved.  
Page 3 of 3

# FICHE TECHNIQUE



## TUBE SALLE DE BAIN LED S19 6W - 560 LM - 3000°K

REF : 76091



### Ref. 76091

Produit : Type S19

**Lumens : 560 lm**

Puissance absorbée : 6W

Puissance restituée : ≈55W

**Dimmable : Non**

Température couleur : 3000°K

EN 62 471 : Groupe 0

Dimensions (Ø × L) : Ø38 x 310 mm

Emballage : Blister

EAN : 3760173778270

UV : pas d'émission UV

Infrarouge : pas d'émission d'infrarouge

### Paramètres Optiques

Efficacité Lumineuse : > 90%

Index Rendu Couleur (IRC) : > 80

Lumens / watt : ≈ 93.33Lm/w

### Paramètres Electriques

Classification énergétique : **A<sup>+</sup>**

Tension entrée : 220-240V AC

Fréquence : 50~60Hz

Puissance à l'allumage : > 95%

Température et humidité de travail :

-20 °C- +45 °C/10%-70%

Allumage : Immédiat

Angle : 330°

Matériaux utilisés : PC + Alu

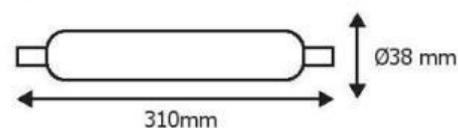
Durée de vie théorique de la LED : 30,000 Heures

ON/OFF > 100 000

Indice de protection IP : IP40

Poids Net : ≈0,084Kg

### Dimensions



Les normes internationales fixent la tolérance du flux lumineux et de la charge associée à ± 10%. La température des couleurs est soumise à une tolérance pouvant aller jusqu'à +/-150° Kelvin par rapport à la valeur nominale

Les produits présentés dans les documents, offres commerciales, catalogues ou fiches techniques sont soumis à modification sans préavis. Les caractéristiques ne deviennent contractuelles qu'après accord écrit de la direction de PROMOLED.

## 2. FICHES TECHNIQUES DES LAMPES DU PROJET (CAS PROPOSE)

Fiche de données produit

**OSRAM**

L 10 W/827  
LUMILUX TB | Tubes fluorescents 26 mm, culot G13

Domaines d'application

- Bâtiments publics
- Éclairage de bureau
- Industrie
- Commerces
- Supermarchés et grands magasins
- Éclairage urbain



Avantages produits

- Bonne rentabilité grâce à une haute efficacité

Caractéristiques produit

- Très bon maintien du flux lumineux : 90 % tout au long de la durée de vie de la lampe
- Bon indice de rendu des couleurs : 19 (Ra<sub>90</sub> - 80 à 85)
- Gradable
- Phosphore à trois bandes haute qualité - LUMILUX



## Fiche de données produit

## Fiche technique

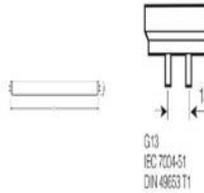
## Données électriques

Puissance nominale	10,0 W
Efficacité lumineuse HF 25 °C	Under certification by authority and standardization body
Efficacité lumineuse alimentation conv.	65 lm/W
Puissance nominale	10,00 W
Flux lumineux	650 lm

## Données photométriques

Ra indice de rendu des couleurs	80
Flux lumineux à 25 °C	650 lm
Teinte de couleur	827
Temp. de couleur	2700 K
Flux lumineux nominale	650 lm
Teinte de couleur selon EN 12464-1	LUMILUX INTERNA
Maintien flux lumineux à 2 000 h	0,95
Maintien flux lumineux à 4 000 h	0,92
Maintien flux lumineux à 6 000 h	0,91
Maintien flux lumineux à 8 000 h	0,90
Maintien flux lumineux à 12 000 h	0,89
Coordonnées chromatiques	0,443; 0,42

## Dimensions &amp; poids



Diamètre du tube	26 mm
Longueur	470,0 mm
Longueur du culot sans pins	470,00 mm
Diamètre	26,0 mm

## Fiche de données produit

Diamètre maximum	26,0 mm
------------------	---------

## Température

Flux max. selon temp. ambiante	25,0 °C
--------------------------------	---------

## Durée de vie

Durée de vie	16000 h <sup>1)</sup>
Durée de vie	20000 h <sup>1)</sup>
Taux de survie à 2 000 h	0,99
Taux de survie à 4 000 h	0,99
Taux de survie à 6 000 h	0,99
Taux de survie à 8 000 h	0,99
Taux de survie à 12 000 h	0,90
Fréquence 50 Hz/60 Hz	50 Hz
Durée de vie	20000 h
Durée de vie nominale	20000 h

<sup>1)</sup> voir un tableau électronique précharge

## Donnée produit supplémentaire

Culot (spécification standard)	G13
Teneur en mercure	2,5 mg
Élimination appropriée et DEEE	Oui

## Capacités

Gradable	Oui
Pour l'intérieur	Oui

## Certificats &amp; Normes

Classe d'énergie efficace	A
Consommation d'énergie	13 kWh/1000h



## Lampe LINO S19 LED 4W 2700K 400lm

Lampe Linolite LED 20000h. Dimensions 38x309mm. Convient en substitution des lampes incandescentes.  
Code : **2971**



### Caractéristiques techniques

Type de source	14 - LED SMD 2835
Douille / Culot	S19
Puissance nominale	4 W
Puissance absorbée	4.3 W
Matières / Coloris	opale
Tension / Fréquence	230 V - 50/60 Hz
Intensité	35 mA
Facteur de puissance	0,53
Variation	NON
Flux lumineux total	400 lm
Faisceau	150 °
Température de couleur	2700 °K
IRC / Ra	85 - 89

Equivalence de lampe	35 W
Classe énergétique	classe A++
EEL	0.12
Efficacité lumineuse	93.02 lm/W
Température d'utilisation	-20 °C / +40 °C
Durée de vie moyenne	20000 h
Nbre de on/off	10000
Compatible minuterie	OUI
Compatible détection	OUI
Poids net	73 gr
Mercurie	0 mg
Applications spécifiques	■ Lampe non adaptée à une utilisation sous les poussières ou dans l'humidité.
Autres commentaires	Remplace les lampes incandescentes.

LAMPESDIRECT.FR



Free LED Advice  
01 82 88 17 00  
info@lampesdirect.fr

### Philips PL-R Eco 14W 830 4P (MASTER) | Blanc Chaud - 4-Pins

#### Caractéristiques

Réf.	<b>180127</b>	Puissance (W)	<b>14</b>
Culot	<b>GR14q-1 (4-Pins)</b>	Dimmable	<b>Oui</b>
Code Couleur	<b>830 - Blanc Chaud</b>	Durée de Vie Moyenne (heure)	<b>24000</b>
Technologie	<b>Fluorescent</b>	Caractéristique(s)	<b>Système d'éclairage</b>
Nombre de broches (pins)	<b>4</b>	Efficacité Lumineuse (Lm/W)	<b>75</b>
Lampesdirect Garantie Totale	<b>1 an</b>	Couleur de Lumière (Kelvin)	<b>3000K - Blanc Chaud</b>
Indice de Rendu des Couleurs (Ra)	<b>80-89</b>	Flux Lumineux (Lumen)	<b>1050</b>
Hauteur (mm)	<b>127</b>	Diamètre (mm)	<b>41</b>
Étiquette énergétique	<b>A</b>	Nom du fabricant	<b>MASTER PL-R Eco 14W/830/4P 1CT/5X10BOX</b>

## Fiche de données produit



## DSST MCTW 21 W/825 B/220

OSRAM DULUX SUPERSTAR MICRO TWIST | Lampes fluocompactes forme spirale



## Domaines d'application

- Partout où des lampes compactes et efficaces sont nécessaires
- Environnements privés et professionnels de haute qualité
- Éclairage général
- Partout où l'éclairage est nécessaire rapidement
- Utilisation extérieure uniquement dans des luminaires fermés et ventilés

## Avantages produits

- Montée en flux lumineux extrêmement rapide grâce à la technologie "Quick Light"
- Faible effort de maintenance
- Efficacité lumineuse plus élevée
- Retour sur investissement rapide
- Jusqu'à 80 % de réduction de la consommation d'énergie par rapport aux lampes ordinaires
- Garantie de trois ans

## Caractéristiques produit

- Quick Light: 60 % de flux lumineux en < 30 s
- Lumière chaude et confortable - Lumière à économie d'énergie similaire à celle d'une lampe à incandescence
- Bonne qualité de la lumière - indice de rendu des couleurs  $R_a > 80$ , chrominance constante
- Durée de vie moyenne: 33 000 h
- Disponible en 2 teintes de couleur: 825 et 840

## Fiche de données produit

## Fiche technique

## Données électriques

Puissance nominale	21,0 W
Puissance nominale	21,00 W
Tension nominale	220...240 V
Flux lumineux	1400 lm
Puissance équivalente à une lampe	33 W
Facteur de puissance $\lambda$	0,95
Intensité nominale	0,23 A
Fréquence de fonctionnement	50...60 Hz

## Données photométriques

Flux lumineux nominal	1400 lm
Temp. de couleur	2700 K
Teinte de couleur	825
Teinte de couleur selon EN 12464-1	Warm Comfort Light
Indice de rendu des couleurs	>80
Classification de rendu de couleur	SR

## Données photométriques

Temps de préchauffage (60 %) /	3000 s
Temps d'amorçage	0,3 s

## Dimensions &amp; poids

Diamètre maximum	37,0 mm
Longueur totale	119,0 mm
Poids du produit	75,00 g

## Température

Plage de température ambiante	-12...+50 °C
-------------------------------	--------------

## Durée de vie

Durée de vie nominale	33000 h
Durée de vie	33000 h
Nombre de cycles de commutation	33000
Flux résiduel en fin de vie nominale	0,40

## Fiche de données produit

## Données produit supplémentaire

Light data, color rendering properties and Light Color Guidelines for DSST MCTW 21 W/825 B/220 lamp with integrated ballast

Parameter	Value	Unit	Symbol
Power	21	W	BO
Power	21	W	BO
Power	21	W	BO
Power	21	W	BO

## Courbe intensité lumineuse

Classe (régulation standard)	E22
Teneur en mercure	1,4 mg
Élimination appropriée en DEEE	Oui

## Capacités

Concitable	Non
------------	-----

## Certificats &amp; Normes

Classe d'énergie efficace	A
Consommation d'énergie	33 kWh/1000h
Indicatif de nettoyage sûr de lampe	Que faire en cas de bris d'une ampoule contenant du mercure?

## Classements spécifiques à chaque pays

Système codage international de lampe	FB-21/825-220/240-8220
---------------------------------------	------------------------



Caractéristiques techniques	
✓ Activer via l'interrupteur	Oui
✓ Durée d'utilisation LED	50.000 heures
✓ Couleur de la lumière	Blanc Neutre
✓ Kelvin	4000K
✗ Dimmable	Non
✓ Protection	IP65
✓ Lumen	2400 LM
✓ Angle du faisceau	120°
✓ CRI	>80
Caractéristiques du produit	
✓ Marque	LS LED
✓ Type de LED	2835 SMD
✓ Matériel du boîtier	Plastique
✓ Couleur du boîtier	Blanc
✓ Label énergétique	A+
✓ Certifications	CE, RoHS & FCC
✓ Alimentation électrique incluse	Oui
✓ Garantie	5 ans
Dimensions	
✓ Longueur	60 cm
Consommation d'énergie	
✓ Puissance en watts	20W
✓ Tension	100-240V
✓ Facteur de puissance	0,95



Marque	PandaCom
Poids de l'article	141 g
Dimensions du produit (L x l x h)	43,5 x 2,9 x 3,2 cm
Référence	4250850161864
Indice de protection (IP)	IP20
Poids	141 grammes
Nombre d'article(s)	1
Couleur	4500 K.
Forme	Tube fluorescent
Matériau	Aluminium
Watts maximum	7 Watts
Volt	240 Volts
Usages spécifiques	Utilisation en intérieur uniquement.
Forme de la prise	G13
Piles incluses ?	Non
Batterie(s) / Pile(s) requise(s)	Non
Type d'ampoule	LED Röhre
Type de culot	G13
Étiquette énergie	A++
Puissance	7,00
Équivalence lampes à incandescence	18 Watts
Caractéristiques	Nicht Dimmbar
Indice de rendu de couleur (IRC)	80.00



## Fiche de données produit

## SIG 1238 LL

Lampes longlife très basse tension à surpression pour systèmes 10 V, trafic routier



## Domaines d'application

- Systèmes de signalisation de trafic ferroviaire

## Avantages produits

- Durée de vie plus longue de la lampe par rapport aux lampes à signaux très basse tension existantes
- Taux de défaillance prématurée max.: 2 % (jusqu'à 8 000 h) (uniquement pour les défaillances liées à des défauts de
- Remplacement des lampes existantes haute pression/ très basse tension possible sans réajustement

## Caractéristiques produit

- Intervalles d'entretien possible jusqu'à un an (en fonction de l'installation)

OSRAM

## Fiche de données produit

## Fiche technique

## Données électriques

Puissance nominale	30,0 W
Tension nominale	30,0 V
Tension d'essai	30,5 V

## Données photométriques

Flux lumineux nominale	400 lm
------------------------	--------

## Dimensions &amp; poids



Diamètre	36,0 mm
Longueur totale	67,0 mm
Distance culot / foyer lumineux (Lc)	31,0 mm <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Distance filament / centre du culot

## Donnée produit supplémentaire

Culot (désignation standard)	B420s
------------------------------	-------

## Capacités

Position de fonctionnement	± 135° <sup>2)</sup>
----------------------------	----------------------

<sup>2)</sup> Des lampes avec un filament transversal redressent être indiquées que perpendiculairement au niveau du filament / Seules les positions de fonctionnement autorisées sont à prendre en compte, sinon la lampe aura une durée de vie prématurée.

## Classements spécifiques à chaque pays

Référence de commande	SIG 1238 LL 30W
-----------------------	-----------------

## Information spécifique au pays

Code produit	NETEL-Code	SEB-No.	Nombre STK	UK-Obj
--------------	------------	---------	------------	--------

avril 27, 2015, 16:21:12  
SIG 1238 LL© 2015, OSRAM GmbH. Tous droits réservés.  
Page 2 sur 4

## Fiche de données produit

Diamètre maximum	36,0 mm
------------------	---------

## Température

Flux max. selon temp. ambiante	25,0 °C
--------------------------------	---------

## Durée de vie

Durée de vie	16000 h <sup>1)</sup>
Durée de vie	20000 h <sup>1)</sup>
Taux de survie à 2 000 h	0,99
Taux de survie à 4 000 h	0,99
Taux de survie à 6 000 h	0,99
Taux de survie à 8 000 h	0,99
Taux de survie à 12 000 h	0,90
Fréquence 50 Hz/60 Hz	50 Hz
Durée de vie	20000 h
Durée de vie nominale	20000 h

<sup>1)</sup> Avec un ballast électronique pré-installé

## Donnée produit supplémentaire

Culot (désignation standard)	G13
Teneur en mercure	2,5 mg
Élimination appropriée en DEEE	Oui

## Capacités

Gradable	Oui
Pour l'extérieur	Oui

## Certificats &amp; Normes

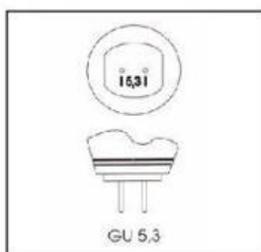
Classe d'énergie efficace	A
Consommation d'énergie	15 kWh/1000h

avril 27, 2015, 16:10:21  
© 2015, OSRAM GmbH. Tous droits réservés.  
Page 3 sur 6

## GU5,3 MR16 Décostar IRC 12V 35w 10° 48865 SP OSRAM



Photo non contractuelle


 Produit soumis à l'éco-contribution
Fabricant : **OSRAM****2160200516592**

Puissance :	35 w
Tension d'entrée :	12 v
Angle :	10 D
Luminance :	12500 Cd
Durée de vie :	5000 H
Gradable :	OUI
Culot :	GU5,3
Alimentation :	Transformateur
Code ANSI :	FRB
Largeur :	51 mm
Diamètre :	51 mm
Longueur totale :	45 mm
Teinte du verre :	Claire
Température de couleu :	3000 °K
Forme :	Réflecteur
Technologie :	Halogène

Poids (Kgs) :	0,040
Emballage :	20

DECOSTAR IRC, la première lampe halogène à économie d'énergie. La nouvelle DECOSTAR IRC 12v 35w 10° 48865SP à réflecteur dichroïque consomme 30% d'énergie en moins pour la même quantité de lumière. Le principe de l'IRC est basé sur la récupération de la chaleur. Le revêtement spécial infra-rouge reflète la chaleur vers l'arrière du filament réduisant de 66% la chaleur envoyée sur l'objet éclairé.

Ceci signifie qu'une version 35w peut être utilisée en remplacement d'une lampe dichroïque 50w à flux constant et permet d'obtenir jusqu'à 40% de flux en plus qu'une 50w standard.

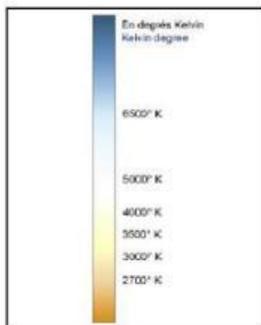
Standard -> **IRC**35w -> **20w**50w -> **35w**60w -> **50w**

Une lumière qui préserve les objets éclairés. L'avantage principal des lampes à réflecteur dichroïque est la réduction des contraintes thermiques imposées aux objets éclairés : leur chaleur est principalement dissipée vers l'arrière et le rayonnement thermique du faisceau lumineux réduit de 66% !

Ces lampes conviennent particulièrement bien à la mise en valeur d'objets, de marchandises ou de tableaux sensibles à la chaleur.

Les plus • Jusqu'à 120% de lumière en plus

- Lampe UV-STOP
- Durée de vie 4000 heures



## 3. FICHES TECHNIQUES DES EQUIPEMENTS DES LABORATOIRES

**Advantage-Lab**  
The best priced laboratory equipment

**AL02-03-100 Autoclave de paillasse**  
**23 litres semi-automatique horizontal**  
*Advantage-Lab autoclaves prove their quality all over the world.  
Reliable sterilization since generations.*



**Ce stérilisateur automatique convient à la stérilisation**

- de liquides tels que des médias ou des solutions tampons
- d'objets de laboratoire tels que pipettes, tuyaux et filtres
- de verreries et de plastiques autoclavables
- de déchets de laboratoire

**Caractéristiques complémentaires des autoclaves de paillasse**  
Réservoir intégré pour l'eau déminéralisée avec contrôle de niveau et retour de vapeur, d'où économie d'eau et indépendance du réseau d'alimentation. La cuve ne contient pas de corps de chauffe, ils sont placés à l'extérieur ce qui facilite le nettoyage et le séchage final lors de la stérilisation de matériaux solides au moyen de chaleur sèche. Les autoclaves de paillasse Advantage-Lab sont disponible en 23, 40, 62 & 86 litres.

**CARACTÉRISTIQUES:**

- Commande du processus à commande électromécanique (régulée par la pression).
- Affichage LCD – Indique la pression, la température, l'heure et les messages d'erreur.
- Paramètres de stérilisation – Libre choix de la température entre 100°C et 134°C et de la durée entre 1 et 60 minutes. Les paramètres pré-réglés des différents programmes sont maintenus jusqu'à une nouvelle modification.
- Réglage du niveau d'eau déminéralisée – L'alimentation en eau déminéralisée pour la production de vapeur est assurée automatiquement.
- Condensation de la vapeur d'échappement – Refroidissement et condensation de la vapeur, donc pas d'odeurs dérangeantes et protection des canalisations en matière synthétique.
- Recouvrement de la porte en matière synthétique résistante à la chaleur prévient le contact avec des parties chaudes, empêche les brûlures.
- Régulation de la pression et de la température – L'intégration des deux paramètres dans la régulation assure un processus de stérilisation absolument sûr.
- Verrouillage de la porte en fonction de la pression – Empêche l'ouverture de l'autoclave sous pression.
- Interrupteur de fin de course de la porte – Empêche le démarrage d'un programme si la porte n'est pas correctement fermée.
- Protection contre la marche à sec – Empêche la montée en température de l'autoclave s'il n'y a pas suffisamment d'eau déminéralisée pour créer la vapeur nécessaire.
- Protection contre la surchauffe – Déconnecte les corps de chauffe en cas de surchauffe.
- Soupage de sécurité – Permet l'échappement de la vapeur en cas de surpression.

**SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES**

Volume de la chambre	23 litres
Panneau de contrôle	à commande électromécanique
Température de fonctionnement °C	105-134
Porte	Devant
Voltage (nominal +/- 10 %) 50/60Hz(V)	220 – 240 V
Pression/Pression absolue	0-230 kPa / 0-330 kPa
Pression de travail max. admissible	276 kPa or 2.81 kg F/cm
Capacité chauffante	2.2 KW
Dimension (Largeur×Profondeur×Hauteur)	510X545X365 mm
Dimension de la chambre (Ø x Profondeur en mm)	250X420
Poids brut	48 kg
Poids net	40 kg
Connexion d'eau/ Volume du réservoir	non / 3,0 litres
Quantité d'eau pour un cycle	480 ml
Couleur	Crème blanc, chambre en acier inox

**Advantage-Lab bvba**

Jachtvoornlaan 8 - 2679 Schilda - Belgium  
Tel. +32 476 09 01 63 - info@advantage-lab.com - www.advantage-lab.com





**Sigma 4-16S**



## Sturdy, powerful and versatile

The Sigma 4-16S sets the standard for universal centrifuges. High speeds with fixed-angle rotors, gentle acceleration with swing-out rotors, and an extensive range of accessories and rotors enable a wide variety of application areas. Designed for continuous service, the Sigma 4-16S is as reliable and durable as a Swiss watch. With easy operation thanks to the Spincontrol 5 controller and motorized lock, simple gas-opening assisted lid opening, microcontroller logic and LED backlit features, the benchtop centrifuge scores high with users. With its high quality finishing, the popular and proven Sigma 4-16S has been delivering top-class results for many years.

The Sigma 4-16S version features impressive cooling capacity and can consistently maintain 4 °C at maximum speed. The supplementary integrated heater of the Sigma 4-16AS enables rotor temperatures up to +40 to +60 °C, depending on the rotor and speed.



Sigma 4-16S centrifuge	
220–240 V, 50/60 Hz	(Part No. 10380)
200 V, 60 Hz	(Part No. 10381)
120 V, 60 Hz	(Part No. 10382)
100 V, 50/60 Hz	(Part No. 10383)



**Device qualification**  
Sigma Labcontrol/Fugen GmbH offers various forms of device qualification. For more information, see Product → Qualification on our website [www.sigma-centrifuge.de](http://www.sigma-centrifuge.de)

## Specifications

	Sigma 4-16S
Power consumption [W]	1,050
Maximum capacity [ml]	4 x 750
Maximum speed [rpm]	13,500
Minimum speed [rpm]	100
Height x width x depth [mm]	489 x 496 x 650
Height with open lid [mm]	940
RFI suppression	EN 61326
Weight without rotor [kg]	82
Maximum kinetic energy [Jm]	50,486
Noise level at maximum speed (approximate) Rotor 12449 at 13,500 rpm [dB(A)]	73
Noise level at maximum speed (approximate) Rotor 11150 at 4,500 rpm [dB(A)]	73
Maximum acceleration, rotors 11150 & 13350 [g]	24 <sup>1</sup>
Maximum acceleration, rotor 12356 [g]	75 <sup>1</sup>
Maximum braking, rotors 11150 & 13350 [g]	29 <sup>1</sup>
Maximum braking, rotor 12356 [g]	58 <sup>1</sup>
Temperature adjustment range [°C]	–

<sup>1</sup> 4,500 rpm, <sup>2</sup> 5,100 rpm, <sup>3</sup> 8,000 rpm, <sup>4</sup> 9,000 rpm.

## VirTis BenchTop Pro with Omnitronics™ - 9L Benchtop Freeze Dryer



(BenchTop Pro 9L with optional tree-type manifold and condensate pan kit shown).

### Key Features

- Direct chamber, flask and/or rack drying capabilities.
- PLC-based Omnitronics™ controller.
- Choice of refrigeration system to meet various process requirements.
- Optional manifolds, racks and accessories available.

### Optional Components

- Stopping-Tainer (SC-1 Stainless Steel).
- Stainless Steel Drum Manifold (18-Port).
- Tree-Type Stainless Steel Manifold (8- or 12-Port).
- Stainless Steel Vertical Manifold (12-Port).
- Bulk Shelf Rack (Unheated or 35 °C Heated).<sup>1</sup>
- Vertical Acrylic Drum Manifold (8-or 12-Port).

**Note:** Additional accessories, as well as flask adapters, glassware and other components are available. Contact SP Scientific for more information.

### Performance Specifications

	ES	EL
Lowest Condenser Temperature (°C) (50 Hz / 60 Hz)	-52 / -55	-82 / -85
Maximum Condenser Capacity (L)	9	9
Maximum Ice Condensing Capacity in 24 hours (L) <sup>1</sup>	5	5
Maximum Deposition Rate (L/hour) <sup>2</sup>	0.21	0.21
Number of Compressors	1	2
Compressor Horsepower	1/3	1/3, 3/8
System Refrigerant	MO89	R407C/R508B
Average Vacuum Time to 100 Millitorr (minutes)**	18	18
Lowest System Vacuum (mT)**	≤ 20	≤ 20

**Note:** <sup>1</sup>Performance specifications are based on SP Scientific test data from units operating at an ambient room temperature of approximately 20 °C. SP Scientific recommends an operating range of 15-25 °C (59-77 °F).

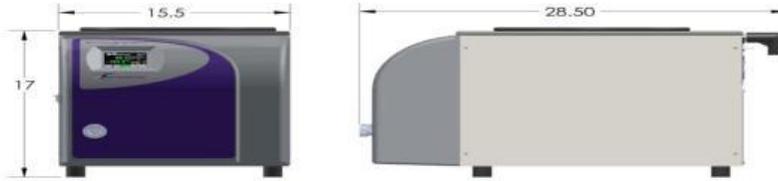
### Utility Requirements

	ES	EL
<b>With Vacuum Pump</b>		
Approx. Peak Heat Generated (BTU/h)	3,500	4,500
<b>Without Vacuum Pump</b>		
Approx. Peak Heat Generated (BTU/h)	2,500	3,500

### Electrical Requirements

	ES			EL		
Voltage (VAC) <sup>1</sup>	100-120	208-230	200-240	100-120	208-230	200-240
Hertz	50, 60	60	50	50, 60	60	50
Phase	1	1	1	1	1	1
Breaker Amperage	15	10	10	20	15	15

# VirTis BenchTop Pro with Omnitronics™ - 9L Benchtop Freeze Dryer



Dimensional Data	
Width (in / cm)	15.5 / 39.4
Depth (in / cm)	28.5 / 72.4
Height (in / cm)	17 / 43.2
Approximate Weight (lb / kg)	131 / 59.4
Condenser Inside Diameter (in / cm)	12 / 30.5

Additional Information	
Construction	Stainless Steel Condenser
Vacuum Pump (required, not included)	Two-Stage Rotary Vane
Defrost Type	Hot Gas
Refrigerant Type	CFC Free
Condenser Type	Internal Coil

Materials of Construction	
Condenser Chamber	304
Internal Condenser Coil	316L Stainless Steel
Condenser Chamber Cover / Adapter Plate	Acrylic
Condenser Chamber Gasket	Neoprene Split-ring
Bulk Rack Shelves	304 Stainless Steel
Drum Manifold	Acrylic or 304 Stainless Steel
Vertical and Tree-Type Manifolds	316L Stainless Steel
Drum Manifold Gasket	Neoprene Split-ring
Quickseal Body	Neoprene
Quickseal Knob	Polypropylene



\* The specified Maximum Ice Condensing Capacity in 24 Hours and Maximum Deposition Rate are based on the process of freeze-drying water as aggressively as possible. The freeze dryer's ability to collect ice at an hourly rate or over a specified period will always be application dependent.  
 \*\* Vacuum specifications are based on SP Scientific test data from similar units equipped with an Leybold D2.5E two-stage rotary vane vacuum pump. Units equipped with other vacuum pumps may yield different results.  
 † NEMA plug type is selected at time of sale.  
 ‡ 35 °C heated bulk shelf rack is available with a 12-port acrylic drum manifold only.  
 Copyright © 2013 SP Scientific. All marks herein are used under license. All brand or product names mentioned may be trademarks or registered trademarks of their respective companies. SP Scientific reserves the right to change specifications without notice.

**sysmex**  
 100007473  
 Rev 001, 03/13

## Structure et description

### 2. Structure et description

#### 2.1 Structure



1. 1. Contrôle/COCKPIT avec touches de fonction capacitatives (voir page 26)  
 2. 2. Interrupteur principal (voir page 23)  
 3. 3. Ventilateur du caisson intérieur (modèles SP uniquement)  
 4. 4. Grille  
 5. 5. Caisson intérieur  
 6. 6. Plaque signalétique (cachée, voir page 12)  
 7. 7. Poignée (voir page 24)  
 8. 8. Bouton rotatif avec touche de validation

Dimensions de l'appareil	mm								
	39	55	71	110	140	200	450	750	
Largeur de l'appareil D' [mm]	395	585	585	745	745	824	1224	1224	
Hauteur de l'appareil E' [mm]	707	787	947	867	1107	1188	1247	1726	
Profondeur de l'appareil F' (surface d'appui) [mm]	434	514	514	584	584	684	784	784	
Profondeur fermeture de porte [mm]	56								
Largeur du caisson intérieur A' [mm]	400	400	400	560	560	640	1040	1040	
Hauteur du caisson intérieur B' [mm]	520	400	560	480	720	800	720	1200	
Profondeur du caisson intérieur C' [mm]	290	330	330	400	400	500	600	600	
Volume du caisson intérieur [litres]	32	53	74	108	161	256	449	749	
Poids [kg]	48	57	66	78	96	110	170	217	
Puissance [W]	230 V, 50/60 Hz	1600	2000	2500	2800	3200	3400	-	
	115 V, 50/60 Hz	1600	1700	2200	2200	2200	2200	-	
	400 V, 50/60 Hz	-	-	-	-	-	-	5800 <sup>1</sup> / 7000 <sup>2</sup>	
Courant absorbé [A]	230 V, 50/60 Hz	7,0	8,7	10,9	12,2	13,9	14,8	-	
	115 V, 50/60 Hz	13,9	14,8	19,1	19,1	19,1	19,1	-	
	400 V, 50/60 Hz	-	-	-	-	-	-	3 x 8,4 <sup>3</sup> / 3 x 15,1 <sup>3</sup>	
Nombre max. de grilles	3 x 208 V, 50/60 Hz	3	4	6	5	8	9	14	
	Charge max. par grille [kg]	30							
	Charge max. totale admissible par appareil [kg]	60	80	120	175	210	300	300	-
Plage de température de réglage	+20,8 à +250 °C <sup>1</sup>								
Précision de réglage	jusqu'à 100 °C, ±0,1 K, à partir de 100 °C, 0,5 K								

<sup>1</sup> Voir B. 6 à la page 14. <sup>2</sup> à 230 V privé de zéro  
<sup>3</sup> Il se peut que la température minimale ne soit pas atteinte avec l'éclairage intérieur.



Plaque signalétique: memmert  
 Montage et démontage: voir page 23  
 Maintenance: voir page 23  
 Sécurité: voir page 23  
 Accessoires: voir page 23  
 Adresse et coordonnées: voir page 23  
 Plage de température: voir page 23  
 Précision de réglage: voir page 23

2.7 Spécifications techniques

Structure et description



## Alpha 1-4 LDplus

Part no. 101541



## Operating Manual

Please retain for later use!

### Technical data

<b>Manufacturer:</b>	Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH An der Unteren Söse 50 37520 Osterode Germany
<b>Type:</b>	Alpha 1-4 LDplus
<b>Part number:</b>	101541
<b>Performance data</b>	Alpha 1-4 LDplus
<b>Ice condenser</b>	
- capacity:	4 kg max
- performance:	4 kg / 24 h max
- temperature:	approx. -65°C
- chamber volume:	approx. 6.5 l
<b>Product temperature during freezing in the ice condenser chamber:</b>	approx. -20°C
<b>Max. shelf surface area (→ double chamber method): drying outside the ice condenser chamber</b>	5 shelves, Ø 265 mm each A <sub>shelf</sub> = 0.29 m <sup>2</sup> distance 70 mm with accessory no. 120902 or 5 shelves, Ø 360 mm each A <sub>shelf</sub> = 0.51 m <sup>2</sup> distance 70 mm with accessory no. 120916
<b>drying in injection vials with sealing under vacuum or nitrogen atmosphere outside the ice condenser chamber</b>	4 shelves, Ø 250 mm each A <sub>shelf</sub> = 0.18 m <sup>2</sup> distance 50 mm with accessory no. 121011
<b>drying in round bottom flasks</b>	12 pieces or 24 pieces
<b>Connection requirements (without vacuum pump and accessories)</b>	Alpha 1-4 LDplus
<b>Electrical connection:</b>	1 x 230V / 50-60 Hz
<b>Protection class:</b>	I
<b>IP protection category according to DIN 60529:</b>	11
<b>Apparent power:</b>	0.85 kVA

Freeze-dryer Alpha 1-4 LDplus  
Freeze-dryer Alpha 2-4 LDplus



### 10 Technical data

<b>Filling quantity</b>	Alpha 1-4 LDplus
Refrigerant:	
- R290	
- R404A:	160 g / 0.60 l
- R508:	22 g / 0.26 l
<b>Physical data (without vacuum pump and accessories)</b>	Alpha 1-4 LDplus
<b>Dimensions</b>	
- height:	415 mm
- width:	360 mm
- depth:	520 mm + 80 mm vacuum connection
<b>Weight:</b>	approx. 42 kg
<b>Noise level according to DIN 45635:</b>	54 dB(A)
<b>EMC according to EN 50111:</b>	Class B
<b>Heat emission:</b>	0.8 kW min. 1.1 kW max.
<b>Equipment connections</b>	Alpha 1-4 LDplus
<b>Vacuum connection:</b>	Small flange connection DN20CF (ISO 28435, DN 281)
<b>Aeration and media drain valve:</b>	Flow nozzle DN10 (outside diameter 12 mm)

### 10.1 Ambient conditions

- The figures are valid for an ambient temperature of +20°C.
- Allowable ambient temperature +10 °C to +25 °C.
- Max. humidity 85% (non-condensing) at +25 °C.

### 10.2 Technical documentation

The technical documentation of this freeze-dryer (e.g. circuit diagram, cooling system) and the safety data sheets of the manufacturers of refrigerant and heat transfer medium is not attached to this operating manual. You can order these documents from our service department.

### Zentrifuge | Centrifuge 4-15 Tischkühlzentrifuge | Refrigerated Centrifuge 4K15



**SIGMA 4-15**  
**SIGMA 4-15 C**  
No. 10730 (230 V/50-60 Hz)  
No. 10732 (230 V/50-60 Hz)

- Laborzentrifuge, luftgekühlt, für den universellen Einsatz im Labor.
- Wartungsfreier kollektorbekannter Antriebsmotor mit exakter Drehzahlgenauigkeit und Anzeiger. Drehzahlbereich von 100 bis 15.000 min<sup>-1</sup> bis auf 1 min<sup>-1</sup> einstellbar.
- Selbst bei Höchstzahl hoher ergonomischer Laufruhe.
- Ein Mikrocontroller gesteuert die Vorschalt- und Bremsen, Drehzahl, Rotor, Zeit und Temperatur (4K15).
- Je 20 verschiedene Beschleunigungs- und Bremskurven und 10 Programmspeicherplätze verfügbar.
- Automatische Rotorkennung verhindert ein Überdrehen des jeweiligen Rotors.
- Optimale Sicherheit durch Berücksichtigung nationaler und internationaler Vorschriften (IEC 1010).

**SIGMA 4-15**  
**SIGMA 4-15 C**  
No. 10730 (230 V/50-60 Hz)  
No. 10731 (120 V/60 Hz)  
No. 10733 (120 V/60 Hz)

- Laborzentrifuge, aircooled, for universal use in the laboratory.
- Maintenance-free brushless drive motor with exact speed precision and display. Speed range 100 to 15,000 rpm, accuracy 1 rpm.
- Extremely smooth running even at maximum speed.
- A microcontroller provides for protection of gravitational fields, speed, rotor, time and temperature (4K15).
- 20 acceleration and deceleration curves and 10 program memory locations are available.
- Magnetic rotor identification prevents overspeeding of rotors.
- Produced according to national and international safety regulations (IEC 1010).

**SIGMA 4K15**  
**SIGMA 4K15 C**  
No. 10740 (230 V/50 Hz)  
No. 10742 (230 V/50 Hz)

- Tischkühlzentrifuge mit eingebautem Kühlaggregat.
- Temperierung der Rotoren ist auch im Stillstand möglich.
- Kühlmittel PCW-frei (R 404a).
- Modell C
- Freie Programmierung ermöglicht grafischer Darstellung der Kurven (siehe D) und 50 Programmspeicherplätze.

**SIGMA 4K15**  
**SIGMA 4K15 C**  
No. 10740 (230 V/50 Hz)  
No. 10741 (230/240 V/60 Hz)  
No. 10743 (230/240 V/60 Hz)

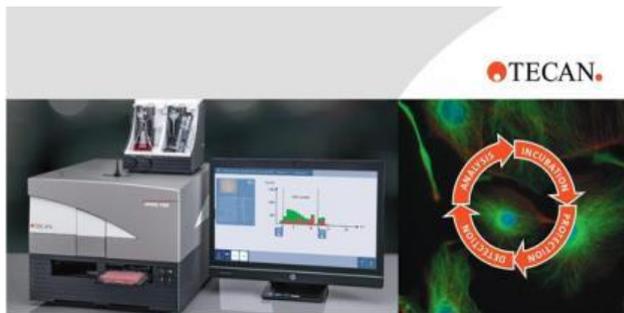
- Refrigerated table top centrifuge with built-in refrigeration system.
- Temperature control of rotors also during standstill.
- CFC-free refrigerant (R404a).
- Model C
- Free programming in graphical display (see D) and 50 program memory locations.

Technische Daten	Technical data		4K15
Elektrischer Anschluss	Electric supply		230V/50Hz, 240V/60Hz
Leistungsaufnahme des Antriebs	Power consumption drive		1200 W
Leistungsaufnahme im Kühltag	Power consumption refriger.		800 W
Max. Fassungsvermögen	Max. capacity		4 x 500 ml
Max. Drehzahl min <sup>-1</sup>	Max. speed rpm		15.000
Min. Drehzahl min <sup>-1</sup>	Min. speed rpm		100
Funkentfernung	Interference suppression		EN 50011 B
Abmessungen (Höhe x Breite x Tiefe)	Dimensions (Height x Width x Depth)		465 x 650 x 685 mm
Gewicht ohne Rotor	Weight without rotor		124 kg
Kinetische Energie max.	Kinetic Energy max.		63897 Nm
<b>Rotorkennzeichnung</b>			
	Rotor 12130	Rotorkennzeichnung	12130
	Rotor 11140	Rotorkennzeichnung	11140
	Rotor 12130 bis 13.000 min <sup>-1</sup>	Rotorkennzeichnung	12130
	Rotor 11150 bis 4.500 min <sup>-1</sup>	Rotorkennzeichnung	11150
	Rotor 12130	Max. Acceleration	34 sec
	Rotor 11140	Max. Acceleration	16 sec
	Rotor 12130	Max. Deceleration	40 sec
	Rotor 11140	Max. Deceleration	23 sec
<b>Min. Rotortemperatur*</b>			
	Rotor 11151 5.100 min <sup>-1</sup>	Min. Rotortemperatur*	< 2 °C
	Rotor 11150 4.800 min <sup>-1</sup>	Min. Rotortemperatur*	< 0 °C
	Rotor 12130 15.000 min <sup>-1</sup>	Min. Rotortemperatur*	< 0 °C

\* Bei 23°C Umgebtemperatur (at 23°C ambient temperature)  
Bei max. Drehzahl / at max. speed

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djb-labcare.co.uk www.djb-labcare.co.uk  
 01908 612598

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djb-labcare.co.uk www.djb-labcare.co.uk  
 01908 612598



Spark™ 10M instrument specifications and typical performance values

General specifications

Parameters	Characteristics
Width	484 mm/19.0 in
Height	395 mm/15.5 in
Height (with injector carrier)	455 mm/17.9 in
Depth	557 mm/21.9 in
Depth (plate carrier moved out)	593 mm/23.3 in
Weight – instrument	40 kg/88 lb
Weight – injector base (3 channel)	4.4 kg/9.8 lb
Weight – heater/driver	2.7 kg/6 lb
Operating temperature	+15 to +35 °C/59 to 95 °F
Transportation temperature	-30 to +40 °C/-20 to +104 °F
Operating humidity	20-90 % (non-condensing)
Transportation humidity	20-95 % (non-condensing)
Operating pressure	700-1050 hPa
Transportation pressure	500-1050 hPa
Overvoltage category	II
Inflation degree	0
Name level	<60 dB(A)
Method of disposal	Electronic waste (reflowable waste)
Measurement	Software controlled
Interface	USB 2.0 or higher
Sample formats	SBS standard microplates from 1 to 384 wells, cuvettes, NanoQuant™ low-volume plate, Cell Chip™ and Cell Chip Adapter
Microplate shaking	Linear, orbital and double orbital shaking, variable amplitudes and frequencies
Lid lifting system – maximum height of microplate and lid	24.5 mm
Power supply	100-240 V and 230-240 V, auto-sensing
Power consumption	750 VA

Environmental control

Parameters	Characteristics
Temperature control – heating range	+4 °C above ambient up to +34 °C
Temperature control – uniformly at incubation position	+0.5 °C at 96 °C and 37 °C
Temperature control – environmental operating conditions	16-35 °C
Gas control – CO <sub>2</sub> range	0-10 % vol.
Gas control – O <sub>2</sub> range	0-20 % vol.
Gas control – CO <sub>2</sub> accuracy	<1 % vol.
Gas control – O <sub>2</sub> accuracy	<0.5 % vol.
Humidity cassette – 96-well plate with lid, 4 dips incubation at +37 °C with 5 % CO <sub>2</sub>	Evaporation <1 % (including the outside wells, first and last column, first and last row)
Humidity cassette – environmental operating conditions	+16 to +43 °C
Humidity cassette – plate formats	6- to 384-well
Humidity cassette small – maximum plate height	16 mm, 96- and 384-well plates without plate lid
Humidity cassette large – maximum plate height	23 mm, 6- to 384-well plates with or without plate lid

Injectors: hardware specifications

Parameters	Characteristics
Plate types	1- to 384-well plates
Injector syringe volumes	500 µl, 1000 µl
Accuracy @ 100 µl	0.5 %
Accuracy @ 450 µl	0.1 %
Precision @ 10 µl	0.5 %
Precision @ 100 µl	0.1 %
Precision @ 450 µl	0.05 %
Heater/driver power supply	24 V, max. 60 W, external plug-in
Water temperature regulation	20-42 °C
Stirring speed regulation	50-1000 rpm

Injectors: reagent compatibility

Please refer to the following list for reagent compatibility. Rating 'A' indicates good compatibility with the injector systems. Chemicals with the rating 'D' must not be used with the injector system as they will cause severe damage.

% noted chemicals	T <sup>1</sup> rated chemicals
Acetic acid (60 %)	Acetonitrile
Dimethyl formamide	Butyl amine
Ethanol	Chloroform
Methanol (methyl alcohol)	Carbon tetrachloride (CCl <sub>4</sub> )
Water, deionized	Diethyl ether
Water, distilled	Ethanolamine
Water, fresh	Ethylene diamine
Potassium hydroxide (caustic potash)	Formal
Potassium hydrochloride (potassium)	Hexane
Sodium hydroxide (40 % aqueous)	Hydrofluoric acid
Sodium hypochlorite	Monothalamine
	Sulfuric acid (diluted or concentrated)
	Tetrahydrofuran

Cell counting module

Parameters	Characteristics
Illumination	LED
Image	Bright field
Objective	4x
Optical resolution	13 µm
Area/image	2.2 mm <sup>2</sup>
Multiple images per sample	1, 4, 8
Cell Chip (Flex)	Disposable: 2 sample chambers per Cell Chip, 10 µl sample volume
Cell Chip Adapter	4 Cell Chips per adapter, autoclavable, stackable, SBS format
Number of samples/run	up to 8 samples
Cell size	4-90 µm
Cell concentration	10 <sup>3</sup> -10 <sup>7</sup> cells/ml
Counting accuracy	<10 % (Hct and CHO at 10 <sup>6</sup> cells)
Counting precision	<10 % (1 signal), Hct and CHO at 10 <sup>6</sup> cells
Measurement time*	<30 seconds/sample (1 image per sample)

\* Rate in and plate-out movements and initialization steps are not included in the measurement time.

Absorbance: hardware specifications and measurement times

Parameters	Characteristics
Light source	High energy xenon flash lamp
Detector	Silicon photodiode
Wavelength selection	Single/High-Speed Monochromator
Wavelength range	200-1000 nm, selectable in 1 nm steps
Wavelength accuracy	±0.8 nm
Wavelength reproducibility	±0.5 nm
Bandwidth	Fixed, 15 nm
Measurement range (OD)	0-4 OD
Measurement time* 96-well plate, 1 flash	<13 seconds
Measurement time* 384-well plate, 1 flash	<10 seconds
Fast Scan (200-1000 nm, 1 nm steps)	<15 seconds

\* Fast reading times are determined by using one flash only plate-in and plate-out movements are not included in the measurement time.

Absorbance: performance specifications and typical performance values

Parameters	Characteristics
OD accuracy 0-0.8 OD, 96-well plate	±0.008 OD
OD accuracy 0.8-2.5 OD, 96-well plate	±0.01 %
OD accuracy 2.5-3.0 OD, 96-well plate	±0.1 %
OD accuracy @ 250 nm	±0.5 %
OD precision 0-1.2 OD, 96-well plate	±0.006 OD

OD precision 1-3 OD, 96-well plate	±0.5 %
OD precision @ 250 nm	±0.2 %
OD linearity 0-3 OD, 96-well plate, @ 250nm	R <sup>2</sup> = 0.999
OD uniformity 96-well plate, @ <OD	<1 %

\* Typical performance value

Absorbance: performance specifications and typical performance values for the NanoQuant plate

Parameters	Characteristics
Detection limit (DNA)	0.1 ng/µl dsDNA
260/280 nm OD ratio accuracy	±0.07
260/230 nm OD ratio accuracy	±0.08
Measurement time for DNA quantification (summing of a full wavelength scan plus final wavelength measurements at 230, 260, 280 and 320 nm)	<18 seconds/sample

\* Typical performance value

Absorbance: performance specifications for the cuvette option

Parameters	Characteristics
Absolute height (including lid)	95.55 mm
Footprint (outer dimension)	12.5 x 12.5 mm
Optical path	10 mm*
Measurement window	12 x 2 mm
Detection limit (DNA)	0.2 ng/µl dsDNA
Detection limit (protein: BSA, IgG, lysozyme)	0.01 mg/ml
Fast Scan (200-1000 nm, 1 nm steps)	<15 seconds

\* Using cuvette with different optical path measurement results have to be corrected accordingly.

Fluorescence: hardware specifications and measurement times

Parameters	Characteristics
Light source	High energy xenon flash lamp
Detector	Low dark current photomultiplier tube
Detector gain	Manual: 1-255, optimal, automatic, calculated from well: automatic
Wavelength selection	Filter/Option: Quartz monochromators and/or optical filter
Wavelength range (Fluorescence top and bottom with UV-enhanced bottom filter)	Excitation: 230-900 nm Emission: 280-900 nm selectable in 1 nm steps
Wavelength accuracy	Filters: Excitation: 230-900 nm Emission: 230-900 nm
Wavelength precision	Monochromators: Excitation: 0.1 nm Emission: 0.2 nm
Bandwidth	Filters: Filter dependent Monochromators: Excitation: 0.1 nm Emission: 0.1 nm
High density well scanning (3 focusing (top and bottom))	Available between 10 and 80 nm
Measurement time*, top, mono, 1 flash	Up to 100 x 100 data points
Measurement time*, top, mono, 1 flash	Automatic adjustment with max. 5/8 ratio
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	96-well plate: <13 seconds
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	384-well plate: <10 seconds
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	96-well plate: <14 seconds
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	384-well plate: <12 seconds
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	96-well plate: <12 seconds
Measurement time*, 96-well plate, 1 flash	384-well plate: <15 seconds

\* Fast reading times are determined by using one flash only plate-in and plate-out movements are not included in the measurement time.

**Fluorescence intensity (FI) typical performance values**

Parameters	Characteristics
*Limit of detection (LT) – top	10.25 pM (125 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (MT) – top	10.25 pM (125 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (FM) – top	10.25 pM (125 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (M) – top	10.25 pM (125 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (F) – bottom	12.5 pM (150 a.u./well, 200 µl)
*Limit of detection (M) – bottom	12.5 pM (150 a.u./well, 200 µl)
*Limit of detection (FM) – bottom	12.5 pM (150 a.u./well, 200 µl)
*Limit of detection (M) – bottom	14 pM (150 a.u./well, 200 µl)
Uniformity (F) – top well – top and bottom	< 1 CV %
Uniformity (F) – top well – top and bottom	< 1 CV %
Uniformity (M) – top well – top and bottom	< 1 CV %
Uniformity (M) – top well – top and bottom	< 1 CV %

\*Typical performance value, Limit of detection for Fluorescence

**Time-resolved fluorescence (TRF) hardware specifications**

Parameters	Characteristics
Light source	High energy xenon flash lamp
Detector	Low dark current photomultiplier tube
Detector gain	Manual / >55
Wavelength selection	Optical, automatic
Wavelength range	Passive Optics, Quady monochromators and/or optical filter
Fluorescence top and bottom with UV enhanced bottom filter)	Monochromators Excitation: 320-620 nm Emission: 300-820 nm Emission: 300-820 nm Emission: 300-820 nm
Wavelength accuracy	Monochromators Excitation: ±1 nm Emission: ±1 nm
Wavelength precision	Filter dependent Excitation: ±1 nm Emission: ±1 nm
Bandwidth	Filter dependent Excitation: 20 nm (band) Emission: 20 nm (band)
Z-focusing (top and bottom)	Automatic adjustment with max. 5/8 tilt
Integration time	20-2,000 µs
Lag time	2 µs @ 2 ms

**Time-resolved fluorescence (TRF) typical performance values**

Parameters	Characteristics
*Limit of detection (LT)	140 pM (14 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (MT)	165 pM (16.5 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (FM)	165 pM (16.5 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection (M)	165 pM (16.5 a.u./well, 100 µl)
*Limit of detection for European	

**Fluorescence polarization (FP) hardware specifications**

Parameters	Characteristics
Light source	High energy xenon flash lamp
Detector	Low dark current photomultiplier tube
Detector gain	Manual / >55
Wavelength selection	Passive Optics, Quady monochromators and/or optical filter
Wavelength range	Monochromators Excitation: 320-620 nm Emission: 300-820 nm Emission: 300-820 nm Emission: 300-820 nm
Wavelength accuracy	Monochromators Excitation: ±1 nm Emission: ±1 nm
Wavelength precision	Filter dependent Excitation: ±1 nm Emission: ±1 nm
Bandwidth	Filter dependent Excitation: 20 nm (band) Emission: 20 nm (band)

**Fluorescence polarization (FP) typical performance values**

Parameters	Characteristics
*Limit of detection (FP)	25 nP
*Limit of detection (MT)	25 nP
*Limit of detection (FM)	25 nP
*Limit of detection (M)	25 nP

**Luminescence hardware specifications**

Parameters	Characteristics – standard module	Characteristics – enhanced module
Detector	Low dark current photomultiplier tube operated in counting mode	Low dark current photomultiplier tube operated in counting mode
Wavelength range, glow and flash	320-200 nm	320-200 nm
Wavelength range, scanning	n.a.	320-650 nm
Wavelength selection, multiplate	n.a.	160 filter sets (16 optical filters)
Integration time/well	0-160 seconds	0-160 seconds
Attenuation	1 OD, 2 OD	1 OD, 2 OD, 3 OD
Dynamic range	10 <sup>3</sup> to 10 <sup>7</sup>	10 <sup>3</sup> to 10 <sup>7</sup>

**Luminescence typical performance values**

Parameters	Characteristics
*Limit of detection (LT)	53 pM (1025 a.u./well, 15 µl)
*Limit of detection (FM)	638 pM (12.76 a.u./well, 15 µl)
*Limit of detection for ATP (top and bottom detection only, both ends)	
*Limit of detection for ATP (160/160) (Fluorescence)	

**Alpha Technology hardware specifications**

Parameters	Characteristics	Control wavelength
AlphaLuxe™	Filter choice	320 (top) nm
	Long pass filter: 510 nm	
	Short pass filter: 620 nm	
AlphaLuxe™	Filter choice	Control wavelength
	Long pass filter: 610 nm	462.5 (top) nm
	Short pass filter: 635 nm	
AlphaLuxe™	Filter choice	Control wavelength
	Label 1	462.5 (top) nm
	Long pass filter: 610 nm	
	Short pass filter: 635 nm	
	Label 2	
	Long pass filter: 535 nm	
	Short pass filter: 580 nm	
Excitation source	High power laser (600 nm/750 mW)	

Detector: Low dark current photomultiplier tube  
Temperature correction: Contactless temperature sensor – automatic normalization of the signal to a temperature of 22.5 °C  
Excitation time/well: 10-50000 ms  
Integration time/well: 10-50000 ms

**Alpha Technology typical performance values**

Parameters	Characteristics
*Limit of detection	6100 a.u./well bio LCK-P
*Z value	30.9
*Limit of detection	12.5 nP/ml
*Uniformity	0.30 %
Fastest read times (incl. temp. corr.)	12 ms (16-well plate) 21 ms (96-well plate)

\* 30-sec assay kit, 16-well plate  
\*\* OneShot™ Fusion time

**SparkControl™ highlights**

Parameters	Characteristics
Dashboard control	Touch-optimized dashboard for instrument communication, measurement control and progress monitoring
Direct Excel® export	Automatic export of all data and measurement settings into Microsoft Excel
Touch optimization, i-click applications	Continuously enlarged set of i-click applications with integrated data reduction, eg. for cell counting, cell viability, low-volume DNA quantification, absorbance-based cytometry measurements, etc.
Multiplexing capability in endpoint and kinetic modes	Up to ten different measurements in various measurement modes within a single endpoint or kinetic run
Well-wise kinetic measurement	A kinetic measurement performed well per well – eg. for Ca <sup>2+</sup> release assays
Kinetics well-wise	A well-wise measurement performed in a kinetic run – eg. for IRE1 and TRAF6ET kinetics
Gain regulation in fluorescence	Automatic gain adjustment within a kinetic measurement prevents DNTP signals
Gain regulation in fluorescence	Tuner- and gain adjustment actions and measurements within a kinetic measurement run
Integrated and fluorescence spectra viewer	>80 commercially available fluorophores
Extended dynamic range for fluorescence	Automatic gain adjustment during a fluorescence endpoint measurement for a higher dynamic signal range
Automatic mirror selection for fluorescence	Automatic selection of optimal mirror setting
3D scan for fluorescence	Simultaneous excitation and emission scans for component fluorescence characterization
Optical Read for Fluorescence bottom	Optimized illumination and signal detection for cell-based assays measured in fluorescence bottom mode, no matter which plate format is used
Multiple reads per well for absorbance and fluorescence top and bottom modes	Multiple measurement spots per well
Area scan in fluorescence bottom and absorbance modes	High density (up to 100 x 100) option of multiple reads per well enabling enhanced signal resolution
Kinetics kits	Continuously enlarged set of accessories, showing exemplified workflow setups
HelpCenter	Fully integrated wizard for convenient set-up of the measurement script
Data reduction software	Offers all the functionality required for compliance with FDA regulation 21 CFR part 11 for electronic records and signatures in addition to the functionality of SparkControl Magellan™ Tracker
Significations are subject to change. Typical performance values represent the average observed for factory tested values. For more product specifications refer to operators manual.	

Available in: **Australia** +61 7 4642 4000 **Austria** +43 66 28 89 13 **Belgium** +31 76 21 11 10 **China** +86 21 5200 1310 **Denmark** +45 70 23 44 30 **France** +33 4 77 25 54 80 **Germany** +49 79 71 04 170 **Italy** +39 02 42 707 **Japan** +81 44 507 73 11 **Netherlands** +31 20 48 174 **Singapore** +65 644 4 888 **Spain** +34 933 98 25 31 **Sweden** +46 21 75 64 6100 **Switzerland** +41 44 910 81 04 **USA** +1 919 999 200 028 **Other countries** +41 76 80 81 31

Beas Group Ltd. makes every effort to include accurate and up-to-date information within this publication, however it is possible that omissions or errors might have occurred. Beas Group Ltd. and its affiliates, therefore, make any representation or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of the information provided in this publication. Changes to this publication can be made at any time without notice. All mentioned trademarks are protected by law. For technical details and detailed information of the specific systems provided in this document please contact your local representative. This document may contain references to applications and products which are not available in all markets. Please check with your local sales representative. All mentioned trademarks are protected by law or registered. The trademarks and design references mentioned herein are trademarks, or registered trademarks, of Beas Group Ltd., Männedorf, Switzerland. A complete list may be found at [www.beas.com/products](http://www.beas.com/products). Product names and company names that are not contained in the list but are noted herein may be the trademarks of their respective owners. Beas is a registered trademark of Beas Group Ltd., Männedorf, Switzerland. **Spark multiplate reader is for research use only.** © 2015, Tecan Trading AG, Switzerland, all rights reserved. For distribution and trademarks please visit [www.tecan.com](http://www.tecan.com)

SPARK CONTROL (10/15)

# PROLINE

## TTZ 70

CONGÉLATEUR SOUS PLAN 48CM  
48CM UNDER COUNTER FREEZER  
48CM DIEPVRIES  
CONGELADOR BAJO MOSTRADOR 48CM  
48CM MRAZNIČKA POD PULT NÁVOD K POUŽITÍ  
48CMPODPULTOVÁ MRAZNIČKA



### SPÉCIFICATIONS

Marque	Proline
Type d'appareil	Congélateur de type I
Nombre d'étoiles	★☆☆☆
Classe climatique + fourchette de températures ambiantes	N (+16°C ~ +32°C)
Classe de protection contre les chocs électriques	I
Tension et fréquence nominales	220-240V~ 50Hz
Puissance d'entrée	90W
Consommation d'énergie	0,447 kWh/24h
Réfrigérant/Quantité	R600a / 40g
Intensité nominale	0,60A
Capacité du congélateur	64 L
Volume brut total	68 L
Capacité de congélation	3,0 kg/24h
Poids net	26kg
Mousse isolante	Cyclopentane
Dimensions du produit (L x P x H mm)	480x500x850
Classe énergétique (1)	A+
Consommation d'électricité (2)	163 kWh/an
Bruits	42 dB
Autonomie de conservation en cas de	12 heures

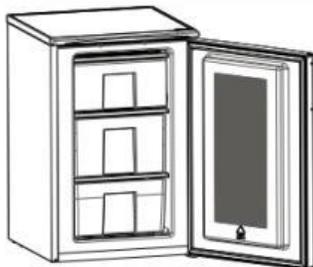
13

# doméos

## NOTICE D'UTILISATION

Lisez attentivement cette notice d'utilisation avant d'utiliser votre appareil.  
Conservez-la car elle contient des informations importantes.

CONGÉLATEUR TOP CT86VE13



CORA NAL  
77435 MARNE LA VALLÉE CEDEX 2 FRANCE

Marque	DOMEOS
Modèle	CT86VE13
Catégorie produit	8 (Congélateur)
Classe énergétique	A+
Consommation énergétique annuelle *	176 kWh/an
Volume brut total	80 l
Volume net total	75 l
Volume brut du réfrigérateur	-
Volume net du réfrigérateur	-
Volume brut du congélateur	80 l
Volume net du congélateur	75 l
Classement par étoiles	★★★★
Système de réfrigération	Statique
Temps de montée de la température (-18°C) - (-9°C)	autonomie de 14 heures (25°C)
Pouvoir de Congélation	7,5 kg
Classe climatique **	T/SN (10°C - 43°C)
Emission acoustiques dans l'air	39 dB(A)

#### 4. FICHES TECHNIQUES DES ÉQUIPEMENTS DES CUISINES

##### Description du produit

Taille: FD4-P02

Le four à pizza électrique VERTES convient à tous les types de pizzas ou de produits de boulangerie. Idéal pour les pizzas italiennes, les tartes flambées ou les viennoiseries et croissants. Sa manipulation et son utilisation simple font de cet appareil une aide précieuse dans n'importe quelle cuisine professionnelle ou atelier de boulangerie.

Chaque chambre du four à pizza est équipée d'un régulateur, de sorte à ce que la température puisse être réglée avec précision entre 0° et 350°. La minuterie peut être réglée jusqu'à 30 minutes pour faciliter la production de viennoiseries. Les chambres du four à pizza ont un grand hublot. À l'intérieur, la pierre à pizza réfractaire assure une cuisson particulièrement croustillante et la lumière présente à l'ouverture de la chambre assure une bonne visibilité.

Avec un entretien et une maintenance appropriés, l'appareil offre les meilleures conditions d'une utilisation fiable et une longue durée de vie.

##### Caractéristiques Top

- Cadre en acier inoxydable
- Conçu pour la gastronomie et les ateliers de boulangerie
- Contrôle séparé de la température et de la chaleur (croissante ou décroissante)
- Plage de régulation de température comprise entre 0°C à 350°C
- Minuterie de 30 minutes pour un temps de cuisson exact
- Base en pierre conçus pour les produits de boulangerie Rendu particulièrement croustillants

##### Données techniques

- Nombre de chambres: 2
- Puissance: 3000 Watt
- Plage de température: 0 - 350°C
- Chambre de dimensions intérieures (LxWxH): 2x 415x400x120 mm
- La tension du réseau: 230V / 50Hz
- Dimensions (LxWxH): 560x570x440 mm
- Poids: ca. 27,5 kg

##### Contenu de la livraison

- 1x four à pizza
- 1x manuel d'utilisation



##### Descriptif technique

Marque	Severin
Numéro de modèle	3363
Couleur	Noir
Dimensions du produit (L x l x h)	11.8 x 21 x 23.6 cm; 655 grammes
Capacité	1 Litres
Volume	0.2 Litres
Puissance	1000 Watts
Voltage	230 Volts
Matériau	Plastique
Caractéristiques	Capacité du réservoir d' eau (l), sans fil, rangement du cordon, indicateur de niveau d'eau
Poids de l'article	655 g



## Informations générales sur le produit

Marque	OCCAVIC
Nom du produit	OCCAVIC OCCAF2007H - Réfrigérateur Congélateur
Catégorie	REFRIGÉRATEUR CLASSIQUE

## Informations sur le produit

Couleur(s)	Argent
------------	--------

## Général

Type de produit	Réfrigérateur-congélateur - congélateur haut
Catégorie de réfrigérateur	Réfrigérateur-congélateur
Classe énergétique	Classe A+
Consommation électrique annuelle	217 kWh
Volume utile total	204 litres
Volume utile de réfrigérateur	164 litres
Volume utile de congélateur	40 litres
Classe climatique	T-ST
Niveau sonore maximal	40 dB
Format	Pass libre
Nombre de portes	2
Portes réversibles	OUI
Contrôle	Véhicule

## Caractéristiques du réfrigérateur

Source froide du réfrigérateur	OUI
Caractéristiques des étagères/compartiments du réfrigérateur	Tiroir - transparent Étagère - verre (verre) Séjournet - couverts dans porte Sac à légumes

## Dimensions et poids

Largeur	55 cm
Profondeur	55 cm
Hauteur	142 cm
Poids	40 kg

## Dimensions et poids (emballage)

Poids (emballage)	45 kg
-------------------	-------

## Vos garanties incluses

Garantie (*)	2 ans (dépendant des détails du détail de conformité - 8 mois pour les produits non-neu(x))
Disponibilité	Dans le cas d'une garantie commerciale en option par le vendeur, celle-ci ne fait pas obstacle à l'application de la garantie légale de conformité et/ou à la garantie des vices cachés. Voir



## Informations générales sur le produit

Marque	BRANDT
Nom du produit	Cafetière fixe 1,8 l (2021)
Catégorie	Café ET CAFE
<b>Général</b>	
Type de produit	Cafetière
Couleur	Noir
Capacité du réservoir d'eau	1,8 litres
Fonctions	Airé automatique, réservoir de réchauffage, système anti-gouttes, robinet mesurant, pare-éclaboussure, pré-infusion programmable, maintien au chaud (jusqu'à 2 heures)
Composés	Café moulu
Catégorie(s) externe(s)	Filtrage Lattes
Matériau de chauffe	Cuivre
Forme	Fixe de table
Méthode d'infusion	Fixe
<b>Consommation</b>	
Puissance électrique	1000 Watts
Alimentation	220 V / 50 Hz
Longueur du cordon	0,75 m
Type de prise	Européen



## Informations générales sur le produit

Marque	LG
Nom du produit	LG N53220GIB Micro-ondes multifonction noir - 32 L
Catégorie	MICRO-ONDES
<b>Général</b>	
Type de produit	Four micro-ondes multifonction
Puissance maximale du micro-ondes	1200 Watts
Capacité du four à micro-ondes	32 litres
Couleur	Noir
Dimensions de la cavité	33,5 cm x 40,8 cm x 26,2 cm
Programmes de cuisson au micro-ondes	Décongélation, garde-au-chaud, Quick Start, 24 modes de cuisson automatique, fonction yeast, Eco On, 5 fonctions de réchauffage automatique, i-Volve, 4 fonctions Expert Defrost
Format	Pose libre
Plateau tournant	Cuivre
Taille du plateau tournant du four à micro-ondes	26 cm
Revêtement de cavité	Easy Clean Coating
<b>Réglages, commandes et voyants</b>	
Nombre de niveaux de puissance	5
Type de commande	Tactile
<b>Consommation</b>	
Puissance électrique	1200 Watts
<b>Divers</b>	
Fonctions de sécurité	Sécurité enfants
<b>Dimensions et poids</b>	
Largeur	33,5 cm
Hauteur	29,1 cm
Profondeur	44 cm
Poids	12,7 kg
<b>Dimensions et poids (emballage)</b>	
Hauteur (emballage)	33,1 cm
Largeur (emballage)	60,5 cm
Profondeur (emballage)	45,7 cm
Poids (emballage)	14,7 kg

## 5. FICHES TECHNIQUES DES ÉQUIPEMENTS BUREAUTIQUES



Connectivité	
Nombre de port ethernet LAN (RJ-45)	1
Quantité de ports HDMI	1
Combo casque / microphone Port	Oui
Quantité de ports de type A USB 3,0 (3,1 Gen 1)	2
Clavier	
Dispositif de pointage	Pavé tactile
Touches Windows	Oui
Pavé numérique	Oui
Clavier backlight	Non
Logiciel	
Système d'exploitation installé	Windows 10 Home
Architecture du système d'exploitation	64-bit
Batterie	
Technologie batterie	Lithium Polymère (LiPo)
Autonomie de la batterie	5 h
Nombre de cellules de batterie	2
Capacité de la batterie	30 Wh
Gestion d'énergie	
Tension d'entrée de l'adaptateur secteur	100 - 240 V
Fréquence de l'adaptateur secteur	50 - 60 Hz
AC adaptateur puissance	45 W



#### Tuner TV

Type de syntoniseur	Analogique et numérique
Recherche automatique des canaux	Oui
Format du système de signal numérique	DVB-C,DVB-S2,DVB-T2

#### TV Intelligente / smart TV

Internet TV	Non
Smart TV	Oui
TV Interactive	Non
Refllet d'écran	Oui
HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)	Oui
Prise en charge de Video on Demand (VOD)	Oui
Apps vidéos	Netflix,YouTube
Système d'exploitation installé	Linux
Version HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV)	1.5

#### Audio

Puissance évaluée de RMS	10 W
Haut-parleurs intégrés	Oui
Nombre de haut-parleurs	2

#### Connectivité

Quantité de ports HDMI	2
Quantité de Ports USB 2.0	2
Connecteur PC Intégré (D-Sub)	Non
Nombre de port ethernet LAN (RJ-45)	1
Interface Commune (IC)	Oui
Sortie de casque	1
Interface commune Plus (CI+)	Oui
Port DVI	Non
Canal de retour audio (ARC, Audio Return Channel)	Oui



Écran	
Écran	LCD
Réseau	
WiFi	Oui
EthernetLAN	Non
Standards wifi	802.11a, 802.11g, 802.11n
Technologies d'impression mobile	Apple AirPrint, Google Cloud Print
Connectivité	
Interfaces standard	USB 2.0
Support de stockage	
Lecteur de cartes mémoires intégré	Non
Émission sonore	
Niveau sonore du copieur, en fonctionnement	43 dB
Niveau sonore d'impression	43 dB
Niveau sonore du scanner, en fonctionnement	43 dB
Puissance	
Consommation d'énergie (mode veille)	0,3 W
Tension d'entrée AC	100 - 240 V
Fréquence d'entrée AC	50/60 Hz
Consommation électrique (fonctionnement moyen)	18 W
Logiciel	
Prise en charge du système d'exploitation Mac	Mac OS X 10.6 Snow Leopard, Mac OS X 10.7 Lion, Mac OS X 10.8 Mountain Lion, Mac OS X 10.9 Mavericks Windows 7 Home Basic, Windows 7 Home Basic x64, Windows 7 Home Premium, Windows 7 Home Premium x64, Windows 7 Professional, Windows 7 Professional x64, Windows 7 Starter, Windows 7 Starter x64, Windows 7 Ultimate, Windows 7 Ultimate x64, Windows 8, Windows 8 Entreprise, Windows 8 Entreprise x64, Windows 8 Pro, Windows 8 Pro x64, Windows 8.1, Windows 8.1 Entreprise, Windows 8.1 Entreprise x64, Windows 8.1 Pro, Windows 8.1 Pro x64, Windows 8.1 x64, Windows 8.1 Business, Windows Vista Business x64, Windows Vista Enterprise, Windows Vista Enterprise x64, Windows Vista Home Basic, Windows Vista Home Basic x64, Windows Vista Home Premium, Windows Vista Home Premium x64, Windows Vista Ultimate, Windows Vista Ultimate x64, Windows XP Home, Windows XP Professional
Prise en charge du système d'exploitation Windows	



Puissance	
Consommation d'énergie (mode économie)	10 W
Consommation d'énergie (mode veille)	1,9 W
Tension d'entrée AC	230 V
Fréquence d'entrée AC	50/60 Hz
Consommation électrique (fonctionnement moyen)	600 W
Logiciel	
Prise en charge du système d'exploitation Mac	Oui
Prise en charge du système d'exploitation Windows	Oui
Prise en charge du système d'exploitation Linux	Oui
Certificat	
Certifié Energy Star	Oui
Design	
Couleur	Blanc
Poids et dimensions	
Poids	20 kg
Profondeur	42,5 cm
Largeur	45,5 cm
Hauteur	42,7 cm
Conditions environnementales	
Taux d'humidité de fonctionnement	10 - 90%
Température hors fonctionnement	10 - 32 °C
Température d'opération	-10 - 43 °C
Taux d'humidité relative (stockage)	50 - 70%

6. FICHES TECHNIQUES DES INSTALLATIONS ET DES ÉQUIPEMENTS DU CHAUFFAGE, DE LA CLIMATISATION ET DE LA VENTILATION



Garantie	5 ans
Tension	230 V
Puissance du chauffe-eau (W)	1800
Pose	Murale
Capacité (Litres)	150
Type de résistance	Stéatite
Pose du ballon d'eau chaude	Verticale
Capacité du ballon d'eau chaude (Nb personnes)	1 à 3 personnes
Hauteur du chauffe-eau (mm)	1030
Arrivée et sortie d'eau du ballon	Bas/Bas
Temps de chauffe	5 à 6H
Tension du chauffe-eau	230 V
Capacité du chauffe-eau (Litres)	150
Installation du chauffe-eau	Murale
Type de protection du chauffe-eau	Protection passive (anode magnésium)
Largeur du chauffe-eau (mm)	570
Chauffe-eau compact	Oui



### Boiler specification (cont.)

<b>Rated heating output</b>	<b>kW</b>	<b>350</b>
<b>Standby loss <math>q_{B,70}</math></b>	<b>%</b>	<b>0.25</b>
<b>Matching Vitotrans 300</b>		
– operation with gas	Part no.	Z002 118
– operation with fuel oil	Part no.	Z002 120
<b>Rated heating output</b>		
Boiler with Vitotrans 300		
– operation with gas	kW	383.3
– operation with fuel oil	kW	372.7
<b>CE designation</b>		
Vitotrans 300 in conjunction with a boiler as a condensing unit		5BS0287
<b>Pressure drop on the hot gas side</b>		
Boiler with Vitotrans 300		
	Pa	410
	mbar	4.10
<b>Total length</b>		
Boiler with Vitotrans 300 without burner		
	mm	2570



#### Paramètres techniques

<b>Unité</b>	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Phase(s) [-]	3~
Fusible recommandé	3x10 A
Indice de protection	IP23
Variateur	Réglable en continu
Débit d'air	525 à 900 m <sup>3</sup> /h
Type de produit	Unité d'apport d'air neuf
<b>Ventilateur de soufflage</b>	
Tension	230 V
Phase(s) [-]	1~
Intensité	1,17 A
Puissance installée (P <sub>i</sub> ) Vent. Soufflage	168 W
Vitesse de rotation	2 814 tr/min
Classe d'isolation	B
<b>Filtre soufflage</b>	
Classe de filtration, en soufflerie	ePM10 10%
<b>Chauffage</b>	
Type de chauffage	Électrique
Puissance installée, Bati. Chauff.	4,5 kW
<b>Autres</b>	
Taille de chassis	02
<b>Dimensions et poids</b>	
Poids	54 kg
<b>Données acoustiques</b>	
Niveau sonore à 1 m (20m <sup>2</sup> Sabine)	53 dB(A)
<b>CE</b>	
Conformité CE	CEP 2018



## CDXR CDXRT CJDXR

**CDXR** : Ventilateurs centrifuges à double aspiration à transmission, avec sortie d'axe des deux côtés et turbine à pales vers l'arrière

**CDXRT** : Ventilateurs centrifuges à double aspiration par transmission, équipés d'un moteur électrique, d'un ensemble de poulies, de courroies de protection et d'une turbine avec les pales vers l'arrière.

**CJDXR** : Appareils de ventilation avec turbine à pales vers l'avant isolés acoustiquement, équipés de ventilateurs de la gamme CDXR, sur amortisseurs en mousse

#### Ventilateur :

- Gaine en tôle d'acier galvanisé
- Turbine avec pales vers l'avant en tôle d'acier galvanisé
- Structure en tôle acier galvanisé avec isolation thermique et acoustique (CJDXR)
- Presse-étoupe pour l'entrée des câbles (CJDXR)

#### Moteur :

- Moteurs efficacité IE-2, sauf puissances inférieures à 0,75 kW monophasés et 2 vitesses
- Moteurs classe F, avec roulements à billes, protection IP55
- Triphasés 230/400 V, 50Hz (jusqu'à 5,5 CV) et 400/690V, 50 Hz (puissances supérieures à 5,5 CV)
- Température maximum de l'air à transporter : -20°C... +60 °C

#### Finition :

- Anticorrosion en tôle acier galvanisé

#### Sur demande :

- Différentes positions de bouche d'impulsion
- Bobinages spéciaux pour différentes tensions
- Avec moteurs à 2 vitesses



CDXR



CDXRT



CJDXR

#### Caractéristiques techniques

Modèle	Vitesse max. (T/min)	Puissance installée (kW)	Débit maximum (m <sup>3</sup> /h)	Température de l'air (°C)		Poids approx. (kg)
				min.	max.	
CDXR-710	1450	22	53750	-20	65	223



UPS 50-120 F  
96402101  
5700390659493

Speed no 3  
Head max 120 dm  
Approvals on nameplate AAAEAC

**Materials**  
Pump housing Cast iron  
Pump housing EN-JL1040  
Pump housing ASTM 35 B -40 B  
Impeller Stainless steel  
Impeller DIN W.-Nr. 1.4301  
Impeller AISI 304

**Installation**  
Range of ambient temperature 0 .. 40 °C  
Maximum operating pressure 10 bar  
Flange standard DIN  
Pipe connection DN 50  
Pressure rating PN 6 / PN 10  
Port-to-port length 280 mm

**Liquid**  
Pumped liquid Water  
Liquid temperature range -10 .. 120 °C  
Selected liquid temperature 60 °C  
Density 983.2 kg/m<sup>3</sup>

**Electrical data**  
Power input in speed 1 620 W  
Power input in speed 2 700 W  
Max. power input 760 W  
Mains frequency 50 Hz  
Rated voltage 1 x 230-240 V  
Current in speed 1 3.05 A  
Current in speed 2 3.35 A  
Current in speed 3 3.6 A  
Cos phi in speed 1 0.88  
Cos phi in speed 2 0.91  
Cos phi 0.92  
Capacitor size - run 25 µF/400 V  
Insulation class (IEC 85) H  
Enclosure class (IEC 60529) X4D  
Motor protec CONTACT  
Thermal protec external

**Controls**  
Relay without relay  
Pos term box 1.30H

**Others**  
Net weight 27.5 kg  
Gross weight 28 kg  
Shipping volume 0.043 m<sup>3</sup>

### Informations générales

Fabricant	DAB
Garantie	Garantie de 5 ans
Réf.	8059893011961
Code fabricant	60150992

### Caractéristiques physiques

Poids	37,5 kg
Entraxe	450 mm

### Informations techniques

Tension	Monophasé - 230 V
Puissance (W)	530 Watt

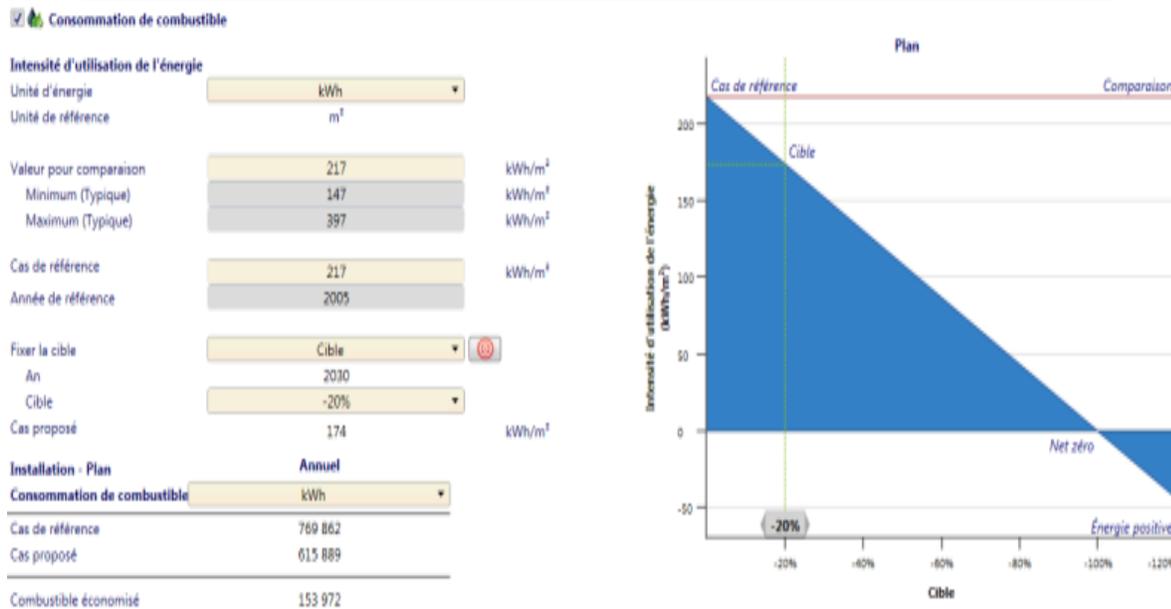
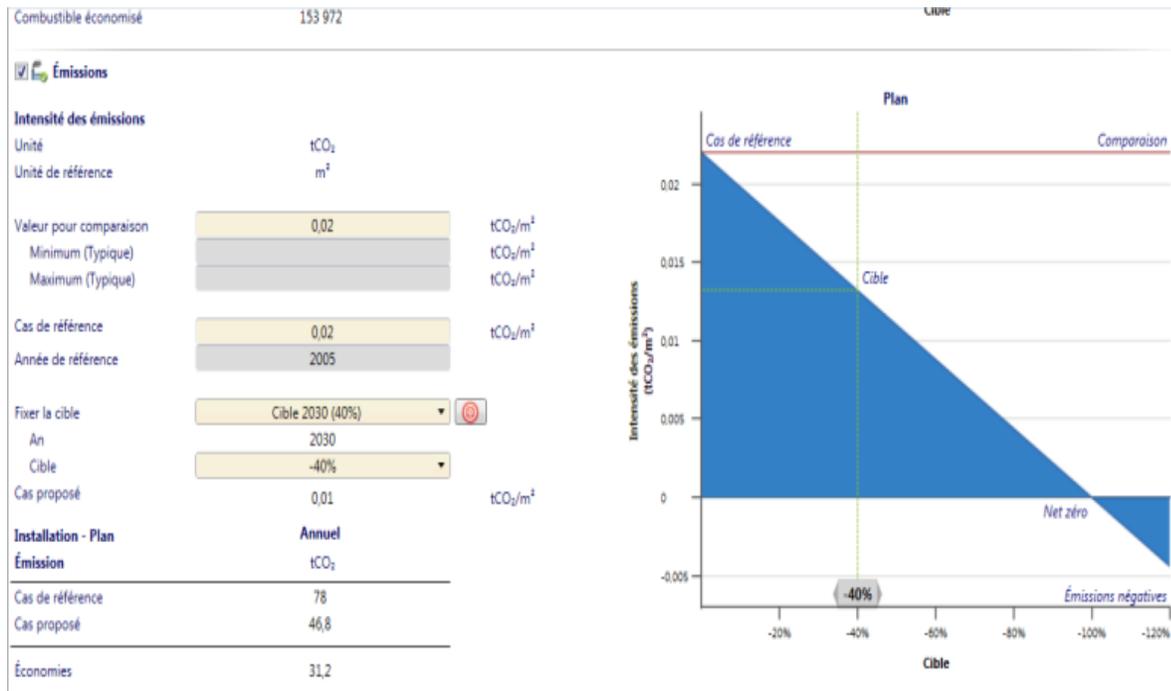


## ANNEXE 3 : FIGURES DE LA SIMULATION DES DONNEES DU BATIMENT ETUDIEE

### 1. DONNEES CLIMATIQUES DU LIEU DU BATIMENT GENEREES PAR RETSCREEN EXPERT



2. PRESENTATION DE L'OBJECTIF DE RETSCREEN



## 3. SIMULATION DES SOURCES D'ÉCLAIRAGE

Éclairage

Description Sanitaire

Note

Niveau

Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

	Cas de référence	Cas proposé	
<input type="checkbox"/> <b>Éclairage – calculatrice</b>			
Type d'éclairage	Diode électroluminescente (DEL)	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	137,5	129
Charge électrique par lampe	W	8	4
Nombre de lampes par luminaire		1	1
Pertes diverses	W	1	0,875
Charge électrique par luminaire	W	9	4,9
Nombre de luminaires		18	18
Nombre de lampes - total		18	18
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554
Méthode d'évaluation des coûts	Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		807
Économies d'exploitation et entretien			
Nombre d'unités		1	1
Électricité	kWh	328	136
			192 58,4%

Impact

Impact sur la climatisation 0%

Impact sur le chauffage des locaux 0%

Éclairage

Description Salle 1

Note

Niveau

Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

	Cas de référence	Cas proposé	
<input type="checkbox"/> <b>Éclairage – calculatrice</b>			
Type d'éclairage	Fluorescent T8 - ballast électronique	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	75	65
Charge électrique par lampe	W	18	10
Nombre de lampes par luminaire		4	4
Pertes diverses	W	9	0,125
Charge électrique par luminaire	W	81	40,1
Nombre de luminaires		185	185
Nombre de lampes - total		740	740
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554
Méthode d'évaluation des coûts	Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		24 990
Économies d'exploitation et entretien			
Nombre d'unités		1	1
Électricité	kWh	30 330	11 536
			18 794 62%

Impact

Impact sur la climatisation 0%

Impact sur le chauffage des locaux 0%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage – calculatrice				
Type d'éclairage		<input type="button" value="🏠"/> Diode électroluminescente (DEL)	<input type="button" value="🏠"/> Diode électroluminescente (DEL)	<input type="button" value="🏠"/>
Rendement	lm/W	120	120	
Charge électrique par lampe	W	40	20	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	5	2.5	
Charge électrique par luminaire	W	45	22.5	
Nombre de luminaires		23	23	
Nombre de lampes - total		23	23	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		849	<input type="button" value="💰"/>
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	2 095	804	1 291 61,6%

Impact

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  0%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage – calculatrice				
Type d'éclairage		<input type="button" value="🏠"/> Aux halogénures métalliques standard	<input type="button" value="🏠"/> Diode électroluminescente (DEL)	<input type="button" value="🏠"/>
Rendement	lm/W	76,4	95	
Charge électrique par lampe	W	250	150	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	31,25	18,75	
Charge électrique par luminaire	W	281	169	
Nombre de luminaires		9	9	
Nombre de lampes - total		9	9	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		576	<input type="button" value="💰"/>
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	5 123	2 360	2 763 53,9%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage - calculatrice				
Type d'éclairage		Fluorescent T8 - ballast électronique	Fluorescent T8 - ballast électronique	
Rendement	lm/W	75	95	
Charge électrique par lampe	W	18	10	
Nombre de lampes par luminaire		4	4	
Pertes diverses	W	9	1,25	
Charge électrique par luminaire	W	81	41,3	
Nombre de luminaires		16	16	
Nombre de lampes - total		64	64	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		1 969	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	2 623	1 026	1 597 60,9%

Impact

Impact sur la climatisation 70%

Impact sur le chauffage des locaux 70%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage - calculatrice				
Type d'éclairage		Fluorescent compact à brancher sur ballast	Fluorescent compact à brancher sur ballast	
Rendement	lm/W	67	67	
Charge électrique par lampe	W	21	14	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	2,625	1,75	
Charge électrique par luminaire	W	23,6	15,8	
Nombre de luminaires		26	26	
Nombre de lampes - total		26	26	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		252	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	1 243	636	607 48,8%

Impact

Impact sur la climatisation 70%

Impact sur le chauffage des locaux 70%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage – calculatrice				
Type d'éclairage		Fluorescent compact à brancher sur ballast	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	69.23	60	
Charge électrique par lampe	W	26	11	
Nombre de lampes par luminaire		2	2	
Pertes diverses	W	6.5	1.25	
Charge électrique par luminaire	W	58.5	23.3	
Nombre de luminaires		5	5	
Nombre de lampes - total		10	10	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 500	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		68,80	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	592	174	418 70,5%

Impact

Impact sur la climatisation 70%

Impact sur le chauffage des locaux 70%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage – calculatrice				
Type d'éclairage		Fluorescent compact à brancher sur ballast	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	69.23	60	
Charge électrique par lampe	W	26	21	
Nombre de lampes par luminaire		2	2	
Pertes diverses	W	6.5	1.25	
Charge électrique par luminaire	W	58.5	43.3	
Nombre de luminaires		67	67	
Nombre de lampes - total		134	134	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		922	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	7 933	4 503	3 430 43,2%

Impact

Impact sur la climatisation 70%

Impact sur le chauffage des locaux 70%

Éclairage

Description **Circulation 2**

Note

Niveau Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

	Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage - calculatrice			
Type d'éclairage	Fluorescent compact à brancher sur ballast	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	66,66 lm/W	75	
Charge électrique par lampe	21 W	14	
Nombre de lampes par luminaire	1	1	
Pertes diverses	2,625 W	0	
Charge électrique par luminaire	23,6 W	14	
Nombre de luminaires	6	6	
Nombre de lampes - total	6	6	
Nb. d'heures d'opération	2 024 h/an	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts	Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement		58,08 \$	
Économies d'exploitation et entretien			
Nombre d'unités	1	1	
Électricité	287 kWh	131	156 54,5%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Éclairage

Description **Circulation 3**

Note

Niveau Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

	Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage - calculatrice			
Type d'éclairage	À incandescence	À incandescence	
Rendement	10 lm/W	13,33	
Charge électrique par lampe	40 W	30	
Nombre de lampes par luminaire	1	1	
Pertes diverses	5 W	3,75	
Charge électrique par luminaire	45 W	33,8	
Nombre de luminaires	2	2	
Nombre de lampes - total	2	2	
Nb. d'heures d'opération	2 024 h/an	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts	Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement		22 \$	
Économies d'exploitation et entretien			
Nombre d'unités	1	1	
Électricité	182 kWh	105	77,3 42,4%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Éclairage

Description **Circulation 4**

Note

Niveau Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<b>Éclairage – calculatrice</b>				
Type d'éclairage		Halogène	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	23.7	14	
Charge électrique par lampe	W	50	35	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	6.25	4.375	
Charge électrique par luminaire	W	56.3	39.4	
Nombre de luminaires		14	14	
Nombre de lampes - total		14	14	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		205	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	1 594	857	737 46.3%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Éclairage

Description **Circulation 5**

Note

Niveau Niveau 1 Niveau 2

Apprentissage virtuel

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<b>Éclairage – calculatrice</b>				
Type d'éclairage		Diode électroluminescente (DEL)	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	93.33	100	
Charge électrique par lampe	W	6	4	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	6.25	0	
Charge électrique par luminaire	W	12.3	4	
Nombre de luminaires		8	8	
Nombre de lampes - total		8	8	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		126	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	198	49.7	149 74.9%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Éclairage

Description

Note

Niveau

Apprentissage virtuel 

Éclairage - Niveau 2

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<input type="checkbox"/> Éclairage – calculatrice				
Type d'éclairage		 Diode électroluminescente (DEL)	Diode électroluminescente (DEL)	
Rendement	lm/W	137.5	129	
Charge électrique par lampe	W	8	7	
Nombre de lampes par luminaire		1	1	
Pertes diverses	W	6.25	0	
Charge électrique par luminaire	W	14.3	7	
Nombre de luminaires		36	36	
Nombre de lampes - total		36	36	
Nb. d'heures d'opération	h/an	2 024	1 554	
Méthode d'évaluation des coûts		Niveau 1		
Surcoûts à l'investissement	\$		1 615	
Économies d'exploitation et entretien				
Nombre d'unités		1	1	
Électricité	kWh	1 038	392	647 62.3%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

4. SIMULATION DES EQUIPEMENTS (BUREAUTIQUES, CUISINE, D'EAU CHAUDE SANITAIRE , DES LABORATOIRES )

Équipements électriques

Description

Note

Apprentissage virtuel 

Équipements électriques

Description	Charge électrique - typique W	Quantité	Cas de référence			Cas proposé			Surcoûts à l'investissement \$	
			Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %	Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %		
Ordinateur	200 - 300	157	2 024	45	70%	60	2 024	45	70%	0
TV LCD		4	704	31	40%	2	704	31	40%	0
Video-projecteur		1	704	220	40%	1	704	220	40%	10 000
Imprimante à jets d'encre	13	2	2 024	36	40%	2	2 024	36	40%	0
Photocopieur	100 - 300	3	2 024	600	24%	2	2 024	600	24%	0
<b>Total</b>										10 000

	Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
Surcoûts à l'investissement \$		10 000	
Économies d'exploitation et entretien \$			
Électricité kWh	11 039	4 546	6 493 58.8%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Équipements électriques

Description

Note

Apprentissage virtuel 

Équipements électriques

Description	Charge électrique - typique W	Quantité	Cas de référence			Cas proposé			Surcoûts à l'investissement \$	
			Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %	Nb. d'heures d'opération h/an	Charge électrique W	Pourcentage d'utilisation %		
Four encastré	3000	3	88	3 000	50%	1	44	3 000	50%	0
Frigo		20	350	207	500%	10	200	207	500%	0
Cafetière électrique	900 - 1200	2	44	1 000	30%	1	30	1 000	30%	0
Bouilloire	1500	1	44	1 000	30%	1	30	1 000	30%	0
Four à micro-onde	750 - 1200	1	88	1 200	30%	1	30	1 200	30%	0
<b>Total</b>										0

	Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
Surcoûts à l'investissement \$		0	
Économies d'exploitation et entretien \$		50	
Électricité kWh	7 712	2 165	5 547 71.9%

Impact

Impact sur la climatisation  50%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

Équipements électriques

Description

Note

Apprentissage virtuel 

Équipements électriques

Description	Quantité	Cas de référence			Cas proposé			Surcoûts à l'investissement
		Nb. d'heures d'opération	Charge électrique	Pourcentage d'utilisation	Nb. d'heures d'opération	Charge électrique	Pourcentage d'utilisation	
		h/an	W	%	Quantité	h/an	W	\$
Cumulus 150L	1	1 056	1 800	100%	1	554	1 800	0
Chaudière à gaz	3	1 056	350	100%	2	554	350	0
<b>Total</b>								0
Surcoûts à l'investissement	\$	Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée		
Économies d'exploitation et entretien	\$			0				
Électricité	kWh	3 010		1 385	1 625			54%

Impact

Impact sur la climatisation  70%

Impact sur le chauffage des locaux  70%

Équipements électriques

Description

Note

Apprentissage virtuel 

Équipements électriques

Description	Quantité	Cas de référence			Cas proposé			Surcoûts à l'investissement
		Nb. d'heures d'opération	Charge électrique	Pourcentage d'utilisation	Nb. d'heures d'opération	Charge électrique	Pourcentage d'utilisation	
		h/an	W	%	Quantité	h/an	W	\$
Autoclave de paille	1	1 326	2 200	50%	1	600	2 200	0
Centrifuge	1	1 326	1 050	50%	1	600	1 050	0
Etuve	2	1 326	3 400	50%	1	600	3 400	0
Centrifuge	1	1 326	2 790	50%	1	600	2 790	0
Lyophilisateur	2	1 326	1 200	50%	1	600	1 200	0
Centrifuge	1	1 326	1 032	50%	1	600	1 032	0
Lecteur de plaques avec imagerie	1	1 326	147	50%	1	600	147	0
Congélateur	1	1 716	90	60%	1	900	90	0
Congélateur	1	1 716	150	60%	1	900	150	0
<b>Total</b>								0
Surcoûts à l'investissement	\$	Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée		
Économies d'exploitation et entretien	\$			0				
Électricité	kWh	11 133		3 675	7 458			67%

Impact

Impact sur la climatisation  50%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

5. SIMULATION DES AUXILIAIRES DE CHAUFFERIES

**Pompes**

Description Pompe double

Note Chauffage

Méthode

Pompes

Pompage de l'eau

Apprentissage virtuel

---

**Pompes - Pompes**

	Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée
	Haut rendement	Haut rendement	Haut rendement	Haut rendement	
<b>Moteur</b>					
Type					
Capacité	620	620	620	620	0
Rendement - plein régime	86,3%	86,3%	86,3%	86,3%	0
Fabricant					
Modèle					
Facteur de charge	70%	70%	70%	70%	0
Rendement - conditions d'opération	85,4%	85,4%	85,4%	85,4%	0
Puissance à l'arbre moteur	434	434	434	434	0
<b>Pompe</b>					
Rendement	80%	80%	80%	80%	0
Puissance hydraulique - plein débit	347	347	347	347	0
Type de débit	Constant	Variable	Élevé	Vitesse variable	0
Plage de débit					
Type de régulation du débit					
Nb. d'heures d'opération	5 544	5 544	5 544	5 544	0
Surcoûts à l'investissement					0
Économies d'exploitation et entretien					0
Nombre de pompes	1	1	1	1	0
Électricité	2 789	1 527	1 527	1 262	45,3%

---

**Impact**

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

**Pompes**

Description Pompe double

Note Chauffage

Méthode

Pompes

Pompage de l'eau

Apprentissage virtuel

---

**Pompes - Pompes**

	Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée
	Haut rendement	Haut rendement	Haut rendement	Haut rendement	
<b>Moteur</b>					
Type					
Capacité	410	410	410	410	0
Rendement - plein régime	85,6%	85,6%	85,6%	85,6%	0
Fabricant					
Modèle					
Facteur de charge	70%	70%	70%	70%	0
Rendement - conditions d'opération	84,7%	84,7%	84,7%	84,7%	0
Puissance à l'arbre moteur	287	287	287	287	0
<b>Pompe</b>					
Rendement	80%	80%	80%	80%	0
Puissance hydraulique - plein débit	230	230	230	230	0
Type de débit	Constant	Variable	Élevé	Vitesse variable	0
Plage de débit					
Type de régulation du débit					
Nb. d'heures d'opération	5 544	5 544	5 544	5 544	0
Surcoûts à l'investissement					0
Économies d'exploitation et entretien					0
Nombre de pompes	1	1	1	1	0
Électricité	1 859	1 018	1 018	841	45,3%

---

**Impact**

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

Pompes

Description **Pompe double**

Note **Chauffage**

Méthode **Pompes** **Pompage de l'eau**

Apprentissage virtuel

---

Pompes - Pompes

		Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée
<b>Moteur</b>						
Type		Haut rendement	Haut rendement			
Capacité	W	115	115			
Rendement - plein régime	%	83.5%	83.5%			
Fabricant						
Modèle						
Facteur de charge	%	70%	70%			
Rendement - conditions d'opération	%	82.7%	82.7%			
Puissance à l'arbre moteur	W	80,5	80,5			
<b>Pompe</b>						
Rendement	%	80%	80%			
Puissance hydraulique - plein débit	W	64,4	64,4			
Type de débit		Constant	Variable			
Plage de débit			Élevé			
Type de régulation du débit			Vitesse variable			
Nb. d'heures d'opération	h/an	5 544	5 544			
Surcoûts à l'investissement	\$					
Économies d'exploitation et entretien	\$					
Nombre de pompes		1	1			
Électricité	kWh	534	293			242 45.3%

Impact

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

Pompes

Description **Pompe double**

Note **Climatisation**

Méthode **Pompes** **Pompage de l'eau**

Apprentissage virtuel

---

Pompes - Pompes

		Cas de référence		Cas proposé		Énergie économisée
<b>Moteur</b>						
Type		Haut rendement	Haut rendement			
Capacité	W	280	280			
Rendement - plein régime	%	85%	85%			
Fabricant						
Modèle						
Facteur de charge	%	70%	70%			
Rendement - conditions d'opération	%	84.1%	84.1%			
Puissance à l'arbre moteur	W	196	196			
<b>Pompe</b>						
Rendement	%	80%	80%			
Puissance hydraulique - plein débit	W	157	157			
Type de débit		Constant	Variable			
Plage de débit			Élevé			
Type de régulation du débit			Vitesse variable			
Nb. d'heures d'opération	h/an	5 544	5 544			
Surcoûts à l'investissement	\$					
Économies d'exploitation et entretien	\$					
Nombre de pompes		1	1			
Électricité	kWh	1 279	700			579 45.3%

Impact

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

Pompes

Description **Pompe de recyclage**

Note **Chauffage**

Méthode **Pompes** **Pompage de l'eau**

Apprentissage virtuel

Pompes - Pompes

		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<b>Moteur</b>		Haut rendement	Haut rendement	
Type				
Capacité	W	530	530	
Rendement - plein régime	%	86%	86%	
Fabricant				
Modèle				
Facteur de charge	%	70%	70%	
Rendement - conditions d'opération	%	85.1%	85.1%	
Puissance à l'arbre moteur	W	371	371	
<b>Pompe</b>				
Rendement	%	80%	80%	
Puissance hydraulique - plein débit	W	297	297	
Type de débit		Constant	Variable	
Plage de débit			Élevé	
Type de régulation du débit			Vitesse variable	
Nb. d'heures d'opération	h/an	5 544	5 544	
Surcoûts à l'investissement	\$			
Économies d'exploitation et entretien	\$			
Nombre de pompes		2	2	
Électricité	kWh	4 783	2 619	2 164 45,3%

Impact

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

Pompes

Description **Pompe de recyclage**

Note **Chauffage**

Méthode **Pompes** **Pompage de l'eau**

Apprentissage virtuel

Pompes - Pompes

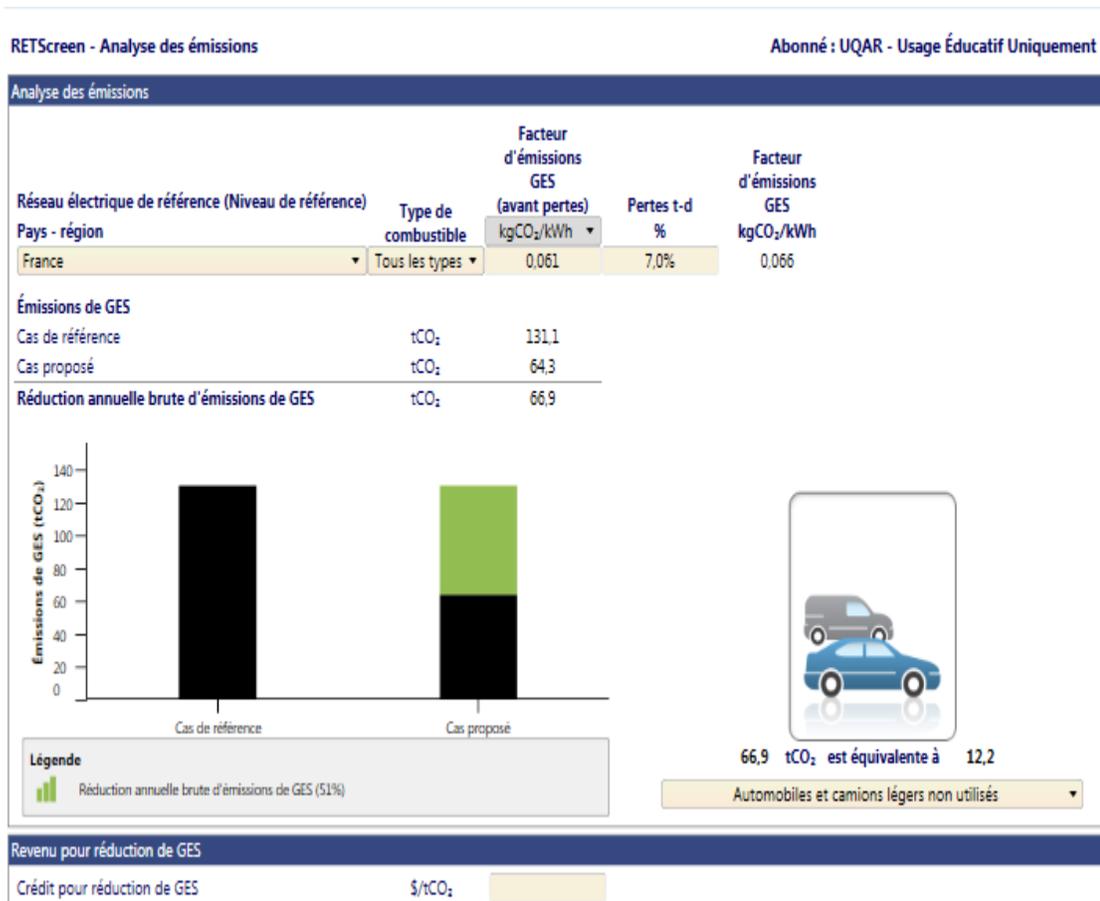
		Cas de référence	Cas proposé	Énergie économisée
<b>Moteur</b>		Haut rendement	Haut rendement	
Type				
Capacité	W	260	260	
Rendement - plein régime	%	84,9%	84,9%	
Fabricant				
Modèle				
Facteur de charge	%	70%	70%	
Rendement - conditions d'opération	%	84%	84%	
Puissance à l'arbre moteur	W	182	182	
<b>Pompe</b>				
Rendement	%	80%	80%	
Puissance hydraulique - plein débit	W	146	146	
Type de débit		Constant	Variable	
Plage de débit			Élevé	
Type de régulation du débit			Vitesse variable	
Nb. d'heures d'opération	h/an	5 088	5 088	
Surcoûts à l'investissement	\$			
Économies d'exploitation et entretien	\$			
Nombre de pompes		1	1	
Électricité	kWh	1 091	597	494 45,3%

Impact

Impact sur la climatisation  0%

Impact sur le chauffage des locaux  50%

## 6. ANALYSE DES RESULTATS DES EMISSIONS DE GES



7. LES ÉCONOMIES ENREGISTRÉES EN MATIÈRE DE COUTS, D'ÉNERGIES SUITE AUX MESURES D'EFFICACITÉ ÉNERGETIQUE

Afficher: Tous	Chaleur	Froid	Électricité	Surcoûts à l'investissement	économisés en combustible	d'exploitation et entretien	Retour simple	Inclure la mesure?
Combustible économisé	kWh	kWh	kWh	\$	\$	\$	an	<input type="checkbox"/>
<b>Chaleur</b>								
Chauffage urbain	0			0	0	0		<input type="checkbox"/>
chauffage urbain	0			0	0	0		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Froid</b>								
Refroidissement urbain		0		0	0	0		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Enveloppe du bâtiment</b>								
Totale	230 286	85 037		354 808	30 302	0	11,7	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Ventilation</b>								
Totale	35 280	8 184		0	3 390	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Éclairage</b>								
Bureaux			3 890	1 354	756	0	1,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Sanitaire			192	807	37,2	0	21,7	<input checked="" type="checkbox"/>
Salle 1			18 794	24 990	3 654	0	6,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Salle 2			1 291	849	251	0	3,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 1			2 763	576	537	0	1,1	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 2			1 597	1 969	311	0	6,3	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 3			607	252	118	0	2,1	<input checked="" type="checkbox"/>
Halle 4			418	68,8	81,2	0	0,8	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 1			3 430	922	667	0	1,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 2			156	58,1	30,4	0	1,9	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 3			77,3	22	15	0	1,5	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 4			737	205	143	0	1,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 5			149	126	28,9	0	4,4	<input checked="" type="checkbox"/>
Circulation 6			647	1 615	126	0	12,8	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Équipements électriques</b>								
Bureaux			6 493	5 000	1 262	0	4,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuisine			5 547	0	1 078	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Eau chaude sanitaire			1 625	0	316	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire			7 458	0	1 450	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Ventilation			5 472	0	1 064	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Pompes</b>								
Pompe double			1 262	0	245	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			841	0	164	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			242	0	47	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe double			579	0	112	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe de recyclage			2 164	0	421	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
Pompe de recyclage			494	0	96	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Ventilateurs</b>								
Totale			764	0	149	0	Immédiat	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Électricité</b>								
Photovoltaïque - 400 kW			0	0	0	0		<input type="checkbox"/>
<b>Total</b>	<b>265 565</b>	<b>76 853</b>	<b>67 688</b>	<b>393 622</b>	<b>46 851</b>	<b>0</b>	<b>8,4</b>	