

Présentation de la commune de Riddes

Le Centre sportif se situe sur la commune de Riddes en Valais. La commune est située sur la rive gauche du Rhône avant Martigny dans le Bas-Valais et compte 2900 habitants. La Tzoumaz et le hameau d'Auddes complètent la commune. La surface de son territoire s'étale des berges du Rhône (480 mètres d'altitude) jusqu'au Mont Gelé culminant à 3023 mètres d'altitude (Commune de Riddes, 2015). Depuis 2011, la commune est certifiée ISO 9001 (gestion de la qualité), 14001 (gestion de l'environnement) et Valais Excellence (Commune de Riddes, 2011). Ces certifications, avec notamment la norme ISO 14001, démontrent la volonté de la commune à maîtriser son impact sur l'environnement et améliorer sa performance environnementale (Organisation internationale de normalisation [ISO], 2014).

La commune de Riddes est membre de l'Association Cité de l'énergie depuis 2014 (Suisse énergie, 2014). À l'heure actuelle, elle ne possède pas encore le fameux label « Cité de l'énergie », mais elle s'en approche. En effet, cette distinction démontre que la commune mène une politique énergétique durable. À l'aide des nouvelles énergies renouvelables, à une optimisation de l'aménagement du territoire, de la mobilité, des bâtiments, à une bonne communication, une coopération et à une gestion durable des ressources, la commune s'engage à tendre vers la vision 2050 du Conseil Fédéral et ainsi contribuer à la protection de l'environnement (Suisse énergie, 2015). En résumé, les communes labellisées contribuent à améliorer leur efficacité énergétique par le biais de l'utilisation d'énergies renouvelables.

Pour preuve, sur son site internet se trouvent tous les engagements de la commune envers le développement durable. La microcentrale hydroélectrique et le chauffage à distance à bois, mis en service respectivement en 2011 et 2013, la société Riddes Énergie SA et la Commission Énergie sont autant d'exemples prouvant la volonté de cette commune de s'engager envers des énergies vertes plus respectueuses de l'environnement et ainsi tendre vers une efficacité énergétique accrue et vers le fameux label « Cité de l'énergie » (Commune de Riddes, 2015)

Figure 3- Label Cité de l'énergie

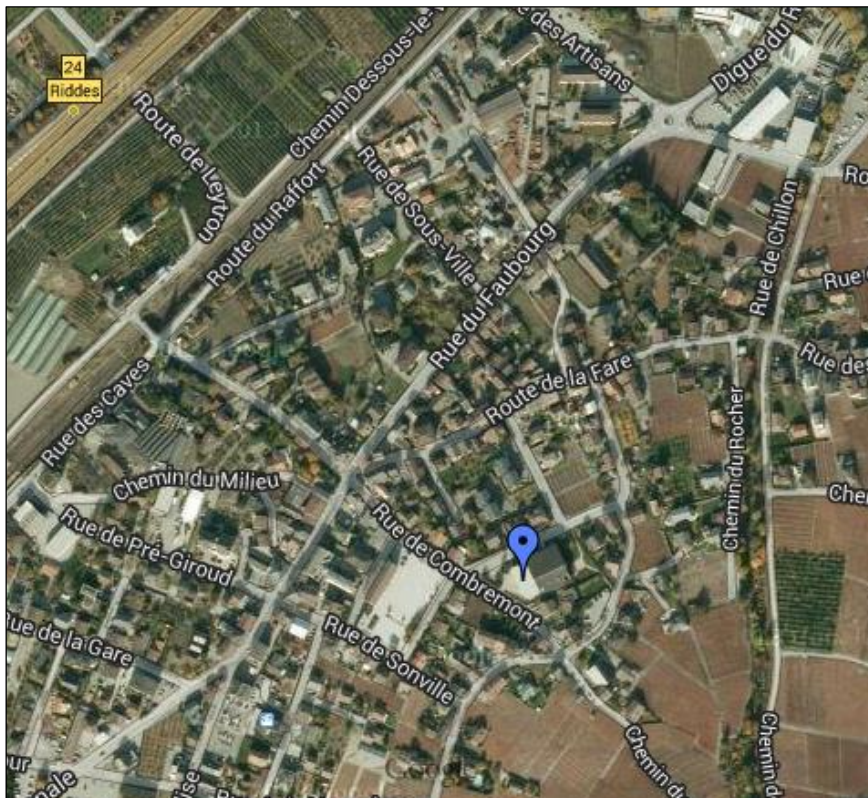


Source : (Suisse énergie, 2015).

2.1 Description et situation du bâtiment

Construit en 1987, le Centre sportif de Combremont dispose d'une salle omnisport, de deux vestiaires et d'une petite cuisine dans le hall d'entrée (Commune de Riddes, 2015). De plus, ce bâtiment comprend une bibliothèque, une ludothèque, un appartement à l'étage, servant de lieu de réunion pour le CVAV (mouvement international d'action catholique) et des abris au sous-sol. Sa surface totale est de 1488 m² au sol (Commune de Riddes, 2015). D'un point de vue énergétique, un chauffage à distance alimente l'établissement depuis novembre 2013 (Commune de Riddes, 2015).

Figure 4- Situation géographique du bâtiment



Source : (Commune de Riddes, 2015).

Figure 5- Centre sportif de Combremont



Source: (Commune de Riddes, 2015).

3. Relevé des données électriques

Dans ce chapitre, l'intérêt se portera sur la consommation en électricité du bâtiment et l'accent sera plus particulièrement mis sur l'éclairage. En effet, les différentes visites des lieux ont démontré un grand potentiel d'amélioration dans ce domaine. D'une part, l'édifice est pourvu d'un important dispositif d'éclairage que ce soit dans la salle de gymnastique, le hall d'entrée, les couloirs, la bibliothèque ou la ludothèque. D'autre part, étant donné l'ancienneté de l'établissement, les différentes méthodes d'éclairage utilisées sont désuètes et donc mauvaises d'un point de vue énergétique.

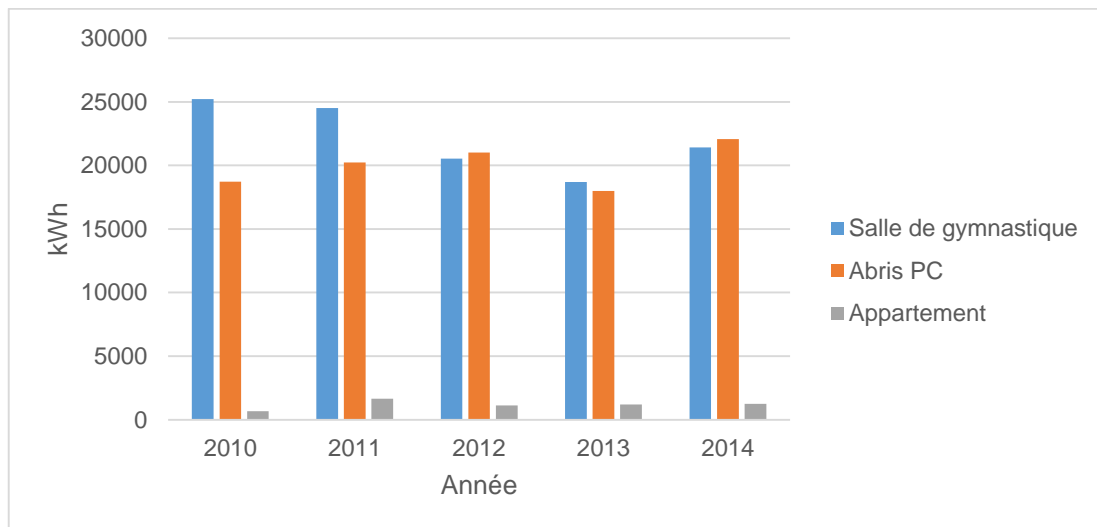
Une analyse des différents dispositifs d'éclairage sera menée dans le but d'apporter des solutions concrètes et ainsi réduire une partie de la consommation électrique.

3.1 Consommation annuelle électrique

Tout d'abord, afin de bien poser la situation actuelle, la consommation électrique des cinq dernières années a été relevée grâce aux factures, en annexe I, fournies par Mme Clélia Reuse et M. Christophe Crettenand (C. Reuse, collaboratrice administrative de la commune de Riddes, communication personnelle, 27 avril 2015) (C. Crettenand, conseiller en énergie chez Groupe SEIC-TELEDIS, communication personnelle, 6 mai 2015). Ces factures concernent la consommation électrique de la salle de gymnastique, des abris PC ainsi que de l'appartement situé à l'étage. Le Groupe SEIC-TELEDIS assure l'approvisionnement en énergie de l'établissement.

Le graphique suivant révèle la répartition de la consommation en électricité du Complexe sportif entre la salle de gymnastique, les abris PC et l'appartement de 2010 à 2014.

Figure 6- Consommation d'électricité en kilowattheure (kWh) du Centre sportif ^a



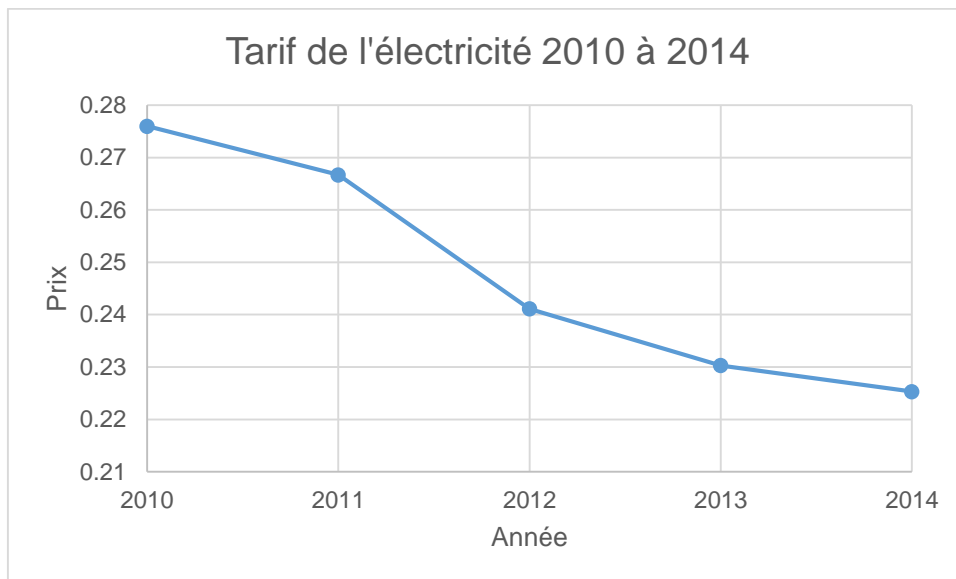
Source : Élaborée par l'auteur sur la base des informations reçues par Mme Clélia Reuse et par M. Christophe Crettenand.

- a. (C. Reuse, collaboratrice administrative de la commune de Riddes, communication personnelle, 27 avril 2015) et (C. Crettenand, conseiller en énergie chez Groupe SEIC-TELEDIS, communication personnelle, 6 mai 2015)

La consommation d'électricité des abris PC est presque égale à celle de la salle de gymnastique. Le fonctionnement de la ventilation en est la cause. En effet, elle tourne une à deux heures par jour, et cela toute l'année. En revanche, les luminaires sont très peu utilisés (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 18 mai 2015). Compte tenu de la faible utilisation des lieux, aucune analyse de l'éclairage n'a été réalisée.

La figure 7 représente l'évolution du tarif moyen sur 24 heures de l'électricité entre 2010 et 2014 pour la salle de gymnastique. Selon les renseignements fournis par M. Christophe Crettenand lors d'une interview, ce tarif reste constant sur toute l'année. Les tarifs de 2010 à 2014 ont été donnés par M. Christophe Crettenand. En vue de déterminer ces tarifs sur 5 ans, le prix de l'électricité en 2014 a été pondéré par rapport à l'évolution de la grille tarifaire pour chaque année (Groupe SEIC-TELEDIS, 2015). En l'occurrence, pour l'année 2014, il s'élevait à 22.63 centimes par kilowattheure (cts/kWh) tout au long de l'année (C. Crettenand, conseiller en énergie chez Groupe SEIC-TELEDIS, communication personnelle, 1^{er} juillet 2015). Ce tarif sera utilisé pour les calculs financiers en lien avec le remplacement de l'éclairage existant. Ce montant comprend notamment le prix de l'énergie électrique fournie, le prix d'utilisation du réseau de transport et de distribution conduisant l'énergie jusqu'au client final et diverses redevances (C. Crettenand, CP, 1^{er} juillet 2015).

Figure 7- Évolution du tarif de l'électricité sur 24 heures par kWh de 2010 à 2014^a



Source : Élaborée par l'auteur sur la base des informations reçues par M. Christophe Crettenand.

a. (Groupe SEIC-TELEDIS, 2015) et (C. Crettenand, CP, 1er juillet 2015).

Concernant l'appartement, le tarif se monte à TTC 34.17 cts/kWh pour l'année 2014. Il est constant sur toute l'année également. Ce prix permettra de réaliser les calculs économiques en rapport avec le changement de luminaires dans l'appartement (C. Crettenand, CP, 1er juillet 2015).

Le tableau 2 présente les prix de l'électricité pour 2014 en période pleine (H_p) et en période creuse (H_c) pour l'été et l'hiver. Les tarifs ont été donnés par M. Christophe Crettenand et sont toutes taxes comprises. Par conséquent, ces tarifs comprennent le prix de l'acheminement avec la consommation H_p et H_c , la taxe de puissance, le service système et l'abonnement ainsi que le prix de l'énergie avec la consommation H_p et H_c , la taxe de puissance, l'abonnement, greenelec et diverses redevances (C. Crettenand, CP, 1^{er} juillet 2015). Les tarifs H_p et H_c sont utilisés uniquement pour les abris PC étant donné que la ventilation fonctionne pendant la nuit. La proportion est la suivante : 72% en H_p et 28% en H_c (voir annexe II). Pour la salle de gymnastique et l'appartement, le tarif sur 24 heures est en vigueur. Il n'y a pas la possibilité de bénéficier d'un double tarif étant donné qu'il n'y a pas de chauffage électrique (chauffage ou eau chaude) (C. Crettenand, CP, 1^{er} juillet 2015).

Tableau 2- Tarif d'électricité heures pleines et heures creuses, 2014

	Tarif H _p	Tarif H _c
Été	25.03 cts/kWh	17.81 cts/kWh
Hiver	24.75 cts/kWh	18.57 cts/kWh

Source : (Crettenand, Conseiller en énergie, 2015).

3.2 Inventaire de l'éclairage

Les différentes visites effectuées avec les complicités de messieurs Philippe Bertuchoz et Benoît Morand respectivement concierge et aide-concierge du Centre sportif ont permis de relever l'ensemble du système d'éclairage. Chaque type d'ampoules et de tubes néon sera discuté lors de ce chapitre puis des solutions seront amenées pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire la consommation d'électricité.

3.2.1 Mesures de temps d'éclairage

Avant de passer en revue les différents types d'éclairage, des mesures doivent être faites pour évaluer les heures de fonctionnement des luminaires dans les salles. Les diverses visites et interviews réalisées sur place avec le personnel ont permis une estimation de ces paramètres. De plus, des hypothèses ont dû être émises afin de déterminer le temps d'éclairage de certains locaux. En effet, les appareils de mesure de temps d'éclairage n'étaient pas disponibles pour cette pré-étude. Cependant, ils devront être utilisés lors de la prochaine étape dans le but de vérifier les hypothèses formulées dans ce travail.

Tout d'abord, selon les renseignements fournis par M. Philippe Bertuchoz, le Centre sportif est ouvert pendant toute l'année sauf le samedi. Durant les vacances scolaires d'été, de Noël, de Pâques ainsi que les jours fériés, il ferme également ses portes. Donc, au total, l'utilisation s'élève à environ 240 jours par année soit 6 jours par semaine pendant 40 semaines (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 6 mai 2015).

Pour commencer, les locaux au sous-sol sont rarement utilisés par les concierges. Néanmoins, ils s'y rendent lors d'éventuelles réparations et révisions du chauffage, du panneau électrique ou de la ventilation ainsi que pour aller chercher de temps en temps du matériel. Bien entendu, pour ces locaux, il n'a pas été évident d'estimer les heures de fonction annuelles de l'éclairage étant donné qu'ils n'y passent pas beaucoup de temps. Cependant, après discussion avec les concierges, il a été conclu que l'installateur sanitaire et l'électricien venaient environ 5 à 6 fois pendant l'année pour des contrôles ou des réparations. Étant donné qu'un ouvrier passe environ 1 h à 1 h 30 sur place, les heures de fonctionnement annuelles

Lionel Briguet

des luminaires du sous-sol s'élèvent à environ 7 h (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015). Ces heures de fonctionnement ont été réparties de manière équivalente entre les locaux soit une utilisation approximative d'un peu plus d'une heure par local.

Selon les informations reçues de la part du concierge, les néons des sorties de secours sont allumés environ 2 heures par jour pendant toute l'année, soit 730 heures annuelles (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015).

Le hall d'entrée jouit d'un éclairage naturel intéressant grâce aux quatre ouvertures au plafond et à l'entrée vitrée du bâtiment. Cependant, les lumières à l'entrée restent parfois allumées par inadvertance (B. Morand, aide-concierge, communication personnelle, 27 mai 2015). Avec les informations reçues de l'aide-concierge, l'évaluation de l'éclairage moyen a été d'une heure par jour pendant les jours d'ouverture du Centre soit 240 heures par an (B. Morand, CP, 27 mai 2015).

Les toilettes sont utilisées en moyenne deux minutes par personne (Combien de temps, 2014). Chaque jour, le Centre sportif est fréquenté par plus de 200 personnes. En effet, il y a 7 classes de 22-23 élèves et 40 à 50 personnes le soir (F. Delaloye, directeur de l'école primaire de Riddes et Iséables, communication personnelle, 25 juin 2015) (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). L'hypothèse émise est la suivante : sur les 200 personnes, environ 50 utilisent les cabinets d'eau soit une personne sur quatre. L'estimation de l'éclairage moyen est de 100 minutes par jour. Étant donné que le gymnase est ouvert 6 jours par semaine pendant 40 semaines, l'utilisation des luminaires des w.-c. se monte à 400 heures par année. Bien entendu, il faut diviser cette valeur par 4 soit le nombre de toilettes. L'utilisation se monte alors à 100 heures par toilette et par année. Le cabinet de toilette handicapé n'a pas été pris en considération dans le calcul vu sa très faible utilisation.

L'éclairage de la bibliothèque fonctionne environ 396.5 heures par année selon les informations fournies par Mme Marthe Lambiel, bibliothécaire (M. Lambiel, bibliothécaire, communication personnelle, 19 mai 2015). Elle est ouverte 39 semaines par année à hauteur de 9h30 par semaine et même pendant les vacances scolaires, soit 13 semaines, à raison de deux heures par semaine (Commune de Riddes, 2015).

Pour la ludothèque, selon les renseignements reçus par le concierge, l'utilisation s'élève à 136.5 heures par année (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). En effet, contrairement à la bibliothèque, la ludothèque est fermée pendant les vacances scolaires et ouverte seulement 3h30 par semaine durant 39 semaines (Commune de Riddes, 2015).

Lionel Briguet

Selon les plannings d'occupation de la salle de gymnastique situés en annexes IV et V, celle-ci est occupée tous les jours par les écoliers de Riddes, sauf le mercredi après-midi et le week-end, de 8h15 à 11h30 et de 13h30 à 16h15 avec une pause de 30 minutes l'après-midi. Au total, les élèves utilisent la salle pendant 24.15 heures par semaine, et cela pendant 38 semaines (voir annexe VI). Le nombre d'heures totales se monte à 921.5 heures par année. Tous les soirs de semaine excepté le week-end, de 17h à 22h, différents clubs sportifs utilisent les lieux. En effet, le samedi, la salle est fermée et le dimanche, le cours a lieu de 19h à 22h. Dès lors, les heures d'utilisation s'élèvent à 29 heures par semaine pendant 40 semaines soit 1160 heures. Au total, la salle polyvalente est occupée pendant 2081.5 heures. Ces heures d'utilisation correspondent également aux heures de fonctionnement des luminaires. Effectivement, les différentes visites ont démontré que l'éclairage est enclenché même lorsque le temps est clément, et ce malgré une large baie vitrée.

Les locaux de rangement du matériel de la salle de gymnastique sont utilisés chaque fois qu'un cours se déroule (B. Morand, CP, 27 mai 2015). C'est la raison pour laquelle les luminaires de ces locaux sont mis à contribution lors des 10 cours quotidiens du lundi au vendredi selon les annexes IV et V. La supposition est la suivante : il faut environ 8 minutes afin de prendre et ranger le matériel. Cela représente 80 minutes d'utilisation de l'éclairage par jour et 400 minutes par semaine. En moyenne, la salle de gymnastique est utilisée 39 semaines par année (38 par les écoliers et 40 par les adultes) donc le temps d'éclairage se monte à 260 heures par année. À cela s'ajoute l'utilisation de l'éclairage des locaux le dimanche soir durant 40 semaines, vu que ces cours de gymnastique ne tiennent pas compte du planning scolaire, soit 5 heures par année en plus. L'utilisation totale s'élève alors à 265 heures par année.

Concernant les vestiaires, ils sont systématiquement utilisés lorsque les personnes finissent leurs cours de gymnastique (B. Morand, CP, 27 mai 2015). Le Centre sportif dispose de deux vestiaires, un pour les hommes et un pour les femmes. Grâce aux observations faites sur place, les deux vestiaires sont logiquement utilisés. En moyenne, les gens en sortent après 5 à 10 minutes. En effet, cela dépend s'ils se douchent ou pas. Il a été constaté qu'en journée, les écoliers ne prenaient pas la douche. Par conséquent, il suffit de multiplier les 10 cours quotidiens par 7 minutes de façon à trouver l'occupation moyenne quotidienne d'un vestiaire soit 70 minutes. La salle est occupée du matin au soir 5 jours par semaine. En considérant qu'elle est en moyenne utilisée 39 semaines par année, cela revient à 227.5 heures annuelles par vestiaire. Étant donné que le dimanche seul un cours du soir a lieu, l'estimation pour ce jour est une utilisation de 7 minutes multipliées par 40 semaines soit 4.5 heures environ par vestiaire. Au total, pour les deux vestiaires, les heures de fonctionnement s'élèvent à 464 heures au total.

Lionel Briguet

L'éclairage situé dans le couloir des vestiaires est muni d'un minuteur. D'après un test effectué sur place, une fois allumées, les lumières s'éteignent après six minutes. En moyenne, selon nos observations et le personnel travaillant sur place, 4 à 5 personnes actionnent l'interrupteur quotidiennement, ce qui revient à environ 30 minutes d'éclairage par jour durant 6 jours et 40 semaines, soit 120 heures par année. En effet, la journée, ces couloirs étant plutôt bien éclairés, ils ne nécessitent pas forcément d'éclairage.

Le local du concierge et celui des femmes de ménage possèdent le même temps de fonctionnement d'éclairage. En effet, le personnel d'intendance utilise ces locaux cinq jours par semaine durant 47 semaines pour aller chercher du matériel de nettoyage (B. Morand, CP, 27 mai 2015). Ils n'y restent pas longtemps. Cependant, les visites ont démontré que parfois les lumières demeuraient tout de même allumées par mégarde. Dès lors, l'évaluation du temps de fonctionnement s'élève à 20 minutes par jour pendant 235 jours soit 78 heures par local.

Les professeurs de sport utilisent la salle des maîtres (B. Morand, CP, 27 mai 2015). Les différentes visites ont permis de constater qu'ils utilisent cette salle pendant 6 à 7 minutes environ afin de se changer avant et après le cours. Selon le planning d'occupation de la salle de gymnastique en annexe IV, il y a en moyenne 5 professeurs différents qui se changent quotidiennement dans cette salle. Ils s'y rendent 5 jours par semaine durant 38 semaines soit 103 heures par année. La salle d'infirmierie quant à elle est plus rarement fréquentée. En effet, elle est utilisée seulement lorsqu'il y a des tournois de volleyball et de badminton ou des meetings de gymnastique soit 4 à 5 fois par année (B. Morand, CP, 27 mai 2015). Un nombre d'heures d'utilisation est difficilement chiffrable. Néanmoins, 2.5 heures d'utilisation annuelles soit 30 minutes par tournoi ou meeting ont été évaluées. L'hypothèse repose sur l'idée qu'il ne s'agit pas de sports de contacts où les risques de blessure sont grands.

À l'heure actuelle, l'appartement sert de lieu de réunions pour les CVAV, le mouvement international d'action catholique ainsi que pour divers cours d'appui pour les écoliers de Riddes (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 9 avril 2015). Il est occupé 7 heures par semaine durant 38 semaines (voir annexe VII). Dans le but de mesurer l'utilisation de l'éclairage, le plan d'occupation de l'appartement a été très utile. Le samedi, étant donné que la réunion se déroule en début d'après-midi, l'hypothèse émise est que les luminaires ne sont pas en fonction. En tout, un temps de fonctionnement de 228 heures annuelles a été quantifié.

Le corridor menant à l'appartement est relativement bien éclairé par plusieurs vitres donnant sur le côté sud. Donc, les ampoules installées au plafond sont utilisées seulement le soir lorsque les gens se rendent à l'appartement. En se basant sur le plan d'occupation en

annexe VII, les personnes se rendent à l'appartement quatre fois par semaine dont une fois en début d'après-midi, ce qui ne nécessite pas le fonctionnement des luminaires, durant 38 semaines. L'hypothèse est la suivante : les premières personnes arrivées sur les lieux allument les lumières pour monter les escaliers et ensuite les éteignent quand tout le monde est arrivé à l'appartement. La même explication est utilisée quand les personnes quittent l'appartement. En moyenne l'éclairage fonctionne durant 10 minutes. Au total, le temps de fonctionnement s'élève à 25 heures annuelles approximativement.

Les extérieurs sont éclairés grâce à des lumières encastrées dans les murs du côté sud et ouest. Ce système de luminaire a été mis en place l'année dernière (B. Morand, CP, 27 mai 2015). Ils se mettent en marche dès que l'éclairage public s'allume. En hiver, ils fonctionnent dès 17 heures jusqu'à minuit et en été dès 21 heures jusqu'à minuit (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). En moyenne, le temps de fonctionnement se monte à 5 heures par jour, soit 1825 heures par année.

Tableau 3- Récapitulatif du temps d'éclairage par type d'endroit

Type	Temps d'éclairage par an
Sous-sol	7 h
Sortie de secours	730 h
Hall d'entrée	240 h
Toilettes	400 h
Bibliothèque	396.5 h
Ludothèque	136.5 h
Salle de gymnastique	2081.5 h
Locaux rangement matériel gymnastique	265 h
Vestiaires	464 h
Couloir vestiaires	120 h
Local concierge et femme de ménage	156 h
Salle des maîtres	103 h
Salle d'infirmerie	2.5 h
Appartement	228 h
Corridor	25 h
Extérieur	1825 h

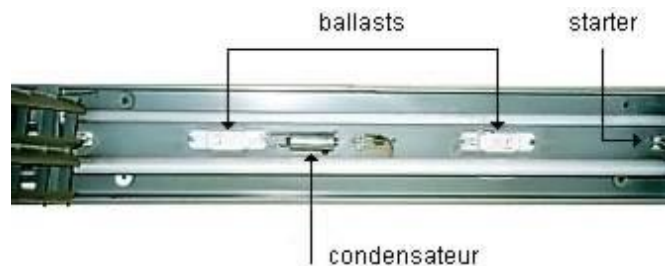
Source : Tableau de l'auteur provenant des informations décrites sous le point 3.2.1.

3.2.2 Types d'éclairage

Un premier constat émanant du tableau récapitulatif des luminaires présent en annexe VIII est le nombre considérable de tubes fluorescents de 36 Watts (W) avec ballast conventionnel ou électromagnétique (figure 8) équipé d'un starter présent dans le bâtiment. Le starter se compose d'un petit tube rempli de gaz et doté d'un bilame (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015). Concernant les ballasts, ce sont des bobines de fil de cuivre

enroulé autour d'un noyau de fer et équipées d'un starter. Ils constituent les systèmes d'alimentation les plus élémentaires et les moins chères. Leur facteur de puissance s'élève de 0,4 à 0,5 (Walthert, et al., 1993, p. 223). Il est important de savoir que la puissance absolue d'un tube néon de 36 W avec ballast conventionnel s'élève à 46.5 W. En effet, la puissance dissipée par le ballast (10.5 W) vient s'ajouter à la puissance initiale de la lampe (36 W) (Walthert, et al., 1993, p. 227). La perte dissipée s'élève à 29%¹. Pour les tubes fluorescents de 18 W, cette perte a aussi été prise en compte pour le calcul de la consommation des luminaires.

Figure 8- Dispositif d'éclairage avec ballast conventionnel



Source : (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015).

Actuellement, il y a deux types de tubes fluorescents « T8 » d'une puissance de 36 W installés: Sylvania « T8 » Luxline Plus F36W/840 et Osram « T8 » LUMILUX Cool White L 36W/840-1 (Havells Sylvania, 2015) (OSRAM, 2015). Ils sont tous deux de classe énergétique « A ». Ceux-ci sont situés majoritairement dans le hall d'entrée, les vestiaires, les locaux de rangement de la salle de gymnastique, les toilettes, l'appartement, les locaux du personnel d'intendance et les locaux au sous-sol.

Les tubes fluorescents de la marque Sylvania sont des tubes triphosphores (Outiz, 2015). « Le revêtement fluorescent de ces lampes comprend trois couches avec émissions spectrales distinctes (bandes) » (Walthert, et al., 1993, p. 221).

Les lampes fluorescentes possèdent plusieurs avantages : une grande efficacité lumineuse, une longue durée de vie, un intéressant choix de couleurs de lumière ainsi qu'un prix abordable. Leur faible dépendance de la tension d'exploitation constitue un autre grand avantage. Malgré cela, la capacité de focalisation demeure restreinte. De plus, l'efficacité lumineuse dépend de la température ambiante. Un autre inconvénient : les variateurs de lumière sont plus onéreux que ceux des lampes à incandescence. Enfin, les lampes fluorescentes en forme de tube détiennent l'efficacité lumineuse la plus haute (Walthert, et al., 1993, p. 221).

¹ Calcul réalisé grâce à l'ouvrage « l'électricité à bon escient », ballast standard T 36 W, page 227

Figure 9- Exemple de support pour tube néon de 36 W



Source : Photo prise par l'auteur.

Concernant les tubes fluorescents présents dans les couloirs, w.-c., salles des maîtres et infirmerie, ceux-ci proviennent de la marque OSRAM T8 LUMILUX L18W/640 et possèdent le label énergétique « B » (OSRAM, 2015). Tous les luminaires possèdent un starter.

Figure 10- Exemple de support pour tube néon de 18 W



Source : Photo prise par l'auteur.

Toutes les sorties de secours sont éclairées grâce à un tube fluorescent sans starter de 8 W et d'étiquette énergétique « B ». À l'heure actuelle, il existe des modèles plus efficaces et plus écologiques. C'est la raison pour laquelle, lorsque ces lampes ne fonctionneront plus, il faudra les remplacer par des tubes fluorescents d'étiquette « A » (OSRAM, 2015).

Figure 11- Luminaire sortie de secours



Source : Photo prise par l'auteur

Dans la salle de gymnastique, l'éclairage au plafond comporte 24 luminaires d'une puissance de 400 W chacun. Une lampe de 150 W ainsi qu'une de 250 W composent les luminaires. La lampe de 150 W est une lampe à vapeur de sodium à haute pression de type

Lionel Briguet

Vialox NAV-T Super 4Y de classe « A+ » (OSRAM, 2015). Les avantages se situent au niveau de l'efficacité lumineuse, de la durée de vie ainsi que de sa fiabilité jugées toutes trois élevées. De plus, le flux lumineux diminue faiblement lors du vieillissement de la lampe. Enfin, en cas de pannes de courant, cette lampe demande un court temps de réamorçage. Néanmoins, les inconvénients principaux résident dans la couleur jaune de la lumière et dans la qualité de rendu des couleurs jugée plutôt mauvaise (Walthert, et al., 1993, p. 225).

La lampe de 250 W est une lampe à décharge aux halogénures métalliques de type Powerstar HQI-T d'étiquette énergétique « A » (OSRAM, 2015). Les avantages de ce type de lampe résident dans une haute efficacité lumineuse et capacité de focalisation. Elle possède une gamme de couleur de la lumière naturelle à blanc chaud et un excellent rendu de couleurs. De plus, par unité, la concentration de puissance est conséquente. Cependant, en cas de sous-voltage, il peut y a avoir une prédominance de la couleur verte. Le flux lumineux de la lampe diminue avec le temps. Enfin, des papillotements ne sont pas à exclure (Walthert, et al., 1993, p. 225).

Figure 12- Éclairage salle de gymnastique



Source : Photo prise par l'auteur.

Les ampoules à incandescence de 60 W et 100 W se trouvent dans le hall d'entrée, la salle des maîtres, l'infirmierie, le corridor menant à l'appartement, ainsi que dans l'appartement. Ce type d'ampoule présente une médiocre efficacité lumineuse et une courte durée de vie. Elles sont gourmandes en énergie et fortement dépendantes de la tension d'exploitation. De plus, la chaleur émise par ces lampes demeure importante (Walthert, et al., 1993, p. 220).

Figure 13- Support pour ampoule 60 W



Source : Photo prise par l'auteur.

Figure 14- Support pour ampoule 100 W



Source : Photo prise par l'auteur.

Les ampoules halogènes avec réflecteur de 42W de label énergétique « D » sont présentes dans l'appartement au premier étage. Elles sont caractérisées par une meilleure efficacité lumineuse et durée de vie que les lampes à incandescence. Lors du vieillissement de l'ampoule, il n'y a pas de diminution du flux lumineux constaté. Toutefois, leur luminance est plus élevée, un risque d'éblouissement n'est donc pas exclu. En outre, leur prix est relativement cher. Enfin, l'ampoule et le culot peuvent atteindre des températures excessives (Walthert, et al., 1993, p. 221).

À l'entrée ouest du bâtiment, se trouvent des lampes fluocompactes OSRAM Dulux S 9W/840 G23. Ces lampes appartiennent à la classe énergétique « A » (OSRAM, 2015). Elles ont la même fonction que les tubes fluorescents et sont installées aux endroits où il n'est plus justifié d'utiliser des lampes à incandescence en raison de leurs besoins en énergie et de leurs frais d'entretien. Les avantages principaux de ces lampes sont leur efficacité lumineuse et leur durée de vie. De plus, elles ont une dimension réduite et une bonne qualité de rendu des couleurs (Walthert, et al., 1993, p. 222). Elles permettent des économies de l'ordre de 75%

Lionel Briguet

par rapport aux lampes à incandescence (Walther, et al., 1993, p. 227). En revanche, elles coûtent cher, elles possèdent une médiocre capacité de focalisation et leur temps d'amorçage afin d'obtenir un flux lumineux total est assez lent (Walther, et al., 1993, p. 222).

Figure 15- Luminaire pavillon d'entrée



Source : Photo prise par l'auteur.

Dans la ludothèque, l'éclairage a été changé au mois de mars de cette année (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015). Chaque luminaire est composé deux tubes néon fluorescents de marque OSRAM T5 HO 39W/840 d'étiquette énergétique « A+ ». Ils possèdent un excellent flux lumineux et sont jusqu'à 20% plus économique que le tube LUMILUX T8 (OSRAM, 2015). Étant donné leur bonne efficacité énergétique, il n'y a rien à changer au niveau des tubes fluorescents.

Figure 16- Luminaire ludothèque



Source : Photo prise par l'auteur.

Tout comme la ludothèque, la bibliothèque est munie d'un éclairage au plafond à l'aide de tubes fluorescents. Ces luminaires ont été rénovés en 2012 (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015). Chaque lampe est composée de deux tubes OSRAM T5 HO 49W/840 avec le label énergétique « A+ » possédant les mêmes caractéristiques que ceux installés à la ludothèque (OSRAM, 2015). Vu que l'éclairage est efficient, il n'est pas nécessaire d'apporter une quelconque amélioration.

Figure 17- Luminaire bibliothèque



Source : Photo prise par l'auteur.

3.3 Propositions d'amélioration

Au niveau des améliorations à apporter dans le but de réduire la consommation électrique due à l'éclairage, les informations reçues par Mme Françoise Crettol, collaboratrice chez Tapparel & Aymon SA à Crans-Montana, ont été d'une grande utilité. En effet, il faudrait remplacer tous les tubes fluorescents « T8 » 36 W par des tubes fluorescents « T5 » 28 W (16 mm) (F.Crettol, collaboratrice chez Tapparel & Aymon, communication personnelle, 23 juin 2015). Outre leur plus faible diamètre, les tubes « T5 » possèdent également une efficacité lumineuse plus élevée (85 à 105 lm/W contre 65 à 95 lm/W). (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015). De plus, une solution envisagée serait de changer tous les dispositifs actuels avec ballast conventionnel équipé d'un starter par des dispositifs avec ballast électronique (cf. figure 18) (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 6 mai 2015). Effectivement, ceux-ci augmentent l'efficacité lumineuse de la lampe et sa durée de vie en fonctionnement continu. Ils permettent de réduire la puissance dissipée au niveau de l'appareillage et éliminent les papillotements de la lumière. Ce système présente donc moins de pertes étant donné qu'il ne nécessite pas de starter. En effet, la perte dissipée se monte à 9%². De plus, le temps d'amorçage après enclenchement est réduit avec ces ballasts (Walthert, et al., 1993, pp. 223, 224).

² Calcul réalisé grâce à l'ouvrage « l'électricité à bon escient », ballast électronique T 36 W, page 227

Enfin, son facteur de puissance se rapproche de 1 (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015). La perte liée au ballast électronique a été retenue pour le calcul de consommation des luminaires après travaux de modification.

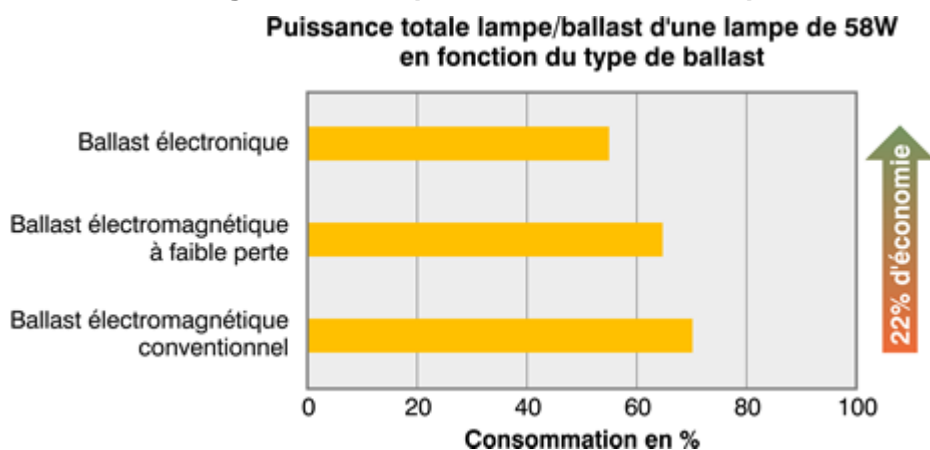
Figure 18- Ballast électronique pour tube fluorescent



Source : (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015).

La figure 19 démontre l'économie d'énergie possible si un ballast électronique venait à compenser un ballast conventionnel. En effet, l'économie s'élève à 22%.

Figure 19- Comparatif ballast électronique et conventionnel



Source : (Architecture et Climat, Université catholique de Louvain, 2015).

De la même manière que pour les tubes 36 W, tous les tubes fluorescents « T8 » 18 W pourraient être remplacés par des tubes fluorescents « T5 » 14 W et les ballasts conventionnels par des ballasts électroniques (F.Crettol, CP, 23 juin 2015). Toutefois, dans le calcul de la puissance totale, il ne faudra pas oublier de tenir compte de la perte dissipée par le ballast électronique.

Au sein de la bâtisse, les ampoules à incandescence installées sont de classe énergétique « E ». De ce fait, elles nécessiteraient d'être remplacées par des ampoules d'une meilleure efficacité énergétique. D'après les renseignements fournis par Mme Crettol, la meilleure solution serait de suppléer toutes les ampoules à incandescence par des ampoules à LED. Les ampoules 60 W pourraient être changées par des ampoules LED à 10 W et celles à 100

Lionel Briguet

W par des ampoules LED à 18 W. Les ampoules halogènes avec réflecteur installées dans l'appartement pourraient également être remplacées par des ampoules LED à 10 W (F.Crettol, CP, 23 juin 2015).

Voilà pour ce qui est du remplacement de l'éclairage existant. À présent, d'autres méthodes permettent aussi d'économiser de l'énergie par exemple les détecteurs de présence, de mouvement ou de bruit (S. Genoud, CP, 6 mai 2015). Tout d'abord, dans le hall d'entrée, la mise en place de détecteurs de présence avec un crépusculaire intégré serait une idée intéressante. En effet, ce serait la solution idéale en cas d'oubli d'extinction des lumières. De plus, le crépusculaire empêcherait la lumière de s'allumer lorsque l'ensoleillement est encore bien présent (F.Crettol, CP, 23 juin 2015). Des détecteurs de présence pourraient aussi être installés au sous-sol et dans les vestiaires. Comme mentionné au point 3.2.1, lors de la visite du bâtiment, il a été relevé que les lumières dans les couloirs restaient allumées pendant six minutes avant de s'éteindre. C'est pourquoi ce système pourrait être remplacé par des détecteurs de présence afin d'éviter cette situation et ainsi économiser de l'électricité. En revanche, dans les w.-c., un système de détecteur de bruit pourrait être une solution adéquate (S. Genoud, CP, 6 mai 2015). À ce sujet, l'entreprise Zublin SA à Wallisellen dans le canton de Zurich propose des détecteurs de mouvement avec un microphone intégré (Commercial chez Zublin AG, communication personnelle, 1^{er} juillet 2015).

Dans le hall d'entrée, une observation a été faite quant aux nombres de luminaires qui s'y trouvent. En effet, il y a 16 tubes fluorescents de 36 W et 15 ampoules à incandescence de 60 W. Le hall d'entrée dispose de quatre ouvertures au plafond ainsi qu'une entrée toute vitrée sur la droite de la figure 20. Par conséquent, il possède un bon éclairage naturel rendant superflu la majorité de ces luminaires.

Figure 20- Luminaire hall d'entrée



Source : Photo prise sur place par l'auteur.

En ce qui concerne la salle de gymnastique, il a été observé que durant chaque cours les lumières étaient en fonction. Pourtant, la salle polyvalente est munie de plusieurs grandes fenêtres laissant ainsi passer les lueurs de l'extérieur. La recommandation est la suivante : lorsque l'éclairage venant de l'extérieur est suffisant, il ne faudrait pas allumer systématiquement l'éclairage ou s'il est tout de même nécessaire de le mettre en fonction, il suffit de l'allumer d'un seul côté. La mise en place de détecteurs de mouvement pourrait aussi permettre de réduire la consommation d'électricité de cette salle.

Figure 21- Vue intérieure de la salle polyvalente



Source : Photo prise sur place par l'auteur.

Pour la ludothèque, une perte de lumière vers le plafond a été constatée. C'est pourquoi il serait judicieux d'installer des réflecteurs comme dans la bibliothèque (cf. figure 17) de façon à ce que la lumière n'éclaire pas le plafond et ainsi d'obtenir un gain de luminosité non négligeable dans toute la pièce (S. Genoud, CP, 6 mai 2015).

Figure 22- Luminaire ludothèque



Source : Photo prise sur place par l'auteur.

3.4 Analyse économique des travaux d'amélioration

À présent, quelques calculs financiers vont être appliqués pour savoir si les différents projets d'amélioration de l'efficacité énergétique sont rentables ou non. Pour cela, la valeur actuelle nette (VAN), le taux de rentabilité interne (TRI) et le retour sur investissement (ROI) seront utilisés. La VAN permet de connaître le montant du gain réalisable par rapport à l'investissement. Le TRI désigne le taux de rendement du placement et le ROI montre après combien d'années l'investissement sera remboursé. Le cash-flow représente le gain après la réalisation des travaux de modification (Leimgruber & Prochinig, 2009).

Les calculs ont été réalisés en rassemblant les salles du bâtiment possédant les mêmes heures de fonctionnement d'éclairage entre elles (S. Genoud, CP, 24 juin 2015). Pour déterminer les économies d'énergie avant et après ces travaux, le certificat IPMVP a été utilisé. Ce protocole est un outil de mesure et vérification. Il permet de mesurer les économies d'énergie générées par des actions de performance énergétique. Les économies sont l'absence de consommation d'énergie. En effet, il permet de calculer les gains obtenus par la différence entre la consommation de base et la consommation après avoir effectué des travaux d'amélioration de la performance énergétique. L'équation de base pour calculer les économies dans l'IPMVP est la suivante : énergie de la base de référence – énergie de la période de suivi +/- les ajustements. Dans le but d'effectuer une vérification valable, il faut ajuster les consommations d'énergie de la base de référence aux mêmes conditions que celles de la

Lionel Briguet

période de suivi. Ces ajustements peuvent être des heures d'utilisation d'une salle ou la température d'un bâtiment. En effet, il faut garder les mêmes paramètres avant et après les travaux de performance énergétique en vue d'obtenir des calculs réalistes. Pour les luminaires, un certificat IPMVP, avec la méthode d'isolement de la modification, a été utilisé. L'option A a été privilégiée, car les compteurs pour mesurer le temps d'éclairage ne sont pas disponibles pour cette étude. Cette option permet une réduction des coûts de mesurage, mais introduit un niveau d'incertitude par rapport à la quantité estimée (Efficiency Valuation Organization (EVO), 2015).

Par rapport aux coûts liés aux travaux de performance énergétique, les informations ont été récoltées au sein de l'entreprise Tapparel & Aymon SA par le biais de Mme Françoise Crettol. Ces derniers sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau 4- Prix des installations électriques

Type de néons/ampoules LED	Prix	Ballast électronique
28 W	12.50 CHF	136.50 CHF
14 W	11.50 CHF	108.20 CHF
10 W	15.30 CHF	
18 W	38.20 CHF	

Détecteur de mouvement	Détecteur de bruit	Crépusculaire
178.00 CHF	100.00 CHF ^a	174.00 CHF

Source : (F.Crettol, CP, 23 juin 2015).

a. (Commercial chez Zublin AG, CP, 1^{er} juillet 2015)

Le tarif horaire de la mise en place de ces installations s'élève à 121 francs suisse (CHF) TVA comprise (F.Crettol, CP, 23 juin 2015). Cependant, après discussion avec Mme Crettol, l'évaluation du nombre d'heures nécessaires à ces divers travaux reste difficilement chiffrable. En effet, chaque cas doit être traité différemment. C'est pourquoi ce coût devra être pris en considération dans l'investissement plus tard lors d'une étude plus précise.

À présent, les travaux d'amélioration de l'éclairage concernant les différentes salles seront présentés et une évaluation de leur rentabilité respective examinée. La durée de vie choisie pour ces luminaires est de 15 ans (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 25 juin 2015).

3.4.1 Sous-sol

Tableau 5- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Sous-sol		
Avant		
	Nb luminaires ^a	17 x 36 W
	Puissance totale	0.7905 kW
	Nb heures ^b	1.16 h
	Énergie consommée	0.917 kWh/an
	Prix ^c	0.2263 CHF
	Coût avant	0.21 CHF
Après		
	Investissement ^d	2'711.00 CHF
	Nb Luminaires	17 x 28 W
	Puissance totale	0.5188 kW
	Nb heures ^e	0.928 h
	Énergie consommée	0.481 kWh/an
	Prix ^c	0.2263 CHF
	Coût après	0.11 CHF
	Gain	0.436 kWh
		0.10 CHF
	VAN ^f	- 2'663.10 CHF
	TRI ^f	-
	ROI ^f	29'383.84
	Taux ^g	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Déterminé sur place lors des visites avec M. Bertuchoz, concierge
- b. (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015)
- c. (C. Crettenand, CP, le 1er juillet 2015)
- d. (F. Crettol, CP, 23 juin 2015)
- e. (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 12 juin 2015)
- f. (Leimgruber & Prochinig, 2009)
- g. (Homegate, 2015)

Pour le sous-sol, le changement des luminaires engendrerait une baisse de puissance de 0.27 kW par an. De plus, grâce à l'installation d'un détecteur de présence, l'économie d'énergie s'élèverait à 0.436 kWh étant donné que l'économie sur les heures de fonctionnement se

Lionel Briguet

monterait à 20% (S.Genoud, CP, 12 juin 2015). Cependant, l'investissement est trop élevé par rapport au gain réalisable. Il se monte à 2'711 CHF dont 212.50 CHF pour l'achat des tubes « T5 », 2'320.50 CHF pour les ballasts électroniques et 178 CHF pour le détecteur de mouvement installé dans les couloirs. Ces locaux ne sont pas souvent utilisés par conséquent, les gains financiers restent très faibles. Enfin, au vu des indicateurs financiers, le coût des modifications n'est pas rentable.

3.4.2 Hall d'entrée

Tableau 6- Remplacement des ampoules à incandescence 60 W par des ampoules à LED 10 W et des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Hall d'entrée				
Avant				
	Nb Luminaires	15x 60W	16x 36W	18x 9W
	Puissance totale	1.806 kW		
	Nb heures ^a	240 h		
	Énergie consommée	433 kWh/an		
	Prix/kWh	0.2263 CHF		
	Coût avant	98.09 CHF		
Après				
	Investissement	2'965.50 CHF		
	Nb Luminaires	15x 10W	16x 28W	18x 9W
	Nb d'heures	192 h		
	Puissance totale	0.8 kW		
	Énergie consommée	154 kWh/an		
	Prix/kWh	0.2263 CHF		
	Coût après	34.76 CHF		
	Gain	280 kWh/an		
		63.33 CHF		
	VAN	-2'099.59 CHF		
	TRI	-10.53%		
	ROI	47 ans		
	Taux	1.75%		

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

a. (B. Morand, CP, 27 mai 2015)

Le remplacement de l'éclairage actuel provoquerait une économie d'énergie de 280 kWh par an et un gain annuel de 63.33 CHF. Cela paraît intéressant cependant, l'analyse économique montre que les coûts sont beaucoup trop élevés. En effet, l'installation d'un

Lionel Briguet

détecteur de présence et d'un crépusculaire revient à 352 CHF s'ajoutant au changement des luminaires (429.50 CHF) et à la mise en place des ballasts électroniques (2'184 CHF) pour un coût global de 2'965.50 CHF. La rentabilité ne peut donc pas être obtenue.

3.4.3 Toilettes

Tableau 7- Remplacement des tubes « T8 » 36 W et 18 W par des « T5 » 28 W et 14 W

Toilettes			
Avant			
	Nb Luminaires	7 x 36W	4 x 18W
	Puissance totale	0.418 kW	
	Nb heures ^a	100 h	
	Énergie consommée	41.8 kWh/an	
	Prix/kWh	0.2263 CHF	
	Coût avant	9.46 CHF	
Après			
	Investissement	1'921.80 CHF	
	Nb Luminaires	7 x 28 W	4 x 14 W
	Puissance totale	0.275 kW	
	Nb heures	80 h	
	Énergie consommée	22 kWh/an	
	Prix/kWh	0.2263 CHF	
	Coût après	4.98 CHF	
	Gain	20 kWh/an	
		4.48 CHF	
	VAN	-1'831.10 CHF	
	TRI	-27%	
	ROI	429 ans	
	Taux	1.75%	

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- Hypothèse émise sur la base des informations reçues (F. Delaloye, CP, 25 juin 2015) et (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015)

Le remplacement de ces tubes fluorescents « T8 » par des « T5 » ferait bien évidemment baisser la consommation d'électricité dans les toilettes de 20 kWh par an. De plus, l'installation d'un détecteur de bruit permettrait de réduire de 20% les heures de fonctionnement de l'éclairage (S.Genoud, CP, 12 juin 2015). Mais, au vu de l'investissement, tous les indicateurs économiques ne parlent pas en faveur d'un tel changement. Le coût total de modification

Lionel Briguet

comprend 133.50 CHF pour le changement de l'intégralité des tubes, 1'388.30 pour les ballasts électroniques et 400 CHF pour les détecteurs de bruit pour un total de 1'921.80 CHF. L'analyse économique montre que ces travaux de modification ne sont pas intéressants d'un point de vue économique.

3.4.4 Vestiaires

Tableau 8- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Vestiaires		
Avant		
	Nb Luminaires	20 x 36 W
	Puissance totale	0.93 kW
	Nb heures ^a	232.0 h
	Énergie consommée	216 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût avant	48.83 CHF
Après		
	Investissement	3'336.00 CHF
	Nb Luminaires	20 x 28 W
	Puissance totale	0.61 kW
	Nb heures	185.6 h
	Énergie consommée	113 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût après	25.62 CHF
	Gain	103 kWh/an
		23.21 CHF
	VAN	-2'979.96 CHF
	TRI	-20%
	ROI	144 ans
	Taux	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- Hypothèse émise selon les plannings d'occupation de la salle de gymnastique situés en annexes IV et V et grâce aux observations faites sur place.

Pour les vestiaires, le gain en puissance serait de 0.32 kW soit une baisse de 34%. Cela permettrait d'économiser 103 kWh par an d'électricité. L'installation des détecteurs de présence permettrait de réduire de 20% le temps de fonctionnement des luminaires (S. Genoud, CP, 12 juin 2015). Malgré cela, les frais totaux demeurent très élevés. Ils se montent

Lionel Briguet

à 3'336 CHF au total soit 250 CHF pour les tubes « T5 », 2'730 CHF pour le ballast électroniques et 356 CHF pour les deux détecteurs de mouvement. Il ne serait donc pas intéressant d'investir dans ces travaux financièrement parlant.

3.4.5 Appartement

Tableau 9- Remplacement des ampoules à incandescence 60 W et 42 W par des ampoules LED 10 W et des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Appartement				
Avant				
	Nb Luminaires	2 x 60 W	9 x 36W	9 x 42W
	Puissance totale	0.9165 kW		
	Nb heures ^a	228 h		
	Énergie consommée	208.96 kWh/an		
	Prix/kWh	0.3417 CHF		
	Coût avant	71.40 CHF		
Après				
	Investissement	1'509.30 CHF		
	Nb Luminaires	2 x 10 W	9 x 28	9 x 10 W
	Puissance totale	0.385 kW		
	Nb heures	228 h		
	Énergie consommée	87.78 kWh/an		
	Prix/kWh	0.3417 CHF		
	Coût après	29.99 CHF		
	Gain	121.18 kWh/an		
		41.41 CHF		
	VAN	-950.49 CHF		
	TRI	-9%		
	ROI	36 ans		
	Taux	1.75%		

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Hypothèse émise selon le plan d'occupation de l'appartement établi à l'annexe VII.

Concernant l'appartement, les changements de luminaire permettraient d'économiser 121.18 kWh d'énergie soit 58%. D'un point de vue énergétique, cela est très avantageux. Cependant, le coût de cette opération reste le plus grand souci. En effet, le prix des tubes « T5 » de 112.50 CHF et des ampoules LED de 168.30 CHF viennent s'ajouter au prix des ballasts électroniques de 1'228.50 CHF. Une fois encore, les frais occasionnés par ce remplacement demeurent trop coûteux et à terme ne s'avèrent pas fructueux.

3.4.6 Corridor

Tableau 10- Remplacement des ampoules à incandescence 60 W par des ampoules LED 10 W

Corridor		
Avant		
	Nb Luminaires	2 x 60 W
	Puissance totale	0.12 kW
	Nb heures^a	25 h
	Énergie consommée	3 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263
	Coût avant	0.68 CHF
Après		
	Investissement	208.60 CHF
	Nb Luminaires	2 x 10 W
	Puissance totale	0.02 kW
	Nb heures	20 h
	Énergie consommée	0.40 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût après	0.09 CHF
	Gain	2.60 kWh/an
		0.59 CHF
	VAN	-197.42 CHF
	TRI	-26%
	ROI	355 ans
	Taux	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

a. Hypothèse émise sur la base du plan d'occupation de l'appartement en annexe VII.

Une économie d'énergie de 2.60 kWh est constatée pour le corridor menant à l'appartement. Elle s'élève à 86%. Cela est dû notamment à une réduction du temps de fonctionnement des luminaires grâce à l'installation d'un détecteur de présence. Les coûts de modification se montent à 208.60 CHF soit 178 CHF pour le détecteur de présence et 30.60 CHF pour les deux ampoules à 10 W. Le constat est éloquent, les frais de l'installation du détecteur de présence rendent l'investissement non rentable.

3.4.7 Couloir des vestiaires

Tableau 11- Remplacement des tubes « T8 » 18 W par des « T5 » 14 W

Couloir des vestiaires		
Avant		
	Nb Luminaires	18 x 18 W
	Puissance totale	0.41796 kW
	Nb heures^a	120 h
	Énergie consommée	50 kWh
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût avant	11.35 CHF
Après		
	Investissement	2'332.60 CHF
	Nb Luminaires	18 x 14 W
	Puissance totale	0.275 kW
	Nb heures	96 h
	Énergie consommée	26 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût après	5.97 CHF
	Gain	24 kWh/an
		5.38 CHF
	VAN	-2'223.25 CHF
	TRI	-27%
	ROI	433 ans
	Taux	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Selon un test effectué sur place et diverses observations

À l'heure actuelle, des tubes fluorescents « T8 » 18 W sont installés dans ces couloirs. Ils devront être remplacés par des tubes « T5 » 14 W. Les frais de changement s'élèvent à 2'332.60 CHF, dont 207 CHF pour les tubes « T5 », 1'947.60 CHF pour les ballasts électroniques et 178 CHF pour le détecteur de mouvement. Celui-ci remplacera le minuteur actuellement installé. Le gain en énergie sera alors de 48%. Malgré cela, les coûts des travaux de modification ne seront pas rentables. Effectivement, les frais des ballasts électroniques se montent à 83% de la facture. Encore une fois, ce montant est trop élevé afin de bénéficier d'un ROI positif.

3.4.8 Salle des maîtres

Tableau 12- Remplacement du tube « T8 » 18 W par un « T5 » 14 W et des ampoules à incandescence 100 W par des ampoules LED 18 W

Salle des maîtres			
Avant			
	Nb Luminaires	1 x 18 w	2 x 100 w
	Puissance totale	0.223 kW	
	Nb heures^a	103 h	
	Énergie consommée	22.97 kWh/an	
	Prix/kWh	0.2263 CHF	
	Coût avant	5.20 CHF	
Après			
	Investissement	196.10 CHF	
	Nb Luminaires	1 x 14 W	2 x 18 W
	Puissance totale	0.051 kW	
	Nb heures	103 h	
	Énergie consommée	5.25 kWh/an	
	Prix/kWh	0.2263 CHF	
	Coût après	1.19 CHF	
	Gain	17.72 kWh/an	
		4.01 CHF	
	VAN	-141.13 CHF	
	TRI	-12%	
	ROI	49 ans	
	Taux	1.75%	

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Hypothèse émise selon les observations faites sur place et selon le planning des cours en annexe IV.

Une fois encore, malgré une baisse d'énergie consommée à hauteur de 77%, l'investissement n'est pas nécessaire et ferait perdre de l'argent. Celui-ci s'élève à 196.10 CHF dont 119.70 CHF pour les luminaires, tubes et ballasts compris, et 76.40 CHF pour les ampoules LED 18 W. Le montant total engagé serait donc trop élevé et pas viable économiquement parlant.

3.4.9 Locaux du personnel d'intendance

Tableau 13- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Locaux personnel d'intendance		
Avant		
	Nb Luminaires	2 x 36 W
	Puissance totale	0.093 kW
	Nb heures ^a	78 h
	Énergie consommée	7.3 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût avant	1.64 CHF
Après		
	Investissement	654.00 CHF
	Nb Luminaires	2 x 28 W
	Puissance totale	0.061 kW
	Nb heures	62.4 h
	Énergie consommée	3.8 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263
	Coût après	0.86 CHF
	Gain	3.4 kWh/an
		0.78 CHF
	VAN	-632.72 CHF
	TRI	-
	ROI	839 ans
	Taux	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Hypothèse émise grâce aux visites et aux informations reçues de l'aide-concierge (B. Morand, CP, 27 mai 2015)

Pour ces locaux, l'installation de détecteurs de présence et le remplacement des luminaires permettraient d'économiser de l'énergie, 3.4 kWh. En effet, il a été constaté que ces locaux restaient de temps en temps allumés par mégarde. Cependant, les dépenses à hauteur de 654 CHF posent problème. Le coût de modification des tubes « T5 » est de 25 CHF, celui des ballasts électroniques de 273 CHF et enfin celui des détecteurs 356 CHF. Économiquement, ces travaux d'amélioration ne sont pas avantageux.

3.4.10 Locaux de rangement salle de gymnastique

Tableau 14- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W

Locaux de rangement salle de gymnastique		
Avant		
	Nb Luminaires	13 x 36 W
	Puissance totale	0.6045 kW
	Nb heures ^a	265 h
	Énergie consommée	160 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût avant	36.25 CHF
Après		
	Investissement	2'115.00 CHF
	Nb Luminaires	13 x 28 W
	Puissance totale	0.397 kW
	Nb heures	212 h
	Énergie consommée	84 kWh/an
	Prix/kWh	0.2263 CHF
	Coût après	19.03 CHF
	Gain	76 kWh/an
		17.22 CHF
	VAN	-1'857.04 CHF
	TRI	-19%
	ROI	123 ans
	Taux	1.75%

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples.

- a. Hypothèse émise selon les plannings d'occupation de la salle de gymnastique présents en annexes IV et V.

D'un point de vue énergétique, ce changement permet d'économiser 76 kWh par an soit 48% d'énergie notamment grâce au détecteur de mouvement qui permet de réduire jusqu'à 20% des heures de fonctionnement (S.Genoud, CP, 12 juin 2015). De plus, le gain annuel se monte à 17.22 CHF. Malgré ces points positifs, l'analyse économique démontre un investissement non rémunérateur. Ses frais de substitution sont beaucoup trop lourds, ils s'élèvent à 2'115 CHF, dont 162.50 CHF pour les tubes « T5 », 1'774.50 CHF pour les ballasts électriques et 178 CHF pour le détecteur de mouvement.

3.5 Récapitulation des résultats des changements

L'analyse économique démontre qu'un renouvellement dans l'immédiat de tous les luminaires n'est pas nécessaire. D'un point de vue énergétique, cela reste bien évidemment une bonne option étant donné qu'à chaque remplacement, une économie d'énergie et un gain de puissance sont obtenus. Cependant, les frais occasionnés pour ces différents travaux demeurent trop élevés. De plus, il aurait fallu tenir compte également des heures de main d'œuvre facturées à 121 CHF de l'heure (F.Crettol, CP, 23 juin 2015). L'observation faite démontre que les tubes « T5 » installés ont certes une plus faible puissance que les anciens, mais pas suffisamment faible en vue de générer de réelles économies. Il faudrait également trouver une solution meilleure marché que les ballasts électroniques proposés.

Il est important de rappeler que le Centre sportif peut bénéficier d'une subvention pour le changement de ces luminaires grâce à Prokilowatt. En effet, il s'agit d'un outil de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). ProKilowatt accorde des soutiens financiers à des entreprises, collectivités publiques ou des privés désirant changer ou améliorer des installations trop gourmandes en énergie et ainsi réaliser des économies énergétiques. La contribution minimale demandée à ProKilowatt s'élève à 20'000.- et le montant accordé ne doit pas être supérieur à 15 centimes par kWh économisé (OFEN, 2014, p. 2). Il y a également deux conditions particulières à respecter : Prokilowatt accorde des subsides si et seulement si les mesures d'amélioration ne s'étaient pas réalisées sans leur soutien financier et si le retour sur investissement se fait après 5 ans ou 9 ans pour les infrastructures (Agence de l'énergie pour l'économie [AEnEC], 2014).

Pour cela, il organise des appels d'offres publics (enchères), par le biais de l'entreprise CimArk SA à Sion, en vue de soutenir des programmes collectifs ou des projets individuels visant à réduire la consommation d'électricité dans les ménages, l'industrie et les services. Trois types d'appels d'offres sont possibles : les appels d'offres pour des projets, pour des programmes, et les appels d'offres sectoriels. Pour bénéficier de cette aide, il faut que le projet ou programme présente le meilleur rapport coût-utilité (OFEN, 2013).

Une condition non négligeable doit être remplie dans le but de recevoir ces subventions : le soutien de Prokilowatt se fait seulement sur la partie « non rentable » d'un changement ou d'une amélioration d'une installation. La contribution versée se monte au maximum à 40% des investissements imputables (OFEN, 2014, p. 3).

Lionel Briguet

Concernant le Complexe sportif, afin de financer les travaux pour l'éclairage, il y a la possibilité de soumettre ce projet à Prokilowatt. Néanmoins, les exigences suivantes sont imposées en vue de bénéficier de cette subvention :

Le projet est axé sur la réduction de la consommation d'électricité des appareils, installations et bâtiments. La réduction de la consommation d'électricité est obtenue grâce à des mesures d'efficacité énergétique.

Le projet, c'est-à-dire la mesure d'efficacité, ne repose sur aucune obligation légale et ne serait pas réalisé en l'absence de subventions (principe d'additionnalité).

Le projet n'a pas encore été réalisé et le retour sur investissement escompté est supérieur à cinq ans pour les mesures ayant une durée d'utilisation comptabilisable \leq à 15 ans ou qu'elle est supérieure à 9 ans avec une durée d'utilisation comptabilisable $>$ à 15 ans.

Le montant de la contribution financière sollicitée est déterminé par le demandeur et s'élève au minimum à 20'000 francs. En fonction de la durée du retour sur investissement, la contribution maximale de ProKilowatt est comprise entre 20% des coûts de projet imputables sur 5 ans et 40% au maximum sur 9 ans ou plus. Il convient de noter que l'efficacité de la contribution financière par unité d'énergie économisée (rapports coûts-utilité en ct/kWh) constitue l'élément déterminant dans la procédure d'enchères.

La réduction de la consommation d'électricité peut être prouvée, sa plausibilité est démontrable par le calcul et elle est en outre mesurable pour les projets les plus importants. (OFEN, 2015).