

## Travail de Bachelor 2015

### **Audit énergétique du Centre sportif de Combremont de la commune de Riddes**



Étudiant : Lionel / Briguet

Professeur : Stéphane / Genoud

Déposé le : 10 juillet 2015

**Lionel Briguët**

**Source de l'illustration de la page de titre :**

Photo prise par l'auteur.

## Résumé managérial

L'objectif de ce travail est la réalisation d'un audit énergétique du Centre sportif de Combremont à Riddes. Le but étant d'analyser les consommations électriques et thermiques de l'établissement en vue d'apporter des recommandations d'amélioration de l'efficacité énergétique. Tout d'abord, une analyse de l'éclairage du site sera effectuée. Puis, les déperditions thermiques de l'enveloppe de la bâtisse seront déterminées. Une observation des différentes installations techniques sera faite afin de déceler le potentiel de réduction de la consommation en énergie. Enfin, une étude sur la faisabilité d'une production d'électricité et d'eau chaude sanitaire grâce aux panneaux solaires sera menée.

Il en résulte un important potentiel d'amélioration global. L'enveloppe thermique, notamment, nécessite un assainissement. Les résultats obtenus démontrent une forte baisse des pertes thermiques suite aux travaux de transformation. Le recours à des énergies renouvelables permet au Complexe sportif d'être autonome en production d'électricité et de s'assurer un bénéfice. En revanche, ce travail a permis de constater que certaines améliorations n'étaient pas rentables ou nécessaires. C'est le cas du changement des luminaires. En effet, les coûts supportés pour ces modifications sont trop onéreux au vu des gains en énergie réalisés. De plus, tout au long de ce dossier, des indicateurs financiers permettront de chiffrer les éventuels bénéfices possibles. Pour terminer, le tableau suivant récapitule les résultats principaux de ce travail.

**Tableau 1- Résumé des gains en énergie relatifs aux différents travaux d'amélioration**

	<b>Investissement brut</b>	<b>Gain en énergie annuelle</b>
<b>Luminaires</b>	17'949.90 CHF	648 kWh
<b>Enveloppe</b>	442'575 CHF	51'742 kWh
<b>Eau chaude sanitaire</b>	-	6'534.7 kWh
<b>Pompes circulation</b>	13'495 CHF	30 à 50%
<b>PV salle de gymnastique</b>	302'400 CHF	2'054'340 kWh
<b>PV hall d'entrée</b>	268'800 CHF	1'826'080 kWh

Source : Tableau de l'auteur provenant des résultats obtenus dans ce travail.

Mots-clés : Audit énergétique, centre sportif, efficacité énergétique, réduction de la consommation d'énergie.

## Avant-propos et remerciements

Depuis quelques années, la commune de Riddes est très orientée vers les énergies renouvelables. D'ailleurs, plusieurs assainissements de bâtiments ont déjà eu lieu. C'est pourquoi, selon la demande du mandant et vice-président de la commune de Riddes, M. David Crettenand, il a été décidé de réaliser un audit énergétique du Centre sportif de Combremont.

Pour réaliser cet audit, toutes les données concernant le Complexe ont été relevées afin de déceler les améliorations à mettre en œuvre dans une optique de réduction de la consommation. Puis, le potentiel de production électrique grâce aux énergies renouvelables a également été étudié. Les limites de ce travail se situent au niveau de la précision des heures de fonctionnement d'éclairage notamment. En effet, nous n'avons pas accès à des appareils de mesure du temps de fonctionnement.

Malgré mon engouement certain à réaliser cette étude, j'ai rencontré quelques difficultés dues notamment au déficit de connaissance des aspects techniques du bâtiment, plutôt dévoués à des ingénieurs. De plus, le manque de connaissance dans le domaine des énergies a aussi été un obstacle pour ce travail. J'ai également dû commencer mon travail 1 mois plus tard du début officiel étant donné l'abandon du projet par mon premier mandant. Cependant, grâce à l'aide et aux soutiens reçus, j'ai pu tout de même atteindre les objectifs fixés par le mandant. Ainsi je tiens à remercier :

- Mon mandant, vice-président de la commune de Riddes, M. David Crettenand, pour sa proposition de mandat.
- Mon professeur responsable, Dr Stéphane Genoud pour ses précieux conseils, son aide et son suivi tout au long du travail.
- MM. Philippe Bertuchoz et Benoît Morand, respectivement concierge et aide-concierge du Centre sportif de Combremont, pour leur visite guidée du site et leurs nombreuses informations.
- M. Christophe Crettenand, conseiller en énergie au sein du Groupe SEIC-TELEDIS pour tous ses renseignements relatifs aux données électriques.
- M. Michel Carron, architecte au sein du bureau d'architecture Michel Carron SA, pour m'avoir fourni les plans du bâtiment ainsi que des données techniques.

## **Lionel Briguët**

- Mme Clélia Reuse, collaboratrice à l'administration communale de Riddes pour toutes ses informations concernant les consommations électriques et de chauffage.
- Ainsi que tous celles et ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de mon travail.

## Table des matières

Liste des tableaux .....	vii
Liste des figures .....	viii
Liste des abréviations .....	ix
Introduction .....	1
1. Revue littéraire .....	2
1.1 Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral .....	2
1.2 L'audit énergétique : définition .....	5
2. Présentation de la commune de Riddes .....	8
2.1 Description et situation du bâtiment .....	9
3. Relevé des données électriques.....	10
3.1 Consommation annuelle électrique .....	10
3.2 Inventaire de l'éclairage .....	13
3.2.1 Mesures de temps d'éclairage.....	13
3.2.2 Types d'éclairage .....	17
3.3 Propositions d'amélioration .....	23
3.4 Analyse économique des travaux d'amélioration.....	27
3.4.1 Sous-sol .....	29
3.4.2 Hall d'entrée .....	30
3.4.3 Toilettes.....	31
3.4.4 Vestiaires .....	32
3.4.5 Appartement.....	33
3.4.6 Corridor .....	34
3.4.7 Couloir des vestiaires .....	35
3.4.8 Salle des maîtres.....	36
3.4.9 Locaux du personnel d'intendance .....	37
3.4.10 Locaux de rangement salle de gymnastique.....	38
3.5 Récapitulation des résultats des changements .....	39
4. Analyse de l'enveloppe du bâtiment .....	41
4.1 Les valeurs U.....	41
4.1.1 Façades .....	42
4.1.2 Toit de la salle de gymnastique .....	45
4.1.3 Toit du hall d'entrée.....	46
4.1.4 Fenêtres .....	47
4.1.4.1 Dérogation rafraîchissement pour la bibliothèque .....	51
4.2 Les déperditions thermiques .....	51
4.3 Économies annuelles réalisées.....	54

## Lionel Briguet

4.4 Montant des modifications .....	55
4.5 Calculs économiques .....	56
5. Eau chaude sanitaire .....	58
6. Moteurs de ventilation .....	61
7. Pompes de circulation .....	63
8. Chauffage du Centre sportif .....	66
9. Potentiel d'utilisation de l'énergie solaire .....	68
9.1 Le chauffage à distance .....	68
9.2 Potentiel énergie solaire thermique .....	70
9.3 Potentiel énergie solaire photovoltaïque .....	72
9.3.1 Toit salle de gymnastique .....	75
9.3.2 Toit hall d'entrée .....	77
Conclusion .....	78
Limites du travail .....	79
Références .....	80
Annexe I : Factures de consommation d'électricité .....	88
Annexe II : Tarifs heures pleines et creuses pour l'hiver .....	89
Annexe III : Tarifs heures pleines et creuses pour l'été .....	90
Annexe IV : Planning d'occupation de la salle de gymnastique par les écoliers de Riddes .....	91
Annexe V : Planning d'occupation de la salle de gymnastique le soir .....	92
Annexe VI : Plan de scolarité 2014-2015 .....	93
Annexe VII : Planning d'occupation de l'appartement .....	94
Annexe VIII : Inventaire de l'éclairage .....	95
Annexe VIII (suite) : Inventaire de l'éclairage .....	96
Annexe IX : Devis fenêtres .....	99
Annexe IX : Devis fenêtres (suite) .....	100
Annexe X : Dérogation rafraîchissement bâtiment .....	102
Annexe XI : Surfaces en m <sup>2</sup> de l'enveloppe du bâtiment .....	103
Annexe XII : Moyenne des températures mensuelles de Sion .....	104
Annexe XIII : Déperditions thermiques avant travaux <sup>a</sup> .....	105
Annexe XIV : Déperditions thermiques après travaux <sup>a</sup> .....	106
Annexe XV : Relevé de consommation du chauffage pour le mois de mars 2015 (Complexe) .....	107
Annexe XVI : Relevé de consommation du chauffage pour le mois de juin 2014 (Complexe) .....	108
Annexe XVII : Facture de chauffage à distance du 01.01.2014 au 16.04.2014 .....	109
Annexe XVIII : Schéma de principe de la ventilation de la salle de gymnastique .....	110
Annexe XIX : Schéma de principe de la ventilation du hall d'entrée et foyer .....	111

## **Lionel Briguet**

Annexe XX : Schéma de principe de la ventilation des vestiaires et locaux divers.....	112
Annexe XXI : Liste de prix des pompes de circulation .....	113
Annexe XXII : Relevé de consommation du chauffage (colonne Complexe).....	114
Annexe XXIII : Prix d'installation d'un mètre carré de panneau solaire photovoltaïque .....	115
Annexe XXIV : Calcul économique- production d'électricité toit de la salle de gymnastique .....	116
Annexe XXV : Subvention RPC pour le toit de la salle de gymnastique avec Swissgrid .....	117
Annexe XXVI : Subvention RPC pour le toit du hall d'entrée avec Swissgrid .....	118
Annexe XXVII : Calcul économique- production d'électricité toit hall d'entrée .....	119
Déclaration de l'auteur.....	120



## Liste des tableaux

Tableau 1- Résumé des gains en énergie relatifs aux différents travaux d'amélioration .....	i
Tableau 2- Tarif d'électricité heures pleines et heures creuses, 2014.....	13
Tableau 3- Récapitulatif du temps d'éclairage par type d'endroit.....	17
Tableau 4- Prix des installations électriques.....	28
Tableau 5- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W.....	29
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 .....	30
Tableau 7- Remplacement des tubes « T8 » 36 W et 18 W par des « T5 » 28 W et 14 W....	31
Tableau 8- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W.....	32
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 .....	33
Tableau 10- Remplacement des ampoules à incandescence 60 W par des ampoules LED 10 W .....	34
Tableau 11- Remplacement des tubes « T8 » 18 W par des « T5 » 14 W .....	35
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 .....	36
Tableau 13- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W .....	37
Tableau 14- Remplacement des tubes « T8 » 36 W par des « T5 » 28 W .....	38
Tableau 15- Calcul valeur U des façades .....	43
Tableau 16- Comparaison des valeurs U des murs à travers les années .....	44
Tableau 17- Calcul valeur U des façades après amélioration .....	45
Tableau 18- Calcul valeur U du toit de la salle de gymnastique.....	45
Tableau 19- Calcul de la valeur U du toit de la salle polyvalente après amélioration .....	46
Tableau 20- Calcul valeur U du toit du hall d'entrée .....	46
Tableau 21- Calcul de la valeur U du toit du hall d'entrée après amélioration .....	47
Tableau 22- Calcul valeur $U_w$ .....	48
Tableau 23- Calcul valeur $U_w$ après amélioration.....	49
Tableau 24- Calcul valeur $U_w$ .....	49
Tableau 25- Calcul valeur $U_w$ après amélioration.....	50
Tableau 26- Calcul valeur $U_w$ .....	50
Tableau 27- Calcul valeur $U_w$ après amélioration.....	50
Tableau 28- Nombre d'heures d'utilisation du chauffage par mois.....	53
Tableau 29- Pertes thermiques et consommations mensuelles perdues de chauffage .....	53
Tableau 30- Tableau récapitulatif des déperditions thermiques avant travaux.....	54
Tableau 31- Tableau récapitulatif des déperditions thermiques après travaux.....	55
Tableau 32- Surface en $m^2$ .....	56
Tableau 33- Prix des travaux d'amélioration.....	56
Tableau 34- Données nécessaires aux calculs financiers.....	57
Tableau 35- Calculs financiers .....	57
Tableau 36- Puissance en kW des ventilateurs de pulsion et d'évacuation .....	61
Tableau 37- Remplacement des pompes de circulation .....	65
Tableau 38- Rayonnement solaire mensuel de Leytron en $Wh/m^2$ .....	72
Tableau 39- Rétribution d'énergies renouvelables .....	73
Tableau 40- La rétribution unique (RU) .....	74
Tableau 41- Données économiques pour l'installation de PV sur le toit de la salle de gymnastique.....	75
Tableau 42- Données économiques pour l'installation de PV sur le toit plat du hall d'entrée 77	

## Liste des figures

Figure 1- Approvisionnement et consommation d'électricité (GWh) 2011 .....	3
Figure 2- Approvisionnement & consommation d'électricité (GWh) 2011 vs 2050 .....	4
Figure 3- Label Cité de l'énergie .....	8
Figure 4- Situation géographique du bâtiment .....	9
Figure 5- Centre sportif de Combremont .....	9
Figure 6- Consommation d'électricité en kilowattheure (kWh) du Centre sportif <sup>a</sup> .....	11
Figure 7- Évolution du tarif de l'électricité sur 24 heures par kWh de 2010 à 2014 <sup>a</sup> .....	12
Figure 8- Dispositif d'éclairage avec ballast conventionnel .....	18
Figure 9- Exemple de support pour tube néon de 36 W .....	19
Figure 10- Exemple de support pour tube néon de 18 W .....	19
Figure 11- Luminaire sortie de secours .....	19
Figure 12- Éclairage salle de gymnastique .....	20
Figure 13- Support pour ampoule 60 W .....	21
Figure 14- Support pour ampoule 100 W .....	21
Figure 15- Luminaire pavillon d'entrée .....	22
Figure 16- Luminaire ludothèque .....	22
Figure 17- Luminaire bibliothèque .....	23
Figure 18- Ballast électronique pour tube fluorescent .....	24
Figure 19- Comparatif ballast électronique et conventionnel .....	24
Figure 20- Luminaire hall d'entrée .....	26
Figure 21- Vue intérieure de la salle polyvalente .....	26
Figure 22- Luminaire ludothèque .....	27
Figure 23- Bibliothèque du Centre sportif de Combremont .....	51
Figure 24- Température ECS .....	58
Figure 25- Échangeur de chaleur .....	66
Figure 26- Réglage courbe de chauffe .....	66
Figure 27- Température linéaire de consigne de départ du chauffage .....	67
Figure 28- Chaudière à bois, CAD de Riddes .....	68
Figure 29- Chaudière à mazout, CAD de Riddes .....	69
Figure 30- Chauffage à distance .....	69
Figure 31- Le panneau solaire thermique .....	70
Figure 32- Surfaces exploitables .....	73

Liste des abréviations

CAD : Chauffage à distance

CHF : Francs suisse

Cm : Centimètre

Cts/kWh : Centimes par kilowattheure

ECS : Eau chaude sanitaire

GWh : Gigawattheure

IEE : Indice d'efficacité énergétique

IPMVP : Protocole de mesure et de vérification

ISO : Organisation internationale de normalisation

kWc : Kilowatt-crête

kWh : Kilowattheure

kWp : Kilowatt-peak

m<sup>2</sup>K/W : Mètre carré kelvin par watt

m<sup>2</sup> : Mètre carré

NER : Nouvelles énergies renouvelables

OFEN : Office fédéral de l'énergie

PV : Panneaux solaires photovoltaïques

ROI : Retour sur investissement

RPC : Rétribution à prix coûtant du courant injecté

RU : Rétribution unique

TRI : Taux de rentabilité interne

TWh : TéraWattheure

VAN : Valeur actuelle nette

W : Watt

W/m<sup>2</sup>K : Watt par mètre carré kelvin

## Introduction

Ce travail, mandaté par la commune de Riddes, consiste à proposer diverses recommandations d'intervention dans le but de réduire la consommation énergétique du Centre sportif de Combremont. Cette étude fait suite à plusieurs assainissements de bâtiments réalisés au cours de ces dernières années au sein de la commune. Comme l'atteste l'article du Nouvelliste au sujet de la création d'une microcentrale hydroélectrique, la commune de Riddes est très intéressée par l'utilisation des nouvelles énergies renouvelables (Meroz, 2014). De plus, le site internet de la commune de Riddes recense plusieurs engagements en faveur d'un développement durable (Commune de Riddes, 2015). En effet, le virage énergétique semble bien amorcé du côté de la commune bas-valaisanne.

Dès lors, afin d'étudier le potentiel de réduction en énergie du bâtiment, un audit énergétique sera effectué avec l'aide des données de consommation récoltées sur le terrain. D'une part, les données de consommation des installations électriques et techniques (éclairage, eau chaude sanitaire, ventilation, pompes de circulation, chauffage) seront relevées. D'autre part, l'enveloppe sera analysée. Les pertes de chaleur de l'établissement pourront alors être détectées et des mesures d'amélioration de l'isolation proposées. Enfin, le potentiel de production d'eau chaude sanitaire (ECS) et d'électricité grâce à des énergies renouvelables sera étudié. En effet, le Complexe sportif est alimenté par un chauffage à distance à bois (CAD) complété par une chaudière à mazout. C'est pourquoi le vice-président de la commune souhaiterait savoir si, principalement l'été, des panneaux solaires thermiques pouvaient fournir de l'énergie pour l'ECS et ainsi économiser du mazout.

Dans cette étude, des recommandations de réduction de la consommation en énergie seront apportées. Puis, le protocole de mesure et de vérification (IPMVP) permettra d'estimer et de mesurer les actions de performance énergétique. Enfin, si nécessaire, des calculs financiers seront pratiqués pour déterminer la rentabilité des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique.

## 1. Revue littéraire

### 1.1 Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral

Avant d'entrer dans le cœur du travail de Bachelor, le contexte politique et institutionnel de la Confédération au sujet du développement durable doit être posé. En 2008, le Conseil fédéral a adopté des plans d'action visant à améliorer d'une part l'efficacité énergétique et d'autre part la promotion des énergies renouvelables. Par ces mesures, l'objectif du Conseil fédéral est d'atteindre une diminution des énergies fossiles de 20% d'ici 2020 et d'augmenter les énergies renouvelables de 50%. De plus, une augmentation de la consommation électrique est envisagée, mais elle ne doit pas dépasser 5% entre 2010 et 2020. Ces plans d'action contribuent à consolider la consommation d'électricité après 2020. Dans le but d'atteindre ces résultats, des mesures incitatives, de soutien direct, des prescriptions et des standards minimaux (comme la prohibition des ampoules à incandescence à partir de 2012) ont été mis en place (Office fédéral de l'énergie [OFEN], 2012).

Tout d'abord, le plan d'action visant à accroître l'efficacité énergétique contient 15 mesures notamment dans le bâtiment, la mobilité, les appareils, la formation, la recherche ou le transfert de technologie. En ce qui concerne le plan d'action pour la promotion des énergies renouvelables, celui-ci comporte sept mesures dans les domaines suivants : la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables pour les bâtiments, la production d'énergie à partir de la biomasse, le soutien à la production d'énergie hydraulique, la recherche, le transfert de technologies et la formation (Office fédéral de l'énergie [OFEN], 2012).

Suite à ces premières initiatives, un événement accentua la volonté du Conseil fédéral à amorcer un nouveau virage énergétique entamé en 2008 : la catastrophe de Fukushima. En effet, après cet accident nucléaire survenu en 2011 au Japon, le Conseil fédéral a décidé, le 25 mai 2011, qu'il fallait progressivement sortir du nucléaire afin d'éviter un tel désastre sur nos terres. De là découla la Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral (Boder, 2011).

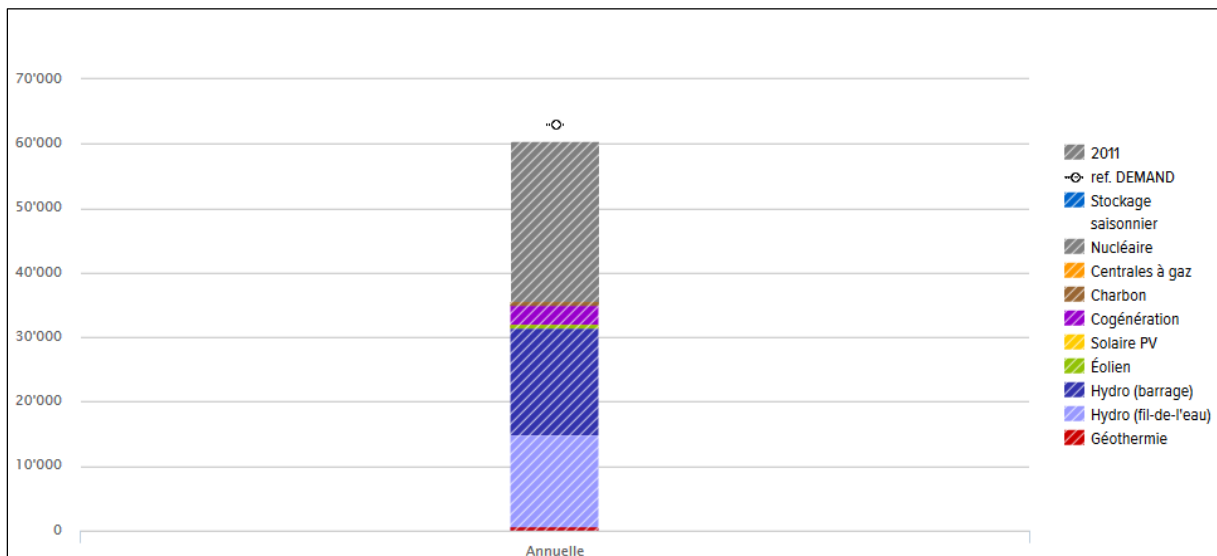
Dès à présent, quelques chiffres permettent de constater toute la difficulté qu'aura le Conseil fédéral dans une optique de réduction de la production d'électricité par les centrales nucléaires au profit des énergies renouvelables. Selon l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), en Suisse, les deux principales sources d'énergie proviennent des centrales hydrauliques (39'572 GWh) et des centrales nucléaires (24'871 GWh) (OFEN, 2013). Ils représentent à eux deux environ 94.3% de la production d'électricité brute en Suisse respectivement 57.9% et 36.4% (OFEN, 2013).

L'objectif du Conseil Fédéral est donc de remplacer cette production d'électricité nucléaire par de nouvelles énergies renouvelables (NER). Alors, quelles sont ces nouvelles énergies

## Lionel Briguet

renouvelables ? Il s'agit de l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, la biomasse ou encore le biogaz. À l'heure actuelle, selon l'OFEN, la production d'électricité provenant de ces énergies s'élève à 1'195 GWh, représentant 1.75% de la production brute totale (OFEN, 2013). Bien entendu, l'énergie hydraulique n'est pas prise en compte dans ce cas. Le constat est sans appel, il y a plus de 23'000 GWh à combler avec des NER si la séparation avec le nucléaire doit se faire. Une des mesures de la vision 2050 consiste à promouvoir ces NER et ainsi à se séparer progressivement de l'énergie nucléaire (OFEN, 2012).

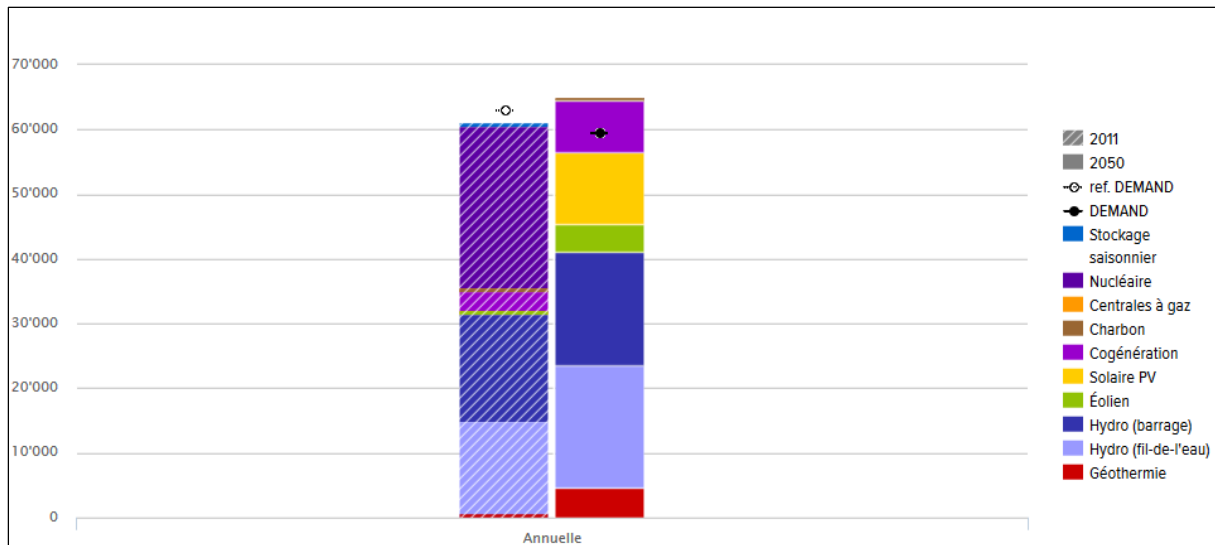
**Figure 1- Approvisionnement et consommation d'électricité (GWh) 2011**



Source : (Centre de l'énergie de l'EPFL, 2011).

La figure 1 démontre bien la difficulté de se défaire du nucléaire. En effet, la partie grisée représentant cette énergie s'élève à 25'560 GWh (2011) (Centre de l'énergie de l'EPFL, 2011). Cela signifie que le Conseil fédéral devra trouver des solutions en vue de suppléer cette production et couvrir la demande en électricité en Suisse. Comme relevé dans la Stratégie 2050, une solution serait bien évidemment d'augmenter la production provenant des NER telles que le solaire, l'éolien et la géothermie entre autres. Un autre moyen serait de diminuer notre consommation d'électricité. Le graphique ci-dessous montre une éventuelle possibilité de se départir de l'énergie atomique.

Figure 2- Approvisionnement & consommation d'électricité (GWh) 2011 vs 2050



Source : (Centre de l'énergie de l'EPFL, 2011).

La figure 2 compare l'approvisionnement et la consommation d'électricité d'aujourd'hui et celles envisagées par le Conseil fédéral à l'aide de sa Stratégie 2050. Les chercheurs de l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) présentent sur ce graphique un scénario pour substituer la production nucléaire. Par conséquent, ils envisagent un fort développement des énergies renouvelables provenant du soleil, du vent, de la terre et des déchets. De plus, le maintien voire une légère augmentation de la production hydraulique reste indispensable. Comme observés sur ce diagramme, ces changements permettent d'éradiquer totalement la production d'origine nucléaire comme le veut la Stratégie énergétique 2050 (Centre de l'énergie de l'EPFL, 2011).

En 2012, le Conseil fédéral a donc approuvé un premier paquet de mesures pour la mise en place de sa Stratégie. Pour cette première phase, l'efficacité énergétique doit être appliquée dans les domaines suivants : les bâtiments, les appareils électroménagers, l'industrie, la mobilité et le développement des énergies renouvelables. Pour assurer cette transition, le recours aux installations de couplage chaleur-force (CCF) et les centrales à cycle combiné (CCC) sera nécessaire dans le but de garantir la stabilité du réseau ainsi qu'une autonomie d'approvisionnement soutenue. Étant donné que ce premier paquet de mesures permettra d'atteindre qu'une partie des objectifs de la Stratégie 2050, une seconde étape sera spécifiée après 2020 (OFEN, 2012, p. 5).

## Lionel Briguet

En lien avec ce travail, la vision stratégique énergétique 2050 à propos des bâtiments est la suivante :

La Confédération et les cantons appliquent une stratégie énergétique globale dans le domaine des bâtiments en vue d'exploiter autant que possible le potentiel en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables, et de rejets thermiques dans les domaines de l'électricité et de la chaleur, tout en réduisant notablement les émissions de CO<sub>2</sub> (OFEN, 2012, p. 5).

Par ces mesures, la Confédération souhaite notamment encourager l'assainissement des constructions anciennes et promouvoir des installations d'énergies renouvelables comme le solaire photovoltaïque ou thermique sur les nouvelles constructions. Des chiffres éloquentes montrent le travail à réaliser en matière d'efficacité énergétique pour le parc immobilier suisse. Tout d'abord, celui-ci représente 46% de la consommation d'énergie totale en 2010 (116 TWh). Les 49% de la consommation nationale d'énergies fossiles sont engloutis par les bâtiments, de même que 37% de la consommation d'électricité. Un chiffre que la Confédération souhaite élever demeure le taux des assainissements énergétiques dans les habitations existantes. En effet, il n'atteint même pas les 0.9%. Pourtant, le potentiel d'efficacité concernant la consommation d'électricité dans les habitations reste important. De même, à l'heure actuelle, le développement des énergies renouvelables permet de remplacer les énergies fossiles pour chauffer une demeure et produire de l'ECS (OFEN, 2012, p. 15).

Comme démontré, le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique est énorme avec notamment le recours aux énergies renouvelables. En résumé, l'objectif de la Stratégie énergétique 2050 sera de diminuer d'ici 2050 la consommation totale d'énergie des habitats de 28 TWh ainsi que la consommation d'électricité de 12 TWh (OFEN, 2012, p. 17). Pour sa part, le taux des assainissements énergétiques devra être revu à la hausse (OFEN, 2012, p. 19).

### 1.2 L'audit énergétique : définition

Après avoir pris connaissance du projet mis en avant par le Conseil fédéral, le fonctionnement d'un audit énergétique sera présenté. Un audit énergétique peut être résumé en sept étapes. Tout d'abord, les différentes mesures de consommation chez le client devront être prises pour établir un premier bilan. Le but étant de connaître la situation de référence. Puis, la deuxième étape consistera à évaluer le potentiel d'amélioration, c'est-à-dire énoncer toutes les pistes possibles réalisables afin que le client choisisse les améliorations voulues.



## Lionel Briguet

L'output se composera d'un rapport estimatif contenant les hypothèses des durées de fonctionnement et les premières économies d'énergie possibles (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 17 octobre 2014).

Le choix du client opéré, l'auditeur procédera aux différentes mesures en puissance et en temps afin de vérifier les hypothèses émises lors de la deuxième étape. Un rapport d'économie d'énergie sera alors établi. Lorsque les différentes mesures de consommation du bâtiment seront terminées, la 4<sup>e</sup> étape comprendra un appel d'offres pour les travaux à engager. Il faudra alors établir un devis et un budget selon les ressources du client. Cette étape consistera également à inclure toutes formes de subventions. Dès lors, le client connaîtra le potentiel d'économies réalisables ainsi que le coût des travaux d'amélioration. La 5<sup>e</sup> phase reposera sur un suivi des travaux dans le but de s'assurer que les améliorations mises en place correspondent bien aux attentes du client. La mesure de la consommation après les travaux d'amélioration constituera l'avant-dernière étape. Cela permettra de contrôler que les économies calculées précédemment soient bien réalisables. Enfin, le responsable de l'audit devra suivre chaque année l'évolution de la consommation pendant toute la durée d'amortissement de l'investissement (S. Genoud, CP, 17 octobre 2014).

Voilà pour ce qui relève d'un audit énergétique décrit par M. Stéphane Genoud. Pour ce travail de Bachelor, l'audit débutera par une visite de l'établissement en vue de relever toutes les données énergétiques. Ses installations électriques (éclairage) et techniques (ECS, ventilation, pompes de circulation, chauffage) seront scrupuleusement vérifiées. De là découleront les premières recommandations d'amélioration afin de diminuer la consommation actuelle.

Ensuite, l'enveloppe sera analysée. Cela concernera le calcul des déperditions thermiques par les fenêtres, les murs et le toit pour déterminer leurs qualités d'isolation respectives. Puis, en réponse à ces différents résultats, des indications seront données pour réduire les éventuelles pertes de chaleur. Enfin, le potentiel de production d'électricité et d'eau chaude sanitaire par le biais des NER sera étudié. En effet, le mandant désire évaluer notamment la possibilité d'un apport solaire thermique pour chauffer l'eau chaude sanitaire principalement l'été. À l'heure actuelle, un chauffage d'appoint au mazout accompagne le CAD.

## **Lionel Briguët**

Tout au long du travail, les différentes recommandations seront appuyées par des calculs financiers. L'objectif étant d'évaluer la rentabilité des travaux de modification. De plus, le protocole IPMVP permettra de mesurer et de contrôler les économies d'énergie provoquées par les actions de performance énergétique.

## **2. 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**

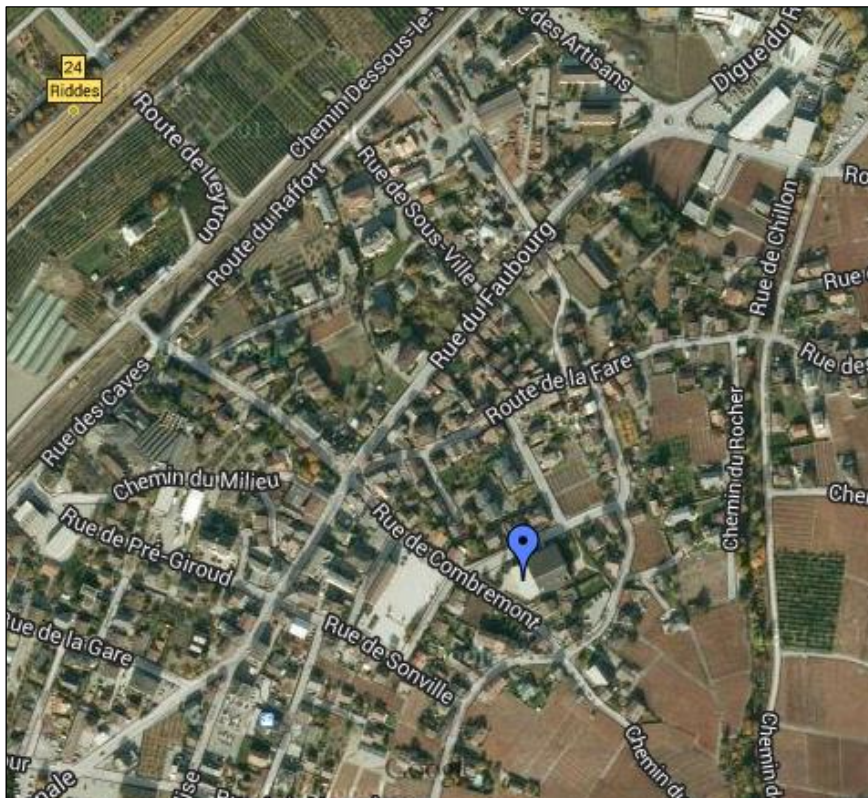


Source : (Suisse énergie, 2015).

## 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 m<sup>2</sup> 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.

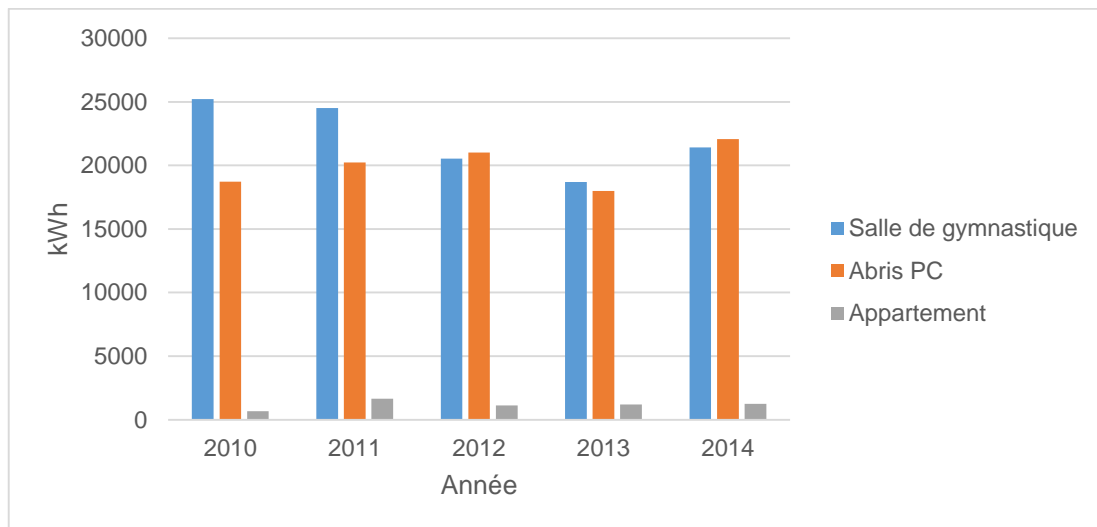
Une analyse des différents dispositifs d'éclairage sera menée dans le but d'apporter des solutions concrètes et ainsi réduire une partie de la consommation électrique.

#### **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 <sup>a</sup>



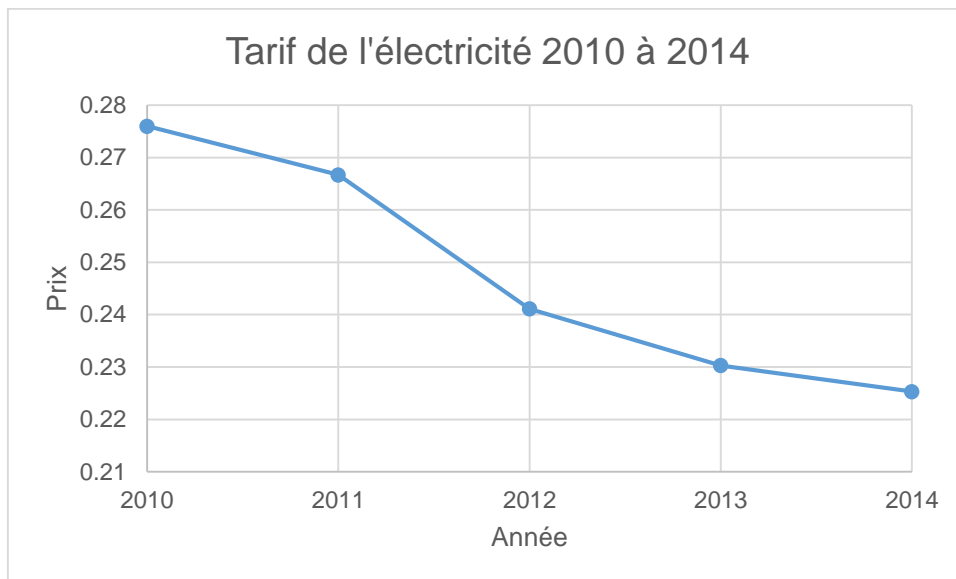
Source : Élaborée par l'auteur sur la base des informations reçues par Mme Clélia Reuse et par M. Christophe Crettenand.

- 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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> juillet 2015).

Figure 7- Évolution du tarif de l'électricité sur 24 heures par kWh de 2010 à 2014<sup>a</sup>



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<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> juillet 2015).

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

	Tarif H <sub>p</sub>	Tarif H <sub>c</sub>
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'infirmerie 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

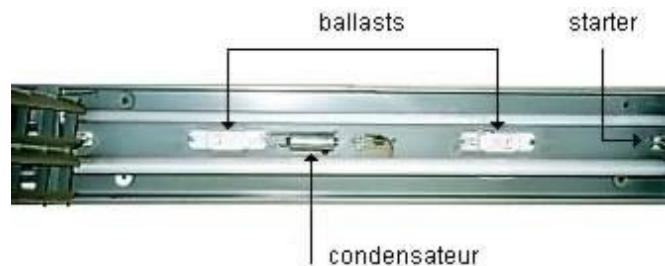
Source : Tableau de l'auteur provenant des informations décrites sous le point 3.2.1.

### 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%<sup>1</sup>. 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).

---

<sup>1</sup> 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 (Walthert, 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 (Walthert, 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%<sup>2</sup>. De plus, le temps d'amorçage après enclenchement est réduit avec ces ballasts (Walthert, et al., 1993, pp. 223, 224).

---

<sup>2</sup> 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.

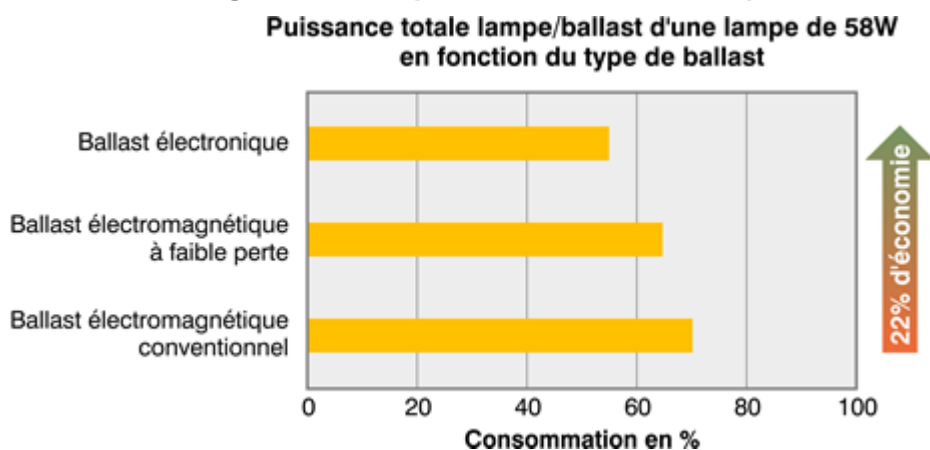
**Figure 18- Ballast électronique pour tube fluorescent**



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<sup>er</sup> 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 <sup>a</sup>	174.00 CHF

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

a. (Commercial chez Zublin AG, CP, 1<sup>er</sup> 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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb luminaires <sup>a</sup></b>	17 x 36 W
	<b>Puissance totale</b>	0.7905 kW
	<b>Nb heures <sup>b</sup></b>	1.16 h
	<b>Énergie consommée</b>	0.917 kWh/an
	<b>Prix <sup>c</sup></b>	0.2263 CHF
	<b>Coût avant</b>	0.21 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement <sup>d</sup></b>	2'711.00 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	17 x 28 W
	<b>Puissance totale</b>	0.5188 kW
	<b>Nb heures <sup>e</sup></b>	0.928 h
	<b>Énergie consommée</b>	0.481 kWh/an
	<b>Prix <sup>c</sup></b>	0.2263 CHF
	<b>Coût après</b>	0.11 CHF
	<b>Gain</b>	0.436 kWh
		0.10 CHF
	<b>VAN <sup>f</sup></b>	- 2'663.10 CHF
	<b>TRI <sup>f</sup></b>	-
	<b>ROI <sup>f</sup></b>	29'383.84
	<b>Taux <sup>g</sup></b>	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				
<b>Avant</b>				
	<b>Nb Luminaires</b>	15x 60W	16x 36W	18x 9W
	<b>Puissance totale</b>	1.806 kW		
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	240 h		
	<b>Énergie consommée</b>	433 kWh/an		
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF		
	<b>Coût avant</b>	98.09 CHF		
<b>Après</b>				
	<b>Investissement</b>	2'965.50 CHF		
	<b>Nb Luminaires</b>	15x 10W	16x 28W	18x 9W
	<b>Nb d'heures</b>	192 h		
	<b>Puissance totale</b>	0.8 kW		
	<b>Énergie consommée</b>	154 kWh/an		
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF		
	<b>Coût après</b>	34.76 CHF		
	<b>Gain</b>	280 kWh/an		
		63.33 CHF		
	<b>VAN</b>	-2'099.59 CHF		
	<b>TRI</b>	-10.53%		
	<b>ROI</b>	47 ans		
	<b>Taux</b>	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			
<b>Avant</b>			
	<b>Nb Luminaires</b>	7 x 36W	4 x 18W
	<b>Puissance totale</b>	0.418 kW	
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	100 h	
	<b>Énergie consommée</b>	41.8 kWh/an	
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF	
	<b>Coût avant</b>	9.46 CHF	
<b>Après</b>			
	<b>Investissement</b>	1'921.80 CHF	
	<b>Nb Luminaires</b>	7 x 28 W	4 x 14 W
	<b>Puissance totale</b>	0.275 kW	
	<b>Nb heures</b>	80 h	
	<b>Énergie consommée</b>	22 kWh/an	
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF	
	<b>Coût après</b>	4.98 CHF	
	<b>Gain</b>	20 kWh/an	
		4.48 CHF	
	<b>VAN</b>	-1'831.10 CHF	
	<b>TRI</b>	-27%	
	<b>ROI</b>	429 ans	
	<b>Taux</b>	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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb Luminaires</b>	20 x 36 W
	<b>Puissance totale</b>	0.93 kW
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	232.0 h
	<b>Énergie consommée</b>	216 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût avant</b>	48.83 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement</b>	3'336.00 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	20 x 28 W
	<b>Puissance totale</b>	0.61 kW
	<b>Nb heures</b>	185.6 h
	<b>Énergie consommée</b>	113 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût après</b>	25.62 CHF
	<b>Gain</b>	103 kWh/an
		23.21 CHF
	<b>VAN</b>	-2'979.96 CHF
	<b>TRI</b>	-20%
	<b>ROI</b>	144 ans
	<b>Taux</b>	1.75%

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

- a. 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				
<b>Avant</b>				
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 60 W	9 x 36W	9 x 42W
	<b>Puissance totale</b>	0.9165 kW		
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	228 h		
	<b>Énergie consommée</b>	208.96 kWh/an		
	<b>Prix/kWh</b>	0.3417 CHF		
	<b>Coût avant</b>	71.40 CHF		
<b>Après</b>				
	<b>Investissement</b>	1'509.30 CHF		
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 10 W	9 x 28	9 x 10 W
	<b>Puissance totale</b>	0.385 kW		
	<b>Nb heures</b>	228 h		
	<b>Énergie consommée</b>	87.78 kWh/an		
	<b>Prix/kWh</b>	0.3417 CHF		
	<b>Coût après</b>	29.99 CHF		
	<b>Gain</b>	121.18 kWh/an		
		41.41 CHF		
	<b>VAN</b>	-950.49 CHF		
	<b>TRI</b>	-9%		
	<b>ROI</b>	36 ans		
	<b>Taux</b>	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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 60 W
	<b>Puissance totale</b>	0.12 kW
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	25 h
	<b>Énergie consommée</b>	3 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263
	<b>Coût avant</b>	0.68 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement</b>	208.60 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 10 W
	<b>Puissance totale</b>	0.02 kW
	<b>Nb heures</b>	20 h
	<b>Énergie consommée</b>	0.40 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût après</b>	0.09 CHF
	<b>Gain</b>	2.60 kWh/an
		0.59 CHF
	<b>VAN</b>	-197.42 CHF
	<b>TRI</b>	-26%
	<b>ROI</b>	355 ans
	<b>Taux</b>	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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb Luminaires</b>	18 x 18 W
	<b>Puissance totale</b>	0.41796 kW
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	120 h
	<b>Énergie consommée</b>	50 kWh
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût avant</b>	11.35 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement</b>	2'332.60 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	18 x 14 W
	<b>Puissance totale</b>	0.275 kW
	<b>Nb heures</b>	96 h
	<b>Énergie consommée</b>	26 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût après</b>	5.97 CHF
	<b>Gain</b>	24 kWh/an
		5.38 CHF
	<b>VAN</b>	-2'223.25 CHF
	<b>TRI</b>	-27%
	<b>ROI</b>	433 ans
	<b>Taux</b>	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			
<b>Avant</b>			
	<b>Nb Luminaires</b>	1 x 18 w	2 x 100 w
	<b>Puissance totale</b>	0.223 kW	
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	103 h	
	<b>Énergie consommée</b>	22.97 kWh/an	
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF	
	<b>Coût avant</b>	5.20 CHF	
<b>Après</b>			
	<b>Investissement</b>	196.10 CHF	
	<b>Nb Luminaires</b>	1 x 14 W	2 x 18 W
	<b>Puissance totale</b>	0.051 kW	
	<b>Nb heures</b>	103 h	
	<b>Énergie consommée</b>	5.25 kWh/an	
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF	
	<b>Coût après</b>	1.19 CHF	
	<b>Gain</b>	17.72 kWh/an	
		4.01 CHF	
	<b>VAN</b>	-141.13 CHF	
	<b>TRI</b>	-12%	
	<b>ROI</b>	49 ans	
	<b>Taux</b>	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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 36 W
	<b>Puissance totale</b>	0.093 kW
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	78 h
	<b>Énergie consommée</b>	7.3 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût avant</b>	1.64 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement</b>	654.00 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	2 x 28 W
	<b>Puissance totale</b>	0.061 kW
	<b>Nb heures</b>	62.4 h
	<b>Énergie consommée</b>	3.8 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263
	<b>Coût après</b>	0.86 CHF
	<b>Gain</b>	3.4 kWh/an
		0.78 CHF
	<b>VAN</b>	-632.72 CHF
	<b>TRI</b>	-
	<b>ROI</b>	839 ans
	<b>Taux</b>	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		
<b>Avant</b>		
	<b>Nb Luminaires</b>	13 x 36 W
	<b>Puissance totale</b>	0.6045 kW
	<b>Nb heures <sup>a</sup></b>	265 h
	<b>Énergie consommée</b>	160 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût avant</b>	36.25 CHF
<b>Après</b>		
	<b>Investissement</b>	2'115.00 CHF
	<b>Nb Luminaires</b>	13 x 28 W
	<b>Puissance totale</b>	0.397 kW
	<b>Nb heures</b>	212 h
	<b>Énergie consommée</b>	84 kWh/an
	<b>Prix/kWh</b>	0.2263 CHF
	<b>Coût après</b>	19.03 CHF
	<b>Gain</b>	76 kWh/an
		17.22 CHF
	<b>VAN</b>	-1'857.04 CHF
	<b>TRI</b>	-19%
	<b>ROI</b>	123 ans
	<b>Taux</b>	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).

## 4. Analyse de l'enveloppe du bâtiment

### 4.1 Les valeurs U

Tout d'abord, une définition de la valeur U est nécessaire pour comprendre les calculs qui vont suivre :

La chaleur se transmet du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid. La valeur U (appelée aussi "facteur U" ou "coefficient U") indique la capacité des éléments de construction (mur, plancher, toit, fenêtre, etc.) et des matériaux isolants à résister à ce transfert de chaleur. Son unité est le  $W/m^2.K$ . Plus la valeur U est faible, plus le matériau est isolant. Une valeur U de 1, par exemple, signifie que la perte de chaleur est de 1 watt par mètre carré et par degré Kelvin de différence. Ainsi, lorsque la température est de  $-5^{\circ}C$  à l'extérieur et de  $20^{\circ}C$  à l'intérieur, un mur de  $10 m^2$  dont la valeur U vaut 1 provoque une perte de chaleur équivalant à:  $1 (W/m^2.K) \times 10 (m^2) \times 25 (K) = 250 W$ . (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015).

La valeur U donne une information sur la performance d'isolation d'un élément de construction (mur, toit, plancher, porte, fenêtre...). Elle indique la quantité de chaleur qui passe en une seconde à travers une surface de  $1 m^2$  lorsqu'il y a une différence de température de  $1^{\circ}C$  entre l'intérieur et l'extérieur. (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015).

En d'autres termes et selon les cours de M. Michel Bonvin, la valeur U d'un matériau s'obtient, dans un premier temps, en déterminant sa résistance totale ( $R_{tot}$ ). Pour cela, il faut tenir compte de la résistance intérieure ( $R_i$ ) qui s'élève à  $0.125 m^2K/W$  ainsi que de son équivalent extérieur ( $R_e$ ) de  $0.05 m^2K/W$ . Puis, la résistance du matériau se calcule en divisant son épaisseur respective ( $d$ ) par son coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  (conductivité de chaleur). Enfin, il suffit d'additionner les résistances entre elles afin d'obtenir le calcul suivant représentant la résistance totale de l'élément analysé:  $R_{tot} = R_i + R_m + R_e$ . Pour terminer, la valeur U se détermine en divisant 1 par la résistance totale trouvée précédemment. Le résultat aura comme unité  $W/m^2K$  (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 30).

## Lionel Briguet

Cette valeur est précieuse pour déterminer les déperditions de chaleur d'un toit, d'un mur ou d'une fenêtre. Les standards actuels Minergie en matière de valeur U pour un toit ou un mur se situent autour de  $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Minergie, 2015).

Pour les fenêtres, le calcul de la valeur U est plus complexe. En effet, il faut considérer une valeur  $U_g$  pour la vitre et une valeur  $U_f$  pour le cadre de la fenêtre. En outre, il est nécessaire d'estimer le pourcentage de vitre respectivement du cadre composant la fenêtre. L'addition de ces deux valeurs donne la valeur  $U_w$  correspondant à la performance d'isolation de la fenêtre entière. Actuellement, au niveau du standard Minergie, la valeur  $U_w$  se situe à  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Au niveau du vitrage, sa valeur  $U_g$  correspond à  $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Minergie, 2015).

Concernant le Complexe sportif et selon les recommandations de M. Stéphane Genoud, professeur à la HES-SO Valais, les déperditions thermiques par les murs, le toit et les fenêtres ont été analysées. Les plans d'architecte fournis par le bureau d'architecture Michel Carron SA à Riddes ainsi que les différentes interviews réalisées auprès de M. Michel Carron, architecte responsable du bureau, ont permis de relever les différents matériaux composant l'enveloppe dans le but d'identifier la valeur U de chaque élément. Ensuite, les calculs ont été exécutés grâce aux cours donnés par M. Michel Bonvin.

Pour faire suite à ces calculs, une comparaison sera faite avec les normes Minergie afin d'observer où le bâtiment se situe d'un point de vue de l'efficacité énergétique. Puis, des recommandations seront données en vue d'améliorer l'enveloppe thermique.

### 4.1.1 Façades

Les façades sont composées de béton armé d'une épaisseur de 25 centimètres (cm), d'une isolation en laine de verre (6 cm), d'une lame d'air (8 cm), d'un panneau Novopan standard en fibre de bois (3.6 cm) et de moquette (0.7 cm) (M. Carron, architecte, communication personnelle, 8 mai 2015). Le tableau 15 présente les différents matériaux composant la paroi, leurs valeurs lambda respectives ainsi que les calculs de la résistance totale et de la valeur U.

Tableau 15- Calcul valeur U des façades

Type de matériaux	Épaisseur (m)	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances ( $m^2K/W$ )
Béton	0.25 <sup>a</sup>	1.8 <sup>b</sup>	0.125 <sup>f</sup>
Laine de verre	0.06 <sup>a</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.05 <sup>f</sup>
Lame d'air	0.08 <sup>a</sup>	0.18 <sup>c</sup>	
Novopan	0.036 <sup>a</sup>	0.15 <sup>d</sup>	
Moquette	0.007 <sup>a</sup>	0.09 <sup>e</sup>	

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

- a. (M. Carron, architecte, communication personnelle, 8 mai 2015)
- b. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 30)
- c. (Marti, 2002, p. 14)
- d. (Isoltop, 2015)
- e. (Tyco Thermal Controls, 2004)
- f. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 30)

<b>Résistance totale</b>	2.58 <sup>a</sup>	$m^2K/W$
<b>Valeur U</b>	0.39 <sup>a</sup>	$W/m^2K$

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

- a. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 30)

La valeur U pour les murs est deux fois et demie plus élevée que les standards Minergie qui se situent aux alentours des 0.15  $W/m^2K$  (Minergie, 2015). Le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique demeure donc intéressant.

Le tableau 16 montre l'évolution de la valeur U au fil des années. Il a été constaté que la valeur U calculée pour le Centre sportif, construit en 1987, correspond à celle de l'année 1985 (M. Bonvin, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 4 mai 2015).

**Tableau 16- Comparaison des valeurs U des murs à travers les années**

Année	Épaisseur isolation (m)	Épaisseur béton (m)	Valeur $\lambda$ isolation	Valeur $\lambda$ béton	Résistance totale	Valeur U
1955	0 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.04	1.8	0.314	3.18
1965	0.04 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			1.314	0.76
1975	0.06 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			1.814	0.55
1985	0.08 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			2.314	0.43
1995	0.13 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			3.564	0.28
2005	0.2 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			5.314	0.18
2015	0.25 <sup>a</sup>	0.25 <sup>b</sup>			6.564	0.15

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

- a. (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015)
- b. (M. Carron, CP, 8 mai 2015)

La solution envisagée afin de remédier à ce problème d'isolation serait une augmentation de celle-ci depuis l'extérieur plutôt que depuis l'intérieur. Effectivement, cette méthode d'isolation comporte plusieurs avantages : elle permet d'isoler toute la façade et ainsi garder le bâtiment au chaud l'hiver et au frais l'été. Cela permet de réduire la consommation de chauffage l'hiver et de la climatisation en été. Elle épargne également les problèmes de condensation d'humidité dans le matériau isolant et dans les murs ainsi que la perte de chaleur par les ponts thermiques. Ces ponts thermiques sont les parties extérieures de l'habitat qu'une isolation intérieure ne parvient pas à couvrir comme les extrémités des dalles prises dans la façade, les paliers de porte ou les embrasures des fenêtres (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015). De plus, une isolation intérieure réduit considérablement la surface des pièces.

À l'heure actuelle, les normes concernant l'isolation préconisent une épaisseur de 25 cm de laine de verre avec un coefficient lambda de 0.04 (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015). Les façades nécessiteraient une isolation en laine de verre supplémentaire de 20 cm. Ainsi un ajout d'une telle isolation permettrait d'obtenir une valeur U de 0.13 W/m<sup>2</sup>K.

**Tableau 17- Calcul valeur U des façades après amélioration**

Type matériaux	Épaisseur	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances (m <sup>2</sup> K/W)
Laine de verre	0.26 <sup>a</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.125
Béton	0.25	1.8	0.05
Lame d'air	0.08	0.18	
Novopan	0.036	0.15	
Moquette	0.007	0.09	

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

a. (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015)

<b>Résistance totale</b>	7.58	m <sup>2</sup> K/W
<b>Valeur U</b>	0.13	W/m <sup>2</sup> K

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

#### 4.1.2 Toit de la salle de gymnastique

Ce toit est composé d'une lambourde de 5 cm, d'un lambris de 1 cm et d'une isolation en laine de verre de 10 cm (M. Carron, CP, 8 mai 2015).

**Tableau 18- Calcul valeur U du toit de la salle de gymnastique**

Type de matériaux	Épaisseur (m)	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances (m <sup>2</sup> K/W)
Lambourde	0.05 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.125
Lambris	0.01 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.05
Isolation (Isover Luro)	0.1 <sup>a</sup>	0.04 <sup>b</sup>	

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

- a. Plans d'architecte fournis par le bureau d'architecture Michel Carron SA à Riddes
- b. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 30)

<b>Résistance totale</b>	3.10	m <sup>2</sup> K/W
<b>Valeur U</b>	0.32	W/m <sup>2</sup> K

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

À nouveau, le constat de la valeur U du toit est semblable à celui des murs. L'isolation n'est pas suffisante, cela se traduit par une valeur U deux fois plus élevée que les standards Minergie en vigueur (Minergie, 2015). Cependant, cette valeur reste moins élevée que celle concernant la façade. Selon M. Michel Bonvin, il est fréquent que l'isolation du toit soit plus conséquente étant donné que la chaleur a tendance à s'évacuer par le haut (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015).



## Lionel Briguet

Donc dans cette bâtisse, il est recommandé d'ajouter au moins 15 cm de laine de verre de façon à augmenter l'efficacité énergétique et ainsi rejoindre les standards actuels en matière d'isolation (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015). Dès lors, la valeur U serait de 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

**Tableau 19- Calcul de la valeur U du toit de la salle polyvalente après amélioration**

Type matériaux	Épaisseur	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances (m <sup>2</sup> K/W)
Lambourde	0.05	0.14	0.125
Lambris	0.01	0.14	0.05
Isolation (Isover Luro)	0.25 <sup>a</sup>	0.04	

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

a. (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015).

Résistance totale	6.85	m <sup>2</sup> K/W
Valeur U	0.15	W/m <sup>2</sup> K

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

### 4.1.3 Toit du hall d'entrée

Les composants de ce toit sont 3 cm de laine de verre ainsi que 8 cm de liège (M. Carron, architecte, communication personnelle, 13 mai 2015). La surface totale du toit s'élève à 490 m<sup>2</sup> (mesuré grâce à Google earth). Cependant pour les déperditions thermiques, une valeur de 328 m<sup>2</sup> a été définie étant donné que les avant-toits n'ont pas été pris en considération dans le calcul (mesuré sur place).

**Tableau 20- Calcul valeur U du toit du hall d'entrée**

Type de matériaux	Épaisseur	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances (m <sup>2</sup> K/W)
Isolation (Isover Luro)	0.03 <sup>a</sup>	0.04	0.125
Panneau de liège	0.08 <sup>a</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.05

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

a. (M. Carron, CP, 13 mai 2015)

b. (Tout le liège, 2015)

Résistance totale	2.93	m <sup>2</sup> K/W
Valeur U	0.34	W/m <sup>2</sup> K

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

La toiture du hall d'entrée ne comporte certes pas les mêmes matériaux que celle de la salle de gymnastique, mais sa valeur U est quasi similaire. L'analyse faite précédemment peut être appliquée dans ce cas. Dans le but de réduire les pertes de chaleur, un ajout d'isolation

de 17 cm est indispensable (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015). Ce faisant, la valeur U atteindra environ 0.14 W/m<sup>2</sup>K.

**Tableau 21- Calcul de la valeur U du toit du hall d'entrée après amélioration**

Type matériaux	Épaisseur	Valeur $\lambda$ (W/mK)	Résistances (m <sup>2</sup> K/W)
<b>Isolation (Isover Luro)</b>	0.20 <sup>a</sup>	0.04	0.125
<b>Panneau de liège</b>	0.08	0.04	0.05

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

a. (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015)

<b>Résistance totale</b>	7.175	m <sup>2</sup> K/W
<b>Valeur U</b>	0.14	W/m <sup>2</sup> K

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

#### 4.1.4 Fenêtres

Enfin, les fenêtres ont nécessité plusieurs calculs, car l'établissement est muni de trois types de fenêtres différents. Cela représente donc trois calculs de valeur  $U_w$ . En premier lieu, il y a les fenêtres de la salle de gymnastique, de la bibliothèque, de la ludothèque et les fenêtres du côté sud qui possèdent le même type de vitrage et de cadre. Selon les renseignements fournis par M. Michel Carron, la valeur  $U_g$  du vitrage est de 1.6 W/m<sup>2</sup>K et la valeur  $U_f$  du châssis métallique de 3 W/m<sup>2</sup>K (M. Carron, CP, 8 mai 2015). Cette dernière valeur a été donnée par M. Pierre-André Crausaz, représentant de Flachglas pour la Suisse romande (P.A. Crausaz, représentant de Flachglas pour la Suisse romande, communication personnelle, 7 mai 2015). En effet, les vitres ont été fabriquées par l'entreprise Flachglas (Schweiz) AG. Le double vitrage se compose de deux verres de 4 mm chacun et d'un intercalaire de 16 mm rempli de lame d'air (P.A. Crausaz, CP, 7 mai 2015). Contrairement aux murs et au toit, la valeur  $U_w$  de la fenêtre se calcule différemment étant donné qu'il faut prendre en considération le pourcentage de vitre et celui du cadre. Pour tous les calculs  $U_w$  de ce chapitre, la proportion d'un cadre d'une fenêtre normalisée a été choisie soit 25% (Glas Trösch GmbH, 2012, p. 224).

Tableau 22- Calcul valeur  $U_w$

Type de matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
<b>Double vitrage standard</b>	1.6 <sup>a</sup>	
<b>Cadre métallique</b>		3 <sup>b</sup>

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

- a. (M. Carron, CP, 8 mai 2015)
- b. (P.A. Crausaz, CP, 7 mai 2015)

<b>Valeur <math>U_w</math> fenêtre</b>	1.95 <sup>a</sup>	W/m <sup>2</sup> K
--	-------------------	--------------------

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

- a. (M. Bonvin, CP, 4 mai 2015)

La valeur  $U_w$  calculée ci-dessus est presque deux fois plus élevée que les normes Minergie (1 W/m<sup>2</sup>K) (Minergie, 2015). Le vitrage possède une valeur  $U_g$  quatre fois plus élevée que la valeur actuelle pour des verres isolants triples (coefficient  $U_g$  de 0.4 W/m<sup>2</sup>K) (Glas Trösch GmbH, 2012, p. 221). Ce vitrage est également moins isolant qu'un double vitrage performant actuel (valeur  $U_g$  1 W/m<sup>2</sup>K) (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2013). Il est intéressant de savoir qu'une réduction du coefficient  $U_g$  de 0.1 W/m<sup>2</sup>K permet une économie de 1.1 litre de mazout par m<sup>2</sup> et par période de chauffage (GINDRAUX FENÊTRES SA, 2015). Le remplacement des fenêtres actuelles par des triples vitrages de dernière génération (valeur  $U_g$  0.5) engendrerait une économie de 12.1 litres de mazout par m<sup>2</sup> (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2013).

Dès lors, la recommandation serait de suppléer les fenêtres actuelles par des triples vitrages isolants (D. Crettenand, vitrier, communication personnelle, 1<sup>er</sup> juin 2015). Pour ce faire, un devis a été proposé par l'entreprise Vitrierie miroiterie Dominique Crettenand à Ardon (voir annexe IX). Les fenêtres proposées possèdent un triple vitrage isolant d'une valeur  $U_g$  de 0.5 W/m<sup>2</sup>K muni d'un cadre en PVC d'une valeur  $U_f$  de 1 W/m<sup>2</sup>K. Ces dernières permettraient de diviser par trois la valeur  $U_w$  actuelle. Il faut également considérer la valeur « g » d'un vitrage. Celle-ci indique le pourcentage de soleil transféré directement à l'intérieur. Idéalement, ce pourcentage devrait être élevé en hiver de façon à agir comme un chauffage d'appoint et bas en été pour éviter une surchauffe des locaux (Fenêtres Ecoplus, 2015). Il faut donc privilégier une valeur « g » élevée (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015). La valeur « g » des verres isolants triples proposés par Dominique Crettenand se monte à 47% (D. Crettenand, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015).

Tableau 23- Calcul valeur  $U_w$  après amélioration

Type matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
Triple vitrage	0.5 <sup>a</sup>	
Cadre PVC		1 <sup>a</sup>

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

a. (D. Crettenand, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015)

Valeur $U_w$ fenêtre	0.625	W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-------	--------------------

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

Ensuite, les fenêtres de l'appartement au premier étage situé côté sud comportent une valeur  $U_g$  de 1.9 W/m<sup>2</sup>K et une valeur  $U_f$  du cadre en bois de 1.8 W/m<sup>2</sup>K (M. Carron, CP, 8 mai 2015) (Suisse énergie, 2009). Une fois encore, l'isolation n'est pas optimale. Elle est presque deux fois moins performante que la norme Minergie. Cependant, les vitres de l'appartement sont un peu mieux isolées que le reste du bâtiment, car elles possèdent un châssis en bois avec une valeur  $U_f$  plus faible. Les pertes de chaleur au travers des fenêtres de l'appartement sont donc moins importantes.

Tableau 24- Calcul valeur  $U_w$

Type de matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
Double vitrage standard	1.9 <sup>a</sup>	
Cadre bois		1.8 <sup>a</sup>

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

a. (M. Carron, CP, 8 mai 2015)

Valeur $U_w$ fenêtre	1.875	W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-------	--------------------

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

De la même manière que précédemment, la solution pour réduire considérablement les déperditions thermiques serait de substituer les fenêtres existantes par des fenêtres triples vitrages isolants avec cadre en PVC. Ces fenêtres proposées par l'entreprise de vitrerie à Ardon permettent de réduire par trois la valeur  $U_w$  pour les fenêtres de l'appartement (D. Crettenand, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015)

Tableau 25- Calcul valeur  $U_w$  après amélioration

Type de matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
Triple vitrage	0.5	
Cadre bois		1

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

Valeur $U_w$ fenêtre	0.625	W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-------	--------------------

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

Enfin, l'entrée du Complexe sportif possède des vitres d'une valeur  $U_g$  de 1.1 munies d'un cadre en aluminium à rupture thermique d'une valeur  $U_f$  de 1.9 W/m<sup>2</sup>K (Y. Bender, entrepreneur construction métallique, communication personnelle, 12 juin 2015). Ce sont des doubles vitrages et elles ont été posées par l'entreprise Yvon Bender construction métallique Sàrl en 2007 (P. Bertuchoz, CP, 18 mai 2015). La valeur  $U_w$  de la fenêtre se rapproche de la norme Minergie de 1 W/m<sup>2</sup>K, mais elle reste toutefois légèrement au-dessus.

Tableau 26- Calcul valeur  $U_w$ 

Type matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
Double vitrage	1.1 <sup>a</sup>	
Cadre métallique		1.9 <sup>a</sup>

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

a. (Y. Bender, CP, 12 juin 2015)

Valeur $U_w$ fenêtre	1.3	W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-----	--------------------

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

Malgré une bonne valeur U constatée avant les travaux de modification, si des vitres triples vitrages viennent à remplacer les doubles vitrages existants, la valeur  $U_w$  sera tout de même divisée par deux.

Tableau 27- Calcul valeur  $U_w$  après amélioration

Type matériaux	Valeur $U_g$	Valeur $U_f$
Triple vitrage	0.5	
Cadre métallique		1

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

Valeur $U_w$ fenêtre	0.625	W/m <sup>2</sup> K
----------------------	-------	--------------------

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

#### 4.1.4.1 Dérogation rafraîchissement pour la bibliothèque

Il est prévu durant l'année 2015 d'installer une climatisation dans cette salle (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). La bibliothèque est orientée à l'ouest. Par conséquent, les différentes visites ont permis de constater que dès le début de l'après-midi le soleil chauffe énormément ce local. Il est donc recommandé d'installer une protection solaire sous forme de store à l'extérieur dans le but de protéger au mieux de la chaleur et ainsi éviter une dépense d'énergie excessive de la part de la climatisation (S. Genoud, CP, 6 mai 2015). L'article 1.8 du modèle des prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) détermine les exigences et justifications concernant le confort thermique en été (voir annexe X) (Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie, 2014).

**Figure 23- Bibliothèque du Centre sportif de Combremont**



Source : Photo prise sur place par l'auteur.

## 4.2 Les déperditions thermiques

Après avoir répertorié toutes les valeurs U, les pertes de chaleur peuvent être chiffrées grâce au calcul suivant (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 25) :

$$Pertes = U * S * \Delta T$$

Le résultat obtenu sera en Watt et désignera la puissance que la chaudière devra déployer pour combler ces pertes de chaleur. Le « U » désigne la valeur U calculée, le « S » correspond à la surface en m<sup>2</sup> et le  $\Delta T$  à la différence de température entre l'intérieur (T<sub>1</sub>) et l'extérieur (T<sub>2</sub>) de la bâtisse.

Les différentes surfaces (S) ont été mesurées à l'aide des plans d'architecte du bâtiment. Les surfaces de béton et de fenêtres pour chaque façade ont ainsi pu être déterminées. Les

## Lionel Briguet

surfaces des toits ont été trouvées grâce à Google earth ainsi qu'aux mesures effectuées sur place (annexe XI).

Les températures mensuelles ont quant à elles été relevées grâce à la base de données climatique RETScreen (RETScreen International, 2015). Étant donné que les données climatiques de Riddes n'étaient pas répertoriées, celles de Sion ont été extraites. La colonne « différence de température ( $\Delta T$ ) » a été calculée en soustrayant la température moyenne à l'intérieur du bâtiment ( $T_1$ ) à la température moyenne extérieure ( $T_2$ ) (annexe XII).

Grâce à l'ensemble de ces données, les déperditions thermiques ont pu être estimées sur l'annexe XIII.

Le total des pertes thermiques liées à l'enveloppe s'élève à 172 kW par année. Cela signifie que le chauffage doit fournir une puissance de 172'000 W pour compenser les pertes totales (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 29). Pour les mois de juillet et août, il n'y a pas de pertes thermiques étant donné que le Centre sportif est fermé, le chauffage et l'ECS ne sont pas en fonction pendant cette période (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 12 juin 2015).

À présent, afin d'évaluer la consommation de chauffage perdue à travers l'enveloppe, les déperditions thermiques « W » doivent être converties en kilowattheure « kWh ». Pour ce faire, il faut estimer le nombre d'heures d'utilisation du chauffage par mois. Les consommations mensuelles effectives de chauffage relevées par le concierge ont alors été prises (P. Bertuchoz, CP, 9 avril 2015). Les relevés de deux mois ont été mis en annexes XV et XVI à titre d'exemple. Les consommations de janvier, février, mars et avril appartiennent à l'année 2015 étant donné qu'en 2014 le concierge n'avait pas encore commencé à relever les données de consommation pour ces mois-ci (P. Bertuchoz, CP, 12 juin 2015). En se basant sur les moyennes des températures mensuelles situées sur l'annexe XII, janvier est le mois le plus froid. Donc, l'hypothèse émise est que le chauffage est allumé 24 heures sur 24 pendant cette période. Dès lors, un ratio est effectué avec les consommations effectives de chaque mois en gardant la consommation du mois de janvier comme base de référence. Ce ratio s'applique ensuite aux heures totales de chaque mois en vue d'évaluer les heures mensuelles d'utilisation du chauffage.

**Tableau 28- Nombre d'heures d'utilisation du chauffage par mois**

Mois	Consommation effective (kWh) <sup>a</sup>	Part de chauffage	Heures totales mensuelles	Heures utilisation chauffage
Janvier	34'950 kWh	100%	744 h	744 h
Février	27'494 kWh	78.67%	672 h	528.7 h
Mars	19'436 kWh	55.61%	744 h	413.7 h
Avril	20'712 kWh	59%	720 h	426.7h
Mai	12'891 kWh	36.88%	744 h	274.4 h
Juin	7'355 kWh	21.04%	720 h	151.5 h
Juillet	-	-	-	-
Août	-	-	-	-
Septembre	9'267 kWh	26.52%	720 h	190.9 h
Octobre	12'363 kWh	35.37%	744 h	263.2 h
Novembre	18'765 kWh	53.69%	720 h	387 h
Décembre	25'200 kWh	72.10%	744 h	536 h

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

- a. Relevés du concierge (P. Bertuchoz, CP, 9 avril 2015)

Lorsque ces heures ont été déterminées, elles peuvent être appliquées aux différentes pertes thermiques en « W ». La consommation de chauffage en « kWh » perdue pourra alors être détectée. Ce passage en « kWh » permet d'évaluer le pourcentage de la consommation de chauffage perdue à travers le bâtiment par rapport aux factures.

**Tableau 29- Pertes thermiques et consommations mensuelles perdues de chauffage**

	Pertes thermiques (W) <sup>a</sup>	Consommation perdue (kWh)
Janvier	29'331.67 W	21'823 kWh
Février	26'704.96 W	14'117 kWh
Mars	19'700.38 W	8'151 kWh
Avril	14'592.87 W	6'227 kWh
Mai	7'588.29 W	2'082 kWh
Juin	1'945.72 W	295 kWh
Juillet	-	-
Août	-	-
Septembre	7004.58 W	1'337 kWh
Octobre	14'009.16 W	3'687 kWh
Novembre	23'056.74 W	8'913 kWh
Décembre	28'310.17 W	15'187 kWh
<b>Total</b>	<b>172'244.54 W</b>	<b>81'819 kWh</b>

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

- a. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, pp. 25, 26)



Dès lors, il a été remarqué que les pertes thermiques étaient assez élevées. En effet, la consommation effective de chauffage pour les mois de janvier à mi-avril 2014 s'est élevée à 108'901 kWh selon l'annexe XVII. D'après divers calculs, la consommation perdue lors de cette période s'élève à 47'205 kWh soit 43% du montant de la facture totale. Cela prouve que le bâtiment est très mal isolé c'est pourquoi un assainissement doit être opéré.

#### 4.3 Économies annuelles réalisées

Selon les propositions d'amélioration de l'enveloppe vues plus haut, l'économie possible se monte à 51'742 kWh. Effectivement, les travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique permettent de réduire considérablement les pertes thermiques. Les tableaux 30 et 31 présentent les résultats obtenus avant et après travaux. Les tableaux complets des déperditions thermiques se situent sur les annexes XIII et XIV.

**Tableau 30- Tableau récapitulatif des déperditions thermiques avant travaux**

	<b>Perte avant travaux (W)<sup>a</sup></b>	<b>Consommation perdue (kWh)</b>
<b>Janvier</b>	29'331.67 W	21'823 kWh
<b>Février</b>	26'704.96 W	14'117 kWh
<b>Mars</b>	19'700.38 W	8'151 kWh
<b>Avril</b>	14'592.87 W	6'227 kWh
<b>Mai</b>	7'588.29 W	2'082 kWh
<b>Juin</b>	1'945.72 W	295 kWh
<b>Juillet</b>	-	-
<b>Août</b>	-	-
<b>Septembre</b>	7'004.58 W	1'337 kWh
<b>Octobre</b>	14'009.16 W	3'687 kWh
<b>Novembre</b>	23'056.74 W	8'913 kWh
<b>Décembre</b>	28'310.17 W	15'187 kWh
<b>Total</b>	172'244.54 W	<b>81'819 kWh</b>

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

a. (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 25), détail sur l'annexe XIII

**Tableau 31- Tableau récapitulatif des déperditions thermiques après travaux**

	<b>Perte après travaux (W)<sup>a</sup></b>	<b>Consommation perdue (kWh)</b>
<b>Janvier</b>	10'782.25 W	8'022 kWh
<b>Février</b>	9'816.68 W	5'189 kWh
<b>Mars</b>	7'241.81 W	2'996 kWh
<b>Avril</b>	5'364.30 W	2'289 kWh
<b>Mai</b>	2'789.44 W	765 kWh
<b>Juin</b>	715.24 W	108 kWh
<b>Juillet</b>	-	-
<b>Août</b>	-	-
<b>Septembre</b>	2'574.87 W	492 kWh
<b>Octobre</b>	5'149.73 W	1'355 kWh
<b>Novembre</b>	8'475.60 W	3'276 kWh
<b>Décembre</b>	10'406.75 W	5'583 kWh
<b>Total</b>	63'316.67 W	<b>30'076 kWh</b>

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

a. Détail des déperditions après travaux sur l'annexe XIV

<b>Différence de perte (économie)</b>	<b>51'742 kWh</b>
---------------------------------------	-------------------

Le contrôle des économies pourra être réalisé grâce à des mesures faites après travaux. L'outil utilisé à cet effet est le protocole IPMVP. La méthode D du site entier sera utilisée pour l'enveloppe. En effet, elle mesure tous les effets d'une amélioration dans le bâtiment et permet de gérer l'utilisation totale de l'énergie. L'option est choisie en fonction de la disponibilité des données. S'il n'y a pas de compteur pour la période de référence, l'option D est privilégiée à la C. (Efficiency Valuation Organization (EVO), 2015).

#### 4.4 Montant des modifications

Pour améliorer l'isolation et ainsi éviter les déperditions thermiques, il faudrait ajouter une isolation par l'extérieur de 20 centimètres pour les murs, 15 à 17 cm pour les toitures et changer toutes les fenêtres munies de doubles vitrages par des triples vitrages.

Le coût total de cet investissement brut s'élèverait à 442'575 CHF soit 372'156 CHF pour l'isolation des murs et du toit et 70'419 CHF pour le changement des triples vitrages (D. Crettenand, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015). Le coût de la pose de l'isolation s'élève à 200 CHF/m<sup>2</sup> pour les murs et de 180 CHF/m<sup>2</sup> pour le toit (V. Bonvin, collaborateur chez Claude Bonvin & Fils SA, communication personnelle, 17 juin 2015). Notons également que l'État du Valais accorde une subvention en cas de rénovation à hauteur de 30 CHF par m<sup>2</sup> pour les murs le toit et les fenêtres via le Programme Bâtiments (Canton du Valais, 2012). Ce programme est mis en

## Lionel Briguet

place dans toute la Suisse. En effet, il accorde des subventions à tous propriétaires désirant améliorer l'efficacité énergétique de l'enveloppe thermique de son établissement existant, chauffé et construit avant l'an 2000 (OFEV, 2015). Il s'agit de remplacement de fenêtres ou de l'isolation thermique des murs, du toit et du plancher (Office fédéral de l'environnement [OFEV], 2015). Ainsi, depuis 2014, le Programme Bâtiments détient une somme globale de 320 à 360 millions (OFEV, 2015). Grâce à cette aide étatique, les dépenses nettes se montent à 370'192 CHF.

**Tableau 32- Surface en m<sup>2</sup>**

Béton	Vitres	Toit
537.6 m <sup>2</sup>	405 m <sup>2</sup>	1470.2 m <sup>2</sup>

Source : Élaboré par l'auteur sur la base des plans d'architecte.

**Tableau 33- Prix des travaux d'amélioration**

<b>Investissement brut</b>	442'575 CHF <sup>a</sup>
<b>Subventions</b>	72'383 CHF <sup>b</sup>
<b>Investissement net</b>	370'192 CHF

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

- a. (V. Bonvin, CP, 17 juin 2015) (D. Crettenand, CP, 1er juin 2015)
- b. (Canton du Valais, 2012)

### 4.5 Calculs économiques

En ce qui concerne ces travaux d'amélioration, le tableau 34 présente les différentes données nécessaires en vue d'effectuer ces calculs. Le prix de 0.24 CHF/kWh, calculé d'après l'annexe XVII, est le tarif de la chaleur fournie par le chauffage à distance à Riddes en prenant en compte également la taxe sur la puissance (C. Reuse, collaboratrice administrative, communication personnelle, 27 avril 2015).

**Tableau 34- Données nécessaires aux calculs financiers**

<b>Gain de consommation (après travaux d'amélioration)</b>	51'742 kWh <sup>a</sup>
<b>Prix kWh</b>	0.24 CHF/kWh <sup>b</sup>
<b>Taux</b>	1.75% <sup>c</sup>
<b>Durée de vie</b>	40 ans <sup>d</sup>
<b>Investissement net</b>	370'192 CHF

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

- a. Voir tableaux 30 et 31, différence consommation avant et après travaux
- b. (C. Reuse, CP, 27 avril 2015)
- c. (Homegate, 2015)
- d. (S. Genoud, CP, 12 juin 2015)

À l'aide des données du tableau 34, le flux de liquidité peut être calculé. Il s'élève à 12'418 CHF (51'742 kWh \* 0.24 CHF/kWh). Puis, ce cash-flow devra être actualisé de façon à définir la VAN et le TRI. Enfin, le rapport entre l'investissement net et le flux de liquidité renseignera sur la rentabilité de l'apport.

**Tableau 35- Calculs financiers**

<b>Cash-flow</b>	12'418 CHF
<b>VAN</b>	-14'849.21 CHF
<b>TRI</b>	1.52%
<b>ROI</b>	30 ans

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

Malgré un temps de retour inférieur à la durée de vie, cet investissement n'est pas rentable. Il ferait perdre près de 15'000 CHF. Cela est causé par un TRI inférieur au taux hypothécaire actuel variable de référence. Quant au ROI, il se ferait après 30 ans. Malgré ces indicateurs financiers, il est recommandé d'investir dans ces modifications, car le bâtiment possède une longue durée de vie. Ainsi, d'une fois que le retour sur investissement aura lieu, l'établissement continuera de bénéficier de plus faibles pertes thermiques ce qui aura comme conséquence directe, l'allègement de ses factures annuelles d'électricité.

## 5. Eau chaude sanitaire

Les diverses inspections au sein du Centre sportif ont démontré que la température de l'ECS était un peu basse. Effectivement, celle-ci se situe légèrement en dessous des 60 °C (P. Bertuchoz, CP, 12 juin 2015). Bien évidemment, la tendance serait de garder une température moindre afin de consommer moins d'énergie (une réduction d'un degré permet d'économiser environ 7% d'énergie) et d'éviter l'apparition de tartre (Finemedia, 2015). Cependant, il est indispensable d'élever la température au-dessus de 60 °C pour prévenir de la légionellose (Architecture et Climat Université catholique de Louvain, 2015). Selon l'Office fédéral de la santé publique [OFSP], il s'agit d'une grave infection des poumons causée par certaines bactéries du genre *Legionella*. Elles sont présentes dans quasi tous les milieux humides et se développent particulièrement bien dans les systèmes hydrauliques dans lesquels l'eau n'est pas régulièrement renouvelée et dont la température varie entre 25 °C et 45 °C (conduites d'eau sanitaire, robinets et pommeaux de douches...). L'infection se produit lors de l'inhalation des gouttelettes d'eau contaminées (Office fédéral de la santé publique [OFSP], 2013). Par conséquent, il faut veiller à ce que la température se situe entre 60 et 65 °C (Finemedia, 2015). Dès lors, la recommandation serait de laisser la température à 50 °C en été s'il y a assez d'ECS, et une fois par semaine, la remonter à 65 °C dans le but d'effectuer le cycle de la légionellose (S. Genoud, CP, 6 mai 2015). En effet, à 65 °C, la bactérie est détruite en deux minutes (Petit, 2009).

**Figure 24- Température ECS**



Source : Photo prise sur place par l'auteur.

## Lionel Briguet

À présent, il serait intéressant de calculer le gain en énergie possible lorsque la température de l'eau s'abaisse de 65 °C à 50 °C. La formule suivante a été utilisée en vue de procéder au calcul de cette économie. (Bureau d'ingénierie, bureau d'études techniques, 2015) :

$$E = \frac{1.163 \times \Delta T \times M}{\% \text{ pertes thermiques}}$$

1.163 kWh représentent l'énergie nécessaire pour élever 1 m<sup>3</sup> d'eau chaude de 1 °C. La différence de température entre l'eau du boiler et l'eau du réseau est exprimée par le  $\Delta T$ . Le « M » symbolise la masse de l'eau chaude sanitaire. Enfin, le dénominateur désigne les pertes thermiques dues au réseau de distribution et à travers les parois de la chaudière (Bureau d'ingénierie, bureau d'études techniques, 2015).

Donc, il suffit de remplacer ces termes pour évaluer les gains en énergie possibles. En premier lieu, le calcul se fera avec une eau chaude sanitaire à 50 °C et une eau du réseau à 9 °C (D. Meizoz, technicien communal, communication personnelle, 15 juin 2015). Puis, le processus sera identique, mais avec une eau chaude à 65 °C. Si l'eau chaude sanitaire se monte à 55 °C, les pertes thermiques seront de 10% (Bureau d'ingénierie, bureau d'études techniques, 2015). Donc, à une température de 50 °C, elles s'élèveront à 8.5%. En effet, ces pertes sont directement proportionnelles à la différence de température entre l'eau chaude et la pièce où le boiler se trouve (par exemple 50 degrés dans le boiler et 20 degrés dans la pièce) (M. Bonvin, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 27 juin 2015). Plus la différence de température est grande, plus les pertes thermiques seront importantes.

$$52.11 \text{ kWh} = \frac{1.163 \times (50 - 9) \times 1000}{0.915}$$

Ainsi, pour chauffer 1 m<sup>3</sup> d'eau chaude, il faut dépenser une énergie de 52.11 kWh de façon à élever la température de 9 °C à 50°C. La même opération est réalisée avec de l'eau chaude à 65° en tenant compte d'une augmentation de la perte énergétique. Celle-ci s'élèvera à 12.85% en tenant compte d'une différence de température de 45 °C entre l'ECS contenue dans le boiler (65°C) et la pièce dans laquelle se trouve ce dernier (20 °C).

$$74.8 \text{ kWh} = \frac{1.163 \times (65 - 9) \times 1000}{0.871}$$

Le résultat obtenu est de 74.8 kWh. La différence entre les deux résultats correspond à l'énergie économisée lorsque la température est abaissée à 50 °C soit 22.69 kWh. D'après une évaluation des besoins en ECS, en moyenne dans un gymnase, 30 litres d'eau chaude par utilisateur sont consommés (Bureau d'ingénierie, bureau d'études techniques, 2015). Suite

## **Lionel Briguet**

aux différentes visites, il a été constaté que pendant la journée, les écoliers ne prenaient pas la douche après leur cours de gymnastique. Par ailleurs, le soir, la plupart des adultes utilisent les sanitaires. En moyenne, 50 personnes fréquentent les lieux en soirée et il a été supposé que 80% des personnes se douchent (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 6 juillet 2015). Donc, 1200 litres d'eau chaude sanitaire sont utilisés quotidiennement et 7200 litres par semaine. Au total, en un mois, 28.8 m<sup>3</sup> d'eau chaude sanitaire sont utilisés et en 10 mois 288 m<sup>3</sup>.

Dès lors, l'économie d'énergie annuelle en passant de 65 °C à 50 °C peut alors être calculée en multipliant ce volume d'eau par 22.69 kWh. L'économie d'énergie possible s'élève à 6'534.7 kWh par an.

## 6. Moteurs de ventilation

La ventilation est présente dans la salle de gymnastique, le hall d'entrée et le foyer ainsi que dans les vestiaires et divers locaux. Chaque pièce contient un ventilateur de pulsion et d'évacuation d'air. Le tableau suivant indique les puissances en kilowatt de chaque moteur de ventilation. Les schémas de principe de chaque installation de ventilation sont présentés dans l'annexe XVIII à XX.

**Tableau 36- Puissance en kW des ventilateurs de pulsion et d'évacuation**

	Salle de gymnastique	Hall d'entrée et foyer	Vestiaires et locaux divers
Ventilateur de pulsion	1-3 kW <sup>a</sup>	0.22-0.25 kW <sup>a</sup>	0.18 -0.45 kW <sup>a</sup>
Ventilateur d'évacuation	1-2.2 kW <sup>a</sup>	0.06-0.16 kW <sup>a</sup>	0.18-0.45 kW <sup>a</sup>

Source : Tableau de l'auteur provenant d'informations récoltées dans le mode d'emploi de la ventilation (SCS SA).

### a. (Stäfa Control System [SCS SA])

Concernant le fonctionnement de la ventilation, il y a trois régimes différents. Lorsque les salles sont inoccupées, par exemple le soir, pendant les vacances scolaires et les jours fériés, le mode de surveillance de température est enclenché. Cela signifie que cette programmation empêche la température de descendre sous les 10 °C. Le deuxième mode est utilisé lorsque les salles sont occupées. Dans la salle de gymnastique, des installations détectent la présence de personnes ainsi la ventilation se met en route et évacue la chaleur. Ces détecteurs permettent également d'éviter que la température s'abaisse sous les 16 °C. Enfin, lors de théâtres ou d'assemblées, la programmation de la ventilation se fait manuellement afin d'obtenir une température constante de 20 °C (J.D. Pitteloud, entrepreneur installateur sanitaire, communication personnelle, 7 mai 2015).

Les moteurs installés datent de l'année de construction du bâtiment (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). Il serait judicieux d'envisager de les substituer par des moteurs plus performants et plus écologiques. Nous nous sommes alors renseignés auprès de deux professionnels. Tout d'abord, M. Dousse, travaillant au sein de l'entreprise Ateliers Ehrismann SA à Carouge, a confié que les moteurs de ventilation installés possèdent deux vitesses. C'est pourquoi il n'y a pas de normes spécifiques à respecter (M. Dousse, expert chez Ateliers Ehrismann SA, communication personnelle, 23 juin 2015). M. Supersaxo, technico-commercial au sein de Leroy-Somer, a donné les mêmes informations. De plus, il a mentionné que les lois seront mises en place dès 2017 pour ce type de moteur (J. Supersaxo, technico-commercial et responsable produits alternateurs, communication personnelle, 29 juin 2015).



## **Lionel Briguët**

Donc, il n'a pas pu dire s'il fallait ou non changer ces moteurs et a simplement conseillé de les laisser en place pour le moment.

## **7. Pompes de circulation**

Le rôle de la pompe de circulation est de faire véhiculer l'eau du chauffage, grâce à un moteur électrique muni d'une roue à aubes, à travers toute l'installation. Il peut s'agir d'eau chaude, d'un mélange d'eau et d'antigel ou d'ECS. Dans le premier cas, l'eau chaude se répand en circuit fermé dans les radiateurs, dans les serpentins de chauffage au sol et dans le chauffe-eau. S'il s'agit d'un mélange d'eau et d'antigel, celui-ci se propage en circuit fermé dans les panneaux solaires ou dans les sondes des pompes à chaleur et de géothermie. Enfin, l'ECS circule entre le chauffe-eau de la cave et les étages d'un immeuble afin que les gens puissent avoir de l'eau chaude directement chez eux (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015). Concernant le moteur électrique, sa force de poussée et les moments où il s'enclenche doivent être bien déterminés pour que l'installation fonctionne de la manière la plus efficace possible. En effet, la plupart des circulateurs installés sont trop puissants et réglés sur une trop haute position de marche. Cela a pour effet de faire tourner l'eau du chauffage trop rapidement, la chaleur n'a donc pas le temps de bien être diffusée du coup, l'eau revient à la chaudière à une température trop élevée. Dans ce cas, l'idéal est de régler manuellement les circulateurs sur le minimum. Par ailleurs, beaucoup de circulateurs fonctionnent inutilement une grande partie du temps. Effectivement, il faut contrôler, par exemple en été, que les pompes soient à l'arrêt. En effet, si elles tournent à plein régime à ce moment-là, cela représente une consommation excessive d'électricité ainsi qu'un mauvais rendement de la chaudière. À l'heure actuelle, il existe des circulateurs d'étiquette énergétique « A » permettant de réaliser d'importantes économies de courant. En effet, ils consomment moins quand il tourne grâce à leur moteur synchrone à aimant permanent et ils sont régulés par de l'électronique pour adapter leur force aux besoins de l'installation de chauffage (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015).

Les circulateurs de chauffage installés appartiennent à la marque Grundfos et possèdent trois vitesses. Il y en a cinq au total et ils sont de classe énergétique « D et F ». Gourmands en énergie, ils nécessiteraient d'être remplacés par des modèles de dernière génération bien plus efficaces et consommant moins d'électricité. En effet, les anciennes pompes consomment trop de courant d'une part parce qu'elles possèdent un moteur avec un mauvais rendement et d'autre part le réglage de la vitesse de rotation ne se fait pas automatiquement (SuisseEnergie, 2015). De ce fait, une campagne d'information sur les pompes de circulation a été lancée en septembre 2012 par SuisseEnergie et suissetec. Le but étant de renseigner les techniciens du bâtiment sur les nouvelles prescriptions en matière d'efficacité énergétique et d'encourager les propriétaires de maison à changer leurs anciennes pompes de circulation par des appareils plus efficaces, d'étiquette énergétique « A ». Il faut savoir que, selon la révision de l'ordonnance sur l'énergie, depuis 2013, les fabricants ne peuvent commercialiser seulement

## Lionel Briguet

des pompes de circulation munies du label énergétique « A » et présentant un indice d'efficacité énergétique (IEE) maximum de 0.27. De plus, dès août 2015, l'IEE sera abaissé à 0.23 (OFEN, 2012). Aujourd'hui, quiconque construit ou assainit une habitation devra installer le modèle le plus efficient c'est-à-dire avec l'IEE le plus bas possible. L'économie réalisable avec ce nouveau type de pompe s'élève à 75% des coûts d'électricité par rapport à une ancienne pompe. En effet, le potentiel d'économie demeure énorme. Le remplacement de toutes les pompes de circulation peu efficaces par des modèles de dernière génération à basse consommation permettrait d'économiser jusqu'à 1151 GWh d'électricité (SuisseEnergie, 2015).

Dans un premier temps, la solution la plus efficace préconisée pour le Centre sportif est de les régler sur le minimum (S. Genoud, docteur et professeur, communication personnelle, 24 juin 2015). D'après le concierge, dernièrement, le chauffagiste a installé une pompe intelligente qui régule toutes les autres pompes. Cette pompe principale agit comme un régulateur de façon à ce que les autres pompes ne tournent pas à une vitesse excessive (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 11 juin 2015). Néanmoins, il faudrait s'assurer qu'en été elles ne tournent pas dans le vide pour éviter un gaspillage d'électricité. Du reste, il y a la possibilité aussi de substituer ces anciennes pompes par des nouvelles de dernière génération. Pour ce faire et grâce aux précieuses informations récoltées auprès d'un commercial de Grundfos Pumpen AG à Lausanne, il a été recommandé de suppléer les pompes actuelles par des Magna3 et Alpha 2 (Grundfos, 2015). Le tableau 37 montre les changements à opérer ainsi que les prix pour chaque nouvelle pompe d'après la liste des prix mise en annexe XXI. Selon les renseignements reçus du commercial, ces pompes, au vu de leur faible IEE, peuvent consommer jusqu'à 50% en moins d'électricité ce qui a pour effet de réduire également les émissions de CO<sub>2</sub> (Commercial chez Grundfos, communication personnelle, 11 juin 2015).

**Tableau 37- Remplacement des pompes de circulation**

Ancienne pompe	Nouvelle pompe	Prix
UPS 80-120F <sup>a</sup>	Magna3 80-120F <sup>b</sup>	5'449.00 CHF <sup>c</sup>
UPS 50-30F <sup>a</sup>	Magna3 50-40F <sup>b</sup>	2'399.00 CHF <sup>c</sup>
UPS 40-60/4F <sup>a</sup>	Magna3 40-80F <sup>b</sup>	2'199.00 CHF <sup>c</sup>
UNS 50-60 F06 <sup>a</sup>	Magna3 50-60F <sup>b</sup>	2'929.00 CHF <sup>c</sup>
UPS 15-45 x20 <sup>a</sup>	Alpha 2 25-60 <sup>b</sup>	519.00 CHF <sup>c</sup>
Coût total		13'495.00 CHF

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

- a. Informations récoltées sur place, dans le local de chauffage
- b. (Grundfos, 2015)
- c. (Grundfos, 2013)

Malgré les avantages de ces pompes, les coûts de remplacement sont assez conséquents c'est pourquoi il faut privilégier le réglage plutôt que la substitution de ces circulateurs. Dans tous les cas, lorsque ces circulateurs arriveront en fin de vie, à ce moment-là il faudra privilégier des pompes plus économiques avec un IEE inférieur à 0.23.

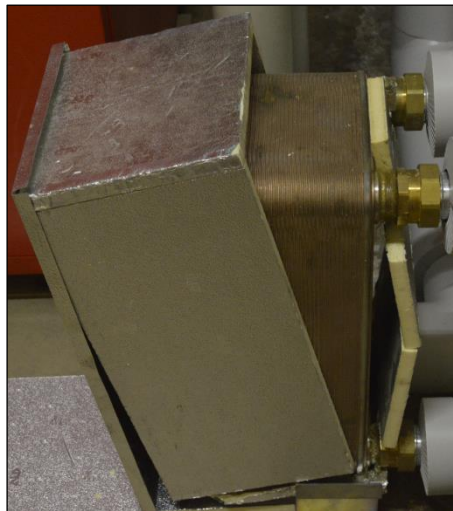
À ce propos, l'usine Biral de Münsingen dans le canton de Berne a développé des pompes de circulation à haute efficacité, écologique et à moindre consommation. En effet, ils consomment 70% d'électricité de moins que les anciens circulateurs de classe D et respectent le label énergie « A ». Ils possèdent également la dernière technologie à aimant permanent (Biral, 2015, p. 3). Cependant, ils représentent un investissement plus coûteux que les pompes classiques, mais étant donné leur efficacité et leur faible consommation, ils sont très vite amortis (Biral, 2015, p. 5). Ces pompes pourraient être une alternative aux pompes actuelles.

Le local de la ventilation possède deux circulateurs Grundfos, type UPS 25-20 et UM 20-20. Ils permettent d'amener la chaleur dans la ventilation. Les pompes installées sont plutôt anciennes et afin d'augmenter l'efficacité énergétique du bâtiment, comme pour les pompes de circulation du chauffage, il faudrait, dans un premier temps, les régler sur le minimum et dans un second temps, ils nécessiteraient d'être remplacés par des circulateurs de nouvelle génération de classe énergétique « A ».

## 8. Chauffage du Centre sportif

Tout d'abord, le bâtiment est chauffé grâce à un chauffage à distance transportant l'énergie depuis le producteur de chaleur jusqu'à l'échangeur de chaleur présent dans le local du chauffage (P. Bertuchoz, CP, 9 avril 2015). Le principe de fonctionnement du CAD sera vu plus en détail au point 9.1. Les différentes visites ont permis d'observer que l'échangeur de chaleur n'était pas bien isolé. Par conséquent, cela provoque une perte de chaleur. La solution envisagée serait de mieux fixer les plaques d'aluminium dans le but de ne pas laisser échapper la chaleur.

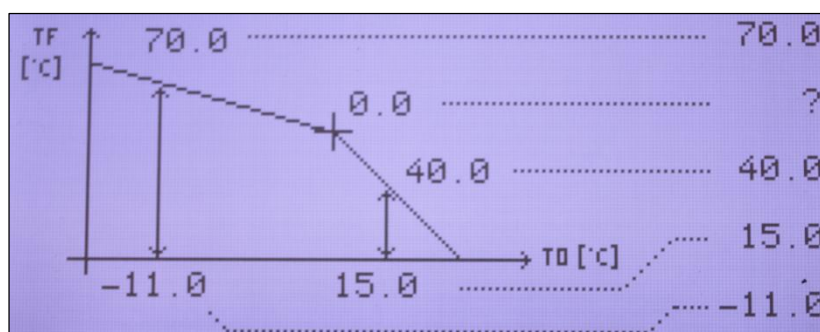
**Figure 25- Échangeur de chaleur**



Source : Photo prise par l'auteur dans le local du chauffage.

Concernant la température de la chaudière, elle est réglée grâce à une sonde extérieure. La courbe de chauffe sert à indiquer à l'installation à quelle température il faut préparer l'eau de chauffage (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015). Lorsque la température extérieure est inférieure à  $-11\text{ °C}$ , la température de consigne de départ du chauffage s'élève à  $70\text{ °C}$  et lorsqu'il fait plus de  $15\text{ °C}$  dehors, la température de consigne est de  $40\text{ °C}$  (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 26 juin 2015).

**Figure 26- Réglage courbe de chauffe**



Source : Photo du boîtier Siemens prise sur place par l'auteur.

## Lionel Briguet

Quand la température extérieure varie entre -11 °C et 15 °C, la température de consigne reste linéaire à 57.3 °C (S. Genoud, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 26 juin 2015).

**Figure 27- Température linéaire de consigne de départ du chauffage**



Source : Photo du boîtier Siemens prise sur place par l'auteur.

Selon les informations reçues par le concierge, le cycle du chauffage est le suivant : à partir de fin juin jusqu'à fin août, lorsque l'établissement est fermé, le chauffage et l'ECS sont éteints. À Noël et à Pâques, malgré la fermeture du Complexe, le chauffage et l'ECS sont maintenus étant donné qu'il s'agit d'une période froide (P. Bertuchoz, CP, 12 juin 2015).

## **9. Potentiel d'utilisation de l'énergie solaire**

### **9.1 Le chauffage à distance**

Au sein de la commune de Riddes, une installation de chauffage a été mise en service en novembre 2013, le chauffage à distance. Ce CAD permet de chauffer la Maison de Commune, les deux bâtiments de la Bourgeoisie, la crèche communale, le Centre scolaire, le Centre sportif de Combremont et le dépôt des travaux publics soit une longueur de réseau de 675 mètres. La production annuelle d'énergie utile est de 800 MWh, dont 640 MWh (80%) par le bois et 160 MWh (20%) grâce au mazout. Vu l'importance du recours au bois, ce type de chauffage est considéré comme renouvelable. Cependant, une chaudière à mazout d'appoint (apport de 16'000 litres) est nécessaire en vue de compléter cette production. L'économie de mazout grâce à ce type de chauffage est de 60'000 litres par année (Commune de Riddes, 2015) et (informations récoltées sur place sur des affiches).

La chaudière à bois développe une puissance de 450 kW et consomme 1'100 m<sup>3</sup> de copeaux humides chaque année. Elle fonctionne du mois d'octobre à avril. (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015).

**Figure 28- Chaudière à bois, CAD de Riddes**



Source : Photo prise par l'auteur dans le local du CAD.

La chaudière à mazout fonctionne durant la période estivale plus précisément d'avril à octobre. Cependant, pendant la période hivernale, s'il y a une panne de la chaudière à bois, celle-ci prend le relais (P. Bertuchoz, CP, 6 mai 2015).

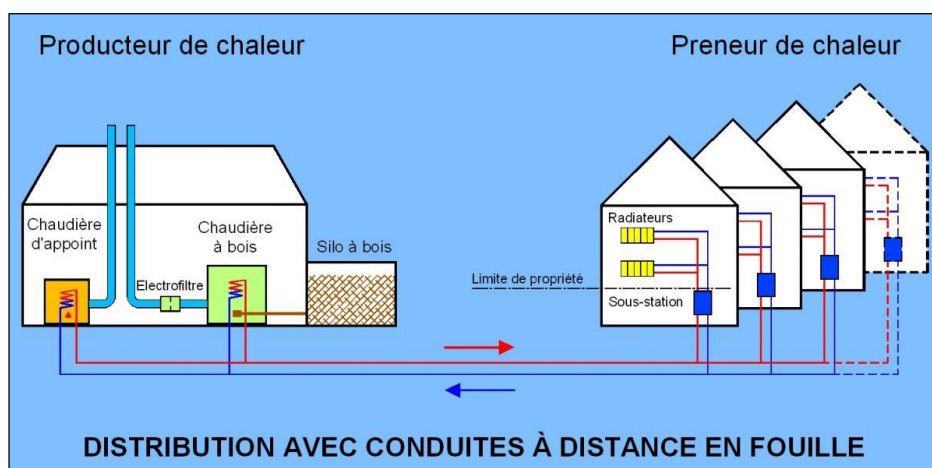
Figure 29- Chaudière à mazout, CAD de Riddes



Source : Photo prise par l'auteur dans le local du CAD.

Le CAD permet de chauffer plusieurs bâtiments grâce à un réseau de « chaleur à distance ». La chaleur est produite dans un immense chauffage central (producteur de chaleur). Cette centrale de chauffe à bois distribue de l'eau portée à une température de 100 °C. Puis, celle-ci est transportée jusqu'aux maisons dans des conduites enterrées. Arrivée aux habitations, l'eau traverse un échangeur de chaleur et libère la chaleur permettant de chauffer la demeure. Suite à ce passage, l'eau refroidie retourne vers le producteur de chaleur pour entamer un nouveau cycle (Gruyère-Energie SA (GESA), 2014). De ce fait, les bâtiments seront alimentés en chauffage et en ECS, cela permet donc de limiter les installations productrices de chaleur comme les cheminées, chaudières et citernes (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement , 2015).

Figure 30- Chauffage à distance



Source : (Groupe e, 2015).

Concernant ce travail, une évaluation du potentiel de remplacement de ce chauffage d'appoint au mazout par une installation solaire thermique sera menée. En effet, l'installation

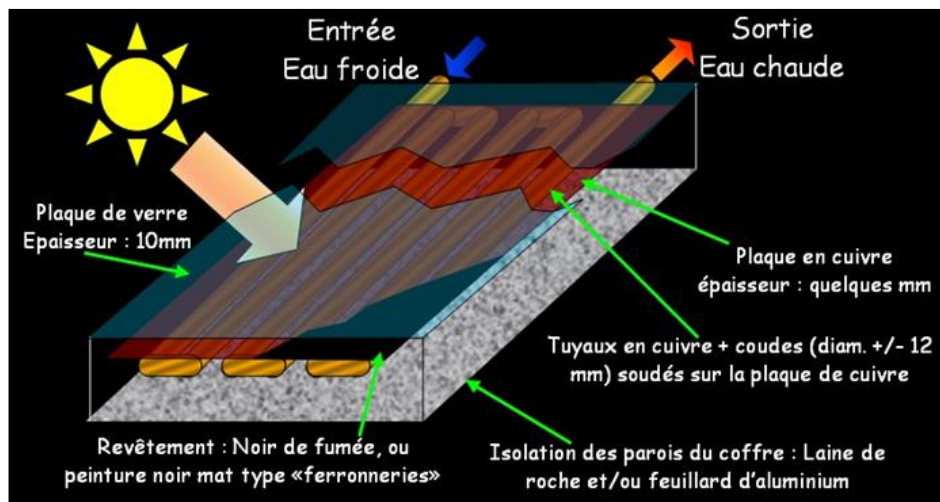


de ces panneaux solaires permettrait de réduire l'apport en mazout et rendrait le Centre sportif plus autonome dans sa production de chauffage pour l'ECS principalement l'été lorsque le rayonnement solaire est optimal. De plus, une étude sur le potentiel d'installation de panneaux solaires photovoltaïques sera également réalisée dans ce chapitre.

## 9.2 Potentiel énergie solaire thermique

L'énergie solaire thermique comme son nom l'indique provient du soleil. Les rayons du soleil sont absorbés par des capteurs thermiques qui ensuite transfèrent leur énergie à des absorbeurs métalliques. Ces derniers vont ainsi chauffer un réseau de tuyaux de cuivre (Observ'ER, 2007). Dans ce tuyau, un fluide caloporteur solaire circule à l'aide d'une pompe de circulation. Il permet de transporter la chaleur directement vers un accumulateur solaire (boiler) où il réchauffe l'eau que celui-ci contient et se refroidit avant de retourner vers les capteurs (ClimaMaison, 2015). Selon les informations reçues de M. Michel Bonvin, le rendement de conversion de ces panneaux solaires thermiques se situe autour de 40 à 50 %. L'inclinaison optimale pour ces panneaux est de l'ordre de 60° et bien évidemment il faut une orientation au sud (M. Bonvin, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 18 juin 2015). En Suisse, la production moyenne annuelle d'énergie d'un mètre carré de panneau solaire thermique est de 550 à 700 kWh pour l'ECS et de 350 à 500 kWh pour le chauffage (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 24).

**Figure 31- Le panneau solaire thermique**



Source : (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 24).

En moyenne, grâce aux relevés de consommation présents en annexe XXII, 1483 kWh d'eau chaude sanitaire sont consommés par semaine. Cette moyenne a été calculée sur un mois du 19 mai 2014 au 20 juin 2014. Ainsi, vu qu'il s'agit d'un mois chaud et que le chauffage n'est donc plus en fonction, c'est un mois représentatif pour la consommation d'ECS. Mis à part pour les douches, l'ECS n'est quasi pas utilisée si ce n'est quelques bidons pour le

## Lionel Briguet

nettoyage, mais selon le concierge, cela reste subjectif. Vu que le centre sportif ferme complètement en été, cette moyenne a été reportée sur 44 semaines soit une consommation de 65'252 kWh pour l'ECS par an (P. Bertuchoz, concierge, communication personnelle, 15 juin 2015).

À présent, l'évaluation du potentiel de mise en place de panneaux solaires thermiques sur le toit du Centre va être faite. En effet, une des mesures de la Stratégie énergétique 2050 pour les bâtiments construits avant 1990 est de produire de l'ECS grâce à des énergies renouvelables (OFEN, 2012, p. 19). Concernant la surface de toiture exploitable, des calculs réalisés par le Groupe SEIC-TELEDIS démontrent une surface exploitable de 850 m<sup>2</sup> (Antonin, Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes, 2012, pp. 5, 6). Maintenant, il faut déterminer le nombre de panneaux solaires thermiques à installer. Pour cela, il suffit de prendre la consommation d'eau chaude sanitaire déterminée plus haut soit 65'252 kWh par an. Grâce aux explications formulées par M. Michel Bonvin, étant donné que le concierge souhaite une température de l'ECS à 60 °C minimum, dans ce cas, il faut diviser la consommation annuelle par la production moyenne annuelle d'énergie d'un mètre carré de panneau solaire thermique pour chauffer de l'eau chaude à 60 °C soit 450 kWh (M. Bonvin, docteur et professeur HES-SO, communication personnelle, 29 juin 2015). Le résultat obtenu est de 145 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques.

À propos du financement de cette installation, un programme de promotion des installations solaires thermiques a été mis en place par le Canton du Valais. L'État accorde une aide financière sous forme de contribution à fonds perdu à toute personne désirant poser des panneaux solaires thermiques pour la production d'ECS et de chauffage (Département de l'économie, de l'énergie et du territoire, 2012, p. 1). Pour le cas du Centre sportif, pour bénéficier d'un éventuel subside, une analyse devra être faite ultérieurement par des professionnels afin de déterminer la possibilité d'octroi d'une subvention cantonale (Département de l'économie, de l'énergie et du territoire, 2012, p. 3).

Pour conclure, d'un point de vue énergétique, il est préférable de consommer de l'ECS produite par des panneaux solaires thermiques plutôt que par du mazout. Cependant, au niveau de l'efficacité, ces panneaux thermiques obtiennent un plus grand rendement en été qu'en hiver étant donné un ensoleillement plus important. C'est à ce moment-là de l'année qu'ils produisent le plus. Mais, il apparaît qu'en été, il n'y a personne au sein du Complexe. Ces panneaux produiraient donc pendant deux mois dans le vide et perdraient de leur efficacité. Néanmoins, pour contrecarrer ce problème, la solution serait de réinjecter le surplus de chaleur dans le réseau de chaleur à distance pour participer au chauffage des autres bâtiments communaux le but étant de moins solliciter la chaudière à mazout du CAD l'été

(C. Crettenand, conseiller en énergie chez Groupe SEIC-TELEDIS, communication personnelle, 2 juin 2015).

### 9.3 Potentiel énergie solaire photovoltaïque

Après avoir évalué la production d'eau chaude sanitaire à partir de panneaux solaires thermiques, l'intérêt sera porté sur une production d'électricité à partir de panneaux solaires photovoltaïques (PV). Pour cela, la production d'un mètre carré de PV a été calculée grâce au rayonnement en Wh/m<sup>2</sup> pris sur le site « www.agrometeo.ch » et à l'aide du support électronique de M. Michel Bonvin (Agroscope, 2014) (Bonvin, Vuilleumier, & Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, pp. 23, 24).

Le rayonnement solaire de la ville la plus proche soit Leytron a été choisi étant donné que Riddes ne possède pas de station météo.

**Tableau 38- Rayonnement solaire mensuel de Leytron en Wh/m<sup>2</sup>**

	Wh/m <sup>2</sup> <sup>a</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	Rendement PV: 15% <sup>b</sup>
Janvier	38'509	38.509	5.77635
Février	54'539	54.539	8.18085
Mars	126'710	126.71	19.0065
Avril	151'113	151.113	22.66695
Mai	178'744	178.744	26.8116
Juin	195'490	195.49	29.3235
Juillet	151'202	151.202	22.6803
Août	161'323	161.323	24.19845
Septembre	130'235	130.235	19.53525
Octobre	86'207	86.207	12.93105
Novembre	43'212	43.212	6.4818
Décembre	30'409	30.409	4.56135
<b>Production annuelle</b>			<b>202 kWh/m<sup>2</sup>/an</b>

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

- a. (Agroscope, 2014)
- b. (M. Bonvin, CP, 18 juin 2015)

La production d'un mètre carré de PV installé s'élève à 202 kWh par mètre carré et par année. Le rendement de conversion de ces panneaux se situe entre 10 et 15% et son inclinaison devrait être idéalement de 30° (M. Bonvin, CP, 18 juin 2015). Ces PV peuvent être installés sur le toit de la salle de gymnastique orienté du côté sud et possédant une surface exploitable de 450 m<sup>2</sup> (1) ou sur le toit plat du hall d'entrée (2). Sa surface exploitable s'élève à 400 m<sup>2</sup> (Antonin, Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes, 2012, p. 6).

**Figure 32- Surfaces exploitables**



Source : (Antonin, Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes, 2012, p. 6).

Avant de passer à l'analyse économique, il faut savoir que grâce à l'installation de ces panneaux solaires photovoltaïques, la commune pourra bénéficier d'une subvention, la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC). En effet, cette aide subventionne la production d'électricité photovoltaïque ainsi que sous d'autres formes d'énergies renouvelables. Elle est accordée qu'à partir d'une puissance d'installation de 10 kWc. En dessous de cette valeur, seule la rétribution unique est octroyée pour autant que la puissance excède 2 kWc. Une installation de puissance comprise entre 10 et 29.9 kWc peut être financée soit avec la RU ou la RPC. Les installations, dont la puissance dépasse 30 kWc, ont droit seulement à la RPC (Swissgrid, 2015). Les installations, qui pourraient être installées, possèdent une puissance plus élevée que 30 kWc c'est pourquoi elles peuvent bénéficier seulement de la RPC (Zufferey, Solaire photovoltaïque, 2015). Le tableau 39 résume les possibilités de subvention en fonction des puissances installées.

**Tableau 39- Rétribution d'énergies renouvelables**

Date d'annonce	Puissance réalisée de l'installation			
	0 - 1.9 kWp	2 - 9.9 kWp	10 - 29.9 kWp	30 kWp et plus
<b>à partir du 01.04.2014</b>	x	RU	DO	RPC

Source : Tableau de l'auteur provenant de Swissgrid (Swissgrid, 2015).

D'après les informations fournies par M. Jérôme Antonin, collaborateur chez Groupe SEIC-TELEDIS, un projet d'installation de PV a été annoncé, le 5 mars 2013, auprès de Swissgrid pour le Centre sportif. L'installation pourra alors bénéficier de la RPC dans deux ans environ. D'ici là, le Groupe SEIC-TELEDIS offre la possibilité de racheter le courant excédentaire à un prix de 8.1 cts/kWh (J. Antonin, collaborateur chez Groupe SEIC-TELEDIS, communication personnelle, 6 juillet 2015).

## Lionel Briguet

Contrairement à la RPC, la rétribution unique n'est accordée qu'aux petites installations solaires photovoltaïques (inférieure à 30 kW). Elle comporte une contribution de base, versée à chaque installation et une contribution liée à la puissance de l'installation (OFEN, 2014, pp. 1,2). Le tableau 40 démontre les montants accordés selon le type d'installation qu'elle soit ajoutée, isolée ou intégrée (Swissgrid, 2015).

**Tableau 40- La rétribution unique (RU)**  
**Installations ajoutées et isolées    nstallations intégrées**

Mise en service	Contribution de base (CHF)	Contribution liée à la puissance (CHF/kWp)	Contribution de base (CHF)	Contribution liée à la puissance (CHF/kWp)
<b>Du 1.10.2015</b>	1400	500	1800	610
<b>Du 1.04.2015 au 30.09.2015</b>	1400	680	1800	830
<b>Du 2014</b>	1400	850	1800	1050

Source : Tableau de l'auteur provenant de Swissgrid (Swissgrid, 2015).

À présent, les indicateurs économiques vont être présentés en vue d'observer si l'investissement est gratifiant ou non.

9.3.1 Toit salle de gymnastique

**Tableau 41- Données économiques pour l'installation de PV sur le toit de la salle de gymnastique**

<b>Surface exploitable</b>	450 m <sup>2</sup> <sup>a</sup>
<b>Production annuelle totale</b>	90'900 kWh/an <sup>b</sup>
<b>Consommation moyenne annuelle</b>	43'264 kWh/an <sup>c</sup>
<b>Surplus de production</b>	47'636 kWh/an
<b>Coût brut</b>	302'400 CHF <sup>d</sup>
<b>RPC sur 20 ans</b>	143'739 CHF <sup>e</sup>
<b>Coût net</b>	158'661 CHF
<b>Durée de vie de l'installation</b>	25 ans <sup>f</sup>
<b>Prix</b>	0.2263 CHF/kWh <sup>g</sup>
<b>Taux</b>	1.75% <sup>h</sup>
<b>Cash-flow</b>	20'571 CHF
<b>VAN</b>	141'934 CHF <sup>i</sup>
<b>TRI</b>	6% <sup>i</sup>
<b>ROI</b>	17 ans <sup>i</sup>

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

- a. (Antonin, Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes, 2012, p. 6)
- b. (Agroscope, 2014)
- c. Moyenne faite à partir des factures de consommation d'électricité reçues par Mme Clélia Reuse et par M. Christophe Crettenand située sur l'annexe I.
- d. (Zufferey, Solaire photovoltaïque, 2015)
- e. (Swissgrid, 2015) et (OFEN, 2015)
- f. (S. Genoud, CP, 12 juin 2015)
- g. (C. Crettenand, CP, 1<sup>er</sup> juillet 2015)
- h. (Homegate, 2015)
- i. (Leimgruber & Prochinig, 2009)

## Lionel Briguet

Le prix d'un mètre carré de panneau solaire installé, situé sur l'annexe XXIII, a été relevé sur le site Objective A à savoir 672 CHF. Ce prix comprend les panneaux solaires, les onduleurs et le raccordement électrique (Zufferey, Solaire photovoltaïque, 2015). Cette installation serait rentable puisque le gain après 25 ans se monterait à 141'934 CHF avec un flux de liquidité la première année de 20'571 CHF ( $90900 \text{ kWh} * 0.2263 \text{ CHF/kWh}$ ) selon l'annexe XXIV. Bien entendu, le cash-flow diminuerait année après année étant donné la baisse de production de 0.8% des PV (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2015). Le choix s'est porté ici sur la variante la plus pessimiste. Sur ces cinq dernières années, la consommation moyenne annuelle d'électricité s'est élevée à 43'264 kWh (voir annexe I). Grâce à ces PV, il y aurait donc un surplus de production qui pourrait être injecté sur le réseau au prix RPC de 18.9 [Rp/kWh] étant donné une puissance nominale de 69.23 kW (voir sur l'annexe XXV) (Swissgrid, 2015) (Zufferey, Solaire photovoltaïque, 2015). Cependant, pendant la phase d'attente de la RPC soit deux ans environ, le Groupe SEIC-TELEDIS offrirait la possibilité de racheter le courant à 8,1 cts/kWh. Le montant total de la RPC sur 20 ans se monterait à 143'739 CHF (voir le détail des calculs sur l'annexe XXIV). Enfin, la rémunération du capital investi commencerait dès la 17<sup>e</sup> année et le taux de rendement s'élèverait à 6%.

9.3.2 Toit hall d'entrée

**Tableau 42- Données économiques pour l'installation de PV sur le toit plat du hall d'entrée**

<b>Surface exploitable</b>	400 m <sup>2a</sup>
<b>Production annuelle totale</b>	80'800 kWh/an
<b>Consommation moyenne annuelle</b>	43'264 kWh/an
<b>Surplus de production</b>	37'536 kWh/an
<b>Coût brut</b>	268'800 CHF
<b>RPC sur 20 ans</b>	111'189 CHF
<b>Coût net</b>	157'611 CHF
<b>Durée de vie de l'installation</b>	25 ans
<b>Prix</b>	0.2263 CHF/kWh
<b>Taux</b>	1.75% <sup>h</sup>
<b>Cash-flow</b>	18'285 CHF
<b>VAN</b>	126'156 CHF
<b>TRI</b>	6%
<b>ROI</b>	17 ans

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

- a. (Antonin, Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes, 2012, p. 6)

Pour cette installation, le coût brut se monterait à 268'800 CHF. En effet, la commune de Riddes devra supporter ces frais au départ. Mais, par la suite, étant donné que Swissgrid rachèterait le surplus de production à 19 [Rp/kWh], grâce à une puissance nominale de l'installation de 61.54 kW, et le Groupe SEIC-TELEDIS à 8.1 cts/kWh, l'investissement net reviendrait à 157'611 CHF (voir sur l'annexe XXVI) (Swissgrid, 2015) (Zufferey, Solaire photovoltaïque, 2015).

Ces différents calculs économiques ont permis de constater que cet investissement serait très avantageux. En effet, le gain réalisable la première année se monterait à 18'285 CHF et le bénéfice après 25 ans s'élèverait à 126'156 CHF (voir le détail du calcul sur l'annexe XXVII). Le capital investi générerait un taux de rendement de 6% et le ROI se ferait dès la 17<sup>e</sup> année.



## Conclusion

Ce travail présente quelques recommandations d'amélioration à mettre en œuvre dans le but de réduire la consommation en énergie du Centre sportif. L'enveloppe, par exemple, devra recourir à un assainissement. En effet, les valeurs U calculées sont beaucoup plus élevées que les standards actuels en la matière. Dès lors, des frais de modification ont été déterminés et une analyse économique a été effectuée afin de juger de la rentabilité de ce projet. Il en est ressorti une valeur actuelle nette négative à hauteur de 14'849.21 CHF. Néanmoins, ce bâtiment possède une longue durée de vie ainsi nous recommandons tout de même d'effectuer ces travaux. Ils permettront de réduire à terme les pertes thermiques. L'installation de panneaux solaires photovoltaïques serait une idée très intéressante. En effet, la production d'électricité avec des PV rendrait le bâtiment autonome et lui permettrait de dégager un bénéfice considérable sur la durée de vie des panneaux. Installés sur le toit de la salle de gymnastique, le gain se monterait à 141'934 CHF ou à 126'156 CHF s'ils sont situés sur le toit du hall d'entrée. En revanche, les panneaux solaires thermiques ne seraient pas une solution à envisager étant donné qu'en été ils ne seraient pas utilisés vu que le Complexe sportif ferme ses portes.

Ce dossier permet également de constater que certains travaux d'amélioration sont difficilement applicables ou peu rentables. C'est le cas des luminaires. L'analyse financière a révélé que cette modification n'était pas rentable d'un point de vue économique, mais bénéfique d'un point de vue énergétique. De plus, cette étude a confirmé que certaines installations ne nécessitaient pas forcément d'amélioration ou de recommandations particulières. Pour les moteurs de la ventilation, malgré leur vétusté, les différentes interviews avec les experts ont permis de se rendre à l'évidence qu'un remplacement d'une telle installation n'était pas à l'ordre du jour. Les pompes de circulation ne requièrent également aucun changement. Le simple fait de les régler sur le minimum suffit à économiser de l'énergie. La substitution de ces dernières provoquerait des frais trop élevés par rapport aux économies réalisables.

En sa qualité de pré-étude, ce travail s'est basé la plupart du temps sur des hypothèses. En effet, les appareils de mesure de la consommation électrique n'étaient pas à notre disposition pour ce projet. C'est pourquoi la prochaine étape suscite l'utilisation de ces derniers en vue de vérifier la véracité des hypothèses émises. Dès lors, des travaux d'amélioration pourront être entrepris et le protocole IPMVP appliqué de façon à suivre l'évolution de la consommation et observer les économies d'énergie réalisées.

## Limites du travail

Ce travail de Bachelor consiste en une pré-étude. C'est pourquoi, pour la partie de l'éclairage, les temps de fonctionnement reposent sur des hypothèses et des estimations faites avec l'aide du concierge et du personnel sur place. En effet, les appareils de mesure du temps de fonctionnement n'étaient pas mis à disposition pour ce travail. Par conséquent, la deuxième étape consistera à vérifier la véracité de ces hypothèses grâce à différentes mesures électriques au moyen d'appareils appropriés.

Concernant cette étude, les abris PC n'ont pas été pris en compte. Malgré une grande consommation due à la ventilation, les efforts ont été concentrés sur l'analyse du Centre sportif et de l'appartement compte tenu de la faible utilisation des lieux.

## Références

- Agence de l'énergie pour l'économie [AEnEC]. (2014). *ProKilowatt, un soutien aux économies d'électricité non directement rentables*. Récupéré sur <http://www.enaw.ch/fr/forum/prokilowatt-un-soutien-aux-economies-d-electricite-non-directement-rentables>
- Agroscope. (2014). *Données météorologiques*. Récupéré sur <http://www.agrometeo.ch>: <http://www.agrometeo.ch/fr/meteorology/datas>
- Antonin, J. (2012, Septembre 6). Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes.
- Antonin, J. (2012, Septembre 6). Potentiel photovoltaïque de la commune de Riddes.
- Architecture et Climat Université catholique de Louvain. (2015). *La légionellose*. Récupéré sur <http://www.energieplus-lesite.be>: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10985>
- Architecture et Climat, Université catholique de Louvain. (2015). *Les ballasts*. Récupéré sur <http://www.energieplus-lesite.be>: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=9402#c7070>
- Architecture et Climat, université catholique de Louvain. (2015). *Les tubes fluorescents*. Récupéré sur <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10683>
- Architecture et Climat, Université catholique de Louvain. (2015). *Les tubes fluorescents*. Récupéré sur <http://www.energieplus-lesite.be>: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10683#c4560>
- Biral. (2015). *Circulateurs de chauffage avec label énergie A*. Récupéré sur <http://www.biral.ch>: [http://www.biral.ch/fileadmin/biral/Media\\_Common/documents/HLK/Tellstory\\_Heizung\\_klein\\_FR.pdf](http://www.biral.ch/fileadmin/biral/Media_Common/documents/HLK/Tellstory_Heizung_klein_FR.pdf)
- Boder, W. (2011, Juillet 24). *La vision Conseil fédéral exigera un changement de mentalité*. Récupéré sur Le Temps: [http://www.letemps.ch/Page/Uuid/fa1b522a-b634-11e0-a801-c29a69307186/La\\_vision\\_Conseil\\_f%C3%A9d%C3%A9ral\\_exigera\\_un\\_changement\\_de\\_mentalit%C3%A9](http://www.letemps.ch/Page/Uuid/fa1b522a-b634-11e0-a801-c29a69307186/La_vision_Conseil_f%C3%A9d%C3%A9ral_exigera_un_changement_de_mentalit%C3%A9)
- Bonvin, M., Vuilleumier, R. V., & Line, B. (2012, Mai 10). Energy Management, Techniques énergétiques. *Energy Management - Techniques énergétiques*.
- Bureau d'ingénierie, bureau d'études techniques. (2015, Juin 27). *Eau chaude sanitaire*. Récupéré sur <http://www.thermexcel.com>: [http://www.thermexcel.com/french/ressourc/dimensionnement\\_production\\_eau\\_chau\\_de\\_sanitaire.htm](http://www.thermexcel.com/french/ressourc/dimensionnement_production_eau_chau_de_sanitaire.htm)
- Canton du Valais. (2012, Décembre 3). *Programmes de promotion*. Récupéré sur <http://www.vs.ch>: <http://www.vs.ch/Navig/navig.asp?MenuID=25228>
- Centre de l'énergie de l'EPFL. (2011). *Approvisionnement & consommation d'électricité (GWh)*. Récupéré sur <http://calculateur.energyscope.ch/>
- Centre de l'énergie de l'EPFL. (2015). *Faut-il préférer les installations solaires thermiques ou photovoltaïques?* Récupéré sur <http://www.energyscope.ch>: <http://www.energyscope.ch/100-questions/combien-faut-il-d-eoliennes-pour->

## Lionel Briguet

remplacer-une-centrale-nucleaire/faut-il-preferer-les-installations-solaires-thermiques-ou-photovoltaïques

- ClimaMaison. (2015). *DEFINITION : Fluide caloporteur*. Récupéré sur <http://www.climamaison.com>: <http://www.climamaison.com/lexique/fluide-calporteur.htm>
- Combien de temps. (2014, Novembre 19). *Combien de temps passe-t-on aux toilettes ?* Récupéré sur <http://www.combien-de-temps.fr>: <http://www.combien-de-temps.fr/passons-nous-aux-wc/>
- Commune de Riddes. (2011). *Valais Excellence*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch/commune/valais-excellence-87.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Bibliothèque*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch>: <http://www.riddes.ch/commune/bibliotheque-147.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Cadastre informatisé - SIT*. Récupéré sur <http://carto.georomandie.ch/Riddes/BM3.asp>
- Commune de Riddes. (2015). *Centre sportif de Combremont*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch/commune/centre-sportif-combremont-155.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Développement durable*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch/commune/developpement-durable-80.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Le chauffage à distance*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch>: <http://www.riddes.ch/commune/chauffage-distance-81.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Ludothèque*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch/commune/ludotheque-148.html>
- Commune de Riddes. (2015). *Riddes*. Récupéré sur <http://www.riddes.ch/commune/riddes-65.html>
- Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie. (2014). *Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC)*. Récupéré sur <http://www.endk.ch>: [http://www.endk.ch/media/archive1/energiepolitik\\_der\\_kantone/muken/MoPEC2014\\_f-2014-05-07.pdf](http://www.endk.ch/media/archive1/energiepolitik_der_kantone/muken/MoPEC2014_f-2014-05-07.pdf)
- Delaloye, F. (2014). *Plan de scolarité*. Récupéré sur [www.riddes.ch](http://www.riddes.ch): <http://www.riddes.ch/data/documents/ECOLE/PLANSCOLARITE20142015.pdf>
- Département de l'économie, de l'énergie et du territoire. (2012, Novembre 26). *Programme de promotion énergétique*. Récupéré sur <http://www.vs.ch>: [http://www.vs.ch/NavigData/DS\\_331/M16558/fr/Programme%20solaire%20thermique\\_26.11.2012.pdf](http://www.vs.ch/NavigData/DS_331/M16558/fr/Programme%20solaire%20thermique_26.11.2012.pdf)
- Efficiency Valuation Organization (EVO). (2015, Mai 1). *Notions fondamentales de Mesurage et Vérification des économies d'énergie - Principaux concepts*.
- Fenêtres Ecoplus. (2015). *Coefficients / Valeur U*. Récupéré sur <http://www.fenetres-ecoplus.ch/Verres-isolants/coefficients-valeur-u-glossaire.html>
- Fenêtres Ecoplus. (2015). *Isolation thermique, doubles vitrages et triples vitrages*. Récupéré sur <http://www.fenetres-ecoplus.ch/Verres-isolants/isolation-thermique-doubles-vitrages-triples-vitrages.html>

## Lionel Briguet

- Finemedia. (2015). *Température chauffe eau*. Récupéré sur <http://www.comprendrechoisir.com/>: <http://chauffe-eau.comprendrechoisir.com/comprendre/temperature-chauffe-eau>
- GINDRAUX FENÊTRES SA. (2015, Mars 27). *Verres*. Récupéré sur <http://www.gindraux.ch/verres.php>
- Glas Trösch GmbH. (2012, Août). *Chapitre 13, vitrages isolants*. Récupéré sur [https://www.glastroesch.ch/fileadmin/content/images/service/glas-und-praxis/glas-und-praxis\\_fr\\_kapitel-13.pdf](https://www.glastroesch.ch/fileadmin/content/images/service/glas-und-praxis/glas-und-praxis_fr_kapitel-13.pdf)
- Groupe e. (2015). *Principe du chauffage à distance - De la centrale à votre bâtiment*. Récupéré sur <http://www.groupe-e.ch/principe-du-chauffage-distance>
- Groupe SEIC-TELEDIS. (2015). *Tarifs Acheminement*. Récupéré sur <http://www.seic-teledis.ch>: <http://www.seic-teledis.ch/fr/energie/tarifs/tarifs-acheminement-0-6120>
- Groupe SEIC-TELEDIS. (2015). *Tarifs Acheminement*. Récupéré sur <http://www.seic-teledis.ch>: <http://www.seic-teledis.ch/fr/energie/tarifs/tarifs-acheminement-0-6120>
- Groupe SEIC-TELEDIS. (2015). *Tarifs Energie*. Récupéré sur <http://www.seic-teledis.ch>: <http://www.seic-teledis.ch/fr/energie/tarifs/tarifs-energie-0-6121>
- Grundfos. (2013). *Liste de prix 2013*. Récupéré sur <http://ch.grundfos.com>: [http://ch.grundfos.com/content/dam/dach/ueberggrundfos/Grundfos-Schweiz/Grundfos\\_List\\_de\\_Prix\\_en\\_fran%C3%A7ais\\_Ao%C3%BBt.pdf](http://ch.grundfos.com/content/dam/dach/ueberggrundfos/Grundfos-Schweiz/Grundfos_List_de_Prix_en_fran%C3%A7ais_Ao%C3%BBt.pdf)
- Grundfos. (2015). *Circulateur*. Récupéré sur <http://www.inone.hu>: <http://www.inone.hu/custom/inone/image/data/Katal%C3%B3gusok/Thermcross%20Katal%C3%B3gus-2014-CIG.pdf>
- Gruyère-Energie SA (GESA). (2014). *Chauffage à distance (CAD)*. Récupéré sur <http://www.gruyere-energie.ch/produits/chaleur/chauffage-a-distance-442>
- Havells Sylvania. (2015). *T8 Luxline® Plus, F36W/840*. Récupéré sur <http://www.havells-sylvania.com>: <http://www.havells-sylvania.com/fr/products/0001510>
- Hellopro. (2015). *SYLVANIA - TUBE FLUORESCENT T8 Ø26MM LUXLINE PLUS 36W 840 1200MM G13 - 0001510*. Récupéré sur <http://materiel.hellopro.fr/sylvania-tube-fluorescent-t8-26mm-luxline-plus-36w-840-1200mm-g13-0001510-5131122-3003591-produit.html>
- Homegate. (2015). *Vue d'ensemble des intérêts hypothécaires et de leurs taux*. Récupéré sur <http://www.homegate.ch>: <http://www.homegate.ch/hypotheques/explications-hypotheques/interets-actuels>
- Isoltop. (2015). *Conductivité Thermique*. Récupéré sur <http://www.isoltop.com>: <http://www.isoltop.com/Conductivite-Thermique.html>
- Leimgruber, J., & Prochinig, U. (2009). *La comptabilité comme instrument de gestion*. Zurich: Verlag SKV.
- Marti, K. (2002). *Catalogue d'éléments de construction avec calcul de la valeur U*. Récupéré sur <http://www.vd.ch>: [http://www.vd.ch/fileadmin/user\\_upload/themes/environnement/energie/fichiers\\_pdf/catalogue\\_elements\\_neufs.pdf](http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/energie/fichiers_pdf/catalogue_elements_neufs.pdf)

## Lionel Briguet

- Meroz, C. (2014, février 8). *Riddes décide de se jeter à l'eau*. Récupéré sur Le Nouvelliste: <http://www.lenouvelliste.ch/fr/en-continu/riddes-decide-de-se-jeter-a-l-eau-494-1259680>
- Minergie. (2015, Mai 11). *Module MINERGIE Fenêtres*. Récupéré sur <https://www.minergie.ch/fenetres.html>
- Minergie. (2015, Mars 27). *Module MINERGIE Murs et toitures*. Récupéré sur <https://www.minergie.ch/murs-et-toitures.html>
- Observ'ER. (2007). *Le solaire thermique basse température*. Récupéré sur <http://www.energies-renouvelables.org>; [http://www.energies-renouvelables.org/solaire\\_thermique.asp](http://www.energies-renouvelables.org/solaire_thermique.asp)
- OFEN. (2012, Septembre 24). *Pompes de circulation efficaces: lancement d'une campagne*. Récupéré sur [www.news.admin.ch](http://www.news.admin.ch): <https://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=fr&msg-id=46087>
- OFEN. (2012, Septembre 28). *Stratégie énergétique 2050 et réforme fiscale écologique - Le Conseil fédéral met la Stratégie énergétique 2050 en consultation*. Récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch>: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=fr&msg-id=46133>
- OFEN. (2012, Septembre 13). *Stratégie énergétique 2050, premier paquet de mesures*. Récupéré sur [http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?dossier\\_id=05024&lang=fr](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?dossier_id=05024&lang=fr)
- OFEN. (2013). *Production d'électricité en GWh*. Récupéré sur <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/08/02/blank/key/elektrizitaetserzeugung.html>
- OFEN. (2013). *Production d'électricité en GWh*. Récupéré sur <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/08/02/blank/key/elektrizitaetserzeugung.html>
- OFEN. (2013, Novembre 29). *Qu'est-ce que ProKilowatt?* Récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch/prokilowatt/04344/index.html?lang=fr>
- OFEN. (2014, Janvier 6). *Fiche pratique pour l'appel d'offres Projets*. Récupéré sur [http://www.bfe.admin.ch/prokilowatt/04344/index.html?lang=fr&dossier\\_id=05286](http://www.bfe.admin.ch/prokilowatt/04344/index.html?lang=fr&dossier_id=05286)
- OFEN. (2014, Mars 7). *Rétributions uniques pour les petites installations photovoltaïques*. Récupéré sur <http://www.vs.ch>: [http://www.vs.ch/NavigData/DS\\_331/M30463/fr/2014\\_03\\_07\\_Factsheet\\_EIV\\_2014\\_f.pdf](http://www.vs.ch/NavigData/DS_331/M30463/fr/2014_03_07_Factsheet_EIV_2014_f.pdf)
- OFEN. (2015). *Conditions*. Récupéré sur <http://www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/subventionnement/conditions>
- OFEN. (2015, Juin 22). *Rétribution à prix coûtant du courant injecté*. Récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch>: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=fr#>
- OFEN. (2015, Avril 14). *Soumission d'un projet*. Récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch/prokilowatt/04347/index.html?lang=fr>

## Lionel Briguet

- OFEV. (2015). *Financement*. Récupéré sur <http://www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/le-programme-batiments/financement>
- OFEV. (2015). *Qu'est-ce qui peut donner droit à une subvention?* Récupéré sur <http://www.dasgebaeudeprogramm.ch>:  
<http://www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/subventionnement/types-d-assainissement>
- Office fédéral de la santé publique [OFSP]. (2013, Janvier 17). *Légionellose (maladie des légionnaires)*. Récupéré sur <http://www.bag.admin.ch>:  
<http://www.bag.admin.ch/themen/medizin/00682/00684/01084/index.html?lang=fr>
- Office fédéral de l'énergie [OFEN]. (2012, Février 8). *Plans d'action 2008 pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables*. Récupéré sur <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/02577/index.html?lang=fr>
- Office fédéral de l'environnement [OFEV]. (2015). *En bref*. Récupéré sur [www.dasgebaeudeprogramm.ch](http://www.dasgebaeudeprogramm.ch):  
<http://www.dasgebaeudeprogramm.ch/index.php/fr/le-programme-batiments/en-bref>
- Organisation internationale de normalisation [ISO]. (2014). *ISO 14000 – Management environnemental*. Récupéré sur <http://www.iso.org/iso/fr/iso14000>
- OSRAM. (2015). *DULUX S 9 W/840*. Récupéré sur <http://www.osram.ch>:  
[http://www.osram.ch/\\_apps/products/product\\_details\\_tab.jsp?productId=ZMP\\_58997&classificationId=GPS01\\_1027844&coid=184620](http://www.osram.ch/_apps/products/product_details_tab.jsp?productId=ZMP_58997&classificationId=GPS01_1027844&coid=184620)
- OSRAM. (2015). *L 8 W/640*. Récupéré sur <http://www.osram.ch>:  
[http://www.osram.ch/\\_apps/products/product\\_details\\_tab.jsp?productId=ZMP\\_60259&classificationId=GPS01\\_1027879&coid=184777](http://www.osram.ch/_apps/products/product_details_tab.jsp?productId=ZMP_60259&classificationId=GPS01_1027879&coid=184777)
- OSRAM. (2015). *LUMILUX T5 HE*. Récupéré sur <http://www.osram.com>:  
[http://www.osram.com/osram\\_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t5/lumilux-t5-he/index.jsp](http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t5/lumilux-t5-he/index.jsp)
- OSRAM. (2015). *LUMILUX T5 HO*. Récupéré sur <http://www.osram.fr>:  
[http://www.osram.fr/osram\\_fr/produits/lampes/tubes-fluorescents/tubes-fluorescents-t5/lumilux-t5-ho/index.jsp?productId=ZMP\\_60197](http://www.osram.fr/osram_fr/produits/lampes/tubes-fluorescents/tubes-fluorescents-t5/lumilux-t5-ho/index.jsp?productId=ZMP_60197)
- OSRAM. (2015). *LUMILUX T5 HO*. Récupéré sur <http://www.osram.com>:  
[http://www.osram.com/osram\\_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t5/lumilux-t5-ho/index.jsp?productId=ZMP\\_60191](http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t5/lumilux-t5-ho/index.jsp?productId=ZMP_60191)
- Osram. (2015). *LUMILUX T8*. Récupéré sur [http://www.osram.ch/osram\\_ch/fr/produits/lampes/tubes-fluorescents/tubes-fluorescents-t8/lumilux-t8/index.jsp?search\\_result=%2fosram\\_ch%2ffr%2frecherche%2fadvanced\\_search.jsp%3faction%3ddosearch%26inp\\_searchterm\\_1%3dtubes%2bfluorescents%2bL%2b18w%252F640%](http://www.osram.ch/osram_ch/fr/produits/lampes/tubes-fluorescents/tubes-fluorescents-t8/lumilux-t8/index.jsp?search_result=%2fosram_ch%2ffr%2frecherche%2fadvanced_search.jsp%3faction%3ddosearch%26inp_searchterm_1%3dtubes%2bfluorescents%2bL%2b18w%252F640%)
- OSRAM. (2015). *LUMILUX T8 1 m Tubular fluorescent lamps 26 mm, 1 m, for public transport*. Récupéré sur <http://www.osram.com>:  
[http://www.osram.com/osram\\_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t8/fluorescent-lamps-t8-special-versions/lumilux-t8-1-m/index.jsp?productId=ZMP\\_60437](http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t8/fluorescent-lamps-t8-special-versions/lumilux-t8-1-m/index.jsp?productId=ZMP_60437)

## Lionel Briguet

- OSRAM. (2015). *NAV-T 150 W SUPER 4Y*. Récupéré sur [http://www.osram.ch: http://www.osram.ch/\\_apps/products/product\\_details\\_tab.jsp?productId=ZMP\\_58295 &classificationId=GPS01\\_1028106&coid=185026](http://www.osram.ch: http://www.osram.ch/_apps/products/product_details_tab.jsp?productId=ZMP_58295 &classificationId=GPS01_1028106&coid=185026)
- OSRAM. (2015). *POWERSTAR HQI-T*. Récupéré sur [http://www.osram.ch: http://www.osram.ch/osram\\_ch/fr/produits/lampes/lampes-a-decharge-haute-intensite/lampes-aux-halogenures-metalliques-a-bruleur-quartz/powerstar-hqi-t/index.jsp?search\\_result=%2fosram\\_ch%2ffr%2frecherche%2fadvanced\\_search.jsp %3faction%3ddosearch%26inp\\_sear](http://www.osram.ch: http://www.osram.ch/osram_ch/fr/produits/lampes/lampes-a-decharge-haute-intensite/lampes-aux-halogenures-metalliques-a-bruleur-quartz/powerstar-hqi-t/index.jsp?search_result=%2fosram_ch%2ffr%2frecherche%2fadvanced_search.jsp %3faction%3ddosearch%26inp_sear)
- Outiz. (2015). *SYLVANIA - Tube triphosphore T8 Luxline Plus 36W 865 1200mm G13 - 0001512*. Récupéré sur <http://www.outiz.fr: http://www.outiz.fr/sylvania-tube-triphosphore-t8-luxline-plus-36w-865-1200mm-g13-0001512/p/3550555/>
- Petit, P. (2009, Avril). *Eau chaude et destruction en continu des légionelles*. Récupéré sur [http://conseils.xpair.com/: http://conseils.xpair.com/consulter\\_parole\\_expert/eau\\_chaude\\_destruction\\_legionelles.htm](http://conseils.xpair.com/: http://conseils.xpair.com/consulter_parole_expert/eau_chaude_destruction_legionelles.htm)
- RETScreen International. (2015). *Données climatiques*. Récupéré sur [http://www.retscreen.net/fr/d\\_data\\_w.php](http://www.retscreen.net/fr/d_data_w.php)
- Screwfix. (2015). *Sylvania Luxline Plus Triphosphor Fluorescent Tube T8 3350Lm 1200mm 36W*. Récupéré sur <http://www.screwfix.com: http://www.screwfix.com/p/sylvania-luxline-plus-triphosphor-fluorescent-tube-t8-3350lm-1200mm-36w/81033>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2013, Octobre). *Bien choisir ses fenêtres*. Récupéré sur [energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch/fichiers/info\\_pdf/choisir\\_une\\_fenetre.pdf](http://www.energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch/fichiers/info_pdf/choisir_une_fenetre.pdf)
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Chauffage à distance (CAD) et réseau de chaleur*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/chauffage-a-distance-cad>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Calculer la valeur U d'une seule couche isolante et sa résistance thermique R*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/isolation/421>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Conseils de saison, bien choisir ses fenêtres*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch/conseils-de-saison/429-bien-choisir-ses-fenetres>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Isolation*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/isolation>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Panneaux solaires photovoltaïques (producteurs d'électricité)*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/panneaux-solaires-photovoltaïques>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Une pompe qui fait circuler la chaleur*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch: http://www.energie-environnement.ch>



## Lionel Briguet

environnement.ch/economiser-le-chauffage/economiser-le-chauffage-sans-investir/regler-le-circulateur

Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2015). *Valeur U*. Récupéré sur <http://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/isolation/228>

Stäfa Control System [SCS SA]. (s.d.). Mode d'emploi ventilation. Lausanne, Vaud, Suisse.

Suisse énergie. (2009, Août). *Fiche technique fenêtres, la fenêtre dans le justificatif énergétique*. Récupéré sur [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_551513175.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_551513175.pdf).

Suisse énergie. (2014, Mai). *Lettre d'info 3*. Récupéré sur <http://mw.weaver.ch: http://mw.weaver.ch/f/view.aspx?13331633252312E742E643939792E6430397C385235367B376C450F4F3>

Suisse énergie. (2015). *Comment devenir une cité de l'énergie*. Récupéré sur Cité de l'énergie: <http://www.citedelenergie.ch/fr/vers-le-label-cite-de-lenergie/>

Suisse énergie. (2015). *Comment devenir une Cité de l'énergie*. Récupéré sur <http://www.citedelenergie.ch/fr/vers-le-label-cite-de-lenergie/>

Suisse énergie. (2015). *Le logo « Cité de l'énergie »*. Récupéré sur <http://www.citedelenergie.ch: http://www.citedelenergie.ch/fr/communication/logo-manuel-cite-de-lenergie/>

SuisseEnergie. (2015). *Economiser de l'énergie et de l'argent avec des pompes de circulation modernes*. Récupéré sur <http://www.suisseenergie.ch: http://www.suisseenergie.ch/circulateurs>

SuisseEnergie. (2015). *Quelles sont les répercussions sur le chauffage des nouvelles directives de l'Ordonnance sur l'énergie*. Récupéré sur <http://www.suisseenergie.ch: http://www.suisseenergie.ch/circulateurs>

Swissgrid. (2015). *Le traitement des rétributions uniques commencera le 1er juillet 2014*. Récupéré sur [http://www.swissgrid.ch: http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable\\_energies/remuneration\\_re/eiv/compensation.html](http://www.swissgrid.ch: http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable_energies/remuneration_re/eiv/compensation.html)

Swissgrid. (2015). *Rétribution d'énergies renouvelables*. Récupéré sur [http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable\\_energies/remuneration\\_re.html](http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable_energies/remuneration_re.html)

Swissgrid. (2015). *Rétribution d'énergies renouvelables*. Récupéré sur [http://www.swissgrid.ch: http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable\\_energies/remuneration\\_re.html](http://www.swissgrid.ch: http://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home/experts/topics/renewable_energies/remuneration_re.html)

Swissgrid. (2015). *Tarificateur pour petite centrale photovoltaïque*. Récupéré sur <https://www.guarantee-of-origin.ch: https://www.guarantee-of-origin.ch/swissforms/TarifPho.aspx?Language=FR>

Swissgrid. (2015). *Tarificateur pour petite centrale photovoltaïque*. Récupéré sur <https://www.guarantee-of-origin.ch: https://www.guarantee-of-origin.ch/swissforms/TarifAuswahl.aspx?Language=FR>

## Lionel Briguet

Tout le liège. (2015). *Isolation thermique*. Récupéré sur <http://www.toutleliege.com>:  
<http://www.toutleliege.com/Caracteristique-du-liege-isolation-thermique/L14>

Tyco Thermal Controls. (2004). *T2Reflecta et T2Red*. Récupéré sur <http://www.hellopro.fr>:  
[http://www.hellopro.fr/documentation/pdf\\_prod/4/7/9/519237\\_589b708edff2141d1bf47cb3c1a890d2\\_390974.pdf](http://www.hellopro.fr/documentation/pdf_prod/4/7/9/519237_589b708edff2141d1bf47cb3c1a890d2_390974.pdf)

Walther, R., Bush, E., Humm, O., Mosimann, E., Shärer, E., Spalinger, R., . . . Weinmann, C. (1993). *L'électricité à bon escient*. Berne: Office central fédéral des questions conjoncturelles.

Zufferey, A. (2015). *Solaire photovoltaïque*. Récupéré sur <http://objective-a.com>:  
[http://objective-a.com/index.php?art=objective-a\\_studio\\_\\_fr](http://objective-a.com/index.php?art=objective-a_studio__fr)

Annexe I : Factures de consommation d'électricité

	Qté totale	Qté H <sub>p</sub>	Qté H <sub>c</sub>	Coût
<b>2014</b>				
Salle de gymnastique	21'417 kWh			4'488.10 CHF
Abri PC	22'060 kWh	16'051 kWh	6'009 kWh	4'713.60 CHF
Appartement	1'240 kWh			392.35 CHF
<b>Total</b>	<b>44'717 kWh</b>			
<b>2013</b>				
Salle de gymnastique	18'687 kWh			3'899.80 CHF
Abri PC	17'990 kWh	13'050 kWh	4'940 kWh	4'008.15 CHF
Appartement	1'205 kWh			383.95 CHF
<b>Total</b>	<b>37'882 kWh</b>			
<b>2012</b>				
Salle de gymnastique	20'544 kWh			4'162.25 CHF
Abri PC	21'022 kWh	15'291 kWh	5'731 kWh	4'436.65 CHF
Appartement	1'134 kWh			362.4 CHF
<b>Total</b>	<b>42'700 kWh</b>			
<b>2011</b>				
Salle de gymnastique	24'505 kWh			5'496.45 CHF
Abri PC	20'241 kWh	14'974 kWh	5'267 kWh	4'637.60 CHF
Appartement	1'656 kWh			502.35 CHF
<b>Total</b>	<b>46'402 kWh</b>			
<b>2010</b>				
Salle de gymnastique	25'221 kWh			5'718.45 CHF
Abri PC	18'723 kWh	4'940 kWh	13'783 kWh	4'405.10 CHF
Appartement	675 kWh			281.55 CHF
<b>Total</b>	<b>44'619 kWh</b>			
<b>Moyenne sur 5 ans</b>	<b>43'264 kWh</b>			

Source : Tableau de l'auteur sur la base des factures d'électricité reçues par Mme Clélia Reuse, collaboratrice administrative à Riddes et par M.Christophe Crettenand, conseiller énergie auprès du Groupe SEIC-TELEDIS.

Annexe II : Tarifs heures pleines et creuses pour l'hiver

DUPLICATA									
ABRI PC RIDDES Facture électricité Période : 01.01.14 - 30.04.14				ADMINISTRATION COMMUNALE CASE POSTALE 103 1908 RIDDES					
81.26560.01	100050	2203268	23.05.2014	23.06.2014				TVA	
Textes			Nouvel index	Ancien index	Coef.	Quantité	Unité	Prix net	TVA
N° cpt. 24239 - Tarif BT A									
<b>ACHEMINEMENT</b>									
Consommation heures pleines	232077.0	225452.0	1.00	6625.00	kWh	0.0680	01	450.50	
Consommation heures creuses	80674.0	78158.0	1.00	2516.00	kWh	0.0420	01	105.65	
Taxe puissance	1490.0	1464.0	1.00	26.00	KW	3.50	01	91.00	
Service-système du réseau de transport				9141.00	kWh	0.0064	01	58.50	
Abonnement				4.00	Mois	26.00	01	104.00	
<b>ENERGIE</b>									
Consommation heures pleines	232077.0	225452.0	1.00	6625.00	kWh	0.0920	01	609.50	
Consommation heures creuses	80674.0	78158.0	1.00	2516.00	kWh	0.0780	01	196.25	
Taxe puissance	1490.0	1464.0	1.00	26.00	KW	1.00	01	26.00	
Abonnement				4.00	Mois	3.00	01	12.00	
GreenElec				9141.00	kWh	0.0150	01	137.10	

Source : Factures reçues par M.Christophe Crettenand, conseiller en énergie à la SEIC-TELEDIS.

Annexe III : Tarifs heures pleines et creuses pour l'été

DUPLICATA									
ABRI PC				ADMINISTRATION COMMUNALE					
RIDDES				CASE POSTALE 103					
Facture électricité				1908 RIDDES					
Période : 01.05.14 - 30.06.14									
81.26560.01	100050	2'207'300	18.07.2014	18.08.2014	TVA				
<b>Textes</b>			<b>Nouvel index</b>	<b>Ancien index</b>	<b>Coef.</b>	<b>Quantité</b>	<b>Unité</b>	<b>Prix net</b>	<b>TVA</b>
N° cpt. 24239 - Tarif BT A									
<b>ACHEMINEMENT</b>									
Consommation heures pleines	234474.0	232077.0	1.00	2397.00 kWh	0.0680	01			163.00
Consommation heures creuses	81533.0	80674.0	1.00	859.00 kWh	0.0420	01			36.10
Taxe puissance	1504.0	1490.0	1.00	14.00 KW	3.50	01			49.00
Service-système du réseau de transport				3256.00 kWh	0.0064	01			20.85
Abonnement				2.00 Mois	26.00	01			52.00
<b>ENERGIE</b>									
Consommation heures pleines	234474.0	232077.0	1.00	2397.00 kWh	0.0810	01			194.15
Consommation heures creuses	81533.0	80674.0	1.00	859.00 kWh	0.0640	01			55.00
Taxe puissance	1504.0	1490.0	1.00	14.00 KW	0.8000	01			11.20
Abonnement				2.00 Mois	3.00	01			6.00
GreenElec				3256.00 kWh	0.0150	01			48.85

Source : Factures reçues par M.Christophe Crettenand, conseiller en énergie à la SEIC-TELEDIS.

Annexe IV : Planning d'occupation de la salle de gymnastique par les écoliers de Riddes

<b>Salle de gymnastique 2014-2015</b>					
	<b>lundi</b>	<b>mardi</b>	<b>mercredi</b>	<b>jeudi</b>	<b>vendredi</b>
8h15	5-6 H Jean-François Crettenand	5-6 H Justine Panchaud	7-8 H Jessica Pannatier	7-8 H Florence Delaloye	5-6 H Aline Crettenand
9h00	1-2 H Romaine Fontannaz	1-2 H Geneviève Collet	7-8 H Jessica Pannatier	7-8 H Florence Delaloye	1-2 H Bluette Lambiel
9h45					
10h00	3-4 H Carine Praz	3-4 H Bernard Meizoz		3-4 H Carine Praz	5-6 H Jean-François Crettenand
10h45	3-4 H Stéphane Vouillamoz	5-6 H Aline Crettenand	7-8 H Johan Epiney	3-4 H Bernard Meizoz	5-6 H Justine Panchaud
13h30	3-4 H Bernard Meizoz	3-4 H Carine Praz		3-4 H Stéphane Vouillamoz	7-8 H Johan Epiney
14h15	5-6 H Aline Crettenand	3-4 H Stéphane Vouillamoz		P - E	7-8 H Johan Epiney
15h00					
15h30	5-6 H Justine Panchaud	5-6 H Jean-François Crettenand		7-8 H Jessica Pannatier	7-8 H Florence Delaloye




Source : Photo prise sur place par l'auteur.

Annexe V : Planning d'occupation de la salle de gymnastique le soir

<b>Lundi</b>	17H00 - 20H00	Badminton	Alban Ganzerla
	20H00 - 22H00	Gym dames	Chantal Delaloye
<b>Mardi</b>	16H30 - 17H30	Enfantine	Méry Crettenand
	17H30 - 18H45	Petites pupillettes	Méry Crettenand
	18H45 - 20H00	Jeunes gymnastes	Angeline Caillet
	20H00 - 22H00	Actifs - Actives	Isabelle Marchon
<b>Mercredi</b>	17H00 - 19H15	Grandes Pupillettes	Paméla Monnet
	19H15 - 20H15	Gym douce	Chantal Delaloye
	20H15 - 22H00	Gym Hommes	Pascal Fritz
<b>Jeudi</b>	14H15 - 15H15	Parents - Enfants	Chantal Delaloye
	17H00 - 19H30	Agrès ind	Pauline Delaloye
	19H30 - 22H00	Badminton	Alban Ganzerla
<b>Vendredi</b>	17H30 - 19H00	Moyennes pupillettes	Nancy Vouillamoz
	19H00 - 22H00	Badminton	Alban Ganzerla
<b>Dimanche</b>	19H00 - 22H00	Volley détente	Valentine Wehrli

Source : Photo prise sur place par l'auteur.

Annexe VI : Plan de scolarité 2014-2015

	<b>Plan de scolarité 2014-2015</b>	
Ouverture des classes	Lundi matin 18 août 2014	
Clôture des classes	vendredi soir 19 juin 2015	
Congés hebdomadaires	L'après-midi du mercredi et le samedi	
<b>Jours de congé et vacances scolaires</b>		
Congés d'automne	du mercredi midi au lundi matin	22 octobre 2014 03 novembre 2014
Immaculée Conception	lundi	08 décembre 2014
Noël	du vendredi soir au lundi matin	19 décembre 2014 05 janvier 2015
Carnaval	du vendredi soir au lundi matin	13 février 2015 23 février 2015
St-Joseph	jeudi	19 mars 2015
Pâques	du jeudi soir au lundi matin	02 avril 2015 13 avril 2015
Ascension	du mercredi midi au lundi matin	13 mai 2015 18 mai 2015
Pentecôte	lundi	25 mai 2015
Fête-Dieu	jeudi	4 juin 2015
<b>! Mercredi 1er avril, école toute la journée! Aucun congé anticipé ne sera accordé aux vacances de Noël.</b>		

Source : <http://www.riddes.ch/data/documents/ECOLE/PLANSCOLARITE20142015.pdf>



Annexe VII : Planning d'occupation de l'appartement

HORAIRE DES REUNIONS							COEURS VAILLANTS cvav.ch AMES VAILLANTES	
2014 / 2015								
	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI		SAMEDI	
13.00						9.00		
14.00						10.00		
15.00						11.00		
16.00						12.00		
	CHRISTOPHE				DRINI BALDWIN			
17.00	1-2-3P				6P 1-2CO	13.00	VINCENT	
	FLORENT JOHAN					14.00	PAULINE GRANDS GARCONS	
18.00	4P				FABIEN LINE 1-2P			
19.00	JEFF ROMAIN AURELIE 1-2CO	STEF LISA ELSA 3-4-5P	PRISCE LARA 5-6P		NICOLAS FLAVIA GRANDES FILLES	15.00		
20.00						16.00		

Source : Photo prise sur place par l'auteur.

Annexe VIII : Inventaire de l'éclairage

Pièces	Type d'éclairage	Qté	Puissance	Heures d'utilisation/année	Nombre kWh/année
<b><u>Sous-sol</u></b>					
<b>Petit réduit</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	1	46.50 W	1.16 h	0.05 kWh
<b>Couloir</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	5	232.50 W	1.16 h	0.27 kWh
<b>Local chauffage</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	3	139.50 W	1.16 h	0.16 kWh
<b>Local ECS</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	2	93.00 W	1.16 h	0.11 kWh
<b>Local ventilation</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	4	186.00 W	1.16 h	0.22 kWh
<b>Local électrique</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	2	93.00 W	1.16 h	0.11 kWh

Source : Tableau de l'auteur sur la base des différentes visites du Centre sportif ainsi que des informations reçues de la part de MM. Philippe Bertuchoz et Benoît Morand.

Annexe VIII (suite) : Inventaire de l'éclairage

Pièces	Type d'éclairage	Qté	Puissance	Heures d'utilisation/année	Nombre kWh/année
<b><u>Rez-de-chaussée</u></b>					
<b>Sortie de secours</b>					
	Tube fluorescent sans starter (8W)	11	88.00 W	730.00 h	64.24 kWh
<b>Hall d'entrée</b>					
	Ampoule à incandescence (60W)	15	900.00 W	240.00 h	216.00 kWh
	Tube fluorescent avec starter (36W)	16	744.00 W	240.00 h	178.56 kWh
	Lampe fluocompacte (9W)	18	162.00 W	240.00 h	38.88 kWh
<b>W.-C. femmes</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	3	139.50 W	100.00 h	13.95 kWh
<b>W.-C. hommes</b>					
	Tube fluorescent avec starter (18W)	2	46.44 W	100.00 h	4.64 kWh
	Tube fluorescent avec starter (36W)	2	93.00 W	100.00 h	9.30 kWh
<b>Bibliothèque</b>					
	Tube fluorescent sans starter (49W)	36	1922.76 W	396.50 h	762.37 kWh
<b>Ludothèque</b>					
	Tube fluorescent sans starter (39W)	28	1190.28 W	136.50 h	162.47 kWh

<b>Salle de gymnastique</b>					
	Lampe à décharge haute intensité (blanche, 250W)	24	6000.00 W	2081.50 h	12489.00 kWh
	Lampe à décharge au sodium haute pression (orange, 150W)	24	3600.00 W	2081.50 h	7493.40 kWh
<b>Locaux de rangement salle de gymnastique</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	13	604.50 W	265.00 h	160.19 kWh
<b>Local rangement femme de ménage</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	1	46.50 W	78.00 h	3.63 kWh
<b>Vestiaire femme</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	10	465.00 W	232.00 h	107.88 kWh
<b>Vestiaire homme</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	10	465.00 W	232.00 h	107.88 kWh
<b>W.-C. hommes</b>					
	Tube fluorescent (36W)	1	46.50 W	100.00 h	4.65 kWh
	Tube fluorescent (18W)	1	23.22 W	100.00 h	2.32 kWh
<b>W.-C. femmes</b>					
	Tube fluorescent (36W)	1	46.50 W	100.00 h	4.65 kWh

## Lionel Briguet

	Tube fluorescent (18W)	1	23.22 W	100.00 h	2.32 kWh
<b>Couloir des vestiaires</b>					
	Tube fluorescent avec starter (18W)	18	417.96 W	120.00 h	50.16 kWh
<b>Local concierge</b>					
	Tube fluorescent avec starter (36W)	1	46.50 W	78.00 h	3.63 kWh
<b>Salle des maîtres</b>					
	Tube fluorescent avec starter (18W)	1	23.22 W	103.00 h	2.39 kWh
	Ampoule à incandescence (100W)	2	200.00 W	103.00 h	20.60 kWh
<b>Salle d'infirmierie</b>					
	Tube fluorescent avec starter (18W)	3	69.66 W	2.50 h	0.17 kWh
	Ampoule à incandescence (100W)	2	200.00 W	2.50 h	0.50 kWh
<b>Extérieur Sud</b>					
	Lampe extérieure (3W)	17	51.00 W	1825.00 h	93.08 kWh

Source : Tableau de l'auteur sur la base des différentes visites du Complexe ainsi que des informations reçues de la part de MM. Philippe Bertuchoz et Benoît Morand.

Annexe IX : Devis fenêtres

<b>Vitrierie Crettenand SA</b>						
Rue des Aprages 2 1957 Ardon Tél. 027 306 55 72 Fax 027 306 60 45 vitrierie.crettenand@bluewin.ch N° TVA CHE-360.868.908 TVA						
Monsieur Briguet Lionel						
<b>Offre, Devis N° 4181</b>						
V / Référence: Centre Sportif Combremont à Riddes Date: 01.06.2015						
Description	Code	Quantité	Prix	TVA	%	Montant
- Fourniture et pose de verres isolants triples	1.1					
- 4.16.4.16.4 - Valeur K0.5 - Intercalaire PVC Gris - Valeur G 47%	190					
Dimensions :						
Appartement sud						
- 130.0 x 225.0		8	482.60	8.00%*		3'860.80
- 80.0 x 225.0		4	297.00	8.00%*		1'188.00
- 120.0 x 225.0		5	445.50	8.00%*		2'227.50
Salle de Gym sud						
- 207.0 x 464.0		1	1'584.80	8.00%*		1'584.80
- 207.0 x 355.0		1	1'212.50	8.00%*		1'212.50
- 300.0 x 475.0		1	2'351.25	8.00%*		2'351.25
- 207.0 x 90.0		2	307.40	8.00%*		614.80
- 80.0 x 60.0		2	79.20	8.00%*		158.40
- 80.0 x 105.0		1	138.60	8.00%*		138.60
- 80.0 x 125.0 x		1	165.00	8.00%*		165.00
- 80.0 x 155.0		1	204.60	8.00%*		204.60
Salle de Gym nord						
- 260.0 x 155.0		36	664.95	8.00%*		23'938.20
Bibliothèque nord						
- 330.0 x 540.0		1	2'940.30	8.00%*		2'940.30
- 330.0 x 675.0		1	3'675.35	8.00%*		3'675.35
Ouest						
- 330.0 x 220.0		4	1'197.90	8.00%*		4'791.60
- 330.0 x 520.0		2	2'831.40	8.00%*		5'662.80
Entrée ouest						
- 330.0 x 795.0		1	4'328.75	8.00%*		4'328.75
- 210.0 x 105.0		1	363.80	8.00%*		363.80
Salle de Gym ouest						
- 270.0 x 70.0		1	311.85	8.00%*		311.85
- 280.0 x 70.0		1	323.40	8.00%*		323.40
- 290.0 x 70.0		1	334.95	8.00%*		334.95
- 300.0 x 70.0		1	346.50	8.00%*		346.50
- 310.0 x 70.0		1	358.05	8.00%*		358.05
- 320.0 x 70.0		1	369.60	8.00%*		369.60

Source : (D.Crettenand, vitrier, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015)

Annexe IX : Devis fenêtres (suite)

<b>Vitrierie Crettenand SA</b>						
Rue des Aprages 2 1957 Ardon Tél. 027 306 55 72 Fax 027 306 60 45 vitrierie.crettenand@bluewin.ch N° TVA CHE-360.868.908 TVA						
<b>Offre, Devis N° 4181</b>						
Date: 01.06.2015				Page 2		
Description	Code	Quantité	Prix	TVA	%	Montant
Report de la page 1						61'451.40
- 330.0 x 70.0		1	381.15	8.00%*		381.15
Appartement ouest						
- 218.0 x 175.0		1	629.45	8.00%*		629.45
Salle de Gym est						
- 160.0 x 70.0		1	184.80	8.00%*		184.80
- 200.0 x 70.0		1	231.00	8.00%*		231.00
- 230.0 x 70.0		1	265.65	8.00%*		265.65
- 250.0 x 70.0		1	288.75	8.00%*		288.75
- 280.0 x 70.0		1	323.40	8.00%*		323.40
- 310.0 x 70.0		1	358.05	8.00%*		358.05
- 340.0 x 70.0		1	392.70	8.00%*		392.70
- 210.0 x 115.0		1	398.45	8.00%*		398.45
Appartement est						
- 90.0 x 200.0		1	297.00	8.00%*		297.00
TVA exclue* 8.00% / fr. 65'201.80: fr. 5'216.10			Total net			65'201.80
			TVA			5'216.10
			<b>TOTAL</b>			<b>70'417.90</b>
Paiement net à 30 jours						
Avec nos remerciements.						

Source : (D.Crettenand, vitrier, CP, 1<sup>er</sup> juin 2015)

**1er étage**

<b>Corridor</b>					
	Ampoule à incandescence (60W)	2	120.00 W	25.00 h	3.00 kWh
<b>Appartement</b>					
	Ampoule halogène (42W)	9	378.00 W	228.00 h	86.18 kWh
	Ampoule à incandescence (60W)	2	120.00 W	228.00 h	27.36 kWh
	Tube fluorescent avec starter (36W)	9	418.50 W	228.00 h	95.42 kWh

Source : Tableau de l'auteur sur la base des différentes visites des lieux ainsi que des informations reçues de la part de MM. Philippe Bertuchoz et Benoît Morand.



Annexe X : Dérogation rafraîchissement bâtiment

**Art. 1.8 Exigences et justification concernant le confort thermique en été (O)**

<sup>1</sup> Le confort thermique des bâtiments en été doit être justifié.

<sup>2</sup> Pour des locaux rafraîchis ou des locaux pour lesquels un rafraîchissement est nécessaire ou souhaité, les exigences à respecter concernant la valeur g, la commande et la résistance au vent de la protection solaire sont celles fixées par l'état de la technique.

<sup>3</sup> Pour les autres locaux, les exigences relatives à la valeur g de la protection solaire sont celles fixées par l'état de la technique.

Source : [http://www.endk.ch/media/archive1/energiepolitik\\_der\\_kantone/muken/MoPEC2014\\_f-2014-05-07.pdf](http://www.endk.ch/media/archive1/energiepolitik_der_kantone/muken/MoPEC2014_f-2014-05-07.pdf)

Annexe XI : Surfaces en m<sup>2</sup> de l'enveloppe du bâtiment

Orientation		Type	m <sup>2</sup>
<b>Nord</b>		Béton	75.625
		Fenêtre	186.74
<b>Ouest</b>		Béton	87.4725
		Fenêtre	79.935
		Fenêtre entrée	26.235
		Porte-fenêtre appartement	3.815
<b>Est</b>		Béton	243.23
		Fenêtre	15.8975
		Porte-fenêtre appartement	2.0235
<b>Sud</b>		Béton	131.27
		Fenêtre	66.916
		Fenêtre appartement	23.4

Source : Élaboré par l'auteur sur la base des plans d'architecte fournis par le bureau d'architecture Michel Carron SA.

	m <sup>2</sup>
<b>Toit plat hall d'entrée</b>	328.35

Source : Élaboré par l'auteur sur la base de mesures faites sur place.

	m <sup>2</sup>
<b>Toit salle de gymnastique</b>	1'141.85

Source : Élaboré par l'auteur sur la base de mesures faites sur Google earth.

Annexe XII : Moyenne des températures mensuelles de Sion

	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>ΔT</b>
<b>Janvier</b>	-0.1°	20°	20.1°
<b>Février</b>	1.7°	20°	18.3°
<b>Mars</b>	6.5°	20°	13.5°
<b>Avril</b>	10°	20°	10°
<b>Mai</b>	14.8°	20°	5.2°
<b>Juin</b>	18°	20°	2°
<b>Juillet</b>	20.1°	20°	-0.1°
<b>Août</b>	19.1°	20°	0.9°
<b>Septembre</b>	15.2°	20°	4.8°
<b>Octobre</b>	10.4°	20°	9.6°
<b>Novembre</b>	4.2°	20°	15.8°
<b>Décembre</b>	0.6°	20°	19.4°

Source : Élaboré par l'auteur sur la base des données climatiques trouvées sur RETScreen.

Annexe XIII : Déperditions thermiques avant travaux<sup>a</sup>

Orientation	Valeur U <sup>b</sup>	Type	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
<b>Nord</b>	0.39	Béton	590 W	537 W	396 W	294 W	153 W	39 W	-	-	141 W	282 W	464 W	570 W	3 kW
	1.95	Fenêtre	7319 W	6664 W	4916 W	3641 W	1894 W	486 W	-	-	1748 W	3496 W	5753 W	7064 W	43 kW
<b>Ouest</b>		Béton	683 W	621 W	458 W	340 W	177 W	45 W	-	-	163 W	326 W	536 W	659 W	4 kW
	1.95	Fenêtre	3133 W	2852 W	2104 W	1559 W	811 W	208 W	-	-	748 W	1496 W	2463 W	3024 W	18 kW
	1.3	Fenêtre	686 W	624 W	460 W	341 W	177 W	45 W	-	-	164 W	327 W	539 W	662 W	4 kW
	1.875	Porte fenêtre	144 W	131 W	97 W	72 W	37 W	10 W	-	-	34 W	69 W	113 W	139 W	1 kW
<b>Sud</b>		Béton	1024 W	933 W	688 W	510 W	265 W	68 W	-	-	245 W	489 W	805 W	989 W	6 kW
	1.95	Fenêtre	2623 W	2388 W	1762 W	1305 W	679 W	174 W	-	-	626 W	1253 W	2062 W	2531 W	15 kW
	1.875	Fenêtre	882 W	803 W	592 W	439 W	228 W	59 W	-	-	211 W	421 W	693 W	851 W	5 kW
<b>Est</b>		Béton	1898 W	1728 W	1275 W	944 W	491 W	126 W	-	-	453 W	906 W	1492 W	1832 W	11 kW
	1.95	Fenêtre	623 W	567 W	419 W	310 W	161 W	41 W	-	-	149 W	298 W	490 W	601 W	4 kW
	1.875	Porte fenêtre	76 W	69 W	51 W	38 W	20 W	5 W	-	-	18 W	36 W	60 W	74 W	0.4 kW
<b>Toit</b>	0.32		7395 W	6733 W	4967 W	3679 W	1913 W	491 W	-	-	1766 W	3532 W	5813 W	7138 W	43 kW
<b>Toit</b>	0.34		2256 W	2054 W	1515 W	1123 W	584 W	150 W	-	-	539 W	1078 W	1774 W	2178 W	13 kW
<b>Total pertes</b>			29 kW	27 kW	20 kW	15 kW	8 kW	2 kW	-	-	7 kW	14 kW	23 kW	28 kW	172.24 kW

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples

a. (Bonvin, Vuilleumier, &amp; Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 25)

b. Obtenues grâce aux informations données par M.Carron (M. Carron, architecte, communication personnelle, 8 mai 2015)

Annexe XIV : Déperditions thermiques après travaux<sup>a</sup>

Orientation	Valeur U <sup>b</sup>	Type	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
<b>Nord</b>	0.13	Béton	201 W	183 W	135 W	100 W	52 W	13 W	-	-	48 W	96 W	158 W	194 W	1 kW
	0.625	Fenêtre	2'346 W	2'136 W	1'576 W	1'167 W	607 W	156 W	-	-	560 W	1'120 W	1'844 W	2'264 W	14 kW
<b>Ouest</b>		Béton	232 W	211 W	156 W	115 W	60 W	15 W	-	-	55 W	111 W	182 W	224 W	1 kW
		Fenêtre	1'004 W	914 W	674 W	500 W	260 W	67 W	-	-	240 W	480 W	789 W	969 W	6 kW
		Fenêtre	330 W	300 W	221 W	164 W	85 W	22 W	-	-	79 W	157 W	259 W	318 W	2 kW
		Porte fenêtre	48 W	44 W	32 W	24 W	12 W	3 W	-	-	11 W	23 W	38 W	46 W	0.3 kW
<b>Sud</b>		Béton	348 W	317 W	234 W	173 W	90 W	23 W	-	-	83 W	166 W	274 W	336 W	2 kW
		Fenêtre	841 W	765 W	565 W	418 W	217 W	56 W	-	-	201 W	401 W	661 W	811 W	5 kW
		Fenêtre	294 W	268 W	197 W	146 W	76 W	20 W	-	-	70 W	140 W	231 W	284 W	2 kW
<b>Est</b>		Béton	645 W	588 W	433 W	321 W	167 W	43 W	-	-	154 W	308 W	507 W	623 W	4 kW
		Fenêtre	200 W	182 W	134 W	99 W	52 W	13 W	-	-	48 W	95 W	157 W	193 W	1 kW
		Porte fenêtre	25 W	23 W	17 W	13 W	7 W	2 W	-	-	6 W	12 W	20 W	25 W	0.15 kW
<b>Toit</b>	0.15		3'349 W	3'049 W	2'249 W	1'666 W	866 W	222 W	-	-	800 W	1'599 W	2'632 W	3'232 W	20 kW
<b>Toit</b>	0.14		920 W	837 W	618 W	458 W	238 W	61 W	-	-	220 W	439 W	723 W	888 W	5 kW
<b>Total pertes</b>			11 kW	10 kW	7 kW	5 kW	3 kW	1 kW	-	-	3 kW	5 kW	8 kW	10 kW	63.32 kW

Source : Tableau de l'auteur provenant de sources multiples

a. (Bonvin, Vuilleumier, &amp; Line, Energy Management, Techniques énergétiques, 2012, p. 25)

b. Obtenues grâce aux informations données par M.Carron (M. Carron, architecte, communication personnelle, 8 mai 2015)

Annexe XV : Relevé de consommation du chauffage pour le mois de mars 2015 (Complexe)

Date 2015	Heure	Température	Compteur Mazout litres	Kw chaudière Mazout	Kw chaudière Bois	TP Kw	Comm Kw	Ecole Kw	Complexe Kw	Bourgeoisie	
										Midi Kw	14h Kw
20-02	7h	-5	46572	422800	817640	52034	121249	225331	338228	36276	43310
23-02	7h	-3	46572	422800	877780	52585	122273	227665	340774	36903	44087
24-02	7h	-1	46572	422800	831710	52802	122691	228537	341838	37146	44399
25-02	7h	-4	46572	422800	835400	53010	123092	229363	342802	37367	44689
26-02	6h30	-6	46572	422800	838830	53216	123472	230123	343675	37561	44977
27-02	7h	1	46572	422800	842740	53429	123870	231001	344668	37775	45259
3-03	7h	2	46572	422800	852830	53968	124911	233194	347302	38372	46018
4-03	7h	1	46572	422800	858960	54316	125243	233816	348069	38568	46230
5-03	7h	-3	46572	422800	862390	54505	125925	235178	349680	38994	46726
6-03	7h	-4	46572	422800	865940	54696	126290	235907	350629	39236	47004
9-03	7h	0	46572	422800	875260	55183	127207	237937	352866	39596	47712
10-03	7h	-1	46572	422800	878080	55331	127498	238479	353524	40031	47900
11-03	7h	3	46572	422800	880630	55451	127747	238958	354120	40206	48077
12-03	6h	0	46572	422800	882890	55556	127965	239374	354687	40366	48219
13-03	6h30	-2	46572	422800	885950	55702	128270	239930	355443	40560	48457
16-03	7h	3	46572	422800	894410	56039	129057	241737	357623	41101	49060
17-03	9h	11	46572	422800	896620	56132	129331	242247	357774	41307	49240
18-03	7h	0	46572	422800	898940	56188	129511	242588	358556	41446	49353
20-03	7h	2	46572	422800	903660	56315	129918	243359	359897	41732	49664
23-03	7h	-1	46572	422800	911120	56522	130570	244920	361782	42180	50219
24-03	7h	1	46572	422800	913590	56605	130809	245387	362358	42370	50402
25-03	7h	5	46572	422800	915780	56664	130936	245759	362942	42538	50551
26-03	7h	3	46572	422800	918340	56745	131144	246252	363655	42718	50746

Date 2015	Heure	Température	Compteur Mazout litres	Kw chaudière Mazout	Kw chaudière Bois	TP Kw	Comm Kw	Ecole Kw	Complexe Kw	Bourgeoisie	
										Midi Kw	14h Kw
30-03	7h	4	46572	422800	928430	57029	131966	248431	366184	43408	51513
31-03	7h	4	46572	422800	930900	57115	132202	248930	366738	43589	51686

Source : (P.Bertuchoz, CP, 9 avril 2015).


Annexe XVI : Relevé de consommation du chauffage pour le mois de juin 2014 (Complexe)

Date 2014	Heure	Température	Compteur Mazout litres	Kw chaudière Mazout	Kw chaudière Bois	TP Kw	Comm Kw	Ecole Kw	Complexe Kw	Bourgeoisie	
										Midi Kw	14h Kw
26-05	7h50	12	25343	231690		31256	74090	133320	198463	4834	4339
27-05	8h10	9	25484	233060		31286	74164	133451	198836	4924	4393
28-05	8h10	11	25652	234490		31322	74257	133620	199320	5032	4458
29-05	9h40	15	25812	235940		31360	74323	133759	199748	5140	4515
30-05	7h50	11	25934	237040		31376	74364	133827	200096	5216	4560
2-06	7h50	10	26320	240510		31404	74473	134062	201204	5428	4732
3-06	8h30	13	26456	241730		31421	74507	134150	201536	5518	4794
4-06	8h10	12	26587	242910		31441	74548	134248	201967	5595	4846
5-06	8h30	10	26737	244280		31478	74636	134383	202359	5689	4912
6-06	8h20	12	26872	245480		31501	74697	134502	202720	5760	4976
9-06	7h	14	27212	248560		31515	74725	134719	203765	5926	5127
10-06	14h30	28	27369	249920		31516	74729	134796	204259	6008	5186
11-06	7h30	16	27444	250600		31516	74729	134833	204744	6059	5216
12-06	7h50	18	27551	251550		31516	74729	134887	204783	6120	5264
13-06	7h30	16	27652	252460		31516	74729	134936	205085	6181	5315
16-06	6h45	11	27952	255110		31516	74729	135083	205980	6316	5451
17-06	7h20	12	28063	256100		31519	74742	135139	206304	6379	5492
18-06	7h	11	28176	257110		31531	74773	135209	206616	6441	5534
19-06	14h20	23	28340	258570		31563	74859	135517	207053	6524	5594
20-06	19h30	28	28477	259790		31575	74889	135391	207461	6586	5653
23-06	14h45	23	28779	262470		31582	74913	135541	208338	6738	5783
24-06	7h30	14	28852	263120		31582	74921	135541	208557	6775	5820
25-06	8h	14	28906	263650		31582	74940	135541	208559	6835	5870
26-06	9h30	17	28961	264100		31583	74965	135541	208559	6907	5928

27-06	7h	12	29004	264480		31583	74972	135541	208559	6955	5977
30-06	19h30	20	29167	265920		31583	75031	135541	208559	7134	6142

Source : (P.Bertuchoz, CP, 9 avril 2015).

Annexe XVII : Facture de chauffage à distance du 01.01.2014 au 16.04.2014



1862994

Riddes, le 1<sup>er</sup> mai 2014

TVA : CHE - 434.605.723

20'462,90	210.312.00	
17'645,45	210.312.01	Commune de Riddes
10141,10	029.312.00	Rue du Village 2
4'313,55	620.312.02	1908 Riddes

**FACTURE CHAUFFAGE A DISTANCE / 01.01.2014 au 16.04.2014**

Désignation	Unité	Prix unitaire	Prix total
<u>Centre sportif</u>			
Consommation 01.01.2014 au 16.04.2014	108'901 kWh	Fr. 0.225	Fr. 24'502.70

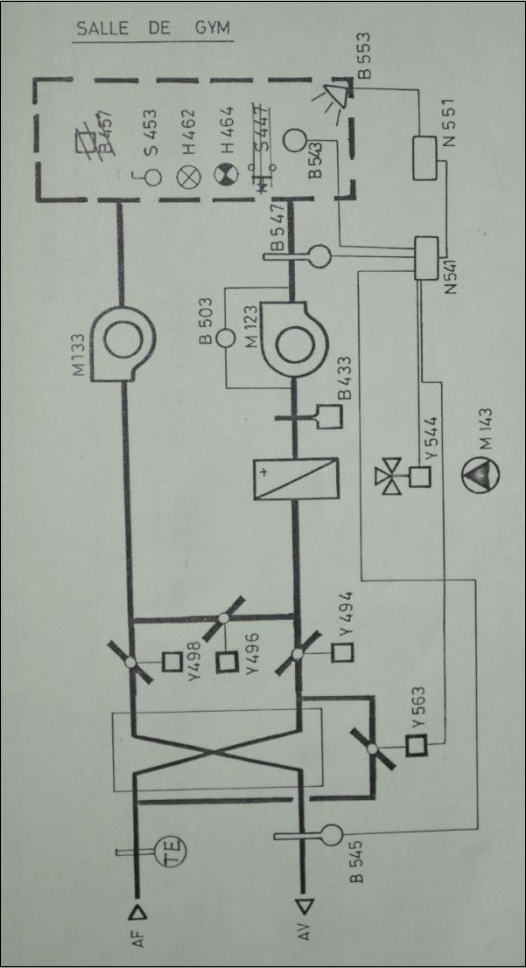
  

Désignation	Unité	Prix unitaire	Prix total
<u>Centre sportif</u>			
Taxe de puissance annuelle 2013 (prorata pour 2 mois)	200 kWh	Fr. 50.00	Fr. 1'666.65
Consommation nov.- déc. 2013	70'721 kWh	Fr. 0.225	Fr. 15'912.35

Source : Facture fournie par l'administration communale de Riddes (27.04.2015)

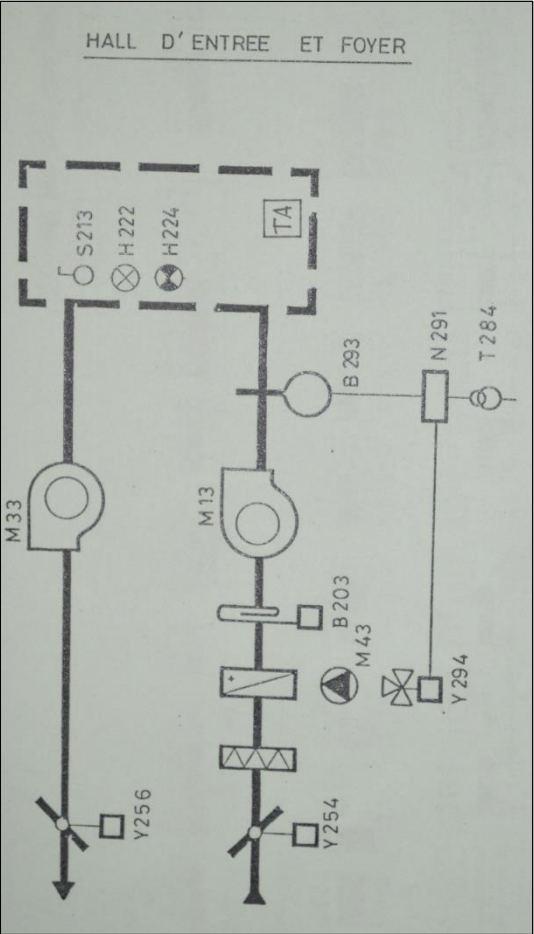


Annexe XVIII : Schéma de principe de la ventilation de la salle de gymnastique



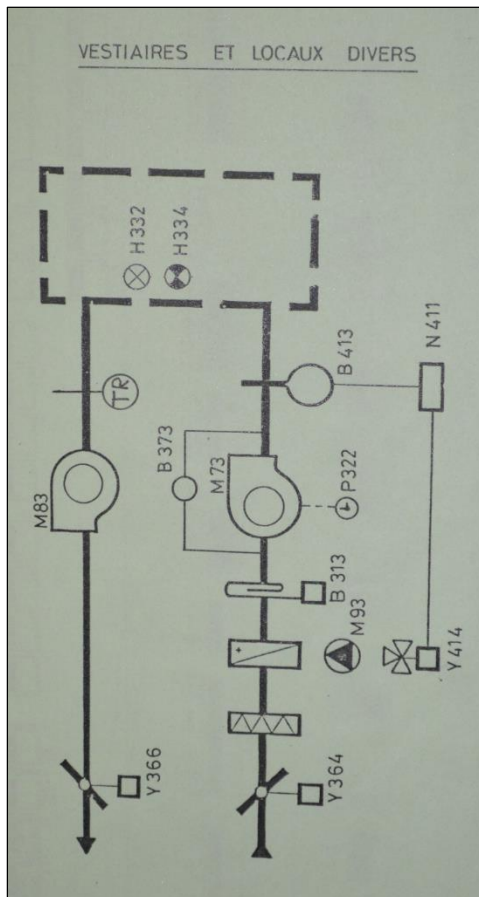
Source : Photo prise sur place, documentation sur la ventilation du bâtiment

Annexe XIX : Schéma de principe de la ventilation du hall d'entrée et foyer



Source : Photo prise sur place, documentation sur la ventilation du bâtiment.

Annexe XX : Schéma de principe de la ventilation des vestiaires et locaux divers



Source : Photo prise sur place, documentation sur la ventilation du bâtiment.

## Annexe XXI : Liste de prix des pompes de circulation

Grundfos ALPHA2							Groupe de produits A1	
Type	Longueur de montage [mm]	Dimensions raccord standard	EEl <sup>1)</sup>	Voltage [V]	PN 10 Numéro de produit	CHF		
ALPHA2 25-40	180	Rp 1	≤ 0.15	1 x 230 V	97993157	469.00		
<b>ALPHA2 25-60</b>	<b>180</b>	<b>Rp 1</b>	<b>≤ 0.17</b>	<b>1 x 230 V</b>	<b>97993159</b>	<b>519.00</b>		
ALPHA2 32-40	180	Rp 1½	≤ 0.15	1 x 230 V	97993161	519.00		
ALPHA2 32-60	180	Rp 1½	≤ 0.17	1 x 230 V	97993162	579.00		

<sup>1)</sup> Indice d'efficacité énergétique, Best in Class ≤ 0.20

Grundfos MAGNA3 Pompes simples PN 06, 10, 06/10 DN 32-100								Groupe de produits C1	
Type	Longueur de montage [mm]	Dimensions raccord standard	EEl <sup>1)</sup>	Voltage [V]	Exécution de bride	Numéro de produit	CHF		
MAGNA3 32-120F	220	DN 32	≤ 0.18	1 x 230 V	PN 6/10	97924259	2'199.00		
<b>MAGNA3 40-80F</b>	<b>220</b>	<b>DN 40</b>	<b>≤ 0.19</b>	<b>1 x 230 V</b>	<b>PN 6/10</b>	<b>97924268</b>	<b>2'199.00</b>		
MAGNA3 40-100F	220	DN 40	≤ 0.19	1 x 230 V	PN 6/10	97924269	2'399.00		
MAGNA3 40-120F	250	DN 40	≤ 0.18	1 x 230 V	PN 6/10	97924270	2'699.00		
MAGNA3 40-150F	250	DN 40	≤ 0.18	1 x 230 V	PN 6/10	97924271	3'349.00		
MAGNA3 40-180F	250	DN 40	≤ 0.18	1 x 230 V	PN 6/10	97924272	3'769.00		
<b>MAGNA3 50-40F</b>	<b>240</b>	<b>DN 50</b>	<b>≤ 0.20</b>	<b>1 x 230 V</b>	<b>PN 6/10</b>	<b>97924280</b>	<b>2'399.00</b>		
<b>MAGNA3 50-60F</b>	<b>240</b>	<b>DN 50</b>	<b>≤ 0.19</b>	<b>1 x 230 V</b>	<b>PN 6/10</b>	<b>97924281</b>	<b>2'929.00</b>		

Groupe de produits C1							
Type	Longueur de montage [mm]	Dimensions raccord standard	EEl <sup>1)</sup>	Voltage [V]	Exécution de bride	Numéro de produit	CHF
MAGNA3 80-80F	360	DN 80	≤ 0.17	1 x 230 V	PN 6	97924308	4'399.00
MAGNA3 80-80F	360	DN 80	≤ 0.17	1 x 230 V	PN 10	97924318	4'599.00
MAGNA3 80-100F	360	DN 80	≤ 0.17	1 x 230 V	PN 6	97924309	4'699.00
MAGNA3 80-100F	360	DN 80	≤ 0.17	1 x 230 V	PN 10	97924319	4'999.00
<b>MAGNA3 80-120F</b>	<b>360</b>	<b>DN 80</b>	<b>≤ 0.17</b>	<b>1 x 230 V</b>	<b>PN 6</b>	<b>97924310</b>	<b>5'449.00</b>

Source : [http://ch.grundfos.com/content/dam/dach/uebergundfos/Grundfos-Schweiz/Grundfos\\_List\\_de\\_Prix\\_en\\_fran%C3%A7ais\\_Ao%C3%BBt.pdf](http://ch.grundfos.com/content/dam/dach/uebergundfos/Grundfos-Schweiz/Grundfos_List_de_Prix_en_fran%C3%A7ais_Ao%C3%BBt.pdf)

Annexe XXII : Relevé de consommation du chauffage (colonne Complexe)

19-05	7h30	11	24410	223280		31165	73857	132574	195810	4292	3973
20-05	7h	10	24544	224490		31177	73888	132690	196203	4372	4019
21-05	7h15	11	24676	225680		31195	73920	132793	196570	4454	4066
22-05	7h15	15	24805	226830		31195	73920	132869	196921	4524	4123
23-05	5h20	6	24920	227880		31211	73957	132958	197274	4583	4176
Date	Heure	Température	Compteur Mazout litres	Kw chaudière Mazout	Kw chaudière Bois	TP Kw	Comm Kw	Ecole Kw	Complexe Kw	Bourgeoisie	
										Midi Kw	14h Kw
26-05	7h50	12	25343	231690		31256	74090	133220	198463	4834	4339
27-05	8h10	9	25484	233060		31286	74164	133451	198836	4924	4393
28-05	8h10	11	25652	234490		31322	74257	133620	199320	5032	4458
29-05	8h40	15	25812	235940		31360	74329	133759	199748	5140	4515
30-05	7h50	11	25934	237040		31376	74364	133827	200096	5216	4560
2-06	7h50	10	26320	240510		31404	74473	134062	201204	5428	4732
3-06	8h30	13	26456	241730		31421	74507	134150	201596	5518	4794
4-06	8h10	12	26587	242910		31441	74548	134248	201967	5575	4848
5-06	8h30	10	26737	244280		31478	74636	134389	202359	5689	4912
6-06	8h20	12	26872	245480		31501	74697	134502	202720	5760	4976
9-06	7h	14	27212	248560		31515	74725	134719	203765	5926	5127
10-06	14h30	28	27369	249920		31516	74729	134796	204259	6008	5186
11-06	7h30	16	27444	250600		31516	74729	134833	204474	6059	5216
12-06	7h50	18	27551	251550		31516	74729	134887	204783	6120	5264
13-06	7h30	16	27652	252460		31516	74729	134936	205085	6181	5315
16-06	6h45	11	27952	255110		31516	74729	135083	205480	6316	5451
17-06	7h20	12	28063	256100		31519	74742	135133	206304	6379	5492
18-06	7h	11	28176	257110		31531	74773	135209	206616	6441	5534
19-06	14h20	23	28340	258570		31563	74859	135517	207059	6524	5594
20-06	19h30	28	28477	259790		31575	74889	135391	207461	6586	5653

Source : (P.Bertuchoz, CP, 9 avril 2015).

Annexe XXIII : Prix d'installation d'un mètre carré de panneau solaire photovoltaïque

Solaire photovoltaïque							
Surface de capteurs		Puissance		Production / année		Coûts	
1	m <sup>2</sup>	0.15	kWp	176	kWh	672	CHF *
* Ce prix comprend les panneaux solaires, les onduleurs et le raccordement électrique.							
Rendement en fonction de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs :							
		W	SW	S	SE	E	
	0°	93%	93%	93%	93%	93%	
	30°	90%	96%	100%	96%	90%	
	60°	78%	88%	91%	88%	78%	
	90°	55%	66%	68%	66%	55%	
(Source : EnergieSuisse 2007). Voir aussi : <a href="#">calculateur solaire de Swissolar</a> et <a href="#">PV potential estimation utility</a> .							

Source : [http://objective-a.com/index.php?art=objective-a\\_studio\\_\\_fr](http://objective-a.com/index.php?art=objective-a_studio__fr)



Annexe XXV : Subvention RPC pour le toit de la salle de gymnastique avec Swissgrid

**Tarificateur pour petite centrale photovoltaïque**

Le site web a été optimisé pour les navigateurs Internet Explorer et Firefox.

Les champs assortis d'un astérisque (\*) sont obligatoires.

**Données de l'installation**

Date de l'annonce en vue de la RPC/RU\*  
30/06/2015 [JJ.MM.AAAA]

Mise en service prévue/effectuée \*  
30/06/2016 [JJ.MM.AAAA]

Puissance nominale projetée du générateur (Photovoltaïque: Puissance des panneaux solaires)\*  
69.23 [kW]

Type d'installation \*  
 Installation isolée  
 Installation ajoutée  
 Installation intégrée

**Résultat du calcul des tarifs en fonction de vos indications**

D'après les informations que vous nous avez fournies, votre installation serait exigible à la rétribution à prix coûtant du courant injecté.

Tarif probable (TVA comprise)\*  
**18.9 [Rp/kWh]**

Source : <https://www.guarantee-of-origin.ch/swissforms/TarifPho.aspx?Language=FR>



Annexe XXVI : Subvention RPC pour le toit du hall d'entrée avec Swissgrid

**Tarificateur pour petite centrale photovoltaïque**

Le site web a été optimisé pour les navigateurs Internet Explorer et Firefox.

Les champs assortis d'un astérisque (\*) sont obligatoires.

**Données de l'installation**

Date de l'annonce en vue de la RPC/RU\*

30/06/2015 [JJ.MM.AAAA]

Mise en service prévue/effectuée \*

30/06/2016 [JJ.MM.AAAA]

Puissance nominale projetée du générateur (Photovoltaïque: Puissance des panneaux solaires)\*

61.54 [kW]

Type d'installation \*

- Installation isolée
- Installation ajoutée
- Installation intégrée

**Résultat du calcul des tarifs en fonction de vos indications**

D'après les informations que vous nous avez fournies, votre installation serait exigible à la rétribution à prix coûtant du courant injecté.

Tarif probable (TVA comprise)\*

**19 [Rp/kWh]**

Source : <https://www.guarantee-of-origin.ch/swissforms/TarifPho.aspx?Language=FR>

Annexe XXVII : Calcul économique- production d'électricité toit hall d'entrée

Année	Production annuelle	Rendement des panneaux	Bénéfice annuel	Rentabilité	Surplus de production	RPC
1	80'800 kWh	100.00%	18'285 CHF	-268'800 CHF	37'536 kWh	3040 CHF
2	80'154 kWh	99.20%	18'139 CHF	-250'661 CHF	36'890 kWh	2'988 CHF
3	79'507 kWh	98.40%	17'992 CHF	-232'669 CHF	36'243 kWh	6'886 CHF
4	78'861 kWh	97.60%	17'846 CHF	-214'823 CHF	35'597 kWh	6'763 CHF
5	78'214 kWh	96.80%	17'700 CHF	-197'123 CHF	349'50 kWh	6'641 CHF
6	77'568 kWh	96.00%	17'554 CHF	-179'569 CHF	34'304 kWh	6'518 CHF
7	76'922 kWh	95.20%	17'407 CHF	-162'162 CHF	33'658 kWh	6'395 CHF
8	76'275 kWh	94.40%	17'261 CHF	-144'901 CHF	33'011 kWh	6'272 CHF
9	75'629 kWh	93.60%	17'115 CHF	-127'786 CHF	32'365 kWh	6'149 CHF
10	74'982 kWh	92.80%	16'968 CHF	-110'818 CHF	31'718 kWh	6'026 CHF
11	74'336 kWh	92.00%	16'822 CHF	-93'995 CHF	31'072 kWh	5'904 CHF
12	73'690 kWh	91.20%	16'676 CHF	-77'319 CHF	30'426 kWh	5'781 CHF
13	73'043 kWh	90.40%	16'530 CHF	-60'790 CHF	29'779 kWh	5'658 CHF
14	72'397 kWh	89.60%	16'383 CHF	-44'406 CHF	29'133 kWh	5'535 CHF
15	71'750 kWh	88.80%	16'237 CHF	-28'169 CHF	28'486 kWh	5'412 CHF
16	71'104 kWh	88.00%	16'091 CHF	-12'079 CHF	27'840 kWh	5'290 CHF
17	70'458 kWh	87.20%	15'945 CHF	3'866 CHF	27'194 kWh	5'167 CHF
18	69'811 kWh	86.40%	15'798 CHF	19'664 CHF	26'547 kWh	5'044 CHF
19	69'165 kWh	85.60%	15'652 CHF	35'316 CHF	25'901 kWh	4'921 CHF
20	68'518 kWh	84.80%	15'506 CHF	50'822 CHF	25'254 kWh	4'798 CHF
21	67'872 kWh	84.00%	15'359 CHF	66'181 CHF	24'608 kWh	
22	67'226 kWh	83.20%	15'213 CHF	81'394 CHF	23'962 kWh	
23	66'579 kWh	82.40%	15'067 CHF	96'461 CHF	23'315 kWh	
24	65'933 kWh	81.60%	14'921 CHF	111'382 CHF	22'669 kWh	
25	65'286 kWh	80.80%	14'774 CHF	126'156 CHF	22'022 kWh	
Total	1'826'080 kWh					111'189 CHF

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

## Déclaration de l'auteur

Je déclare, par ce document, que j'ai effectué le travail de Bachelor ci-annexé seul, sans autre aide que celles dûment signalées dans les références, et que je n'ai utilisé que les sources expressément mentionnées. Je ne donnerai aucune copie de ce rapport à un tiers sans l'autorisation conjointe du RF et du professeur chargé du suivi du travail de Bachelor, y compris au partenaire de recherche appliquée avec lequel j'ai collaboré, à l'exception des personnes qui m'ont fourni les principales informations nécessaires à la rédaction de ce travail que je cite ci-après :

- M. David Crettenand, vice-président de la commune de Riddes.
- M. Philippe Bertuchoz, concierge de la commune de Riddes.
- M. Benoît Morand, aide-concierge de la commune de Riddes.
- M. Christophe Crettenand, conseiller en énergie au sein du Groupe SEIC-TELEDIS.
- Mme Clélia Reuse, collaboratrice administrative à la commune de Riddes.
- M. Jörg Supersaxo, technico-commercial chez Leroy-Somer.
- M. Dousse, expert au sein de l'entreprise Ateliers Ehrismann SA à Carouge.

Flanthey, le 10.07.2015

Lionel Briguet